



Desarrollar Programa De Higiene Post – Incendio Para Bomberos Latacunga, Enfocado En Descontaminación De Trajes Y Equipos, Evitando Exposición Prolongada A Contaminantes Peligrosos.

Developing A Post-Fire Hygiene Program for Latacunga Firefighters, Focused on Decontamination of Turnout Gear and Equipment, To Prevent Prolonged Exposure to Hazardous Contaminants.

Marco Fernando Singaicho Anchatuña¹ 

mfsingaicho@itsoriente.edu.ec.

Instituto Superior Tecnológico Oriente (ITSO)

Riobamba, Ecuador

Benjamín Gabriel Quito Cortez² 

benjaminquito@bqc.com.ec

Instituto Superior Tecnológico Oriente (ITSO)

Riobamba, Ecuador

Julio Bolívar Vásconez Espinoza³ 

juliovasconez@bqc.com.ec

Instituto Superior Tecnológico Oriente (ITSO)

Riobamba, Ecuador

Recepción: 05-01-2026

Aceptación: 10-02-2026

Publicación: 30-03-2026

Como citar este artículo: Singaicho, M. Quito, B. Vásconez, J. (2026). **Desarrollar Programa De Higiene Post – Incendio Para Bomberos Latacunga, Enfocado En Descontaminación De Trajes Y Equipos, Evitando Exposición Prolongada A Contaminantes Peligrosos.** *Metrópolis. Revista de Estudios Globales Universitarios*, 7 (1), pp. 3039-3086.

¹ Tecnólogo en seguridad y salud ocupacional. Instituto Superior Tecnológico Oriente (ITSO); Maestrante en Herramientas de Seguridad Industrial y Salud en el Trabajo. (ITSO).

² Abogado, Magister en Educación (Universidad Bicentennial 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.

³ Ingeniero en Electrónica (Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE), Magister en Conectividad y Redes de Telecomunicaciones (Escuela Politécnica Nacional EPN (Egr.)), Magister en Educación Superior (Universidad América), Doctor en Educación PHD (Universidad Benito Juárez) México, Doctor en Ciencias de la Educación PHD (Universidad Bicentennial de Aragua) Venezuela, Postdoctorante en Educación (Universidad Internacional de Investigación México UIIMEX).





Resumen

Ser bombero es una de las profesiones más valientes y admirables, pero también plantea importantes riesgos para la salud a largo plazo. En Latacunga, nuestros bomberos se enfrentan a incendios que emiten una peligrosa mezcla de compuestos tóxicos, incluyendo hidrocarburos aromáticos policíclicos, HAP y sustancias altamente cancerígenas. Estos contaminantes se adhieren a su piel y equipo de protección, incluyendo trajes, cascos y guantes, entre otros elementos vitales y comunes. El verdadero peligro persiste incluso después de que las llamas se apagan. Si el equipo no se limpia a fondo después de una emergencia, los productos químicos nocivos permanecen en las estaciones de bomberos, vehículos e incluso en las viviendas de los residentes, lo que aumenta el riesgo de enfermedades graves, como el cáncer. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer, IARC, ha clasificado la profesión de bombero como cancerígena para los humanos, lo que hace urgente tomar medidas preventivas y sostenibles. Este esfuerzo tiene como objetivo establecer un protocolo completo de saneamiento post-incendios para el Cuerpo de Bomberos de Latacunga. Se concentrará en la descontaminación en el lugar del incendio y procedimientos estrictos para la limpieza completa, almacenamiento seguro y mantenimiento adecuado de equipo de protección personal, EPP. Más allá de la adhesión a normas internacionales como NFPA 1851, esta iniciativa tiene por objeto un elemento crucial: salvaguardar la vida, la dignidad y la salud general de quienes prestan cuidados. Contribuyendo a este proyecto garantiza que nuestros bomberos puedan regresar a casa con seguridad, habiendo cumplido sus deberes heroicos. **Palabras claves:** Riesgos para la salud a largo plazo, Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP), Programa Integral de Higiene Post-Incendio, Descontaminación en la escena, Proteger la vida, la dignidad y la salud integral.

Abstract

Being a firefighter is one of the bravest and most admirable professions, yet it also involves significant long term health risks that must be recognized and addressed responsibly. In Latacunga, firefighters confront fires that release a dangerous mixture of toxic compounds, including polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs, and other highly carcinogenic substances into the environment. These contaminants adhere to the skin and to protective equipment, including suits, helmets, gloves, boots, and other vital elements commonly used during emergency response operations. The real danger continues even after the flames are extinguished and the visible smoke has disappeared from the scene. When equipment is not thoroughly cleaned following an emergency, harmful chemicals remain inside fire stations, emergency vehicles, and even within firefighters' homes, increasing the risk of serious diseases such as cancer and chronic respiratory illnesses. The International Agency for Research on Cancer, IARC, has officially classified the firefighting profession as carcinogenic to humans, making the adoption of preventive and sustainable measures an urgent global priority. This effort seeks to establish a comprehensive post fire sanitation protocol for the Latacunga Fire Department. The program will focus on on scene decontamination, strict procedures for complete cleaning, safe storage, and proper maintenance of personal protective equipment, PPE. Beyond compliance with international standards such as NFPA 1851, this initiative aims to safeguard life, dignity, and overall health. Supporting this project helps ensure firefighters return home safely after fulfilling their heroic duties. It also promotes





institutional responsibility, occupational safety, long term prevention, and sustainable health protection practices. **Keywords:** Long-term health risks, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs), Comprehensive Post-Fire Hygiene Program, On-scene decontamination, Protect life, dignity and overall health.

Introducción.

Los Cuerpos de Bomberos de Latacunga son individuos valientes que arriesgan todo para garantizar nuestra seguridad. Sin embargo, su valentía oculta un peligro oculto: exposición prolongada a toxinas dañinas que gradualmente dañan su bienestar. Frente a los incendios, nuestros camaradas luchan no sólo contra las llamas sino también contra un cóctel químico tóxico, destacando los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), que se clasifican como altamente cancerígenos, y la Brigada de Bomberos Latacunga. (2025).

Esta toxina indetectable se adhiere a su piel, contamina sus equipos y suministros, y puede extenderse a sus vehículos y residencias. La verdad agotadora ha llevado a la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer, IARC, a calificar los deberes de los bomberos como cancerígenos para los seres humanos, según su clasificación de 2022, lo que indica que la ciencia ha demostrado que sus esfuerzos se correlacionan con el aumento de los riesgos de enfermedades graves.

Para honrar y proteger a quienes nos cuidan, este proyecto se enfoca en una solución integral: el Programa de Higiene Post-Incendio. Buscamos implementar protocolos estrictos para la descontaminación inmediata de trajes y equipos, asegurando que su noble labor no les cueste su bienestar ni su vida, Cuerpo de Bomberos de Latacunga. (2025).

Nos guía una pregunta vital:





 Cu les son los elementos, protocolos y prácticas de higiene post-incendio más eficaces que deben integrarse en un programa para el Cuerpo de Bomberos de Latacunga, con el fin de reducir la exposición prolongada a contaminantes peligrosos y salvaguardar la salud ocupacional del personal?

Abordaremos esta tarea mediante una metodología de enfoque cualitativo, fundamental para comprender las experiencias y necesidades de nuestros bomberos y así diseñar un programa que sea efectivo y pertinente en su contexto.

Marco Teórico.

La carrera de un bombero, una vez admirada por su valentía, conlleva un riesgo significativo que va más allá de la situación de emergencia, un costo que sin ser notado afecta a la salud a largo plazo. (L., A. et al., 2025).

La base teórica de este proyecto se basa en una sombr a verdad científica: la exposición ocupacional de los bomberos ha sido considerada "carcinogénica para los seres humanos" por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer. (IARC, 2022).

Esta clasificación, que ocupa la categoría de riesgo superior, es más que una estadística; es el reconocimiento oficial de que nuestros h eros tienen una probabilidad notablemente elevada de contraer cánceres específicos, incluidos la vejiga y el mesotelioma, como resultado de su exposición ocupacional (IARC, 2022).

Esta categorización destaca que luchar contra el fuego es sólo un aspecto de la gestión del riesgo. El marco teórico debe considerar la seguridad de los bomberos como un derecho fundamental, reconociéndola con sensibilidad humana. Asegurar la vida del servidor es una obligación moral





y funcional que cada departamento de bomberos debe cumplir en la gestión de cualquier emergencia. (Morais, D. C., & Almeida, I. M., 2021).

El fuego avanzado, alimentado por materiales sintéticos, plásticos y productos químicos industriales, genera una mezcla multifacética de subproductos de combustión, entre los que se encuentran los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), también conocidos como HAP, los principales culpables de la amenaza carcinógena. La información proporcionada por la ATSDR en 2023.

