

**ANÁLISIS DE VIABILIDAD PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA FLOTA DE
MÁQUINAS DE SALVAMENTO Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS CON MÁS DE 27
AÑOS DE OPERACIÓN UBICADAS EN 16 AEROPUERTOS ADMINISTRADOS POR
LA AEROCIVIL**

**ANDREA LIZETH LUNA GUALDRÓN
DIEGO ALEXANDER MUÑOZ VILLOTA**

**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS
BOGOTA D.C.**

NOVIEMBRE DE 2023

Contenido

Resumen	5
Problema de Investigación	6
Antecedentes del problema	6
Descripción del problema.	9
Pregunta de investigación.	11
Objetivos.....	11
Objetivo general.	11
Objetivos específicos.	11
Justificación	12
Marco Teórico	13
Marco institucional	21
Metodología de investigación.....	24
Enfoque De Investigación.	24
Alcance y Diseño de la Investigación.	25
Definición y Establecimiento de Variables	25
Población Y Muestra.	27
Instrumentos para Recolección de Información.	28
Técnicas de Análisis de Datos	29
Análisis y Discusión de los Resultados	30
Metodología Utilizando Valores Históricos De Contratos (IPC)	38
Estimación Presupuesto Por Metodología De Históricos (IPC)	39
Metodología Con Cotizaciones 2023	39
Método Híbrido Entre Cotizaciones Y Valores Históricos Proyectados Con TRM	41
Método Híbrido Entre Cotizaciones Y Valores Históricos Proyectados Con IPC	45
Presupuesto Estimado Adquirir Máquinas De Bomberos – AEROCIVIL	48
Conclusiones	49
Referencias.....	51

Índice de tablas

Tabla 1. Relación de Aeropuertos y Máquinas de Bomberos	10
Tabla 2. Categoría de los aeropuertos a efectos del salvamento y extinción de incendios.....	14
Tabla 3. Cantidades mínimas de agentes extintores	15
Tabla 4. Número de vehículos - Máquinas de Bomberos ARFF por categoría	15
Tabla 5. Definición de variables	26
Tabla 6. Mantenimientos correctivos y preventivos 2021 y 2022.....	30
Tabla 7. Costo de los mantenimientos correctivos y preventivos en los años 2021 y 2022	32
Tabla 8. Aeropuertos administrados por la AEROCIVIL afectados en su categoría	36
Tabla 9. Histórico IPC por contrato	38
Tabla 10. Valor proyectado IPC 2023 para cada contrato	39
Tabla 11. Valor proyectado IPC 2023 para cada contrato	39
Tabla 12. Metodología desviación estándar	40
Tabla 13. Presupuesto estimado metodología desviación estándar	41
Tabla 14. Valores TRM Fechas de adjudicación	43
Tabla 15. Análisis máquinas de bomberos.....	43
Tabla 16. Análisis máquinas de bomberos.....	44
Tabla 17. Análisis híbrido cotizaciones 2023 y valores históricos.....	44
Tabla 18. Presupuesto estimado metodología híbrida 2023.....	45
Tabla 19. Presupuesto estimado híbrido cotizaciones y desviación estándar IPC 2023.....	47
Tabla 20. Presupuesto estimado adquisición de máquinas de bomberos AEROCIVIL.....	48

Tabla de Figuras

Figura 1. Grupo de servicios Aeroportuarios	22
Figura 2. Mapa de procesos de la AEROCIVIL.....	23
Figura 3. Parámetro estadístico Z	27
Figura 4. Parámetros muestreo probabilístico.....	28
Figura 5. Cantidad de mantenimientos preventivos y correctivos 2021 - 2022.....	31
Figura 6. Datos históricos del IPC Total en Colombia.....	38
Figura 7. Variación TRM vigencias 2017 al 2023	42
Figura 8. Valores históricos unitarios	42
Figura 9. Valores históricos unitarios	43
Figura 10. Cotizaciones 2023	45
Figura 11. Valor promedio unitario – Media geométrica - mediana	46
Figura 12. <i>Valor promedio unitario – Media geométrica - mediana</i>	46
Figura 13. Análisis presupuestal máquinas de bomberos 4x4.....	47

Tabla de ecuaciones

Ecuación 1. Obtención de muestra	27
--	----

Resumen

El servicio de Salvamento y Extinción de Incendios (SEI) al ser un referente para la gestión del riesgo y respuesta a emergencias a nivel aeronáutico y aeroportuario, ha venido presentando algunas debilidades para garantizar la prestación adecuada del servicio de Salvamento y Extinción de Incendios en los aeropuertos bajo su administración, las cuales se han evidenciado en aspectos como las fallas mecánicas, eléctricas y de operación recurrentes de algunas máquinas de extinción de incendios las cuales, hoy en día, ya cuentan con una vida útil que va desde los 27 a los casi 50 años de operación continuada, razón por la cual, a continuación, se presenta una investigación que tiene como objetivo analizar la viabilidad técnica y económica para la actualización de la flota de máquinas de Salvamento y Extinción de Incendios con más de 27 años de operación ubicadas en los aeropuertos administrados por la AEROCIVIL, basados específicamente en datos reales del SEI de los aeropuertos administrados por la AEROCIVIL, aplicando un enfoque cuantitativo y una técnica de análisis de datos tipo estadística descriptiva para finalmente, determinar la viabilidad en la investigación.

Palabras Clave:

Aeropuerto, Incendio, Gestión del Riesgo, Fortalecimiento, Servicios Aeroportuarios, Bombero Aeronáutico, Máquina de Bomberos, metodología, investigación.

Problema de Investigación

Antecedentes del problema

Desde 1919 se fundó por primera vez la Empresa Comercial de Aviación en Colombia, debido a la necesidad de fundar un organismo de control de la aviación en el país y, a través de la Ley 126 de 1919 el poder Ejecutivo comenzó a reglamentar lo concerniente a la aeronavegación. (AERONÁUTICA CIVIL, 2022 - Parr 1 y 2).

El 10 de diciembre de 1959 se inauguró el Aeropuerto El Dorado en la ciudad de Bogotá, D.C., y con ello, el inicio del servicio de Extinción de Incendios, creando el Grupo de Bomberos Aeronáuticos.

Posterior a ciertos acontecimientos presentados, tales como el aumento en las operaciones aéreas, la falta de una normativa acerca de la aviación civil, entre otros, se da inicio al Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil, cuyo título fue modificado a Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, a través de la ley 105 de 1993. (AERONÁUTICA CIVIL, 2022).

En vista del avance que el sector aéreo ha presentado a lo largo del tiempo en el país y con el fin de garantizar la seguridad en las operaciones aéreas, minimizando los riesgos relacionados con la Prestación de Servicios Aeroportuarios en cada una de las operaciones de los aeropuertos administrados por la AEROCIVIL, la secretaria de servicios aeroportuarios implementó cinco (5) servicios indispensables con el fin de lograr sus objetivos, los cuales se relacionan a continuación: Grupo Gestión de Aeródromos, Grupo de Seguridad de la Aviación Civil, Grupo Gestión Ambiental y Control de Fauna, Grupo Gestión de Terminales y Grupo de Salvamento y Extinción de Incendios.

Es así como este último, con el objetivo de mejorar la respuesta a las posibles emergencias y brindar a los usuarios todas las garantías en la prestación del servicio, el Grupo de Salvamento y Extinción de Incendios trabaja de manera diaria en desarrollar y fortalecer, no solo conocimiento, sino también sus recursos e infraestructura para brindar continuidad de las operaciones aeroportuarias y aeronáuticas de cada uno de los aeródromos administrados por la AEROCIVIL.

A pesar de esto, y aunque el servicio SEI (Salvamento y Extinción de Incendios) es un referente para la gestión del riesgo y respuesta a emergencias a nivel aeronáutico y aeroportuario, en los últimos años ha venido presentando algunas debilidades para garantizar la prestación adecuada del servicio de Salvamento y Extinción de Incendios en los aeropuertos bajo su administración, no sólo porque algunas de sus máquinas ya están desactualizadas por sus años de operación sino también porque se ha dado apertura a nuevos aeropuertos, que aunque, su tamaño y operación no es muy amplia, requieren dar cumplimiento al RAC 14 (Reglamento Aeronáutico de Colombia) respecto a contar con una estación de bomberos y con una cantidad de máquinas de extinción de incendios, las cuales deben soportar la operación y en algunos de ellos no se cumple con estas condiciones.

Sumadas a estas debilidades, algunas de sus máquinas de extinción de incendios han evidenciado problemas en aspectos como las fallas mecánicas, eléctricas y de operación recurrentes de algunas máquinas de extinción de incendios las cuales, hoy en día, ya cuentan con una vida útil que va desde los 28 a los casi 50 años de operación continuada. Esto sin contar con las deficiencias que algunas de ellas presentan en cuanto a su estado estructural ya que, por su ubicación en lugares como las islas de San Andrés y Providencia o aeropuertos ubicados en la costa atlántica (Barranquilla y Cartagena), el salitre o salinidad ejercido por la humedad en el ambiente, han generado desgastes en el

chasis y en sus componentes metálicos como puertas, capó, guarda barro, etc. que, en caso de que, una de estas máquinas de bomberos saliera de operación, a causa de una falla mecánica, el terminal aéreo, se vería obligado a reducir la categoría SEI, ya que sería muy difícil reemplazarla de manera inmediata debido a su ubicación tan lejana de otros aeropuertos.

Estas Máquinas en la actualidad han disminuido su eficiencia para la atención de emergencias y debido a su deterioro significativo y las constantes fallas que presentan obligan a solicitar mantenimientos preventivos de manera frecuente, lo que evidencia el aumento de costos en los esfuerzos por mantener operativas estas máquinas. Adicional, algunos de los repuestos son demasiado costosos porque no se consiguen fácilmente en el mercado y en ocasiones es necesario solicitar su fabricación, lo que aumenta su costo y tiempo de entrega.

La UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE AERONÁUTICA CIVIL dispone del Proceso misional **GSAP-4-1-002** “GESTIÓN SALVAMENTO Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS”, que tiene como objetivo crear condiciones para la preservación de la vida humana en caso de accidente o accidente aéreo, la infraestructura aeroportuaria y las zonas fuera del área del aeropuerto que pueda presentar una amenaza para la aviación y la comunidad en general, con el fin de minimizar la pérdida de vidas y preservar los bienes. (AERONÁUTICA CIVIL, 2022)

Por otro lado, y, teniendo en cuenta el Reglamento Aeronáutico de Colombia, **RAC 14**, el objetivo principal del Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios “SEI” es proteger vidas en caso de eventos o sucesos de aviación, ocurridos dentro del aeropuerto o su zona de influencia, 9 kilómetros a partir del centro del aeropuerto. (AEROCIVIL, 2022, Parr 1 y 2).

Desde el inicio de las actividades del Grupo de Salvamento y Extinción de Incendios – SEI, en cabeza de la Dirección de Operaciones Aeroportuarias de la Aerocivil, ha ido adquiriendo Máquinas de Bomberos ARFF, por sus siglas en inglés (Bomberos de rescate de aeronaves) para los distintos aeropuertos a nivel nacional, tanto así, que actualmente en inventario, existen 85 máquinas de distintas marcas, modelos y capacidades, para cubrir las necesidades de los aeropuertos que administra la Aerocivil, que en total suman 33 a nivel nacional. (Aeronáuticos, 2022, p. 291)

Descripción del problema.

De lo anterior, es importante hacer énfasis en la problemática operacional que se presenta en algunos aeropuertos, respecto a la prestación óptima del servicio SEI, donde se identifica que de las 85 máquinas con las que cuentan las estaciones de Bomberos de cada uno de los aeropuertos administrados por la Aerocivil, 16 máquinas presentan diferentes tipos de fallas y deficiencias que podrían afectar la adecuada prestación del servicio de salvamento y extinción de incendios, en caso de presentarse una emergencia.

En la actualidad, la necesidad de incorporar nuevas máquinas de extinción de incendios asciende a dieciséis (16) unidades, que presentan fecha de fabricación entre 1974 y 1996, lo que representa una vida de operación entre 27 y 49 años de uso. Estas Máquinas en la actualidad han disminuido su eficiencia para la atención de emergencias y debido a su deterioro significativo y las constantes fallas que presentan obligan a solicitar mantenimientos preventivos de manera frecuente, lo que evidencia el aumento de costos en los esfuerzos por mantener operativas estas máquinas. Adicionalmente, algunos de los repuestos son demasiado costosos porque no se consiguen fácilmente en el mercado y en ocasiones es necesario solicitar su fabricación, lo que aumenta su costo y tiempo de entrega.

En los aeropuertos de San Andrés, (del cual, se requieren 2 máquinas, debido al desgaste por los más de 30 años de servicio), Providencia, Ipiales, Guapi, Arauca, Mitú, Puerto Carreño, Ibagué, Puerto Asís, Florencia, Cali, Yopal, Tumaco, Flandes y Mariquita, donde, en algunos casos, se ha percibido un crecimiento en las operaciones aéreas con aeronaves de mayor capacidad y en otros se presenta desgaste y fallas mecánicas o desgastes por su antigüedad, se requiere contar con máquinas de última tecnología que permitan mejorar la capacidad de descarga de agentes extintores para proteger las aeronaves que operan en cada uno de estos aeropuertos, los cuales pertenecen a las categorías SEI 7, SEI 6, SEI 5 y SEI 4. (ANEXO 1 - ANEXO TÉCNICO LICITACIÓN PÚBLICA No. IDU-LP-SGI-012-2021 Grupo 3)

En la siguiente tabla se muestran los aeropuertos y las máquinas que presentan mayores años de operación y las cuales presentan mayores desgastes debido al salitre, como es el caso de aquellas ubicadas en San Andrés y Providencia.

Tabla 1. Relación de Aeropuertos y Máquinas de Bomberos

Item	Código Interno	Ubicación	Marca	Línea	Modelo	Años en operación
1	894	FLORENCIA	OSHKOSH	T-6	1980	43
2	034	FLANDES	OSHKOSH	T-6	1980	43
3	709	IBAGUE	OSHKOSH	T-1500	1996	27
4	790	PUERTO ASIS	OSHKOSH	T-1500	1996	27
5	023	MARIQUITA	OSHKOSH	T-6	1979	44
6	022	CALI	OSHKOSH	T-6	1974	49
7	046	GUAPI	OSHKOSH	P-19	1987	36
8	047	TUMACO	OSHKOSH	T-1000	1987	36
9	044	IPIALES	OSHKOSH	T-1000	1987	36
10	424	ARAUCA	OSHKOSH	P-19	1985	38
11	741	SAN ANDRES	OSHKOSH	T-1500	1994	29
12	151	SAN ANDRES	OSHKOSH	P-19	1988	35
13	363	PROVIDENCIA	OSHKOSH	P-19	1985	38
14	021	YOPAL	OSHKOSH	T-6	1974	49
15	048	MITU	OSHKOSH	T-1000	1987	36
16	042	PUERTO CARREÑO	OSHKOSH	T-1000	1987	36

Nota. Tomado de: Base de datos grupo de Salvamento y Extinción de Incendios- SEI

Como se observa en la tabla anterior, estos 16 aeropuertos evidencian las máquinas de bomberos con más años de antigüedad, siendo Florencia, Flandes, Mariquita, Cali y Yopal, las que presentan más de 40 años de vida útil.

Pregunta de investigación.

¿Es posible desde la ruta técnica y económica analizar la viabilidad para la actualización de la flota de Maquinas de Salvamento y Extinción de Incendios con más de 27 años de operación ubicadas en los aeropuertos administrados por la AEROCIVIL?

Objetivos

Objetivo general.

Analizar la viabilidad técnica y Económica para la actualización de la flota de máquinas de Salvamento y Extinción de Incendios con más de 27 años de operación ubicadas en 16 aeropuertos administrados por la AEROCIVIL.

Objetivos específicos.

1. Identificar el estado actual de las máquinas de salvamento y extinción de Incendios con más de 27 años de operación ubicadas en 16 aeropuertos administrados por la AEROCIVIL.
2. Buscar información Bibliográfica de los requisitos que deben tener las máquinas de Salvamento y Extinción de Incendios en un aeropuerto.
3. Definir requisitos técnicos para la compra de las máquinas de salvamento de extinción de incendios.
4. Analizar los costos actuales del mantenimiento preventivo y correctivo de las Máquinas de Bomberos de Salvamento y Extinción de Incendios.

