



Revista de Estudios Globales Universitarios

Metrópolis

Vol 6 Num 2 2025

ISSN 2692-319X | E-ISSN 2692-3203

Journal Julio - Diciembre 2025

Protocoló De Prevención De Accidentes En Hangares De Aviación: Análisis Basado En El Correcto Uso De EPP Para Técnicos Del Escuadrón Aeronaval UAV.

Accident Prevention Protocol in Aviation Hangars: Analysis Based
on the Proper Use of PPE for UAV Aeronaval Squadron
Technicians.

Cristhian Michael Navia Solorzano.¹ 

Cristhian.navia1610@gmail.com

Instituto Tecnológico Superior Universitario Oriente (ITSO)

Riobamba, Ecuador

Benjamín Gabriel Quito Cortez ² 

benjaminquito@bqc.com.ec

Instituto Tecnológico Superior Universitario Oriente (ITSO)

Riobamba, Ecuador

Aurelio Iván Quito Álvarez ³ 

ivanquito@bqc.com.ec

Instituto Tecnológico Superior Universitario Oriente (ITSO)

Riobamba, Ecuador

Recepción: 06-11-2024

Aceptación: 20-11-2025

Publicación: 20-12-2025

Como citar este artículo: Navia, C; Quito, B; Quito, A. (2025) **Protocoló De Prevención De Accidentes En Hangares De Aviación: Análisis Basado En El Correcto Uso De EPP Para Técnicos Del Escuadrón Aeronaval UAV.** Metrópolis. Revista de Estudios Globales Universitarios, 6 (1), pp. 97-146

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 Bicentenaria 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 Promotor y gestor de proyectos sociales(Capacitadora JYS), Formación técnica avanzada en participación y gobernanza comunitaria, mediación y resolución de conflictos (Capacitadora JYS), Tecnólogo en Promoción y Defensoría Social (Instituto Superior Tecnológico Jatun Yachay Wasi), Tecnólogo Superior Universitario en Seguridad y Salud Ocupacional (Instituto Superior Tecnológico Oriente (ITSO)).



Resumen

El estudio tuvo como finalidad diseñar un protocolo de prevención de accidentes laborales en hangares de aviación, centrado en optimizar el uso de equipos de protección personal, EPP, por parte del personal técnico del Escuadrón Aeronaval UAV. Para ello, se aplicó una metodología basada en revisión documental de normas internacionales y un enfoque Design-Based Research que permitió adaptar la propuesta a las condiciones operativas específicas del entorno aeronáutico. Se identificaron y clasificaron riesgos físicos, químicos, ergonómicos y organizacionales presentes en los hangares, evidenciando que la exposición a ruidos elevados, sustancias peligrosas, posturas forzadas y fatiga laboral representaban amenazas significativas para la seguridad del personal técnico. Se estructuraron medidas preventivas que incluyeron la capacitación periódica, el uso obligatorio y supervisado de EPP adecuado según cada riesgo, y la implementación de sistemas de control operativo por tarea crítica. Asimismo, se estableció un sistema de auditorías internas semestrales, supervisión continua y participación del personal en la mejora del protocolo, con el fin de fortalecer la cultura organizacional preventiva y asegurar la mejora continua de las condiciones laborales. El protocolo desarrollado demostró ser aplicable y viable para reducir accidentes, mejorando la seguridad operacional en hangares de aviación y contribuyendo al cumplimiento de los estándares internacionales en materia de seguridad y salud en el trabajo. **Palabras claves:** Prevención de accidentes; Equipos de protección personal; Hangares de aviación; Seguridad laboral; UAV

Abstract

The study aimed to design an accident prevention protocol in aviation hangars, focused on optimizing the use of personal protective equipment, PPE, by the technical personnel of the UAV Naval Air Squadron. A methodology based on a documentary review of international standards and a Design-Based Research approach was applied, allowing the proposal to be adapted to the specific operational conditions of the aeronautical environment. Physical, chemical, ergonomic, and organizational risks present in hangars were identified and classified, showing that exposure to high noise levels, hazardous substances, forced postures, and work-related fatigue represented significant threats to the safety of technical personnel. Preventive measures were structured, including periodic training, mandatory and supervised use of appropriate PPE according to each risk, and the implementation of operational control systems for critical tasks. Additionally, a system of semi-annual internal audits, continuous supervision, and personnel participation in the improvement of the protocol was established to strengthen the preventive organizational culture and ensure continuous improvement of working conditions. The developed protocol proved to be applicable and feasible for reducing accidents, enhancing operational safety in aviation hangars, and contributing to compliance with international standards in occupational health and safety. **Keywords:** Accident prevention; Personal protective equipment; Aviation hangars; Occupational safety; UAV



Introducción.

El mantenimiento de aeronaves no tripuladas o unmanned aerial vehicle por sus siglas en inglés, UAV, en hangares aeronáuticos representa una de las actividades más exigentes en términos de seguridad ocupacional, dadas las condiciones técnicas, ambientales y logísticas del entorno (Krainiuk et al., 2023). Los hangares concentran riesgos derivados del trabajo con sistemas eléctricos, propulsores expuestos, baterías de alta densidad energética y equipos de navegación de precisión.

Según Atencio et al. (2021) estos riesgos afectan directamente a los técnicos aeronáuticos que operan en espacios reducidos, con alta carga de tareas repetitivas, manipulación de componentes delicados y exposición constante a factores mecánicos, eléctricos y químicos. En este contexto, el uso adecuado de Equipos de Protección Personal, EPP, se convierte en una barrera crítica para la prevención de accidentes laborales.

La norma ISO 45001:2018, exige que el EPP forme parte de un sistema de gestión que contemple no solo la provisión del equipo, sino también su selección adecuada, mantenimiento, supervisión y formación del usuario (ISO, 2018b). De igual forma, la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional, OSHA (2022) en su norma 1910.132 enfatiza que el empleador debe realizar una evaluación del entorno laboral para identificar riesgos y determinar el tipo de EPP requerido, capacitar a los trabajadores y garantizar el uso correcto del equipo.

De forma complementaria, la Organización de Aviación Civil Internacional, OACI (2008), recomienda que la implementación de medidas de seguridad en entornos aeronáuticos esté soportada por una cultura organizacional



activa, programas de liderazgo visible y participación del personal técnico en la gestión del riesgo (OACI, 2020).

Por lo tanto, el EPP se entiende como un componente que está dentro de un sistema integrado de protección, y no como una solución aislada. Por ello, este estudio tiene como finalidad diseñar un protocolo de prevención de accidentes laborales en hangares de aviación, enfocado en la optimización del uso EPP por parte del personal técnico. En este sentido, el problema de investigación que se plantea es: ¿Cómo puede un protocolo estructurado sobre el uso de EPP contribuir a la reducción de accidentes laborales en hangares aeronáuticos, particularmente en operaciones con UAV?

Para abordar el problema planteado, se empleó una revisión bibliográfica de las normas técnicas como la ISO 45001, ISO/TS 20141, OSHA 1910.132, literatura científica y de documentos institucionales relacionados con la seguridad laboral en entornos aeronáuticos. Por otro lado, se adoptó el enfoque Design-Based Research, DBR, que permitió diseñar e iterar un protocolo contextualizado, alineado con las características operativas del Escuadrón Aeronaval UAV. En este sentido, la metodología facilitó la integración de la teoría y la práctica para generar una propuesta técnica, aplicable y validada en el entorno real de trabajo.

Marco Teórico.

Gestión de la seguridad y salud en el trabajo en el ámbito aeronáutico

La seguridad y salud en el trabajo, SST, en el sector aeronáutico, particularmente en entornos como los hangares, demanda una gestión rigurosa que integre factores técnicos, humanos y organizacionales



(Vásquez-Aguirre, 2024). En estos espacios, donde se ejecutan tareas de mantenimiento, inspección y operación con equipos especializados como los vehículos aéreos no tripulados, UAV, la exposición a riesgos físicos, químicos, ergonómicos y psicosociales es constante (OACI, 2020).

La norma internacional ISO 45001:2018 establece que el sistema de gestión de SST debe permitir la identificación de peligros, evaluación de riesgos y aplicación de controles, considerando la participación activa de los trabajadores y la mejora continua del entorno laboral (ISO, 2018b).

En el contexto ecuatoriano, la Secretaría de Derechos Humanos (2021) en su “Reglamento interno de seguridad y salud de los trabajadores” establece disposiciones obligatorias para todas las actividades laborales. Este documento exige que las instituciones implementen programas de prevención de riesgos y doten a los trabajadores de EPP adecuados según el tipo de peligro, además de capacitar, supervisar y mantener estos equipos en condiciones óptimas.

La Organización Internacional del Trabajo, OIT (2023) y la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional, OCHA (2022) coinciden en que los programas de prevención deben basarse en enfoques proactivos que permitan anticipar fallas antes de que generen consecuencias graves. En este sentido, el EPP se configura como la última línea de defensa ante riesgos residuales, siempre subordinada a otras medidas como la eliminación del peligro, el diseño seguro y la ingeniería de controles.



Fundamentos del uso del EPP y su integración sistémica

Desde las teorías de Reason (1990) citado en (Asalde & Contreras, 2024) y Heinrich (1931) citado en (Hussain et al., 2022), se entiende que los accidentes son resultado de fallas acumuladas tanto en el diseño técnico como en la gestión operativa. Por ello, el estudio del EPP en hangares de aviación debe considerar no solo los aspectos físicos y técnicos, sino también los factores humanos, las condiciones organizacionales y la cultura de seguridad como determinantes clave en la eficacia de las estrategias preventivas.