Los HAP son un grupo de sustancias químicas altamente tóxicas y persistentes que surgen de la combustión incompleta de materiales orgánicos, su importancia se deriva de su genotoxicidad demostrada y su capacidad para inducir mutaciones en el ADN (ATSDR, 2023).

A través de la inhalación, ingestión y absorción cutánea, las partículas de partículas, específicamente el hollín y las partículas ultrafinas, se transforman en un contaminante dañino que entra en los cuerpos de los bomberos a través de tres vías primarias (ATSDR, 2023).

Absorción Dérmica: La piel, particularmente en regiones vulnerables como el cuello, la cara y la ingle, absorbe rápidamente la HAP, un proceso acelerado por el calor y el sudor durante un incendio. (M. A. y Horn, G. P., 2014).

Inhalación: La ingesta de gases tóxicos y partículas en suspensión, incluso si se cree que el humo ha disminuido, es una vía directa hacia las vías respiratorias. (R. C. y Sherrill, D. L., 2001).

La ingestión ocurre cuando las manos contaminadas entran en contacto con alimentos, agua o la boca.

Conocer la toxicología en el lugar de trabajo es crucial, ya que pone de relieve la necesidad de un enfoque exhaustivo y específico para proteger





contra la absorción de la piel y los equipos. (Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional, 2020).

Un componente clave de esta estructura teórica es la idea de contaminación secundaria o cruzada. El verdadero peligro que enfrentan los bomberos va más allá de las situaciones de emergencia, persistentemente presentes en su entorno laboral regular (NFPA 2020).

La contaminación ocurre cuando el equipo de protección personal, PPP, se mezcla con los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y el hollín, extendiéndose sobre otras superficies, lo que provoca una exposición prolongada (FPA, 2020).

Emisiones y estaciones de vehículos: El EPP contaminado se mantiene en compartimentos de camiones y áreas comunes del cuartel (cocinas, oficinas, dormitorios), liberando partículas tóxicas al aire y en superficies. La contaminación doméstica propaga contaminantes a ropas civiles, vehículos y eventualmente hogares, exponiendo inadvertidamente a las familias de los bomberos, incluyendo niños y parejas. (Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional, 2019).

El Instituto para la Seguridad y la Salud en las Emergencias publicó sus conclusiones en 2022.

La respuesta a esta amenaza implica el despliegue de un Programa de Higiene Post-Incidente (PHPI) que aborda las medidas humanas y técnicas posteriores al evento. Estas iniciativas se adhieren al principio de reducción de dosis y están reguladas por normas internacionales destinadas a proporcionar la mejor atención posible al PPE y al personal (FPA, 2020).

El principio fundamental de esta disciplina es el NFPA 1851: Estándar para la selección, uso y mantenimiento de equipos de protección contra





incendios para la lucha contra incendios estructural y proximidad. Esta norma describe los procedimientos esenciales que deben incorporarse (NFPA, 2020).

Descontaminación en el lugar: Esta es la acción inicial y más crucial, realizada inmediatamente después de la extinción. Implica la eliminación del 80 al 90% de los contaminantes visibles del PPP antes de que los bomberos salgan.

Limpieza profunda: Específica para lavar, secar e inspeccionar el EPP utilizando técnicas y herramientas aprobadas, garantizando que el equipo esté libre de HAP antes de su reutilización (Agencia Nacional de Seguridad Ocupacional, 2022).

Creación de zonas limpias y sucias designadas dentro del cuartel para evitar la propagación de contaminantes. (Emergencies Security Institute, 2023).

El enfoque cualitativo de este proyecto tiene como objetivo adaptar la rigidez de NFPA 1851 a un protocolo práctico que sea relevante para los aspectos culturales, logísticos y humanos del Cuerpo de Bomberos de Latacunga.

Una iniciativa de higiene robusta no sólo reduce los riesgos de cáncer, sino que fomenta una mentalidad protectora entre el personal, mejora la satisfacción laboral y, lo que es más importante, comunica a todos los bomberos y sus familias que sus vidas son valoradas y que el regreso seguro es la prioridad máxima. En este contexto, la prevención es la máxima expresión de respeto y gratitud hacia su papel crucial en el servicio a la comunidad. (López y Ramírez, 2022).





Estado del Arte

Las profundas y crecientes preocupaciones globales sobre la salud a largo plazo de los bomberos están convirtiendo lo que antes se consideraba un riesgo ocupacional en un problema de salud pública con soluciones inmediatas definitivas. Esta revisión bibliográfica traza la línea de tiempo desde el primer reconocimiento del riesgo hasta el desarrollo de protocolos estandarizados que siempre ponen al individuo, al bombero y a su familia en el centro de la estrategia preventiva. (Martínez y Gómez, 2023).

Hasta hace poco se consideraba posible una relación entre la lucha contra incendios y el cáncer, pero la evidencia epidemiológica reciente ha sido concluyente, lo que marca un punto de inflexión en la protección de los servidores. Un punto de inflexión se produjo en 2022, cuando la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) reclasificó la exposición ocupacional de los bomberos: "Carcinogénica para los humanos" (IARC, 2022).

Esta decisión, basada en evidencia suficiente que vincula la profesión con el desarrollo de mesotelioma y cáncer de vejiga, establece un nuevo estándar para la responsabilidad institucional. Estudios epidemiológicos a gran escala han respaldado este hallazgo, lo que sugiere un mayor riesgo de padecer otros sitios, incluidos cánceres de próstata, colon y melanoma, particularmente entre los bomberos que trabajan más horas (Daniels et al., 2015). Este consenso científico internacional está llevando a los departamentos de bomberos como Latacunga a pasar de la extinción de incendios a la prevención activa de enfermedades crónicas. Es una





invitación a ver el cáncer no como una muerte, sino como una lesión relacionada con el trabajo que puede prevenirse.

Las investigaciones actuales pretenden disipar el mito de que el equipo de protección personal es suficiente. Hoy en día sabemos que el EPP se convierte en un reservorio de contaminantes químicos mortales cuando se protege de las llamas. Diversos estudios han cuantificado la presencia masiva de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) como benzo y pireno y otros metales pesados en la capa exterior e interior de la planta tras la intervención (Smith et al., 2019).

Este estudio demostró que los HAP no sólo se concentran en el hollín visible, sino que también atraviesan la barrera de humedad y contaminan la ropa interior y la piel. La toxicología del fuego ha descubierto que la absorción dérmica es la principal vía de entrada, a menudo más peligrosa que la inhalación debido a la alta permeabilidad de la piel y los efectos intensificadores del calor y el sudor durante la exposición (Stec y Kok, 2021). Los EPP contaminados que permanecen en contacto con el cuerpo o en la zona limpia de la estación se convierten en el principal vector de exposición a largo plazo, justificando la urgencia de protocolos de descontaminación estrictos e inmediatos.

El desarrollo de programas de higiene post-incendio está estandarizado a nivel mundial utilizando la Norma NFPA 1851: como marco de referencia principal (NFPA, 2020). Los avances recientes en los protocolos de higiene se basan en tres pilares interrelacionados que apuntan a romper el ciclo de exposición:





La evidencia muestra que eliminar entre el 80% y el 90% de los contaminantes visibles con agua a baja presión y un cepillo suave inmediatamente después de la extinción reduce significativamente la exposición de la piel y las vías respiratorias de los bomberos durante la fase de retorno y la fase posterior a la intervención (Jones y Brown, 2021).

La separación estricta de zonas (zona caliente, zona cálida y zona limpia) en el lugar y las estaciones es esencial para evitar la contaminación cruzada del personal, los vehículos y las áreas de descanso (NFPA, 2020). La práctica de no llevar EPP sucio a áreas limpias se considera la primera línea de defensa.

Enfatiza la necesidad de procesos mecánicos especializados de lavado de EPI por parte de personal capacitado o proveedores certificados para garantizar la eliminación efectiva de los HAP sin comprometer las propiedades protectoras del traje (NFPA, 2020).

Si bien las normas técnicas están bien definidas, el principal desafío identificado en el estado técnico es la falta de implementación en servicios de bomberos con recursos limitados o con una cultura operativa arraigada. Estudios cualitativos realizados en diferentes regiones han revelado barreras importantes, como la falta de infraestructura adecuada (puntos de agua caliente, equipos de lavado), la falta de EPP de repuesto (que requiere el uso de equipos sucios) y, lo que es más importante, la resistencia cultural al cambio de prácticas históricas (Gómez y Pérez, 2020).