5. Analizar los costos de actualización de máquinas de Bomberos de Salvamento y Extinción de Incendios.
6. Analizar la reglamentación nacional e internacional para la operatividad de máquinas de Salvamento y Extinción de incendios en los aeropuertos.

Justificación

Luego de identificar las problemáticas en la eficiencia de la operatividad de 16 máquinas de salvamento y extinción de incendios presentes en diferentes zonas aeroportuarias del país que cuentan con más de 27 años de operación, basadas en el deterioro significativo de las mismas, las fallas que presentan, el aumento de costos por mantenerlas operativas, el difícil acceso de algunos repuestos, su grado de contaminación por su tecnología y sistemas de combustión y, luego de analizar rigurosamente la reglamentación tanto nacional como internacional sobre la operatividad de dicha maquinaria y sus costos, la presente investigación permitirá identificar qué tan viable técnica y económicamente es la actualización de la flota de este tipo de vehículos de Salvamento y Extinción de Incendios para la AEROCIVIL, con el objetivo de mejorar la eficiencia en su operatividad, respondiendo a las emergencias con mayor efectividad y seguridad y disminuyendo los costos de mantenimiento y las emisiones contaminantes en el medio ambiente.

Dentro de los beneficios de la investigación se encuentra la actualización del equipo de emergencia de los aeropuertos administrados por la AEROCIVIL, cuyo resultado se refleja en el suministro de auxilio en el menor tiempo posible a un mayor número de personas comprometidas en accidentes aéreos.

Adicionalmente, la información obtenida aportará mayor conocimiento dentro del área de la gerencia de proyectos, teniendo en cuenta que se realizará un análisis de la viabilidad

técnica y económica del proyecto, y en caso de que resulte ser viable, la investigación será un gran aporte para la AEROCIVIL y permitirá la implementación del proyecto, a través de la dirección y coordinación del mismo, cumpliendo indicadores de costo, tiempo, calidad y satisfacción.

Por otra parte, es importante resaltar que, el Campo de investigación para nuestro proyecto es el siguiente: Emprendimiento y gerencia; el Grupo de investigación es: Grupo de gerencia en las grandes, pequeñas y medianas empresas - G3Pyme y la Línea de investigación es: Modernización de las organizaciones.

Marco Teórico

El grupo de salvamento y protección contra incendios trabaja cada día para mejorar la respuesta ante posibles situaciones de emergencia y dotar a los usuarios de todas las garantías de prestación del servicio, para desarrollar y potenciar no sólo sus capacidades, sino también sus recursos e infraestructuras, asegurar la continuidad de los aeropuertos y las operaciones de vuelo en cada aeropuerto administrado por la AEROCIVIL.

Pese a ello, y aun cuando el servicio SEI (Salvamento y Extinción de Incendios) es un referente en la gestión de riesgos y emergencias a nivel aeronáutico y aeroportuario, en los últimos años se han producido deficiencias para garantizar una adecuada prestación del servicio. El servicio de bomberos de los aeropuertos que gestiona, no sólo porque algunas de sus máquinas están ya obsoletas por los años de funcionamiento, sino también porque se han abierto nuevos aeropuertos que, aunque su tamaño y funcionamiento no son muy extensos, exige el cumplimiento de la RAC 14. (Reglamento Aeronáutico de Colombia) por la presencia de una estación de bomberos y varios camiones de bomberos que deben apoyar la operación, algunos de los cuales no cumplen con esas condiciones.

Además de estas debilidades, existen problemas con algunas de estas máquinas, como repetidos fallos mecánicos, eléctricos y mal funcionamiento de algunos camiones de bomberos que han estado en uso continuo desde los 28 hasta los 50 años.

Por otro lado, el nivel de seguridad que ha de proporcionarse en un aeródromo o aeropuerto, así como el tipo del servicio de extinción de incendios, obedece a la clase de aeronave que opera en cada uno de los aeropuertos. Para establecer la categoría del aeropuerto, se debe tener en cuenta la aeronave crítica que usa este medio, en la cual se requieren unas cantidades determinadas de agente extintor, niveles de descarga y número mínimo de vehículos, las cuales se relacionan en las tablas 2, 3 y 4.

La guía para hallar la cantidad de agua en litros y la rata de descarga de solución espumosa en litros por minuto, se extrae de las columnas 4 y 5. Actualmente, el concentrado de agente espumógeno del servicio de salvamento y extinción de incendios es eficacia nivel “B”, tal como se expone a continuación:

Tabla 2. *Categoría de los aeropuertos a efectos del salvamento y extinción de incendios*

Categoría del Aeródromo (1)	Longitud total del avión (2)	Anchura máxima del fuselaje (3)
1	De 0 a 9 m exclusive	2 m
2	De 9 a 12 m exclusive	2 m
3	De 12 a 18 m exclusive	3 m
4	De 18 a 24 m exclusive	4 m
5	De 24 a 28 m exclusive	4 m
6	De 28 a 39 m exclusive	5 m
7	De 39 a 49 m exclusive	5 m
8	De 49 a 61 m exclusive	7 m
9	De 61 a 76 m exclusive	7 m
10	De 76 a 90 m exclusive	8 m

Nota. Tomado de: Reglamento Aeronáutico de Colombia, **RAC 14**, Literal 14.6.1.1

En la siguiente tabla, se relaciona el tipo y la cantidad de agente extintor con el cual deben contar las máquinas de extinción de incendios, de acuerdo con la categoría del aeropuerto.

Tabla 3. Cantidades mínimas de agentes extintores

Categoría del Aeródromo (1)	Espuma de Eficacia de Nivel A		Espuma de Eficacia de Nivel B		Agentes complementarios
	Agua*1 (L) (2)	Rata de descarga de solución espumosa / minuto (L) (3)	Agua*1(L) (4)	Rata de descarga de solución espumosa / minuto (L) (5)	Productos químicos *2 secos en polvo(kg) (6)
1	350	350	230	230	45
2	1.000	800	670	550	90
3	1.800	1.300	1.200	900	135
4	3.600	2.600	2.400	1.800	135
5	8.100	4.500	5.400	3.000	180
6	11.800	6.000	7.900	4.000	225
7	18.200	7.900	12.100	5.300	225
8	27.300	10.800	18.200	7.200	450
9	36.400	13.500	24.300	9.000	450
10	48.200	16.600	32.300	11.200	450

Nota. Tomado de: Reglamento Aeronáutico de Colombia, **RAC 14**, Literal 14.6.1.1

A continuación, se relacionan la cantidad de vehículos con los cuales debe contar cada aeropuerto, de acuerdo con la categoría a la cual pertenecen.

Tabla 4. Número de vehículos - Máquinas de Bomberos ARFF por categoría

Categoría del Aeródromo - Aeropuerto	Número mínimo de vehículos de salvamento y de extinción de incendio
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	2
7	2
8	3
9	3
10	3

Nota. Tomado de: Reglamento Aeronáutico de Colombia, **RAC 14**, Literal 14.6.1.1

Teniendo en cuenta lo anterior, se definen los factores importantes que afectan la operación efectiva de rescate y extinción de incendios en accidentes de aviación, donde la eficiencia del rescate y extinción de incendios depende de la disponibilidad de equipo suficiente, cuyo resultado se refleja en la prestación de ayuda al mayor número posible de personas involucradas en accidentes aéreos en el menor tiempo, teniendo en cuenta el tiempo de respuesta que exigen los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia.

Por otra parte, en cuanto al panorama de teorías establecidas para la presente investigación, tenemos la norma NFPA 414, estándar para rescate de aeronaves y vehículos contra incendios. (NFPA, 2020) o Standard for Aircraft Rescue and Fire-Fighting Vehicles: Norma Técnica específica para los vehículos de extinción de incendios de aeropuertos, la cual establece los requerimientos mínimos y ensayos que deben desempeñar para desarrollar las respectivas operaciones de Salvamento y extinción de incendios en aeronaves y aeropuertos. Esta normativa fue elaborada por el Comité técnico de rescate de aeronaves y lucha contra incendios y fue expuesta por el Consejo de Normas el 28 de abril de 2019 y aprobada como un estándar nacional estadounidense el 18 de mayo de 2019.

El Reglamento Administrativo, operativo y técnico de los Bomberos de Colombia presenta los factores que se necesitan para la obtención de dotación mínima de equipos de emergencias, con base en las diferentes categorías que tienen las ciudades del país, los cuales son el número de habitantes, el panorama de riesgos proveniente del análisis de vulnerabilidad, la red hidráulica, la Infraestructura de servicios, las características financieras, los niveles de Capacitación requeridos, el personal adscrito a la Institución y la implementación de los Procedimientos Operativos Normalizados (P.O.N). (AEROCIVIL, 2022, Parr 1 y 2)

El proceso misional GSAP-4-1-002 - GESTIÓN SALVAMENTO Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS (Aeronáutica Civil) tiene como fin establecer escenarios para la conservación de vidas en accidentes de aviación, infraestructura aeroportuaria y zona de influencia en zonas

fuera del área del aeropuerto, las cuales generen un riesgo en las operaciones aéreas y al mismo tiempo a la comunidad en general, minimizando la pérdida de vidas y conservando los bienes.

The Impact of Vehicle Age on the Efficiency of Airport Firefighting Services. Smith, J., Johnson, M., & Brown, A. Journal of Air Transport Management, 72, 1-10. En esta cita los autores examinan la relación entre la eficiencia operativa y la edad de las aeronaves de rescate en el servicio de rescate, teniendo en cuenta datos reales del aeropuerto y modelos estadísticos. El estudio encontró una relación directa y negativa entre la edad y la eficiencia operativa, lo que sugiere que la modernización es una respuesta eficaz a la seguridad aeroportuaria para proteger a las personas y la infraestructura. (Smith, Pag 1-10).

EL MANUAL DE BOMBEROS AERONÁUTICOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA (MABOA) Primera Edición 2016. Capítulo VII, habla sobre los vehículos de extinción de incendios, describe los diferentes vehículos para salvamento y extinción y sus características principales. (COLOMBIANA, 2016, p. 67).

El OACI Parte 1 Capítulo 2. Doc 9137-AN/898 Manual de servicios de aeropuertos Parte 1 — Salvamento y extinción de incendios Cuarta edición, 2015 describe el nivel de seguridad a suministrar, de acuerdo con la Categoría del aeropuerto, Tipos y cantidades de agentes extintores, área crítica para el cálculo de las cantidades de agua, número de vehículos, sistema de descarga entre otros. (MANUAL DE SERVICIOS DE AEROPUERTOS - SALVAMENTO Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS, 2015, part 1 cap 2).

El RAC 14 Reglamentos Aeronáuticos de Colombia. 14.6.1 que gozan de carácter oficial con la Resolución 5036 del 18 de septiembre de 2009 contiene las normas generales aplicables en la República del Colombia al Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios “SEI”, normas que deben cumplir todos los aeródromos o aeropuertos en operación pública.

El Ozbay, K., & Berechman, J. (2017). Economic and Environmental Implications of Vehicle Age and Fuel Type for U.S. Airports. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 57, 56-67 explora las discrepancias económicas y ambientales de la antigüedad y el tipo de combustible de la flota de vehículos en los aeropuertos de Estados Unidos. Tiene como fin la evaluación de la edad de los vehículos y el tipo de combustible utilizado que pueden llegar a afectar los costos operativos y al mismo tiempo, generar un impacto ambiental en las operaciones aeroportuarias. (Ozbay, 2017, p. 56-67).

En el artículo Sustainable Practices in Airport Emergency Vehicle Fleet Management. Rangel, L., & Flor, M. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 124, 89-103 se estudian las estrategias a realizar en la maquinaria de salvamento y extinción en términos de sostenibilidad ambiental y económica. (Rangel, P 89-103).

En el documento “ACCIÓN CLIMÁTICA Y CALIDAD DEL AIRE: IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMATIVA DE EMISIONES EN MAQUINARIA MÓVIL NO DE CARRETERA” CODS # 11 abril 2021 se estudian las barreras para formar una política de reducción de emisiones efectiva, entre las barreras estudiadas se relacionan las siguientes: Unificación de conceptos referentes al inventario de emisiones, Muy poca transferencia de información sectorial e interinstitucional y la Ausencia de políticas públicas para reducción de emisiones. (Mendez, 2021).

En la Ley 1575 de 2012, la cual es la Ley General de Bomberos de Colombia, tiene como fin incrementar los recursos de los cuerpos de bomberos oficiales, voluntarios y aeronáuticos. (LEY 1575, 2012).

En la Ley 1523 de 2012 se arroga la Política Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres y se crea el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de desastres, la cual ofrece elementos para conocer el riesgo, valorarlo, tomar medidas prevención y mitigación ante las diferentes situaciones de emergencia y evaluar la situación, una vez sea superada. (LEY 1523, 2012).

La Lista de verificación de vigilancia y control SEI. GIVC-1.0-12-393 Versión 2.

AERONAUTICA CIVIL. Unidad Administrativa Especial es una lista de chequeo que compara el desempeño del Requisito relacionado en el Reglamento Aeronáutico Colombiano, con base en algunas preguntas en concreto, con las cuales se determina el cumplimiento, el estado de verificación y permite observaciones al respecto.

La norma española UNE-EN-1846-1 Vehículos contra incendios y servicios auxiliares. Octubre 2011. AENOR Asociación Española de Normalización y certificación evidencia las categorías de los vehículos de extinción contra incendios, teniendo en cuenta el uso y la masa.

La norma NFPA 1901: Norma para aparatos contra incendios automotrices. Edición 2016. Cap 5, 6, 7, la cual define las exigencias para los nuevos vehículos contra incendios, creados para usarse en situaciones de emergencia para transporte de personal y equipos y para apoyar la extinción de incendios y la mitigación de otras situaciones difíciles.

Aunado a lo anterior, es importante precisar que, en el Reglamento Aeronáutico de Colombia – RAC 14 - AERÓDROMOS, AEROPUERTOS Y HELIPUERTOS, capítulo 14.6. SERVICIO DE SALVAMENTO Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS, especifica lo siguiente para para el equipo de salvamento:

Los vehículos de salvamento y extinción de incendios ARFF deben estar dotados del equipo de extricación y salvamento que cumpla con las necesidades a cubrir la exigencia del nivel de las operaciones de acuerdo con la categoría establecida para las aeronaves de mayor longitud que operen para el aeródromo. (Aeronáuticos, 2022, p. 291)

Para mayor claridad, a continuación, se especifican una serie de conceptos que servirán para ampliar la presente investigación.

La AEROCIVIL es una entidad que tiene como objetivo la vigilancia y control del espacio aéreo colombiano, instaurando políticas que aseguren la adecuada operación de la aviación

civil, de acuerdo con los fundamentos de seguridad, oportunidad y eficiencia. (DECRETO 1294, 2021).

Asimismo, el servicio de salvamento y extinción de incendios es un servicio de la AEROCIVIL que consiste en salvar las vidas en caso de que se presenten accidentes o acontecimientos de aviación dentro de las instalaciones del aeropuerto, dentro de su zona de influencia o fuera del aeropuerto, en zonas donde se pueda generar un riesgo a la operación aérea o a la comunidad.

El ARFF (Airport Rescue FireFighter) hace referencia al personal (bombero) de rescate que contempla el aeropuerto para las acciones de emergencias que se llegase a presentar.

Las máquinas SEI son vehículos especiales que tiene la capacidad de descargar agentes extintores en caso de que se presenten accidentes de aviación dentro de las instalaciones del aeropuerto, dentro de su zona de influencia o fuera del aeropuerto, en zonas donde se pueda generar un riesgo a la operación aérea o a la comunidad.

Adicionalmente, un mantenimiento preventivo es un mantenimiento que consiste en inspeccionar diariamente el vehículo identificando las piezas que se van desgastando, con el fin de sustituirlas antes de que ocasionen un problema mayor en el vehículo. (González, 2019).