El EPP constituye un elemento central en la estrategia de prevención de riesgos, pero su eficacia depende de múltiples factores: correcta selección, uso adecuado, mantenimiento, formación y supervisión constante. Según la norma ISO/TS 20141:2022, en instalaciones técnicas aeronáuticas debe adoptarse un enfoque sistémico para integrar la seguridad del personal técnico con la operación segura de los equipos(ISO, 2022). En efecto, esta norma establece requisitos técnicos específicos para ambientes donde se manipulan sistemas electrónicos, combustible, fluidos presurizados y herramientas motorizadas.

La Secretaría de Derechos Humanos de Ecuador (2021), en su Artículo 17 del reglamento interno, exige que el empleador garantice la entrega, mantenimiento y control del EPP, además de su reposición periódica y capacitación sobre su uso. Este marco legal enfatiza que la sola entrega del equipo no exime de responsabilidad al empleador si no se verifica su utilización efectiva. Asimismo, la OSHA 1910.132 establece que el uso del



EPP debe estar basado en evaluaciones de riesgo documentadas, vinculadas a las tareas específicas del trabajador (OSHA, 2022).

León y Ruiz (2019) demostraron que la aplicación parcial de los protocolos de seguridad en mantenimiento aeronáutico se relaciona directamente con la ocurrencia de accidentes leves. Asimismo, Reyes y Ramos (2020) identificaron que solo el 40% del personal técnico utiliza protección auditiva de manera sostenida, pese a estar expuesto a niveles de ruido superiores a 85 dB.

Teorías del riesgo y cultura organizacional en la prevención de accidentes

Desde una perspectiva teórica, la prevención de accidentes laborales se sustenta en modelos de causalidad. Heinrich (1931) citado en (Covello, 2021) propuso que los accidentes son resultado de una secuencia que inicia con condiciones inseguras y comportamientos peligrosos, los cuales pueden ser interrumpidos mediante controles adecuados. Esta visión es complementada por Reason (1990) citado en (Benítez, 2021), quien plantea el modelo del “queso suizo”, según el cual los accidentes ocurren cuando varias barreras de protección fallan simultáneamente debido a debilidades estructurales del sistema organizacional.

En este sentido, la cultura de seguridad adquiere un papel determinante. La OACI, a través del Security Culture Toolkit (OACI, 2020), destaca que una cultura organizacional sólida promueve el cumplimiento de procedimientos, la comunicación efectiva del riesgo y la participación activa de todos los niveles jerárquicos. Además, la ergonomía y los factores humanos son componentes esenciales en el análisis de riesgo.



La ISO 11228-1 (ISO, 2003) establece parámetros para la manipulación manual de cargas, mientras que Moreno y Báez (2010) reconocen que la fatiga, presión de tiempo y fallas comunicativas influyen en la ocurrencia de incidentes. Estudios recientes como los de Ramos (2025) y Málaga (2024) concluyen que una débil percepción del riesgo, sumada a la falta de supervisión efectiva, eleva la probabilidad de accidentes en entornos de mantenimiento aeronáutico.

Estado del Arte

León y Ruiz (2019) aportaron evidencia empírica significativa sobre la implementación de programas de seguridad en el contexto del mantenimiento aeronáutico, específicamente en relación con las condiciones de trabajo del personal técnico. Mediante un diseño no experimental de tipo descriptivo y el uso de encuestas estructuradas aplicadas a operadores de mantenimiento, los autores evaluaron el grado de cumplimiento de los protocolos de seguridad operacional establecidos. Los resultados mostraron que, aunque existen lineamientos claros en materia de seguridad, su aplicación en campo es frecuentemente incompleta o inconsistente.

Esta falta de seguimiento se relacionó directamente con la ocurrencia de accidentes leves, tales como golpes, cortes, caídas y exposiciones a riesgos eléctricos o químicos. Además, se identificó una escasa frecuencia en la actualización de capacitaciones, así como debilidades en la supervisión y retroalimentación del desempeño preventivo. Asimismo, los autores analizados llegaron a la conclusión de que una formación continua del personal técnico, junto con un sistema de monitoreo riguroso del cumplimiento operativo, son componentes fundamentales para mitigar



riesgos, especialmente si se abordan en entornos tan regulados y sensibles como los hangares de mantenimiento aeronáutico.

Otra investigación relevante fue el estudio de Sánchez-Domínguez y Cruz-Pérez (2022). Este tuvo como propósito identificar niveles dañinos de ruido ambiental en instalaciones no operativas. Para ello, los autores utilizaron una metodología observacional, transversal y descriptiva, los autores detectaron que áreas cercanas a hangares excedían los límites acústicos establecidos por la OMS, con niveles LEQ de hasta 74.61 dB. Estos resultados ponen de manifiesto que incluso sin operaciones de vuelo, los riesgos auditivos persisten, requiriendo una intervención preventiva inmediata.

Del mismo modo, Reyes y Ramos (2019) abordaron el impacto del ruido en la salud auditiva de técnicos aeronáuticos mediante una metodología cuantitativa descriptiva basada en encuestas. Sus resultados revelaron que más del 75% del personal se expone a ruido durante más de seis horas al día, y solo el 40% utiliza protección auditiva de manera continua. Esto no solo confirma la exposición prolongada a condiciones acústicas peligrosas, sino que también subraya una baja adherencia al uso del EPP, atribuida a deficiencias culturales y falta de supervisión. En consecuencia, este estudio refuerza la necesidad de establecer programas de vigilancia auditiva y capacitación continua.

Por otra parte, Aranda (2023) propone un modelo de integración de los sistemas de gestión ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001, aplicado a talleres aeronáuticos. A través de una investigación aplicada con enfoque mixto, se identificaron carencias estructurales como ventilación deficiente, exposición a químicos sin protección adecuada y falta de formación



preventiva. Tras la implementación del modelo, se reportaron mejoras en la gestión del riesgo y cumplimiento normativo, lo cual valida la utilidad de los sistemas integrados para ambientes como los hangares, donde confluyen múltiples riesgos laborales.

Adicionalmente, Málaga (2024) estudió la influencia de los factores humanos en la seguridad operacional mediante entrevistas y análisis de documentos doctrinarios. La investigación abarca aspectos más amplios que los hangares, por lo que identificó condiciones críticas, como la fatiga por turnos prolongados, fallas en la comunicación y escasa retroalimentación. El autor pudo decir que los factores identificados afectan la eficacia operativa, y conjuntamente incrementan la probabilidad de errores humanos. Por consiguiente, el autor enfatiza la importancia de promover una cultura organizacional de seguridad como pilar de la prevención.

En una línea similar, Ramos (2025) evaluó cómo la gestión de la seguridad operacional incide en las operaciones aéreas del Ejército, centrándose en hangares y zonas de mantenimiento. Para esta investigación empleó como método encuestas y entrevistas, que sirvieron para evidenciar los riesgos vinculados a infraestructura deficiente, la existencia de uso inadecuado del EPP y una débil cultura preventiva. Con estos resultados el autor pudo proponer un enfoque de gestión centrado en el recurso humano y en la implementación de liderazgo preventivo, que fortaleciera los sistemas de supervisión y capacitación.

Por otro lado, la investigación de Vásquez-Aguirre (2024) examinó la brecha entre las normas de seguridad y su implementación real. El autor emplea una revisión documental y estudios de caso. En los resultados pudo



determinar que diversas empresas aeronáuticas cuentan con manuales formales, pero fallan en la supervisión en terreno, en la capacitación técnica continua y en el uso adecuado del EPP.

El estudio desarrollado por Guevara-Benítez y Carrera-Álvarez (2024) aplicó encuestas, observaciones y análisis documental bajo el enfoque de la norma ISO 45001 como metodología principal. Los resultados obtenidos expusieron una combinación de factores de riesgo, como el ruido elevado que no se mitiga, manipulación de sustancias químicas sin una protección adecuada, y varias deficiencias ergonómicas. Además, detectaron una baja participación del personal en los programas de prevención, lo que limita la efectividad de las acciones implementadas según los autores.

Los estudios analizados coinciden en que los hangares representan entornos complejos donde convergen múltiples riesgos ocupacionales. Aunque los enfoques metodológicos varían, todos resaltan la necesidad de fortalecer la cultura preventiva, mejorar la supervisión del uso del EPP, y promover una gestión integrada de seguridad y salud en el trabajo.

Desarrollo.

Identificación y clasificación de riesgos en hangares de aviación

La identificación y clasificación de riesgos en hangares de aviación es clave para prevenir accidentes y proteger al personal técnico. Estos espacios concentran riesgos físicos, químicos, ergonómicos y organizacionales debido al uso de maquinaria, productos peligrosos, ruido y tareas repetitivas. Por ello, aplicar herramientas como la matriz IPER y seguir normas como la ISO 45001:2018 permite priorizar peligros, definir



controles efectivos y estructurar protocolos de seguridad adaptados al entorno del Escuadrón Aeronaval UAV.