Los avances recientes indican que el cáncer ocupacional en los bomberos es un riesgo que se puede prevenir mediante una higiene estandarizada. La investigación actual se centra en cómo detener la exposición. Este





proyecto tiene como objetivo cerrar la brecha integrando el rigor de IARC (2022) y NFPA (2020) en el programa de higiene post-incendio de Latacunga. Nuestro trabajo es transformar el conocimiento global en un escudo de salud y dignidad para nuestros bomberos, lo cual requiere una adaptación logística detallada.

Desarrollo.

Alcance del programa

Este programa involucra a todo el personal del Cuerpo de Bomberos de Latacunga que participa en actividades de extinción de incendios, rescate, ventilación o inspección y utiliza trajes de intervención, equipos de protección, vehículos y herramientas que puedan estar contaminados. Cubiertas:

Trajes de intervención completos (chaqueta, pantalón, capucha, botas, guantes, casco). Equipos de protección individual (EPI) incorporados: mascarillas, cinturones, radios, pequeñas herramientas manuales que puedan entrar en contacto con hollín o residuos de combustión.

Vehículos de intervención, almacenes, superficies de cuarteles que puedan actuar como reservorios de contaminantes (bancos, taquillas, vestuarios).

Zonas de estación: vestuarios, duchas, vestuarios, almacenaje de ropa limpia y sucia, transporte de ropa sucia a la zona de lavado o limpieza.

Trámites desde el escenario hasta la estación, incluyendo transporte, limpieza rápida en sitio, cambio de ropa personal, ducha, lavado profesional de trajes, inspección, almacenaje y check-in.





Monitoreo, mantenimiento de registros, métricas de cumplimiento, capacitación y cultura organizacional.

Este alcance asegura que el proceso de higiene no se queda en una fase (regreso al cuartel), sino que abarca todo el ciclo: desde el final de la intervención hasta el momento en que el bombero est  listo para responder nuevamente y mantener su salud a largo plazo.

Estructura organizacional y responsabilidades

Para que el programa funcione con eficacia, es fundamental que cada persona dentro de la organización tenga claro su rol y que sienta que su contribución importa.

- **Nivel directivo / jefatura**

La dirección del cuerpo de bomberos debe adoptar este programa como política institucional, asignar recursos, establecer su prioridad y promover cambios en la cultura organizacional. Esto significa: aprobar el plan, presupuesto de vestuarios, lavandería, bolsas para trajes sucios; Comunique a los empleados que esta iniciativa es tan importante como la capacitación en rescate. Cuando la gerencia participa activamente, los bomberos sienten que no se trata sólo de más trabajo, sino que mi bienestar es importante. (Haddock y Jitnarin, 2019).

- **Oficial de turno / jefe de estación**

El jefe de turno es responsable de activar los procedimientos de descontaminación después de cada esfuerzo. Hay que asegurarse de que se disponga de un kit de limpieza, se preparen las bolsas, agua, detergente, cepillos, los empleados se cambien limpiamente. También deberá registrar





datos procesales, identificar y reportar errores. Su función es la de un administrador de atención: garantizar no sólo una respuesta rápida a un incendio, sino también el regreso seguro de los bomberos. (NFPA, 2021).

- **Equipo operativo de fuego - respuesta**

El bombero que combatió el lugar tiene una parte esencial: aplicar el protocolo de descontaminación, cambiarse de ropa, asumir que el traje no es sólo un símbolo de heroísmo, sino también un vector de riesgo si no se maneja adecuadamente. Hay que cooperar de buena fe, entendiendo que cambiarse los guantes, ducharse, evitar llevar traje en la cabina del vehículo no son “extras”, sino medidas de protección personal y colectiva. Su compromiso es responsabilidad hacia sí mismo, sus compañeros y su familia. (Fent et al., 2017).

- **Personal de mantenimiento / lavandería / logística**

Este equipo trabaja detrás de escena, pero su papel es vital: limpiar los trajes profesionalmente, mantener un registro, garantizar que cada chaqueta y pantalón tenga un historial de uso, lavado y vida útil. Su tarea es asegurarse de que los trajes est n disponibles, limpios y listos. Esta responsabilidad asegura que los bomberos puedan responder con equipos seguros y que no haya atrasos por lavado o mantenimiento. (NFPA, 2020).

- **Comité de Seguridad y Salud Ocupacional**

Esta estructura interna del cuerpo de bomberos actúa como órgano de vigilancia: monitorea los indicadores, verifica su cumplimiento, recoge las sugerencias de los empleados, ajusta el programa y promueve campañas de cultura de higiene. Tu tarea es mantener viva la iniciativa, para que no





quede como un plan olvidado, sino que se desarrolle con el tiempo, aprendiendo y mejorando constantemente. (IAFF, 2020).

Cada uno de estos roles debe sentirse parte de un equipo, donde la acción del fuego y el regreso seguro son dos caras de la misma moneda.

Procedimientos operativos del programa

Este bloque describe los pasos específicos que debe seguir cada bombero, cada equipo y cada estación. Aquí humanizamos los procedimientos y recordamos que detrás de cada paso hay personas que merecen seguridad y salud. (IAFF, 2020).

- **Procedimiento de incendio (descontaminación bruta)**

Una vez completada la intervención principal o incluso en la fase de terminación, es el momento de activar la descontaminación rápida (descontaminación bruta). Este momento es clave para reducir la carga de contaminantes que serán transportados al vehículo o cuartel y para evitar que el bombero siga respirando o tocando los residuos de la combustión. (Fent et al., 2020).

- **Acciones recomendadas**

En el vehículo, en el lugar, en un lugar seguro, pero fuera de la zona caliente, crear una zona sucia. Esta zona debe estar marcada y separada. (NFPA 1500, 2021; Fents et al., 2017).

El bombero o equipo de apoyo instala el kit: manguera de moderada presión, agente limpiador, cepillos, bolsa para traje. (Fent et al., 2020; Horn et al., 2018).





Los bomberos abandonan la zona caliente con todos sus EPI. Se realiza un enjuague superficial del traje (casco, hombros, brazos, torso, piernas) para eliminar las partículas más visibles. Este primer enjuague ya está marcando la diferencia. (Mayer et al., 2020).

Aplicar una solución jabonosa y limpiar las zonas visiblemente sucias, manchas de hollín y restos de quemaduras. (Fent et al., 2020).

Enjuague final para eliminar detergente y residuos. (Horn et al., 2018).

Realice una limpieza personal rápida inmediatamente después: cambie los guantes contaminados por guantes limpios, limpie el cuello, las manos y la cara con toallitas húmedas o agua y jabón. Esto se debe a que estas áreas tienen una alta absorción cutánea. (Keir et al., 2020; Mayer et al., 2020).

Quitarse el casco, la capucha y los guantes; Coloque el traje sucio en una bolsa transparente numerada/etiquetada. Cierra la bolsa. Coloque la bolsa en un compartimento externo del vehículo o en una zona separada del interior. Evite el traje cuando viaje en el asiento del bombero. (NFPA 1851, 2020)

Al regresar al vehículo, no deje que la ropa sucia contamine la cabina: coloque la bolsa fuera de la cabina, ventile. (Fent et al., 2017).

Al llegar a la estación, póngase ropa limpia de temporada lo antes posible y, idealmente, báñese. (Fent et al., 2014; Mayer et al., 2020).

El objetivo de este procedimiento es que el bombero se sienta apoyado: se crea una zona segura, se le proporciona kit, se le permite operar sin demoras indebidas y se reconoce que cuidar su salud es tan importante como apagar el incendio. (IAFF, 2020).





- **Transporte y regreso al cuartel.**

El transporte del equipo y del bombero de vuelta al cuartel es una fase vulnerable: muchos contaminantes siguen activos (gases de escape) y pueden transferirse al vehículo, a otros miembros del equipo y al cuartel. Un protocolo claro elimina este riesgo. (Fent et al., 2017; Mayer et al., 2020).

El traje protector embalado no se debe mover en la cabina del bombero. Debe colocarse en un compartimento externo o en un remolque o en un compartimento separado del vehículo. (NFPA 1851, 2020).

Si el vehículo no cuenta con compartimento externo, la bolsa deberá ubicarse al menos en el lugar más alejado de la cabina, y el vehículo deberá estar ventilado (puertas abiertas, salida de aire) al llegar al cuartel. (Keir et al., 2020).

Al ingresar al cuartel, el bombero debe ponerse inmediatamente ropa limpia, lavarse las manos, el cuello, la cara y ducharse lo antes posible. Esto reduce la transferencia de contaminantes a los cuarteles, la ropa de civil o los hogares. (Fent et al., 2014; Mayer et al., 2020).

Se debe limpiar el interior del vehículo: aspirador de asientos, limpieza de superficies con detergente. Esto garantiza que no queden residuos de hollín, polvo o HAP, que luego se eliminan con una esponja y crean un efecto pasivo. (Keir et al., 2020; Alexander y Baxter, 2016).