Un mantenimiento correctivo para las máquinas de Bomberos de Salvamento y Extinción de Incendios consiste en restaurar el funcionamiento del vehículo para mantenerlo seguro. En general, para este tipo de mantenimiento se pueden encontrar las siguientes reparaciones: cambios de aceite y filtros, reparaciones eléctricas, reparaciones de frenos, sustitución de piezas dañadas, reparaciones de carrocería. (Mantenimiento correctivo para carro de bomberos, 2021).

Los servicios aeroportuarios hacen referencia a las actividades realizadas en los aeropuertos que facilitan los viajes a los pasajeros.

La Gestión del riesgo se refiere a la gestión de las probables pérdidas que puede llegar a tener una empresa por diversos factores como el mercado cambiante, fallas administrativas, fenómenos naturales o cambios en el ámbito legal, etc. (Westreicher, 2021).

Marco institucional

La UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE AERONAUTICA CIVIL – AEROCIVIL es una entidad del estado, ubicada en la Av. Eldorado 103-15 EDIFICIO CENTRAL AEROCIVIL, adscrita al ministerio de transporte mediante la Ley 105 del 30 de diciembre de 1993, donde se nombra como órgano rector de la política y ejecución de las funciones relativas al transporte aéreo y por medio del cual se estableció un organigrama que actualmente atiende a la naturaleza de las dos grandes tareas a la AEROCIVIL: la aeronavegación y el servicio aeroportuario. Actualmente, la entidad está regida bajo el Decreto 260 del 28 de enero de 2004 y el Decreto 1294 del 14 de octubre de 2021, donde se presenta un nuevo ordenamiento administrativo y nuevas dependencias. (AERONÁUTICA CIVIL, 2022).

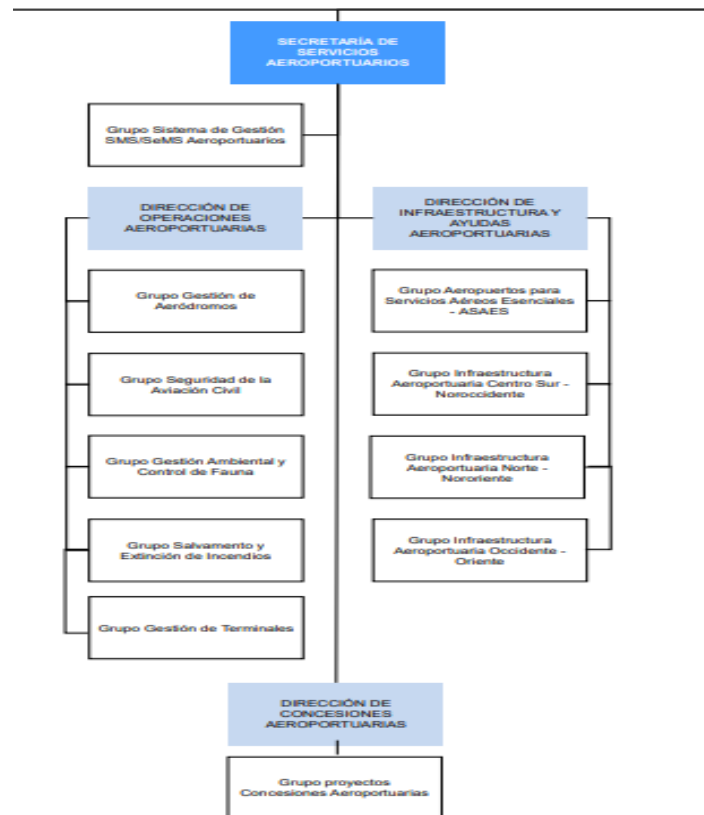
La unidad Administrativa Especial de AERONAUTICA CIVIL cuenta con un organigrama establecido para lograr el desarrollo de sus funciones, entre los cuales se encuentra el concejo directivo, la dirección general, la secretaría de Autoridad Aeronáutica, secretaría de Servicios a la Navegación Aérea, secretaría de Servicios Aeroportuarios, Secretaría Centro de Estudios Aeronáuticos -CEA, Secretaría de Tecnologías de la Información -TI y la Secretaría General.

Para la presente propuesta, la secretaría que desarrollara el mejoramiento y fortalecimiento de la flota de máquinas de bomberos es las estaciones del Aeropuerto, es la

secretaría de servicios Aeroportuarios, la cual está compuesta por varias Direcciones, En este caso, la Dirección de Operaciones Aeroporturias y de manera específica el Grupo de Salvamento y Extinción de Incendios, por ser ellos lo más interesados en garantizar un excelente servicio SEI.

La secretaria de Servicios Aeroportuarios está compuesta por 5 grupos que facilitan y ofrecen los recursos necesarios para garantizar la prestación adecuada de los mismos, durante el desarrollo de las actividades de cada uno de los aeropuertos a nivel nacional, estos grupos son los siguientes: Grupo de Salvamento y Extinción de Incendios, Grupo ambiental y control fauna, Grupo de Gestión de Aeródromos, Grupo de la seguridad de aviación civil y Grupo de gestión de terminales.

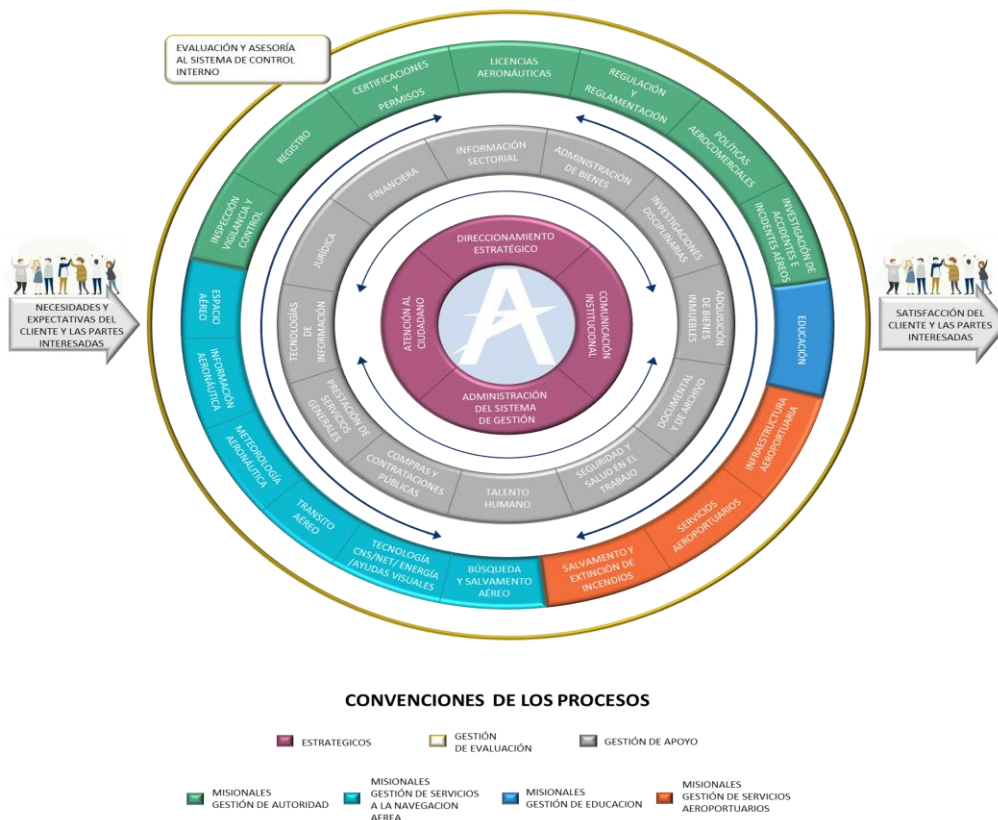
Figura 1. Grupo de servicios Aeroportuarios



Nota. Tomado de: Organigrama AEROCIVIL

El mapa de procesos de la entidad ofrece un panorama mas amplio de la forma como opera la entidad desde el punto de vista estratégico, misional y de apoyo, teniendo en cuenta las necesidades, expectativas y la satisfacción de las partes interesadas, como se observa a continuación:

Figura 2. Mapa de procesos de la AEROCIVIL



Nota. Tomado de: Aplicativo isolucion AEROCIVIL – GDIR-1.0-001 Versión 6

El sector de la economía a la que pertenece LA AEROCIVIL es el sector de transporte aéreo y su actividad económica está identificada con código CIU 8414 del 30 de diciembre de 1993 con actividad principal: ACTIVIDAD REGULADORA Y FACILITADORA o como está definido en las directrices de la DIAN:

La administración y la regulación pública, incluyendo la concesión de subvenciones, de los diferentes sectores económicos, tales como: sector agropecuario, pesquero, de desarrollo rural, el ordenamiento de tierras, la energía y la minería, infraestructura, el transporte, relacionadas con la competitividad, integración y desarrollo de los sectores productivos de la industria, la micro, pequeña y mediana empresa, las comunicaciones, hoteles y turismo, el comercio al por mayor y al por menor y demás servicios no mencionados anteriormente. Actividades de comercio exterior de bienes, servicios y tecnología, la promoción de la inversión extranjera, el comercio interno y el turismo; y ejecución de políticas, planes generales, programas y proyectos de comercio exterior. (DIAN, 2023, par 1)

Metodología de investigación

Enfoque De Investigación.

El enfoque definido para desarrollar la presente investigación es el enfoque Cuantitativo, ya que, se deben mostrar planteamientos acotados o delimitados desde el inicio, generando resultados. Adicionalmente, mostrará datos numéricos producto de las mediciones que se realizarán con el objetivo de analizar la viabilidad técnica y Económica para la actualización de la flota de máquinas de Salvamento y Extinción de Incendios de 16 aeropuertos administrados por la AEROCIVIL.

Dicho enfoque se verá reflejado en la aplicación de una entrevista al profesional coordinador del grupo de salvamento y extinción de incendios de la AEROCIVIL, quien, en

cuanto su experiencia y disposición de información de los aeropuertos administrados por la entidad, responderá a una serie de preguntas sobre las máquinas de bomberos de los aeropuertos, cuyos resultados serán tabulados a través de un análisis estadístico descriptivo, el cual, permitirá conocer con certeza la respuesta al planteamiento del problema objeto de investigación.

Alcance y Diseño de la Investigación

La estrategia para lograr responder a la pregunta de la presente investigación sobre si es posible desde la ruta técnica y económica analizar la viabilidad para la actualización de la flota de Maquinas de Salvamento y Extinción de Incendios con más de 27 años de operación ubicadas en los aeropuertos administrados por la AEROCIVIL, es investigación de tipo descriptivo no experimental longitudinal. Este tipo de investigación contempla que, la meta del investigador se basa en describir los fenómenos, situaciones, contextos y eventos, es decir, se encargan de explicar al detalle las características de los mismo, como su significado y cómo se manifiestan. Por otro lado, este tipo de investigación descriptiva recoge datos y obtiene información respecto a las variables y componentes del planteamiento del problema. (Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P., 2010).

Definición y Establecimiento de Variables

Una variable es una propiedad que puede oscilar y cuya variación está en condición de medirse u observarse. (Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P., 2010)

En la presente investigación se establecen una serie de variables sobre el estado actual de la maquinaria de bomberos de la AEROCIVIL, las cuales serán medidas a través de una

documentación de soporte entregada por el encuestado y que permitirán obtener información al detalle para determinar la viabilidad técnica y económica para la actualización de la flota de máquinas de Salvamento y Extinción de Incendios de 16 aeropuertos administrados por la AEROCIVIL. Dichas variables objeto de medición se presentan a continuación:

Tabla 5. Definición de variables

No.	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones
1	Cantidad de Mantenimientos Correctivos y preventivos realizados a las Máquinas de Bomberos al año.	Mantenimientos realizados a la maquinaria anualmente con el fin de que vuelvan a su funcionalidad inicial.	La variable será medida a través del registro documental de mantenimientos realizados anualmente a la maquinaria de bomberos, suministrado por el encuestado.	Numero de mantenimientos realizados al año.
2	Costos de los Mantenimientos Correctivos y preventivos realizados a la maquinaria al año.	Identificación del valor monetario de los mantenimientos realizados a la maquinaria.	La variable será medida a través de la Relación de gastos generados por los mantenimientos a la maquinaria bomberos, suministrados por el encuestado.	Costo total en pesos de los mantenimientos correctivos y preventivos realizados al año.
3	Causas de las fallas que generan mantenimientos correctivos.	Identificación de los motivos por los cuales la maquinaria presenta fallas que demuestran la necesidad de una reparación para continuar con su funcionalidad.	La variable será medida a través del Reporte de fallas o daños generados a la maquinaria de bomberos, suministrado por el encuestado.	Porcentaje de fallas mecánicas. Porcentaje por fallas eléctricas. Porcentaje por fallas de operación.
4	Marca y características de las Maquinas de bomberos que presentan mayores Mantenimientos al año.	Identificar la marca de maquinaria con mayor número de mantenimientos al año con el fin de revisar cuales han tenido menor operabilidad e incurrido en costos.	La variable será medida a través del Registro documental de mantenimientos realizados anualmente a la maquinaria de bomberos, suministrado por el encuestado.	Marca y características de la máquina que presenta mayores fallas al año.
5	Cantidad de aeropuertos administrados por la Aerocivil afectados en su categoría, debido a máquinas de bomberos fuera de servicio.	Identificar el número de aeropuertos que han presentado afectaciones en emergencias contra incendios por la maquinaria de bomberos que no se encuentra en condiciones de operatividad.	La variable será medida a través del Reporte de aeropuertos del país afectados por la maquinaria de bomberos fuera de servicio, suministrado por el encuestado.	Numero de aeropuertos afectados, en su categoría, por máquinas de bomberos fuera de servicio.
6	Costo de adquirir Nuevas Máquinas de Bomberos Aeronáuticas.	Identificación del valor monetario de la actualización de máquinas de Bomberos de Salvamento y Extinción de Incendios de la Aeronáutica civil.	La variable será medida a través del Presupuesto detallado de la compra de nuevas máquinas de bomberos Aeronáuticas.	Costos en pesos o en USD de compra de máquinas de bomberos aeronáuticas nueva.

Nota. Tomado de: Elaboración propia

Población Y Muestra

Del total de aeropuertos administrados por la Aeronáutica civil AEROCIVIL en Colombia y con el fin de darle rigurosidad a la presente investigación, se realizará un muestreo probabilístico a partir de un nivel de confianza del 95% y una probabilidad de ocurrencia del 5%, a través de la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Obtención de muestra

$$n = \frac{N * Z^2 * P * Q}{e * (N - 1) + Z^2 * P * Q}$$

Nota. Tomado de: Elaboración propia

Con el fin de determinar la muestra objeto de estudio, es importante determinar el parámetro estadístico Z, el cual depende del nivel de confianza adquirido para el proyecto que, en este caso, es del 95%, tal como se presenta a continuación:

Figura 3. Parámetro estadístico Z

NIVEL DE CONFIANZA	Z
99,70%	3
99%	2,58
98%	2,33
96%	2,05
95%	1,96
90%	1,645
80%	1,28
50%	0,674

Nota. Tomado de: Elaboración propia

Adicionalmente, los valores de los parámetros relacionados en la ecuación 1 se presentan a continuación:

Figura 4. Parámetros muestreo probabilístico

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	INSERTAR VALOR
n	Tamaño de muestra	
N	Tamaño de la Población	16
Z	Parámetro estadístico que depende del Nivel de confianza	1,96
P	Probabilidad de que ocurra el evento	50%
Q	Q=(1-P) Probabilidad de que no ocurra el evento	50%
e	Error de estimación máximo aceptado	5%

Nota. Tomado de: Elaboración propia

Finalmente, de acuerdo con los datos relacionados en apartados anteriores y, aplicando la ecuación 1, se obtendrá información de 15 de 16 aeropuertos que cuentan con máquinas con mayores años de operación. Estos 15 aeropuertos están ubicados en, Florencia, Flandes, Ibagué, Puerto Asís, Cali, Guapi, Tumaco, Ipiales, Arauca, San Andrés, Providencia, Yopal, Mitú, Puerto Carreño, Armenia.