- Clasificación de riesgos físicos, químicos y ergonómicos en hangares de aviación

En los hangares de aviación, especialmente aquellos destinados al mantenimiento de UAV el entorno operativo presenta una combinación compleja de factores de riesgo que pueden comprometer la integridad física y la salud de los técnicos aeronáuticos. Investigaciones recientes destacan los complejos factores de riesgo en entornos de mantenimiento de aviación, particularmente para UAV. Si bien los UAV pueden mejorar la monitorización de la seguridad en el lugar de trabajo, también introducen nuevos riesgos como peligros de contacto físico, potencial de distracción e impactos psicológicos en los trabajadores (Krainiuk et al., 2023; Morsello, 2021).

El estudio permite identificar y clasificar estos riesgos en tres categorías principales: físicos, químicos y ergonómicos, conforme a lo establecido por organismos internacionales de seguridad ocupacional como la Occupational Safety and Health Administration, OSHA (2022) y la Organización Internacional del Trabajo, OIT (2023).

Los riesgos físicos son los más comunes en los entornos de hangar. Incluyen la exposición a maquinaria en movimiento, herramientas eléctricas, superficies calientes, ruidos elevados, vibraciones mecánicas, iluminación deficiente y cambios térmicos extremos. En el caso de UAV, los motores eléctricos de alta velocidad y los rotores descubiertos representan



un peligro potencial de cortes o atrapamientos, especialmente durante las tareas de inspección, calibración o prueba de funcionamiento.

Los riesgos físicos en entornos de hangar y mantenimiento aeronáutico incluyen exposición a ruido, maquinaria en movimiento y temperaturas extremas. La pérdida auditiva inducida por ruido es común en la industria de aviación, con una prevalencia del 10,32% en un estudio de personal aeronáutico (Guevara-Benítez & Carrera-Alvarez, 2024). En bases aéreas ecuatorianas, se registraron niveles de ruido de hasta 105 dB durante operaciones de mantenimiento (Ortiz, 2021).

Los vehículos aéreos no tripulados (UAV) se utilizan frecuentemente para tareas de monitoreo y mantenimiento en entornos industriales, incluida la detección de amenazas químicas, biológicas, radiológicas y nucleares (Rabajczyk et al., 2020). Sin embargo, los trabajadores en estos entornos enfrentan riesgos por la exposición a compuestos orgánicos volátiles (COV) y otras sustancias peligrosas.

Los técnicos UAV pueden estar expuestos a vapores de combustibles, solventes de limpieza, grasas industriales, adhesivos o compuestos de resina utilizados para reparaciones estructurales. Muchos de estos productos contienen compuestos orgánicos volátiles, COV, que pueden generar efectos tóxicos por inhalación prolongada o contacto dérmico, como irritación de las vías respiratorias, cefaleas, dermatitis o, en casos extremos, efectos neurológicos (Abrego et al., 2024). La manipulación de baterías de litio también conlleva riesgos por fuga de electrolitos, inflamabilidad o reacción térmica, especialmente en condiciones de carga o descarga no supervisadas.



Un estudio en una empresa química encontró que se detectaron 22 contaminantes atmosféricos, con isocianato de N-butilo excediendo los límites de exposición diaria, lo que podría causar reacciones alérgicas y síntomas de asma (Villalobos-Morales et al., 2024). Para mitigar los riesgos identificados, se han desarrollado sistemas UAV autónomos, que ayudan con las tareas de la limpieza de aisladores de líneas eléctricas, reduciendo así la exposición humana a los peligros (López et al., 2021).

Por otra parte, con el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos, GHS según Murcia (2020) se permite mejorar la seguridad en la manipulación, almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas, proporcionando información crucial para gestionar los riesgos químicos en diversas industrias. Este sistema ayuda a reducir riesgos químicos y a prevenir accidentes laborales.

En cuanto a los riesgos ergonómicos en entornos de hangar y mantenimiento aeronáutico, se puede decir que estos derivan de posturas forzadas, levantamiento de cargas, movimientos repetitivos y espacios de trabajo reducidos. Los técnicos suelen adoptar posiciones incómodas al acceder a compartimentos internos de UAV, lo cual puede frecuentemente generar lesiones músculo-esqueléticas como lumbalgias, tendinitis o fatiga crónica (Carrasco et al., 2023).

En el estudio desarrollado por Castaño et al. (2024), refiere que los riesgos ergonómicos se manifiestan principalmente a través de posturas forzadas, en los movimientos repetitivos y en la manipulación manual de los componentes durante las tareas de mantenimiento en hangares de UAV. Estas condiciones, típicas en espacios reducidos o mal adaptados, son generados por una carga física significativa sobre el sistema músculo-



esquelético de los técnicos, lo que deriva en molestias crónicas, fatiga, y lesiones como lumbalgias o tendinitis.

Conjuntamente, se encuentra la ausencia de mobiliario ergonómico, las herramientas adaptadas y las pausas activas estructuradas agrava esta problemática. Por lo que este problema identificado es evidencia de la necesidad de integrar criterios ergonómicos en el diseño del puesto de trabajo y en la planificación operativa diaria, conforme a lo señalado en el Manual de Factores Humanos (OACI, 2008) y la norma ISO 11228 (Organización Internacional de Normalización (ISO), 2003).

La correcta identificación y clasificación de estos riesgos constituye el primer paso para establecer controles efectivos mediante el uso de EPP y protocolos operativos específicos. En este sentido, el presente estudio documental busca establecer una base técnica sólida que oriente la selección de medidas preventivas adaptadas al contexto de los hangares del Escuadrón Aeronaval UAV. La Tabla 1 presenta las dimensiones y clasificación de los riesgos según el estudio documental realizado.



Tabla 1.

Dimensiones y clasificación de riesgos en hangares de aviación.

Dimensión de Riesgo	Definición Técnica	Ejemplos Específicos (Hangar UAV)	Consecuencias Potenciales	Normas/Referencias
Físicos	Agentes ambientales o mecánicos que pueden causar daño por interacción directa con el cuerpo humano.	Golpes con herramientas o hélices Caídas en superficies húmedas o irregulares Exposición a ruido (>85 dB) Descargas por mantenimiento eléctrico	Cortes, traumatismos, hipoacusia, electrocución	OSHA 4170 (2022) ISO 45001:2018
Químicos	Sustancias que al contacto, inhalación o ingestión pueden producir efectos adversos para la salud.	Exposición a solventes, grasas, aerosoles Manipulación de baterías de litio Fugas de combustibles o líquidos hidráulicos	Irritaciones, quemaduras, intoxicaciones, reacciones alérgicas	Manual EPP ACHS ISO 20141:2022
Ergonómicos	Factores relacionados con posturas forzadas, repetitividad y manipulación de cargas que afectan el sistema músculo-esquelético.	Trabajo en posiciones incómodas Reparaciones prolongadas bajo tensión física Levantamiento manual de UAV o piezas pesadas	Lumbalgias, fatiga, tendinitis, trastornos osteomusculares	Manual Factores Humanos OACI OIT Cultura Prevención

Nota: Elaboración propia. A partir de consultas bibliográficas.



- Evaluación y diagnóstico de condiciones laborales peligrosas dentro del hangar.

La evaluación integral de las condiciones laborales en el entorno del hangar evidencia una interacción compleja de factores de riesgo que afectan la salud ocupacional y la seguridad operacional del personal técnico. Estos riesgos pueden clasificarse en cuatro categorías principales: físicos, químicos, ergonómicos y organizacionales.

Diversos estudios como el de Sánchez-Domínguez y Cruz-Pérez, (2022); Reyes y Ramos (2020) subrayan la exposición continua a niveles de presión sonora que exceden los límites permisibles establecidos por la Organización Mundial de la Salud, OMS, y las normativas internacionales, como la ISO 9612. Aunque los hangares no participan de forma directa en operaciones de vuelo, se ha constatado la existencia de niveles de ruido LEQ superiores a 74 dB, generando riesgos de pérdida auditiva inducida por ruido NIHL, estrés acústico y disminución del rendimiento cognitivo. Este riesgo se ve exacerbado por una baja adherencia al uso sistemático de protección auditiva, lo cual refleja una débil cultura preventiva y fallas en la supervisión y control del cumplimiento del uso de EPP.

Por otra parte, investigaciones recientes Guevara-Benítez y Carrera-Álvarez (2024); Vásquez-Aguirre (2024) han documentado condiciones peligrosas derivadas de la manipulación inadecuada de agentes químicos en los hangares, particularmente en procesos de limpieza, desengrasar y aplicación de recubrimientos. La deficiencia en sistemas de ventilación localizada y la iluminación insuficiente comprometen tanto la seguridad del



trabajador como la precisión en las tareas técnicas. A ello se suman los factores ergonómicos, entre los cuales destacan el diseño no antropométrico de los puestos de trabajo, la ausencia de rotación de tareas y la exposición prolongada a posturas forzadas, condiciones que inciden en la aparición de trastornos musculoesqueléticos de origen laboral.

Adicionalmente, los riesgos organizacionales representan una amenaza significativa para la seguridad operacional. Estudios de caso como los desarrollados por Ramos (2025) y Málaga (2024) evidencian que la falta de liderazgo efectivo en seguridad, la carencia de retroalimentación oportuna y la inexistencia de protocolos estructurados para la gestión de errores humanos contribuyen al aumento de los incidentes. La fatiga ocupacional derivada de turnos extendidos sin pausas programadas, sumada a la escasa percepción del riesgo entre el personal, constituye un factor de vulnerabilidad operacional.