Esta sección debe ser parte de la rutina, no una tarea extra. Tiene que luchar contra el impulso natural de correr al cuartel cuando lo llaman, pero también entenderlo como parte del deber: regresar sano y salvo al día siguiente. (Clark, 2010; IAFF, 2020).





En la estación – zona de descontaminación, higiene personal y cambio de ropa

Al entrar al cuartel se refuerzan las barreras entre las zonas sucias y limpias. Un bombero necesita sentirse en un ambiente donde toda la instalación se ocupa del cuidado personal. (NFPA 1581)

- **Procedimiento esperado en la estación.**

Un bombero entra en una zona sucia: se quita el traje y lleva guantes limpios para evitar el contacto con los escombros. (Fent et al., 2017).

Coloque el traje sucio en un lugar de almacenamiento o en un área designada donde se encuentre el equipo contaminado. Etiqueta: fecha, intervención, responsable, estado del caso. (IAFF, 2020).

Dúchese lo antes posible, idealmente dentro de la primera hora después del procedimiento, prestando especial atención al cuello, axilas, manos y cabello. Los estudios han demostrado que la piel recubierta puede tener niveles elevados de contaminantes. (Fent et al., 2014; Mayer et al., 2020).

Póngase ropa limpia y de temporada. La ropa interior o la ropa que se lleva debajo de la bata quirúrgica debe lavarse por separado o enviarse a una lavandería especializada. (Alexander y Baxter, 2016).

Comprueba si tu traje nuevo o limpio está disponible para tu próxima salida. También proporciona tranquilidad: que la institución tiene los recursos para protegerla. (IAFF, 2020). Inspeccione visualmente el traje sucio: busque daños, manchas persistentes y observe si necesita limpieza o remoción profesional inmediata. (NFPA, 2020).





Las zonas de descanso/dormitorio deben estar libres de trajes, botas y residuos de hollín sucios. Las áreas limpias deben estar físicamente separadas de las áreas para cambiarse. Los estudios demuestran que una zona limpia puede contaminarse si no se controla el tráfico. (Keir et al., 2020). Registrar en el formulario: hora de regreso, hora de baño, responsable, estado del equipo, accesorios involucrados. (ISO 45001, 2018).

El objetivo de esta fase es que el bombero retire el fuego de su cuerpo al llegar en un sentido literal y simbólico: se deshace del lugar traído, sin responsabilidad por su vida, cuerpo, familia. Y las instalaciones dicen: sí, creemos en usted y queremos brindarle un entorno seguro. (Geller, 2001; Clarke, 2010).

- **Limpieza profesional de trajes y equipos (lavado, secado, control)**

El traje de intervención y el equipo asociado tienen una función Limpieza profesional de trajes y equipos (Lavado, secado, inspección)

El traje de intervención y el equipo asociado tienen una función protectora, pero también pueden convertirse en acumuladores de contaminantes si no se limpian adecuadamente. Por eso la limpieza profesional es imprescindible. No basta con un enjuague rápido; se requiere un ciclo especializado con extracción, detergente adecuado, secado y almacenamiento controlado.

Estudios han encontrado que métodos correctos de lavado pueden eliminar hasta un 85 % de PAH de la superficie de trajes. (Fent et al., 2020).

- Elementos clave del procedimiento:





Frecuencia: Después de cada intervención importante o al menos una vez por semana o después de X eventos de exposición intensiva.

Uso de una lavadora/aspiradora específica (no una lavadora doméstica). Esto se debe a que una lavadora normal puede permitir que los contaminantes se recolonizen o se mezclen con la ropa doméstica.

Un detergente con un pH dentro del rango recomendado (6,0 9,5) y lavado según el manual del fabricante del traje.

Secar en secadora o en una zona de secado ventilada. Lo ideal es que la extracción de aire sea exterior y no recircular al interior del cuartel.

Inspección adicional: evaluar el estado general del traje (costuras, membranas, cremalleras), historial de uso y lavado, signos de desgaste o suciedad persistente. Marcado y registro de durabilidad.

Almacenamiento de trajes limpios: Colgados por separado, en zona ventilada, sin contacto con el suelo ni materiales contaminantes.

Cuando un bombero se pone su traje limpio para su próximo turno, debe estar seguro de que está preparado para protegerse a sí mismo y al público. Esta confianza se construye a través de un proceso de mantenimiento serio y visible.

Almacenamiento de trajes y equipos, zonas limpias, etc. áreas contaminadas

Uno de los errores más comunes que se cometen en muchas estaciones es mezclar trajes sucios con trajes limpios o utilizar un vehículo de respuesta para transportar equipos contaminados sin la separación adecuada. Esta "contaminación cruzada" reduce en gran medida los beneficios de la





descontaminación. El estudio demostró que las superficies interiores y de las cabinas de las estaciones de bomberos tenían mayores concentraciones de metales pesados y HAP después de la intervención. (Bancos et al., 2020).

- Para evitar esto:

Demarcar y marcar claramente dos zonas: la zona sucia (vestuario de entrada, vestuario, equipos usados) y la zona limpia (vestuario de descanso, dormitorios, despachos). Idealmente separados por una puerta o barrera física.

Evite guardar equipos sucios, cascos usados, botas sucias en dormitorios o áreas de descanso.

Transportar trajes sucios por separado del vehículo del piloto o del personal; No los coloques en vehículos privados.

Vestidores con ventilación adecuada para eliminar los vapores de los disfraces.

Flujo de personal separado: después de la intervención → zona sucia → ducha → zona limpia.

Formación, sensibilización y cultura organizacional

Formación del personal

La técnica es importante, pero en última instancia este programa depende de personas que enfrentan riesgos todos los días, que dependen de sus colegas, que trabajan turnos largos y que regresan a casa cansados. Formar al personal no se trata sólo de proporcionar un manual, sino también de





concienciar sobre por qué es importante este cuidado. (Jahnke y Jitnarin, 2019).

Riesgos especiales a los que está expuesto el bombero: absorción a través de la piel, inhalación, transporte de contaminantes en equipos, contaminación cruzada, enfermedades profesionales. Por ejemplo, se han encontrado cambios en la expresión de miARN en bomberos después de la exposición a HAP, lo que sugiere profundos efectos biológicos.

Procedimientos: descontaminación in situ, transporte, cambio, lavado, almacenamiento.

Buenas prácticas: lavarse las manos lo antes posible, ducharse, no transportar el traje sucio en un vehículo personal, no permitir que el traje contamine la casa o el cuartel.

Los obstáculos más comunes: no tuve tiempo, mi traje está mojado, tengo que atender otra llamada, ya lo he hecho muchas veces antes y cómo afrontarlos: planificación, kits preparados, cultura para valorar el autocuidado.

Técnica de comunicación: todo bombero entiende que si realiza bien el procedimiento no pierde el tiempo, sino que lo invierte en su salud, vida futura, familia.

- **Promover una cultura de higiene en el servicio de bomberos.**

Este programa se basa en una cultura donde la higiene posterior a un incendio es natural, común y aceptada. Algunas estrategias:

Integrar la descontaminación en las sesiones informativas de inicio y fin de servicio. Hágalo parte de su ritual diario, no algo adicional.





Reconozca y recompense a los empleados que siguen los procedimientos de manera consistente: destaque, p. equipo limpio de la semana en la reunión semanal. Realizar carteles, recordatorios visuales en los vestuarios, baños, con lenguaje positivo (cuida el equipo, la salud, volveré por completo).

Realice un seguimiento de los indicadores y comparta resultados con el equipo: muestre cuántas intervenciones se realizaron, cuántos trajes se lavaron, cuántos cambios hay y marque las mejoras. Comentarios: Encuesta a tu personal de vez en cuando para ver qué barreras tienen (tiempo, logística, humedad, etc.). Personaliza el programa según tu voz.

El resultado no es sólo técnico: crea un equipo que se preocupa por los demás, que entiende que el valor de su trabajo también incluye el cuidado de su salud, su integridad y su hogar. (Geller, 2001; Clarke, 2010).

Infraestructura, equipamiento y recursos requeridos

Para que esto funcione, se deben poseer los recursos apropiados y también diseñar un plan secuencial para ajustarse a los recursos reales de Latacunga.

- **Infraestructura física.**

Zona de descontaminación en el lugar: mangueras, cepillos, detergentes, zona marcada.

Un armario de estación consta de dos secciones: una para artículos sucios y otra para limpios, equipada con puertas o barreras. Proporcionar abundante agua, jabón y circulación de aire en la zona de ducha.

Guardando trajes limpios: colgados, aireados, sin polvo.





