

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS
INSTITUTO DE ESTUDIOS DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
CON ÉNFASIS EN GERENCIA

ANÁLISIS DE LA ESTRATEGIA DE ASIGNACIÓN Y MANEJO
DE LA VIDA ÚTIL DE LAS UNIDADES EXTINTORAS DEL
BENEMÉRITO CUERPO DE BOMBEROS DE COSTA RICA

POSTULANTE

DAVID BADILLA MEZA

TUTOR

ING. DIONISIO ROJAS GONZÁLEZ, MBA

SAN JOSÉ, ARANJUEZ, DICIEMBRE, 2023

CONTENIDO

Tabla de contenido

RESUMEN.....	1
CAPÍTULO 1 PROBLEMA	2
Planteamiento del problema.....	2
Preguntas de investigación	2
Objetivos	3
Objetivo General	3
Objetivos Específicos	4
Justificación	4
Antecedentes	5
Tesis Internacionales	5
Tesis Nacionales	10
Proyecciones	13
Alcances y delimitaciones	13
Limitaciones.....	14
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	15
Vida útil	15
Maquinaria	17
Mantenimiento	17
Costos de mantenimiento.....	18
Coste del ciclo de vida	19
Índice de Análisis de Gestión.....	20
Referente.....	24
Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica	24
Misión.	24
Visión	24
Valores	24
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	39
Enfoque	39
Enfoque Cuantitativo	39
Enfoque Mixto	40
Diseño.....	40

No experimental	40
Definición del alcance	41
Correlacional	41
Descriptiva	41
Explicativa	42
Fuentes de información	42
Fuentes primarias	43
Fuentes secundarias	43
Instrumento.....	44
Encuesta	44
Cuestionario de respuesta dicotómica	44
Proceso para la recolección de datos	45
Recolección de datos.....	45
Fase 1: Contacto con los operadores	45
Fase 2: Encuesta	45
Fase 3: Análisis de datos	46
Población y Muestra.....	46
Población	46
Muestra	46
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS	49
Valor de aseguramiento	51
Valor de desecho	55
Valor fiscal	57
Costos anuales de mantenimientos preventivos	61
Costos anuales de mantenimientos correctivos	63
Costos anuales en mantenimientos	70
Días anuales en servicio	72
Costo global durante su ciclo de vida.....	74
Retiro de servicio.....	76
Encuesta a los operadores	84
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
Conclusiones.....	91
Recomendaciones	91

REFERENCIAS 96

ANEXOS..... 99

 Anexo #1..... 99

Cuestionario para encargado Unidad Mantenimiento Vehicular 99

 Anexo #2..... 100

Cuestionario para operadores flotilla extinción 100

 Anexo #3..... 102

Cuadro operacional de variables 102

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1: Depreciación de equipos	16
Tabla 2: Vida útil de la flotilla del BCBCR	16
Tabla 3: Flotilla total del BCBCR	34
Tabla 4: Flotilla en estudio	35
Tabla 5: Valor asegurado de la flotilla en estudio	52
Tabla 6: Valor fiscal de la flotilla en estudio.....	57
Tabla 7: Gasto promedio según años de antigüedad de la unidad.....	62
Tabla 8: Gasto en mantenimientos correctivos por unidad.....	64
Tabla 9: Gasto promedio según años de antigüedad de la unidad.....	67
Tabla 10: Gasto promedio total según años de antigüedad de la unidad	70
Tabla 11: Días anuales promedio en servicio según años de antigüedad de la unidad.....	72
Tabla 12: Costo global promedio durante ciclo de vida.....	74
Tabla 13: Mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades mod. 91	76
Tabla 14: Mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidad mod. 94.....	77
Tabla 15: Mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades mod. 97	78
Tabla 16: Mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades mod. 99	79
Tabla 17: Mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades mod. 2000	80
Tabla 18: Mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades mod. 2001	81
Tabla 19: Mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades mod. 2003	83
Tabla 20: Mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades mod. 2004	83
Tabla 21: Encuesta a operadores. Conocimiento del valor actual del equipo	85
Tabla 22: Encuesta a operadores. Conocimiento de la vida útil del equipo	86
Tabla 23: Encuesta a operadores. Conocimiento de los mantenimientos del equipo.....	87
Tabla 24: Encuesta a operadores. Conocimiento de la frecuencia de los mantenimientos aplicados al equipo.....	87
Tabla 25: Encuesta a operadores. Conocimiento de los costos de los mantenimientos aplicados al equipo	89

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura #1: Etapas de un activo físico.....	20
Figura #2: Costos de equipos de la construcción civil.....	24
Figura #3: Unidad extintora tipo comercial	27
Figura #4: Unidad extintora tipo custom	27
Figura #5: Unidad tipo tanquero.....	28
Figura #6: Unidad cisterna	28
Figura #7: Unidad plataforma	29
Figura #8: Unidad de ataque rápido	29
Figura #9: Unidad motocicleta	30
Figura #10: Unidad de espuma	31
Figura #11: Unidad tipo tanque aeroportuario.....	32
Figura #12: Unidad naval	33
Figura #13: Unidad forestal.....	33
Figura #14: Fórmula de la muestra	47
Figura #15: Cálculo del tamaño de la muestra.....	47
Figura #16: Trabajos por técnico.....	49
Figura #17: Cambio de clasificación de mantenimiento por costo del mismo	50
Figura #18: Cantidad de unidades vistas según clasificación del mantenimiento.....	50
Figura #19: Costos totales según sistema atendido.....	51
Figura #20: Unidad en proceso de despiece	56
Figura #21: Unidad en estado de desecho.....	57
Figura #22: Unidad sacada de servicio, reasignada como unidad conmemorativa por aniversario	69
Figura #23: Captura de pantalla de software de gestión de mantenimiento.....	92
Figura #24: Captura de pantalla de software de gestión de mantenimiento.....	92
Figura #25: Captura de pantalla de software de gestión de mantenimiento.....	93
Figura #26: Captura de pantalla de software de gestión de mantenimiento.....	93
Figura #27: Captura de pantalla de software de gestión de mantenimiento.....	94
Figura #28: Captura de pantalla de software de gestión de mantenimiento.....	94

CONTENIDO DE GRÁFICOS

Gráfica #1: Valor asegurado en función de la antigüedad de la unidad	55
Gráfica #2: Valor fiscal en función de la antigüedad de la unidad	60
Gráfica #3: Valor asegurado y valor fiscal en función de la antigüedad de la unidad	61
Gráfica #4: Costo promedio anual por unidad de mantenimientos preventivos en función de la antigüedad.....	63
Gráfica #5: Costo promedio anual por unidad de mantenimientos correctivos en función de la antigüedad	68
Gráfica #6: Costo prom. anual por unidad de mant. prevent. en función de antigüedad (ajustada).....	69
Gráfica #7: Costo promedio anual por unidad de mantenimientos totales en función de la antigüedad .	71
Gráfica #8: Costo promedio anual por unidad de mantenimientos totales en función de la antigüedad (ajustada).....	71
Gráfica #9: Días anuales en servicio promedio por unidad en función de la antigüedad.....	73
Gráfica #10: Días anuales en servicio promedio por unidad en función de la antigüedad (ajustada).....	74
Gráfica #11: Costo global del ciclo de vida en función de la antigüedad.....	75
Gráfica #12: Gastos en mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades modelo 1991, en función de su antigüedad	76
Gráfica #13: Gastos en mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades modelo 1994, en función de su antigüedad	77
Gráfica #14: Gastos en mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades modelo 1997, en función de su antigüedad	78
Gráfica #15: Gastos en mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades modelo 1999, en función de su antigüedad	79
Gráfica #16: Gastos en mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades modelo 2000, en función de su antigüedad	80
Gráfica #17: Gastos en mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades modelo 2001, en función de su antigüedad	82
Gráfica #18: Gastos en mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades modelo 2003, en función de su antigüedad	83
Gráfica #19: Gastos en mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades modelo 2004, en función de su antigüedad	84
Gráfica #20: Encuesta a operadores. Conocimiento del valor actual del equipo	85
Gráfica #21: Encuesta a operadores. Conocimiento de la vida útil del equipo	86
Gráfica #22: Encuesta a operadores. Conocimiento de los mantenimientos del equipo.....	87

Gráfica #23: Encuesta a operadores. Conocimiento de la frecuencia de los mantenimientos aplicados al equipo..... 88

Gráfica #24: Encuesta a operadores. Conocimiento de los costos de los mantenimientos aplicados al equipo..... 89

Gráfica #25: Encuesta a operadores. Conocimiento de la disponibilidad del equipo..... 90

Dedicatoria

En primer lugar, a Dios, quien permite que todo sea posible.

A mi familia, quien siempre ha estado atenta al avance de este proceso y en brindarme el apoyo necesario cuando lo requiera.

Agradecimientos

Le agradezco a Dios por brindarme siempre lo que necesito.

A Ari, por impulsarme a ser mejor en cada momento y acompañarme en todo el proceso.

A mis padres, quienes siempre están atentos para brindar una solución.

Al Benemérito Cuerpo de Bomberos, por otorgarme el espacio y los insumos requeridos, para la realización de este trabajo.

A mi profesor tutor, Dionisio, quien siempre tiene una perspectiva resolutive.

A doña Vilma y demás profesores de la carrera, por compartir sus grandes conocimientos.

A Juan Manuel, por ser un referente y un ejemplo a seguir desde la Dirección.

A la UIA, por abrirme las puertas de su fábrica de sueños, ayudándome a realizar el mío.

RESUMEN

El presente trabajo hace un estudio de la metodología para la asignación de tareas de mantenimiento, así como del manejo de la vida útil para la flotilla de extinción de Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, para el período 2023, tomando en cuenta la información de los últimos años para estas tareas. Primeramente, se realizará un marco teórico para conocer los conceptos esenciales, de manera que se puede conducir la investigación con una justificación técnica adecuada, con el fin de que la institución en estudio pueda generar ahorros en los costos de mantenimientos, al tiempo que se pueda extender la vida útil de los activos rodantes, los cuales, al mismo tiempo son esenciales para los fines del ente, que son la protección de la vida, el medio ambiente y los bienes de la población.

Este estudio se realiza con apoyo de instrumentos de medición, como lo son una encuesta a los operadores de los equipos, mediante un enfoque cuantitativo, así como recolección de datos aportados por la Unidad de Mantenimiento Vehicular de la institución, también entrevistas a encargados de dicho departamento, con el fin de determinar el perfil actual, de la ejecución de costos, para encontrar puntos de mejora.

Los hallazgos encontrados se pueden extrapolar a otro tipo de flotilla dentro de la misma institución, así como también para otras entidades públicas o privadas e incluso, para otro tipo de bienes, no únicamente activos rodantes.

CAPÍTULO 1 PROBLEMA

En este capítulo se plantea el problema que se propone estudiar en esta investigación, realizando preguntas generadoras, para, posteriormente, trazar los objetivos del estudio, contando con una justificación adecuada y teniendo en cuenta los antecedentes tanto nacionales, como internacionales, desde los cuales, se obtuvieron diferentes perspectivas para la realización de este trabajo.

Posteriormente, se muestran las proyecciones y alcances que se trazaron con la investigación, así como las limitaciones encontradas en el desarrollo del mismo.

Planteamiento del problema

Dentro de la labor operativa realizada por el Benemérito Cuerpo de Bomberos para realizar sus objetivos, la flotilla de extinción de incendios resulta un recurso esencial para el desplazamiento del personal, así como para la ejecución propia de sus funciones en el caso de una emergencia. Dada la naturaleza de este tipo de vehículo, donde la indisposición de los equipos puede poner en riesgo vidas, así como pérdidas materiales; aunado al hecho de que al hacer uso de los mismos muchas veces se hace en condiciones extremas, por su carácter de urgencia, se hace imprescindible contar con un adecuado programa de ejecución de mantenimientos a la flotilla, así como una adecuada asignación de la vida útil, en la misma.

La literatura indica que la implementación de mejoras en los programas de mantenimiento aumenta los indicadores de disponibilidad de equipos en los cuales se aplica, al tiempo que reduce los costos de reparaciones.

Preguntas de investigación

Los costos de la flotilla de la institución representan un porcentaje importante de sus gastos anuales. Con el presente estudio se busca determinar estrategias para optimizar dichos costos, buscando un balance entre el costo de adquisición, los gastos de mantenimiento a lo largo de su vida útil y el valor de desecho.

Tomando como base el valor de adquisición de cada uno de los vehículos que componen la flotilla, los gastos de mantenimiento anuales correspondientes, así como la depreciación y el posible valor de desecho, se pretende conocer los diferentes tipos de mantenimientos que se pueden

realizar a equipos móviles, con el fin de mejorar la gestión de los mismos, generando un ahorro en los gastos de mantenimiento y mejorando los índices de disponibilidad de los activos.

Actualmente, la institución en estudio no administra sus activos móviles con criterios de este tipo, sino que se comparan los costos de los trabajos a realizar en mantenimiento correctivo y se compara dicho valor con el valor de aseguramiento del activo, de acuerdo con lo indicado por la Unidad de Mantenimiento Vehicular, departamento encargado de estas tareas, dentro de la institución.

Con base en lo anterior y con el propósito de desarrollar la investigación y planteamiento del problema, se pretende responder a las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles clases de mantenimiento se ejecutan en la flotilla de extinción de incendios del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica y con qué criterios se aplican?
- ¿Cómo es la recopilación de datos de los mantenimientos que se realizan actualmente y de qué manera se puede mejorar para compararlos con indicadores clave para la toma de decisiones?
- ¿De qué manera puede implicar un cambio en los criterios de aplicación de los mantenimientos una mejora en términos de ahorro en gastos periódicos y en disponibilidad de equipos?
- ¿Qué medidas se pueden aplicar para la mejor gestión de la vida útil del equipo rodante en función de su valor de adquisición, gastos de mantenimiento y valor de desecho?

Objetivos

Objetivo General

- Analizar la gestión del mantenimiento y manejo de la vida útil de las unidades extintoras del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, mediante la utilización de herramientas ingenieriles y gerenciales, para la mejora de indicadores financieros y de disponibilidad del equipo para el período 2023.

Objetivos Específicos

- Conocer la estrategia de asignación de la vida útil de la flotilla de unidades extintoras dentro de la institución, valorando la relación existente entre los costos de mantenimiento y el valor de los activos, de acuerdo con el costo de adquisición.
- Identificar los diferentes modelos de gestión de mantenimiento aplicables para activos rodantes y los aplicados para la flotilla en estudio.
- Cuantificar el ahorro estimado en gastos anuales en mantenimiento y en disponibilidad de equipos.

Justificación

Para denotar la importancia del uso de la maquinaria, en general, conviene citar a Yepes (2015):

Las máquinas, que nacieron con el propósito de liberar al hombre de las tareas más penosas, se han convertido en herramientas para producir más, más barato y con mejor calidad. Han permitido abreviar la realización de labores que en otros tiempos parecían imposibles, y, por consiguiente, han conseguido acelerar la acción del hombre sobre su entorno más inmediato. (...) Además, determinadas unidades de obra no pueden ejecutarse sin el uso de maquinaria. (p.9)

Específicamente, para la función operativa dentro de la institución, durante el 2020, se contabilizaron 918 emergencias por fuego (incendios), con 14 personas fallecidas, a lo largo de territorio nacional. (*Programa de Investigación de Incendios, Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. Estadísticas 2020*). Cada una de estas emergencias fue asistida al menos por dos unidades extintoras, las cuales también se utilizan en diversos incidentes como emergencias con animales, rescates, accidentes de tránsito, inundaciones y otros, evidenciando así, la importancia operativa del buen funcionamiento de una unidad extintora, la cual, también representa una importante inversión inicial, así como altos costos de mantenimiento para la institución.

La adquisición o sustitución de estos equipos dentro de una organización, no es una medida que se tome a la ligera, sino que dependen de financiamiento, así como proyecciones de trabajo, costos de mantenimiento, disponibilidad operativa y valores de recuperación de los

equipos una vez que se dan de baja. Dentro del presupuesto anual para el año 2020, el rubro de equipos de transporte representa un 9.01% del presupuesto anual del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica y el rubro de mantenimiento de maquinarias y de equipos de transporte representando un 1.73% de dicho presupuesto. Para el año 2021, los gastos en servicios de mantenimientos y reparaciones de la institución fue de $\text{¢}2\,189\,682\,927$, mientras que en repuestos y accesorios fue de $\text{¢}1\,251\,973\,745$.

Antecedentes

Tesis Internacionales

La primera investigación consultada la realiza Pilay (2018), para la Universidad de Guayaquil, con el Análisis del ciclo de vida económica útil de maquinaria pesada utilizada en movimiento de tierra.

Consta de los siguientes objetivos: Objetivo General: Analizar el ciclo de vida económica útil de la maquinaria pesada utilizada en movimiento de tierra, para determinar el tiempo en que se debe cambiar la maquinaria mediante métodos investigados. Y los siguientes Objetivos Específicos: Identificar todos los factores que afectan la vida útil de la maquinaria para movimiento de tierra. Calcular el costo de operación para las maquinarias utilizadas. Determinar la depreciación de la maquinaria utilizando el método de depreciación doble saldo decreciente a lo largo de su vida útil.

Se aplica la metodología investigativa. Contiene la siguiente conclusión: Del estudio realizado a las maquinarias, correspondientes a los trabajos de movimiento de tierra, se pudo determinar que los factores que afectan al ciclo de vida útil de las maquinarias son: Potencia, Valor de Adquisición, Costo de Operación, Costo de Posesión, puesto que intervienen al momento de determinar la Depreciación y Reemplazo, Inversión, Operación Mantenimiento y Reparación, Tiempo Muerto, Obsolescencia, ya que van asociados para poder realizar el análisis de ciclo de vida económica útil. Y la siguiente recomendación: Al momento de realizar el análisis de ciclo de vida económica útil de la maquinaria pesada, utilizar todos los factores y no dejarse guiar por el criterio de algún tipo de “especialista”.

La segunda investigación consultada, la realiza Buelvas & Martínez (2014), para la Universidad Autónoma del Caribe, con el tema Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L&L.

Consta de los siguientes objetivos: Objetivo General Elaborar un plan de mantenimiento preventivo, aplicado a la flota de vehículos tracto camiones, de una empresa de transporte para mejorar su desempeño operacional, sin descuidar la seguridad y procurando minimizar el impacto ambiental. Y los siguientes Objetivos Específicos: Caracterizar la gestión actual del mantenimiento para identificar fortalezas y debilidades, respecto a lo sugerido por los fabricantes de los vehículos. Generar información complementaria basada en la experiencia del personal operativo y de mantenimiento, así como en el método RCM, para ajustar el actual plan de tal manera que las probabilidades de mejorar se aumenten. Establecer el sistema de información, incluyendo los indicadores de gestión necesarios, para asegurar la efectividad y el control del plan propuesto.

