

Fecha de elaboración: 03.05.2021			
Tipo de documento	TID:	Obra creación:	Proyecto investigación: X
Título: Efecto del riesgo eléctrico en mantenimiento aeronáutico Ambulancias Aéreas de Colombia SAS			
Autor(es): Jenny C. Franco Díaz, Jonathan A. Celso Durán y Julio A. Bonilla Gutiérrez			
Tutor(es): Gregorio E. Puello Socarrás			
Fecha de finalización: 20.04.2021			
Temática: Riesgo eléctrico.			
Tipo de investigación: Cualitativo, estudio de caso.			
Resumen: La gestión de riesgos en el sector de mantenimiento aeronáutico tiene gran importancia porque de estas actividades depende la operación segura del aerotransporte de personas y carga. El peligro eléctrico es uno de los más severos en tareas de mantenimiento, en razón a la severidad de las lesiones y graves afectaciones a la salud que produce sobre los trabajadores expuestos a fuentes de peligro. El caso de estudio abordado en este trabajo de investigación determina los efectos por la exposición a factores de riesgo eléctrico presentes en las actividades de mantenimiento aeronáutico desarrolladas por el personal técnico de la empresa Ambulancias aéreas de Colombia en el año 2021. La metodología de investigación aplicada permite valorar los factores de riesgo eléctrico, determinar la frecuencia y severidad de accidentes e incidentes, y formular una estrategia de mitigación del riesgo eléctrico latente, a partir de la aplicación de los resultados del estudio.			
Palabras clave: Aeronave, accidente, electricidad, mantenimiento, riesgos.			
Planteamiento del problema: La Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (UAEAC) es el ente rector regulador de las actividades aéreas en el territorio colombiano. Su enfoque primordial es asegurar la operación aérea a nivel nacional realizando control sobre las operaciones de las aeronaves que hacen uso del espacio aéreo propio del territorio. Dentro de su alcance como entidad regulatoria establece parámetros de seguimiento a los operadores aéreos civiles, dentro de este grupo se encuentran los operadores de actividades aéreas especiales, según lo descrito en el RAC 119 Certificación de explotadores de servicios aéreos. Ambulancias Aéreas de Colombia SAS (AAC SAS) es una empresa prestadora de servicios aéreo-medicalizados en territorio colombiano, la naturaleza operacional de la compañía requiere la disponibilidad permanente de las aeronaves en línea de vuelo, sin embargo, durante las labores de mantenimiento del sector aéreo colombiano, se ha detectado la ocurrencia de accidentes e incidentes, como el referenciado por el diario el país, Avioneta se incendia en hangar del Bonilla Aragón, sin dejar heridos. ... Un incendio se registró hacia las 10:15 de la mañana de este miércoles en un hangar del aeropuerto internacional, Alfonso Bonilla Aragón, de Palmira, luego que se presentara un cortocircuito en una aeronave de corta envergadura. (El país, 2019). Conforme a lo anterior y producto de la manipulación de sistemas en la aeronave en labores de mantenimiento conllevan a un riesgo eléctrico, en el que está expuesto el			

personal de mantenimiento y los activos de las empresas, que trae como consecuencia pérdidas económicas por reparaciones, lucro cesante por inactividad de las aeronaves, incapacidades, lesiones temporales o permanentes en el personal afectado.

Un aspecto para considerar, que puede llegar a ser crítico según lo expuesto por Hernández (2019) afirma que “en la ciudad de Bogotá y centro del país, no existe un Centro de Entrenamiento que facilite la capacitación de los bomberos en la atención de emergencias aeronáuticas” (p.4). Lo anterior evidencia la falta de personal capacitado para atender posibles situaciones complejas, que puedan llegar a presentarse en las labores de mantenimiento relacionadas con incendios o electrocuciones.

De igual manera, es importante considerar el comportamiento de la accidentalidad de origen eléctrico en Colombia, conforme a la información suministrada por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, en donde se evidencia que no hay una disminución significativa frente a la tasa de accidentalidad de origen pues en los últimos cinco años la tasa promedio de accidentalidad está en 286 accidentes; siendo la actividad de mantenimiento la que genera una mayor tasa de accidentalidad.

Pregunta: ¿Cuáles son los efectos de la exposición a factores de riesgo eléctrico presentes en las actividades de mantenimiento aeronáutico, desarrolladas por el personal técnico de la empresa Ambulancias Aéreas de Colombia SAS en el año 2021?

Objetivos:

Objetivo General

- Diseñar una estrategia enfocada en la mitigación del factor de riesgo eléctrico presente en las actividades de mantenimiento aeronáutico, desarrolladas por el personal técnico de la empresa Ambulancias Aéreas de Colombia SAS, durante el año 2021.

Objetivos específicos:

- Valorar los factores de riesgo eléctrico presentes en las actividades de mantenimiento aeronáutico de la empresa Ambulancias Aéreas de Colombia SAS en el año 2021.
- Determinar la frecuencia y severidad de los accidentes e incidentes en el personal de mantenimiento y en las instalaciones de Ambulancias Aéreas de Colombia SAS
- Indagar estrategias para la gestión de riesgos de origen eléctrico, que permita mitigar la accidentalidad por las actividades desarrolladas por el personal técnico de mantenimiento aeronáutico.

Marco teórico:

El marco teórico comienza con varios referentes sobre exposición a riesgo eléctrico, donde se abarcan conceptos como electricidad, diferencia de potencial, corriente eléctrica, energía eléctrica, métodos de control y efectos por dicha exposición. [pp. 14-15 - 16]

De igual manera se definen los factores de riesgo eléctrico más comunes entre los cuales se encuentran: arco eléctrico y contacto directo e indirecto. [pp. 17-18]

Por último, se exponen las principales consecuencias sobre la salud, a saber: muerte, fibrilación ventricular y quemaduras. [pp. 18]

Adicionalmente se evidencian algunos antecedentes investigativos referentes al tema. [pp. 19-20]

Método:

El tipo de investigación es estudio de caso que desde un enfoque cualitativo permite identificar particularidades del personal y de la situación en la que se desenvuelven. Se encuentra dentro de los estudios de nivel no experimental con el fin de hacer uso de la observación y luego realizar el análisis respectivo. [pp. 25]

Se tomo una muestra por conveniencia, correspondiente al personal con licencia TMA, de Ambulancias Aéreas de Colombia conformado por 6 técnicos, de los cuales se obtuvo información por medio de entrevistas y aplicación de un cuestionario, se realizó un análisis documental donde la principal fuente de información fue la matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos de la compañía y por último se hizo uso de la observación directa a las instalaciones. [pp. 24- 26-27]

Resultados, hallazgos u obra realizada:

Los resultados y/o hallazgos evidenciados luego de la aplicación de los instrumentos seleccionados se relacionan así:

Con la aplicación de una entrevista se pudo identificar información relacionado con el contexto interno y externo de la organización y en relación a su objeto social, actividad económica, procesos de gestión interna y conocimiento del riesgo. [p.p. 34]

En el reconocimiento en campo, se logró hacer una identificación de los diferentes factores de riesgo eléctrico presentes en las instalaciones eléctricas fijas y temporales, lo que permitió posteriormente valorar el riesgo de origen eléctrico presente en las actividades de mantenimiento aeronáutico en la empresa. [p.p. 34]

Una vez que se identificaron y valoraron los diferentes factores de riesgo eléctrico presentes en las instalaciones y a los cuales están expuestos los trabajadores, se procedió a relacionar esta valoración de los efectos de la exposición a estos factores presentes en las actividades de mantenimiento aeronáutico, con la frecuencia y severidad de los accidentes e incidentes en el personal de mantenimiento y en las instalaciones de Ambulancias Aéreas de Colombia SAS, y para ello se aplicaron los diferentes instrumentos de análisis planteados en la metodología. [p.p. 35-36-37-38]

Por último, se expone la aplicación del instrumento de revisión documental para determinar la frecuencia y severidad de los accidentes de origen eléctrico ocurridos en la empresa y de igual manera de la matriz de identificación de peligros del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo de la empresa. [p.p. 39]

Conclusiones:

El actual desconocimiento detallado por parte de la empresa Ambulancias Aéreas de Colombia SAS, de todos los factores de riesgo eléctrico que están presentes en las instalaciones eléctricas especiales del hangar en el que se desarrollan las tareas de mantenimiento de aeronaves, es alto, y además es un obstáculo para la efectiva determinación de los efectos del riesgo eléctrico en mantenimiento aeronáutico. [p.p. 40]

El primer paso para un cambio en la organización, que evite los efectos adversos del peligro eléctrico al que están expuestas las personas y la infraestructura donde se realizan labores de mantenimiento, es el reconocimiento técnico de las condiciones actuales de las instalaciones en cuanto a requisitos de seguridad eléctrica establecidos en el RETIE, y la identificación de todos los factores de riesgo eléctrico presentes en las actividades de mantenimiento aeronáutico de la empresa Ambulancias Aéreas de Colombia SAS. [p.p. 41].

La severidad de las lesiones y las afectaciones a la infraestructura que se asocian con la accidentalidad eléctrica en tareas de mantenimiento en general en el país es muy alta y con efectos frecuentes como la muerte o lesiones permanentes por quemaduras de tercer grado, razón por la cual se considera que el riesgo eléctrico asociado a las tareas de mantenimiento de aeronaves está ubicado en un nivel alto en cuanto a la severidad de las lesiones. [p.p. 41].

Productos derivados:

Estrategia enfocada en la mitigación del factor de riesgo eléctrico presente en las actividades de mantenimiento aeronáutico, desarrolladas por el personal técnico de la empresa Ambulancias Aéreas de Colombia S.A.S, durante el año 2021. (Anexo D del presente documento). [p.p. 51-52-53].

Efecto del riesgo eléctrico en mantenimiento aeronáutico
Ambulancias Aéreas de Colombia SAS

Jenny C. Franco Díaz

Cod. 11207073

Jonathan A. Celeno Durán

Cod. 11207035

Julio A. Bonilla Gutiérrez

Cod. 11207009

Corporación Universitaria UNITEC
Escuela de Ciencias Económicas y Administrativas
Especialización en Gestión de la Salud y Seguridad en el Trabajo

Bogotá, Distrito Capital

03 de mayo de 2021

Efecto del riesgo eléctrico en mantenimiento aeronáutico
Ambulancias Aéreas de Colombia SAS

Jenny C. Franco Díaz
Cod. 11207073

Jonathan A. Celeno Durán
Cod. 11207035

Julio A. Bonilla Gutiérrez
Cod. 11207009

Gregorio E. Puello Socarrás
Director

Corporación Universitaria UNITEC
Escuela de Ciencias Económicas y Administrativas
Especialización en Gestión de la Salud y Seguridad en el Trabajo

Bogotá, Distrito Capital
03 de mayo de 2021

Tabla de contenido

	Tabla de figuras	3
Resumen		4
Palabras clave		4
	Introducción	5
	Planteamiento del problema	7
	Justificación	11
	Pregunta de investigación	12
	Objetivos	13
Objetivo general		13
Objetivos específicos		13
	Marco referencial	14
Marco teórico		14
	<i>Exposición a riesgo eléctrico</i>	14
	<i>Efectos por la exposición a riesgo eléctrico</i>	16
	<i>Factores de riesgo eléctrico más comunes.</i>	17
	<i>Consecuencias sobre la salud.</i>	18
Antecedentes investigativos		19
Marco conceptual		21
	Marco metodológico	24
Población		24
Muestra		24
Métodos de muestreo		24
Tipo de estudio		25
Enfoque		25
Tipo de investigación		26