Instrumentos para Recolección de Información

Para la presente investigación, se aplicarán dos instrumentos de medición basados en:

Cuestionarios: En el cual se realizará una encuesta al profesional coordinador del grupo de salvamento y extinción de incendios de la AEROCIVIL, cuya sede está ubicada en la ciudad de Bogotá, D.C.,

Análisis de contenido: En el cual se analizará la información brindada por el encuestado, respecto a informes, relación de costos, etc, requerida de los 15 aeropuertos propuestos para la investigación, con el fin de obtener respuesta a cada una de las variables planteadas.

Adicionalmente, existen bases de datos de las cuales obtendremos toda la información requerida para la medición de las variables propuestas, la cual será

suministrada por el coordinador del grupo de salvamento y extinción de incendios de la AEROCIVIL.

Técnicas de Análisis de Datos

De acuerdo con el instrumento para la recolección de información planteado, la técnica de análisis de datos propuesta para la presente investigación se basa en la estadística descriptiva.

La estadística descriptiva es la rama de la estadística que expresa recomendaciones para resumir, de forma clara y sencilla, los resultados obtenidos de una investigación, los cuales pueden plasmarse en cuadros, tablas, figuras o gráficos. Los cuadros son utilizados para resumir cifras puntuales y datos precisos obtenidos de la investigación; las figuras o gráficas señalan tendencias y comparaciones y las imágenes o fotografías muestran fenómenos que tienen un grado de dificultad de expresión en el texto. (Rendón, Enrique, Ángel, Miranda, & Guadalupe, 2016).

Adicionalmente, los métodos estadísticos son clasificados en cinco pasos fundamentales, los cuales son: recopilación de información, organización, presentación, análisis e interpretación. (Fernández & M, 2020)

Para realizar un análisis descriptivo de un proyecto de investigación, es fundamental tener claros los objetivos, así como el instrumento de medición de las variables para obtener una serie de datos que serán analizados por medios estadísticos para concluir puntualmente con un resultado final que validará el cumplimiento de los objetivos propuestos inicialmente.

Con base en lo anterior y de acuerdo con los datos obtenidos del instrumento de medición aplicado, se procederá a tabular la información para cada aeropuerto objeto, aplicando las variables planteadas con la finalidad de determinar la viabilidad técnica y económica para la actualización de la flota de máquinas de Salvamento y Extinción de

Incendios con más de 27 años de operación ubicadas en 16 aeropuertos administrados por la AEROCIVIL.

Análisis y Discusión de los Resultados

Para la aplicación del instrumento de medición, se realizó un cuestionario al coordinador del grupo de salvamento y extinción de incendios de la AEROCIVIL, el cual se encuentra adjunto en el ANEXO 1 y cuyas preguntas y respuestas fueron las siguientes:

1. *¿Cuál es la cantidad de mantenimientos Correctivos y preventivos que se han realizado en el 2021 y 2022 a las Máquinas de Bomberos de los siguientes aeropuertos administrados por la AEROCIVIL: Florencia, Flandes, Ibagué, Puerto Asís, Mariquita, Cali, Guapi, Tumaco, Ipiales, Arauca, San Andrés, Providencia, Yopal, Mitú, Puerto Carreño?*

Para dar respuesta a esta pregunta, el coordinador del grupo de salvamento y extinción de incendios de la AEROCIVIL proporcionó una serie de datos en los cuales se evidencia la cantidad de mantenimientos correctivos y preventivos que se realizaron en cada aeropuerto objeto durante los periodos del 2021 y el 2022. Dichos datos se reflejan en la siguiente tabla:

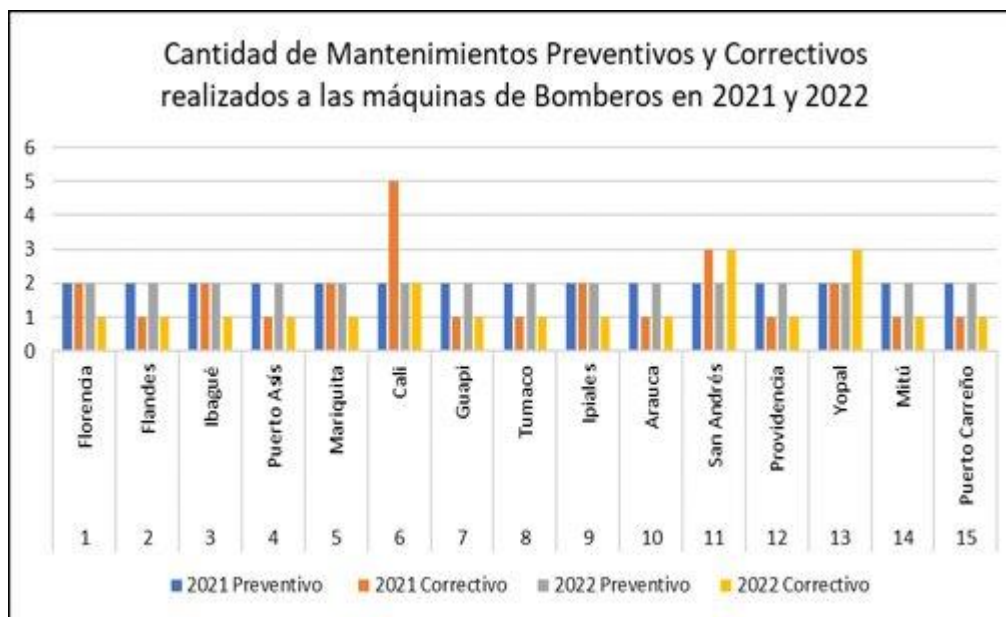
Tabla 6. *Mantenimientos correctivos y preventivos 2021 y 2022*

ITEM	AEROPUERTO	2021		2022	
		Preventivo y	Correctivo	Preventivo	Correctivo
1	Florencia	2	2	2	1
2	Flandes	2	1	2	1
3	Ibagué	2	2	2	1
4	Puerto Asís	2	1	2	1
5	Mariquita	2	2	2	1
6	Cali	2	5	2	2
7	Guapi	2	1	2	1
8	Tumaco	2	1	2	1
9	Ipiales	2	2	2	1

ITEM	AEROPUERTO	2021		2022	
		Preventivo y	Correctivo	Preventivo	Correctivo
10	Arauca	2	1	2	1
11	San Andrés	2	3	2	3
12	Providencia	2	1	2	1
13	Yopal	2	2	2	3
14	Mitú	2	1	2	1
15	Puerto Carreño	2	1	2	1
TOTAL		30	26	30	20

Nota. Tomado de: Informes de mantenimientos realizados por contratistas.

Figura 5. Cantidad de mantenimientos preventivos y correctivos 2021 - 2022



Nota. Tomado de: Elaboración propia

De la tabla obtenida anteriormente se puede evidenciar que, la cantidad de mantenimientos preventivos para los dos periodos fueron iguales y son superiores a la cantidad de mantenimientos correctivos realizados a la maquinaria, sin embargo, se evidencia que, la cantidad de mantenimientos correctivos por año es muy alta, lo cual genera inquietud, teniendo en cuenta que este tipo de mantenimientos fueron realizados por fallas o daños presentados en la maquinaria de bomberos de los aeropuertos administrados por la AEROCIVIL.

Adicionalmente, en el ANEXO 2 se encuentran relacionados los soportes de los mantenimientos correctivos y preventivos realizados a algunas máquinas de bomberos de los aeropuertos de Guapi y Providencia y en el ANEXO 3, se relaciona el registro fotográfico de algunas máquinas que presentaron daños y requirieron los respectivos mantenimientos.

2. ¿Cuáles son los costos de los Mantenimientos Correctivos y preventivos realizados en el 2021 y 2022 a las máquinas de bomberos de los aeropuertos mencionados anteriormente?

Los costos de los mantenimientos correctivos y preventivos realizados a las máquinas de bomberos con años de operación igual o mayores a 27 años para cada uno de los aeropuertos de objeto se presentan a continuación:

Tabla 7. Costo de los mantenimientos correctivos y preventivos en los años 2021 y 2022

Ítem	Código interno	Ubicación	Marca	Línea	Años en operación	Costos de Mantenimientos				Total por máquina
						Preventivos	Correctivos	Preventivos	Correctivos	
						2021	2021	2022	2022	
1	894	FLORENCIA	OSHKOSH	T-6	43	\$ 28.414.454	\$ 64.355.200	\$ 44.326.545	\$ 100.394.112	\$ 237.490.311
2	34	FLANDES	OSHKOSH	T-6	43	\$ 28.414.454	\$ 64.355.200	\$ 44.326.545	\$ 100.394.112	\$ 237.490.311
3	709	IBAGUE	OSHKOSH	T-1500	27	\$ 25.251.414	\$ 64.355.200	\$ 39.392.205	\$ 100.394.112	\$ 229.392.931
4	790	PUERTO ASIS	OSHKOSH	T-1500	27	\$ 25.251.414	\$ 64.355.200	\$ 39.392.205	\$ 100.394.112	\$ 229.392.931
5	23	MARIQUITA	OSHKOSH	T-6	44	\$ 28.414.454	\$ 64.355.200	\$ 44.326.545	\$ 100.394.112	\$ 237.490.311
6	22	CALI	OSHKOSH	T-6	49	\$ 28.414.454	\$ 64.355.200	\$ 45.000.000	\$ 100.394.112	\$ 238.163.766
7	46	GUAPI	OSHKOSH	P-19	36	\$ 22.000.000	\$ 52.000.000	\$ 36.910.743	\$ 100.394.112	\$ 211.304.855
8	47	TUMACO	OSHKOSH	T-1000	36	\$ 22.000.000	\$ 52.000.000	\$ 36.910.743	\$ 100.394.112	\$ 211.304.855
9	44	IPIALES	OSHKOSH	T-1000	36	\$ 22.000.000	\$ 52.000.000	\$ 36.910.743	\$ 100.394.112	\$ 211.304.855
10	424	ARAUCA	OSHKOSH	P-19	38	\$ 23.660.734	\$ 64.355.200	\$ 36.910.743	\$ 100.394.112	\$ 225.320.789
11	741	SAN ANDRES	OSHKOSH	T-1500	29	\$ 28.000.000	\$ 64.000.000	\$ 45.000.000	\$ 99.000.000	\$ 236.000.000
12	363	PROVIDENCIA	OSHKOSH	P-19	38	\$ 23.660.734	\$ 64.355.200	\$ 36.910.743	\$ 100.394.112	\$ 225.320.789
13	21	YOPAL	OSHKOSH	T-6	49	\$ 25.831.322	\$ 64.355.200	\$ 40.296.864	\$ 100.394.112	\$ 230.877.498
14	48	MITU	OSHKOSH	T-1000	36	\$ 23.660.734	\$ 64.355.200	\$ 36.910.743	\$ 100.394.112	\$ 225.320.789
15	42	PUERTO CARREÑO	OSHKOSH	T-1000	36	\$ 23.660.734	\$ 64.355.200	\$ 36.910.743	\$ 100.394.112	\$ 225.320.789

Ítem	Código Interno	Ubicación	Marca	Línea	Años en operación	Costos de Mantenimientos				
						Preventivos	Correctivos	Preventivos	Correctivos	Total por máquina
TOTAL						\$ 378.634.902	\$ 927.907.200	\$ 600.436.110	\$ 1.504.517.568	\$ 3.411.495.780

Nota. Tomado de: Informes de mantenimientos realizados por contratistas.

De los resultados obtenidos anteriormente, se puede evidenciar que, el costo total de los mantenimientos correctivos y preventivos en los años 2021 y 2022 para las máquinas de bomberos de la AEROCIVIL corresponde a \$3.411.495.780 COP en total, lo cual representa una inversión bastante considerable para la maquinaria que lleva más de 27 años al servicio de la AEROCIVIL, aumentando significativamente los costos de operación, en comparación con el costo de maquinaria nueva. Es importante precisar que, se no se realizó el análisis del año 2023 ya que, actualmente, la entidad cuenta con varios mantenimientos programados que aún no han sido realizados, por lo cual, no se tienen los costos reales de los mismos.

3. *¿Cuáles son las causas de las fallas que generan los mantenimientos correctivos en la maquinaria de bomberos de cada uno de los aeropuertos mencionados anteriormente?*

Algunas de las principales fallas que generan los mantenimientos correctivos en la maquinaria son los siguientes:

- Fallas en Electroválvulas
- Fallas en Divisor de potencia
- Fallas en Bombas de agua
- Fallas en Clutch o embrague de Bomba de agua
- Fugas del sistema de aire
- Falla del sistema de enganche o modulación
- Falla en sensores
- Desgaste de Materiales
- Falla en sistema de encendido

- Falla en Motor
- Fallas Eléctricas y Electrónicas debido a que en algunas áreas donde la sensación de humedad es alta, como Puerto Asís, se presentan daños en componentes electrónicos de manera constante
- Desgaste por corrosión, dado que, en aeropuertos como San Andrés, el salitre generado por el ambiente corroe las partes metálicas de las máquinas como chasis y en general todo el cuerpo del vehículo

De lo anterior, se observa que, las fallas que generan los mantenimientos correctivos se identifican en sistemas muy importantes de la maquinaria de bomberos, de lo cual se deduce que, la maquinaria ya cuenta con un desgaste bastante considerable por los años de operación con los que cuentan.

4. ¿Cuál es la marca y las características de las Maquinas de bomberos que presentan mayores Mantenimientos al año en cada uno de los 15 aeropuertos mencionados?

Aunque en la Estaciones de bomberos existen varias marcas de vehículos que hacen parte de la operación diaria en los aeropuertos a nivel nacional administrados por la AEROCIVIL, como ITURRI, OSKOSH, ROSEMBAUER, NAFFCO, FREIGHTLINER, KENWORTH E INTERNATIONAL para efectos de la encuesta, la cual, se refiere a solo 15 aeropuertos, la marca que está ubicada en ellos es la marca OSHKOSH, la cual es una marca de origen Estadounidense y donde se cuenta con varios modelos de dicha marca como por ejemplo la Referencia T-6, T-1000, T-1500 y P-19, estos modelos por supuesto fueron fabricados desde el más antiguo T-6 en 1974 hasta el más actual T1500 en 1996.

A continuación, se enumeran algunas de las principales características de estas máquinas ubicadas en los aeropuertos mencionados:

- Máquinas 4x4 de 6000 litros de capacidad para agentes extintores
- Tienen transmisión automática
- El motor de la maquina tiene la capacidad suficiente de aceleración de 80,5 kph (0 mph a 50 mph) sobre pavimento de concreto nivelado y seco en 25 segundos.
- Cuenta con 2 tanques para almacenar 500 libras de Polvo Químico seco y 205 galones de Agente Espumante Nivel B al 6%.

Algunas de sus carencias, dado que son máquinas antiguas con más de 30 años de fabricación, están relacionadas con los temas tecnológicos, especialmente facilidades que debe tener el operador para que desde la cabina pueda realizar maniobras de manera rápida y segura como la dosificación de los agentes extintores, chequeo de niveles, contar con sistemas de cámaras infrarrojas que permitan detectar el calor corporal de los pasajeros en caso de emergencia, se carece en algunos casos de más cámaras que permitan al operador tener una visibilidad de 360° para visualizar todo su entorno.

En cuanto a la parte mecánica, lo más importante respecto a la actualización de los vehículos es poder contar con elementos y accesorios que este construidos con materiales más resistentes, por ejemplo, la bomba de agua, ya que a medida que han pasado los años los materiales actuales permiten que su durabilidad sea mayor dado que los desgastes son menores. Otro aspecto importante desde una visión mecánica es la capacidad de modulación, es decir, las máquinas actuales tienen la capacidad de moverse a alta velocidad (80 km/hora) y activar la bomba de expulsión de agentes extintores, sin bajar o disminuir su velocidad, capacidad que no tienen las maquinas más antiguas, las cuales si disminuyen su velocidad casi en un 50%.

Adicional a los materiales, los nuevos ajustes y modificaciones al diseño de las máquinas de bomberos, como las tuberías de salida y carga de agentes extintores o mangueras con materiales más livianos y resistentes a altas presiones, permiten que los

tripulantes (Bomberos Aeronáuticos), tengan facilidades para lograr atender las emergencias de manera más rápida.