Se aplica la metodología descriptiva. Contiene la siguiente conclusión: Las fichas técnicas de la maquinaria permiten tener acceso a las características técnicas como: tipo motor, cilindraje, etc., que son importantes tener en cuenta al momento de ejecutar cualquier actividad de mantenimiento. Realizando auditoría en la flota se encontró falencias, en cuanto al seguimiento de cada maquinaria y su respectivo control de mantenimiento. Y la siguiente recomendación: Debe tenerse mucho cuidado, al momento seleccionar una tarea preventiva (o cualquier otra tarea de mantenimiento, de hecho), en no confundir una tarea que se puede hacer, con una tarea que conviene hacer.

Se consultó asimismo otras investigaciones de posgrado, específicamente para equipo de extinción de incendios, se muestra un tercer trabajo realizado por Bareño, González y Benavides (2019), para la Especialidad de Gerencia de Mantenimiento, Universidad ECCI (Escuela Colombiana de Carreras Intermedias), con el tema Diseño del Plan de Mantenimiento Preventivo para los Automotores del Cuerpo Oficial de Bomberos de la Alcaldía de Soacha, Cundinamarca.

En este trabajo se trazaron los siguientes objetivos: Objetivo General: Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para el parque automotor del cuerpo oficial de bomberos del municipio de Soacha, orientado a mejorar los indicadores de eficacia, operación y mantenimiento de los vehículos, optimizando el presupuesto anual asignado para ello. También se muestran los siguientes objetivos específicos: Establecer el estado actual de los vehículos y determinar cómo se

administra el presupuesto para el mantenimiento correctivo de los mismos. Proponer una metodología para definir los planes de mantenimiento preventivo más adecuados, de acuerdo con la característica de cada vehículo. Establecer el plan de mantenimiento para cada equipo y componente de los vehículos, con base en cada una de las rutinas definidas, mediante los análisis desarrollados.

En este trabajo se aplicó un enfoque cuantitativo y sus conclusiones son las siguientes: El levantamiento de información primaria y secundaria es la base fundamental para poder determinar la taxonomía actual de los activos y así mismo, lograr la implementación del mantenimiento preventivo, ya que esto permitirá tener conocimiento específico sobre las actividades realizadas, dentro de las rutinas de ejecución propias de cada automotor. Las hojas de vida permitirán tener acceso a la descripción específica de cada vehículo (sistemas y subsistemas que componen el activo), para poder determinar el tipo de mantenimiento preventivo a aplicar, según su distancia recorrida. Con el presupuesto proyectado para el proceso de mantenimiento preventivo, la alcaldía de Soacha podrá tener una proyección mucho más aterrizada para la implementación anual del mismo y de esta manera, realizar aumentos justos en el presupuesto para los años siguientes a la implantación de este proyecto. Existe algún tipo de incertidumbre en los análisis y en el funcionamiento óptimo del plan de mantenimiento preventivo, ya que en este documento no se contemplaron análisis estadísticos de ocurrencia de eventos de emergencia en el municipio, es decir, que no se tiene certeza de la frecuencia de operación de los vehículos de bomberos, lo cual, afecta, directamente, los componentes de los vehículos.

También, en el ámbito específico de vehículos de extinción de incendios, se realizó la consulta a dos tesis adicionales, la primera de ellas de Naranjo & Vera (2022), para la Universidad Internacional de Ecuador (UIDE), con el tema: Propuesta de Mantenimiento Enfocado en la Reducción de Costos y Mejora de la Operatividad en la Flota Vehicular - Bomberos Durán.

Dicho trabajo contiene los siguientes objetivos: Objetivo General: Diseñar una propuesta de mantenimiento, considerando los aspectos técnicos y económicos para garantizar la operatividad de la flota vehicular perteneciente al Cuerpo de Bomberos de Durán. Objetivos específicos: Establecer la existencia de un plan para reparación y mantenimiento de las unidades, dentro de la empresa. Determinar las ventajas de realizar el mantenimiento de las unidades dentro del mismo establecimiento. Establecer criterios para selección de proveedores conforme a la adquisición de repuestos y consumibles en función de competitividad y tiempo. Seleccionar parámetros técnicos

y económicos para la elaboración de la propuesta de diseño del plan, con base en una matriz de riesgo.

Se elaboró mediante una investigación cuantitativa de campo y las conclusiones del trabajo son las siguientes: Al realizar este proyecto se pudo diseñar una propuesta de mantenimiento considerando los aspectos técnicos y económicos para garantizar la operatividad de la flota vehicular, perteneciente al Cuerpo de Bomberos de Durán y se consideró la mejora de los tiempos de reacción y operación dentro de ella. Se pudo establecer la existencia de un plan para reparación y mantenimiento de las unidades dentro de la empresa, en función de los requerimientos de operación y costos de mantenimiento necesarios para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos, vehículos y maquinaria de combate contra incendios. Al realizar el análisis de los procesos de mantenimiento de la empresa y determinar los puntos positivos y negativos, se logró establecer un plan de mantenimiento, considerando realizar el mantenimiento de las unidades dentro del mismo establecimiento. Se pudo determinar que mientras se establezcan criterios de selección de proveedores, conforme a la adquisición de repuestos y consumibles en función de competitividad y tiempo; no existirá aumento de valores monetarios para la entidad y logrará mejorar la calidad de los repuestos seleccionados, en función de los requerimientos presentados conforme a la adquisición de repuestos y consumibles en función de competitividad y tiempo. Se logró determinar los parámetros técnicos y económicos para la elaboración de la propuesta de diseño del plan en base a una matriz de riesgo; esto siempre y cuando se realice constante y debidamente, en función de las actividades de inspección, considerando aspectos de los recursos humanos. Al final se determina que los procedimientos de mantenimiento preventivo de los vehículos y maquinaria del departamento de bomberos del cantón Durán pueden realizarlo el personal interno de las instalaciones y así evitar contratar agentes externos para la reparación de las unidades, lo que permitirá disminuir los costos de mantenimiento. Por último, se debe tener un registro de los procesos de mantenimiento que se realizan en el Cuerpo de Bomberos de Durán, para mejorar el control de las actividades y optimizar el tiempo de los trabajos, en función del historial de mantenimiento de la empresa.

La última de las tesis internacionales consultada, es realizada por Ochoa & Tenecela (2022), para la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, y titulada Propuesta de un Plan De Mantenimiento Preventivo mediante un Análisis de criticidad para los vehículos utilitarios del Departamento de Cuerpo de Bomberos del Cantón Pasaje.

Esta investigación cuenta con los siguientes objetivos: Objetivo General: Proponer un plan de mantenimiento preventivo, mediante un análisis de criticidad de fallos para las unidades móviles del Cuerpo de Bomberos del Cantón Pasaje. Objetivos Específicos: Efectuar una revisión teórica de los planes de mantenimiento que pueden ser aplicables a equipos de similares características a la del Cuerpo de Bomberos del Cantón Pasaje. Realizar un levantamiento de datos de la flota vehicular, mediante la revisión de archivos físicos que posee el Departamento de mantenimiento para la determinación de frecuencias de fallas, intervalos de mantenimiento y costos. Generar una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo, en función de los registros históricos obtenidos de averías en la flota vehicular del Cuerpo de Bomberos del Cantón Pasaje. Desarrollar una herramienta informática, utilizando la base de datos y registros históricos de mantenimiento.

Entre las conclusiones del presente trabajo, se encontraron las siguientes: En este proyecto técnico se desarrolló la investigación de una recensión teórica, correspondientes a diferentes procesos de planes de mantenimiento empleados en la industria Automotriz. Y los diferentes sistemas de gestión de mantenimiento que hay en el mercado, para luego determinar cuáles pueden ser aplicables en CBMCP. El estado de la flota vehicular del Cuerpo de Bomberos Municipal del Cantón Pasaje (CBMCP), actualmente no posee un plan de mantenimiento preventivo si no correctivo, según los archivos físicos que se ha analizado durante la investigación, decir que los intervalos de mantenimiento y costes anuales son muy significativos en los últimos seis años con un valor aproximado de \$ 445.487,91, es de decir que sus costes acumulados y su equivalencia en porcentaje es de \$ 45.993,77 que representa el 31%, de igual forma se pudo determinar que el sistema mecánico de los vehículos del Cuerpo de Bomberos Municipal del Cantón Pasaje, se considera crítico por el desgaste de sus elementos y el coste de reparación, caso similar ocurre en el mantenimiento preventivo con un coste de \$39.863,48, que incorpora el 57% de los gastos mientras que los otros sistemas hacen referencias como a chapa, pintura, tapicería, instalación de cintas Reflectivas, problemas en el sistema de suspensión, tienen un costo de \$28.937.72, lo cual este representa un valor porcentual del 100%.

De esta manera, con la determinación en función de los archivos físicos e históricos de mantenimiento se procedió a la realización del plan de mantenimiento preventivo. Se generó una propuesta del plan de mantenimiento preventivo basado en todos los registros históricos de mantenimiento y averías de todas las unidades del Cuerpo de Bomberos del Cantón Pasaje, por

ende, va a extender y mantener la vida útil del parque automotor del cuerpo de bomberos y así mejorar también la toma de decisiones cuando se tenga que hacer un diagnóstico o reparación requerida, decir que se logró identificar los intervalos de reparaciones y kilometrajes que van desde los 5.000km hasta los 10.000km, con tiempos en horas para los vehículos livianos y pesados de dos a siete horas, respectivamente luego de establecer las actividades, dentro de cada nivel y se les nombró con la letra N lo que represente el grado de intervención en una subcategoría como es "N1", "N2", "N3" y correspondiente a la jerarquización de las actividades a realizar. Una vez analizado el estado actual del cuerpo de bomberos del cantón Pasaje, se determinó la necesidad de la implementación de una base de datos digital, capaz de adquirir toda la información relevante de cada trabajo de mantenimiento efectuado, debido a que el método pasado (registro en hojas) había sufrido pérdidas; por lo tanto, se realizó la programación de un sistema personalizado tipo GMAO, con un total de 5 módulos, los cuales ayudan a gestionar la información de mantenimiento, finalizando en la implementación del mismo y capacitación del encargado de mantenimiento.

Tesis Nacionales

La primera investigación nacional consultada la realiza Belfort (2016), para la Universidad de Costa Rica, con el tema Evaluación financiera de la compra de maquinaria para la empresa Neo Pórticos de Asunción S.A.

Consta de los siguientes objetivos: Objetivo General: Evaluar el proyecto de inversión para la compra de maquinaria de la empresa Neo Pórticos de Asunción S.A, mediante un estudio de factibilidad financiera. Y los siguientes Objetivos Específicos: Exponer las perspectivas teóricas relacionadas con la evaluación de proyectos, análisis financiero y el sector de negocio de la empresa, necesarios para el desarrollo de la investigación. Describir las características y funcionamiento de Neo Pórticos de Asunción S.A., su entorno y principales aspectos de la industria y de los clientes del plástico en Costa Rica. Elaborar un diagnóstico de la situación financiera actual de la empresa, que sirva de base para la toma de decisiones de inversión. Realizar un análisis de factibilidad financiera, para la compra de maquinaria de la empresa Neo Pórticos de Asunción S.A. Brindar las conclusiones y recomendaciones a la empresa, derivadas del análisis realizado.

Se aplica la metodología mixta. Contiene la siguiente conclusión: Ante la necesidad de la empresa, se decidió hacer un análisis del proyecto de adquisición, tomando en cuenta la capacidad de producción de la inyectora IML, el número de horas diarias en que la empresa podría operar, el

tiempo destinado a mantenimiento preventivo, gastos por salarios, consumo de electricidad, inversión inicial necesaria, rendimiento mínimo requerido de los socios (costo de capital de 16,66%), entre otros aspectos, lo cual permitió proyectar las ventas en tres distintos escenarios: pesimista, realista y optimista.

El escenario pesimista no es viable financieramente, ya que el flujo de caja del proyecto da como resultado un VAN negativo y TIR inferior al costo de capital. El volumen de producción equivalente a quince días de funcionamiento de la inyectora, es considerado insuficiente para generar ganancias durante los ocho años de la proyección, período que, por ende, es insuficiente para recuperar la inversión inicial. El escenario realista, si se optara por financiamiento, presenta un panorama positivo, en cuanto que los indicadores como el VAN, TIR y CB muestran que el proyecto es atractivo y rentable con una viabilidad financiera alta. Sin embargo, la recuperación de la inversión inicial se concreta a los siete años y quince días aproximadamente, lo cual podría considerarse un período extenso.

Una segunda tesis nacional, la cual fue objeto de consulta, la realiza Aragón (2019), para la Universidad Técnica Nacional (UTN), Sede Central y titulada: Estudio hidráulico de los sistemas de bombeo para el desarrollo de una herramienta de mantenimiento predictivo enfocada en el diseño mecánico de las unidades extintoras del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. Esta investigación tiene los siguientes objetivos: Objetivo General: Desarrollar una herramienta donde se establezcan los parámetros necesarios para la implementación de un programa de mantenimiento predictivo, con base en la evaluación mecánica e hidráulica de los sistemas de bombeo de las unidades extintoras del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica.

Objetivos específicos: Determinar los aspectos que afectan la eficiencia y la eficacia de los sistemas de bombeo de las unidades extintoras. Analizar el desempeño de los sistemas de bombeo establecido por el fabricante contra las pruebas de campo y los requisitos mínimos de la normativa vigente. Diagnosticar el estado actual de los manómetros de los sistemas de bombeo y determinar los requisitos metrológicos para su inspección, prueba y mantenimiento. Realizar los cálculos ingenieriles que sustenten el presente proyecto, creando las memorias de cálculo que respalden las pruebas realizadas. Establecer, dentro de los programas institucionales, las verificaciones anuales de desempeño de los sistemas de bombeo, brindando una herramienta de evaluación, con la cual, se facilite su control. Definir los parámetros para fundamentar el programa de mantenimiento

predictivo. Maximizar la eficiencia de las labores de extinción, durante la atención de emergencias que involucren los sistemas de bombeo.

El trabajo se realizó con metodología cuantitativa y se llegó a las siguientes conclusiones: De acuerdo con las observaciones de campo, la falta de mantenimiento especializado, el sobreesfuerzo y la operación inadecuada de los sistemas de bombeo, afectan la capacidad de operación de las unidades extintoras. Se realizó un conjunto de pruebas para el análisis del desempeño de las unidades extintoras, donde se compararon los valores de presión y de caudal estipulados por su fabricante contra los resultados de las pruebas de campo y los porcentajes de aceptación establecidos en la norma NFPA 1911. La comparación realizada evidencia el desempeño real de las unidades sometidas a pruebas, lo cual demuestra resultados aceptables para la normativa vigente solo en una de las unidades evaluadas.

Se realizó una evaluación de los manómetros instalados en el panel de control del sistema de bombeo. En ella, se compararon, contra un manómetro patrón, los resultados obtenidos en las pruebas de desempeño. La sobrepresión experimentada por el vacuómetro patrón durante la realización de las pruebas de la M-87 imposibilitó la toma de datos en la M-65, quedando pendiente la verificación de los vacuómetros de esta unidad. De acuerdo con la normativa NFPA, los parámetros de evaluación para los manómetros son mínimos, por tanto, se decidió utilizar los procedimientos establecidos por la Organización Internacional de Metrología Legal. Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los parámetros establecidos en la normativa vigente.

Se creó una memoria de cálculo para cada parámetro por evaluar, con base en los apartados de la norma NFPA 1911. Estas memorias están incluidas en la herramienta para la evaluación y la realización de pruebas de rendimiento de las unidades extintoras, desarrolladas a partir de la investigación realizada en el presente proyecto. A través de todo el proceso, que conllevó la realización del presente proyecto, se observaron y se evidenciaron variables, condiciones y elementos que afectan el desempeño de las unidades extintoras. Gracias al acompañamiento que la institución brindó para el desarrollo del presente proyecto, todas estas observaciones se encuentran ya en proceso de modificación. La maximización de la eficiencia de las labores de extinción, durante la atención de emergencias, se verá reflejada una vez que se implemente el presente proyecto.

Se creó una herramienta para la evaluación y la realización de pruebas de rendimiento, donde se contemplan factores para aspectos como inspección, prueba y mantenimiento de las unidades

extintoras. Esta herramienta se basa en las normas NFPA 1901 y 1911, en los lineamientos institucionales y en las disposiciones y recomendaciones dictadas por los fabricantes de los diferentes tipos de sistemas de bombeo manejados en la flotilla. Se creó una secuencia de pasos para la implementación de un plan de mantenimiento predictivo, donde se involucra la vasta experiencia de los bomberos que operan las unidades extintoras con las herramientas y conocimientos técnicos de la Unidad de Mantenimiento Vehicular y de la Unidad de Ingeniería.

Proyecciones

Primeramente, se pretende conocer a fondo la estrategia que actualmente realiza la institución en estudio para la asignación de sus recursos móviles, así como los criterios de mantenimiento, adquisición y sustitución. Una vez se cuenta con esos datos, se desea especificar los métodos de depreciación utilizados, para posteriormente, estudiar los costos de mantenimiento asociado a cada uno de los equipos y crear modelos, de acuerdo con su valor de adquisición y de desecho.

Con toda la información anterior, se pretende brindarle a la organización una herramienta para la toma de decisiones para el manejo de su flotilla con criterio, de forma que exista un balance óptimo.

Alcances y delimitaciones

Para la totalidad de la flotilla de la institución, la cual se encuentra asignada en las 75 estaciones distribuidas a lo largo de todo el territorio nacional, se realizó el estudio para las unidades designadas como máquinas extintoras, designadas internamente con la numeración M-xxx. Lo anterior, por ser una flotilla relativamente uniforme a lo largo de los años, que cuenta con datos históricos requeridos y además, es el tipo de unidad más necesaria para la atención de incidentes dentro de la institución, teniendo también la mayor cantidad de unidades, dentro de la categorización interna de la organización, siendo también la de mayor costo dentro de los activos móviles. Las máquinas extintoras representan un 24,12% de la flotilla total institucional.

El estudio se realizó con los datos aportados por la Unidad de Mantenimiento Vehicular del BCBCR para el período 2016 a 2020, ampliado con otros datos recopilados mediante encuestas y entrevistas, realizadas durante el período 2021 a 2023.

Limitaciones

Son aquellos obstáculos que se encontraron en el diseño y técnicas de investigación utilizados para la recolección, ejecución y determinación de la información. Entre los anteriores se puede mencionar:

- Acceso a información más detallada por inexistencia de la misma, al no tener datos históricos de algunos indicadores.
- Deficiencia en la tabulación de alguna información en la base de datos de la institución.
- Falta de fluidez en la comunicación entre los diferentes departamentos, desde los cuales se requieren algunos insumos.
- La necesidad de cubrir requerimientos operativos de urgencia tiene como consecuencia la saturación en la jornada laboral de la Unidad de Mantenimiento Vehicular, lo cual afectó la coordinación de actividades, así como el envío de información.
- Igualmente, por la razón anterior, se dificulta la implementación de las recomendaciones, fruto de esta investigación.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se profundiza sobre la teoría clave para comprender a fondo, tanto los elementos esenciales de vida útil y depreciación de un activo, conceptos aplicables a cualquier bien dentro de una organización, así como también los conceptos de maquinaria e indicadores propios de la disciplina de gestión de mantenimiento.