En este contexto, Aranda (2023) propone la implementación de modelos de gestión integrados basados en las normas ISO 9001, 14001 y 45001, los cuales permitirían un abordaje holístico de la seguridad, incorporando mecanismos de mejora continua, identificación proactiva de peligros y participación activa del personal en la toma de decisiones preventivas.

En este sentido, el entorno del hangar debe ser abordado como un sistema sociotécnico donde los riesgos laborales no son aislados, sino interdependientes. Por tanto, se requiere de un enfoque interdisciplinario que articule normativas internacionales, diagnóstico técnico, gestión del comportamiento organizacional y tecnologías de control, con el fin de mitigar eficazmente las condiciones laborales peligrosas que comprometen tanto al recurso humano como a la eficacia de las



operaciones aeronáuticas. La tabla 2 presenta un resumen de las condiciones laborales peligrosas dentro del hangar según estudios revisados.

Tabla 2.

Condiciones laborales peligrosas dentro del hangar según estudios revisados.

Estudio	Autor	Resultados Relevantes	Condición Laboral Peligrosa
Determinación de zonas de ruido ambiental nocivo en instalaciones de bases aéreas militares no operativas.	Sánchez-Domínguez y Cruz-Pérez (2022)	Niveles de ruido superiores a 74 dB en hangares; riesgo de pérdida auditiva; necesidad de protección auditiva.	Ruido ambiental excesivo
Salud auditiva en la población de la escuela de aviación militar (EMAVI), Cali - Colombia, para los años, 2017-2019.	Reyes & Ramos (2020)	82.5% presentó síntomas auditivos; baja adherencia al EPP; riesgo prolongado por ruido.	Ruido ocupacional prolongado
Diseño de un modelo de integración de sistemas de gestión de calidad,	Aranda (2023)	Deficiencias en ventilación, EPP y	Falta de ventilación, exposición química,
medio ambiente, seguridad y salud en el trabajo, seguridad operacional y seguridad de la aviación civil para empresas aeronáuticas en Colombia.		ergonomía; mejoras con modelo integrado ISO 9001, 14001 y 45001.	ergonomía deficiente



Factores Humanos y su Influencia en la Seguridad Operacional de la Aviación del Ejército en los años 2019 - 2020	Málaga (2024)	Condiciones críticas por fatiga, mala comunicación y débil cultura de seguridad.	Factores organizacionales (fatiga, comunicación deficiente)
Gestión de Seguridad Operacional y Mejoramiento de las Operaciones Aéreas en la Aviación del Ejército, 2021.	Ramos (2025)	Iluminación deficiente, uso intermitente del EPP y baja percepción del riesgo.	Infraestructura deficiente, uso inadecuado del EPP
Análisis de las prácticas, procedimientos y regulaciones relacionadas con la seguridad y la salud en el entorno aeronáutico.	Vásquez-Aguirre (2024)	Desconexión entre normativas y su aplicación; uso inadecuado del EPP; supervisión deficiente.	Desfase entre normativa y aplicación real
Determinación de daño auditivo por exposición al ruido, en pilotos y personal técnico de mantenimiento aéreo en la ciudad de Guayaquil.	Guevara - Benítez y Carrera - Álvarez (2024)	Ruido constante, manipulación química sin protección, ergonomía deficiente y baja cultura preventiva.	Riesgos físicos, químicos y ergonómicos sin control adecuado

Nota: Elaboración propia. A partir de consultas bibliográficas.

Implementación técnica del EPP en contextos aeronáuticos

- Clasificación de los EPP y adecuación según el riesgo

La clasificación de los EPP en función del tipo de riesgo constituye una herramienta fundamental para la implementación de medidas preventivas eficaces en entornos altamente regulados como los hangares aeronáuticos. Este enfoque permite alinear la selección del EPP con los peligros específicos presentes en las tareas que realizan los técnicos del Escuadrón



Aeronaval UAV, garantizando no solo la integridad física del trabajador, sino también la continuidad operacional.

En cuanto a los riesgos físicos, es imprescindible disponer de protección frente a impactos, objetos cortantes, energía mecánica, térmica y riesgos eléctricos. Para ello, se emplean cascos de seguridad de clase A, B o C conforme a la norma ANSI Z89.1 y la norma europea EN 397 (American National Standard for Industrial, 2016).

Asimismo, la protección ocular y facial debe responder a los criterios establecidos por la EN 166 y la OSHA 1910.133, mientras que la protección auditiva debe regirse por los estándares definidos en la norma EN 352 y la ISO 4869 (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2017; ISO, 2018a; OSHA, 2022).

La protección de las manos frente a cortes, calor o riesgo eléctrico requiere guantes certificados bajo la norma EN 388 y la EN 60903. Para los pies, el calzado dieléctrico con suela antideslizante debe cumplir con los lineamientos de la norma EN ISO 20345 (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2005; Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2017). Estas normativas definen los requisitos técnicos y de desempeño esenciales, especialmente en actividades expuestas a ruidos superiores a los 85 decibelios o al uso de herramientas motorizadas.

Por su parte, los riesgos químicos están presentes durante la manipulación de sustancias peligrosas como combustibles, disolventes, resinas epóxicas y baterías de litio. Frente a estos agentes, se recomienda el uso de protección ocular y respiratoria conforme a las normas EN 14387 y EN 136



(UNE, 2022a). En lo que respecta a las manos y brazos, el uso de guantes de nitrilo o butilo debe estar respaldado por la norma EN 374 (UNE, 2020). Además, la protección corporal frente a salpicaduras químicas debe responder a las especificaciones de la norma EN 14605 (UNE, 2009). La elección adecuada de estos elementos depende del tipo de sustancia, la forma de exposición y la duración del contacto.

En el ámbito de los riesgos ergonómicos, frecuentes en labores repetitivas, manejo de cargas o mantenimiento en espacios reducidos, se requiere el uso de ayudas mecánicas y dispositivos de soporte como fajas lumbares, calzado ergonómico, arneses y líneas de vida. Estos elementos deben cumplir con las directrices de la norma ISO 11228 para la manipulación manual de cargas, así como con las normas ANSI Z359 y EN 361 para la protección contra caídas desde altura (American National Standard for Industrial, 2021; ISO, 2003).

Por otro lado, la norma ISO/TS 20141 (2022) establece que la selección del EPP debe contemplar no solo su eficacia aislada, sino su compatibilidad funcional dentro del sistema completo de protección, su ergonomía, su adaptación al entorno y su aceptación por parte del usuario. Del mismo modo, la eficacia del EPP depende de un sistema de gestión que incluya inspecciones previas, mantenimiento programado, reposición oportuna y capacitación continua del personal sobre su uso correcto, limitaciones y cuidados. La Tabla 3 resumen la clasificación general de EPP según el tipo de riesgo.



Tabla 3.

Clasificación general de EPP según el tipo de riesgo.

Tipo de Riesgo	Parte del cuerpo protegida	EPP Recomendado	Ejemplo de uso en hangar UAV	Norma técnica
Físico	Cráneo	Casco de seguridad clase A/B/C	Protección frente a golpes con herramientas o estructuras	ANSI Z89.1 / EN 397 (American National Standard for Industrial, 2016)
	Ojos y cara	Gafas de seguridad, caretas faciales	Protección ante partículas metálicas o salpicaduras de químicos	EN 166 / OSHA 1910.133 (OSHA, 2022).
	Oídos	Orejeras o tapones auditivos	Pruebas de motor, ruidos por herramientas neumáticas	EN 352 / ISO 4869 (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2017; ISO, 2018a).
	Manos	Guantes anticorte o dieléctricos	Manipulación de herramientas, inspección de hélices	EN 388 / EN 60903 (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2005; Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2017).
	Pies	Calzado de seguridad dieléctrico, antideslizante	Protección ante caídas de objetos, electrocución	EN ISO 20345 (UNE, 2022b)



Químico	Ojos y vías respiratorias	Gafas herméticas, respiradores con filtros químicos	Trabajo con adhesivos, solventes o combustibles	EN 14387 / EN 136 (UNE, 2022a)
	Manos y brazos	Guantes de nitrilo o butilo	Manipulación de productos corrosivos	EN 374 (UNE, 2020)
	Cuerpo completo	Overol impermeable, resistente a químicos	Limpieza con productos tóxicos, derrames	EN 14605 (UNE, 2009)
Ergonómico	Columna y articulaciones	Fajas lumbares, calzado ergonómico, arnés con soporte dorsal	Carga de UAV o componentes pesados	ISO 11228 (ISO, 2003).
	Cuerpo	Arnés de seguridad	Acceso a plataformas	ANSI Z359 / EN 361 (American National
	completo	con línea de vida	elevadas o inspección estructural superior	Standard for Industrial, 2021).

Nota: Elaboración propia. A partir de consultas bibliográficas.

- Mantenimiento y supervisión del uso del EPP

El mantenimiento y la supervisión del uso del EPP constituyen un componente esencial dentro de los sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional en entornos aeronáuticos. Según lo establece la norma ISO 45001:2018, la integridad funcional del equipo de protección personal no puede considerarse garantizada sin un sistema formal de control que



abarque desde la inspección hasta la trazabilidad (ISO, 2018b). En este sentido, la normativa OSHA 1910.132, hace énfasis en que los empleadores deben asegurarse de que los EPP sean inspeccionados, limpiados y reemplazados de forma adecuada para evitar fallos en su desempeño (OSHA, 2022).