Por otro lado, es importante mencionar que, los requisitos técnicos para la compra de las máquinas de salvamento de extinción de incendios de la AEROCIVIL están contenidas en el Anexo 4. Características Técnicas Maquinas de Bomberos de gran capacidad 4x4.

5. *¿Cuál es la cantidad de aeropuertos administrados por la Aerocivil afectados en su categoría, debido a máquinas de bomberos fuera de servicio?*

Es muy importante tener en cuenta que, cuando se toma la decisión de bajar la categoría de un aeropuerto debido a la falta de un vehículo de extinción de incendios, ya sea por presentar fallas mecánicas o por la realización constante de mantenimientos correctivos o no diagnosticados, puede traer una serie de afectación que son consideradas críticas para la operación de cualquier aeropuerto.

Cuando se menciona bajar la categoría de un aeropuerto se está hablando de la necesidad de restringir ciertas operaciones de ámbito aéreo que no se pueden realizar, como, por ejemplo, recibir determinada cantidad de aviones al día, o restringir el aterrizaje de determinados aviones de gran capacidad de pasajeros o restringir la llegada de aviones con cargas peligrosas almacenadas en sus bodegas, etc. Esto sin duda afecta varios aspectos, como el económico, el operacional y todos aquellos que de una u otra manera afectan el flujo normal de pasajeros de una ciudad a otra, por eso la importancia de mantener la operación activa e ininterrumpida de las máquinas de bomberos. En ese orden de ideas, algunos de los aeropuertos que han requerido bajar su categoría debido a máquinas de bomberos por estar fuera de operación en los últimos años son los siguientes:

Tabla 8. *Aeropuertos administrados por la AEROCIVIL afectados en su categoría*

AEROPUERTO	MARCA MAQUINA	MODELO	REFERENCIA	TIEMPO FUERA DE SERVICIO	VIGENCIA
PROVIDENCIA	OSHKOSH	1985	P-19	2 DIAS	2023
IPIALES	OSHKOSH	1987	T-1000	4 DIAS	2023
FLORENCIA	OSHKOSH	1980	T-6	3 DIAS	2022
PROVIDENCIA	OSHKOSH	1985	P-19	7 DIAS	2022
ARAUCA	OSHKOSH	1985	P-19	15 DIAS	2021
CUCUTA	OSHKOSH	1996	T-1500	3 DIAS	2021

Nota. Tomado de: Informes de mantenimientos realizados por contratistas.

Costo de adquirir Nuevas Máquinas de Bomberos Aeronáuticas para implementación en los 15 aeropuertos administrados por la AEROCIVIL

Dada la necesidad que requiere la AEROCIVIL respecto a la actualización de parte de su flota de vehículos de extinción de incendios, los cuales ya presentan más de 30 años de vida operativa, a continuación, se presenta la propuesta económica del costo estimado que tiene la adquisición de 15 máquinas de bomberos aeronáuticas para ser ubicadas en 16 aeropuertos a nivel nacional.

Lo primero que se debe mencionar es que, para realizar el cálculo del presupuesto estimado, se utilizarán varias metodologías estadísticas que demuestren la mejor opción para la toma de decisión de la entidad, dado que, por ser entidad del estado, sus decisiones deben estar basadas en la austeridad y el ahorro presupuestal, así las cosas, las metodologías para hallar el presupuesto son las siguientes:

- Metodología utilizando valores históricos de contratos (IPC)
- Metodología con cotizaciones 2023: Para este cálculo se utilizarán varias herramientas estadísticas, entre ellas:
 1. Desviación Estándar con máximos y mínimos
 2. Híbrido entre cotizaciones y valores históricos proyectados con TRM
 3. Híbrido entre cotizaciones y valores históricos proyectados con IPC

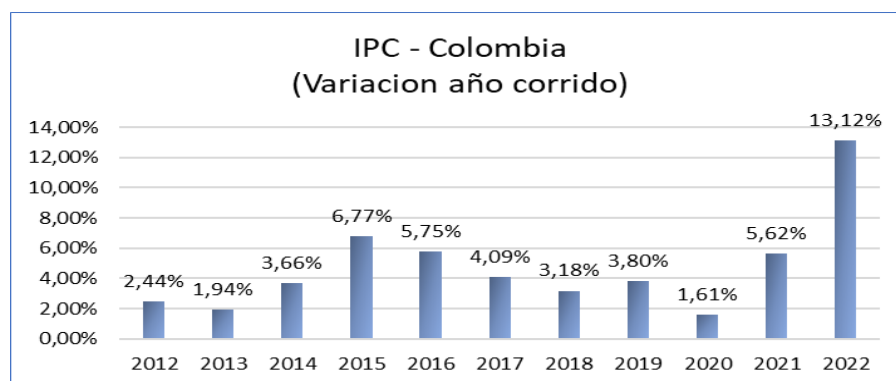
Metodología Utilizando Valores Históricos De Contratos (IPC)

Para el análisis de esta metodología se utilizaron los valores históricos de compras anteriores realizadas por la AEROCIVIL, proyectando dichos valores a valor presente 2023 con el incremento del IPC. Se obtuvieron los valores del índice de precios al consumidor o índice de precios de consumo (comúnmente llamado por su sigla IPC) de la página oficial del DANE del año 2012 al 2022.

El índice con el que cerró la inflación en el año 2022 fue de 13,12%, uno de los índices más altos de los últimos 20 años y de acuerdo con el informe publicado por el DANE en el mes de octubre de 2023, la inflación, aunque ha disminuido, se ubicó en 10,48%, muy por encima de lo esperado por los analistas económicos.

Revisando los datos históricos puntuales de la inflación se tiene lo siguiente:

Figura 6. Datos históricos del IPC Total en Colombia



Nota. Tomado de: Elaboración Propia

Para el análisis histórico se agruparon los valores de adquisiciones de los últimos años 2017 y 2022 y fueron comparadas en precios y condiciones técnicas así:

Tabla 9. Histórico IPC por contrato

No. CONTRATO	AÑO	COSTO UNITARIO	HISTORICO IPC
Contrato 1	2017	\$ 2.575.000.000	4,09%
Contrato 2	2022	\$ 3.647.200.000	5,62%

Nota. Tomado de: Elaboración propia

Estimación Presupuesto Por Metodología De Históricos (IPC)

Al proyectar el valor de cada contrato a valor presente 2023 utilizando el IPC, los valores son:

Tabla 10. Valor proyectado IPC 2023 para cada contrato

No. CONTRATO	AÑO	COSTO UNITARIO	VALOR PROYECTADO IPC 2023
Contrato 1	2017	\$ 2.575.000.000	\$ 3.773.195.143
Contrato 2	2022	\$ 3.647.200.000	\$ 4.466.909.075
VALOR PROMEDIO			\$ 4.120.052.109

Nota. Tomado de: Elaboración propia

Finalmente, el valor obtenido en cálculo promedio \$4.120.052.109 COP, se multiplica por la cantidad de Máquinas de Bomberos a adquirir, con el fin de tener un valor estimado de proyecto mediante valores históricos, así:

Tabla 11. Valor proyectado IPC 2023 para cada contrato

PRESUPUESTO ESTIMADO- HISTORICOS VARIACION IPC			
DESCRIPCION	VALOR PROMEDIO UNITARIO AÑO 2023	CANTIDAD MAQUINAS	VALOR TOTAL
MÁQUINA DE BOMBEROS 4X4	\$ 4.120.052.109	15	\$ 61.800.781.635
VALOR TOTAL ESTIMADO DEL PROYECTO			\$ 61.800.781.635

Nota. Tomado de: Elaboración propia

Metodología Con Cotizaciones 2023

Para el desarrollo de esta metodología se utilizaron cotizaciones que la AEROCIVIL solicitó a inicio de año 2023, alrededor del mes de mayo para conocer los valores del mercado, dada su necesidad por el alto costo de los mantenimientos correctivos y preventivos que actualmente presentan las maquinas de extinción de incendios. De esta manera se desarrollan los siguientes cálculos con cada una de las herramientas estadísticas mencionadas al inicio.

Método Desviación estándar Con Máximos Y Mínimos

Para el cálculo del presupuesto con esta metodología, se utilizan los “LIMITES DE UN INTERVALO o LIMITES DE CLASE: Los límites de un intervalo o de una clase son: Límite de Clase Inferior (LCI) y el Límite de Clase Superior (LCS), que indican los extremos o fronteras de un intervalo o clase”. De las cotizaciones allegadas, se calcula el promedio sumando todas las cifras o valores presentados y dividiéndolos por la cantidad total de valores. Una vez obtenido la media se calcula la desviación estándar, la cual indica qué tan dispersos están los datos con respecto a la media. Mientras mayor sea la desviación estándar, mayor será la dispersión de los datos. Después de esto, se procede a calcular el límite superior e inferior.

Para el calcular el límite superior se suma el promedio más la desviación estándar (M) y para el límite inferior se resta el promedio menos la desviación estándar, lo cual nos dará el punto medio de cada una de las discontinuidades, y lo consideraremos como el Limite Real o Verdadero que será el que se utilice para la construcción del presupuesto por cotizaciones, como se evidencia a continuación:

Tabla 12. Metodología desviación estándar

METODOLOGIA DESVIACION ESTANDAR	
ANALISIS CON LIMITES DE UN INTERVALO O LIMITES DE CLASE	
EMPRESA COTIZANTE AÑO 2023	TIPO DE MAQUINA
	Maquina 4x4
EMPRESA 1	\$ 9.379.520.654
EMPRESA 2	\$ 5.520.000.000
EMPRESA 3	\$ 6.060.362.000
VALOR PROMEDIO UNITARIO	\$ 6.986.627.551
DESVIACION ESTANDAR	\$ 2.089.844.689
VALOR MAX (PROM INIC +DESV ST)	\$ 9.076.472.240
VALOR MIN (PROM INIC -DESV ST)	\$ 4.896.782.863
ANALISIS CON LIMITES DE UN INTERVALO O LIMITES DE CLASE	

METODOLOGIA DESVIACION ESTANDAR	
ANALISIS CON LIMITES DE UN INTERVALO O LIMITES DE CLASE	
EMPRESA COTIZANTE AÑO 2023	TIPO DE MAQUINA
EMPRESA COTIZANTE AÑO 2023	TIPO DE MAQUINA
	Maquina 4x4
EMPRESA 1	
EMPRESA 2	\$ 5.520.000.000
EMPRESA 3	\$ 6.060.362.000
VALOR PROMEDIO UNITARIO	\$ 5.790.181.000

Nota. Tomado de: Elaboración propia

Una vez calculados los valores máximos y mínimos, se verifica cuales valores están por dentro y por fuera de los rangos establecidos, en este ejercicio, el valor de Casa Inglesa está por encima del valor máximo establecido, razón por la cual, no se tiene en cuenta en el cálculo final. Finalmente, el valor obtenido se multiplica por la cantidad de máquinas de bomberos a adquirir, con el fin de tener un valor total estimado de proyecto de la siguiente manera:

Tabla 13. *Presupuesto estimado metodología desviación estándar*

PRESUPUESTO ESTIMADO METODOLOGÍA DESVIACIÓN ESTANDAR			
DESVIACION ESTANDAR - MAXIMOS Y MINIMOS			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	Valor unitario Promedio	Valor Total
MÁQUINA DE BOMBEROS 4X4	15	\$ 5.790.181.000	\$ 86.852.715.000
VALOR TOTAL ESTIMADO DEL PROYECTO			\$ 86.852.715.000

Nota. Tomado de: Elaboración propia

Método Híbrido Entre Cotizaciones Y Valores Históricos Projectados Con TRM

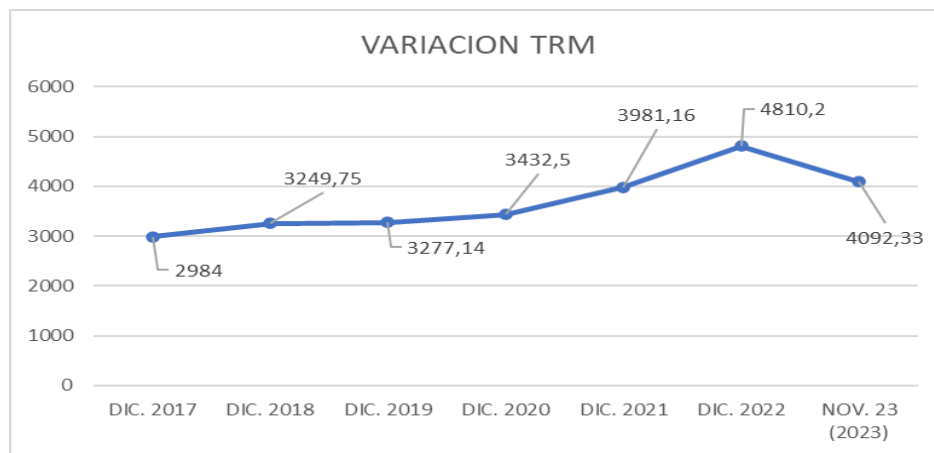
En este caso se realizó un Híbrido de las cotizaciones recibidas en el mes de mayo de 2023 y se incluyeron los valores unitarios históricos del día de adjudicación de los contratos 2017 y 2022 proyectados al año 2023 mediante el uso de las variaciones porcentuales de la TRM del día 23 de noviembre de 2023, día en el que se realiza la proyección matemática.

Análisis del dólar – Fluctuación Histórica

El riesgo económico es el derivado del comportamiento del mercado, como la fluctuación de los precios de los insumos, desabastecimiento y especulación de los mismos, lo

que permite establecer las siguientes variables: VARIACIÓN DE LA TASA DE CAMBIO, INFLACIÓN Y VARIACIÓN DEL SMMLV, dejando claro que la fluctuación en el dólar aumenta de manera significativa el valor adquisitivo de este tipo de vehículos especializados ya que son de fabricación y ensamblaje extranjero por su alta complejidad, especialidad y tecnología. Lo que impacta considerablemente en el precio de los productos importados y los resultados en el mercado. Para mayor claridad el comportamiento de esta moneda ha tenido la siguiente variación desde el año 2017 hasta el año 2023 (23-11-23).

Figura 7. Variación TRM vigencias 2017 al 2023



Nota. Tomado de: Elaboración propia desarrollada en base a datos del Banco de la Republica

Ahora bien, tomando el dato del día 23 de noviembre de 2023 para realizar la proyección, los resultados son los siguientes:

Figura 8. Valores históricos unitarios

VALORES HISTORICOS UNITARIOS DE MÁQUINAS DE BOMBEROS	
Contrato Año	MAQUINA BOMBEROS 4X4
2017	\$ 2.575.000.000
2022	\$ 3.647.200.000

Nota. Tomado de: Elaboración propia

Figura 9. Valores históricos unitarios

COTIZACIONES 2023 MÁQUINAS BOMBEROS	
EMPRESA	VALOR
EMPRESA 1	\$ 9.379.520.654
EMPRESA 2	\$ 5.520.000.000
EMPRESA 3	\$ 6.060.362.000

Nota. Tomado de: Elaboración propia

A continuación, se presentan los valores de la TRM, tanto para cada día de adjudicación de contratos anteriores, así como el valor de la TRM del día del análisis matemático.

Tabla 14. Valores TRM Fechas de adjudicación

VALORES TRM - DE ACUERDO CON FECHAS DE ADJUDICACIÓN		VALOR ACTUAL
TRM SEPTIEMBRE 28- 2017	TRM MARZO 08-2022	TRM (23 DE NOVIEMBRE DE 2023)
2940,66	3813,41	4092,33

Nota. Tomado de: Elaboración propia

Tabla 15. Análisis máquinas de bomberos

ANALISIS MAQUINAS BOMBEROS 4X4			
TRM SEPTIEMBRE 28- 2017	2940,66	TRM MARZO 08-2022	3813,41
TRM (23 NOVIEMBRE DE 2023)	4092,33	TRM (23 NOVIEMBRE DE 2023)	4092,33
Índice porcentual	1,391636571	Índice porcentual	1,073141886
Valor Proyectado a 2023	\$ 3.583.464.171	Valor Proyectado a 2023	\$ 3.913.963.087

Nota. Tomado de: Elaboración propia

Una vez hallados los valores anteriores, se procede a calcular la Desviación estándar utilizando las medidas de tendencia central, MEDIA GEOMETRICA Y MEDIANA.