Finalmente, se aportan unos aspectos situaciones de la institución en estudio, una reseña histórica de la misma, así como los tipos de vehículos que componen la flotilla institucional. La comprensión de todos estos elementos dará las pautas para marcar un rumbo acertado en el progreso de la investigación.

Vida útil

Para profundizar el tema de vida útil, se puede definir, inicialmente, de la siguiente manera, de acuerdo a Fierro (2009):

Se entiende por vida útil el lapso durante el cual se espera que la propiedad, planta o equipo, contribuirá a la generación de ingresos. Para su determinación es necesario considerar, entre otros factores, las especificaciones de fábrica, el deterioro por el uso, la acción de factores naturales, la obsolescencia de avances tecnológicos y los cambios en la demanda de los bienes y servicios a cuya producción o suministro contribuyen. (p. 191)

En la definición anterior se incluyen los conceptos de propiedad, planta y equipos, que representan, por definición, los activos de una empresa, de acuerdo con el autor citado. Esta investigación se enfocará, propiamente, en los equipos en estudio y no en las plantas o propiedades que pueda tener la institución.

La pérdida de valor de la maquinaria, al colaborar dentro del proceso operativo y por el transcurrir del tiempo, se denomina depreciación y se puede dar por las siguientes razones, como indica Yepes (2015):

Depreciación material: La maquinaria pierde valor a medida que presta los servicios que le son propios, es la denominada depreciación funcional. El mero transcurso del tiempo también devalúa los bienes de equipo, a veces más que si estuvieran trabajando con normalidad, es la depreciación física. (...)

Depreciación por obsolescencia: Es la merma que sufre una máquina, cuando, incluso siendo nueva, queda anticuada por no ser competitiva ante otras. (...)

Depreciación por agotamiento, caducidad o siniestro: Determinada empresas, como las mineras, pierden elementos de su activo al “agotarse” el recurso natural que están explotando. En otras puede extinguirse la autorización administrativa para la gestión de una infraestructura (autopista, túnel, etc.) con lo que ciertos bienes de producción se devaluarán. (...). (pp. 15-16)

Contablemente, la tarea de calcular la depreciación se puede hacer mediante el método de línea recta o mediante el método de la suma de los dígitos de los años. Existe, igualmente, la tabla mostrada en el anexo 2: “Métodos y porcentajes de depreciación” del Reglamento a Ley del Impuesto sobre la Renta de la República de Costa Rica, de donde se muestran el porcentaje de depreciación anual y la vida útil de un activo. Para los equipos en estudio, se muestra en la tabla #1 un extracto de la misma:

Tabla 1: Depreciación de equipos

Bien o actividad	Porcentaje anual	Años de vida
Camiones (Transporte de carga)	20	5
Camiones (con equipo de extinguidor de incendios)	10	10

Fuente: Elaborado por Badilla, basado en el Reglamento a Ley del Impuesto sobre la Renta de la República de Costa Rica.

En tanto, que, a lo interno de la institución, se maneja la siguiente proyección de vida útil:

Tabla 2: Vida útil de la flotilla del BCBCR

Bien o actividad	Años de vida
Vehículos extintores de incendio tipo comercial	20
Vehículos extintores de incendio tipo custom	25

Fuente: Elaborado por Badilla, basado en Estados Financieros al 31 de diciembre de 2021, del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica.

Maquinaria

Para comprender mejor el concepto de maquinaria, primeramente, se procederá con la definición de mecanismo, el cual, según Norton (2009): “Es un dispositivo que transforma el movimiento en un patrón deseable, y por lo general desarrolla fuerzas muy bajas y transmite poca potencia.” (p.4)

También se puede utilizar la definición de Hunt (1978), citado por Norton (2009), donde se define un mecanismo como: “(...) un medio de transmisión, control o restricción del movimiento relativo.” (p.4)

Con las definiciones anteriores, se puede denotar que el mecanismo es un dispositivo básico, con aplicaciones en cierto modo limitadas en fuerza y energía.

Una vez, contando con el concepto anterior más claro, se puede entender el concepto de máquina, la cual contiene mecanismos con la capacidad de producir y transmitir fuerzas significativas, parafraseando a Norton (2009, p.4), se puede entonces definir una máquina como un sistema de elementos acomodados para transmitir movimiento y energía de una forma predeterminada.

Mantenimiento

Conociendo el concepto de máquina y parafraseando a González (2013), los automotores son máquinas con una gran cantidad de sistemas mecánicos, eléctricos, electrónicos y multitud de piezas en movimiento, por lo que durante su uso, es normal que sufran un desgaste y deterioro paulatino de los mismos, variando de acuerdo a la intensidad y frecuencia de dicha utilización, obligando a los vehículos a visitar el taller, para sustituir piezas y revisar puntos de funcionamiento, de acuerdo a un programa establecido o a causa de una avería imprevista.

Definiéndose entonces el concepto de mantenimiento, de acuerdo con González (2013), como:

El mantenimiento es el conjunto de operaciones y trabajos que se hacen sobre una máquina, que puede incluir o no la sustitución o reparación de componentes o sistemas, con el fin de mantener su buen estado de uso y funcionamiento, o bien de restituirlo si hay dejado de funcionar correctamente por causa de una avería.

A su vez, los mantenimientos se pueden dividir, según el fin de la manipulación realizada, principalmente en tres tipos, de acuerdo con González (2013):

Mantenimiento preventivo: Es aquel que se hace en previsión de que algunos elementos puedan fallar por su desgaste o uso. Comprende la revisión de algunos componentes y sistemas para verificar su estado, su sustitución si han llegado al final de su vida útil, y el cambio de otros elementos que ya a priori se ha fijado que han de reponerse cada cierto intervalo de funcionamiento.

Mantenimiento predictivo: Consiste en tomar datos o medir una serie de parámetros de la máquina que nos puede dar medida o indicio de cuál será su comportamiento futuro. Se puede así detectar la posibilidad de un fallo de un elemento, previéndolo y sustituyéndolo como medida preventiva antes de que se produzca una avería imprevista.

Mantenimiento correctivo: Es el último eslabón de la cadena y el tipo de mantenimiento al que no se quiere llegar. Consiste en reparar o sustituir componentes o sistemas de la máquina o vehículo que han fallado y han provocado una avería, de manera que funciona de manera defectuosa o, simplemente, ha dejado de funcionar.

A los tres anteriores, también se puede añadir un cuarto tipo de elemento, de acuerdo con Ochoa & Tenecela (2018), citando a Vallejo (2018):

Mantenimiento centrado en la confiabilidad: se desarrolla en los años 60's y en los años 70's con el objetivo de ayudar a las empresas la identificación de las políticas de mantenimiento más acordes para responder el cumplimiento de los esquemas necesarios para los procesos de producción y para manejar las consecuencias de dichas averías. El propósito de un taller o ente encargado de una flota, será siempre que los trabajos a realizar, sean de tipo predictivo o preventivo, evitando las labores de tipo correctivo.

Costos de mantenimiento

Los costos de mantenimiento representan un gasto que es ineludible dentro del ciclo de vida de un activo. Según Navarro (2009): “Aunque no se puede generalizar, el coste de mantenimiento de un producto se sitúa sobre el 5-10% del total.” (p.39). Mientras que para Tavares (2000), una estimación mensual apropiada: “En términos mundiales, el gasto en mantenimiento debe estar alrededor de 2% o menos del valor del activo” (p.5)

Dicho porcentaje no parece significativo, sin embargo, cuenta con dos características importantes, según Navarro (2009): “La primera, es que, a diferencia de otras partidas como la materia prima, es un coste que lo fija o controla la propia empresa, pudiendo destinar mayores o menores recursos. La segunda es que genera un gasto que obliga a una cierta liquidez que no se recupera (como el coste de la materia prima que se puede ir compensando con las ventas).” (p.39)

Coste del ciclo de vida

El análisis de los costes del ciclo de vida (*LCC lyfe cycle cost* – en inglés) es una iniciativa alternativa a los análisis tradicionales contables de VAN, TIR, etc. Según González (2005): “El valor, o coste empresarial real, de un bien no es ni mucho menos estrictamente el que aparece en la oferta del fabricante potencialmente adjudicatario. Hay que sumarle lo que cuesta explotarlo. El coste de mantenimiento de cualquier sistema es cada vez más significativo, aunque se luche por su reducción. Es normal un coste anual de mantenimiento del 3 al 5% , respecto al valor de primera inversión y teniendo una vida útil de entre 10 y 20 años , puede hacerse una fácil relación entre el importantísimo peso relativo que tiene el mantenimiento de dicho activo, frente a su coste de primera adquisición o inversión” (p.357)

Para mostrar la relación entre el período de operación y el período legal de amortización (el cual suele ser mucho menor que el primero) se muestra la siguiente gráfica, la cual describe las etapas de un activo físico. De acuerdo con lo expuesto por González (2005), se cuenta con los siguientes hitos (pp. 357, 358):

- Definición e Ingeniería, con el aporte del Departamento de Mantenimiento, en cuanto a su experiencia y criterios de diseño.
- Adquisición del activo, en la cual también se debe contar con la contribución del Departamento de Mantenimiento para la recepción, puesta a punto, protocolos de pruebas, etc. Una vez recibido a satisfacción y puesto en operación, se inicia la gran etapa de mantenimiento, en la cual, se toman decisiones para aumentar su ciclo de vida o etapa de vida útil.
- Dentro del anterior, se muestra el período donde se llega al fin de la amortización contable. Una meta de un programa de mantenimiento exitoso es poder conseguir que el etapa de operación sea superior al período de amortización contable.

- Tras la etapa de operación, se utilizan criterios de costes /año que se invierte en su conservación, para mantener el activo en funcionamiento, o bien, tomar la decisión para su retiro.

Todo lo anterior se muestra en la figura #1



Figura #1: Etapas de un activo físico.

Fuente: González (2005)

Índice de Análisis de Gestión

Se utilizan, básicamente, cuatro índices a nivel mundial, según Tavares (2000), se encuentran los siguientes (p. 53):

“**Tiempo medio entre fallas:** Relación entre el producto del número de ítems por sus tiempos de operación y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el período observado.”

El anterior índice es utilizado cuando los ítems son reparados después de la ocurrencia de una falla. Se puede entender mejor dicha relación, por medio de la siguiente ecuación:

$$TMEF = \frac{NOIT.HROP}{\sum NTMC}$$

El segundo índice utilizado, igualmente citado por Tavares (2000), es el tiempo medio para reparación (p.53):

“**Tiempo medio para reparación:** Relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de ítems con falla y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.”

Dicho índice se utiliza para ítems, en los cuales el tiempo de reparación es significativo con relación al tiempo de operación. Matemáticamente, se muestra mediante la siguiente ecuación:

$$TMPR = \frac{\sum HTMC}{NTMC}$$

El tercer índice se utiliza para ítems que son sustituidos después de la ocurrencia de una falla, y se denomina tiempo medio para la falla. Citando nuevamente a Tavares (2000), se detalla el concepto:

“Tiempo medio para la falla: Relación entre el tiempo total de operación de un conjunto de ítems no reparables y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.” (p.53)

La relación se detalla de la siguiente manera:

$$TMPF = \frac{\sum HROP}{NTMC}$$

El último de los índices es la disponibilidad de equipos, que según Tavares (2000), se detalla de la siguiente manera:

Disponibilidad de equipos: Relación entre la diferencia del número de horas del periodo considerado (horas calendario) con el número de horas de intervención por el personal de mantenimiento (mantenimiento preventivo por tiempo o por estado, mantenimiento correctivo y otros servicios) para cada ítem observado y el número total de horas del periodo considerado. (p.54)

La relación anterior se puede mostrar, mediante la siguiente ecuación:

$$DISP = \frac{\sum (HICAL - HTMN)}{\sum HICAL} \times 100$$

Para ítems con operación eventual, dicho índice también puede ser calculado como: “la relación entre el tiempo total de operación de cada uno y la suma de este tiempo con el respectivo tiempo total de mantenimiento en el periodo considerado” (Tavares 2000, p. 54).

La alternativa anterior, matemáticamente se puede ilustrar como:

$$DISP = \frac{\sum HROP}{\sum (HROP + HTMN)} \times 100$$

También se puede aplicar otros índices como lo es el costo de mantenimiento por el valor de reposición, el cual, de acuerdo, con Tavares (2000) es un índice el cual debe ser calculado para los ítems más importantes de la empresa (que afecten la facturación, calidad de los productos o servicios, seguridad o medio ambiente) y es personalizado para el ítem y utiliza valores acumulados. Su resultado debe acompañarse siempre por un gráfico lineal o de superficie. (p.58). El índice se define, según Tavares (2000), como:

“Costo de Mantenimiento por el Valor de Reposición - Relación entre el costo total acumulado en el mantenimiento de un determinado equipo y el valor de compra de ese mismo equipo nuevo (valor de reposición)” (p.57).

La anterior relación se puede mostrar, mediante la siguiente ecuación:

$$CMRP = \frac{\sum CTMN}{VLRP} \times 100$$

Adicionalmente, se pueden aplicar los siguientes índices, igualmente citados por Tavares (2000):

“Costo de Mantenimiento por Valor de Venta - Relación entre el costo total del mantenimiento acumulado de un ítem (equipo, obra o instalación) y el valor de reventa de dicho ítem.” (p. 69).

Matemáticamente se representa a través de la siguiente ecuación:

$$CMVD = \frac{\sum CTMN}{VLVD} \times 100$$

“Costo Global - Valor de Reposición menos la suma del Valor de Venta con el Costo de Total del Mantenimiento de un determinado equipo.” (p.69)

El índice anterior se puede mostrar matemáticamente de la siguiente manera:

$$CMVD = VLRP - (VLVD + CTMN)$$

Contando con los índices anteriores, los mismos deben ser estandarizados para todas las áreas del mantenimiento, para ser calculados periódicamente y presentados en forma de tablas y

gráficos comparativos, con el objetivo de motivar el análisis y sugerencias, respecto a las distorsiones.

Para facilidad del análisis, se pueden determinar los valores promedios de los índices elegidos y se establecen los desvíos estándares, para obtener intervalos aceptables de variación de cada uno. Estableciéndose el intervalo de tolerancia para los índices calculados, únicamente los valores que los superen deben ser analizados y justificados por su área afectada.

Se pueden buscar líneas de reducción de los promedios o intervalos de tolerancia, en función de su viabilidad con los recursos disponibles. A pesar de lo anterior, la reducción de valores no debe tener como tributo el desgaste del equipo, la reducción del desempeño de los equipos o la introducción de riesgos a la seguridad del trabajo.

Es recomendable la emisión de tablas, en estándares adecuados a cada nivel de gestión a que se destina, de manera que cada uno tenga la tabulación de valores, índices y referencias en forma concisa y apropiada a las necesidades de análisis y decisión.

El informe es concluido, con el total de gastos de ese nivel de gestión, mostrando el total de mantenimiento de toda la empresa, considerando que todas las áreas de mantenimiento deben estar subordinadas a un solo directorio o superintendencia. Para facilitar la identificación visual de la variación de valores e índices, los registros deberían ser representados en gráficos, los que podrán ser enunciados para una única unidad de periodicidad.

Los gráficos pueden ser presentados como: barras, barras superpuestas, líneas o superficie. Puede ser conveniente el trazado de gráfico acumulativamente, o sea, sumando al período considerado el total de los períodos anteriores.

En la siguiente figura #2 se muestra, a manera de ejemplo, el seguimiento de los costos de equipos móviles utilizados en construcción civil, tomado del trabajo presentado en la Mesa Redonda de Mantenimiento de la XXIII Convención de la UPADI (Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros) por Fernando H. Andrés, Director de Graña y Montero, empresa peruana de construcción civil, utilizada como base, para definir el momento estratégico de reposición de los equipos. (Tavares, 2000, pp.69-75).

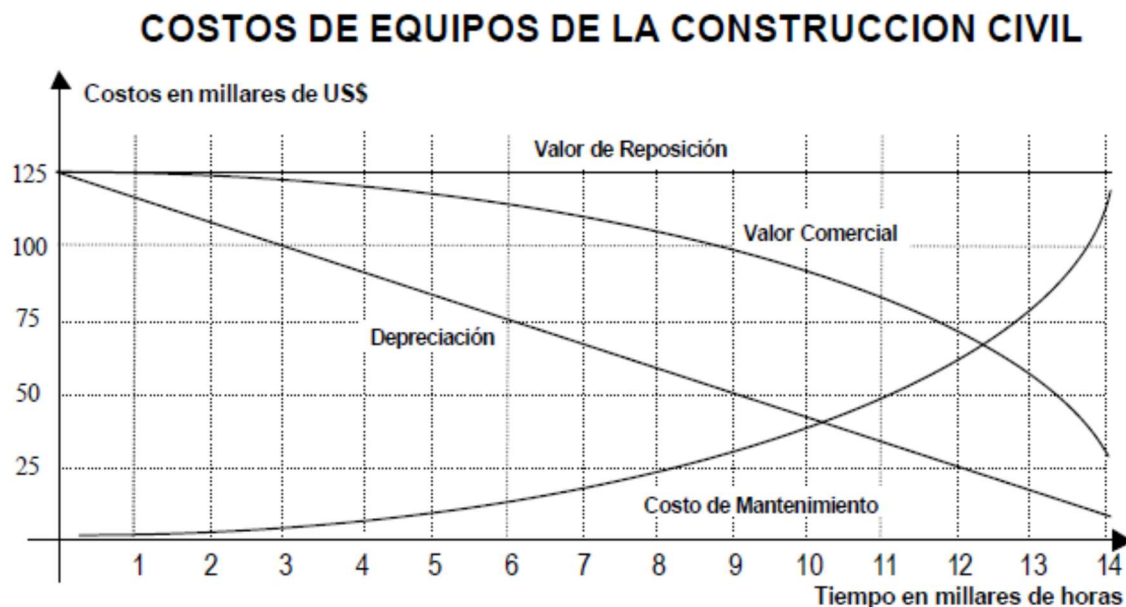


Figura #2: Costos de equipos de la construcción civil.

Fuente: Tavares (2000)

Referente

Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica

Misión.

Brindamos servicios de prevención y protección para salvaguardar la vida, los bienes y el medio ambiente.

Visión

Seremos un referente de calidad e innovación a nivel nacional e internacional.

Valores

- **Abnegación:** Actitud positiva hacia el trabajo, demostrando voluntad, compromiso, disposición y responsabilidad en la búsqueda de la excelencia.
Somos abnegados al practicar: Solidaridad, Coraje, Bondad, Empatía, Pasión, Entrega, Diligencia, Generosidad, Servicio, Nobleza
- **Honor:** Comportarse con lealtad y honestidad, respetando la dignidad propia y la de los demás, siendo ejemplo con nuestros actos.
Somos honrados al practicar: Orgullo de pertenencia, Positivismo, Devoción, Compañerismo, Alegría, Rectitud, Equidad, Valentía, Humildad, Integridad.