Alcance de la investigación	26
Diseño	26
Variables	27
Hipótesis	29
Instrumento de recolección de datos	29
Instrumento de análisis de datos	30
Cronograma	33
Resultados y hallazgos	34
Conclusiones	40
Listado de referencias	43
Anexo A	47
Anexo B	49
Anexo C	50
Anexo D	51
Anexo E	54

Tabla de figuras

Figura 1. <i>Número de accidentes de origen eléctrico</i>	9
Figura 2. <i>Actividades con accidentes de origen eléctrico</i>	10
Figura 3. <i>Jerarquía de controles</i>	16
Tabla 1. <i>Variables</i>	27
Figura 4. <i>Matriz para análisis de riesgos</i>	31
Figura 5. <i>Decisiones y acciones para controlar el riesgo</i>	32
Tabla 2. <i>Cronograma de actividades</i>	33
Tabla 3. <i>Procesos y cargos AAC</i>	34
Tabla 4. <i>Valoración de los factores de riesgo eléctrico presentes en las actividades de mantenimiento</i>	36

Resumen

La gestión de riesgos en el sector de mantenimiento aeronáutico tiene gran importancia porque de estas actividades depende la operación segura del aerotransporte de personas y carga. El peligro eléctrico es uno de los más severos en tareas de mantenimiento, en razón a la severidad de las lesiones y graves afectaciones a la salud que produce sobre los trabajadores expuestos a fuentes de peligro. El caso de estudio abordado en este trabajo de investigación, determina los efectos por la exposición a factores de riesgo eléctrico presentes en las actividades de mantenimiento aeronáutico desarrolladas por el personal técnico de la empresa Ambulancias Aéreas de Colombia S.A.S. en el año 2021. La metodología de investigación aplicada permite valorar los factores de riesgo eléctrico, determinar la frecuencia y severidad de accidentes e incidentes y formular una estrategia de mitigación del riesgo eléctrico latente, a partir de la aplicación de los resultados del estudio.

Palabras clave

Aeronave, accidente, electricidad, mantenimiento, riesgos

Introducción

Las operaciones aéreas civiles en el territorio colombiano son reguladas por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (U.A.E.A.C.), a través de los Reglamentos Aeronáuticos Colombianos (RAC); específicamente el RAC 119 CERTIFICACIÓN DE EXPLOTADORES DE SERVICIOS AÉREOS, clasifica la modalidad de ambulancia aérea como una actividad de transporte aéreo especial.

Ambulancias Aéreas de Colombia SAS, en su calidad de prestador de servicio aéreo medicalizado, desarrolla actividades de mantenimiento en sus aeronaves con la aprobación de la autoridad aeronáutica (con mantenimiento propio), esto en aras de incrementar la disponibilidad de las aeronaves para la operación y servicio, ya ésta es determinante para brindar ayuda humanitaria, en los menores intervalos de tiempo.

El RAC 145 (ORGANIZACIONES DE MANTENIMIENTO APROBADAS), establece los procedimientos para la ejecución de mantenimiento en las aeronaves, según lo mencionado por el director de mantenimiento de Ambulancias Aéreas de Colombia S.A.S. el Ingeniero Hernán Medina Vásquez, afirma que «pese a los esfuerzos de la autoridad, no se evidencia un análisis de factores de riesgo eléctrico que afectan las actividades, ni su estandarización». (Medina, comunicación personal, 20 de septiembre, 2020).

El presente documento identifica el factor de riesgo eléctrico generado durante las actividades de mantenimiento de aeronaves, ya que de acuerdo con lo mencionado por la U.A.E.A.C. indica que al estar expuesto al factor de riesgo eléctrico desencadena eventos indeseables (incapacidades, lesiones permanentes o temporales, lucro cesante, pérdida de activos,) los cuales han sido muy poco documentados al público y fueron divulgados al interior del gremio de mantenimiento de manera informal, mediante la voz a voz, o documentado mediante herramientas virtuales y/o redes sociales.

Una vez identificados los factores de riesgo eléctricos asociados se podrá determinar los efectos derivados a esta exposición, y así determinar cómo estos aspectos pueden llegar a afectar la prestación de los servicios de salud de la empresa Ambulancias Aéreas de Colombia SAS.

Planteamiento del problema

La Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (U.A.E.A.C.) es el ente rector regulador de las actividades aéreas en el territorio colombiano. Su enfoque primordial es asegurar la operación aérea a nivel nacional realizando control sobre las operaciones de las aeronaves que hacen uso del espacio aéreo propio del territorio. Dentro de su alcance como entidad regulatoria establece parámetros de seguimiento a los operadores aéreos civiles, dentro de este grupo se encuentran los operadores de actividades aéreas especiales, según lo descrito en el RAC 119 Certificación de explotadores de servicios aéreos.

Ambulancias Aéreas de Colombia S.A.S. (AAC S.A.S.) es una empresa prestadora de servicios aéreo-medicalizados en territorio colombiano, la naturaleza operacional de la compañía requiere la disponibilidad permanente de las aeronaves en línea de vuelo, sin embargo, durante las labores de mantenimiento del sector aéreo colombiano, se ha detectado la ocurrencia de accidentes e incidentes, como el referenciado por el diario el país,

Avioneta se incendia en hangar del Bonilla Aragón, sin dejar heridos. ... Un incendio se registró hacia las 10:15 de la mañana de este miércoles en un hangar del aeropuerto internacional, Alfonso Bonilla Aragón, de Palmira, luego que se presentara un cortocircuito en una aeronave de corta envergadura. (El país, 2019).

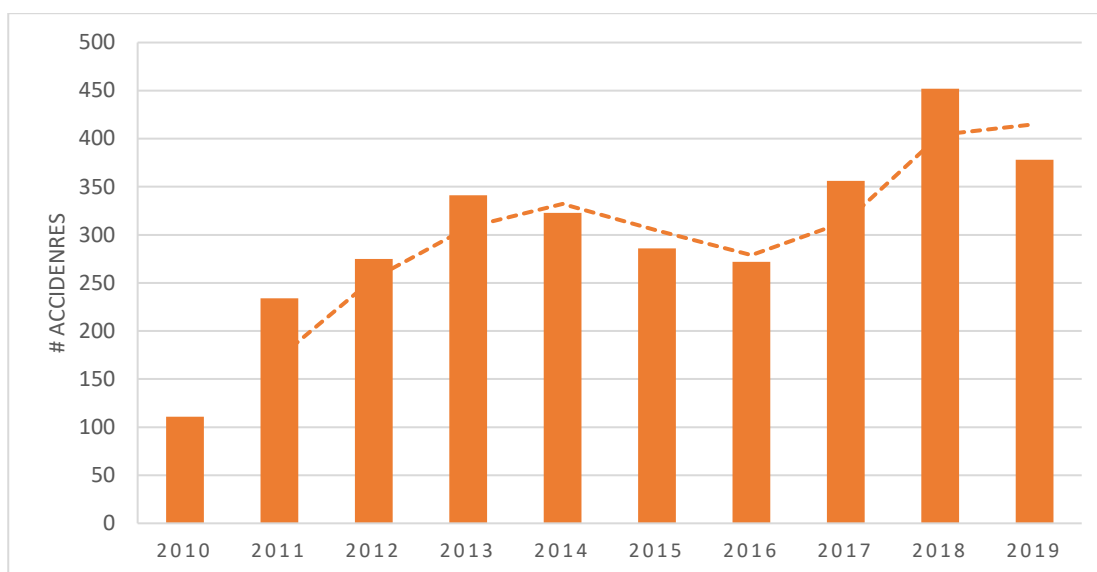
Conforme a lo anterior y producto de la manipulación de sistemas en la aeronave en labores de mantenimiento conllevan a un riesgo eléctrico, en el que está expuesto el personal de mantenimiento y los activos de las empresas, que trae como consecuencia pérdidas económicas por reparaciones, lucro cesante por inactividad de las aeronaves, incapacidades, lesiones temporales o permanentes en el personal afectado.

Un aspecto para considerar, que puede llegar a ser crítico según lo expuesto por Hernández (2019) afirma que “en la ciudad de Bogotá y centro del país, no existe un Centro de Entrenamiento que facilite la capacitación de los bomberos en la atención de emergencias aeronáuticas” (p.4). Lo anterior evidencia la falta de personal capacitado para atender posibles situaciones complejas, que puedan llegar a presentarse en las labores de mantenimiento relacionadas con incendios o electrocuciones.

De igual manera, es importante considerar el comportamiento de la accidentalidad de origen eléctrico en Colombia, conforme a la información suministrada por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, en donde se evidencia que no hay una disminución significativa frente a la tasa de accidentalidad de origen eléctrico, tal como se refleja en la figura 1, en donde se demuestra que en los últimos cinco años la tasa promedio de accidentalidad está en 286 accidentes.

Figura 1.

Número de accidentes de origen eléctrico

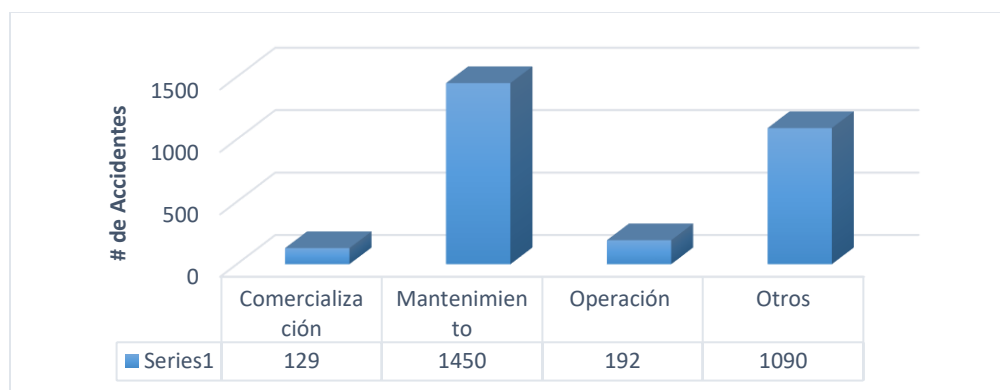


Nota. El número de accidentes de origen eléctrico corresponde a los reportes emitidos por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2020).

Como se puede apreciar en la figura 2, la actividad de mantenimiento es la que genera una mayor tasa de accidentalidad relacionada con el factor de riesgo eléctrico, la cual esta significativamente por encima frente a las actividades relacionadas con la comercialización y la operación.

Figura 2.

Actividades con accidentes de origen eléctrico



Nota. El número de accidentes de origen eléctrico para las diferentes actividades corresponde a los reportes emitidos por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2020).

Para evitar que este tipo de situaciones afecten la actividad aérea humanitaria desarrollada por la empresa AAC S.A.S., se hace necesario identificar los factores de riesgo eléctrico y los posibles efectos por su exposición que inciden en el personal técnico de mantenimiento aeronáutico.

Justificación

Para Ambulancias Aéreas de Colombia SAS (AAC S.A.S.), prestador de servicios aeromedicalizados, el retraso, postergación y/o cancelación de un vuelo puede representar la pérdida de vidas humanas.

Teniendo en cuenta las experiencias del personal del gremio de mantenimiento aeronáutico en las diferentes empresas del sector, se hace necesario de manera prioritaria diseñar una estrategia enfocada en la mitigación de la posible ocurrencia de incidentes o accidentes generados por riesgo eléctrico en el personal y/o activos de la compañía.