Tabla 16. Análisis máquinas de bomberos

ANÁLISIS HÍBRIDO ENTRE COTIZACIONES DEL 2023 Y VALORES HISTÓRICOS PROYECTADOS CON TRM UTILIZANDO METODOLOGÍA DESV ESTANDAR MÁXIMOS Y MÍNIMOS		
EMPRESA COTIZANTE AÑO 2023	Máquina 4x4	OBSERVACIONES
EMPRESA 1	9.379.520.654	Cotización 2023
EMPRESA 2	5.520.000.000	Cotización 2023
EMPRESA 3	6.060.362.000	Cotización 2023
HISTÓRICOS TRM		
CONTRATO 2017 @ TRM 2023	3.583.464.171	Valor Proyectado a 2023
CONTRATO 2022 @ TRM 2023	3.913.963.087	Valor Proyectado a 2023
VALOR PROMEDIO UNITARIO (MEDIA GEOMETRICA)	5.354.360.597	
DESVIACION ESTANDAR	2.311.407.596	
VALOR MAX (PROM INIC +DESV ST)	7.665.768.193	
VALOR MIN (PROM INIC -DESV ST)	3.042.953.002	

Nota. Tomado de: Elaboración propia

Tabla 17. Análisis híbrido cotizaciones 2023 y valores históricos

ANÁLISIS HÍBRIDO ENTRE COTIZACIONES DEL 2023 Y VALORES HISTÓRICOS PROYECTADOS CON TRM UTILIZANDO METODOLOGÍA DESV ESTANDAR MÁXIMOS Y MÍNIMOS		
EMPRESA COTIZANTE AÑO 2023	Máquina 4x4	OBSERVACIONES
EMPRESA 1	9.379.520.654	Cotización 2023
EMPRESA 2	5.520.000.000	Cotización 2023
EMPRESA 3	6.060.362.000	Cotización 2023
HISTÓRICOS TRM		
CONTRATO 2017 @ TRM 2023	3.583.464.171	Valor Proyectado a 2023
CONTRATO 2022 @ TRM 2023	3.913.963.087	Valor Proyectado a 2023
VALOR PROMEDIO UNITARIO (MEDIANA)	5.520.000.000	
DESVIACION ESTANDAR	2.311.407.596	
VALOR MAX (PROM INIC +DESV ST)	7.831.407.596	
VALOR MIN (PROM INIC -DESV ST)	3.208.592.404	

Nota. Tomado de: Elaboración propia

De acuerdo a los valores máximos y mínimos hallados, el valor de la empresa 1, se encuentra por fuera del rango máximo, razón por la cual, no se tiene en cuenta para el cálculo promedio final por unidad de Máquina de Bomberos.

Figura 10. Cotizaciones 2023

EMPRESA COTIZANTE AÑO 2023	Máquina Bomberos 4x4	EMPRESA COTIZANTE AÑO 2023	Máquina Bomberos 4x4
EMPRESA 1		EMPRESA 1	
EMPRESA 2	5.520.000.000	EMPRESA 2	5.520.000.000
EMPRESA 3	6.060.362.000	EMPRESA 3	6.060.362.000
HISTORICOS TRM		HISTORICOS TRM	
CONTRATO 2017 @ TRM 2023	3.583.464.171	CONTRATO 2017 @ TRM 2023	3.583.464.171
CONTRATO 2022 @ TRM 2023	3.913.963.087	CONTRATO 2022 @ TRM 2023	3.913.963.087
VALOR PROMEDIO UNITARIO (MEDIA GEOMETRICA)	4.654.139.100	VALOR PROMEDIO UNITARIO (MEDIANA)	4.716.981.544

Nota. Tomado de: Elaboración propia

Así las cosas, el menor valor unitario es \$ 4.654.139.199, de acuerdo con el cálculo realizado con Media Geométrica y el valor del presupuesto estimado total para este método sería:

Tabla 18. Presupuesto estimado metodología híbrida 2023

PRESUPUESTO ESTIMADO METODOLOGIA COTIZACIONES – HIBRIDO MEDIA GEOMETRICA CON TRM @ 2023			
DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
MÁQUINA BOMBEROS 4X4	15	\$ 4.654.139.100	\$ 69.812.086.500
VALOR TOTAL ESTIMADO DEL PROYECTO			\$ 69.812.086.500

Nota. Tomado de: Elaboración propia

Método Híbrido Entre Cotizaciones Y Valores Históricos Proyectados Con IPC

Para este método, al igual que el anterior, se toman los valores de las cotizaciones del 2023 y la información histórica de los valores de contratos anteriores proyectados a valor

presente 2023 para calcular la Desviación estándar con las medidas de tendencia central MEDIANA Y MEDIA GEOMETRICA, los resultados son los siguientes:

Figura 11. Valor promedio unitario – Media geométrica - mediana

EMPRESA COTIZANTE AÑO 2023	TIPO DE MAQUINA	EMPRESA COTIZANTE AÑO 2023	TIPO DE MAQUINA
	Maquina 4x4		Maquina 4x4
EMPRESA 1	9.379.520.654	EMPRESA 1	9.379.520.654
EMPRESA 2	5.520.000.000	EMPRESA 2	5.520.000.000
EMPRESA 3	6.060.362.000	EMPRESA 3	6.060.362.000
HISTORICOS		HISTORICOS	
CONTRATO 2017 @ IPC 2023	3.773.195.143	CONTRATO 2017 @ IPC 2023	3.773.195.143
CONTRATO 2022 @ IPC 2023	4.466.909.075	CONTRATO 2022 @ IPC 2023	4.466.909.075
VALOR PROMEDIO UNITARIO (MEDIA GEOMETRICA)	5.554.780.899	VALOR PROMEDIO UNITARIO (MEDIANA)	5.520.000.000
DESVIACION ESTANDAR (M)	2.170.036.110	DESVIACION ESTANDAR (M)	2.170.036.110
VALOR MAX (PROM INIC +DESV ST)	7.724.817.009	VALOR MAX (PROM INIC +DESV ST)	7.690.036.110
VALOR MIN (PROM INIC -DESV ST)	3.384.744.789	VALOR MIN (PROM INIC -DESV ST)	3.349.963.890

Nota. Tomado de: Elaboración propia

Figura 12. Valor promedio unitario – Media geométrica - mediana

ANALISIS CON LIMITES DE UN INTERVALO O LIMITES DE CLASE		ANALISIS CON LIMITES DE UN INTERVALO O LIMITES DE CLASE	
EMPRESA COTIZANTE AÑO 2023	TIPO DE MAQUINA	EMPRESA COTIZANTE AÑO 2023	TIPO DE MAQUINA
	Maquina 4x4		Maquina 4x4
EMPRESA 1		EMPRESA 1	
EMPRESA 2	\$ 5.520.000.000	EMPRESA 2	\$ 5.520.000.000
EMPRESA 3	\$ 6.060.362.000	EMPRESA 3	\$ 6.060.362.000
CONTRATO 2017 @ IPC 2023	\$ 3.773.195.143	CONTRATO 2017 @ IPC 2023	\$ 3.773.195.143
CONTRATO 2022 @ IPC 2023	\$ 4.466.909.075	CONTRATO 2022 @ IPC 2023	\$ 4.466.909.075
VALOR PROMEDIO UNITARIO (MEDIAGEOMETRICA)	\$ 4.872.911.296	VALOR PROMEDIO UNITARIO (MEDIANA)	\$ 4.993.454.538

Nota. Tomado de: Elaboración propia

Así las cosas, el menor valor unitario es \$ 4.872.911.296 COP, de acuerdo con el cálculo realizado con Media Geométrica. Ahora se multiplica este valor por el total de máquinas de bomberos a adquirir y el resultado del presupuesto estimado para esta metodología es:

Tabla 19. Presupuesto estimado híbrido cotizaciones y desviación estándar IPC 2023

PRESUPUESTO ESTIMADO HIBRIDO COTIZACIONES – DESVIACIÓN ESTANDAR CON IPC @ 2023 (Media Geométrica)			
ANÁLISIS HIBRIDO ENTRE COTIZACIONES DEL 2023 E HISTORICOS CON IPC			
DESCRIPCION	CANTIDAD	Valor unitario Promedio	Valor Total
MÁQUINA BOMBEROS 4X4	15	\$ 4.872.911.296	\$ 73.093.669.440
VALOR ESTIMADO TOTAL DEL PROYECTO			\$ 73.093.669.440

Nota. Tomado de: Elaboración propia

Finalmente, al realizar un análisis comparativo de los métodos utilizados para estimar el presupuesto que se requiere para la compra de las máquinas, se evidencia lo siguiente:

Figura 13. Análisis presupuestal máquinas de bomberos 4x4



Nota. Tomado de: Elaboración propia

Aunque en la imagen se observa que el menor valor de los Cuatro (4) métodos es el Histórico con proyección IPC, se considera que no es el valor más adecuado por estar muy alejado del valor real del mercado, ahora bien el segundo menor valor es el resultante del método Híbrido entre las cotizaciones 2023 y la proyección de los valores históricos con la TRM, pero teniendo en cuenta la alta fluctuación de esta moneda, es muy posible que si se elige este método, la compra se realice bajo valores ficticios que podrían conllevar a desequilibrios económicos. Finalmente se tiene el método Híbrido entre las cotizaciones 2023 y la proyección de valores históricos con el IPC, método que muestra unos valores más cercanos

al mercado actual y adicional se proyecta con el IPC, el cual mantiene unos índices porcentuales más estables y no representa un riesgo económico.

Así las cosas, el valor estimado final del proyecto para la compra de 15 máquinas de bomberos sería \$73.093.669.440 COP.

Presupuesto Estimado Adquirir Máquinas De Bomberos – AEROCIVIL

Tabla 20. *Presupuesto estimado adquisición de máquinas de bomberos AEROCIVIL*

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
1	MÁQUINA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS AERONAUTICA CIVIL	Unidad	15	\$ 4.872.911.296	\$ 73.093.669.440

Nota. Tomado de: Elaboración propia

Realizando un análisis comparativo entre los costos de realizar los mantenimientos preventivos y correctivos se puede evidenciar que, la cifra real de los costos entre el año 2021 y 2022, ascendió a \$ 3.411.495.780 COP, lo que significa que si se proyecta estos costos a 5 años, que son los años promedio de garantía de una máquina de bomberos y donde, de acuerdo con lo investigado en los contratos celebrados, es el tiempo donde el contratista adjudicatario de la venta de las máquinas de bomberos debe realizar estos mantenimientos bajo su cuenta, la entidad, aunque debe realizar una inversión un poco alta, tendría un ahorro alrededor de \$8.528.739.450 COP, sin contar con los beneficios que trae el hecho de contar con vehículos para la extinción de incendios de alta tecnología y que garantizan una operación segura y mucho más eficiente, teniendo en cuenta que la vida útil de este tipo de maquinas es de hasta 25 años.

Conclusiones

En primer lugar, es importante mencionar que, el SEI (Salvamento y Extinción de Incendios) ha venido presentando algunas debilidades para garantizar la prestación adecuada del servicio de Salvamento y Extinción de Incendios en los aeropuertos bajo su administración debido a la desactualización de la maquinaria, problemas en aspectos como las fallas mecánicas, eléctricas y de operación recurrentes de algunas máquinas, junto con las deficiencias en su estado estructural, disminuyendo la eficiencia en la atención de emergencias y aumentando los costos de operación de las mismas, de acuerdo con el cumplimiento del RAC 14 (Reglamento Aeronáutico de Colombia).

Aunado a lo anterior, durante el desarrollo de la investigación se pudo evidenciar que la norma que principalmente rige las características y requerimientos técnicos que debe cumplir una máquina de extinción de incendios aeroportuaria es la Norma NFPA 414 edición 2020, Estándar para Salvamento Aeronáutico y Vehículos de extinción de incendios. Adicionalmente, el (RAC 14) Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, adoptado mediante Resolución N° 01092 del 13 de marzo de 2007, contiene una serie de normas y métodos recomendados relativos a los aeródromos con diversas especificaciones destinadas a incrementar el nivel de seguridad operacional, mediante la prescripción de las características físicas de las instalaciones y servicios técnicos que los conforman, como el Servicio de Extinción de Incendios - SEI, en su capítulo 14.6. Estas normas se han basado en gran parte de la norma NFPA 414 edición 2020, y han permitido tener un panorama mucho más amplio respecto a las exigencias que se deben cumplir frente a la atención eficiente de emergencias aeronáuticas, así como la importancia de contar con un número mínimo de máquinas de bomberos en cada uno de los aeropuertos, de acuerdo con su categoría, en unas condiciones óptimas de operación que minimicen el riesgo de disminuir dicha categoría, afectando la cantidad de aeronaves que pueden aterrizar o

condicionar el volumen de llegada de mercancías, generando afectaciones económicas y, por otra parte, minimizando el riesgo de que no se cuente con la capacidad requerida para brindar una atención óptima a los pasajeros y la infraestructura en caso de una emergencia.

Adicionalmente, en el anexo 4 se presentan las especificaciones mínimas que deben cumplir las máquinas adquiridas por la AEROCIVIL, las cuales están basadas en la NORMA NFPA 414 edición 2020 y las necesidades propias de la entidad.

En la presente investigación se indagó acerca de los costos de mantenimientos correctivos y preventivos de las Máquinas de Bomberos de Salvamento y Extinción de Incendios de algunos aeropuertos administrados por la AEROCIVIL, de lo cual se concluye que, el costo de dichos mantenimientos en los años 2021 y 2022 ascendió a \$3.411.495.780 COP en total, lo cual representó tan solo un 1,32% del costo total de adquisición de nueva maquinaria, cuyo valor corresponde a \$73.093.669.440 COP, sin embargo, existen otros costos implícitos cuando una máquina de bomberos presenta fallas y se hace necesario realizar estos mantenimientos, ya que, pueden ocasionar que el aeropuerto baje su categoría y consigo, impedir que el aeropuerto tenga una operatividad completa lo que se traduce en pérdidas económicas para el mismo.

Dicho lo anterior, a pesar de que el costo de los mantenimientos no es considerable respecto a la compra de máquinas nuevas, si se proyectan estos costos a 5 años, la entidad tendría un ahorro alrededor de \$8.528.739.450 COP y obtendría maquinaria de alta tecnología, garantizando una operación segura y mucho más eficiente y con una vida útil de hasta 25 años, razón por la cual, se considera viable técnica y económicamente la actualización de la flota de máquinas de Salvamento y Extinción de Incendios con más de 27 años de operación ubicadas en 16 aeropuertos administrados por la AEROCIVIL.

Referencias

Congreso de Colombia. (2012). Ley 1575 del 21 de agosto de 2012 "Por la cual se establece la Ley General de Bomberos de Colombia". Bogotá: Republica de Colombia-Gobierno Nacional.

Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil de Colombia, (2007). RAC 14 Reglamentos Aeronáuticos de Colombia – Aeródromos, Aeropuertos y Helipuertos.