- **Disciplina:** Cumplir nuestras metas de acuerdo a las normas de la organización. Empezar acciones para nuestra permanente superación personal. Somos disciplinados al practicar: Autocontrol, Efectividad, Sacrificio, Trabajo en equipo, Destreza, Conocimiento, Orden, Determinación, Obediencia

Historia de la institución

El Cuerpo de Bomberos de Costa Rica fue fundado el 27 de julio de 1865 como una dependencia de la Municipalidad de San José. En 1925, por medio del Decreto Ejecutivo N°4, el Gobierno de la República asignó la administración del Cuerpo de Bomberos al Banco Nacional de Seguros, hoy Instituto Nacional de Seguros.

En el año 1965, la Asamblea Legislativa le otorgó el reconocimiento como institución Benemérita de la Patria por su destacado servicio y con motivo del centenario de su creación. En el 2002 se promulgó la Ley 8228, Ley del Cuerpo de Bomberos del Instituto Nacional de Seguros (INS), la cual le otorga una personalidad jurídica instrumental como órgano de desconcentración mínima del INS, le asigna funciones específicas y establece el financiamiento con el 4% de las primas de todos los seguros que se vendan en el país.

Como consecuencia del Tratado de Libre Comercio con los Estados Unidos, Centroamérica y República Dominicana, se aprobó la Ley de Modernización del Mercado de los Seguros, en cuyo artículo 154 se incluyó la reforma integral de la Ley N°8228. Por ende, en el 2008 se otorga al Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, el carácter de órgano con desconcentración máxima del INS, lo cual amplía sus funciones y competencias; así como su independencia financiera, administrativa, patrimonial, técnica y operativa. Ante la necesidad de maquinaria especializada que requieren dichas labores, ha adquirido diverso equipo para el adecuado cumplimiento de sus labores.

Es así como se inicia un proceso que implica transformaciones estratégicas, en cuanto a la personalidad jurídica, estructura organizacional, marco estratégico, proyección de actividades y financiamiento de la institución.

En agosto del 2010, inicia un nuevo hito en la historia del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, con la lucha para lograr la aprobación de la Ley de Fortalecimiento Económico del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, N° 8992. Este esfuerzo dio frutos y la citada ley entró en vigencia el 22 setiembre del 2011. Con ello, se logra la aprobación de un tributo solidario equivalente al 1,75% de la facturación mensual por consumo de electricidad (entre los 100 kw y

los 1750 kw) como fuente complementaria de ingresos para la operación y el crecimiento sostenible del Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. En virtud de lo anterior, el Cuerpo de Bomberos experimenta una nueva etapa de expansión y mejoramiento de los servicios de protección y prevención que brinda a la comunidad.

Flotilla del Cuerpo de Bomberos

Para el desempeño de sus diferentes funciones, el Cuerpo de Bomberos de Costa Rica cuenta con diferentes tipos de unidades de extinción dentro de su flotilla:

- **Unidad extintora (M):**

Aparte de las tareas de extinción de incendios, las unidades extintoras desempeñan un papel fundamental dentro de la institución, ya que están diseñadas para uso en condiciones de emergencia para el transporte de personal y equipo, en supresión de incendios, y mitigación de incidentes con diferentes situaciones de riesgo. Estos vehículos cuentan con características especiales para el tipo de trabajo al que están destinados. Entre sus componentes principales, se encuentra: Sistema de bombeo, motor, tanque de agua (usualmente de 1000 galones), tanque de concentrado de espuma, transferencia, sistemas de tuberías. Cuenta con espacio para mangueras, generadores eléctricos, aparatos de respiración autocontenida (ARAC), herramienta manual como hachas, pértigas, etc.

Una unidad extintora puede ser de tipo comercial (con su módulo montado sobre un chasis comercial de camión) o bien de tipo Custom (con chasis específico para uso en unidades extintoras)



Figura #3: Unidad extintora tipo comercial

Fuente: El Observador



Figura #4: Unidad extintora tipo custom

Fuente: El Observador

- **Unidad tanquero (T):**

De forma similar a una unidad extintora, cuenta con un sistema de bombeo accionado por el motor del camión, pero con un tanque de almacenamiento de agua de mayor capacidad que la anterior, de 3000 galones. Se utiliza en situaciones donde el suministro de agua o la red de hidrantes es insuficiente.



Figura #5: Unidad tipo tanquero

Fuente: Aragón (2019)

- **Unidad cisterna (CIS):**

Es una unidad exclusiva para el transporte de agua, y no cuenta con un sistema de bombeo en su interior, sino con una pequeña bomba de 500 gpm de tipo de desplazamiento positivo. Su capacidad de almacenamiento de agua es de alrededor de 7900 galones.



Figura #6: Unidad cisterna

Fuente: Aragón (2019)

- **Unidad plataforma (P):**

A diferencia de las unidades anteriormente descritas, las unidades tipo plataforma no cuentan con un tanque de acarreo de agua. Su uso es para operaciones en altura, cuenta con una bomba de desplazamiento positivo de 1500 gpm, por lo que, para su utilización, requiere estar acompañada de una fuente de abastecimiento de agua.



Figura #7: Unidad plataforma

Fuente: Aragón (2019)

- **Unidad de ataque rápido (AR):**

Diseñadas para emergencias que no representen gran peligrosidad o magnitud, entre ellas: rescates animales, de abejas, quemas de desechos y charrales de pequeña escala. Este tipo de unidad cuenta con una bomba de agua a alta presión impulsada por un motor de gasolina y un tanque de 226 galones de agua.



Figura #8: Unidad de ataque rápido

Fuente: Aragón (2019)

- **Unidad motocicleta**

Se utilizan para atención rápida de fuego en vehículos automotores, en especial. Por sus dimensiones, es especial para minimizar los tiempos de respuesta por la congestión vial presente en las ciudades. Está equipado con un tanque de agente espumante y agua presurizados por un sistema de un cilindro de aire.



Figura #9: Unidad motocicleta

Fuente: Aragón (2019)

- **Unidad de espuma**

No cuenta con un tanque de agua en su sistema, y por tanto, debe trabajar en conjunto con una fuente de abastecimiento. Este tipo de unidad cuenta con un solo tanque de 1000 galones, en el cual se almacena agente espumante. Su bomba es de desplazamiento positivo de 1250 gpm.



Figura #10: Unidad de espuma

Fuente: Aragón (2019)

- **Tanque aeroportuario (TA)**

Vehículo diseño, especialmente, para extinción de incendios y rescates de personas involucradas en casos de accidentes de aviación, cumpliendo con las exigencias de las Regulaciones Aeronáuticas y las normativas internacionales requeridas por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), garantizando la seguridad operacional en tierra en Aeropuertos. Este tipo de vehículo cuenta con sistemas de bombeo de 1500 gpm y dos tanques para almacenamiento de agente extintor: uno de 3000 galones de agua y otro de 400 galones de agente espumógeno. Como característica especial, están dotados de un punto de toma de fuerza (PTO) que permite desplazar la unidad, mientras la misma está bombeando.



Figura #11: Unidad tipo tanque aeroportuario

Fuente: Aragón (2019)

- **Unidad Naval**

Barco para atención de emergencias en la costa o en mar abierto. Sus dimensiones son de 28 pies de largo, por 11 pies de ancho y un peso de 4650 kilogramos.

El sistema de bombeo con que está dotado es de 1750 gpm, un tanque de espuma de 50 galones y dos motores de 200 caballos de fuerza cada uno, logrando una velocidad de 40 nudos o 65 km/h.



Figura #12: Unidad naval

Fuente: Aragón (2019)

- **Unidad forestal**

Dado que el acceso a los incendios forestales suele ser imposible para una unidad extintora, los terrenos muy complicados para una unidad de ataque rápido y el trabajo manual es insuficiente para controlar este tipo de incidentes, se cuenta con unidades forestales, las cuales tienen condiciones especiales para trabajos en rutas inaccesibles y con capacidad de bombeo suficiente para el control de los incidentes.



Figura #13: Unidad forestal

Fuente: Aragón (2019)

Aparte de las descritas anteriormente, la flotilla del Benemérito Cuerpo de Bomberos se compone de otros tipos de vehículos, como Ambulancias, Grúas, Pick-ups, Autobuses, entre otras, las cuales se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 3: Flotilla total del BCBCR

Tipo de Unidad	Cantidad
Ambulancia	2
Unidades AR	25
ARAC	2
Autobús/Microbús	13
Cuadraciclos	12
Carretas	8
Cabezal	9
Cisterna	4
Barco	2
Lanchas	4
Forestales	31
Pick-up	97
Automóviles	54
Lowboy	1
Unidades Extintoras	97
Mat-Pel	2
Mulas	6
Moto Emergencia	6
Moto Soporte	8
Plataforma	2
Primera intervención	10
Rescate	4
Remolque	20
Camión	6

Jefaturas	17
Grúa	2
Anfibio	1
MI	1
Soporte	4
Torre	1
Usar	1
Vehículo 4x4	8
Tanques	15
Tanques Aeroportuarios	10
TOTAL	485

A efectos del siguiente trabajo, se delimitará el estudio a las unidades extintoras con denominación (M-xxx), las cuales son todas del tipo extintora con chasis comercial, incluyendo 20 unidades de tipo forestal, con características similares, por tanto, aptas para incluirlas dentro del estudio, Dado lo anterior, los vehículos a incluir dentro del estudio serán 117 unidades, las cuales se resumen en la siguiente tabla, con el detalle de algunas de sus características particulares:

Tabla 4: Flotilla en estudio

Número Interno	Placa	marca	modelo	estilo
M-01	341-237	INTERNATIONAL	1991	TIGER CAT
M-02	341-267	FREIGHLINER	2012	M2
M-03	341-3	FREIGHLINER	2009	M2
M-04	341-265	FREIGHLINER	2012	M2
M-05	341-203	INTERNATIONAL	1991	TIGER CAT
M-06	341-76	INTERNATIONAL	2004	4400 SBA
M-07	341-66	FREIGHLINER	1999	FL80
M-08	341-54	INTERNATIONAL	1991	TIGER CAT
M-09	341-250	INTERNATIONAL	1991	TIGER CAT
M-10	341-55	INTERNATIONAL	1997	530 E HEUI
M-100	341-321	FREIGHLINER	2013	MBE900-300
M-101	341-318	FREIGHLINER	2013	MBE900-300
M-102	341-316	FREIGHLINER	2013	M2
M-103	341-309	FREIGHLINER	2013	M2
M-104	341-303	FREIGHLINER	2013	M2
M-105	341-332	FREIGHLINER	2014	M2
M-106	341-327	FREIGHLINER	2014	M2

M-107	341-331	FREIGHTLINER	2014	M2
M-108	341-328	FREIGHTLINER	2014	M2
M-109	341-335	FREIGHTLINER	2014	M2
M-11	341-4	FREIGHTLINER	2009	M2
M-110	341-334	FREIGHTLINER	2014	M2
M-111	341-329	FREIGHTLINER	2014	M2
M-112	341-330	FREIGHTLINER	2014	M2
M-113	341-333	FREIGHTLINER	2014	M2
M-114	341-339	FREIGHTLINER	2015	M2
M-115	341-391	FREIGHTLINER	2015	M2
M-116	341-392	FREIGHTLINER	2015	M2
M-117	341-520	INTERNATIONAL	2017	7600 SBA 4X2 ISM-400
M-12	341-135	FREIGHTLINER	1999	FL80
M-120	341-528	INTERNATIONAL	2017	7600 SBA 4X2 ISM-400
M-121	341-532	INTERNATIONAL	2017	7600 SBA 4X2 ISM-400
M-13	341-522	INTERNATIONAL	2017	7600 SBA 4X2 ISM-400
M-14	341-72	FREIGHTLINER	2008	M2
M-15	341-90	FREIGHTLINER	2008	M2
M-16	341-69	INTERNATIONAL	1997	530 E HEUI
M-17	341-347	FREIGHTLINER	2015	M2
M-18	341-540	INTERNATIONAL	2018	7600 SBA 4X2 ISM-400
M-20	341-168	INTERNATIONAL	1994	DT466
M-21	341-50	INTERNATIONAL	2004	4400 SBA
M-22	341-343	FREIGHTLINER	2015	M2
M-23	341-116	INTERNATIONAL	2005	4400 SBA
M-24	341-150	INTERNATIONAL	2005	4400 SBA
M-25	341-543	INTERNATIONAL	2018	7600 SBA 4X2 ISM-400
M-26	341-524	INTERNATIONAL	2017	7600 SBA 4X2 ISM-400
M-27	341-190	INTERNATIONAL	2000	4900
M-28	341-229	INTERNATIONAL	2000	4900
M-29	341-302	FREIGHTLINER	2013	M2
M-30	341-156	FREIGHTLINER	1999	FL80
M-31	341-242	INTERNATIONAL	1997	530 E HEUI
M-35	341-326	FREIGHTLINER	2014	M2
M-36	341-529	INTERNATIONAL	2017	7600 SBA 4X2 ISM-400
M-37	341-45	INTERNATIONAL	2000	4900
M-38	341-11	FREIGHTLINER	2010	M2
M-39	341-533	INTERNATIONAL	2017	7600 SBA 4X2 ISM-400
M-40	341-243	INTERNATIONAL	2001	4900
M-41	341-103	FREIGHTLINER	2008	M2
M-42	341-197	FREIGHTLINER	2007	FL80
M-43	341-8	FREIGHTLINER	2010	M2

M-44	341-240	INTERNATIONAL	2004	4400 SBA
M-45	341-228	INTERNATIONAL	2004	4400 SBA
M-46	341-527	INTERNATIONAL	2017	7600 SBA 4X2 ISM-400
M-47	341-136	IVECO	2003	ML150E27R
M-48	341-97	INTERNATIONAL	2004	4400 SBA
M-49	341-312	FREIGHTLINER	2013	M2
M-50	341-71	INTERNATIONAL	2001	4900
M-51	341-126	INTERNATIONAL	2001	4900
M-52	341-9	FREIGHTLINER	2010	M2
M-53	341-206	INTERNATIONAL	2001	4900
M-54	341-125	INTERNATIONAL	2001	4900
M-55	341-251	FREIGHTLINER	2011	M2
M-56	341-15	FREIGHTLINER	2010	M2
M-57	341-10	FREIGHTLINER	2010	M2
M-58	341-14	FREIGHTLINER	2010	M2
M-59	341-12	FREIGHTLINER	2010	M2
M-60	341-13	FREIGHTLINER	2010	M2
M-61	341-238	INTERNATIONAL	2004	4400 SBA
M-62	341-252	FREIGHTLINER	2011	M2
M-63	341-253	FREIGHTLINER	2011	M2
M-64	341-258	FREIGHTLINER	2011	M2
M-65	341-526	INTERNATIONAL	2017	7600 SBA 4X2 ISM-400
M-66	341-256	FREIGHTLINER	2011	M2
M-67	341-61	INTERNATIONAL	2001	4900
M-68	341-49	INTERNATIONAL	2001	4900
M-69	341-145	INTERNATIONAL	2001	4900
M-70	341-167	INTERNATIONAL	2001	4900
M-71	341-308	FREIGHTLINER	2013	M2
M-72	341-311	FREIGHTLINER	2013	M2
M-73	341-525	INTERNATIONAL	2017	7600 SBA 4X2 ISM-400
M-74	341-273	FREIGHTLINER	2012	M2
M-75	341-266	FREIGHTLINER	2012	M2
M-76	341-264	FREIGHTLINER	2012	M2
M-77	341-213	INTERNATIONAL	2001	4900
M-78	341-204	INTERNATIONAL	2001	4900
M-79	341-57	INTERNATIONAL	2001	4900
M-80	341-226	INTERNATIONAL	2001	4900
M-81	341-102	INTERNATIONAL	2001	4900
M-82	341-534	INTERNATIONAL	2017	7600 SBA 4X2 ISM-400
M-83	341-225	INTERNATIONAL	2001	4900
M-84	341-155	INTERNATIONAL	2001	4900
M-85	341-307	FREIGHTLINER	2013	M2

M-86	341-346	FREIGHLINER	2015	M2
M-87	341-191	FREIGHLINER	1999	FL80
M-88	341-523	INTERNATIONAL	2017	7600 SBA 4X2 ISM-400
M-89	341-317	FREIGHLINER	2013	M2
M-90	341-521	INTERNATIONAL	2017	7600 SBA 4X2 ISM-400
M-91	341-301	FREIGHLINER	2013	MBE900-300
M-92	341-305	FREIGHLINER	2013	MBE900-300
M-93	341-542	INTERNATIONAL	2018	7600 SBA 4X2 ISM-400
M-94	341-530	INTERNATIONAL	2017	7600 SBA 4X2 ISM-400
M-95	341-535	INTERNATIONAL	2017	7600 SBA 4X2 ISM-400
M-96	341-98	INTERNATIONAL	2004	4400 SBA
M-97	341-227	INTERNATIONAL	2003	4400 SBA
M-98	341-320	FREIGHLINER	2013	MBE900-300
M-99	341-300	FREIGHLINER	2013	MBE900-300

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

Para un trabajo de investigación es imprescindible definir el proceso metodológico, desde el cual se guiará el mismo, desde su enfoque, diseño, así como determinar las fuentes de información, que serán los insumos para el desarrollo de los capítulos posteriores.

Enfoque

Para iniciar un trabajo de investigación es imprescindible conocer las rutas que han sido definidas por las comunidades científicas para estudiar cualquier tema, fenómeno o planteamiento. Siendo que existen tres rutas fundamentales: la cuantitativa, la cualitativa y la mixta. (Hernández, Mendoza ,2019).

De igual manera, como mencionan Hernández y Mendoza (2019) “(...) la distinción entre la investigación cualitativa y cuantitativa es relativa, pues hay diversos elementos que son comunes y otros que pueden utilizarse en ambos enfoques (...) las rutas se entrelazan y comparten ciertas cuestiones, no son "camino completamente independientes” (p. 4).

Enfoque Cuantitativo

Resulta oportuno para la presente investigación, hacer referencia a Hernández et al. (2018), cuando mencionan que en la actualidad se puede describir como:

(...) un conjunto de procesos organizado de manera secuencial para comprobar ciertas suposiciones. Cada fase precede a la siguiente y no podemos eludir pasos, el orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna etapa. Parte de una idea que se delimita y, una vez acotada, se generan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o perspectiva teórica. De las preguntas se derivan hipótesis y determinan y definen variables; se traza un plan para probar las primeras (diseño, que es como "el mapa de la ruta"); se seleccionan casos o unidades para medir en estas las variables en un contexto específico (lugar y tiempo); se analizan y vinculan las mediciones obtenidas (utilizando métodos estadísticos), y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis. (pp. 5-6)

Según se ha visto para los autores el enfoque cuantitativo se puede entender como el proceso de medir y comprobar la teoría aplicada al objeto de investigación, la cual serán los costos de adquisición y mantenimiento, así como el valor de desecho de una flotilla.

La medición del objeto de estudio se va a realizar, mediante la revisión de los desembolsos, durante el período de estudio.