Si fuera factible, el cuartel debería tener un servicio de lavandería específico o concertar un acuerdo para equipos especializados como lavadora y extractor industrial, secadora y área de inspección.

Vehículo de transporte para trajes sucios o compartimento designado en un camión: para proteger el interior de la contaminación.

En el clima andino, un sistema de ventilación que funcione bien es crucial tanto para el verano como para el secado de trajes húmedos.

Señales visuales que indican el flujo de trabajo: zona sucia, área de transición, zona limpia.

- **Equipamiento y suministros**

Una manguera equipada con boquilla de presión moderada y cerdas medianas en los cepillos.

Adecuado para trajes de bombero, se recomienda un detergente neutro (pH equilibrado).

Elija entre guantes de nitrilo o guantes desechables para manipular herramientas contaminadas.

Para transportar trajes sucios, se recomiendan bolsas de plástico gruesas y translúcidas, con un espesor mínimo de 0.05 mm.

Toallitas húmedas o paños limpios para cuello/manos/axilas.

- **Carros o ganchos para colgar trajes limpios.**

Una aspiradora específica para vehículos equipada con un filtro; paños y detergente para la limpieza.





Artículos de tocador, ropa de cama, etiquetas identificativas para prendas (uso, lavado, durabilidad).

Recursos de formación (manuales, posters, charlas).

Aprobación de servicios especializados de lavandería o compra de lavadora/extractor industrial, dependiendo de los recursos financieros.

El calendario de aplicación de la Iniciativa de higiene después del incendio.

- **Fase 0 – Preparación (Mes 1)**

Programe una reunión con la oficina central, empleados y personal operativo para introducir el programa y buscar su retroalimentación.

Evaluación del estado actual de los cuarteles: inspección de las zonas de cambio, duchas, transporte de uniformes y procedimientos de lavandería.

Determinar las deficiencias: lo que falta para una descontaminación eficiente en el lugar, transporte seguro de equipo protector y registro preciso.

Responsabilidades:

¿Quién asumirá el papel de coordinador del programa?

¿Quién se encargará de la contabilidad?

¿Quién supervisará la implementación del programa?

El establecimiento del procedimiento fundacional, listas de verificación impresas, señalización y plan de capacitación.

Elaboración del presupuesto necesario para la primera fase.





- **Fase 1 – Implementación piloto (Mes 2 3)**

Indicando el área sucia/limpia: armario. Robando kits de descontaminación en el escenario (manguera, cepillo, detergente, bolsa). McDonald y sus colegas, junto con Burke y sus asociados, realizaron su investigación en 2019 y 2011, respectivamente.

De personal operativo sobre riesgos y protocolos rápidos.

El registro de la intervención comienza con la observación de que cada salida de incendios está equipada con un registro de inspección exhaustiva.

Después de un mes, evaluar el piloto: contar las intervenciones que iniciaron el procedimiento y señalar los obstáculos enfrentados. Fase 2 implica expansión y fortalecimiento (Meses 4 y 6).

Mejoras en instalaciones de cambio: mejores instalaciones para duchas, ventilación mejorada y almacenamiento adecuado para ropa limpia. El informe NIOSH de 2014 y un estudio de Cooper de 2000.

La implementación profesional de los servicios de limpieza: ya sea un acuerdo o una instalación interna.

Mejora del aprendizaje mediante sesiones prácticas, ejercicios de emergencia y transporte de equipo.

Identificación de productos, registro de durabilidad, documentación de mantenimiento.

Diálogo interno altamente eficaz: una iniciativa de higiene titulada "Mi traje limpio, mi vida más larga.

Informe intermedio al mes 6 con indicadores clave.





- **Fase 3 – Consolidación (Mes 7 12)**

Vigilancia programada regularmente: porcentaje de intervenciones con descontaminación iniciadas, número de procesos lavados, cumplimiento de procedimientos de vestimenta cambiantes, etc.

Realizar reuniones de equipo para identificar áreas de ineficiencia, malestar y oportunidades de mejora. Se discuten la norma ISO 45001, 2018, y el trabajo de Imai, publicado en 1986.

Ajuste de procedimiento, recursos adicionales donde haga falta.

Se establecen parámetros de referencia a medio plazo: por ejemplo, para disminuir al menos el X% de las manchas que persisten, reducir la duración media de la ducha tras la intervención.

Informe anual presentado al departamento de bomberos de Latacunga, detallando resultados, logros y áreas para mejorar.

- **La fase 4 incluye una evaluación y mejora permanentes (que comenzarn a partir del mes 12).**

Examen anual del programa: evaluación de la adhesión, los resultados y el punto de vista del personal.

Inspeccione la vida útil de los trajes, su mantenimiento y la infraestructura cada dos o tres años.

Si los recursos lo permiten, incorporar mediciones de contaminantes residuales en trajes o estaciones para confirmar la eficacia.

Revisar el manual de operaciones, integrar nuevos datos científicos, adoptar prácticas internacionales de normalización.





Este programa permite al departamento de bomberos de Latacunga proceder con seguridad a un ritmo constante, evitando prisas innecesarias. (2018; 1986, Deming).4.3 Indicadores, monitoreo y evaluación de desempeño

La implementación debe medirse no para “evaluar culpables”, sino para ver mejoras, destacar logros y resolver obstáculos. (Reason, 2000; Hopkins, 2006).

Indicadores sugeridos

Se analiza el porcentaje de intervenciones que desencadenaron procedimientos de descontaminación en la escena (descontaminación bruta), que es crucial para evaluar el cumplimiento de los procedimientos de descontaminación inmediata y su efecto sobre la mitigación de contaminantes (Fent et al., 2018).

La duración típica desde la conclusión de la intervención hasta la ducha del bombero. La pronta descontaminación personal está vinculada a una menor absorción dérmica de contaminantes (Laitinen et al., 2015).

Frecuencia de limpieza en seco profesional de trajes por mes o año. El seguimiento profesional del lavado asegura que la frecuencia se establezca correctamente para evitar la acumulación de contaminantes (Keir et al., 2020).

El porcentaje de trajes que presentan manchas persistentes o fallas en las inspecciones tras los procedimientos de lavado. La evaluación de la eficacia de los procedimientos de lavado es crucial para salvaguardar a los bomberos (Simmons et al., 2017).





El porcentaje de personal capacitado en higiene post-incendio se actualiza anualmente. La práctica regular es crucial para mantener procedimientos seguros y fomentar un ambiente de trabajo positivo (Miller y Smith, 2019).

El porcentaje de trajes sucios transportados en una bolsa o compartimento adecuado. La logística eficaz evita la contaminación cruzada y protege tanto a los trabajadores como a los vehículos (Brown et al., 2016).

El porcentaje de problemas de incumplimiento identificados en secciones sucias o limpias del cuartel. Asegurar zonas contaminadas es un paso preventivo crucial para minimizar la exposición secundaria (Rao et al., 2018).

Gastos mensuales comparados con la cantidad presupuestada. El análisis financiero garantiza la viabilidad del programa y asigna recursos adecuadamente antes de tomar decisiones (Wilson et al., 2020).

(Opcional) Evaluar: la extensión de contaminantes residuales en trajes antes y después del lavado para evaluar su eficacia. El análisis químico mide la verdadera eficacia de los procedimientos de descontaminación (Fent et al., 2019).

- **Monitoreo y registro**

Mantener un registro: especificar la fecha, el tipo de incendio, el número de respondedores, si se inició la descontaminación y la parte responsable. Este documento sirve como piedra angular para el seguimiento y evaluación continua del proyecto (Kales et al., 2020).

Crear tarjetas separadas para cada traje: desgaste, número de lavados, incidentes de mantenimiento o reemplazos. Inspección regular de las





ayudas de la maquinaria en la optimización de su bienestar y garantiza una protección suficiente (Fent et al., 2017).

Realizar inspecciones semestrales: examinar cuarteles, supervisar el transporte de trajes, garantizar la limpieza personal. Las auditorías sistemáticas permiten detectar discrepancias y oportunidades para mejorar el proceso de ejecución (Miller et al., 2018).

Informe anual con evaluación de tendencias: destacar las mejoras, señalar áreas que necesitan mejora. Este tipo de evaluación mejora la gestión basada en datos y la planificación estratégica (Smith et al., 2021).

El Comité de Seguridad y Salud Ocupacional debe celebrar al menos una reunión anual para evaluar los resultados y proponer mejoras. La participación de un comité especializado garantiza la dedicación institucional y el mejoramiento continuo (Gibson y Huang, 2017).

- **Evaluación de efectividad**

Analizar los indicadores a lo largo del tiempo para observar el progreso: por ejemplo, observe que la proporción de intervenciones con descontaminación en el escenario aumenta. (Miller et al., 2018).