Según la norma, la inspección periódica del EPP debe realizarse antes y después de su uso, identificando las señales de deterioro físico, el vencimiento de componentes o las fallas mecánicas. Esta práctica es fundamental en equipos críticos como los guantes dieléctricos, los respiradores o arneses de seguridad, cuya falla podría representar un riesgo inmediato para la vida del trabajador.

Asimismo, se debe considerar dentro del mantenimiento la limpieza y desinfección, especialmente en contextos donde el EPP es reutilizable, como en el caso de los cascos, las gafas o protectores auditivos. Este mantenimiento, debe ejecutarse siguiendo las especificaciones del fabricante. Por lo que un mal procedimiento de limpieza podría dañar materiales sensibles o anular sus propiedades protectoras.

La función de reemplazo oportuno del EPP también es una acción preventiva clave. Cuando un equipo ha excedido su vida útil o ha sufrido impactos o exposición química, debe ser retirado del servicio y reemplazado inmediatamente, evitando su reutilización inadecuada (OSHA, 2022). Además, el almacenamiento correcto en condiciones de humedad controlada, la ausencia de agentes químicos y protección frente a la luz solar o cargas mecánicas garantiza que el EPP no se degrade mientras está fuera de uso. Estos parámetros, son particularmente



relevante en entornos con condiciones ambientales cambiantes, como los hangares abiertos o semi expuestos.

Por otro lado, la supervisión del uso de las prácticas organizacionales es indispensables. Esta conducta, consiste en la verificación *in situ* del uso correcto del equipo por parte de los técnicos, incluyendo su colocación adecuada, uso continuo y selección apropiada. Las buenas prácticas internas, combinadas con los lineamientos de ISO 45001, recomiendan aplicar listas de verificación estandarizadas, retroalimentación directa e intervenciones correctivas inmediatas (ISO, 2018b).

De igual forma, la realización de un mantenimiento efectivo del sistema requiere de un registro y trazabilidad del EPP que ha sido asignado. Esto incluye el historial de entregas, los mantenimientos, las inspecciones, control de la vida útil de los artículos y herramientas, y una capacitación asociada al programa. También es oportuno un sistema digital de gestión documental, que se encuentre alineado con los requisitos de la ISO 45001. Esto permite a las unidades aeronáuticas como el Escuadrón UAV gestionar con precisión su stock de protección personal, prevenir errores de asignación y garantizar cumplimiento normativo. La Tabla 4 aborda las indicaciones sobre el mantenimiento y supervisión del Uso del EPP.

Tabla 4.

Mantenimiento y Supervisión del Uso del EPP.

Elemento	Descripción	Normativa Aplicable
Inspección del EPP	Revisión visual y funcional periódica para detectar desgaste, daños o vencimiento.	OSHA 1910.132 / ISO 45001:2018 (ISO, 2018b; OSHA, 2022)
Limpieza y desinfección	Limpieza conforme a protocolos del fabricante, especialmente en EPP reutilizable.	OSHA 1910.132 / Manual del fabricante (OSHA, 2022).



Reemplazo	Sustitución inmediata cuando el equipo pierde su eficacia o ha cumplido su vida útil.	OSHA 1910.132 / ISO 45001:2018 (ISO, 2018b; OSHA, 2022)
Almacenamiento adecuado	Guardar en áreas limpias, secas y libres de contaminantes para evitar deterioro.	ISO 45001:2018 (ISO, 2018b)
Supervisión del uso	Monitoreo en terreno del uso correcto por parte del personal, con retroalimentación.	ISO 45001:2018 / Buenas prácticas internas (ISO, 2018b; OSHA, 2022)
Registro trazabilidad	y Sistema digital o físico que documente asignación, mantenimiento y reposición del EPP.	ISO 45001:2018 / Gestión documental (ISO, 2018b; OSHA, 2022)

Nota: Elaboración propia. A partir de consultas bibliográficas.

- Capacitación, supervisión y cultura organizacional en prevención de riesgos.

La gestión de la seguridad y salud ocupacional en hangares aeronáuticos requiere una articulación efectiva entre la capacitación del personal, la supervisión activa de las prácticas laborales y la consolidación de una cultura organizacional orientada a la prevención. La tabla presentada sistematiza estos tres componentes esenciales, alineándolos con normas internacionales y recomendaciones de organismos especializados.

La capacitación inicial y periódica constituye el punto de partida para cualquier estrategia preventiva. Según Abrego et al. (2024), una formación técnica enfocada en el uso correcto del EPP y la identificación de riesgos específicos del entorno aeronáutico mejora significativamente la adherencia a protocolos de seguridad. Este principio está respaldado por la norma ISO 45001:2018, esta norma exige a las organizaciones asegurar competencias mediante procesos educativos estructurados (ISO, 2018b).



En paralelo, se debe realizar la supervisión en los terrenos, que permitirá verificar el cumplimiento real de estas capacitaciones. Además, permitirá evaluar la aplicación de las prácticas seguras en condiciones operativas. Sobre la supervisión, se puede decir que la retroalimentación inmediata corrige desviaciones, y refuerza comportamientos deseables en tiempo real. Tanto la OSHA (2022) como la ISO 45001 promueven esta práctica como parte de la vigilancia sistemática del entorno de trabajo (ISO, 2018b).

Por otro lado, el desarrollo de una cultura de prevención involucra aspectos más amplios, como los valores, creencias y actitudes hacia la seguridad. Sobre el tema, la OIT (2023) sostiene que las organizaciones con una cultura de seguridad sólida experimentan menores tasas de accidentes, un mayor compromiso del personal y cuenta con mejor capacidad de respuesta ante emergencias. Según la organización, esto se logra cuando los trabajadores se sienten involucrados activamente, como ocurre mediante la participación en comités de seguridad, lo cual fortalece el sentido de corresponsabilidad (OIT, 2023).

Otro aspecto es la evaluación continua del comportamiento seguro de los trabajadores y la actualización de las normativas. Siendo estos elementos necesarios para mantener la eficacia de los sistemas de prevención. Por su parte, la norma ISO/TS 20141:2022 resalta la necesidad de monitorear indicadores de conducta y de revisar periódicamente los estándares aplicables, especialmente en aquellos entornos de alta tecnología como los hangares UAV (ISO, 2022).

Para concluir, pero no menos importante, se puede decir que la comunicación interna constituye el eje transversal que conecta todas estas acciones. El empleo de los canales efectivos para la difusión de



procedimientos, las alertas y las buenas prácticas garantizan que la información fluya desde la gestión hacia el personal operativo, generando alineación organizacional (ISO, 2022). En suma, el fortalecimiento de estos tres pilares capacitación, supervisión y cultura organizacional no solo reduce los riesgos laborales, sino que contribuye al desarrollo de una operación aeronáutica más segura, eficiente y sostenible. La Tabla 5 resume las directrices para la capacitación, supervisión y cultura organizacional en prevención de riesgos.

Tabla 5.

Capacitación, Supervisión y Cultura Organizacional en Prevención de Riesgos.

Elemento	Descripción	Normativa/Referencia
Capacitación inicial y periódica	Formación técnica y preventiva obligatoria para el uso adecuado del EPP y gestión de riesgos.	(Abrego et al., 2024; ISO, 2018b)
Supervisión en terreno	Observación directa de la aplicación de medidas preventivas y uso del EPP, con retroalimentación.	(ISO, 2018b; OSHA, 2022)
Desarrollo de cultura de prevención	Fomento de valores, actitudes y comportamientos seguros como parte del ambiente organizacional.	(OIT, 2023)
Participación de los trabajadores	Involucramiento activo del personal en comités de seguridad y decisiones sobre prevención.	(OIT, 2023)
Evaluación continua del comportamiento seguro	Monitoreo de la adherencia a protocolos y evaluación de indicadores de conducta preventiva.	(ISO, 2022)



Actualización normativa y buenas prácticas Incorporación periódica de normativas actualizadas y lecciones aprendidas. (ISO, 2022)

Comunicación interna en SST Canales efectivos para la difusión de alertas, procedimientos y cambios en el sistema de SST. (ISO, 2022)

Nota: Elaboración propia. A partir de consultas bibliográficas.

Diseño del protocolo de prevención de accidentes en hangares de aviación

Objetivo:

Definir lineamientos técnicos, organizativos y operativos para prevenir accidentes laborales dentro de hangares aeronáuticos, mediante la correcta identificación de riesgos, el uso adecuado del EPP y la implementación de controles activos y pasivos.

Alcance:

Aplicable al personal técnico-operativo del Escuadrón Aeronaval UAV y otras unidades de mantenimiento aeronáutico, durante la ejecución de labores dentro de hangares, talleres, zonas de inspección, almacenamiento y limpieza.

Fundamentos técnicos y normativos

La ISO 45001:2018 establece un sistema de gestión de SST basado en la mejora continua, la identificación de peligros y la participación de los trabajadores, siendo clave en ambientes de alto riesgo como los hangares. La ISO/TS 20141:2022 complementa este enfoque con requisitos específicos para instalaciones aeronáuticas, incluyendo el uso seguro de EPP y control de condiciones físicas.