En complemento a lo anterior es importante considerar que los efectos o consecuencias derivadas a la exposición del factor de riesgo eléctrico están asociados a quemaduras de diferentes grados, tetanización muscular y muerte, lo que conlleva a la generación de días perdidos o pagos de indemnización por parte de la compañía.

Adicionalmente el desarrollo del presente documento permite a los estudiantes de la especialización colocar en práctica el conocimiento adquirido frente a la gestión en la Seguridad y Salud en el Trabajo, combinando este con las competencias relacionadas con la ingeniería industrial e ingeniería eléctrica.

Pregunta de investigación

¿Cuáles son los efectos de la exposición a factores de riesgo eléctrico presentes en las actividades de mantenimiento aeronáutico, desarrolladas por el personal técnico de la empresa Ambulancias Aéreas de Colombia SAS en el año 2 021?

Objetivos

Objetivo general

Diseñar una estrategia enfocada en la mitigación del factor de riesgo eléctrico presente en las actividades de mantenimiento aeronáutico, desarrolladas por el personal técnico de la empresa Ambulancias Aéreas de Colombia SAS, durante el año 2 021.

Objetivos específicos

- Valorar los factores de riesgo eléctrico presentes en las actividades de mantenimiento aeronáutico de la empresa Ambulancias Aéreas de Colombia S.A.S. en el año 2 021.
- Determinar la frecuencia y severidad de los accidentes e incidentes en el personal de mantenimiento y en las instalaciones de Ambulancias Aéreas de Colombia S.A.S.
- Indagar estrategias para la gestión de riesgos de origen eléctrico, que permita mitigar la accidentalidad por las actividades desarrolladas por el personal técnico de mantenimiento aeronáutico.

Marco referencial

Marco teórico

Exposición a riesgo eléctrico

Considerando lo definido por Henao (2008) “la electricidad se puede definir como un agente físico presente en todo tipo de materia que bajo ciertas condiciones especiales se manifiesta como una diferencia de potencial entre dos puntos de dicha materia” (p.5).

Cuando esa diferencia de potencial tiene la forma de producir una corriente eléctrica o intensidad de corriente eléctrica y esta circula por el cuerpo humano, inevitablemente se van a generar diferentes efectos fisiológicos sobre la salud de las personas, como producto de la energía eléctrica que recibe el cuerpo al entrar en contacto con la fuente que emite la energía.

“En general la utilización y dependencia tanto industrial como doméstica de la energía eléctrica ha traído consigo la aparición de accidentes por contacto con elementos energizados” (Ministerio de Minas y Energía [MME], 2013)

Considerando a Dalziel (1959) “existen diferentes efectos de una corriente eléctrica sobre el cuerpo humano, y en su mayoría nocivos para la salud. Estos efectos pueden ir desde una leve sensación de electrización hasta una electrocución y muerte”. (p.17)

La energía eléctrica tiene el potencial de causar graves afectaciones a la salud de las personas, tanto las que son expuestas directamente al peligro eléctrico, como es el caso de los trabajadores del sector eléctrico y el personal de mantenimiento en la industria en general, como también, cualquier persona que a nivel doméstico o comercial haga uso de la electricidad.

El riesgo eléctrico podría definirse considerando a ICONTEC (2012) y su guía para la identificación de peligros y valoración de riesgos, como una “combinación entre la probabilidad y la severidad el daño que pueda ocasionar la energía eléctrica sobre la salud de las personas”; y el riesgo de electrocución es la “posibilidad de circulación de una corriente eléctrica mortal a través de un ser vivo” (MME, 2013).

“La electrocución se da en los accidentes con paso de corriente, cuya consecuencia es la muerte, la cual puede ser aparente, inmediata o posterior” (MME, 2013) por lo tanto, es imperativo que, en términos laborales, se adelante una correcta evaluación y un apropiado análisis del nivel de riesgo por exposición al peligro eléctrico, so pena de incurrir en una falla grave por omisión en caso de no realizarse por la magnitud o severidad del daño que tiene para la salud.

En lo que se refiere al tema de seguridad y salud en el trabajo, siempre deben identificarse los factores de riesgo eléctrico a los cuales se expone el trabajador, y a partir de ello, proponer las diferentes medidas de control que corresponde, aplicando los 5 niveles de jerarquía, de acuerdo a la figura 3, los cuales serán: eliminación, sustitución, controles de ingeniería, controles administrativos y equipos de protección personal (ICONTEC, 2012).

Figura 3.*Jerarquía de controles*

En materia de gestión de riesgos de origen eléctrico, existen diferentes estudios técnicos y científicos, que establecen un marco de referencia para el estudio de la exposición a la electricidad y sus efectos sobre la salud de las personas, como los de Dalziel (1959), Casas (2013), Henao (2008), todos ellos aportando en materia de prevención del riesgo eléctrico. Todos estos estudios han sido considerados en Colombia para establecer el marco de referencia en materia de prevención y promoción y para la elaboración de políticas y lineamientos como por ejemplo el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, MME (2013) que buscan la protección del trabajador.

Efectos por la exposición a riesgo eléctrico

La exposición de un ser vivo a la electricidad, y los efectos que dicha exposición pueda producir sobre la salud y la vida, son materia de estudio en lo referente a riesgo eléctrico, toda vez que un accidente de origen eléctrico usualmente asocia severas consecuencias como la muerte o una grave afectación a la salud.

Para considerar los efectos de la exposición a riesgo eléctrico, es necesario identificar los factores de riesgo más comunes a los que se exponen los trabajadores que ejecutan tareas de mantenimiento, y las patologías asociadas a los accidentes asociados a estos factores de riesgo.

Factores de riesgo eléctrico más comunes.

Arco eléctrico:

Según NFPA (2018), es “una descarga de energía de forma instantánea y no controlada, asociada a una ionización del aire u otro medio gaseoso, entre dos puntos a diferente potencial eléctrico”.

El arco eléctrico es uno de los factores de riesgo eléctrico más comunes, y su cálculo y medidas de control se han estudiado ampliamente por organizaciones como la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA) y el Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), las cuales han establecido diferentes metodologías para la determinación de los mejores controles para la mitigación del riesgo asociado.

Contacto directo e indirecto:

La electricidad en sí misma es una condición física que no representa peligro por sí sola, sino que el peligro aparece cuando al contacto directo o indirecto de una persona con una parte energizada, circula una corriente eléctrica por el cuerpo humano produciendo efectos adversos sobre la salud.

Dalziel es uno de los principales investigadores sobre los efectos de una corriente eléctrica sobre el cuerpo humano, y su trabajo ha sido considerado por otros autores colombianos especialistas en seguridad eléctrica como Henao y Casas.

“Las consecuencias del paso de la corriente por el cuerpo humano pueden ocasionar desde una simple molestia hasta la muerte, dependiendo del tipo de contacto” (MME, 2013)

Consecuencias sobre la salud.

Muerte:

La consecuencia más severa sobre la salud de las personas, por efectos de su exposición o contacto con la electricidad, es la muerte. Existen diferentes análisis estadísticos y estudios forenses, dentro los cuales se destacan los análisis epidemiológicos forenses de las electrocuciones en Colombia realizados por Tejada y Téllez (2016).

Fibrilación ventricular:

“Consiste en el movimiento anárquico del corazón, el cual, deja de enviar sangre a los distintos órganos” (Gabarda,1993). Sobre este tipo de afectación a la salud de las personas, existen varios estudios dentro de los que destacan por ejemplo los publicados por Correa y Rueda (2018) que mencionan que “se han establecido dos hechos importantes en relación con las corrientes requeridas para causar fibrilación. En primer lugar, el corazón fibrilará sólo si la corriente pasa durante la fase de diástole, en el período justo en que los ventrículos están relajados y, en segundo lugar, entre más pequeña sea la corriente deberá pasar durante un período más largo para que cause fibrilación.” (Correa, 2018)

Quemaduras:

Estudios médicos como los publicados por González y Ávila, indican que “Las quemaduras eléctricas generan un tipo de lesión especial, derivadas de las propiedades físicas de la electricidad y la ruta del flujo de corriente a través de los tejidos y órganos” González y Ávila (2019). En estos estudios también se informa que, según la OMS, las quemaduras eléctricas constituyen un problema de salud pública a nivel mundial provocando aproximadamente 180 000 muertes al año en todo el mundo.

Antecedentes investigativos

Una investigación llevada a cabo por Pinza, E., & Mejía, P., (2013), de la ciudad de Pasto en Colombia, dentro de su planteamiento teórico, nos explica sobre el cuerpo humano y la resistencia a la circulación de la corriente indicando:

En el cuerpo humano la superficie de la piel es la que principalmente ofrece resistencia a la circulación de la corriente, pero cuando esta se humedece se disminuye dramáticamente la resistencia al paso de la corriente y una vez vencida la corriente circula fácilmente por la sangre y los tejidos. Existen otros factores que afectan la resistencia como son el tipo de vestuario, las condiciones de la piel, las condiciones metabólicas, la trayectoria de la corriente, la raza, la tensión (voltaje), la superficie, la presión de contacto e incluso la frecuencia, la magnitud de la corriente y la forma de la onda de voltaje. (Pinza, E., & Mejía, P.,2013).

En el proyecto de practica experimental por Pontón Hernández, M. (2017) de la Universidad Autónoma de Occidente, en Santiago de Cali, donde se estudian los efectos de la corriente eléctrica en el cuerpo humano nos indica que existen efectos físicos inmediatos dentro

de los cuales se encuentra: paro cardiaco, asfixia, quemaduras, tetanización, fibrilación ventricular, lesiones permanentes, y efectos físicos no inmediatos como manifestaciones renales, trastornos cardiovasculares, nerviosos, sensoriales, oculares y auditivos.

En el trabajo de Moreno Fonseca, C., & Rangel Montano, L., (2019) de la universidad de la Salle, en Bogotá, en el cual diseñaron y construyeron un prototipo del cuerpo humano para realizar pruebas de riesgo eléctrico, en el cual se expone que

los efectos de la electricidad dependen del paso de la corriente a través de los centros nerviosos y órganos vitales como bulbo, cerebelo, caja torácica y corazón. En la mayoría de los accidentes eléctricos, la corriente circula desde las manos hasta los pies. Esta trayectoria es la más vulnerable, debido a que en este camino se encuentran los pulmones y el corazón (Moreno Fonseca, C., & Rangel Montano, L.,2019).

En el ámbito internacional se ubica un artículo relacionado con el estudio de accidentes eléctricos y peligro del arco eléctrico en donde se menciona, «La base de un programa de seguridad eléctrica es la gestión de cultura preventiva. Cualquier tarea en este sentido debe apuntar a establecer ciertos controles de acuerdo con un orden lógico» (Muñoz, 2015), lo que da a entender que la jerarquía de controles definidas en la gestión de los riesgos es primordial para evitar la generación de accidentes de trabajo o enfermedades laborales.

Marco conceptual

Los principales conceptos a tener en cuenta para el desarrollo de este trabajo son:

Ambulancia aérea:

Referido a la aeronave. Aeronave destinada y equipada para el traslado por vía aérea, de personas que padecen lesiones orgánicas o enfermedades cuyas condiciones normalmente les impiden ser transportadas en aeronaves de transporte público, contando con personal médico y auxiliar capacitado. Referido al servicio (Servicio de ambulancia aérea). Servicio aéreo comercial de trabajos aéreos especiales, consistente en el traslado por vía aérea, de personas que padecen lesiones orgánicas o enfermedades cuyas condiciones normalmente les impiden ser transportadas en aeronaves de transporte público; empleando en consecuencia aeronaves destinadas y equipadas al efecto, contando con personal médico y auxiliar capacitado. (UAEAC, 2009).