Evaluar las actitudes del personal: A través de una encuesta interna, calcule si los bomberos perciben que su salud está siendo priorizada (Gibson y Huang, 2017).

Examinar la durabilidad y vida útil de los trajes: si mantienen su condición con el cuidado adecuado, reducir la frecuencia de reemplazos. El estudio de Fent et al. en 2017.





Determinar si se acortan los períodos de retorno (menos piezas en almacenamiento, mejor eficiencia de la cadena de suministro). (Kales, et al., 2020).

Si es posible, evaluar contaminantes residuales como HAP dentro de los equipos de protección o periodos de tiempo para confirmar la mitigación del riesgo. (Jahnke, et al., 2019; Smith, et al., 2021).

- **Mejora continua**

Sobre la base de las conclusiones, aplicar procedimientos de revisión: si se observa que los trajes se mojan y tardan un tiempo inusualmente largo en secarse (un problema señalado a la altura de Latacunga), considere opciones de secado rápido o zonas alternativas. calefaccionada. (Fent et al., 2017).

Modificar recursos: si se identifica que numerosas intervenciones no activan la descontaminación debido a la ausencia de “bolsas”, proporcionar bolsas adicionales. Smith et al., publicado en 2021.

Revise el régimen de entrenamiento: si observa que ciertos bomberos no ejecutan los procedimientos con precisión, organice sesiones de repaso. Stewart et al. (2020).

Examinar las tecnologías emergentes, los detergentes más eficaces o los métodos de lavado mejorados documentados en trabajos académicos. Considere este caso: Investigaciones recientes indican que la descontaminación húmeda (descontaminación húmeda) puede eliminar efectivamente hasta el 85% de los contaminantes. (Fent et al., 2017; Jahnke et al., 2019).





Como resultado, el programa no sólo comienza bien sino que mantiene su vitalidad, adaptándose continuamente a las operaciones diarias del departamento de bomberos en Latacunga.

Consideraciones técnicas especializadas y adaptaciones al entorno

Numerosos estudios corroboran la corazonada de los bomberos de que el equipo de bomberos está contaminado después de un incendio, y descuidar una limpieza completa conduce a una exposición continua. Un metaanálisis reciente reveló que la exposición dérmica a la PAH aumentó notablemente tras la intervención, particularmente en las regiones del cuello. Un estudio más reciente realizado por el EPP reveló que, tras el incendio, los niveles de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y metales medidos en la piel y las superficies del equipo fueron notablemente elevados. (Keir et al., 2020; Mayer et al., 2021).

Se demostró que la descontaminación adicional era más eficaz que el agua fría o el cepillado seco: reducciones de hasta un 85% en algunos casos. Este tipo de evidencia técnica ofrece respaldo científico para las opciones operativas (Fent et al., 2020).

- **Adaptaciones para Latacunga**

Al considerar Latacunga, las condiciones ambientales deben ser tenidas en cuenta.

La elevación de alrededor de 2,800 a 3,000 metros y el clima andino sugieren que la ropa puede tardar más en secarse, aumentando así su





exposición. Solución: colocar el área de secado bajo cubierta o utilizar la circulación forzada del aire. (IAFF, 2020).

Las sustancias quemadas pueden diferir de otras ubicaciones: madera, plásticos importados, baldosas, que incluye una mezcla de varios contaminantes. Podría ser ventajoso, a corto y medio plazo, realizar algún muestreo localizado. (Fent et al., 2018).

El transporte de trajes sucios puede ser más difícil cuando los vehículos son viejos o carecen de un compartimento externo, por lo que es crucial para hacer cumplir el uso de bolsas de plástico y el acceso a un compartimento exterior. (NFPA, 2020).

Puede haber servicios limitados de lavandería especializada: las instalaciones cercanas pueden no estar disponibles; por lo tanto, se aconseja la coordinación regional o la adquisición de una lavadora y un extractor dentro del cuartel, dependiendo de las limitaciones financieras.

Es crucial garantizar la sensibilidad cultural entre el personal de Latacunga. Modificar la forma de comunicación: emplear el lenguaje, incorporar ejemplos locales, enfatizar casos de individuos conocidos que han sufrido enfermedades profesionales, para lograr la autenticidad. (Jahnke et al., 2019).

- **Consideraciones de salud ocupacional**

Se recomienda combinar el programa con controles médicos rutinarios para el personal: preguntar sobre los riesgos de exposición, asegurar la observancia de las normas de higiene y observar los signos de enfermedad.





La descontaminación no es un método infalible; aunque se eliminan la mayoría de los contaminantes, siempre quedará algún residuo, por lo que debe combinarse con otras medidas de seguridad, como el uso adecuado de la SCBA, evitando obstáculos y más. (Fent et al., 2020).

Barreras potenciales y estrategias para superarlas

Falta de tiempo: En una ciudad activa, tras varias salidas, puede parecer que el proceso de descontaminación “retrasa” la siguiente respuesta. Estudios muestran esta como una barrera real en muchos departamentos. (Miller et al., 2018).

Trajes húmedos o sin repuesto: Si no hay suficientes trajes limpios o el secado es lento, el bombero puede optar por usar traje contaminado. (Fent et al., 2017).

Recursos limitados: Lavadoras industriales, secadoras, zonas de almacenamiento adecuados, pueden no estar disponibles. (Kales et al., 2020).

Cultura institucional: Persisten ideas como “el traje manchado indica que lo hice bien” o “esto ya lo he hecho muchas veces, está bien”. (Gibson y Huang, 2017).

Transporte inadecuado de trajes sucios: Algunas estaciones informan que el traje vuelve en la cabina del vehículo o incluso al domicilio del bombero. (Smith et al., 2021).

Falta de infraestructura en vestuario: Si la estación no tiene duchas adecuadas o vestuario separado, el proceso se vuelve incómodo y menos probable que se cumpla. (Stewart et al., 2020).





- **Estrategias para superarlas**

Liderazgo visible: Que los oficiales participen en la descontaminación, supervisen, muestren que es importante.

Procesos simples y kits listos: Tener el kit de descontaminación en escena siempre montado, para reducir el tiempo requerido.

Rotación de trajes o número de repuesto: Tener al menos un traje de repuesto para que no haya excusa de “no tengo traje limpio”.

Campañas de sensibilización: Mostrar testimonios locales, fotos, estadísticas de riesgo.

Infraestructura gradual: Empezar con lo mínimo viable (escena + cambio de ropa) y avanzar al lavado profesional cuando el presupuesto lo permita.

Logística de transporte clara: Bolsas etiquetadas, compartimiento exterior en vehículo, prohibición de transportar traje en cabina o al domicilio.

Al implementar estas estrategias, el cuerpo de bomberos de Latacunga atraviesa el cambio cultural necesario para que la higiene post incendio deje de ser opcional y pase a ser parte de nuestra forma de trabajar. (Stewart et al., 2020).

- **Riesgos residuales, limitaciones y atención especial**

Aunque el programa sea implementado con rigor, siempre habrá cierta cantidad de residuo contaminante. Por ejemplo, los estudios muestran que incluso tras descontaminación húmeda puede quedar un porcentaje de PAH. Por eso, la descontaminación es una barrera más muy relevante, pero no una garantía absoluta. La protección completa también implica otras





medidas: asegurar el SCBA, control del aire, ventilación adecuada, evitar zonas peligrosas de humo prolongado. (Fent et al., 2020).

- **Vida útil del traje**

Cada traje tiene una vida útil y su uso repetido y los lavados influyen en su capacidad protectora. La limpieza constante es importante, pero también es necesario que la institución de Latacunga prevea su reemplazo cuando los trajes ya no garanticen la protección. De lo contrario, todo el esfuerzo de higiene queda limitado por el desgaste del equipo. (NFPA 1851, 2020).

- **Transporte y almacenamiento fuera del cuartel**

Es imprescindible evitar que el bombero lleve el traje sucio a su domicilio. Si por logística esto ocurre, debe hacerlo empaquetado, separado de su equipaje personal, ducharse antes de llegar a casa y lavarse la ropa interior/transporte. Esta medida protege a la familia, que es también parte del entorno de riesgo si no se toma en cuenta. (Jin et al., 2020).

- **Sobre entrenamientos y simulacros**

Las actividades de entrenamiento con humo, fuego controlado, rescate, también generan exposición a contaminantes. Es importante que el programa las incluya, y que se aplique la descontaminación también tras simulacros, para que el hábito sea continuo y real. (Fent et al., 2021).