La norma OSHA 1910.132 regula la evaluación de riesgos y el uso adecuado del EPP, incluyendo su mantenimiento y capacitación asociada. A nivel nacional, el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional de Ecuador (2021) y la Ley Orgánica de Prevención de Riesgos Laborales obligan al empleador a proveer y supervisar el uso del EPP, garantizando su conservación y la formación del personal, bajo un enfoque preventivo y participativo.

Metodología para la Identificación de Riesgos

La identificación de riesgos en los hangares de aviación se realizará conforme al enfoque IPERC propuesto por la norma ISO 45001:2018, el cual contempla la detección de peligros, así como la evaluación y el control de los riesgos. Para la identificación, se aplicarán herramientas como observaciones directas, entrevistas estructuradas al personal técnico y una lista de verificación que se encuentre alineada con los lineamientos establecidos por la ISO/TS 20141:2022 y la norma OSHA 1910.132.

Asimismo, se empleará una matriz cualitativa que permitirá clasificar los riesgos en función de su probabilidad y severidad, con el fin de poder establecer prioridades en las acciones preventivas. Conjuntamente, se revisarán documentos internos y registros de incidentes, lo que permitirá obtener una visión completa y contextualizada del entorno laboral.



Tabla 6.

Identificación y clasificación de riesgos en hangares de aviación.

Tipo de Riesgo	Ejemplos Específicos	Probabilidad
Físico	Ruido, calor, golpes, vibraciones, caídas	Durante pruebas de motor, uso de herramientas, manipulación de estructuras pesadas o trabajo en altura
Químico	Solventes, resinas, baterías, combustibles	Al realizar limpieza técnica, manipulación de materiales peligrosos, carga de baterías o abastecimiento
Ergonómico	Carga manual, posturas	Al levantar UAV o repuestos pesados, inspecciones prolongadas en espacios reducidos o sin descanso
	forzadas	adecuado
Organizacional	Turnos largos, baja supervisión, fatiga operativa	En rotaciones extensas, falta de control directo, ausencia de protocolos de pausa o presión de tiempo

Nota: Elaboración propia. A partir de consultas bibliográficas.

Medidas preventivas generales

Las medidas preventivas generales en los hangares de aviación se implementarán bajo un enfoque proactivo y sistemático para minimizar la exposición del personal técnico a los riesgos laborales. Para ello se impartirá capacitaciones obligatorias tanto al inicio del protocolo como de forma periódica. Estas capacitaciones tendrán el objetivo de asegurar que todos los trabajadores comprendan los peligros asociados a sus tareas y dominen el uso correcto de los EPP.

Esta formación propuesta, se alinearán con los resultados del análisis IPER y contendrá información actualizada sobre normativas, procedimientos



operativos seguros y respuestas ante emergencias. Adicionalmente, se establecerá una señalización clara en todas las zonas de riesgo, como áreas con productos químicos, fuentes de calor o plataformas elevadas, para facilitar la identificación de peligros y promover decisiones operativas seguras.

Asimismo, se planificarán las tareas en función de la identificación de peligros y la evaluación de riesgos, IPER, priorizando la reducción de la exposición a peligros mediante rotación de turnos, pausas activas y distribución de funciones acorde con el nivel de riesgo. Además, para reforzar el cumplimiento del protocolo, se aplicará una supervisión activa mediante el uso de listas de verificación diarias denominadas checklists, lo que permitirá detectar desviaciones, aplicar acciones correctivas inmediatas y retroalimentar al personal.

Uso obligatorio de EPP

El protocolo establecerá la asignación obligatoria del EPP en función del tipo de riesgo identificado y la tarea específica a ejecutar, conforme al análisis IPER y normativas como la ISO/TS 20141:2022. Cada trabajador deberá contar con elementos certificados como los: guantes, calzado dieléctrico, arnés, protección auditiva, entre otros, y seleccionados por compatibilidad y confort. Conjuntamente, se implementará un sistema de revisión y mantenimiento periódico del EPP, que incluirá la verificación del estado funcional antes de cada jornada. Además, todo el personal técnico recibirá formación práctica sobre la colocación, retiro, limpieza y almacenamiento del EPP, para garantizar su correcta utilización y prolongar su vida útil.



Control operativo por tarea crítica

Para realizar el control operativo, se diseñará un sistema de vigilancia específico para tareas críticas en hangares, donde se identificarán procedimientos detallados que incluyan el riesgo asociado, el EPP requerido y los controles adicionales. Para la tarea de revisión estructural sobre plataformas elevadas, el protocolo exigirá el uso de un arnés de cuerpo completo certificado bajo la norma EN 361, y conectado a una línea de vida. Esta actividad será supervisada directamente por personal designado en terreno, y se validará mediante un checklist estructural específico para esta actividad, asegurando que los pasos técnicos y las condiciones de seguridad se cumplan de forma estricta antes, durante y después de la tarea.

Sistema de supervisión y retroalimentación

El protocolo del sistema de supervisión incluirá un componente de inspección continua a cargo del responsable de Seguridad y Salud en el Trabajo, SST, quien realizará observaciones directas y verificaciones de cumplimiento en terreno. Además, se establecerán bitácoras digitales de seguimiento diario, donde se registrará el uso de EPP, condiciones de trabajo y resultados de las inspecciones de seguridad. Adicionalmente, se implementará un sistema formal para el reporte de incidentes menores o quasi accidentes, cuya información será analizada mediante herramientas de causa raíz como el método de “5 porqués”, permitiendo detectar fallos sistémicos y prevenir su repetición.

Auditoría interna y mejora continua



El protocolo contemplará auditorías internas cada seis meses. Estas inspecciones estarán orientadas a verificar el cumplimiento integral de las medidas preventivas y la adherencia al uso de EPP. Las auditorías realizadas se apoyarán en listas de verificación alineadas a las normas ISO 45001 y OSHA 1910.132. Asimismo, los resultados servirán como base para actualizar el protocolo, para la incorporación de cambios normativos, y para aprovechar y realizar innovaciones tecnológicas o lecciones aprendidas de incidentes previos. Asimismo, se promoverá la participación del personal técnico en la mejora continua del protocolo, a través de encuestas, talleres de retroalimentación y de comités de seguridad que ayudaran a fortalecer la cultura organizacional preventiva del colectivo expuesto.

Discusión

Los resultados obtenidos tras el diseño del protocolo de prevención de accidentes en hangares de aviación permitieron validar empíricamente muchos de los postulados teóricos y normativos sobre seguridad y de la SST. Desde una perspectiva sistémica, se confirmó que la eficacia de las medidas preventivas no reside únicamente en la disponibilidad de los EPP, sino en la integración de múltiples componentes como la capacitación, la supervisión, el control operativo y la mejora continua. Estos resultados coinciden con los principios establecidos por la norma ISO 45001:2018 (ISO, 2018b), la cual promueve una gestión preventiva basada en la mejora continua y la participación activa de los trabajadores.

Se puede decir que, la identificación y clasificación de riesgos permitió evidenciar que los hangares de aviación presentan una diversidad de peligros interrelacionados que no pueden ser tratados de forma aislada. Los riesgos físicos como el ruido, las caídas y las vibraciones se superponen



con riesgos químicos que son derivados de solventes y combustibles. Además, otros riesgos como los factores ergonómicos y organizacionales como la fatiga por turnos largos y la baja supervisión. Los resultados, coinciden con estudios como el de Guevara-Benítez y Carrera-Álvarez (2024), quienes documentaron condiciones laborales críticas en hangares relacionados con exposición a ruido elevado, sustancias tóxicas y deficiencias ergonómicas.

Asimismo, el enfoque IPERC adoptado en la metodología del presente protocolo se alineó con las directrices de la norma ISO 45001:2018 y del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional del Ecuador (Secretaría de Derechos Humanos, 2021). Esta revisión permitió identificar y clasificar riesgos prioritarios en hangares de aviación, como el uso inadecuado de resinas químicas o el trabajo en altura sin protección anticaídas, los cuales, aunque no siempre documentados en reportes oficiales, representan amenazas significativas para la seguridad del personal técnico.

El componente de capacitación obligatoria se mostró esencial para el éxito del protocolo. De acuerdo con OSHA 1910.132 y el Reglamento ecuatoriano (Art. 17), la formación inicial y periódica es una obligación legal del empleador, y su cumplimiento incide directamente en la reducción de incidentes. En este caso, los contenidos de capacitación diseñados en el protocolo incluyen desde el reconocimiento de riesgos hasta el uso correcto del EPP, pasando por prácticas seguras en trabajos con productos químicos y altura. Esto es congruente con los resultados obtenidos por León y Ruiz (2019), quienes encontraron una relación directa entre la aplicación parcial de protocolos y la ocurrencia de accidentes leves en entornos de mantenimiento aeronáutico.



En cuanto a la selección y uso de EPP, el protocolo implementado respeta los lineamientos de la norma ISO/TS 20141:2022 (ISO, 2022), que exige un enfoque adaptado a las condiciones operativas del entorno aeronáutico. Entre las condiciones operativas, se especificó el uso de arneses EN 361 para tareas en altura, guantes EN 374 para manipulación de solventes, y protectores auditivos cuando los niveles de ruido superan los 85 dB. Estos requerimientos están respaldados por normativa técnica, y además, responden a las evidencias recogidas por Reyes y Ramos (2020), quienes advirtieron que solo el 40% del personal técnico usa protección auditiva de manera sostenida, pese a una exposición prolongada.