Corriente eléctrica:

Es el movimiento de cargas eléctricas entre dos puntos que no se hallan al mismo potencial, por tener uno de ellos un exceso de electrones respecto al otro. (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

Electricidad:

El conjunto de disciplinas que estudian los fenómenos eléctricos o una forma de energía obtenida del producto de la potencia eléctrica consumida por el tiempo de servicio. (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

Factor de riesgo:

Condición ambiental o humana cuya presencia o modificación puede producir un accidente o una enfermedad ocupacional. (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

RETIE:

Acrónimo del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas adoptado por Colombia. (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

Riesgo:

Combinación de la probabilidad de que ocurra(n) un(os) evento(s) o exposición(es) peligroso(s), y la severidad de lesión o enfermedad, que puede ser causado por el (los) evento(s) o exposición(es) (NTC-OHSAS 18001).

Riesgo de electrocución:

Posibilidad de circulación de una corriente eléctrica mortal a través de un ser vivo. (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

Mantenimiento:

Ejecución de los trabajos requeridos para asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves, lo que incluye una o varias de las siguientes tareas: reacondicionamiento, inspección, reemplazo de piezas, rectificación de defectos e incorporación de una modificación o reparación. (UAEAC, 2009).

Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC):

Conjunto de normas de carácter general y obligatorio, emanadas de la UAEAC a través de su Director General, en ejercicio de facultades que le otorga la Ley en tal sentido, que regulan aspectos propios de la aviación civil, en concordancia con otras normas nacionales e internacionales sobre la materia y en especial con la Parte Segunda del Libro Quinto del Código de Comercio y con el Convenio de Chicago de 1.944 Sobre Aviación Civil Internacional y sus anexos técnicos. (UAEAC, 2009).

Taller aeronáutico (taller de reparación):

Establecimiento integrado por instalaciones con los medios para mantener, reparar o alterar aeronaves, estructuras, plantas motrices, hélices o componentes con permiso de funcionamiento otorgado por la UAEAC. Cuando el taller se encuentra en Colombia se le denomina Taller Aeronáutico de Reparación - TAR; cuando se encuentra fuera de la República de Colombia y es autorizado por la UAEAC, se le denomina Taller Aeronáutico de Reparación en el Extranjero -TARE. (UAEAC, 2009).

Técnico (mecánico):

Persona titular de una licencia que lo habilita para efectuar trabajos de mantenimiento de aeronaves en línea (técnico de línea) o en relación con especialidades (técnico especialista) propias de talleres aeronáuticos. (UAEAC, 2009).

Marco metodológico

Población

De acuerdo con Fracica (1988), población es “el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo” (p. 36). Para el presente proyecto la población de estudio es el personal técnico que realice labores de mantenimiento de aeronaves que para el 29 de enero del 2021 consta de 15 083 licencias TMA (Técnico en mantenimiento de aeronaves) por técnicos a nivel nacional, conforme a lo publicado en la página web de la Aeronáutica Civil. (UAEAC, 2021)

Muestra

De acuerdo con Bernal (2010), define la muestra como “[...] la parte de la población que se selecciona, de la cual realmente se obtiene la información para el desarrollo del estudio...” (p.177), conforme a lo anterior definición la muestra seleccionada para la presente investigación corresponde a (6) seis técnicos con licencia TMA que realizan labores de mantenimiento aeronáutico en Ambulancias Aéreas de Colombia SAS.

Métodos de muestreo

Conforme a lo mencionado por Pineda (1994), señala que en “el muestreo no probabilístico todas las unidades que componen la población no tienen la misma posibilidad de

ser seleccionadas” (p.119), por lo anterior el método de muestreo seleccionado es el no probabilístico.

Dentro del muestreo no probabilístico se encuentra que el método por conveniencia se ajusta para el desarrollo del presente proyecto, lo anterior conforme a lo mencionado por Arias – Gómez (2016) quien define que el “método por conveniencia permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador”. (p.206),

Tipo de estudio

De acuerdo con Bernal (2010), define que “la investigación seccional o transversal, aquella en la cual se obtiene información del objeto de estudio (población o muestra) una única vez en un momento dado.” (p.123), conforme a lo anterior el tipo de estudio seleccionado para el desarrollo del proyecto es el estudio transversal.

Enfoque

Dado que Bonilla y Rodríguez (2000) mencionan que:

El método cualitativo o método no tradicional se orienta a profundizar casos específicos y no a generalizar. Su preocupación no es prioritariamente medir, sino cualificar y describir el fenómeno social a partir de rasgos determinantes, según sean percibidos por los elementos mismos que están dentro de la situación estudiada. (p.64)

Por lo tanto, el enfoque utilizado en la presente investigación es fundamentado en el método cualitativo, ya que permite describir los efectos de la exposición al factor de riesgo eléctrico.

Tipo de investigación

El tipo de investigación seleccionada es estudio de caso, que de acuerdo con Martínez Carazo (2006), es “[...] una herramienta valiosa de investigación, y su mayor fortaleza radica en que a través del mismo se mide y registra la conducta de las personas involucradas en el fenómeno estudiado,” (p.167), lo que permitirá identificar las particularidades del personal y la situación en la que se desenvuelven.

Alcance de la investigación

De acuerdo con Hernández (2014), menciona que el alcance descriptivo: busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas.” (p.92),

Conforme a lo anterior el alcance de la investigación es descriptivo ya que permite analizar la situación específica que se abordan en la presente investigación.

Diseño

Como lo manifiesta Agudelo (2010)

La investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. (p.39)

Conforme a lo mencionado anteriormente el diseño seleccionado para el presente proyecto es una investigación no experimental, ya que no se introducen estímulos para variar intencionalmente las variables independientes.

Variables

De acuerdo con Bernal (2010), una variable “es una característica, atributo, propiedad o cualidad que puede estar o no presente en los individuos, grupos o sociedades; puede presentarse en matices o modalidades diferentes o en grados, magnitudes o medidas distintas a lo largo de un continuum” (p. 139). Conforme a la anterior definición se han establecido las siguientes variables:

Tabla 1.

Variables

Variable	Indicador	Tipo de Variable
Factores de riesgo eléctrico	<p>Según RETIE: *</p> <p>Arco eléctrico</p> <p>Ausencia de energía</p> <p>Contacto directo</p> <p>Contacto indirecto</p> <p>Corto circuito</p> <p>Descarga eléctrica</p> <p>Energía estática</p> <p>Equipo defectuoso</p> <p>Rayos</p> <p>Sobrecarga</p> <p>Tensión de contacto</p> <p>Tensión de paso</p> <p>Según NFPA 70E: **</p> <p>Descarga eléctrica</p> <p>Ráfaga de arco eléctrico</p> <p>Relámpago de arco eléctrico</p> <p>Otras fuentes: ***</p> <p>Campos electromagnéticos</p> <p>Tensiones de Transferencia</p>	<p><i>Tipo de Variable:</i></p> <p>Independiente</p> <p><i>Enfoque:</i> cualitativo</p> <p><i>Tipo de Indicador:</i></p> <p>nominal</p>
Efectos sobre la salud	<p>Muerte</p> <p>Necrosis</p> <p>Quemadura</p> <p>Paro cardiorrespiratorio</p> <p>Fibrilación ventricular</p> <p>Tetanicación muscular</p>	<p><i>Tipo de Variable:</i></p> <p>Dependiente</p> <p><i>Enfoque:</i> cualitativo</p> <p><i>Tipo de Indicador:</i></p> <p>nominal</p>

	<p>Asfixia Bloqueo renal Shock Hemólisis Trombosis Avulsión Edema masivo Hipoacusia Amaurosis</p>	
Efectos sobre el ambiente	<p>Incendio Contaminación Muerte de vegetación Daño</p>	<p><i>Tipo de Variable:</i> Dependiente <i>Enfoque:</i> cualitativo <i>Tipo de Indicador:</i> nominal</p>
Efectos sobre instalaciones	<p>Incendio Explosión Daño</p>	<p><i>Tipo de Variable:</i> Dependiente <i>Enfoque:</i> cualitativo <i>Tipo de Indicador:</i> nominal</p>
Efectos sobre la actividad laboral	<p>Muerte Incapacidad parcial permanente Incapacidad temporal >1 día Lesión menor sin incapacidad Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)</p>	<p><i>Tipo de Variable:</i> Dependiente <i>Enfoque:</i> cualitativo <i>Tipo de Indicador:</i> nominal</p>
Efectos sobre la imagen de la organización	<p>Internacional Nacional Regional Local Interna</p>	<p><i>Tipo de Variable:</i> Dependiente <i>Enfoque:</i> cualitativo <i>Tipo de Indicador:</i> nominal</p>
Efectos económicos sobre los equipos e instalaciones	<p>Daño grave, con interrupción permanente. Daño mayor, con interrupción continua. Daño severo, con interrupción temporal Daño importante, con interrupción breve Daño leve, sin interrupción</p>	<p><i>Tipo de Variable:</i> Dependiente <i>Enfoque:</i> cualitativo <i>Tipo de Indicador:</i> ordinario</p>

Severidad de la lesión	Muy alta Alta Media Baja Muy baja	<i>Tipo de Variable:</i> Interviniente <i>Enfoque:</i> cualitativo <i>Tipo de Indicador:</i> ordinario
Severidad del daño	Muy alto Alto Medio Bajo Muy bajo	<i>Tipo de Variable:</i> Interviniente <i>Enfoque:</i> cualitativo <i>Tipo de Indicador:</i> ordinario

Hipótesis

Conforme a lo mencionado por Espinoza (2010), una hipótesis de casualidad “no solo establece relaciones entre las variables, sino la naturaleza causal de las mismas. Indican cuál de las variables puede ser considerada como causa, predictora o variable independiente, y cuál puede ser considerada efecto, variable dependiente u observada.” (p. 139).

Debido a que se desarrolla una investigación cualitativa no es necesario el planteamiento de hipótesis.

Instrumento de recolección de datos

De acuerdo con Bernal (2010), menciona que el análisis de documentos es una “técnica basada en fichas bibliográficas que tienen como propósito analizar material impreso.” (p. 194).

Conforme a lo anterior el instrumento de recolección de datos seleccionado es el análisis de la matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos y documentación general de la empresa

De igual manera la recolección de datos se complementa por medio entrevistas al personal técnico que labora en la compañía, tal como lo define Bernal (2010),

Entrevista Técnica orientada a establecer contacto directo con las personas que se consideren fuente de información. A diferencia de la encuesta, que se ciñe a un

cuestionario, la entrevista, si bien puede soportarse en un cuestionario muy flexible, tiene como propósito obtener información más espontánea y abierta. Durante la misma, puede profundizarse la información de interés para el estudio. (p. 194).

Por último, se hará uso de la observación directa, "permite obtener información directa y confiable, siempre y cuando se haga mediante un procedimiento sistematizado y muy controlado", de acuerdo a Bernal (2010), acorde a esto, también se propone un instrumento de recolección de datos, el cual es ampliamente utilizado en el sector eléctrico en Colombia, especialmente por las organizaciones dedicadas a la verificación del cumplimiento de los requisitos técnicos de las instalaciones según RETIE, el cual es denominado como lista de verificación o lista de chequeo de requisitos técnicos de instalaciones eléctricas.