Enfoque Mixto

Se compone de la combinación de las metodologías cuantitativa y cualitativa, interactuando y potenciando las mismas.

De acuerdo con Hernández et al. (2018), citando a Hernández-Sampieri y Mendoza (2008) se representa como:

(...) un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (denominadas metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio. (p. 10)

Por tanto, al contar con recolección y análisis cuantitativos y cualitativos e integrarlos para lograr un mejor entendimiento, se determina que la presente investigación cuenta con elementos del enfoque mixto.

Diseño

No experimental

Para un enfoque no cuantitativo, un diseño no experimental se puede definir, citando a Hernández et al. (2018), como:

(...) la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no haces variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que efectúas en la investigación no experimental es observar o medir fenómenos y variables tal como se dan en su contexto natural, para analizarlas. (...) en un estudio no experimental no se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza. En la indagación no experimental las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir en ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos. Y la investigación no experimental puede o no poseer un alcance explicativo: más bien se

trata de un parteaguas de varios estudios cuantitativos, como las encuestas de opinión, los estudios ex post facto retrospectivos y prospectivos, etc. (p.174)

De la cita anterior, se puede extraer que una investigación, en la cual el comportamiento de las variables en estudio, no sufre manipulación y se recolectan los datos en su comportamiento natural, es del tipo no experimental. Esta investigación se realiza bajo este enfoque, dado que se toman los datos en el período en estudio, sin modificar el uso que se le brinda a los equipos.

Definición del alcance

Se visualiza el alcance que tendrá la investigación. Existen cuatro alcances: exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo. Ellos no son mutuamente excluyentes, sino que constituyen puntos entrelazados de un continuo de causalidad y cualquier estudio puede incluir elementos de uno o más de ellos. (Hernández et al, 2018).

Correlacional

Según Hernández et al. (2018), la investigación cuantitativa con este alcance se caracteriza como:

- “• Tienen como propósito conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, variables, categorías o fenómenos en un contexto en particular
- Permiten cierto grado de predicción.” (p. 105)

Según lo anterior, se requiere entonces un patrón o un punto de comparación con el cual cotejar los datos obtenidos. Como para el trabajo en estudio se refiere a datos de mantenimiento de una flotilla, para la misma se pueden asociar variables con patrones conocidas y predecir algunos resultados.

Descriptiva

Hernández et al. (2018), caracterizan los estudios descriptivos, los cuales cuentan con las siguientes características:

- Tienen como finalidad especificar propiedades y características de conceptos, fenómenos, variables o hechos en un contexto determinado.
- Definen y miden variables y las caracterizan, así como al fenómeno o planteamiento referido.

- Cuantifican y muestran con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, problema, suceso, comunidad, contexto o situación. (p.105)

Un diseño descriptivo, por tanto, ayuda a detallar las características del fenómeno en estudio. En el caso de esta investigación, el diseño descriptivo se utilizará para especificar las características que determinan y que afectan la vida útil de la maquinaria.

Explicativa

Como indican Hernández et al. (2018), la investigación es un estudio altamente estructurado, que cuenta con las siguientes características:

- “Pretenden determinar las causas de los eventos y fenómenos de cualquier índole.
- Establecen relaciones de causalidad entre conceptos, variables, hechos o fenómenos en un contexto concreto.
- Generan un sentido de entendimiento de los fenómenos y problemas que examinan.” (p.105)

Una investigación explicativa entonces busca las raíces de los hechos en estudio, para, a partir de estas, poder relacionar el efecto que provocan. Aplicando a la presente investigación, se pueden determinar entonces, las causas para determinar el punto óptimo del manejo de los mantenimientos y la vida útil de la flotilla.

Fuentes de información

De acuerdo con Santos, Barroso, Chuc y Santos (2020, p.49), citando a Hernández et al., (2014, p. 58). “La revisión de la literatura debe iniciarse desde el comienzo del estudio porque el conocimiento que nos brinda es útil para plantear el problema de investigación y posteriormente nos sirve para refinarlo y contextualizarlo”.

Igualmente, citando a Santos et al. (2020):

1. Apoyándose en bibliotecas públicas, privadas o virtuales, realice una búsqueda para localizar documentos en donde se aborde la problemática o las variables que usted desea investigar. Nota: Es importante (aunque no obligatorio) que las publicaciones consultadas tengan cinco o menos años de antigüedad, a menos que se trate de autores clásicos. Utilice el criterio adecuado. En cuanto al número de publicaciones diferentes, los autores sugieren que el alumno consiga 50 como mínimo.

2. Reúna toda la información que disponga sobre cada una de las variables a estudiar. Estas pueden encontrarse en: a) revistas de investigación indexadas; b) revistas de investigación arbitradas y publicadas; c) libros; d) memorias de congresos internacionales, y e) tesis. (p.49)

De acuerdo con lo indicado anteriormente, se realizará consulta en literatura de autores clásicos para este apartado.

Fuentes primarias

De acuerdo con Gallud (2015), se detalla como fuentes primarias:

(...) fuentes primarias (o directas), que son las que no han sido interpretadas anteriormente o, al menos, que no lo han sido en el sentido que interesa al enfoque de la tesis o con la amplitud que se desea. Son fuentes originales en el sentido de que nadie reunió antes esa información. Una fuente primaria puede ser un libro que se analiza, un manuscrito que se interpreta, datos estadísticos recién recopilados, encuestas, el relato de un testigo ocular o algún tipo de documento sobre el que no se ha realizado un análisis previo.

Hay unas reglas para considerar su validez. Deben ser originales; es decir: hallarse en su idioma original; tienen también que estar completas. Se ha de tener la fuente íntegra y en su forma más genuina. Así, una traducción no puede considerarse una fuente primaria y una antología tampoco. (p. 21)

Por lo anterior, se evidencia la importancia de este tipo de fuente para una investigación, ya que al ser recopilados con precisión, permiten y facilitan la toma de decisiones, al interpretar datos estadísticos para la investigación.

Fuentes secundarias

También citando a Gallud (2015), se puntualiza como una fuente secundaria:

(...) fuentes secundarias (o indirectas), que incluyen un material que ya ha pasado por el análisis de otros expertos. Se trata de hechos y materiales conocidos o transmitidos por otros. Son los libros de crítica y, en general, las interpretaciones

que de un tema se han hecho. En un estudio sobre la poesía de Rubén Darío, sus poemas serían la fuente primaria y todos los libros que se han escrito sobre ellos, las secundarias.

Estas fuentes indirectas tienen mayor o menor validez según el nivel del autor y su método de investigación. También son mejores o peores en función de su vigencia, pues un magnífico análisis de un tema hecho en un momento histórico puede quedar anacrónico si se desarrollan nuevas técnicas de investigación. Se ha de ser muy precavido en su uso y no se han de emplear como información concluyente sobre un tema, pues únicamente son opiniones de mayor o menor validez (p. 21)

El presente trabajo de investigación incluye referencias a libros académicos, trabajos de investigación entre sus bibliografías, por lo tanto, también se cuenta con fuentes secundarias.

Instrumento

Encuesta

La encuesta resulta un elemento de gran utilidad en un trabajo de investigación. De acuerdo con Hernández et al (2018), citando a Bourke, Kirby y Doran (2016), “en ciencias sociales, tal vez el instrumento más utilizado para recolectar los datos es la encuesta. Una encuesta consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a (sic) medir” (p.250).

Para la recolección de información, se plantea la realización de una serie de preguntas cerradas, a manera de cuestionario. Para lo anterior, se hará uso de la plataforma Google Forms, dada su facilidad de uso y de tabulación de datos. Se proyecta para el personal operativo y será enviada por diversos medios, como correo electrónico, mensajes de texto y visita a los sitios de trabajo. Se estima que la encuesta sea aplicada a 53 personas operadoras de la flotilla del Cuerpo de Bomberos, de diferentes estaciones del país.

Cuestionario de respuesta dicotómica

Según Hernández et al (2018), se define la respuesta dicotómica como:

Las preguntas cerradas contienen categorías u opciones de respuesta que han sido previamente delimitadas. Es decir, se presentan las posibilidades de

respuesta a los participantes, quienes deben acotarse a éstas. Pueden ser dicotómicas (dos posibilidades de respuesta) o incluir varias opciones de respuesta. (p. 251)

Por tanto, las respuestas de los participantes han sido delimitadas, de forma previa, por parte de los investigadores. Dichas respuestas pueden incluir varias opciones o solamente dos, llamadas dicotómicas. Para el presente trabajo de investigación se utilizará un cuestionario dicotómico, lo que facilitará la tarea de toma de respuestas y su posterior tabulación.

Proceso para la recolección de datos

La de recolección de datos se realizará por medio de una encuesta, de donde se extraerán las respuestas de cada uno de los entrevistados. De esta forma, se pueden realizar gráficos, comentarios y conclusiones, según el análisis obtenido para la toma de decisiones del estudio.

Recolección de datos

Fase 1: Contacto con los operadores

Se les indica a los operadores que se realizará una encuesta para determinar el grado conocimiento sobre los procesos de mantenimiento del equipo a su cargo. Por tanto, deben estar anuentes cuando se les solicite la colaboración para dicho estudio

Fase 2: Encuesta

La encuesta es una serie de preguntas que ayudarán a recolectar información. En esta etapa, se utiliza la plataforma de Google Forms, ya que permite la exportación de los datos, mediante tablas de Excel y gráficos, haciendo la síntesis de la información de manera sencilla para la investigación.

Para ampliar el criterio, citando a Hernández *et al* (2018) explican que “las preguntas cerradas contienen categorías u opciones de respuesta que han sido previamente delimitadas. Es decir, se presentan las posibilidades de respuesta a los participantes, quienes deben acotarse a ellas” (p.251).

Igualmente, también Hernández *et al* (2018), consideran que “se utilizan encuestas de todo tipo (por ejemplo, para calificar el desempeño de un gobierno, conocer las necesidades de hábitat de futuros compradores de viviendas y evaluar la percepción ciudadana sobre ciertos problemas como la inseguridad)” (p.250).

Fase 3: Análisis de datos

A través de la información suministrada por los operadores de los vehículos en estudio, se llevará a cabo un análisis de contenido, con el fin de seleccionar los datos necesarios y de interés. Tal como mencionan Hernández et al (2018): “se incluyen los datos estadísticos de cada variable o hipótesis cuantitativa, seguidos por categorías y segmentos (citas) cualitativos, así como teoría fundamentada que confirme o no los descubrimientos” (p. 638).

Con base en lo anterior, se deduce que toda la información recopilada, a través de los instrumentos, será amplia y con características variadas. Con lo cual, se podrá conocer los pormenores importantes, respecto a la penetración de los criterios de mantenimiento que se aplican en la actualidad.

Población y Muestra

Población

De acuerdo con Iglesias (2014), citando a Polit y Hungler (2000): “La población blanco representa al grupo total de sujetos que interesan al investigador y con respecto a los cuales, cabe generalizar razonablemente los resultados” (p.111).

La palabra población, no necesariamente hace referencia a personas, sino también puede referirse a materiales, piezas, animales, edificaciones, etc. (Iglesias, 2021). En este caso, se identifica, tanto la población de los vehículos en estudio (para los cuales los datos recopilados se efectúan para el 100% de la población), como la población de los operadores de dichos equipos. Para esta segunda población se debe definir una muestra.

Muestra

Existen pruebas denominadas probabilísticas y no probabilísticas. Citando a Hernández et al (2018): “Muestra probabilística. Subgrupo de la población en el que todos los elementos tienen la misma posibilidad de ser elegidos.” (p. 200)

Se evidencia entonces que una muestra probabilística es cuando los aleatoriamente se eligen los elementos que conforman dicha muestra y ellos cuentan con la misma probabilidad de ser elegidos que sus pares, sin criterios que puedan sesgar la elección.

Dentro de la población total de operadores de la flotilla de extinción, dicha población es finita y los mismos se elegirán aleatoriamente. Para determinar el número de encuestas a realizar, se hará mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Nz^2p q}{(N - 1)e^2 + z^2p q}$$

Figura

#14: Fórmula

de la muestra

Fuente: Elaboración propia

CALCULO TAMAÑO DE MUESTRA FINITA	
Parametro	Insertar Valor
N	117
Z	1,960
P	50,00%
Q	50,00%
e	10,00%

Tamaño de muestra
"n" =
52,99

Numerador	112,37
Denominador	2,12

Figura #15: Cálculo del tamaño de la muestra*Fuente: Elaboración propia*

Definición de las letras de la fórmula de la muestra:

Variante **n** (muestra): es el número representativo del grupo de personas que se pretende estudiar (población) y, por tanto, el número de encuestas o de personas que se deben aplicar en la encuesta.

Variante **N** (población): es el grupo de personas que serán estudiadas, las cuales podrían estar conformadas, por ejemplo, por el público objetivo establecido.

Variante **z** (nivel de confianza): mide la confiabilidad de los resultados. Lo usual es utilizar un nivel de confianza de 95% (1.96) o de 90% (1.65). A mayor nivel de confianza, mayor confiabilidad tendrán los resultados; pero, por otro lado, mayor será el número de la muestra, es decir, mayor será la totalidad de encuestas por aplicar.

Variante **e** (grado de error): mide el porcentaje de error que puede haber en los resultados. Lo usual es utilizar un grado de error de 5% o de 10%. A menor margen de error, mayor validez tendrán los resultados; pero, por otro lado, mayor será el número de la muestra, es decir, mayor será la cantidad de encuestas por aplicar.

Variante **p** (probabilidad de ocurrencia): probabilidad de que ocurra el evento. Lo usual es utilizar una probabilidad de ocurrencia del 50%.

Variante **q** (probabilidad de no ocurrencia): probabilidad de que no ocurra el evento. Lo usual es utilizar una probabilidad de no ocurrencia del 50%. La suma de “p” más “q” siempre debe arrojar un resultado del 100%.

Dado que la flotilla en estudio son 117 unidades, se estima la población de operadores como un operador para cada unidad. Para el cálculo se toma como referencia el modelo matemático de población finita, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 10%; por lo tanto, se debe realizar una encuesta a 53 personas que son operadores de flotilla institucional de extinción.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Según información brindada por la Unidad de Mantenimiento Vehicular (U.M.V.), del Benemérito Cuerpo de Bomberos, a la flotilla en estudio se le realizan tareas de mantenimiento de tipo preventivo y de tipo correctivo.

El mantenimiento correctivo se realiza, principalmente, por medio de subcontratos con talleres, los cuales han sido preseleccionados con procesos de licitaciones según demanda. Las tareas de mantenimiento preventivo, se realizan, tanto con recursos propios de la U.M.V, la cual cuenta con un taller móvil y con un taller pesado, así como con subcontratos con talleres externos, con un procedimiento similar a los mantenimientos correctivos.

La recolección de datos de la institución se realiza mediante tablas de Excel y se enfoca, principalmente, en los tiempos de trámite de los contratos por parte del personal administrativo, así como de los talleres contratados. En la figura #16, se muestran algunas de las estadísticas generadas a lo interno, como parte del proceso.

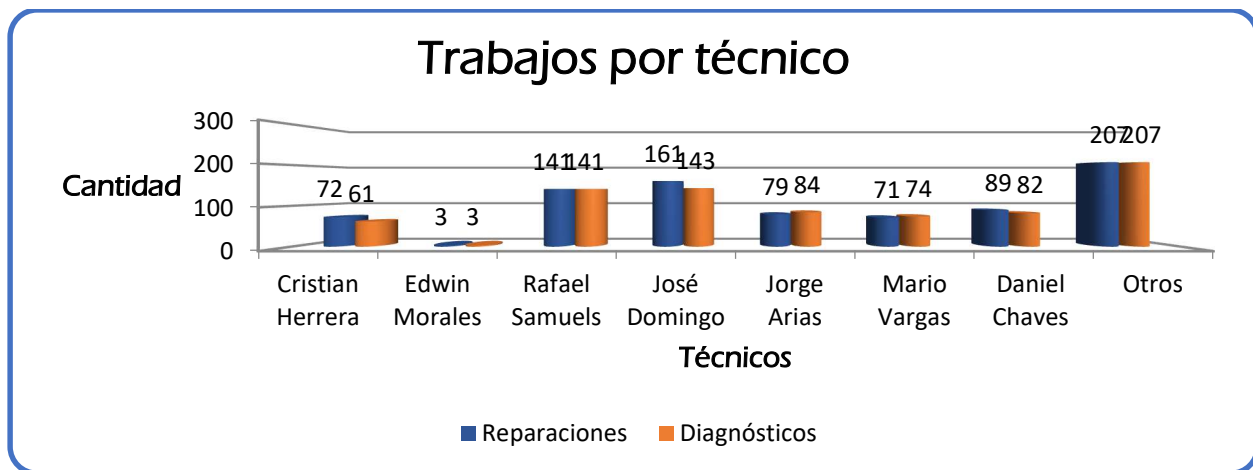


Figura #16: Trabajos por técnico

Fuente: UMV

No existe una separación clara de acuerdo con criterios técnicos de mantenimientos preventivos y correctivos, en muchas ocasiones la clasificación entre uno y otro tipo, se designa de acuerdo con el monto de los trabajos ofertado por los talleres externos.

	A	B	C	D	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN
1	Programad a (P) No				Casos pendientes para revisar expediente	Tiempo de entrega de revisión	Entrega expediente para trámite de facturas a Alamis. ENCARGADO	Casos pendientes para entrega expediente para trámite de facturas.	Tiempo de entrega para trámite de facturas.	Días en Taller	Observaciones.	Total de Días multa.
2	Programad a (NP)	Unidad	E-volution	CTE								
3	Apoyo (AP)											
4												
523	P	M-53	2017-3889	2017-782	N/A	1	20/03/2018	N/A	6	87	Debido a los costos elevados se pasa expediente de Preventivo a Correctivo el 14-12-17	0

Figura #17: Cambio de clasificación de mantenimiento por costo del mismo

Fuente: UMV

A nivel de compilación de datos, no existe un reporte claro de costos de uno u otro tipo de mantenimiento, solamente se lleva un recuento numérico de la cantidad de los trabajos realizados.