Un aspecto relevante del protocolo es el sistema de control operativo por tarea crítica. Este sistema define para cada tarea los riesgos asociados, el EPP correspondiente y los controles adicionales requeridos, como supervisión directa o listas de verificación. Este enfoque permite operacionalizar la seguridad en tiempo real, y responde a una recomendación frecuente en la literatura: evitar que las políticas de seguridad se limiten a documentos formales sin aplicación concreta en el entorno laboral. En este sentido, la experiencia documentada por Aranda (2023) refuerza esta idea al demostrar que la gestión integrada de calidad, ambiente y seguridad reduce significativamente los incidentes cuando se articula con los procedimientos técnicos diarios.

Además, el establecimiento de un sistema de supervisión y retroalimentación mediante bitácoras digitales, análisis de incidentes menores y el monitoreo del comportamiento operativo de los trabajadores, cumple con lo estipulado en la ISO 45001:2018 sobre participación del personal y control del desempeño. Este mecanismo, que fomenta la mejora



continua, también se alinea con el modelo de Reason (1990), al actuar como una defensa activa que interrumpe la cadena causal de errores antes de que se materialicen en accidentes.

Igualmente, la implementación de auditorías internas semestrales, junto con la participación del personal técnico en la mejora del protocolo, constituye una práctica ejemplar de gobernanza participativa de la seguridad. Estas acciones permiten actualizar las medidas preventivas conforme a cambios en la operación, lecciones aprendidas y normativas emergentes. Estas inspecciones son importantes en unidades como el Escuadrón Aeronaval UAV, donde las condiciones técnicas cambian rápidamente debido a la incorporación de nuevas tecnologías, vehículos no tripulados y sistemas digitales.

De forma general, los resultados del protocolo reflejan una comprensión avanzada de la seguridad como una construcción colectiva que requiere del compromiso institucional y del empoderamiento de los trabajadores. La inclusión de medidas organizativas, como la rotación de turnos o las pausas activas, responde a las recomendaciones de la OIT (2023) y al enfoque de cultura de seguridad promovido por la OACI (ICAO, 2020), donde el comportamiento seguro no es solo una exigencia técnica, sino una práctica compartida y sostenida en el tiempo.

Por lo tanto, se puede decir que el protocolo de prevención de accidentes desarrollado cumple con las normativas nacionales e internacionales vigentes, y, además, aporta una solución contextualizada y viable para reducir los riesgos en los hangares de aviación. Su estructura metodológica, basada en el enfoque DBR, permitió traducir teoría en práctica operativa, reforzando la necesidad de protocolos adaptados a



realidades técnicas específicas. En futuras fases de implementación, será fundamental continuar evaluando el impacto del protocolo mediante indicadores como la reducción de incidentes, el aumento en el uso del EPP y la mejora en la percepción del riesgo entre el personal técnico.

Conclusión

El presente trabajo tuvo como objetivo principal diseñar un protocolo de prevención de accidentes laborales en hangares de aviación, con énfasis en el uso adecuado de EPP por parte del personal técnico del Escuadrón Aeronaval UAV. A través de una metodología basada en revisión documental y enfoque DBR, se logró integrar normativa técnica, evidencia empírica y buenas prácticas aplicables a entornos de mantenimiento aeronáutico.

Se concluye que la identificación y clasificación de los riesgos en los hangares debe contemplar los factores físicos y químicos, además de los riesgos ergonómicos y organizacionales que inciden directamente en la salud y el rendimiento del personal. Es por ello que, mediante el uso del enfoque IPERC, se evidenció que la exposición a ruido, sustancias peligrosas, fatiga y posturas forzadas constituye una amenaza constante, que debe ser abordada desde una lógica preventiva y sistemática.

Por otro lado, el estudio permitió constatar que la sola entrega de EPP no garantiza la protección efectiva del trabajador. La normativa ISO 45001:2018, así como las regulaciones de OSHA y el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional del Ecuador, coinciden en la necesidad de vincular el EPP a procesos de formación, supervisión activa, mantenimiento continuo y evaluación del desempeño. Por ello, el protocolo desarrollado establece controles operativos por tarea crítica,



asignación específica del EPP según riesgo y sistemas de retroalimentación mediante bitácoras y reportes de cuasi accidentes.

Además, se logró proponer un sistema de gestión de seguridad aplicable al entorno del Escuadrón Aeronaval UAV, que cumple con los estándares técnicos internacionales, y promueve una cultura organizacional preventiva. Además, refuerza la participación del personal técnico en la mejora del protocolo y la implementación de auditorías internas refuerzan el principio de mejora continua, alineado con los marcos normativos vigentes. En consecuencia, se concluye que un protocolo bien estructurado puede reducir significativamente la ocurrencia de accidentes y fortalecer la seguridad operacional en los hangares de aviación.

Recomendaciones

Se recomienda establecer un sistema sistemático y continuo de identificación y evaluación de riesgos ajustado a la dinámica operacional de los hangares de aviación. Asimismo, para implementarlo, se desarrollarán cronogramas trimestrales de evaluación que incluyan observaciones en campo, entrevistas al personal técnico y aplicación de listas de verificación estandarizadas según ISO 45001:2018 e ISO/TS 20141:2022. Este proceso será liderado por el responsable de seguridad y salud en el trabajo (SST), con la participación activa del personal de mantenimiento. Los datos recogidos permitirán actualizar de manera dinámica la matriz de riesgos y planificar intervenciones preventivas adaptadas al entorno específico del Escuadrón Aeronaval UAV.

Se plantea reforzar el programa de capacitación del personal técnico, no solo en la normativa del EPP, sino en habilidades prácticas aplicables a situaciones reales de trabajo. Para ello, se diseñarán módulos formativos



presenciales y virtuales con simulacros de tareas críticas, ejercicios de colocación y retiro de EPP, resolución de incidentes simulados, y evaluación de competencias mediante rúbricas estandarizadas. Esta formación se repetirá de forma semestral e incluirá actualizaciones conforme a cambios en los procedimientos, equipos o normativas. Además, se integrará un sistema de seguimiento individual por parte del área de SST, para monitorear la evolución del aprendizaje y reforzar aspectos detectados como deficientes.

Se sugiere establecer un mecanismo formal de mejora continua del protocolo, sustentado en auditorías internas semestrales y la participación directa del personal técnico en la revisión del mismo. Para esto, se habilitarán comités de seguridad por turnos, donde los técnicos puedan presentar reportes de condiciones inseguras, sugerencias de mejora y análisis de incidentes. Los resultados de las auditorías se integrarán en un plan de acción con responsables, fechas y seguimiento, bajo supervisión del comité de SST. Esta estrategia busca no solo controlar el cumplimiento, sino también fomentar la apropiación colectiva del protocolo preventivo.



Referencias

Abrego, M., Molinos, S., & Ruiz, P. (2024). Equipo de protección de Personal. ACHS.

American National Standard for Industrial. (2016, junio 29). ANSI Z89.1—Industrial Head

Protection. ANSI. <https://blog.ansi.org/ansi/ansi-isea-z89-1-industrial-head-protection/>

American National Standard for Industrial. (2021). ANSI/ASSP Z359.11-2021: Full Body Harnesses Safety Requirements—The ANSI. <https://blog.ansi.org/ansi/ansi-assp-z359-11-2021-full-body-harnesses-safety/>

Aranda, A. M. (2023). Diseño de un modelo de integración de sistemas de gestión de calidad, medio ambiente, seguridad y salud en el trabajo, seguridad operacional y seguridad de la aviación civil para empresas aeronáuticas en Colombia [Thesis, Escuela de Ingeniería]. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/10875>

Asalde, C. M., & Contreras, C. A. (2024). Causas principales que intervienen en los accidentes e incidentes aéreos en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú. Revista Escpogra PNP, 3(2), Article 2.

<https://doi.org/10.59956/escpograpnppv3n2.14>

Asociación Española de Normalización y Certificación. (2005). UNE-EN 60903:2005 Trabajos en tensión. Guantes de material aislante. Asociación Española de Normalización y Certificación. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0034360>



Atencio, L. M., Rincón, E., & Salamanca, J. (2021). Factores de riesgos psicosociales que afectan la salud y bienestar de los trabajadores expuestos a trabajos en espacios confinados [Corporación Universitaria Minuto de Dios].
<https://hdl.handle.net/10656/13845>

Benítez, G. (2021). Integración de procesos, gestión del riesgo y automatización en la gestión de las unidades militares. *Ciencia y poder aéreo*, 16(2 (Julio-Diciembre)), 67-81.

Carrasco, J., López, A. I., & Barreno, A. D. (2023). Riesgos ergonómicos y su influencia en el desempeño laboral: Ergonomic risks and their influence on work performance. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(2), Article

2. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.836>

Castaño, F. M., Gómez, N. M., Pacheco, C. M., Pinilla, F., & Rodríguez, J. R. (2024). Análisis de los riesgos laborales en los trabajadores que realizan mantenimiento a helicópteros MI-17 en un hangar [bachelorThesis, Profesional en Gestión de Seguridad y la Salud Laboral].
<https://alejandria.poligran.edu.co/handle/10823/7473>

Covello, A. (2021). Investigación sistémica de accidentes: Modelo para el transporte y la gestión de riesgos en sistemas complejos. Imaginante editorial.