Instrumento de análisis de datos

De acuerdo con Bernal (2010), menciona que "el diagrama de causa/efecto (espina de pescado) Gráfica mediante la cual los miembros de un equipo representan, categorizan y evalúan todos los posibles motivos de un resultado o una reacción; por lo general, se expresa como un problema para resolver". (p. 198). Por lo anterior, el instrumento que acorde para el análisis de datos es el diagrama de causa efecto, el cual permitirá analizar las afectaciones derivadas por la exposición del factor de riesgo eléctrico presente en las actividades de mantenimiento de aeronaves.

El artículo 9.2.1 del anexo técnico del RETIE (MME, 2013) presenta una adaptación matricial de la herramienta de análisis de causa efecto, la cual es ampliamente utilizada para determinar la existencia de alto riesgo o peligro inminente en las instalaciones y la toma de decisiones. A continuación, se presenta una imagen del instrumento:

Figura 4.

Matriz para análisis de riesgos

RIESGO A EVALUAR:		por _____ (al) o (en) _____		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE				
		EVENTO O EFECTO (Ej: Quemaduras)		(Ej: Arco eléctrico)		(Ej: Celda de 13,8 kV)				
POTENCIAL <input type="checkbox"/>		REAL <input type="checkbox"/>		FRECUENCIA						
C O N S E C U E N C I A S	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: _____ MP: _____ Fecha: _____

Nota: RETIE (2013)

Figura 5.

Decisiones y acciones para controlar el riesgo

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	Muy alto	Inadmisble para trabajar. Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización, mediante un Permiso Especial de Trabajo (PES).
	Alto	Minimizarlo. Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
	Medio	Aceptarlo. Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
	Bajo	Asumirlo. Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.	El líder del trabajo debe verificar: <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué puede salir mal o fallar? • ¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? • ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
	Muy bajo	Vigilar posibles cambios	No afecta la secuencia de las actividades.

Nota: RETIE (2013)

Resultados y hallazgos

Mediante la aplicación del instrumento de “entrevista” que se presenta en el anexo A de este documento, se pudo identificar información relacionado con el contexto interno y externo de la organización y en relación a su objeto social, actividad económica, procesos de gestión interna y conocimiento del riesgo. Actualmente en la organización laboran 60 personas de planta, y está ubicada en la ciudad de Bogotá en la dirección Carrera 103 No 26 – 92 propiedad del estado, pero se encuentra en concesión a OPAIN; cuentan con 4 aeronaves Beechcraft; de los cuales 3 son de la serie E90 y uno de la serie C90, fabricados en la década de los 70 y evaluados cada uno alrededor de 750 USD. Las tareas de mantenimiento son realizadas en un hangar con altura de cubierta superior a los 12 metros de altura y libre acceso para las aeronaves lo que permite identificar a la edificación como una infraestructura con un sistema de ventilación natural aceptable, lo cual es favorable para que no se presenten la acumulación de gases o vapores explosivos o inflamables en las zonas de ejecución de actividades. Por otra parte, se evidenció que la organización tiene una estructura por procesos como se muestra a continuación.

Tabla 3.

Procesos y cargos AAC

PROCESO	CARGOS
PLANEACIÓN ESTRATÉGICA	Gerente General.
GESTIÓN INTEGRAL	Calidad- SST- Medio Ambiente- Seguridad Operacional - Seguridad al paciente- Coordinador HSEQ Y AVSEC - director SMS.
GESTIÓN COMERCIAL	Comercial y coordinador de vuelos.

GESTIÓN ASISTENCIAL	Director de sub-bases, director médico, médicos, auxiliares de enfermería, regente de farmacia.
GESTIÓN DE OPERACIONES	Director de operaciones, director de entrenamiento, pilotos, copilotos, asistente de operaciones, despachador de aeronaves.
AERONAVEGABILIDAD	Líder aseguramiento calidad, director general de mantenimiento, gestor de aeronavegabilidad, jefe de control calidad AIT, Líder de ingeniería, almacenista, jefe de mantenimiento, asistente de ingeniería, técnico de línea de aviación.
GESTIÓN FINANCIERA Y CONTABLE	Director de gestión contable, asistente de facturación, asistente de cartera, asistente contable.
GESTIÓN ADMINISTRATIVA Y COMPRAS	Subgerente, coordinador administrativo y compras, mensajero y servicios generales.
GESTIÓN HUMANA	Director de gestión humana.

En cuenta al objetivo específico de investigación acerca de la valoración de los factores de riesgo eléctrico presentes en las actividades de mantenimiento aeronáutico de la empresa Ambulancias Aéreas de Colombia SAS en el año 2021, a partir de un reconocimiento en campo ejecutado el 29 de marzo de 2021, por un ingeniero electricista inspector de instalaciones eléctricas con conocimientos en las normas NFPA 70E y en el Reglamento técnico de Instalaciones eléctricas RETIE y conocimientos en seguridad y salud en el trabajo, se pudo hacer una identificación de los diferentes factores de riesgo eléctrico presentes en las instalaciones eléctricas fijas y temporales, y para ello en el anexo B de este documento se presenta el instrumento tipo lista de verificación que se aplicó en la inspección y que permitió posteriormente valorar el riesgo de origen eléctrico presente en las actividades de mantenimiento aeronáutico de la empresa Ambulancias Aéreas de Colombia SAS en el año 2021. A continuación, se presenta el resultado de la identificación y valoración de factores de riesgo eléctrico presentes:

Tabla 4.

Valoración de los factores de riesgo eléctrico presentes en las actividades de mantenimiento

Equipo o instalación Inspeccionada	Factor de Riesgo Eléctrico identificado	Posibles efectos a las personas (Lesiones)	Posibles efectos a la infraestructura y los equipos	Cumple todos los requisitos del RETIE
Tablero eléctrico de distribución	Arco eléctrico Contacto directo Cortocircuito	Muerte Quemaduras Fibrilación ventricular Paro cardiorespiratorio Tetanización muscular Conjuntivitis	Incendio	No
Canalizaciones y circuitos ramales para salidas de tomacorrientes	Contacto indirecto Sobrecarga Cortocircuito	Tetanización muscular Fibrilación ventricular Paro cardiorespiratorio	Incendio	Si
Canalizaciones y circuitos ramales para salidas de iluminación	Contacto indirecto Sobrecarga Cortocircuito	Tetanización muscular Fibrilación ventricular Paro cardiorespiratorio	Incendio	No
Instalaciones eléctricas móviles tipo extensiones	Cortocircuito Descarga eléctrica	Tetanización muscular Fibrilación ventricular Paro cardiorespiratorio	Incendio	No
Cabina de pruebas y ensayos	Cortocircuito Descarga eléctrica	Muerte Quemaduras Fibrilación ventricular Paro cardiorespiratorio Tetanización muscular Conjuntivitis	Explosión Incendio	No
Área de trabajo a contacto en aeronaves	Cortocircuito Descarga eléctrica	Muerte Quemaduras	Incendio Explosión	No

		Fibrilación ventricular Paro cardiorespiratorio Tetanización muscular Conjuntivitis		
--	--	---	--	--

Un hallazgo importante evidenciado por el experto en seguridad eléctrica que realizó la visita de campo y el análisis de los documentos aportados por la empresa con relación al sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, es que la empresa no cuenta con el documento que demuestra que las instalaciones eléctricas del hangar en el que hacen las tareas de mantenimiento de aeronaves, siendo instalaciones denominadas como especiales por ser parte de una edificación clasificada como peligrosa por lo que representan mayor riesgo que las instalaciones eléctricas básicas, cuentan con la conformidad y cumplimiento del RETIE. Este documento debe ser debidamente expedido por un organismo de inspección avalado por el Organismo Nacional de Acreditación.

Una vez que se identificaron y valoraron los diferentes factores de riesgo eléctrico presentes en las instalaciones y a los cuales están expuestos los trabajadores, se procedió a relacionar esta valoración de los efectos de la exposición a estos factores presentes en las actividades de mantenimiento aeronáutico, con la frecuencia y severidad de los accidentes e incidentes en el personal de mantenimiento y en las instalaciones de Ambulancias Aéreas de Colombia SAS, y para ello se aplicaron los diferentes instrumentos de análisis planteados en la metodología como por ejemplo la aplicación de entrevistas al personal técnico como se muestra en el anexo A.

Por otra parte y como parte del análisis, en relación al segundo objetivo específico de investigación se evidenció que actualmente la organización cuenta con una matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos con código: SGI-FOR – 037, versión 02, fecha de emisión: 02/03/2018 y fecha de actualización: 09/08/2020, pero no cuenta con un registro histórico, específico y detallado, de incidentes o accidentes de origen eléctrico, lo cual no permite determinar con efectividad la frecuencia de la ocurrencia de eventos, que es un factor importante en la evaluación del riesgo de origen eléctrico, pero a pesar de ello, en la investigación se encontró información de reportes de accidentes en el sector con consecuencias

sobre la infraestructura y equipos por la ocurrencia de incendios de origen eléctrico, lo cual permite identificar que si existe una probabilidad de ocurrencia de estos eventos en el sector.

Realizando la revisión a la priorización de los factores de riesgo que hace la empresa en su sistema de gestión de la seguridad, y contemplando los peligros identificados en la matriz de la empresa, los riesgos con mayor valoración, el histórico de accidentalidad, la cantidad de personal expuesto, se obtuvieron los resultados que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 5.

Riesgos con mayor valoración según AAC

Factor de riesgo	Aceptabilidad del riesgo	Medidas de intervención
Factor de riesgo biomecánico (posturas sedentes y bípedas prolongadas, movimientos repetitivos, manejo de cargas)	Riesgo aceptable con control específico.	PVE de Desordenes Musculoesqueléticos
Factor de riesgo físico (ruido)	Riesgo aceptable con control específico.	Programar de prevención auditivo (aunque no es crítico en impacto, si está presente en gran parte de la población)
Factor de riesgo psicosocial	Riesgo aceptable con control específico.	PVE Psicosocial
Factor de riesgo biológico	Riesgo aceptable con control específico.	Programa de riesgo biológico (clasificados de acuerdo con la población de exposición similar.
Factor de riesgo de condiciones de seguridad (mecánico)	Riesgo aceptable con control específico.	Capacitaciones en: reporte de actos y condiciones inseguros, y uso además de equipos y herramientas manuales Implementación del programa ETA liderado por aeronavegabilidad
Factor de riesgo de condiciones de seguridad (accidentes aéreos)	Riesgo aceptable con control específico.	Sistema de gestión de SMS liderado por la dirección de seguridad operacional.
Factor de riesgo de condiciones de seguridad (tecnológico)	Riesgo aceptable con control específico.	Controles establecidos dentro del Plan de Respuesta ante Emergencias.
Factor de riesgo de condiciones de seguridad (publico)	Riesgo aceptable con control específico.	Controles establecidos dentro del Plan de Respuesta ante Emergencias.

Factor de riesgo de fenómenos naturales (sismo)	Riesgo aceptable con control específico.	Controles establecidos dentro del Plan de Respuesta ante Emergencias.
---	--	---

En la aplicación del instrumento de revisión documental para determinar la frecuencia y severidad de los accidentes de origen eléctrico ocurridos en la empresa y el sector aeronáutico, se comparó la información de la matriz de identificación de peligros del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo de la empresa que se resumió en la tabla 4, con los hallazgos del experto en seguridad eléctrica que realizó la inspección que se resumen en la tabla 5, y se pudo concluir que para la empresa el factor de riesgo eléctrico representa un nivel de riesgo muy bajo, toda vez que existe un desconocimiento del valor real que tiene el riesgo eléctrico sobre la organización y el sector, y de los efectos que este produce sobre los trabajadores y sobre las edificaciones en las que se ejecutan las tareas de mantenimiento.