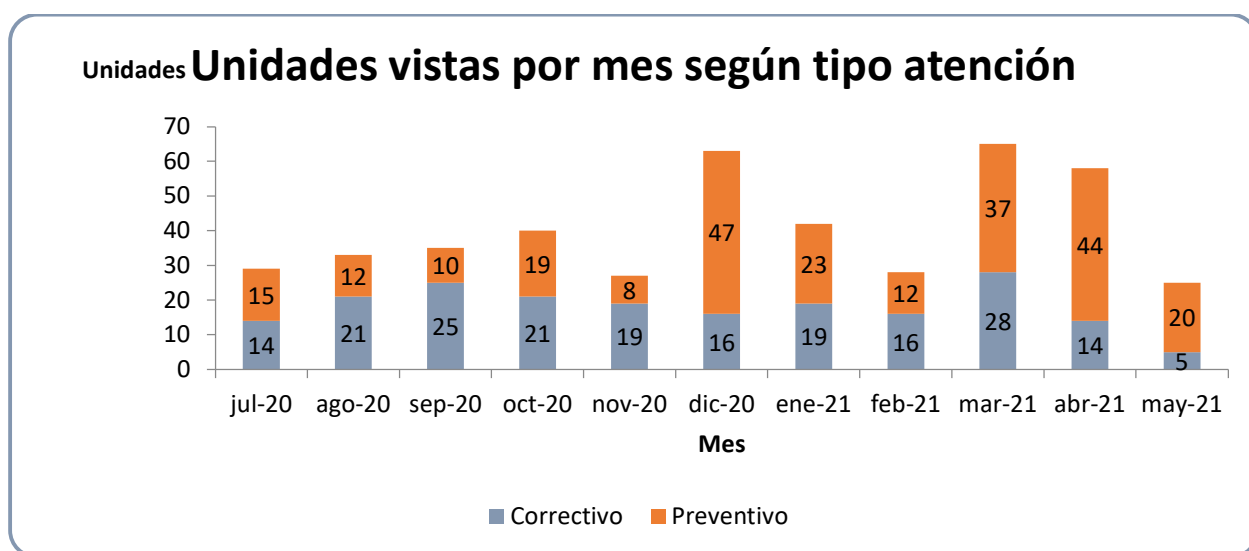


Figura #18: Cantidad de unidades vistas según clasificación del mantenimiento

Fuente: UMV

Por otra parte, se cuenta con otras fortalezas en la recolección de datos, por ejemplo, se cuenta con separación de costos, de acuerdo con el tipo de sistema dentro de la flota, se cuenta con datos de mantenimientos en sistemas de:

- Motor.
- Tren de potencia.
- Sistema eléctrico y electrónico.
- Sistema de frenos.
- Sistema de rodaje.
- Sistema de dirección.

- Sistema de bombeo y módulo.
- Estructura y carrocería.



Figura #19: Costos totales según sistema atendido

Fuente: UMV

Los cuales, al ser basados en sistemas de Excel, requieren manipulación para obtener informes, como el anteriormente mostrado para plazos específicos y no se cuenta con un sistema automatizado de alertas, como lo brindaría algún software especializado en gestiones de mantenimiento.

Se cuenta también con la implementación de un sistema propio llamado Evolution, el cual, igualmente, no recopila algunas de las variables requeridas para el cálculo de indicadores en gestión de mantenimiento, según lo mostrado en capítulos anteriores. A pesar de lo anterior, sí se cuenta con datos, los cuales son de interés y se resumen a continuación:

Valor de aseguramiento

Este dato lo designa la Unidad de Servicios Generales de la institución, según la información remitida, se indica que el cálculo de esta variable se realiza de acuerdo con el valor de adquisición de las unidades y se somete a revisión cada cierto período de tiempo. Durante todo

el período de estudio, no se ha realizado dicha revisión, por tanto, los valores de aseguramiento se mantuvieron fijos por varios años.

El valor de aseguramiento tiene gran importancia dentro del proceso en estudio, ya que es el monto contra el que se comparan los desembolsos en mantenimientos correctivos, para determinar el retiro de circulación del vehículo.

Al no tenerlo actualizado, puede provocar que los gastos en mantenimientos sobrepasen el valor real del activo, ya que la teoría de depreciación indica que cada año transcurrido para un activo, el mismo tendrá menos valor. La no actualización de estos valores también genera un desembolso superior en pagos de seguros, ya que la prima de seguro se calcula, en parte, como un porcentaje del valor del activo.

Se presenta la tabla #5, la cual resume los montos de aseguramiento para la flotilla en estudio:

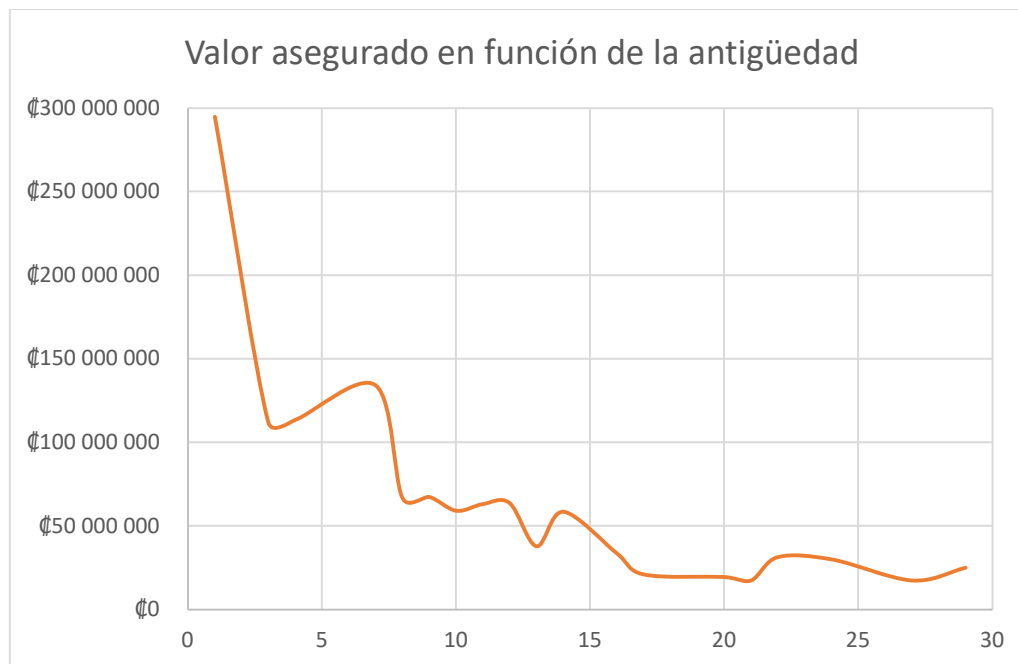
Tabla 5: Valor asegurado de la flotilla en estudio

Nº INTERNO	VALOR ASEGURADO
M-02	¢67 436 200,00
M-03	¢63 750 000,00
M-04	¢67 436 200,00
M-05	¢25 000 000,00
M-06	¢21 000 000,00
M-07	¢34 000 000,00
M-09	¢25 000 000,00
M-10	¢30 000 000,00
M-100	¢66 450 000,00
M-101	¢66 450 000,00
M-102	¢66 450 000,00
M-103	¢66 450 000,00
M-104	¢66 450 000,00
M-105	¢ 133.400.000
M-106	¢ 133.400.000
M-107	¢ 133.400.000
M-108	¢ 133.400.000
M-109	¢ 133.400.000
M-11	¢63 750 000,00
M-110	¢ 134.935.000
M-111	¢ 134.935.000
M-112	¢ 134.935.000

M-113	¢ 134.935.000
M-117	¢113 500 000,00
M-120	¢113 500 000,00
M-121	¢113 500 000,00
M-13	¢113 500 000,00
M-14	¢38 000 000,00
M-15	¢38 000 000,00
M-16	¢30 000 000,00
M-18	¢112 000 000,00
M-20	¢17 500 000,00
M-21	¢21 000 000,00
M-23	¢33 500 000,00
M-24	¢33 500 000,00
M-25	¢112 000 000,00
M-26	¢113 500 000,00
M-27	¢18 250 000,00
M-28	¢17 000 000,00
M-29	¢67 250 000,00
M-30	¢30 000 000,00
M-31	¢30 000 000,00
M-35	¢ 134.935.000
M-36	¢113 500 000,00
M-37	¢17 000 000,00
M-38	¢63 200 000,00
M-39	¢113 500 000,00
M-40	¢19 500 000,00
M-41	¢58 500 000,00
M-42	¢58 500 000,00
M-43	¢63 200 000,00
M-44	¢21 000 000,00
M-45	¢21 000 000,00
M-46	¢113 500 000,00
M-48	¢21 000 000,00
M-49	¢67 250 000,00
M-50	¢19 500 000,00
M-51	¢19 500 000,00
M-52	¢63 200 000,00
M-53	¢19 500 000,00
M-54	¢19 500 000,00
M-55	¢60 811 160,00
M-56	¢63 200 000,00
M-57	¢63 200 000,00

M-58	€63 200 000,00
M-59	€63 200 000,00
M-60	€71 400 000,00
M-61	€21 000 000,00
M-62	€60 811 160,00
M-63	€60 811 160,00
M-64	€56 663 788,00
M-65	€113 500 000,00
M-66	€56 663 788,00
M-67	€19 500 000,00
M-68	€19 500 000,00
M-69	€19 500 000,00
M-70	€19 600 000,00
M-71	€67 250 000,00
M-72	€67 250 000,00
M-73	€113 500 000,00
M-74	€67 250 000,00
M-75	€67 250 000,00
M-76	€67 436 200,00
M-77	€19 500 000,00
M-78	€19 500 000,00
M-79	€19 500 000,00
M-80	€19 500 000,00
M-81	€19 500 000,00
M-82	€113 500 000,00
M-83	€19 500 000,00
M-85	€67 250 000,00
M-87	€30 000 000,00
M-88	€113 500 000,00
M-89	€67 250 000,00
M-90	€113 500 000,00
M-91	€66 450 000,00
M-92	€66 450 000,00
M-93	€112 000 000,00
M-94	€113 500 000,00
M-95	€113 500 000,00
M-96	€21 000 000,00
M-98	€66 450 000,00
M-99	€66 450 000,00

Basándose en la información anterior, se genera un gráfico en el que se observa el comportamiento del valor de aseguramiento de la flota, en función de la edad de la misma.

Gráfica #1: Valor asegurado en función de la antigüedad de la unidad

Fuente: Elaboración propia

Valor de desecho

Cuando una unidad es sacada de servicio, la misma se somete a un proceso de despiece por parte del personal de la U.M.V., para rescatar las partes que puedan ser de utilidad para otras unidades en servicio de características similares y que requieran refacciones, de manera que se reutilizan algunos repuestos. Posterior a este proceso, la unidad pasa a un depósito, para luego ser vendida en un remate como chatarra. Por lo anterior, el valor de desecho no es representativo y se considera cercano a cero.



Figura #20: Unidad en proceso de despiece

Fuente: Elaboración propia



Figura #21: Unidad en estado de desecho

Fuente: Elaboración propia

Valor fiscal

Se realiza la consulta en bases de datos públicos del Registro Nacional, la cual se tabula a continuación:

Tabla 6: Valor fiscal de la flotilla en estudio

Nº INTERNO	VALOR FISCAL
M-02	₡85 550 000,00
M-03	₡39 930 000,00
M-04	₡85 550 000,00
M-05	₡4 290 000,00
M-06	₡43 860 000,00
M-07	₡10 090 000,00
M-09	₡4 290 000,00
M-10	₡15 100 000,00

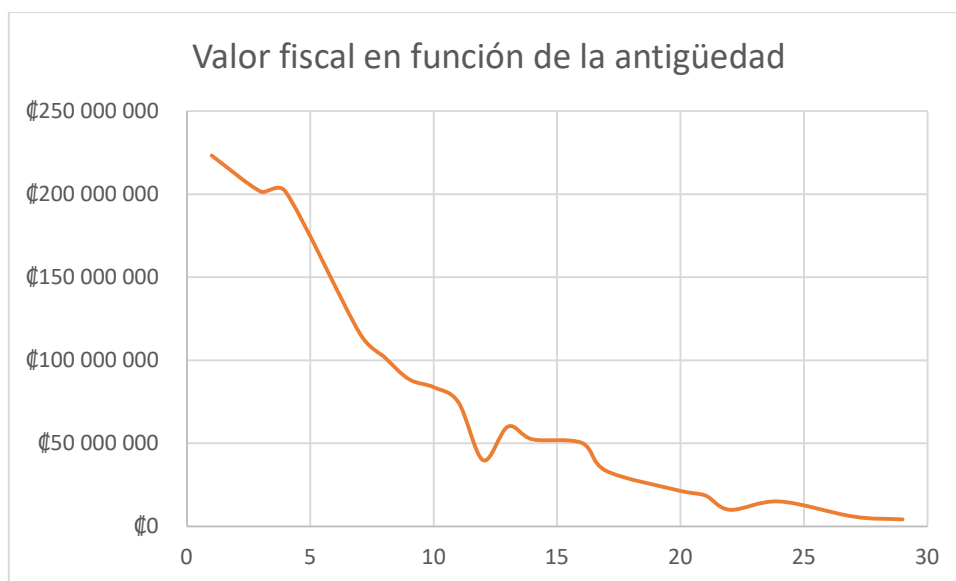
M-100	₺108 830 000,00
M-101	₺108 830 000,00
M-102	₺108 830 000,00
M-103	₺108 830 000,00
M-104	₺108 830 000,00
M-105	₺127 640 000,00
M-106	₺127 640 000,00
M-107	₺127 640 000,00
M-108	₺127 640 000,00
M-109	₺127 640 000,00
M-11	₺39 930 000,00
M-110	₺104 700 000,00
M-111	₺104 700 000,00
M-112	₺104 700 000,00
M-113	₺104 700 000,00
M-117	₺201 600 000,00
M-120	₺201 600 000,00
M-121	₺201 600 000,00
M-13	₺201 600 000,00
M-14	₺60 090 000,00
M-15	₺60 090 000,00
M-16	₺15 100 000,00
M-18	₺201 600 000,00
M-20	₺5 900 000,00
M-21	₺31 320 000,00
M-23	₺50 200 000,00
M-24	₺50 200 000,00
M-25	₺201 600 000,00
M-26	₺201 600 000,00
M-27	₺18 700 000,00
M-28	₺18 700 000,00
M-29	₺91 490 000,00
M-30	₺10 090 000,00
M-31	₺15 100 000,00
M-35	₺104 700 000,00
M-36	₺201 600 000,00
M-37	₺18 700 000,00
M-38	₺74 770 000,00
M-39	₺201 600 000,00
M-40	₺21 400 000,00
M-41	₺52 510 000,00
M-42	₺52 510 000,00

M-43	₱74 770 000,00
M-44	₱31 320 000,00
M-46	₱201 600 000,00
M-48	₱31 320 000,00
M-49	₱91 490 000,00
M-50	₱21 400 000,00
M-51	₱21 400 000,00
M-52	₱74 770 000,00
M-53	₱21 400 000,00
M-54	₱21 400 000,00
M-55	₱85 570 000,00
M-56	₱74 770 000,00
M-57	₱74 770 000,00
M-58	₱74 770 000,00
M-59	₱74 770 000,00
M-61	₱31 320 000,00
M-62	₱85 570 000,00
M-63	₱85 570 000,00
M-64	₱81 300 000,00
M-65	₱201 600 000,00
M-66	₱81 300 000,00
M-67	₱21 400 000,00
M-68	₱21 400 000,00
M-69	₱21 400 000,00
M-70	₱21 400 000,00
M-71	₱91 490 000,00
M-72	₱91 490 000,00
M-73	₱201 600 000,00
M-74	₱93 040 000,00
M-75	₱93 040 000,00
M-76	₱85 550 000,00
M-77	₱21 400 000,00
M-78	₱21 400 000,00
M-79	₱21 400 000,00
M-80	₱21 400 000,00
M-81	₱21 400 000,00
M-82	₱201 600 000,00
M-83	₱21 400 000,00
M-85	₱91 490 000,00
M-87	₱10 090 000,00
M-88	₱201 600 000,00
M-89	₱91 490 000,00

M-90	¢201 600 000,00
M-91	¢108 830 000,00
M-92	¢108 830 000,00
M-93	¢201 600 000,00
M-94	¢201 600 000,00
M-95	¢201 600 000,00
M-96	¢31 320 000,00
M-98	¢108 830 000,00
M-99	¢108 830 000,00

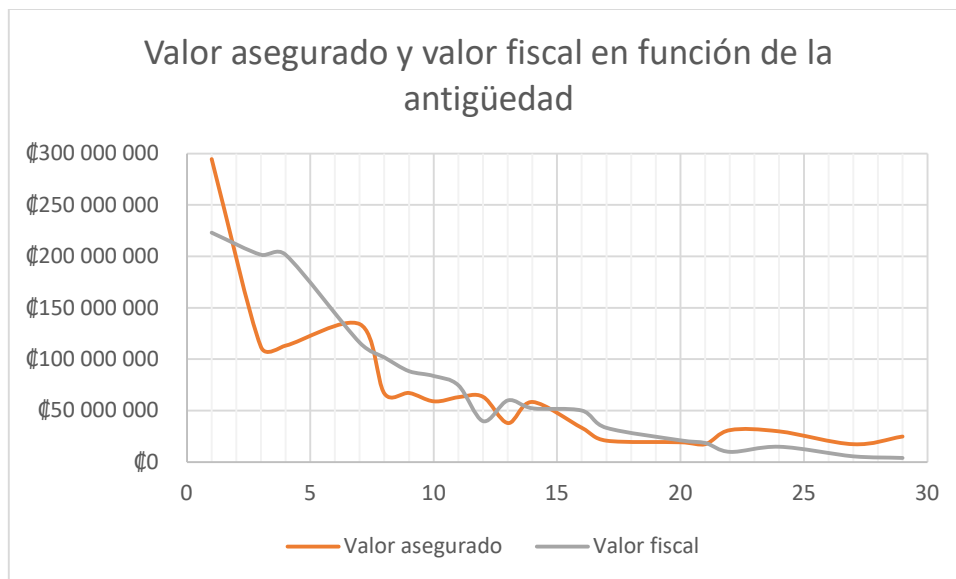
Análogamente al valor de aseguramiento, se realiza un gráfico para comparar el valor fiscal de la flotilla, en función de la antigüedad de los mismos. Se presenta a continuación:

Gráfica #2: Valor fiscal en función de la antigüedad de la unidad



Fuente: Elaboración propia

Comparando el valor de aseguramiento con el valor fiscal de la flotilla, se superponen ambos valores en una misma gráfica, según se muestra a continuación, en la gráfica #3:

Gráfica #3: Valor asegurado y valor fiscal, en función de la antigüedad de la unidad

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la misma, existe una tendencia general en ambas, coincidiendo con la teoría, donde el valor del activo se reduce conforme el tiempo transcurre.

Llama la atención para el valor de seguro, donde el mismo es mayor para unidades más antiguas, esto en el rango de 20 años o más en los vehículos. Lo anterior no sucede para el valor fiscal. Este sesgo se puede estar generando por el hecho de hacer el trabajo de forma manual y no de forma periódica.

Como se indicaba anteriormente, el valor de reaseguro es un dato importante dentro de la institución para la toma de decisiones, ya que es la variable determinante contra el que se compara el costo de los mantenimientos correctivos al hacer los estudios para el desecho de las unidades. Lo anterior puede provocar inversiones en mantenimientos superiores al valor real del activo, el cual podría ser más cercano al valor fiscal del mismo.

Costos anuales de mantenimientos preventivos

Debido a la frontera poco clara entre la clasificación de mantenimiento preventivos y mantenimientos correctivos dentro de los expedientes y la información remitida por la institución, y la indicación por parte de la Unidad de Mantenimiento Vehicular de que la mayoría de los trabajos preventivos se realizan con el taller propio, dentro de la información recibida se tabula la

misma de manera los costos remitidos por la institución como costos en taller interno, se asignan como los costos en los mantenimientos preventivos en su totalidad.