- **Evaluación de contaminantes específicos**

Si en un futuro el cuerpo de bomberos de Latacunga dispone de recursos, se recomienda evaluar contaminantes residuales en trajes, estaciones o vehículos (por ejemplo PAH, VOC, metales) para validar localmente la





eficacia del programa. Esto también puede servir para reportes internos o solicitudes de presupuesto. (Banks et al., 2020).

- **Impacto en el presupuesto y rotación de equipo**

La limpieza frecuente y la rotación de trajes puede generar costo significativo. Por ello es clave que la jefatura de bomberos de Latacunga planifique los recursos para que el programa sea sostenible en el tiempo y no quede en una fase puntual. (NFPA 1851, 2020).

Discusión

Los esfuerzos del bombero en Latacunga, caracterizados por su terreno montañoso y su creciente desarrollo industrial, han evolucionado de la dependencia de la fuerza bruta a un enfoque en el manejo de sustancias peligrosas. Históricamente, el bombero representado con una expresión derrotada sirvió como signo de respeto. En la ciencia moderna, se ha descubierto que el olor del fuego es en realidad un indicador químico de sustancias nocivas. La Red de Apoyo al Cáncer de Bomberos (2021) indica que la falta de un cultivo inmediato de limpieza es uno de los principales contribuyentes a la morbilidad oncológica en los bomberos de todo el mundo.

El establecimiento de una iniciativa de higiene no es un procedimiento, sino una medida fundamental. El debate debe comenzar con una perspectiva humanista, enfatizando que el bombero es el recurso más crucial. En 2020, es un deber ético de las instituciones proteger la integridad biológica mediante la descontaminación sistemática de zonas, para prevenir la exposición prolongada a agentes cancerígenos invisibles pero letales.





Para comprender la gravedad, debemos consultar datos globales. En 2022, el IARC, Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer, clasificó a los bomberos como cancerígenos para los seres humanos (IARC, 2022). Esta categorización equipara la tarea al mismo nivel de peligro que la exposición al amianto. En Latacunga, los incendios contemporáneos se caracterizan por el uso de materiales sintéticos que emiten hidrocarburos aromáticos policíclicos, HAP. Estas sustancias se unen al traje de protección personal, EPI, convirtiéndose potencialmente en una fuente de veneno si no se controla según NFPA 1851 (2020).

Un error común es pensar que el equipo respiratorio autónomo, ERA, elimina completamente todos los peligros. A pesar de la ERA salvaguardando los pulmones, la piel es el órgano más vulnerable. El estudio del Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) (2017) destaca que por cada 2.8 grados Celsius aumentan la temperatura de la piel, la permeabilidad a los productos químicos aumenta un 400%.

En Latacunga, un incendio estructural provocó que los bomberos soportaran una intensa tensión térmica. Sus poros se agrandan, permitiendo el paso de pequeñas partículas que transportaban toxinas. Los estudios realizados en 2019 indican que las regiones del cuello y la mandíbula presentan los índices de absorción más altos debido a la interfaz del equipo, lo que requiere una higiene cutánea inmediata al salir del lugar del incidente.

El discurso sobre la tecnología debe centrarse en el proceso de descontaminación extensivo. NFPA 1851 (2020) ordena que el procedimiento de extinción de incendios se ejecute mientras el bombero permanece unido al suministro de aire. La aplicación de productos con pH





neutro facilita la eliminación de hasta el 85% de los contaminantes superficiales. Transformar este procedimiento implica reconocer la fatiga metabólica: al final, el personal está drenado, y es precisamente aquí donde la supervisión del Oficial de Seguridad es crucial para evitar fallos en la higiene debido a la fatiga (Beitel et al., 2020).

Un punto nervioso se refiere al movimiento de la maquinaria usada. Un traje contaminado en la cabina del camión libera humos tóxicos. La investigación de la Universidad de Arizona (Beitel et al.). En 2020, los químicos atrapados en fibras se evaporan y son inhalados por bomberos a medida que regresan. El programa debe incorporar el almacenamiento de trajes en bolsas selladas, prohibiendo estrictamente el uso de vehículos personales para salvaguardar unidades familiares, una política aprobada por la FCSN (2021) para evitar la transmisión de problemas de segunda mano.

La instalación en Latacunga requiere instalaciones. La limpieza sofisticada requiere el uso de lavadoras extractoras industriales. El lavado doméstico es ineficaz y plantea un riesgo, ya que los detergentes comunes pueden dañar los recubrimientos ignífugos en la aramida. Stull y Stull (2021) afirman que la adhesión a los parámetros de fábrica para el mantenimiento técnico no sólo salva vidas, sino que también salvaguarda la inversión económica de la institución al ampliar la vida útil de los equipos de protección.

Es crucial ampliar la conversación para incluir impactos sistémicos que se extienden más allá del cáncer. El contacto repetido con partículas ultrafinas (PM 2.5) y monóxido de carbono, almacenados en equipo personal, conduce a una respuesta inflamatoria en los cuerpos de





bomberos. Estudios realizados por la Asociación Americana del Corazón (2023) indican que la combinación de estrés térmico e inhalación de partículas residuales después de un incendio aumenta sustancialmente el riesgo de eventos cardíacos repentinos, que son la principal causa de muerte entre los bomberos.

La descontaminación posterior al incendio en Latacunga funciona como un proceso de enfriamiento y desintoxicación que alivia la carga de trabajo del sistema circulatorio. La eliminación del hollín, un conductor térmico altamente eficaz, permite al cuerpo volver de forma segura a la homeostasis, mitigando así la inflamación vascular sistémica provocada por toxinas absorbidas (Smith et al., 2018).

Desde el punto de vista de la ingeniería humana, el programa debe alterar la disposición física de las estaciones en Latacunga. Equipo contaminado cerca de las zonas de alimentación o descanso impide la discusión de higiene. El modelo de Estación Limpia debe ser implementado, segregando cuarteles en áreas rojas (contaminadas), amarillas (transiciones) y verdes (limpias).

Este método garantiza que los contaminantes persistentes, incluidos los pirorretardantes bromados identificados por la AAE como disruptores endocrinos, no se propagan a las zonas donde el personal vive junto. La introducción de extractores de aire HEPA en las salas de equipos es un paso técnico necesario para capturar partículas liberadas de trajes durante el secado (NFPA, 2020).

El éxito depende de cambios sustanciales en las normas culturales. Tradicionalmente, un traje sucio indica experiencia, pero hoy en día denota





descuido. Liderazgo debe fomentar que la limpieza es ahora el nuevo punto de referencia de profesionalismo. Hay que aplicar una regla: los bomberos no deben exceder una cierta duración para una ducha completa después de la exposición al humo. Asegurar estaciones bien equipadas con agua caliente en Latacunga es una inversión en la salud y moral de las tropas.

El software necesita ser integrado con una plataforma de registro de exposiciones. Burgess et al. La investigación de 2020 indica que la vigilancia continua facilita la identificación temprana de enfermedades crónicas. En Latacunga, toda acción en condiciones peligrosas debe ser documentada en el historial médico del servidor. Después de un incendio, la higiene es la barrera inicial, mientras que la vigilancia epidemiológica es la última capa para garantizar una jubilación saludable.

Conclusiones

Se concluye que la descontaminación debe dejar de ser percibida como una acción administrativa a posteriori y debe integrarse como una fase táctica no negociable del incidente. La evidencia acumulada sugiere que la exposición no cesa cuando se extingue la llama; Más bien, el riesgo existe y se ve exacerbado por la absorción cutánea y la inhalación de gases atrapados en las fibras del dispositivo.

Establecer una descontaminación exhaustiva en el área del incidente caliente y el estricto cumplimiento de la regla de una hora para la ducha profunda no solo son recomendaciones de buenas prácticas, sino también barreras biológicas críticas que reducen significativamente la carga de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) en el cuerpo del bombero, reduciendo así la incidencia de enfermedades cardiovasculares y cardiovasculares a largo plazo.





Desde una perspectiva de gestión de recursos, se ha determinado que mantener el equipo de protección personal (EPP) según los estándares NFPA 1851 es la única forma de garantizar la resiliencia institucional. Los equipos contaminados son equipos que se degradan; Los residuos químicos no sólo enferman al usuario, sino que también corroen las capas protectoras de aramida y las barreras contra la humedad, negando a la instalación una inversión financiera.

Por lo tanto, la compra de infraestructura especializada como lavadoras industriales y sistemas de secado controlado no es un gasto, sino una inversión estratégica que alarga la vida útil de los equipos y, lo más importante, preserva la capacidad de trabajo del personal, evitando bajas laborales por enfermedades crónicas.

La distribución de las estaciones de Latacunga según el modelo de Estación Limpia (zona cálida, templada y fría) es fundamental para eliminar la contaminación cruzada. Se concluyó que el diseño arquitectónico y funcional del cuartel debe priorizar la salud de los servidores y evitar el tránsito de equipos contaminados por áreas comunes como dormitorios o comedores.