En cuanto al último objetivo específico de investigación, a partir de la aplicación de la metodología de investigación, en el anexo C de este documento se presentan los resultados propios de la indagación de las estrategias para la gestión de riesgos de origen eléctrico, que sirvan para medir el nivel de riesgo eléctrico latente, el riesgo residual, y establecer los controles para para mitigar la accidentalidad por las actividades desarrolladas por el personal técnico de mantenimiento aeronáutico.

Finalmente, con resultado de la aplicación de los instrumentos de análisis, se diseña una estrategia en versión inicial o de prueba, la cual debe ser aprobada por la organización e integrada al sistema de gestión de las seguridad y salud en el trabajo, que está enfocada en la mitigación del factor de riesgo eléctrico presente en las actividades de mantenimiento aeronáutico, desarrolladas por el personal técnico de la empresa Ambulancias Aéreas de Colombia SAS, durante el año 2021, la cual se presenta en el anexo D de este documento.

Conclusiones

Con relación al primer objetivo específico de investigación, se concluye que el actual desconocimiento detallado por parte de la empresa Ambulancias Aéreas de Colombia SAS, de todos los factores de riesgo eléctrico que están presentes en las instalaciones eléctricas especiales del hangar en el que se desarrollan las tareas de mantenimiento de aeronaves, es alto, y además es un obstáculo para la efectiva determinación de los efectos del riesgo eléctrico en mantenimiento aeronáutico.

En línea con lo anterior, por ser clasificadas como instalaciones especiales según el RETIE, las instalaciones eléctricas de los hangares para mantenimiento de aeronaves representan alto riesgo o peligro inminente para la salud de los trabajadores que intervienen en tareas de mantenimiento. Esta condición inherente a las instalaciones, obliga a que se deban tomar medidas de control del riesgo considerando controles así: i) en la fuente mediante mantenimientos preventivos y correctivos sobre las instalaciones de tal manera que se garantice el cumplimiento del RETIE, ii) en el medio logrando una identificación adecuada y señalización de las instalaciones y iii) en el trabajador aplicando programas de capacitación en seguridad eléctrica y el uso adecuado de EPP.

A pesar de lo manifestado anteriormente, los efectos de los factores de riesgo eléctrico presentes en las actividades de mantenimiento aeronáutico, no son completamente desconocidos, pues en las entrevistas al personal técnico se pudo comprobar que los mismos si son inferidos por el personal que realiza las tareas, como se evidenció con la aplicación del instrumento, pero al no existir un diagnóstico técnico detallado de las instalaciones emitido por parte de una persona calificada, la cual es un profesional en electrotécnica y con formación en seguridad, la organización no está integrando a su proceso de conocimiento del riesgo esta inferencia.

El primer paso para un cambio en la organización, que evite los efectos adversos del peligro eléctrico al que están expuestos las personas y la infraestructura donde se realizan labores de mantenimiento, es el reconocimiento técnico de las condiciones actuales de las instalaciones en cuanto a requisitos de seguridad eléctrica establecidos en el RETIE, y la identificación de todos los factores de riesgo eléctrico presentes en las actividades de mantenimiento aeronáutico de la empresa Ambulancias Aéreas de Colombia SAS. Al desarrollar esta investigación se concluye que, con la evaluación del riesgo aplicada, se obtuvo como resultado la existencia de un alto riesgo para la salud de los trabajadores expuestos. Esta calificación de alto riesgo se debe principalmente a las consideraciones de: i) las instalaciones eléctricas son clasificadas por RETIE como especiales y por tanto son reconocidas como de mayor peligro, ii) el tiempo de exposición de los trabajadores a las instalaciones tiene una alta intensidad, superando en algunas ocasiones las 8 horas laborales por turno, iii) la severidad de las lesiones presentadas en accidentes de origen eléctrico en actividades de mantenimiento a nivel general, comúnmente son la muerte o quemaduras, lo cual representa muy grave afectación a la salud.

En cuanto al segundo objetivo específico de investigación, con el que se buscó determinar la frecuencia y severidad de los accidentes e incidentes en el personal de mantenimiento y en las instalaciones de Ambulancias Aéreas de Colombia SAS, se concluyó que aunque la frecuencia de la ocurrencia documentada de incidentes y accidentes de origen eléctrico en la empresa es nula, si existen en el sector aeronáutico reportes de accidentalidad de origen eléctrico, pero con una frecuencia de reporte muy baja en comparación con la ocurrencia de accidentes por otros factores de riesgo diferente al eléctrico.

De otro lado, la severidad de las lesiones y las afectaciones a la infraestructura que se asocian con la accidentalidad eléctrica en tareas de mantenimiento en general en el país es muy alta y con efectos frecuentes como la muerte o lesiones permanentes por quemaduras de tercer grado, razón por la cual se considera que el riesgo eléctrico asociado a las tareas de mantenimiento de aeronaves está ubicado en un nivel alto en cuanto a la severidad de las lesiones.

Si adicionalmente se considera que según el RETIE, las instalaciones eléctricas en hangares para aeronaves son clasificadas como instalaciones eléctricas especiales por su nivel de peligro o alto riesgo para las personas y edificaciones, se puede concluir los trabajos de mantenimiento aeronáutico pueden clasificarse dentro de la categoría de tareas o trabajos de alto riesgo para la salud, por lo cual serán requeridos controles más estrictos al interior de la empresa, y una estrategia efectiva de gestión de los riesgos de origen eléctrico.

Finalmente, en cuanto al último objetivo específico de investigación con el que se buscó indagar estrategias para la gestión de riesgos de origen eléctrico, que permita mitigar la accidentalidad por las actividades desarrolladas por el personal técnico de mantenimiento aeronáutico, se encontró en la regulación y normativa vigente como por ejemplo el RETIE o la resolución 5018 de 2019 del Ministerio del Trabajo, información suficiente para plantear una estrategia efectiva para la gestión del riesgo eléctrico en el sector aeronáutico permitirá conocer el riesgo, diseñar metodologías para la reducción del mismo, establecer e implementar los controles necesarios y adecuados según la exposición a los factores de riesgo eléctrico. Este documento plantea un anexo en el que informa las estrategias más relevantes que fueron seleccionadas para llevar su aplicación a la empresa y formular una estrategia de seguridad eléctrica que se integre al sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo que se encuentra implementado por la organización.

Listado de referencias

- Agudelo, G., Aignerren, M., & Restrepo, J. R. (2010). Experimental y no-experimental. *La sociología en sus escenarios*.
- Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M. Á., & Novales, M. G. M. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 63(2), 201-206. <https://doi.org/10.29262/ram.v63i2.181>
- Avioneta se incendia en hangar del Bonilla Aragón, sin dejar heridos. (2019, 6 febrero). *Periódico El Pais*. <https://m.elpais.com.co/valle/avioneta-se-incendia-en-hangar-del-bonilla-aragon-sin-dejar-heridos.html>
- Azuero, Á. (2019). Significatividad del marco metodológico en el desarrollo de proyectos de investigación. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*. Vol. 4, Núm. 8. Tomado de dialnet.unirioja.es. <https://doi.org/10.35381/r.k.v4i8.274>
- Bernal, C. A. (2010). Metodología de la investigación (Tercera Edición ed.). Bogotá, Colombia: Pearson Education.
- Correa, A. (2018). Lesiones por descarga eléctrica. *Guías AMPH*, 327-342.
- Dalziel, C. F. (1956). Effects of electric shock on man. *IRE Transactions on Medical Electronics*, 44-62. <https://doi.org/10.1109/iret-me.1956.5008573>
- Domènech, M. S., Sánchez, M. O., & Vicente, I. G. (2013). Lesiones por electrocución: signos cutáneos característicos. *FMC - Formación Médica Continuada en Atención Primaria*, 20(2), 100-101. [https://doi.org/10.1016/s1134-2072\(13\)70528-0](https://doi.org/10.1016/s1134-2072(13)70528-0)

- Energía eléctrica: efectos sobre el organismo. (2012). Universidad Politécnica de Valencia.
https://www.sprl.upv.es/IOP_ELEC_02.htm
- Escayola, E. N. (2020, 18 octubre). Lesiones y muerte por electrocución. Dialnet.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3991786>
- Gabarda, L. P. (1993). NTP 400: Corriente eléctrica: efectos al atravesar el organismo humano. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, 9.
- Gaitán, Y., Rojas, A., & Bolívar, J. (2019). Diseño del programa de riesgo eléctrico para la empresa RMS Diseño y Construcción S A S 2019. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://1library.co/document/4yrrw2py-diseno-programa-riesgo-electrico-empresa-rms-diseno-construccion.html> <https://doi.org/10.15332/tg.pre.2020.00078>
- González, L. F. (2019). Fisiopatología de las quemaduras eléctricas. *Revista Chilena de Anestesia*, 48. <https://revistachilenadeanestesia.cl/fisiopatologia-de-las-quemaduras-electricas-articulo-de-revision/> <https://doi.org/10.25237/revchilanestv48n02.05>
- Henao, F. (2008). Riesgos eléctricos y mecánicos. Colombia: ECOE EDICIONES
- Hernández, E. (2019). Centro de entrenamiento para bomberos aeronáuticos y tripulación de cabina. <http://hdl.handle.net/10654/35796>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2017). Alcance de la Investigación.
- ICONTEC. (2012). Guía Técnica Colombiana GTC45 - Identificación de peligros y valoración del riesgo.
- IEEE, Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos. (2012). IEEE 1584. Estados Unidos de América.
- Ministerio de Minas y Energía (2013). Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. Colombia.
- Molina, C. N. (2015). La prevención de riesgos laborales en el sector de apoyo a aeronaves: estudio de caso: operadores de grupos electrógenos de la segunda escuadrilla aeronaval de helicópteros. <https://doi.org/10.2307/j.ctvr0qv73.7>
- Moreno Fonseca, C., & Rangel Montano, L. (2019). Diseño y construcción de un prototipo de cuerpo humano para realizar pruebas de riesgo eléctrico: tensión de paso y tensión de contacto; para el nivel de baja tensión definido en RETIE.
<https://doi.org/10.15332/dt.inv.2021.01840>