La información remitida, al abarcar un período de varios años y para perfilar el caso en estudio, se agrupa de acuerdo con la antigüedad del vehículo para cada uno de los años en estudio (por ejemplo, en el año 2021 un camión modelo 2001 se agrupa con un camión modelo 1999 en el año 2019; dentro de la categoría camiones 20 años de antigüedad). Después de lo anterior, se divide el costo total de los mantenimientos entre el número de unidades, para obtener un promedio por unidad.

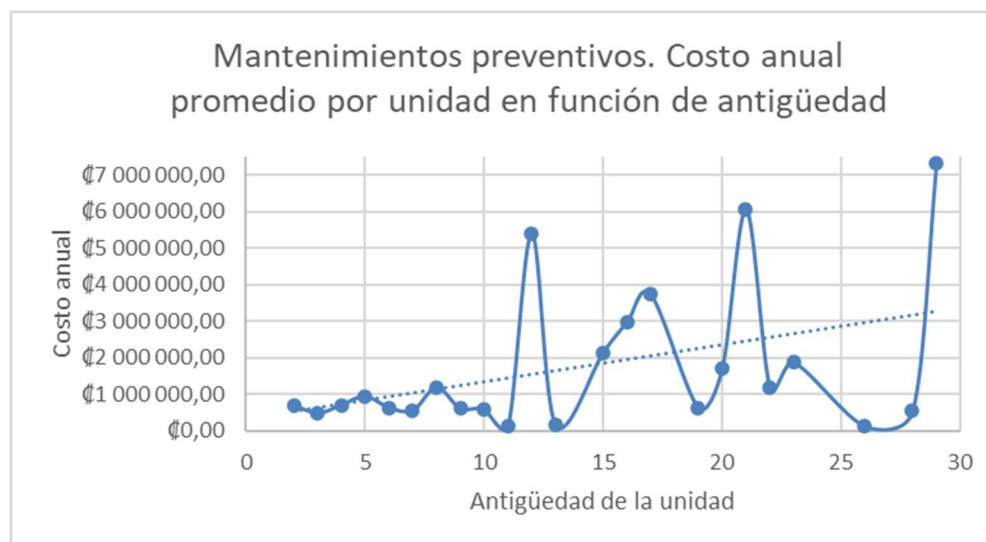
Los datos ya tabulados se muestran en la tabla 7:

Tabla 7: Gasto promedio, según años de antigüedad de la unidad

Años de antigüedad	Gasto promedio por unidad
29	₡7 309 348,38
28	₡555 822,35
26	₡117 100,00
23	₡1 868 155,18
22	₡1 189 116,24
21	₡6 048 128,99
20	₡1 701 645,57
19	₡628 273,25
17	₡3 726 866,47
16	₡2 972 971,35
15	₡2 143 048,00
13	₡166 049,90
12	₡5 407 099,83
11	₡113 814,11
10	₡599 767,00
9	₡613 322,00
8	₡1 190 391,67
7	₡559 433,16
6	₡637 958,70
5	₡951 023,25
4	₡707 343,53
3	₡490 913,50
2	₡709 799,05

Datos con los cuales, se puede generar una gráfica, en la que se observa lo que predice la teoría para este caso, los costos en mantenimientos se elevan a lo largo de la vida útil del activo.

Gráfica #4: Costo promedio anual por unidad de mantenimientos preventivos en función de la antigüedad



Fuente: Elaboración propia

En el anterior gráfico, se aprecia la línea de tendencia con pendiente positiva. Hay algunos sesgos importantes, los cuales pueden haberse dado porque los costos de las unidades se dieron mayormente en mantenimientos correctivos, o bien, por la no asignación de costos a cada unidad en los mantenimientos realizados en los talleres propios. Ejemplo de lo anterior, pueden ser los repuestos que existen en el *stock* del taller y al estar ya inventariados, no se asignan luego al vehículo donde se instalaron. Casos como el descrito anteriormente, suceden cuando la institución compra lotes de repuestos, como lo serían: filtros, llantas y otros.; a los cuales no siempre se les asigna un costo al ser instalados. Igualmente sucede con las refacciones que fueron obtenidas de otras unidades sacadas de servicio, así como con los tiempos de mano de obra, asociados a estos trabajos.

Costos anuales de mantenimientos correctivos

Análogamente al punto anterior y debido a la poca claridad en la asignación de los recursos entre preventivo y correctivo, donde los mantenimientos preventivos se asociaron íntegramente a los costos del taller interno de la UMV, para el caso de los mantenimientos preventivos, en este caso, se decidió asignar la totalidad de los costos en contratos de talleres externos, como mantenimientos correctivos, esto según la tendencia histórica de asignación, según lo comentado por funcionarios en las entrevistas realizadas.

Al ser montos de contratos externos, dentro de la institución sí se cuenta con esta información documentada y asociada al vehículo en cuestión, sin embargo, por el tipo de software utilizado para las bases de datos, la recopilación de los mismos representó un trabajo arduo, evidenciando una vez más la necesidad de utilizar otra metodología para el manejo interno de la información.

Primeramente, se presenta en la tabla 8, la información de los mantenimientos correctivos asociados a cada unidad:

Tabla 8: Gasto en mantenimientos correctivos por unidad

Unidad	Modelo	2016	2017	2018	2019	2020
M-01	1991	₪0	₪909 916	₪1 350	₪212 550	₪212 550
M-05	1991	₪5 812 477	₪5 625 377	₪5 520 396	₪2 355 357	₪981 092
M-08	1991	₪7 976 300	₪6 140 194	₪6 348 125	₪2 439 477	₪0
M-09	1991	₪402 873	₪8 534 213	₪1 969 934	₪509 441	₪533 096
M-20	1994	₪10 506 802	₪1 348 527	₪680 515	₪646 295	₪265 574
M-10	1997	₪0	₪2 153 432	₪10 705 451	₪2 982 983	₪4 377 687
M-16	1997	₪12 085 802	₪7 361 873	₪6 666 912	₪1 532 462	₪2 202 370
M-31	1997	₪3 660 809	₪3 421 911	₪1 622 288	₪10 771 297	₪1 685 936
M-07	1999	₪420 788	₪6 323 815	₪4 772 372	₪4 137 120	₪1 561 977
M-12	1999	₪8 876 072	₪3 997 828	₪7 762 730	₪1 224 417	₪1 396 821
M-30	1999	₪2 087 497	₪1 139 070	₪1 286 488	₪6 573 827	₪11 378 712
M-87	1999	₪7 830 654	₪2 537 065	₪6 499 749	₪1 280 116	₪992 576
M-27	2000	₪5 440 563	₪8 266 585	₪1 941 542	₪838 215	₪6 135 926
M-28	2000	₪6 959 657	₪5 945 798	₪8 572 175	₪5 630 782	₪3 010 762
M-37	2000	₪0	₪3 401 822	₪6 746 757	₪468 327	₪533 184
M-40	2001	₪2 997 641	₪1 576 848	₪9 108 467	₪1 686 291	₪7 544 393
M-50	2001	₪0	₪753 720	₪9 984 540	₪3 393 311	₪944 842
M-51	2001	₪10 560 486	₪813 517	₪1 570 316	₪1 753 127	₪8 533 841
M-53	2001	₪4 862 415	₪3 148 496	₪18 647 650	₪258 829	₪5 860 947
M-54	2001	₪9 749 468	₪8 948 845	₪7 042 851	₪1 294 350	₪1 568 197
M-67	2001	₪3 510 754	₪2 842 544	₪6 181 068	₪6 662 719	₪3 750 603
M-68	2001	₪0	₪9 074 938	₪6 253 643	₪3 511 894	₪438 095
M-69	2001	₪2 134 559	₪6 554 942	₪804 368	₪4 511 291	₪39 647 925
M-70	2001	₪4 444 699	₪1 323 683	₪5 936 679	₪1 958 448	₪11 945 762
M-77	2001	₪3 362 980	₪739 999	₪13 472 714	₪2 342 939	₪2 430 342
M-79	2001	₪0	₪4 052 877	₪1 005 791	₪4 200 927	₪715 291
M-80	2001	₪3 866 595	₪11 367 322	₪434 110	₪2 681 607	₪1 607 357
M-81	2001	₪5 129 640	₪4 423 527	₪5 447 267	₪10 008 754	₪3 422 710

M-83	2001	€7 526 043	€8 877 191	€6 661 303	€2 260 691	€4 592 061
M-84	2001	€401 390	€9 359 093	€3 819 472	€1 640 165	€0
M-32	2003	€4 550	€5 307 445	€1 963 055	€391 430	€0
M-34	2003	€5 512 178	€2 242 967	€4 734 408	€1 065 826	€1 982 936
M-47	2003	€104 636	€6 541 998	€841 242	€483 458	€473 148
M-06	2004	€7 896 219	€5 511 639	€14 282 049	€8 279 535	€5 008 709
M-21	2004	€4 443 893	€2 884 691	€6 395 476	€3 661 516	€3 770 907
M-44	2004	€377 464	€7 885 948	€4 833 855	€2 220 335	€7 889 013
M-45	2004	€6 004 024	€9 364 298	€9 432 919	€7 975 071	€1 524 814
M-48	2004	€354 764	€4 248 634	€6 606 051	€1 526 996	€8 461 590
M-61	2004	€261 719	€1 797 076	€5 140 679	€964 701	€1 360 495
M-96	2004	€440 036	€10 027 607	€2 685 262	€1 122 970	€16 768 079
M-97	2004	€4 754 020	€1 447 623	€4 894 893	€312 680	€29 282 363
M-23	2005	€10 838 487	€13 433 886	€4 842 959	€8 972 494	€6 548 916
M-24	2005	€8 848 633	€3 781 397	€7 188 286	€950 176	€3 573 348
M-42	2007	€3 245 663	€13 626 631	€3 079 714	€1 026 710	€8 273 552
M-14	2008	€910 649	€12 422 492	€859 297	€2 946 747	€3 689 769
M-15	2008	€3 427 184	€6 136 905	€6 952 502	€2 158 963	€3 807 243
M-41	2008	€932 731	€4 619 627	€10 169 221	€2 649 725	€21 848 420
M-03	2009	€3 295 829	€1 513 204	€12 108 861	€1 988 580	€2 648 517
M-11	2009	€9 531 101	€6 744 128	€6 867 489	€2 191 976	€1 202 933
M-38	2010	€447 328	€4 744 534	€2 970 748	€1 353 194	€3 722 125
M-43	2010	€378 294	€7 441 279	€1 828 559	€1 747 165	€1 988 526
M-52	2010	€2 018 445	€999 171	€691 940	€565 331	€28 013 196
M-55	2010	€4 419 316	€11 857 072	€1 402 653	€826 886	€1 278 459
M-56	2010	€6 681 203	€843 445	€515 707	€9 888 091	€1 589 712
M-57	2010	€4 022 731	€843 930	€14 980 419	€1 586 532	€1 799 284
M-58	2010	€5 405 639	€2 971 824	€1 864 636	€751 290	€5 200 900
M-59	2010	€3 878 239	€1 091 036	€4 786 765	€2 010 970	€1 534 438
M-60	2010	€643 412	€93 355	€4 978 065	€1 183 833	€6 760 200
M-62	2011	€5 389 428	€7 982 160	€1 916 177	€16 388 506	€2 708 167
M-63	2011	€9 637 598	€5 605 813	€5 436 000	€1 765 920	€4 571 114
M-64	2011	€1 240 906	€883 361	€8 502 206	€367 311	€690 523
M-66	2011	€7 656 321	€4 936 896	€24 061 306	€6 095 303	€3 429 959
M-78	2011	€2 927 103	€433 334	€693 619	€7 313 073	€1 486 326
M-02	2012	€21 311 442	€5 240 801	€2 080 500	€9 412 074	€2 320 512
M-04	2012	€7 609 701	€6 466 222	€12 983 361	€2 533 118	€1 095 306
M-74	2012	€5 325 812	€7 341 688	€17 707 691	€476 719	€13 075 525
M-75	2012	€2 390 078	€7 271 853	€5 926 166	€11 429 065	€5 382 183
M-76	2012	€4 849 235	€2 377 281	€589 381	€1 615 575	€14 115 365
M-100	2013	€1 126 372	€1 185 161	€7 718 382	€1 041 812	€14 836 213
M-101	2013	€6 439 954	€1 057 467	€5 919 811	€1 225 404	€5 951 043

M-102	2013	€9 312 817	€524 624	€1 601 358	€11 880 559	€1 087 980
M-103	2013	€1 898 041	€584 507	€5 961 448	€943 193	€1 604 560
M-104	2013	€3 963 945	€3 497 717	€6 660 092	€1 905 039	€1 204 875
M-29	2013	€407 130	€13 819 648	€8 641 825	€1 017 401	€6 172 394
M-49	2013	€449 092	€1 580 390	€11 472 517	€12 000	€3 747 325
M-71	2013	€841 512	€2 337 168	€587 759	€411 095	€2 175 228
M-72	2013	€3 466 478	€3 954 740	€5 996 739	€941 822	€2 514 976
M-85	2013	€7 092 500	€5 655 633	€2 069 504	€11 303 693	€1 551 055
M-89	2013	€618 508	€1 161 270	€6 527 371	€465 557	€1 457 858
M-91	2013	€7 797 907	€867 044	€650 243	€1 716 893	€18 063 853
M-92	2013	€2 623 791	€390 268	€534 611	€863 118	€15 047 109
M-98	2013	€966 401	€1 977 569	€1 573 407	€15 922 626	€3 552 108
M-99	2013	€6 351 973	€2 062 129	€2 115 918	€1 962 378	€15 202 673
M-105	2014	€996 304	€3 885 342	€1 700 143	€2 399 664	€15 078 094
M-106	2014	€3 683 788	€1 580 647	€2 839 504	€2 314 004	€10 733 077
M-107	2014	€3 787 014	€1 502 404	€13 606 976	€2 278 793	€2 534 403
M-108	2014	€15 795 656	€9 621 446	€6 484 542	€930 892	€1 818 703
M-109	2014	€1 955 900	€13 434 266	€3 458 939	€2 054 504	€1 762 855
M-110	2014	€2 709 190	€1 809 935	€7 196 830	€8 653 695	€2 364 569
M-111	2014	€168 819	€3 492 772	€2 457 544	€4 753 429	€2 200 151
M-112	2014	€0	€3 978 966	€2 534 022	€1 385 817	€10 818 856
M-113	2014	€709 531	€7 369 355	€7 901 836	€3 016 034	€2 166 925
M-114	2014	€3 033 059	€402 451	€544 252	€3 927 719	€31 584 167
M-35	2014	€868 629	€6 204 611	€4 520 009	€2 116 055	€5 544 331
M-115	2015	€496 817	€3 958 404	€843 483	€2 962 365	€3 909 955
M-116	2015	€231 965	€3 212 915	€7 810 156	€2 534 887	€2 231 592
M-17	2015	€5 929 122	€6 563 126	€1 918 154	€1 329 231	€1 226 775
M-22	2015	€1 666 011	€188 411	€1 391 997	€3 278 095	€10 694 236
M-86	2015	€844 690	€1 005 962	€6 588 374	€1 869 497	€3 913 019
M-117	2017	€0	€0	€316 392	€4 957 822	€6 074 562
M-120	2017	€0	€0	€204 604	€2 285 059	€6 295 338
M-121	2017	€0	€0	€25 284	€223 649	€7 401 203
M-13	2017	€0	€0	€919 790	€761 021	€4 326 586
M-26	2017	€0	€0	€411 685	€607 543	€8 622 724
M-36	2017	€0	€0	€139 694	€665 888	€1 747 054
M-39	2017	€0	€0	€512 986	€888 669	€9 136 490
M-46	2017	€0	€0	€584 672	€4 286 254	€4 589 899
M-65	2017	€0	€0	€594 737	€3 603 615	€7 130 353
M-73	2017	€0	€0	€2 058 497	€1 588 081	€5 656 543
M-82	2017	€0	€0	€333 244	€4 631 226	€1 812 800
M-88	2017	€0	€0	€75 185	€568 150	€5 412 473
M-90	2017	€0	€0	€108 102	€997 375	€5 408 189

M-94	2017	∅0	∅0	∅626 390	∅1 143 814	∅3 238 659
M-95	2017	∅0	∅0	∅164 495	∅867 971	∅3 102 950
M-18	2018	∅0	∅0	∅34 441	∅811 316	∅3 483 760
M-25	2018	∅0	∅0	∅120 000	∅1 273 775	∅934 846
M-93	2018	∅0	∅0	∅130 070	∅358 114	∅6 213 757

Para poder interpretar los datos de mejor manera, de igual forma que se realizó para los mantenimientos preventivos, se observa que existen datos de varios años para la totalidad de la flotilla en estudio, por lo que se agrupa, de acuerdo con la antigüedad de las unidades.

La información recopilada se muestra en la tabla 9:

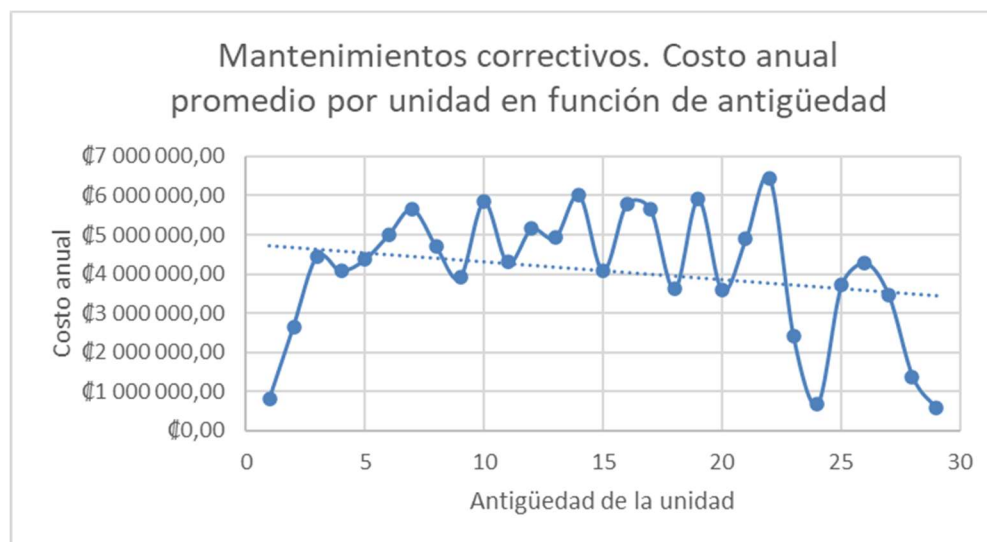
Tabla 9: Gasto promedio, según años de antigüedad de la unidad

Antigüedad	Gasto promedio por unidad
29	∅575 579,45
28	∅1 379 206,34
27	∅3 459 951,44
26	∅4 295 054,64
25	∅3 709 486,14
24	∅680 514,65
23	∅2 403 630,06
22	∅6 448 386,15
21	∅4 903 533,76
20	∅3 583 256,81
19	∅5 913 375,58
18	∅3 610 163,44
17	∅5 652 314,20
16	∅5 795 158,87
15	∅4 090 857,81
14	∅6 022 020,35
13	∅4 935 262,65
12	∅5 151 397,34
11	∅4 296 714,89
10	∅5 845 003,19
9	∅3 910 020,90
8	∅4 714 411,77
7	∅5 665 491,23
6	∅5 005 377,57
5	∅4 375 277,24
4	∅4 093 340,98
3	∅4 459 708,76

2	₡2 646 824,36
1	₡824 872,92

De la cual se obtiene la siguiente gráfica:

Gráfica #5: Costo promedio anual por unidad de mantenimientos correctivos en función de la antigüedad



Fuente: Elaboración propia

Del anterior, se observa que a partir del año 22, hubo un comportamiento contrario al esperado, ante lo cual, se consulta ante los encargados de la institución quienes indican que esto se debe a que cerca del final de la vida útil de los equipos, a nivel operativo cuentan con una asignación diferente, siendo que las unidades ya no quedan asignadas a una estación para operación plena, sino que solamente se activan en caso de que la unidad designada salga de servicio y esta se ocupe reemplazar (llamadas unidad comodín), o bien, únicamente se utilicen como unidades para otro tipo de actividades como actos sociales, prácticas, entrenamientos o capacitaciones, ya sin el desgaste normal de una unidad requerida para situaciones de emergencia.