Laborator.Co. (s. f.-a). Historia. <https://www.aerocivil.gov.co/aerocivil/historia>

UAE CUERPO OFICIAL BOMBEROS DE BOGOTÁ. (n.d.).
<https://www.bomberosbogota.gov.co/content/mision-vision-funciones-deberes>

Laborator.Co. (n.d.-b). Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios (SEI).
<https://www.aerocivil.gov.co/servicios-a-la-navegacion/servicio-de-salvamento-y-extincion-de-incendios-sei>

El Servicio de Extinción de Incendios de la Aerocivil, un apoyo fundamental no sólo para el transporte aéreo. (n.d.). <https://www.aerocivil.gov.co/prensa/noticias/Pages/El-Servicio-de-Extinci%C3%B3n-de-Incendios-de-la-Aerocivil,-un-apoyo-fundamental-no-s%C3%B3lo-para-el-transporte-a%C3%A9reo.aspx>

Sector de Protección Contra Incendios - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022, January 26). Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible. <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/sector-de-proteccion-contra-incendios/>

Aerocivil invirtió en máquinas de salvamento y extinción de incendios para tres aeropuertos del país. (n.d.). <https://www.aerocivil.gov.co/prensa/noticias/Pages/aerocivil-irtio-en-maquinas-de-salvamento.aspx>

414 - NFPA EDICIÓN 2020 ESTÁNDAR PARA RESCATE DE AERONAVES y VEHÍCULOS CONTRA INCENDIOS (INGLES). (n.d.). LA HERMANDAD DE BOMBEROS. <https://hermandaddebomberos.ning.com/group/arffaircraftrescuefirefighter/forum/topics/414-nfpa-edicion-2020-estandar-para-rescate-de-aeronaves-y-vehicu>

Resolución 661 de 2014 Dirección Nacional de Bomberos. (n.d.). <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=87706>

De Comercio Exterior, C. (n.d.). *El Aeropuerto y los Servicios Aeroportuarios.* Manual De Comercio Exterior. <https://www.manualdecomercioexterior.com/2018/03/el-aeropuerto-y-los-servicios.html>

Host. (2021). Mantenimiento correctivo para carro de bomberos. *Accequip*. <https://accequip.com/mantenimiento-correctivo-para-carro-de-bomberos/>

(s.f.). ANEXO 1 - ANEXO TÉCNICO LICITACIÓN PÚBLICA No. IDU-LP-SGI-012-2021 Grupo 3.

Accequip. (2021). Obtenido de <https://accequip.com/mantenimiento-correctivo-para-carro-de-bomberos/>

AERONÁUTICA CIVIL. (3 de 3 de 2022). Obtenido de <https://www.aerocivil.gov.co/servicios-a-la-navegacion/servicio-de-salvamento-y-extincion-de-incendios-sei>

AERONÁUTICA CIVIL. (3 de 3 de 2022 - Parr 1 y 2). Obtenido de <https://www.aerocivil.gov.co/aerocivil/historia>

Aeronáuticos, G. E. (2022, p. 291). Reglamentos Aeronáuticos de Colombia. AEROCIVIL. Obtenido de file:///C:/Users/andre/Downloads/https_www.aerocivil.gov.co_normatividad_RAC_RAC%20%2014%20-%20Aer%C3%B3dromos%20%20Aeropuertos%20%20y%20%20Helipuertos.pdf

COLOMBIANA, F. A. (2016, p. 67). MANUAL DE BOMBEROS AERONÁUTICOS MABOA. Obtenido de https://www.fac.mil.co/sites/default/files/linktransparencia/Planeacion/Manuales/fac-10.4-o_maboa_manual_de_bomberos_aeronauticos.pdf

(2021). DECRETO 1294. Obtenido de

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=172506>

DIAN. (2023, par 1). DIAN. Obtenido de <https://dian-rut.com/codigo-ciiu/8414/>

González, A. B. (2019). UNIVERSIDAD ECCI. Obtenido de

<https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/3145#:~:text=En%20el%20presente%20document%20se%20muestra%20el%20dise%C3%B1o,vida%20de%20los%20activos%20y%20mayores%20costos%20asociados.>

(2012). LEY 1523. Obtenido de

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=47141>

(2015, part 1 cap 2). MANUAL DE SERVICIOS DE AEROPUERTOS -
SALVAMENTO Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS.

Mendez, J. &. (2021). ACCIÓN CLIMÁTICA Y CALIDAD DEL AIRE:
IMPLEMENTACION DE LA NORMATIVA DE EMISIONES EN MAQUINARIA MÓVIL NO DE
CARRETERA. Obtenido de https://cods.uniandes.edu.co/wp-content/uploads/2021/05/CODS_DOCS_11.pdf

Ozbay, K. &. (2017, p. 56-67). Economic and Environmental Implications of Vehicle
Age and Fuel Type for U.S. Airports.

Rangel, L. \$. (P 89-103). Sustainable Practices in Airport Emergency Vehicle Fleet Management.

Smith, J. J. (Pag 1-10). The Impact of Vehicle Age on the Efficiency of Airport Firefighting Services.

Westreicher, G. (2021). Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/gestion-del-riesgo.html>.

Lista de verificación de vigilancia y control SEI. GIVC-1.0-12-393 Versión 2.
AERONAUTICA CIVIL. Unidad Administrativa Especial.

UNE-EN-1846-1 Vehículos contra incendios y servicios auxiliares. Octubre 2011.
AENOR Asociación Española de Normalización y certificación.

NFPA 1901: Norma para aparatos contra incendios automotrices. Edición 2016. Cap 5, 6, 7.

NFPA 414. Estándar para rescate de aeronaves y vehículos contra incendios.
(NFPA, 2020)

Reglamento Administrativo, operativo y técnico de los Bomberos de Colombia
Capitulo XXVI, De los Equipos de Extinción y Atención de Emergencias. Artículos
180 – 192

Del Cid, Alma; Méndez, Rosemary y Sandoval, Franco Investigación. Fundamentos y metodología. Segunda edición, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2011

Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación. México: McGraw Hill, sexta edición

Bernal, C. (2016). Metodología de la investigación. Pearson Educación.

Rendón, M., Enrique, M., Ángel, M., Miranda, N., & Guadalupe, M. (2016). Metodología de la Investigación. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755026009>

Rich JT, Gail-Neely J, Paniello RC, Voelker CCJ, Nussenbaum B, Wang EW. A practical guide to understanding Kaplan-Meier curves. Otolaryngol Head Neck Surg. 2010;143(3):331-336. doi: 10.1016/j.otohns.2010.05.007

Fernández, D., & M, G. (2020). Probabilidad y Estadística. Obtenido de <http://www1.frm.utn.edu.ar/estadistica/documentos/ed&ad.pdf>

Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación. México: McGraw Hill, sexta edición. Disponible en base de datos Libros electrónicos Ebooks 7-24.

Obando Bastidas, J. A. y Castellanos Sánchez, M. T. (2021). Gráficos estadísticos: guía práctica para estadística descriptiva (Generación de contenidos impresos N° 08). Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia. doi: <https://doi.org/10.16925/gcgp.32>.

Ñaupas H., Valdivia M., Palacios, J. & Romero, H. (2018). Metodología de la investigación. Bogotá: Ediciones de la U.

Hernández Sampieri, R. y Mendoza Tórres C.P. (2010). Metodología de la investigación. México: McGraw Hill, sexta edición. Disponible en base de datos Libros electrónicos Ebooks 7-24 en: <https://n9.cl/ts2x>.

ANEXO 1

ENCUESTA

ANÁLISIS DE VIABILIDAD PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA FLOTA DEMÁQUINAS DE SALVAMENTO Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS CON MÁS DE 27AÑOS DE OPERACIÓN UBICADAS EN 16 AEROPUERTOS ADMINISTRADOS POR LA AEROCIVIL

1 respuesta

[Publicar análisis](#)

Nombre

1 respuesta

Jorge Edilberto Alvarado

Empresa en la cual labora

1 respuesta

Aeronáutica Civil - AEROCIVIL

Cargo que ocupa en la empresa

1 respuesta

Coordinador Grupo de Salvamento y Extinción de Incendios - SEI en el área de Dirección de Operaciones Aeroportuarias



1. ¿Cuál es la cantidad de mantenimientos Correctivos y preventivos que se han realizado en el 2021 y 2022 a las Máquinas de Bomberos de los siguientes aeropuertos administrados por la AEROCIVIL: Florencia, Flandes, Ibagué, Puerto Asís, Mariquita, Cali, Guapi, Tumaco, Ipiales, Arauca, San Andrés, Providencia, Yopal, Mitú, Puerto Carreño?

1 respuesta

En Florencia, se realizó un total de 7 mantenimientos correctivos y preventivos; Flandes un total de 6; Ibagué un total de 7; Puerto Asís un total de 6; Mariquita un total de 7; Calo un total de 11; Guapi un total de 6; Tumaco un total de 6; Ipiales un total de 7; Arauca un total de 6; San Andrés un total de 8; Providencia un total de 6; Yopal un total de 9; Mitú un total de 6 y Puerto Carreño un total de 6. Lo anterior, se plasma detalladamente en el informe de mantenimientos realizados en los años 2021 y 2022 suministrados.

2. ¿Cuáles son los costos de los Mantenimientos Correctivos y preventivos realizados en el 2021 y 2022 a las máquinas de bomberos de los aeropuertos mencionados anteriormente?

1 respuesta

Para el año 2021, los mantenimientos preventivos ascendieron a \$378.634.902 COP y los correctivos a \$927.907.200 COP en total. Para el año 2022 los mantenimientos preventivos ascendieron a \$600.436.110 COP y los correctivos a \$1.504.517.568 COP. El total invertido por la AEROCIVIL en los mantenimientos de los años 2021 y 2022 de las máquinas de bomberos ascendió a \$3.411.495.780 COP en total. Lo anterior, se plasma detalladamente en el informe de mantenimientos realizados en los años 2021 y 2022 suministrados.



3. *¿Cuáles son las causas de las fallas que generan los mantenimientos correctivos en la maquinaria de bomberos de cada uno de los aeropuertos mencionados anteriormente?*

1 respuesta

- Fallas en Electroválvulas
- Fallas en Divisor de potencia
- Fallas en Bombas de agua
- Fallas en Clutch o embrague de Bomba de agua
- Fugas del sistema de aire
- Falla del sistema de enganche o modulación
- Falla en sensores
- Desgaste de Materiales
- Falla en sistema de encendido
- Falla en Motor
- Fallas Eléctricas y Electrónicas debido a que en algunas áreas donde la sensación de humedad es alta, como Puerto Asís, se presentan daños en componentes electrónicos de manera constante
- Desgaste por corrosión, dado que, en aeropuertos como San Andrés, el salitre generado por el ambiente corroe las partes metálicas de las máquinas como chasis y en general todo el cuerpo del vehículo

4. *¿Cuál es la marca y las características de las Maquinas de bomberos que presentan mayores Mantenimientos al año en cada uno de los 15 aeropuertos mencionados?*

1 respuesta

La marca de las máquinas de bomberos que está ubicada en los 15 aeropuertos de estudio es la marca OSHKOSH, la cual es una marca de origen Estadounidense y que cuenta con varios modelos, como por ejemplo la Referencia T-6, T-1000, T-1500 y P-19, estos modelos por supuesto fueron fabricados desde el más antiguo T-6 en 1974 hasta el más actual T1500 en 1996.

Algunas de las principales características de estas máquinas ubicadas en los aeropuertos mencionados: Máquinas 4x4 de 6000 litros de capacidad para agentes extintores; Tienen transmisión automática; El motor de la maquina tiene la capacidad suficiente de aceleración de 80,5 kph (0 mph a 50 mph) sobre pavimento de concreto nivelado y seco en 25 segundos; Cuenta con 2 tanques para almacenar 500 libras de Polvo Químico seco y 205 galones de Agente Espumante Nivel B al 6%.



5. *¿Cuál es la cantidad de aeropuertos administrados por la Aerocivil afectados en su categoría, debido a máquinas de bomberos fuera de servicio?*

1 respuesta

La cantidad de aeropuertos afectados en su categoría asciende a 6 en total, los cuales están ubicados en Providencia, Ipiales, Florencia, Arauca, Cúcuta. Lo anterior, se plasma detalladamente en el informe de mantenimientos realizados a la maquinaria, el cual fue suministrado.

Google no creó ni aprobó este contenido. [Denunciar abuso](#) - [Condiciones del Servicio](#) - [Política de Privacidad](#)

Google Formularios



ANEXO 2

SOPORTES DE MANTENIMIENTOS

REALIZADOS A LAS MÁQUINAS DE

BOMBEROS

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE AERONAUTICA CIVIL

COMANDO BOMBEROS AERONAUTICOS

AEROPUERTO SK GPI DE GUAPI

ACTA DE RECIBO A SATISFACCION

MANTENIMIENTO CORRECTIVO **NO** DIAGNOSTICADO Y DIAGNOSTICO DE LA FALLA

Con la presente se certifica que los Funcionarios del contratista:
Carlos Armando Trujano Canacho con C. C. 80453112,
Medardo Miranda Marroquin con C. C. 14319222
 y _____ con C. C. _____,
 efectuaron el siguiente mantenimiento correctivo no diagnosticado, de la siguiente MAQUINA
 CON NUMERO INTERNO: 046.

ITEM	DESCRIPCION DEL DAÑO
1	V/Vulas, relay presionada, fuga aire.
2	Unidades con vidrios rotos
3	Lamparas stop no encienden
4	Lamparas ambar posteriores no encienden
5	Lamparas luz reversa en mal estado
6	V/Vula alivio no funciona correctamente.
7	Vidrio panoramico esta aprietado - empaque en mal estado
8	cuchillas no limpian el vidrio correctamente.

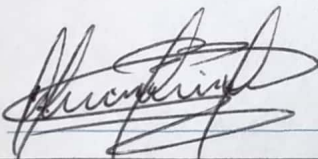
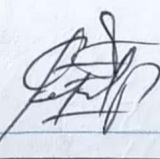
ITEM	REPUESTOS	CANTIDAD	NUMERO DE PARTE
1	Kit reparacion V/Vulas relay	2	
2	Unidades frontales	4	
3	Lamparas stop redondas	2	
4	Lamparas ambar redondas	2	
5	Lamparas luz de reversa	2	
6	V/Vula de alivio tanque aire	1	
7	Vidrio panoramico con empaque	1	
8	cuchillas lame vidrios	3	

ITEM	DESCRIPCION TRABAJO REALIZADO	Página Documento referencia del manual de mantenimiento	NUMERO DE HORAS
1	se cambian kits V/Vulas relay		
2	se cambian unidades frontales		
3	se cambian lamparas stop redondas		
4	se cambian lamparas ambar redondas		
5	se cambian lamparas luzes reversa		
6	se cambia V/Vula aditivo tanque aire		
7	se cambia vidrio pano. y el empaque		
8	se cambian cuchillas limpiavidrios		
TOTAL HORAS			

A continuación se emite CONCEPTO TECNICO de la falla o daño reparado de cada ítem trabajado:

ITEM	CONCEPTO TECNICO
1	V/Vulas relay fugan aire por desgaste de componentes
2	Unidades con vidrios vencidos y espejo interno quemados
3	lamparas stop bombillos fundidos, pastas en mal estado
4	lamparas ambar con pastas deterioradas y rotas
5	lamparas luzes reversa no tienen bombillos
6	V/Vula aditivo no sella correctamente dejando fugas de aire.
7	Vidrio panorámico roto y empaque en mal estado.
8	Cuchillas limpiavidrios están deterioradas

Para constancia de los trabajos realizados firman el técnico responsable de los trabajos realizados y certifica el Jefe del Grupo de Bomberos del aeropuerto o encargado.

<p>Firma </p> <ul style="list-style-type: none"> • Técnico • Nombre: <u>Carlos A Triviño E.</u> • • C.C. <u>80453112</u> • • Contratista: 	<p>Firma </p> <ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Bomberos • Nombre: <u>Andrés F. Lora</u> • • C.C. <u>1114812965</u> • • <u>Oct-06-2021</u>
--	--

Escribir en letra clara nombre y apellidos de quien firma

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE AERONAUTICA CIVIL

COMANDO BOMBEROS AERONAUTICOS

AEROPUERTO SKPV DE Providencia

19-07-2022

ACTA DE RECIBO A SATISFACCION

MANTENIMIENTO CORRECTIVO **NO** DIAGNOSTICADO Y DIAGNOSTICO DE LA FALLA

Con la presente se certifica que los Funcionarios del contratista:
Andrés Felipe Frasser Martínez con C. C. 1010216299,
Jorge Eliecer Guzman Flores con C. C. 14319507
 y _____ con C. C. _____,
 efectuaron el siguiente mantenimiento correctivo no diagnosticado, de la siguiente MAQUINA
 CON NUMERO INTERNO: 363.