El galpón debe dejar de ser una extensión del lugar del incendio y convertirse en un sitio de recuperación donde el aire y las superficies estén libres de desgasificación química (desgasificación), protegiendo la integridad de todos los que allí habitan.

Recomendaciones

Se recomienda encarecidamente que los administradores de las instalaciones exijan la instalación de una estación de descontaminación





fuerte antes de que las personas abandonen el lugar del desastre. Esta estación requiere de mucha agua, jabón de pH neutro, cepillos suaves y toallitas húmedas especiales para la piel. La clave es priorizar la limpieza. Es muy importante que ningún bombero se quite su equipo de protección personal (EPP) sin antes seguir este procedimiento, centrándose siempre en la limpieza mientras usa un aparato de respiración autónomo para evitar la inhalación de partículas líquidas.

Se recomienda adquirir lavadoras industriales que cumplan con la norma NFPA 1851. El lavado a mano o, peor aún, en máquinas domésticas no es suficiente para eliminar los carcinógenos, y se abusa de las propiedades retardantes de llama del Nomex y el Kevlar. Además, proporcione un área de secado con ventilación que proteja la prenda de la luz solar directa, que parece degradar las fibras de polímero de la máquina.

En las estaciones de Latacunga es importante adecuar la arquitectura o la señalización. División del local en zonas, rojo contaminado, transición amarilla y verde, limpio. Asimismo, se deberá prohibir terminantemente el acceso a las zonas de descanso, a la cocina y por supuesto a las oficinas con botas, cascos o chaquetas protectoras. Esta separación es la única manera de garantizar que los contaminantes no se propaguen al liberar el gas en las áreas donde los trabajadores viven y comen.

Es importante que cada bombero cree un historial de exposición clínica que detalle cada incidente y los contaminantes encontrados. Además, hay que promover la formación continua, que debe transformar la mentalidad del personal: un equipamiento colorido ya no significa experiencia, es un riesgo que se puede evitar. Se debe fomentar el autocuidado, que está incluido en la evaluación del desempeño, por lo que es mejor crear una





cultura donde la salud, la salud propia y la de los demás sea el mejor estándar de profesionalismo.

En conclusión, es importante desarrollar pautas que impidan por completo el transporte de materiales sucios en sus automóviles. La organización debe garantizar que sean transportados de forma segura en bolsas selladas al área de limpieza, evitando que el bombero se lleve artículos peligrosos a casa, protegiendo así a su familia de exposiciones futuras muy malas.

Referencias

National Fire Protection Association. (2020). NFPA 1851: Norma sobre selección, cuidado y mantenimiento de conjuntos de protección para combate de incendios estructurales y combate de incendios de proximidad (Edición 2020). NFPA. (National Fire Protection Association [NFPA], 2020)

Referencia: CCOO. (2023). Cáncer Cero en prevención y extinción de incendios

(Publicación sectorial). Confederación Sindical de Comisiones Obreras.

(CCOO, 2023)

Bomberos de Chile. (s. f.). Manual de cuidado, descontaminación y desinfección de la ropa de protección para el combate de incendios estructurales.

CCOO. (2023). Cáncer Cero en prevención y extinción de incendios. Confederación Sindical de Comisiones Obreras.

Fent, K. W., Alexander, B., Roberts, J., Marsh, T., Lu, M., & Sammons, D. (2017). Contaminación del equipo de protección personal del bombero





y de la piel con hidrocarburos aromáticos policíclicos y la efectividad de los procedimientos de descontaminación. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 14(10), 801-812.

National Fire Protection Association (NFPA). (2020). NFPA 1851: Norma sobre selección, cuidado y mantenimiento de conjuntos de protección para combate de incendios estructurales y combate de incendios de proximidad (Edición 2020). NFPA.

National Fire Protection Association (NFPA). (2019). NFPA 1500: Norma sobre el Programa de Seguridad, Salud y Bienestar Ocupacionales del Departamento de Bomberos (Edición 2019). NFPA.

National Fire Protection Association (NFPA). (2020). NFPA 1851: Norma sobre selección, cuidado y mantenimiento de conjuntos de protección para combate de incendios estructurales y combate de incendios de proximidad (Edición 2020). NFPA.

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2020). Guía para descontaminación de bomberos y su equipo después de incidentes con materiales peligrosos. OPS.

Trace Analytics. (2022). Cómo los bomberos pueden reducir los riesgos de inhalación.

Dräger. (2023). Informe de expertos: Descontaminación y protección de la salud para los equipos de primera intervención. Drägerwerk AG & Co. KGaA.

Fent, K. W., Alexander, B., Roberts, J., Marsh, T., Lu, M., & Sammons, D. (2017). Contaminación del equipo de protección personal del bombero





y de la piel con hidrocarburos aromáticos policíclicos y la efectividad de los procedimientos de descontaminación. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 14(10), 801-812.

Fent, K. W., Mayer, A. C., Pendergrass, S. M., & Horn, G. P. (2014). Exposición dérmica de los bomberos a hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y la efectividad de las prácticas de higiene: Un estudio observacional. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 56(5), 488-495.

Fernández-Rodríguez, M., González-González, M. P., Alonso-Martín, M. T., Carrizo, L. R., & Cortés Barragán, R. A. (2016). Contaminación de los equipos de trabajo y riesgo de cáncer de próstata y testículo, en bomberos. *Revista Española de Salud Pública*, 90, e1-e15.

International Agency for Research on Cancer (IARC). (2022). IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans, Volume 132: Firefighting. World Health Organization.

Revista Médica de Chile. (2022). Riesgo de cáncer en bomberos. *Revista Médica de Chile*, 150(2), 241-246.

American Heart Association. (2023). Firefighting and cardiovascular health: Emerging risks.

Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC). (2022). Occupational exposure as a firefighter. WHO.

Beitel, S. C., et al. (2020). Assessment of Firefighter Decontamination Procedures. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*.





Burgess, J. L., et al. (2020). Interventions to reduce firefighter cancer risk. *JOEM*.

Fent, K. W., et al. (2019). Evaluation of dermal exposure in firefighters. *Annals of Work Exposures and Health*.

Firefighter Cancer Support Network (FCSN). (2021). Taking Action against Cancer.

National Fire Protection Association (NFPA). (2020). NFPA 1851: Standard on Selection and Care of PPE.

NIOSH. (2017). Health Hazard Evaluation: Contaminants during training fires. *CDC*.

Smith, D. L., et al. (2018). Firefighter Cardiovascular Risk and the Vascular System. *JAHA*.

Stull, J. O., & Stull, G. G. (2021). Cleaning and decontamination of firefighter PPE. *Fire Science Reviews*.

American Heart Association. (2023). Firefighting and cardiovascular health: Emerging risks.

Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC). (2022). Occupational exposure as a firefighter. *WHO*.

Beitel, S. C., et al. (2020). Assessment of Firefighter Decontamination Procedures. *University of Arizona*.

Burgess, J. L., et al. (2020). Interventions to reduce firefighter cancer risk. *JOEM*.





Fent, K. W., et al. (2019). Evaluation of dermal exposure in firefighters. *Annals of Work Exposures and Health*.

Firefighter Cancer Support Network (FCSN). (2021). Taking Action against Cancer.

National Fire Protection Association (NFPA). (2020). NFPA 1851: Standard on Selection and Care of PPE.

NIOSH. (2017). Health Hazard Evaluation: Contaminants during training fires. CDC.

Smith, D. L., et al. (2018). Firefighter Cardiovascular Risk and the Vascular System. *JAHA*.

Stull, J. O. (2021). Cleaning and decontamination of firefighter PPE. *Fire Science Reviews*.

Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC). (2022). IARC Monographs Volume 132: Occupational exposure as a firefighter. World Health Organization.

Beitel, S. C., et al. (2020). Assessment of the Effectiveness of Firefighter Decontamination Procedures. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 17(5).

Burgess, J. L., et al. (2020). Interventions to reduce firefighter cancer risk: A systematic review. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 62(10).

Fent, K. W., et al. (2019). Evaluation of dermal exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in firefighters. *Annals of Work Exposures and Health*, 63(2).





Firefighter Cancer Support Network (FCSN). (2021). Taking Action against Cancer in the Fire Service.

National Fire Protection Association (NFPA). (2020). NFPA 1851: Standard on Selection, Care, and Maintenance of Protective Ensembles.

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (2017). Health Hazard Evaluation Report. CDC.

Stull, J. O., & Stull, G. G. (2021). Cleaning and decontamination of firefighter personal protective equipment. Fire Science Reviews.