- Muñoz Chacón, C. A. (2015). Estudio de accidentes eléctricos y peligro del arco eléctrico: Introducción a un programa de seguridad eléctrica. *Ciencia & trabajo*, 17(53), 122-127. <https://doi.org/10.4067/s0718-24492015000200005>. <https://doi.org/10.4067/s0718-24492015000200005>
- NFPA, Asociación Nacional de Protección contra el Fuego. (2018). NFPA 70E. Estados Unidos de América: NFPA.
- Ospina, F.C. (2003). Naturaleza Física y Jurídica de la Electricidad. Simposio Internacional sobre la Calidad de la Energía Eléctrica- SICEL (Vol. 2)
- Pineda Beatriz. (1994). Metodología de la investigación, manual para el desarrollo de personal de salud, Segunda edición. Organización Panamericana de la Salud. Washington. <https://doi.org/10.21149/spm.v58i5.8182>
- Pinza, E., & Mejía, P. (2013). Factor de riesgo eléctrico al que están expuestos los trabajadores del área de distribución, zona pasto, de la empresa CEDENAR SA ESP (Doctoral dissertation, Universidad de Nariño). <https://doi.org/10.26820/recimundo/2.1.2018.595-610>
- Pontón Hernández, M. (2017). Diseño e implementación de un prototipo de laboratorio para el análisis de la incidencia de la corriente eléctrica alterna a través del cuerpo humano para la Universidad Autónoma de Occidente (Master's thesis, Universidad Autónoma de Occidente). <https://doi.org/10.48082/espacios-a20v41n46p12>
- Rodríguez, T. N. R. (2019, 2 julio). Caracterización de las electrocuciones en Colombia, 2010-2014. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/55731>
- Santos, I., Rubiano, L., & Martin, F. (2015). Estudio médico legal de la muerte por electrocución. *Revista de Ciencias Forenses de Honduras*, 1(1), 15-22. <http://www.bvs.hn/RCFH/pdf/2015/pdf/RCFH1-1-2015-6.pdf>
- Tejada, A. (2016). Análisis epidemiológico-forense de las electrocuciones en Colombia durante 2010-2014. *Colombia Forense*. [https://revistas.ucc.edu.co/html_revistas/ColFor/4\(1\)/4\(1\)6/4\(1\)6.html](https://revistas.ucc.edu.co/html_revistas/ColFor/4(1)/4(1)6/4(1)6.html). <https://doi.org/10.16925/cf.v4i1.1737>
- Tesoro de la UNESCO. (2020). <http://vocabularies.unesco.org/browser/thesaurus/es/>
- Torre, M. E. J. (2017, 12 diciembre). Enseñanza-aprendizaje del riesgo eléctrico dentro de la prevención de riesgos laborales. Universidad de Valladolid. Escuela de Ingeniería

Informática de Valladolid. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/27591>

<https://doi.org/10.12795/jdu.2018.i01.11>

Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (2009). Reglamentos Aeronáuticos de Colombia. Parte I

Zarate, M., & Rojas, J. (2018). Diseño del programa para el control del riesgo eléctrico de la empresa Am Electricistas S.A. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

<https://doi.org/10.33304/revinv.v09n1-2017009>

Anexo A

CUESTIONARIO APLICADO EN LA ENTREVISTA AL PERSONAL CON LICENCIA TMA (TECNICO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO) DE LA EMPRESA AMBULANCIAS AEREAS DE COLOMBIA SAS

Fecha de la aplicación de la entrevista	Nombre del entrevistado	Genero	Edad	Lugar de nacimiento	¿ Que licencias otorgadas por la Aerocivil posee?	Años de experiencia en el sector aereo	¿ Que cargo desempeña en AAC?	¿Hace cuanto labora en AAC?	¿ Tiene algún tipo de capacitación en seguridad eléctrica?	¿ Conoce alguna de las patologías asociadas a los accidentes de origen eléctrico?
30/03/2021	Hernan Medina	MASCULINO	38	Bogotá	TMA, IET, IEA	19	Gerente de Mantenimiento	28 meses	Si	Si
30/03/2021	Richard Pimentel	MASCULINO	43	Caracas (Venezuela)	AIT 2224 Y TMA	14	Gestor de Aeronavegabilidad	2 años y 5 meses	No	Quemaduras
01/04/2021	Andres Felipe cabeza	MASCULINO	32	Providencia isla	TMA	11	Control calidad	2 meses	No	No
01/04/2021	Jambler Dávila	MASCULINO	34	Medellin	TMA	3	técnico de mantenimiento	2 meses	Si	No
01/04/2021	Cristian Maldonado	MASCULINO	26	Sogamoso	TMA	4	Tecnico Mantenimiento Aeronautico	3 años y medio	No	No
04/04/2021	Nilson Javier calvache	MASCULINO	42	Bogotá	Tma	10	Técnico de mantenimiento	5 años	Si	Si

Nombre del entrevistado	¿Sabe que es el REIIE?	¿Conoce o a sufrido a lo largo de su vida laboral en el sector Aeronáutico, sobre algún caso de accidente de origen eléctrico? Por favor describa los hechos.	¿Sabe cuales son las normas técnicas para la seguridad en el trabajo con relación al riesgo eléctrico? Mencíonelas.	¿Que controles conoce usted que la empresa a implementado para la gestión frente al riesgo eléctrico?	¿Sabe cuales con los EPPs apropiados para el trabajo de mantenimiento aeronáutico, con relación al riesgo eléctrico? Mencíonelos.	¿Tiene alguna enfermedad relacionada con el sistema nervioso o de tipo cardíaco?	Describa alguna situación o instalación en su trabajo, que usted considere que lo expone a riesgo eléctrico.
Hernan Medina	UN POCO	Si, explosion en cola de aeronave por corto circuito por extension electrica defectuosa	No se	EPPS para el personal	Guantes, gafas, botas aislantes	no	extensiones electricas
Richard Pimentel	SI	No	No	Indicaciones	Casco, botas	No	Las tomas de 220
Andres Felipe cabeza	UN POCO	No	No	Ninguno	Botas de seguridad dielectricas, guantes	No	Trabajos de mantenimiento en el avión relacionados a los sistemas eléctricos
Jambler Dávila	UN POCO	No	Cortad fuente de alimentación, herramienta antiestatica	Ninguno	Guantes, manilla antiestatica, herramienta aislante, botas	No	Tomas expuestas a lluvia
Cristian Maldonado	NO	No	No	En la aeronave desconectar la fuente principal de energia al momento de trabajar con cualquier sistema electrico	No	No	Trabajo con la barra caliente(parte de la aeronave) si se tiene la fuente principal conectada
Nilson Javier calvache	NO	Si un corto circuito lavando con combustible en un área de alto voltaje DC	Utilizar los elementos de protección, desconectar las fuentes de riesgo electrico	Capacitación, demarcación de las zonas de riesgo electrico	Guantes, manilla de descarga, botas dieléctricas	No	Cuando llueve y hay movimiento de aeronaves con la caída de un rayo o una extensión en el piso conectada a una fuente eléctrica y que esté en un charco de agua

Anexo B

LISTA DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS SEGÚN RETIE

Fecha de inspección:	29/03/2021	Nombre del Inspector:	Julio Armando Bonilla Gutiérrez		
Empresa:	Ambulancias Aéreas de Colombia - AAC	Profesión:	Ingeniero Electricista		
Área a inspeccionar:	Hangar de mantenimiento de aeronaves / Instalaciones eléctricas especiales	Matrícula Profesional:	CN205-54562		
CUMPLIMIENTO					
REQUISITOS DE SEGURIDAD ELÉCTRICA SEGÚN RETIE					
			SI	NO	N/A
1. Tablero de Distribución General					
1.1.	¿Cuenta con diagrama unifilar?			x	
1.2.	¿Cuenta con etiquetas de seguridad con información de protección contra descarga y arco eléctrico?			x	
1.3.	¿Permite la instalación de elementos para el control de la energía mediante Bloqueo y Etiquetado?			x	
1.4.	¿La empresa cuenta con el estudio de cortocircuito actualizado?			x	
1.5.	¿La empresa cuenta con el estudio de energía incidente y de arco eléctrico?			x	
1.6.	¿Están demarcados (pintados) los límites de aproximación por arco eléctrico según NFPA70E?			x	
1.7.	¿La empresa cuenta con un registro de mantenimiento eléctrico al tablero?			x	
1.8.	¿El tablero eléctrico instalado cuenta con certificación de producto según RETIE?	x			
1.9.	¿El personal técnico que manipula el tablero cuenta con capacitación en seguridad eléctrica?			x	
1.10.	¿El personal que opera el tablero cuenta con la vestimenta y EPP para el nivel de exposición al peligro?			x	
2. Canalizaciones y circuitos ramales para tomacorrientes de uso general					
			SI	NO	N/A
2.1.	¿La canalización es del material aprobado para el uso en instalación especial?			x	
2.2.	¿La canalización está debidamente señalizada y demarcada para seguridad e identificación?			x	
2.3.	¿La canalización es del diámetro adecuado para el número de conductores instalados?	x			
2.4.	¿La canalización está fijada y asegurada apropiadamente?	x			
2.5.	¿Todos los ramales para instalaciones fijas cuentan con la canalización?			x	
2.6.	¿Los conductores de instalaciones fijas son del tipo requerido para instalaciones especiales?			x	
2.7.	¿Los conductores de instalaciones móviles o temporales son del tipo adecuado para el uso?			x	
2.8.	¿Las cajas y accesorios son aptos para uso en instalaciones especiales?			x	
2.9.	¿Existe estudio de áreas clasificadas que se aplique a estas instalaciones eléctricas especiales?			x	
2.10.	¿Existe registro del último mantenimiento eléctrico realizado a las instalaciones eléctricas especiales?			x	
3. Canalizaciones y circuitos ramales para alumbrado del hangar					
			SI	NO	N/A
3.1.	¿La canalización es del material aprobado para el uso en instalación especial?			x	
3.2.	¿La canalización está debidamente señalizada y demarcada para seguridad e identificación?			x	
3.3.	¿La canalización es del diámetro adecuado para el número de conductores instalados?	x			
3.4.	¿La canalización está fijada y asegurada apropiadamente?	x			
3.5.	¿Todos los ramales para instalaciones fijas cuentan con la canalización?			x	
3.6.	¿Los conductores de instalaciones fijas son del tipo requerido para instalaciones especiales?			x	
3.7.	¿Los circuitos cuentan con elementos de maniobra y control de iluminación?			x	
3.8.	¿Las cajas y accesorios son aptos para uso en instalaciones especiales?			x	
3.9.	¿Existe estudio de áreas clasificadas que se aplique a estas instalaciones eléctricas especiales?			x	
3.10.	¿Existe registro del último mantenimiento eléctrico realizado a las instalaciones eléctricas especiales?			x	
4. Cabina de pruebas					
			SI	NO	N/A
4.1.	¿Cuenta con diseño eléctrico?			x	
4.2.	¿Las canalizaciones y accesorios son a prueba de explosión?			x	
4.3.	¿Los cables son retardantes a la llama y libres de halógenos?			x	
4.4.	¿El personal que está expuesto a estas instalaciones tiene capacitación en seguridad eléctrica?			x	
4.5.	¿Se cumple el RETIE al hacer mantenimiento de estas instalaciones?			x	

Anexo C

RESULTADOS DE LA INDAGACIÓN ACERCA DE LAS ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO, QUE PERMITA MITIGAR LA ACCIDENTALIDAD POR LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR EL PERSONAL TÉCNICO DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICO.

Estrategia indagada	Fuente
Metodología para la evaluación de la gestión de riesgos de origen eléctrico.	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2019.
Programa para la gestión del riesgo eléctrico en las actividades de la empresa GCR INGENIERIA SAS	Paredes Y. y Cruz Y. UNIMINUTO, 2019.
Programa para el control del riesgo eléctrico de la empresa AM ELECTRICISTAS S.A.	Zarate M. y Rojas J. Universidad Distrital, 2018.
Norma para la seguridad eléctrica en lugares de trabajo – NFPA 70E	National Fire Protection Association NFPA, 2018.
Lineamientos en Seguridad y Salud en el Trabajo en los Procesos de Generación, Transmisión, Distribución y Comercialización de la Energía Eléctrica	Ministerio del Trabajo, 2019.
Directrices para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres en las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012.	Departamento Administrativo de la Presidencia de la República, 2017.