ITEM	DESCRIPCION DEL DAÑO
1	Filtro se tapo por suciedad en el tanque de combustible
2	Racores con fugas
3	Manguera deteriorada
4	Racor con fugas
5	Manguera 1/4 deteriorada
6	Oring presenta fuga de aire
7	Racor con fuga
8	llanta no tenía aire

ITEM	REPUESTOS	CANTIDAD	NUMERO DE PARTE
1	Filtro de combustible	1	FS1212
2	Racores torreta bomber 1/8 x 1/8	8	
3	Manguera 1/8	3 mts	
4	Racor torreta bomber 1/4 x 1/4	1	
5	Manguera 1/4	1 mt	
6	Orings Para Neumaticas llantas P-19	3	
7	Racor 1/4 x 1/4	1	
8	Arreglo de llanta trasera izquierda		

UNIDAD ADMINISTRATIVA DE AERONAUTICA CIVIL

COMANDO DE BOMBEROS AERONAUTICOS

AEROPUERTO SKOPTI DE QUAPI

ACTA DE RECIBO A SATISFACCION

MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS

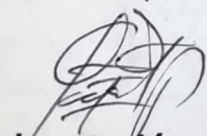
FECHA 06-Oct-2021

Con la presente se certifica que los señores Carlos A Triviño con c.c. 80453112, Medardo Miranda con c.c. 14319227, y _____ con c.c. _____ funcionarios de CASA INGLESА, efectuaron el mantenimiento preventivo completo de acuerdo a los formatos F1, F2 y F3. A la siguiente maquina:

Numero int 046 Ref. de la Maquina : T-1000

Los trabajos se reciben a satisfacción.

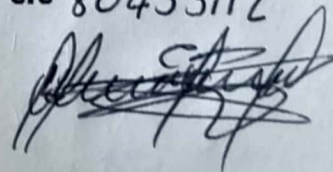
Cordialmente,


Jefe de estación de Bomberos

Nombre Andres Felipe Corzo R.
c.c. 1112812965

Tecnico Casa Inglesa

Nombre Carlos A. Triviño E
c.c. 80453112



UNIDAD ADMINISTRATIVA DE AERONAUTICA CIVIL

COMANDO DE BOMBEROS AERONAUTICOS

AEROPUERTO SKILO DE CALI

ACTA DE RECIBO A SATISFACCION

MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS


FECHA 08-01-2021

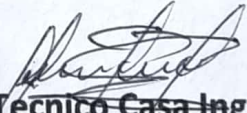
Con la presente se certifica que los señores Carlos A. Trujillo con c.c. 80453112, Hedardo Miranda con c.c. 14319222, y _____ con c.c. _____ funcionarios de CASA INGLESА, efectuaron el mantenimiento preventivo completo de acuerdo a los formatos F1, F2 y F3. A la siguiente maquina:

Numero int 022 Ref. de la Maquina : T-6

Los trabajos se reciben a satisfacción.

Cordialmente,


Jefe de estación de Bomberos
Nombre Ruben Danilo Torza
c.c. 16354727


Técnico Casa Inglesa
Nombre Carlos A. Trujillo
c.c. 80453112

ANEXO 3

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE DAÑOS PRESENTADOS EN LA MAQUINARIA

Fuga de refrigerante



Daño en Bomba de suministro de Agente espumante



Daño en motor



ANEXO 4

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MAQUINAS DE BOMBEROS DE GRAN CAPACIDAD 4X4

El presente Anexo contiene las especificaciones mínimas que deben cumplir las máquinas a adquirir. Estas especificaciones están basadas en la NORMA NFPA 414 edición 2020 y las necesidades propias de la AEROCIVIL.

REQUERIMIENTOS TÉCNICOS
DENOMINACIÓN DE BIEN O SERVICIO.
MÁQUINA DE BOMBEROS DE GRAN CAPACIDAD (6000 LITROS) 4X4
DENOMINACIÓN TÉCNICA DEL BIEN O SERVICIO.
MÁQUINA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS DE GRAN CAPACIDAD (6000 LITROS) 4X4
IDENTIFICACION ADICIONAL REQUERIDA.
CUMPLIMIENTO DE LA NORMA NFPA 414 EDICIÓN 2020
UNIDAD DE MEDIDA.
UNIDAD
CANTIDAD MINIMA REQUERIDA
17 UNIDADES
CLASIFICACIÓN UNSPSC.
25101700 – Vehículos de protección y salvamento
DESCRIPCIÓN GENERAL.
RECOMENDACIONES DE LA NORMA NFPA 414 EDICIÓN 2020
<ol style="list-style-type: none"> El motor de la maquina debe tener la capacidad suficiente de aceleración de 80,5 kph (0 mph a 50 mph) sobre pavimento de concreto nivelado y seco en el aeropuerto operativo dentro de los tiempos especificados en la Tabla 4.1.1.2 (a) y la Tabla 4.1.1.2. (B) en 25 segundos y cumplir con lo estipulado en el capítulo 4 (capacidad del tanque de agua del vehículo mayor a 1999 hasta 6000 L) de la norma NFPA 414 edición 2020, para cumplir con el desempeño efectivo.

Table 4.1.1.2(a) Fully Loaded Vehicle Performance Parameters (SI Units)			
Performance Parameters	Minimum Usable Capacity		
	Vehicle Water Tank Capacity ≥454 to ≤1999 L	Vehicle Water Tank Capacity >1999 to ≤6000 L	Vehicle Water Tank Capacity >6000 L
Side slope stability (degrees)	30	30	30
Dynamic balance (kph), minimum speed on a (30 m) radius circle	40	35.5	35.5
Angle of approach (degrees)	25	30	30
Angle of departure (degrees)	30	30	30
Interaxle clearance (degrees)	12	12	12
Underbody clearance (cm)	33	46	46
Underaxle clearance at differential housing bowl (cm)	26.7	33.0 (26.7)	33
Diagonal opposite wheel motion (cm)	25.4	36	36
Wall-to-wall turning diameter	<Three times the vehicle's overall length	<Three times the vehicle's overall length	<Three times the vehicle's overall length
Maximum acceleration time from 0 to 80.5 kph (sec)	30	25	35
Top speed (kph)	≥113	≥113	≥113
Service brake:			
Stopping distance			
from 33 kph (m)	≤11	≤11	≤12
from 64 kph (m)	≤40 m	≤40 m	≤49 m
Percent grade holding of fully loaded vehicle:			
Ascending	≥50 percent	≥50 percent	≥50 percent
Descending	≥50 percent	≥50 percent	≥50 percent
Emergency brake stopping distance at 64 kph (m)	≤88	≤88	≤88
Parking brake:			
Percent grade holding for the parking brake			
Ascending	≥20 percent	≥20 percent	≥20 percent
Descending	≥20 percent	≥20 percent	≥20 percent
Evasive maneuver test, NATO Document AVTP 03-16W (kph)	40	40	40
"J" turn test at 46 m radius (kph)	48	48	48

2. El chasis 4x4 y motor de la máquina deben ser diseñados y certificados en la norma NFPA 414 edición 2020 para vehículos ARFF (Airport Rescue and Fire Fighting), vehículos para rescate de aeronaves y emergencias de extinción de incendios, no se aceptará para esta oferta chasis comercial.
3. El motor de la máquina debe ser apto para su correcta operación con el combustible DIÉSEL disponible en Colombia.
4. La transmisión del vehículo debe ser automática. Debe cumplir con la norma NFPA 414 edición 2020, de acuerdo con lo estipulado en el capítulo 4.6.
5. Sistema eléctrico: La máquina debe cumplir con lo estipulado en el capítulo 4.5 del sistema eléctrico de acuerdo con la norma NFPA 414 edición 2020 y con lo estipulado en los numerales 4.12 y numerales 4.25 de la norma NFPA 414 de 2020.
6. Radio de comunicaciones frecuencias aeronáuticas entre los rangos 117,975,00 - 137 MHz, con sistema manos libres de acuerdo con la OACI ANEXO 10.
7. Ojos (ganchos) delanteros y posteriores para asegurarlo en el transporte. Y cumplir con numeral 4.9 de conexiones de remolque de acuerdo con la norma NFPA 414 edición 2020.
8. La máquina debe contar con sistema de posicionamiento satelital (GPS) con mapas de Colombia actualizados. Instalados en cabina.
9. La máquina debe contar con toda la instrumentación de indicadores y manómetros de funcionamiento para las torretas y sistemas de extinción en cabina y panel estructural. los monitores serán manejados desde la cabina. Debe contar con indicadores de niveles de tanque de agua y espuma en cabina, en el panel estructural y también en la parte

exterior del vehículo en el lateral izquierdo. Numeral de la norma 4.12.4.5 Ed 2020.

10. La máquina debe cumplir con lo estipulado en la norma NFPA 414 edición 2020 los numerales del 4.2 al 4.2.5 para Máquinas de bomberos.

Manufacturer _____	
Vehicle (make and model year) _____ and _____	
Drive type: <input type="checkbox"/> 4 x 4 <input type="checkbox"/> 6 x 6 <input type="checkbox"/> 8 x 8 <input type="checkbox"/> 10 x 10	
The vehicle was tested to _____ degrees in both directions (table angle).	
Was a trip/slip rail used? <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Yes	
If yes, height of rail [maximum 50 mm (2 in.)] _____ [mm (in.)]	
Date of test: _____	
Front axle loading*	_____ [kg (lb)]
Second axle loading*	_____ [kg (lb)]
3rd axle loading* (if applicable)	_____ [kg (lb)]
4th axle loading* (if applicable)	_____ [kg (lb)]
5th axle loading* (if applicable)	_____ [kg (lb)]
Tire manufacturer	_____
Tire model	_____
Tire pressure	_____ [kPa (psi)]
Front wheel track	_____ [cm (in.)]
Rear wheel track	_____ [cm (in.)]
Crew capacity	_____ (Number of personnel)
Fuel tank capacity	_____ [L (gal)]
Equipment allowance	_____ [kg (lb)]
Water tank capacity	_____ [L (gal)]
Foam tank capacity	_____ [L (gal)]
Auxiliary agent capacity (if applicable)	_____ [kg (lb)]
*The "loading" is to be in accordance with the definition of a fully loaded vehicle as presented in NFPA 414.	

11. El color de la maquina es verde limón, la muestra de los emblemas y números de la maquina serán entregados por la Coordinación SEI Nacional.
12. SISTEMA DE SUSPENSION: el sistema de suspensión debe ser diseñado para permitir que el vehículo cargado realice las siguientes maniobras: Viajar a las velocidades especificas en pista, viajar a una velocidad moderada sobre la superficie de terreno agreste o destapado. Proporcionar el movimiento de la rueda diagonalmente opuesta encima de los obstáculos del suelo sin levantar las ruedas restantes del suelo, de acuerdo con el numeral 4.7 de la norma NFPA 414 edición 2020.
13. Llantas todo terreno, deben cumplir con lo estipulado en el numeral 4.8 de la norma NFPA edición 2020.
14. FRENOS: debe cumplir con todo lo estipulado en el numeral 4.10, de acuerdo con la norma NFPA 414 edición 2020.
15. DIRECCIÓN: la dirección debe ser hidráulica asistida y cumplir con el capítulo 4.11 de acuerdo con la norma NFPA 414 edición 2020.
16. CABINA: De mínimo 5 Asientos, espacio interior mínimo 7.5 metros cúbicos en cabina. Cumpliendo los numerales 4.12 al 4.12.6 y 4.12.8. Diagrama de la cabina con dimensiones exteriores e interiores. Se deben presentar certificados, numeral 4.12.3.6 NFPA 414 edición 2020 de la norma NFPA 414 edición 2020. Las sillas de los tripulantes deben tener el espacio para el equipo SCBA a excepción de la silla del conductor, por lo tanto, la cabina debe disponer de un espacio para ubicar el equipo SCBA correspondiente al conductor sin que este afecte la movilidad del resto de los ocupantes.
17. ESTRUCTURA: debe cumplir con el capítulo 4.13 de acuerdo con la norma NFPA 414 edición 2020.
18. SISTEMA CONTRA INCENDIO Y AGENTES: debe cumplir con el capítulo 414 de acuerdo de la norma NFPA 414 edición 2020.
19. LA BOMBA: DEBE PERMITIR LA OPERACIÓN Y SER MANEJADA EN FORMA SIMULTANEA CON LA OPERACIÓN DEL VEHÍCULO (EL MOTOR DEBE SER UNO QUE HAGA LAS DOS OPERACIONES TRACCIÓN Y DESCARGA), centrífuga de una y/o múltiple etapa, (no se acepta otra opción) La bomba debe cumplir con lo especificado en el capítulo de la NFPA 414 edición 2020
20. Tanques deben cumplir con los numerales y subnumeral de la norma NFPA 414 edición 2020 correspondientes a los

tanques (del numeral 4.16 al 4.17.4.3), uno para agua de capacidad ≥ 6000 Litros y uno para espuma tipo AFFF ≥ 750 Litros.

21. La torreta de techo debe cumplir con la norma NFPA 414 edición 2020, lo estipulado en los de numerales del 4.19 al 4.19.7, los cuales contienen los parámetros de descarga de la agente extintora. La torreta debe tener boquilla tipo dual la cual pueda descargar polvo químico seco y agente húmedo.
22. La torreta de bomper debe cumplir con la norma NFPA 414 edición 2020, lo estipulado en los de numerales del 4.19 al 4.19.7* y cumplir con los requerimientos en las tablas 4.1.1(a), 4.1.1(b) 4.1.1(c) y 4.1.1(d) (capacidad del tanque de agua del vehículo, mayor a 1999 hasta 6000 L)) los cuales contienen los parámetros de descarga de los agentes extintores.
23. CARRETEL: debe cumplir con la norma NFPA 414 edición 2020, lo estipulado en los de numerales del 4.20 al 4.20.5.4 y uno de cada lado de la máquina, los cuales contienen los parámetros de descarga de los agentes extintores para Maquina. Debe tener boquilla tipo dual la cual pueda descargar polvo químico seco y agente húmedo.
24. La máquina debe contar con mínimo 3 boquillas de aspersión, para la protección debajo del chasis. Una en la parte delantera, uno en el centro y otra en la parte posterior. Debe cumplir con la norma NFPA 414 edición 2020, lo estipulado en los de numerales del 4.21 al 4.21.5
25. Agente complementario mínimo 500 libras de PQS purpura K y debe cumplir con lo estipulado para la capacidad del vehículo y numerales del 4.22 al 4.22.3.4 de la norma NFPA 414 edición 2020, Se debe anexar junto a la propuesta, la ficha técnica y certificaciones del agente complementario ofertado.
26. Agente Espumante mínimo 205 galones de espuma AFFF eficacia nivel B al 6 % y debe cumplir con lo estipulado para la capacidad del vehículo y numerales del 4.22 al 4.22.3.4 de la norma NFPA 414 edición 2020, Se debe anexar junto a la propuesta, la ficha técnica y certificaciones del agente Espumante ofertado.
27. La máquina debe contar con sistema estructural, con dos salidas de 2 ½" pulgadas a cada lado y con sistema de succión de 2 ½" y 4 ½" pulgadas, sistema de llenado del tanque de espuma, entrada de 2 ½" para llenado de hidrante al tanque de agua con rosca Tipo NH (NST) (NSHT). Debe contar con sistema de cebado y sistema de regulación de presión en el panel de control ubicado en el sistema estructural.
28. 2 tubos flexibles para succión de 10 pies de largo por 4 ½" cada uno. Un filtro tipo barril en aluminio para el tubo de succión. Un cilindro adicional de agente expulsor del PQS. De la misma capacidad al original entregado con la máquina, Escalera plegable o de extensión de 20 pies mínimo, Llanta de repuesto, Herramientas básicas del vehículo. (GATO 20 TONELADAS LLAVE DE PERNOS). Botiquín de primeros auxilios. La máquina debe ser entregada con la carga de agentes extintores (polvo químico seco purpura K y Espuma AFFF al 6%)
29. Requerimiento mínimo de tres compartimentos por cada lado de la máquina, con puertas tipo persiana y/o abatible. Capacidad de los compartimentos mínimo de 1500 Litros sumados los tres y que soporte 100 Kilos cada compartimiento, para el transporte de herramientas y equipos.
30. El diseño de la maquina deberá permitir hacer el mantenimiento, lavado periódico de carrocería, chasis y motor, sin que sea necesario el desacople de ningún sistema o subsistema de extinción de incendios que requiera dejar fuera de servicio parcial o totalmente la máquina, ya que afectaría la prestación del servicio y la categoría del aeropuerto.