Guevara-Benítez, G. K., & Carrera-Alvarez, E. R. (2024). Determinación de Daño Auditivo Por Exposición Al Ruido, En Pilotos Y Personal Técnico De Mantenimiento Aéreo En La Ciudad De Guayaquil. *MQRInvestigar*, 8(4), Article 4. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.4.2024.4018-4039>



Hussain, W., Khan, S., & Mover, H. (2022). Development of quality, environment, health, and safety (QEHS) management system and its integration in operation and maintenance (O&M) of onshore wind energy industries. *Renewable Energy*, 196, 220-233.
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.06.138>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2017). Normas armonizadas. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. <https://www.insst.es/documents/94886/502617/normasprotectoresauditivos.pdf/f0c0e263-084c-40c7-a8d8-40a29d37d81a>

International Civil Aviation Organization (OACI). (2020). Kit de herramientas y paquete de inicio sobre cultura de seguridad de la OACI. <https://www.icao.int/Security/Security-Culture/Pages/ICAO-Resources.aspx>

ISO. (2003). ISO 11228-1:2003. ISO. <https://www.iso.org/standard/26520.html>
 ISO. (2018a). ISO 4869-1:2018. ISO. <https://www.iso.org/standard/65581.html>

ISO. (2018b). ISO 45001:2018(es), Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo—Requisitos con orientación para su uso. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:45001:ed-1:v1:es>

ISO. (2022). ISO/TS 20141:2022. ISO. <https://www.iso.org/standard/77758.html>
 Krainiuk, O., Buts, Y., Barbashyn, V., & Didenko, N. (2023). Analysis of the spheres of application of unmanned aircraft apparatus for resolving labor safety issues. *Municipal economy of cities*, 1(175), Article 175. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-1-175-182-188>



León, L. C., & Ruiz, H. O. (2019). Prevención de riesgos laborales, y seguridad operacional en la compañía antinarcóticos de aviación Guaymaral de la Policía Nacional de Colombia [Universidad Distrital].
<http://hdl.handle.net/11349/14599>

Lopez, R., Batista, M. J., Perez, M., Arrue, B. C., & Ollero, A. (2021). Autonomous UAV System for Cleaning Insulators in Power Line Inspection and Maintenance. Sensors, 21(24), Article 24.
<https://doi.org/10.3390/s21248488>

Málaga, J. C. (2024). Factores Humanos y su Influencia en la Seguridad Operacional de la Aviación del Ejército en los años 2019–2020 [Escuela Superior de Guerra del Ejército]. <https://hdl.handle.net/20.500.14141/351>

Moreno, B., & Baez, C. (2010). Factores y riesgos psicosociales, formas, consecuencias, medidas y buenas prácticas. Ministerio del Trabajo e inmigración.

<https://www.insst.es/documents/94886/96076/Factores+y+riesgos+psicosociales%2C+formas%2C+consecuencias%2C+medidas+y+buenas+pr%C3%A1cticas>

Morsello, M. F. (2021). Aspectos jurídicos principales de las aeronaves no tripuladas. Consideraciones críticas. / Main legal aspects of unmanned aircraft. Critical considerations. Revista de Derecho Privado | Universidad Blas Pascal, 8(8), Article

8. [https://doi.org/10.37767/2362-5325\(2021\)007](https://doi.org/10.37767/2362-5325(2021)007)

Murcia, J. P. (2020). Intervención del riesgo químico mediante el sistema globalmente armonizado en el comercio de sustancias peligrosas. Cultura



- del cuidado, 17(1), Article 1. <https://doi.org/10.18041/1794-5232/cultrua.2020v17n1.7203>
- OACI. (2008). Manual de Factores Humanos. OACI.
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2022). Guide to Industrial Safety in Aircraft Hangars. OSHA.
- Organización Internacional de Normalización (ISO). (2003). Norma ISO 11228-1 para el Manejo Manual de Cargas | Ergo IBV. <https://www.ergoibv.com/es/posts/iso-11228-1/>
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2023). Seguridad y salud en el trabajo | International Labour Organization. <https://www.ilo.org/es/temas-y-sectores/seguridad-y-salud-en-el-trabajo>
- Ortiz, A. (2021). Análisis del factor ruido en las actividades de mantenimiento aeronáutico militar. Novasinergia, ISSN 2631-2654, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.37135/ns.01.08.05>
- Rabajczyk, A., Zboina, J., Zielecka, M., & Fellner, R. (2020). Monitoring of Selected CBRN Threats in the Air in Industrial Areas with the Use of Unmanned Aerial Vehicles. Atmosphere, 11(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/atmos11121373>
- Ramos, J. F. (2025). Gestión de Seguridad Operacional y Mejoramiento de las Operaciones Aéreas en la Aviación del Ejército, 2021 [Escuela Superior de Guerra del Ejército]. <https://hdl.handle.net/20.500.14141/345>



Reyes, I. M., & Ramos, D. A. (2020). Salud auditiva en la población de la escuela de aviación militar (EMAVI), Cali—Colombia, para los años, 2017-2019. Universidad Jose Camacho.
<https://repositorio.uniajc.edu.co/server/api/core/bitstreams/1cf43525-96c0-4c4a-a85d-627a3b006a71/content>

Sánchez-Domínguez, E., & Cruz-Pérez, F. de J. (2022). Determination of harmful environmental noise zones in non-operating military air base facilities. Revista de Sanidad Militar, 76(3). <https://doi.org/10.56443/rsm.v76i3.211>

Secretaría de Derechos Humanos. (2021). Reglamento interno de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente del trabajo de la secretaría de derechos humanos. Secretaría de Derechos Humanos. https://www.derechoshumanos.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/15.-reglamento_de_seguridad_y_salud_ocupacional_sdh.pdf

UNE. (2009). UNE-EN 14605:2005+A1:2009 Ropas de protección contra productos...

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=norma-une-en-14605-2005-a1-2009-n0043990>

UNE. (2020). UNE-EN ISO 374-2:2020 Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0064790>

UNE. (2022a). UNE-EN 14387:2022 Equipos de protección respiratoria. Filtros para gases y filtros combinados. Requisitos, ensayos, marcado.



<https://www.une.org/encuentra-norma/norma?c=N0070115> tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0070115

UNE. (2022b). UNE-EN ISO 20345:2022 Equipo de protección individual. Calzado de seguridad. UNE. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0070280>

Vásquez-Aguirre, F. M. (2024). Análisis de las prácticas, procedimientos y regulaciones relacionadas con la seguridad y la salud en el entorno aeronáutico. MQRInvestigar, 8(2), Article 2. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.2.2024.3692-3715>

Villalobos-Morales, J. A., Mora-Barrantes, J. C., Sibaja-Brenes, J. P., Zárate-Montero, G., Alfaro-Solís, R., Borbón-Alpízar, H., & Retana-Díaz, A. (2024). Evaluacion de la exposición laboral a compuestos orgánicos volátiles (COV). Caso de estudio en una empresa química. Revista Tecnología en Marcha. <https://doi.org/10.18845/tm.v37i3.6837>

Anexos

Checklist para la identificación y control de riesgos en hangares UAV

Objetivo: Verificar de forma sistemática las condiciones de seguridad en el hangar del Escuadrón Aeronaval UAV, identificando y controlando riesgos, asegurando el uso correcto de EPP y el cumplimiento de medidas preventivas para prevenir accidentes y fortalecer la cultura de seguridad en las operaciones de mantenimiento.



Ítem	Verificación	Sí	No	Observaciones / Acciones correctivas
1. Riesgos Físicos				
1.1 Se verifica nivel de ruido y uso de protectores auditivos durante pruebas de motor y uso de herramientas				
1.2 Se inspeccionan condiciones de pisos y áreas de trabajo para prevenir caídas				
1.3 Se usa casco, gafas y calzado de seguridad durante manipulación de estructuras pesadas				
1.4 Se supervisa la exposición a vibraciones y uso de guantes anticorte en tareas con herramientas				
2. Riesgos Químicos				
2.1 Uso de guantes de nitrilo y gafas durante manipulación de solventes, resinas y combustibles				
2.2 Verificación de áreas de ventilación durante limpieza técnica y carga de baterías				
2.3 Uso de respiradores en tareas con vapores de solventes o carga de baterías				
3. Riesgos Ergonómicos				
3.1 Se aplican pausas activas y rotación de tareas para evitar fatiga por posturas forzadas				
3.2 Uso de fajas o ayudas mecánicas al levantar UAV o repuestos pesados				
3.3 Adecuación de espacios de trabajo para inspecciones prolongadas en espacios reducidos				
4. Riesgos Organizacionales				
4.1 Verificación de turnos de trabajo y tiempos de descanso para evitar fatiga operativa				
4.2 Existencia de supervisión en tareas críticas de mantenimiento				
4.3 Aplicación de protocolos de pausa activa durante rotaciones extensas				
5. Uso de EPP				



5.1 Todo el personal utiliza EPP de acuerdo con el tipo de riesgo identificado			
5.2 Se realiza inspección diaria del estado de los EPP antes de iniciar labores			
5.3 El personal ha recibido capacitación práctica sobre el uso correcto del EPP			
6. Supervisión y Retroalimentación			
6.1 Se emplea esta checklist antes de iniciar actividades en el hangar			
6.2 Se registran hallazgos y se aplican correcciones inmediatas en caso de desviaciones			
6.3 Se documentan observaciones en bitácora digital o física para auditorías internas			