Anexo D

DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA ENFOCADA EN LA MITIGACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO ELÉCTRICO PRESENTE EN LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, DESARROLLADAS POR EL PERSONAL TÉCNICO DE LA EMPRESA AMBULANCIAS AÉREAS DE COLOMBIA SAS, DURANTE EL AÑO 2021.

Estrategia de gestión de riesgos de origen eléctrico

Alcance. Esta estrategia consiste en el diseño de un sistema documentado que incluya los aspectos generales de la gestión del riesgo eléctrico, y como mínimo se integre con el sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo, en cuanto a la política, objetivos, procesos y procedimientos en gestión de riesgos de origen eléctrico o seguridad eléctrica.

Obligaciones. Esta estrategia una vez revisada y aprobada por la organización, deberá ser incorporada en el SG-SST de la empresa, incluyendo como mínimo la planeación, ejecución, seguimiento y control necesarios para dar cumplimiento a la presente estrategia y a la legislación en Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) vigente.

Condiciones para los técnicos. Considerando lo establecido en el artículo 2 de la Resolución 5018 de 2019 del Ministerio del Trabajo, para esta estrategia toda actividad de mantenimiento donde se intervengan equipos e instalaciones eléctricas debe ser planeada, programada, supervisada por personal competente y la ejecución debe ser por personal debidamente habilitado.

Condiciones para las instalaciones. Considerando los requisitos para la seguridad de las instalaciones eléctricas y en especial lo indicado en el artículo 28.3 del RETIE, las instalaciones eléctricas del hangar en donde se ejecutan las actividades de mantenimiento de aeronaves deben demostrar cumplimiento del RETIE mediante la certificación plena y la presentación del respectivo dictamen de inspección y cumplimiento del RETIE en cuanto a los requisitos que le aplican por considerarse los hangares para aeronaves como instalaciones de uso final especiales.

Condiciones para el mantenimiento. Las actividades de mantenimiento de las aeronaves y las actividades de mantenimiento a las instalaciones eléctricas que sirven para el mantenimiento de

las aeronaves o que hacen parte del hangar, deben cumplir con los requisitos establecidos en el RETIE para procedimientos de trabajo seguro, y además adoptar los requisitos de la norma NFPA 70B en cuanto a los requisitos para un programa de mantenimiento de prevención eléctrica efectivo.

Conocimiento del Riesgo. Es el proceso en el cual la empresa realizará una inspección técnica del estado actual de las instalaciones eléctricas especiales, las cuales están asociadas al área de mantenimiento dentro del hangar donde intervienen las aeronaves, con una frecuencia mínima de ejecución de 6 meses, en donde se determinarán los factores de riesgo eléctrico existentes y se revisarán las probabilidades de ocurrencia y los posibles efectos sobre la salud y sobre las instalaciones que puedan tener estos factores de riesgo en caso de que el riesgo se pueda llegar a materializar en un accidente.

Inspección técnica de seguridad eléctrica. Puesto que es necesario hacer un adecuado conocimiento del riesgo eléctrico para lograr una gestión efectiva del mismo, es necesario que la empresa ejecute frecuentemente una inspección técnica de seguridad eléctrica, que identifique los factores de riesgo eléctrico presentes en las instalaciones, en el medio y en los técnicos, de tal manera que emita un informe diagnóstico que abarque todos los aspectos de la seguridad eléctrica.

Inspector técnico de seguridad eléctrica. Una persona calificada para realizar inspección técnica en seguridad eléctrica, es un profesional en electrotécnica con matrícula profesional como ingeniero electricista, eléctrico o electromecánico, y con licencia en seguridad y salud en el trabajo, ambas vigentes.

Análisis de riesgo eléctrico. Será el resultado de aplicar todo el contenido y metodología de análisis abordada en el artículo 9 del RETIE, incluyendo un procedimiento efectivo para el registro y la notificación de incidentes y accidentes de origen eléctrico a las autoridades competentes.

Reducción del riesgo. Abarca todas las acciones necesarias para controlar y mitigar el riesgo eléctrico en las actividades de mantenimiento de aeronaves adelantadas por la empresa. Es un proceso que toma parte como resultado de la aplicación de todos los aspectos anteriormente señalados en la presente estratégica como son: alcance, obligaciones, condiciones para los técnicos las instalaciones y el mantenimiento, conocimiento del riesgo, inspección técnica de seguridad eléctrica y análisis de riesgo eléctrico.

Intervención correctiva. Consiste en la implementación de las recomendaciones que surgen como resultado de la inspección técnica de seguridad eléctrica, las cuales podrán implementarse sobre

las instalaciones, sobre los programas de mantenimiento y sobre los comportamientos de los técnicos y el cumplimiento de los requisitos de seguridad.

Seguridad basada en el comportamiento. Es una metodología que se aplicará a esta estrategia de gestión de riesgo eléctrico para ayudar al control y reducción del riesgo concentrándose en el comportamiento que presentan los técnicos antes, durante y después realizar las tareas propias de su labor.

Intervención prospectiva. Permitirá hacer una gestión de los riesgos de origen eléctrico desde la filosofía de la prevención, y para ello serán considerados todos los procesos anteriormente integrados a la estrategia.

Capacitación y formación. La empresa integrará al plan anual de capacitación, una capacitación mensualmente, con duración acorde a la temática de seguridad eléctrica que se aborde, en la cual se entrene al personal técnico en como mínimo los requisitos para la gestión proactiva del riesgo eléctrico, los principios de la seguridad basada en el comportamiento, los métodos de trabajo seguro en equipos e instalaciones que usan energía eléctrica, los métodos de trabajo sin tensión, electro patología y primeros auxilios en accidentes con electricidad, respuesta en emergencias de origen eléctrico, entre otros temas propios de la seguridad eléctrica.

Seguimiento y control. Mensualmente se hará seguimiento por medio de indicadores de gestión relacionados con el registro de incidentes y accidentes, la implementación de los procesos de la estrategia y demás indicadores asociados e integrados al sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo de la empresa.

Presupuesto. Anualmente se debe realizar el aprovisionamiento presupuestal que permita dar una apropiada aplicación a la estrategia.

Anexo E

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA INSPECCIÓN

<p data-bbox="316 373 690 403">Tablero de Distribución General</p> 	<p data-bbox="1006 373 1226 403">Alumbrado general</p> 
<p data-bbox="316 751 690 781">Tomacorrientes de uso general</p> 	<p data-bbox="1006 751 1226 781">Cabina de pruebas</p> 

Por intermedio del presente documento en mi calidad de autor o titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra que adjunto, titulada Efecto del riesgo eléctrico en mantenimiento aeronáutico Ambulancias Aéreas de Colombia SAS, autorizo a la Corporación universitaria Unitec para que utilice en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me corresponden como creador o titular de la obra objeto del presente documento.

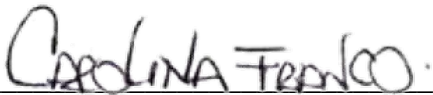
La presente autorización se da sin restricción de tiempo, ni territorio y de manera gratuita. Entiendo que puedo solicitar a la Corporación universitaria Unitec retirar mi obra en cualquier momento tanto de los repositorios como del catálogo si así lo decido.

La presente autorización se otorga de manera no exclusiva, y la misma no implica transferencia de mis derechos patrimoniales en favor de la Corporación universitaria Unitec, por lo que podré utilizar y explotar la obra de la manera que mejor considere. La presente autorización no implica la cesión de los derechos morales y la Corporación universitaria Unitec los reconocerá y velará por el respeto a los mismos.

La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato electrónico, y en general para cualquier formato conocido o por conocer. Manifiesto que la obra objeto de la presente autorización es original y la realicé sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es de mi exclusiva autoría o tengo la titularidad sobre la misma. En caso de presentarse cualquier reclamación o por acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión asumiré toda la responsabilidad, y saldré en defensa de los derechos aquí autorizados para todos los efectos la Corporación universitaria Unitec actúa como un tercero de buena fe. La sesión otorgada se ajusta a lo que establece la ley 23 de 1982.

Para constancia de lo expresado anteriormente firmo, como aparece a continuación.

Firma



Nombre: Jenny Carolina Franco Diaz
CC.: 53.140.083

Por intermedio del presente documento en mi calidad de autor o titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra que adjunto, titulada Efecto del riesgo eléctrico en mantenimiento aeronáutico Ambulancias Aéreas de Colombia SAS, autorizo a la Corporación universitaria Unitec para que utilice en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me corresponden como creador o titular de la obra objeto del presente documento.

La presente autorización se da sin restricción de tiempo, ni territorio y de manera gratuita. Entiendo que puedo solicitar a la Corporación universitaria Unitec retirar mi obra en cualquier momento tanto de los repositorios como del catálogo si así lo decido.

La presente autorización se otorga de manera no exclusiva, y la misma no implica transferencia de mis derechos patrimoniales en favor de la Corporación universitaria Unitec, por lo que podré utilizar y explotar la obra de la manera que mejor considere. La presente autorización no implica la cesión de los derechos morales y la Corporación universitaria Unitec los reconocerá y velará por el respeto a los mismos.

La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato electrónico, y en general para cualquier formato conocido o por conocer. Manifiesto que la obra objeto de la presente autorización es original y la realicé sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es de mi exclusiva autoría o tengo la titularidad sobre la misma. En caso de presentarse cualquier reclamación o por acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión asumiré toda la responsabilidad, y saldré en defensa de los derechos aquí autorizados para todos los efectos la Corporación universitaria Unitec actúa como un tercero de buena fe. La sesión otorgada se ajusta a lo que establece la ley 23 de 1982.

Para constancia de lo expresado anteriormente firmo, como aparece a continuación.

Firma

Jonathan Celeno

Nombre: Jonathan Alexander Celeno Duran.
CC.: 81.717.527

Por intermedio del presente documento en mi calidad de autor o titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra que adjunto, titulada Efecto del riesgo eléctrico en mantenimiento aeronáutico Ambulancias Aéreas de Colombia SAS, autorizo a la Corporación universitaria Unitec para que utilice en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me corresponden como creador o titular de la obra objeto del presente documento.

La presente autorización se da sin restricción de tiempo, ni territorio y de manera gratuita. Entiendo que puedo solicitar a la Corporación universitaria Unitec retirar mi obra en cualquier momento tanto de los repositorios como del catálogo si así lo decido.

La presente autorización se otorga de manera no exclusiva, y la misma no implica transferencia de mis derechos patrimoniales en favor de la Corporación universitaria Unitec, por lo que podré utilizar y explotar la obra de la manera que mejor considere. La presente autorización no implica la cesión de los derechos morales y la Corporación universitaria Unitec los reconocerá y velará por el respeto a los mismos.

La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato electrónico, y en general para cualquier formato conocido o por conocer. Manifiesto que la obra objeto de la presente autorización es original y la realicé sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es de mi exclusiva autoría o tengo la titularidad sobre la misma. En caso de presentarse cualquier reclamación o por acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión asumiré toda la responsabilidad, y saldré en defensa de los derechos aquí autorizados para todos los efectos la Corporación universitaria Unitec actúa como un tercero de buena fe. La sesión otorgada se ajusta a lo que establece la ley 23 de 1982.

Para constancia de lo expresado anteriormente firmo, como aparece a continuación.

Firma

Julio Armando Bonilla Gutiérrez

Nombre: Julio Armando Bonilla Gutiérrez
CC.:80.039.339