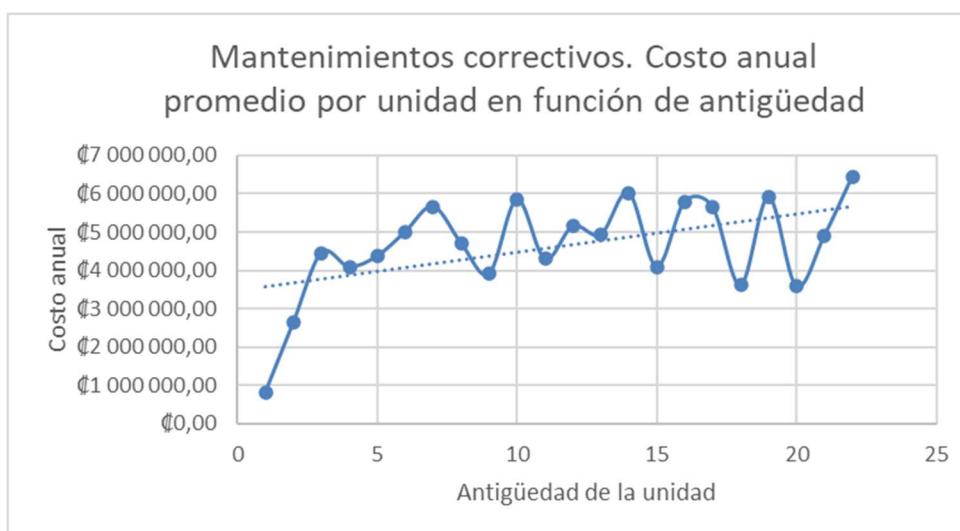


Figura #22: Unidad sacada de servicio, reasignada como unidad conmemorativa por aniversario

Fuente: Radio Santa Clara

Ante lo anterior, se realiza un ajuste en la gráfica para eliminar dicho sesgo, delimitando la vida útil hasta 22 años, lo cual es 2 años adicionales, comparado con el dato utilizado oficialmente, como vida útil para unidades extintoras comerciales, dentro de la institución. Se muestra el gráfico ajustado a continuación:

Gráfica #6: Costo prom. anual por unidad de mant. prevent. en función de antigüedad (ajustada)



Fuente: Elaboración propia

Con dicho ajuste, se verifica la teoría donde predice que los gastos en mantenimientos tienen una pendiente positiva al envejecer el equipo.

Costos anuales en mantenimientos

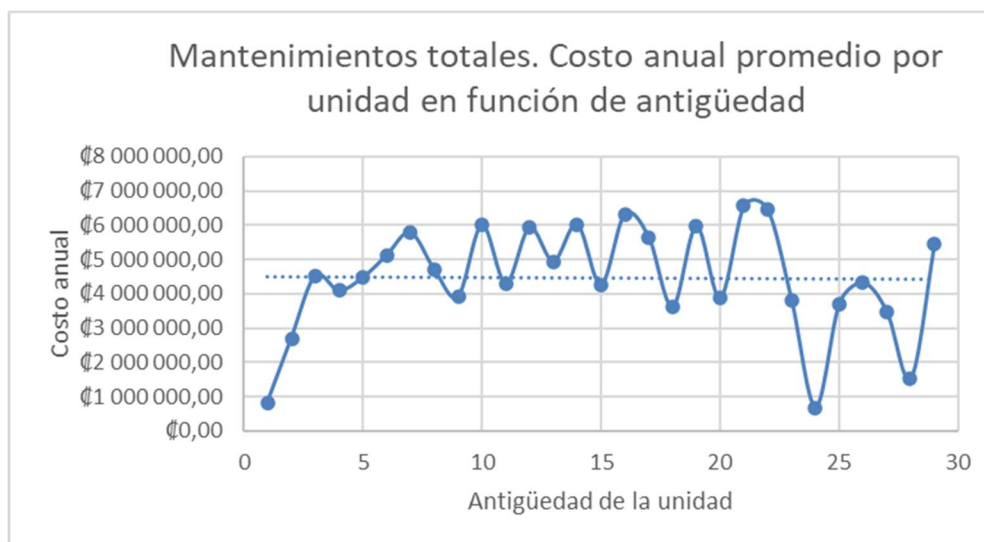
Con los dos ítems anteriores, se puede hacer un compilado general de costos de mantenimientos para los equipos, en función de su antigüedad. Los datos generados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 10: Gasto promedio total, según años de antigüedad de la unidad

Antigüedad	Gasto promedio por unidad
29	¢5 448 478,36
28	¢1 518 161,93
27	¢3 459 951,44
26	¢4 318 474,64
25	¢3 709 486,14
24	¢680 514,65
23	¢3 804 746,44
22	¢6 448 386,15
21	¢6 558 042,43
20	¢3 868 579,12
19	¢5 968 008,04
18	¢3 610 163,44
17	¢5 652 314,20
16	¢6 326 046,61
15	¢4 262 301,65
14	¢6 022 020,35
13	¢4 947 123,36
12	¢5 923 840,18
11	¢4 301 198,49
10	¢6 005 544,65
9	¢3 910 020,90
8	¢4 714 411,77
7	¢5 789 814,71
6	¢5 119 019,16
5	¢4 468 059,99
4	¢4 093 340,98
3	¢4 515 462,38
2	¢2 694 184,39
1	¢824 872,92

Y el siguiente gráfico:

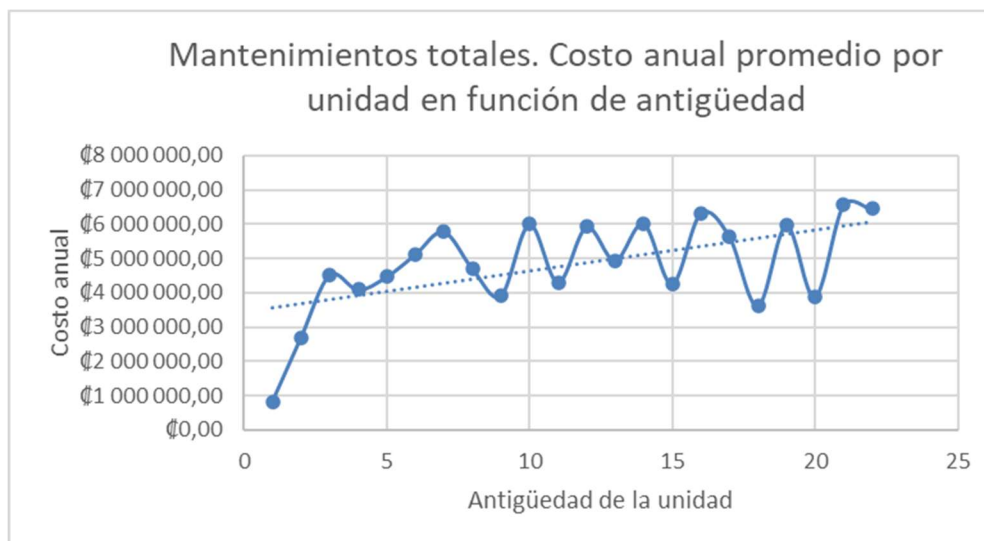
Gráfica #7: Costo promedio anual por unidad de mantenimientos totales en función de la antigüedad



Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar el sesgo anteriormente mencionado, por lo que se realiza el mismo ajuste, a una vida útil de 22 años:

Gráfica #8: Costo promedio anual por unidad de mantenimientos totales en función de la antigüedad (ajustada)



Fuente: Elaboración propia

Días anuales en servicio

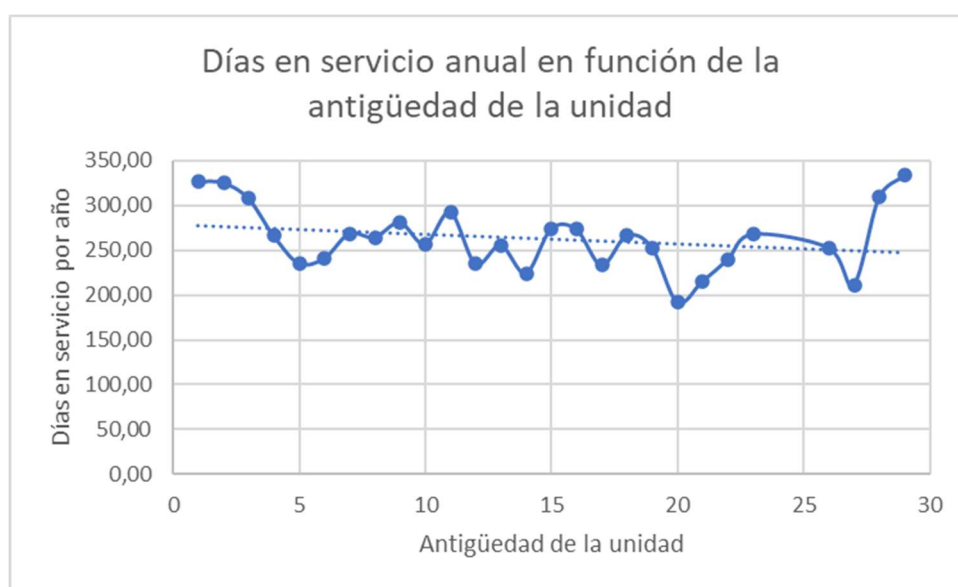
Finalmente, con los datos aportados por la institución y al contarse con los datos desde que la unidad ingresa al proceso de mantenimiento, valoración por parte del taller, diagnóstico, adquisición de repuestos, ejecución de los mantenimientos y finalmente, pruebas de los trabajos realizados, se puede encontrar la cantidad en promedio de días anuales, en servicio de cada vehículo.

Tabla 11: Días anuales promedio en servicio, según años de antigüedad de la unidad

Antigüedad	Días en servicio anuales
1	327,2
2	325,5
3	308,0
4	266,1
5	235,3
6	240,6
7	268,6
8	264,3
9	281,0
10	256,5
11	292,5
12	234,8
13	255,3
14	224,1
15	273,8
16	273,4
17	233,3
18	266,4
19	252,9
20	191,6
21	215,0
22	239,3

23	268,0
24	
25	
26	252,5
27	211,5
28	309,0
29	333,7

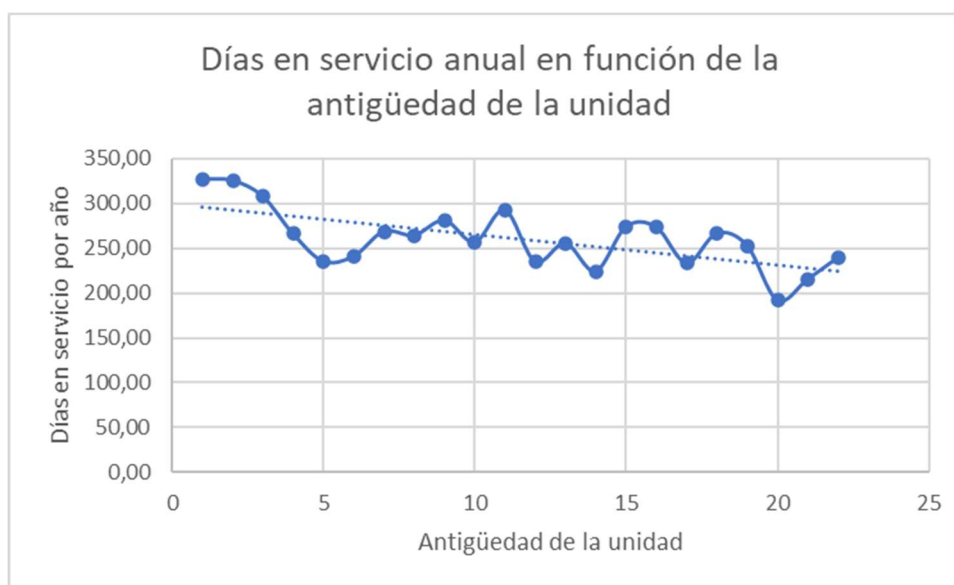
Gráfica #9: Días anuales en servicio promedio por unidad, en función de la antigüedad



Fuente: Elaboración propia

Y realizando el ajuste a la anterior gráfica para un período de 22 años, al igual que se hizo con los datos anteriores, se presenta la misma:

Gráfica #10: Días anuales en servicio promedio por unidad, en función de la antigüedad (ajustada)



Fuente: Elaboración propia

Se evidencia el comportamiento esperado, de acuerdo con la teoría, donde los activos con el pasar de los años, cuentan con períodos cada vez más prolongados, fuera de servicio.

Costo global durante su ciclo de vida

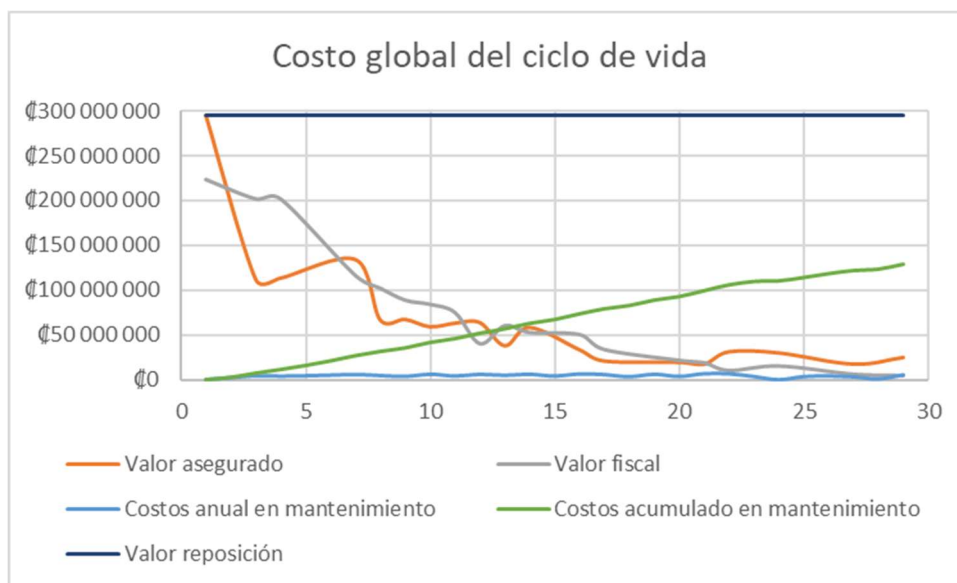
Con los datos mostrados anteriormente, se analizarán más, en detalle, los costos anuales de mantenimiento, valor de aseguramiento y valor fiscal de cada unidad, comparándolos y superponiéndolos en una misma gráfica para corroborar la asignación en el período en estudio. Se incluye el costo acumulado en mantenimientos y el valor de reposición.

Tabla 12: Costo global promedio durante ciclo de vida

Antigüedad	Valor asegurado	Valor fiscal	Costos anual en mantenimiento	Costos acumulado en mantenimiento	Valor reposición
1	¢294 798 000	¢223 250 000	¢824 873	¢824 873	¢294 798 000
2			¢2 694 184	¢3 519 057	¢294 798 000
3	¢112 000 000	¢201 600 000	¢4 515 462	¢8 034 520	¢294 798 000
4	¢113 500 000	¢201 600 000	¢4 093 341	¢12 127 861	¢294 798 000
5			¢4 468 060	¢16 595 921	¢294 798 000
6			¢5 119 019	¢21 714 940	¢294 798 000
7	¢134 167 500	¢116 170 000	¢5 789 815	¢27 504 755	¢294 798 000
8	¢66 770 000	¢101 894 000	¢4 714 412	¢32 219 166	¢294 798 000
9	¢67 361 720	¢88 546 000	¢3 910 021	¢36 129 187	¢294 798 000

10	¢59 152 211	¢83 862 000	¢6 005 545	¢42 134 732	¢294 798 000
11	¢63 200 000	¢74 770 000	¢4 301 198	¢46 435 930	¢294 798 000
12	¢63 750 000	¢39 930 000	¢5 923 840	¢52 359 771	¢294 798 000
13	¢38 000 000	¢60 090 000	¢4 947 123	¢57 306 894	¢294 798 000
14	¢58 500 000	¢52 510 000	¢6 022 020	¢63 328 914	¢294 798 000
15			¢4 262 302	¢67 591 216	¢294 798 000
16	¢33 500 000	¢50 200 000	¢6 326 047	¢73 917 262	¢294 798 000
17	¢21 000 000	¢33 410 000	¢5 652 314	¢79 569 577	¢294 798 000
18			¢3 610 163	¢83 179 740	¢294 798 000
19			¢5 968 008	¢89 147 748	¢294 798 000
20	¢19 500 000	¢21 400 000	¢3 868 579	¢93 016 327	¢294 798 000
21	¢17 416 667	¢18 700 000	¢6 558 042	¢99 574 370	¢294 798 000
22	¢31 333 333	¢10 090 000	¢6 448 386	¢106 022 756	¢294 798 000
23			¢3 804 746	¢109 827 502	¢294 798 000
24	¢30 000 000	¢15 100 000	¢680 515	¢110 508 017	¢294 798 000
25			¢3 709 486	¢114 217 503	¢294 798 000
26			¢4 318 475	¢118 535 978	¢294 798 000
27	¢17 500 000	¢5 900 000	¢3 459 951	¢121 995 929	¢294 798 000
28			¢1 518 162	¢123 514 091	¢294 798 000
29	¢25 000 000	¢4 290 000	¢5 448 478	¢128 962 569	¢294 798 000

Gráfica #11: Costo global del ciclo de vida en función de la antigüedad



Fuente: Elaboración propia

De puede observar la similitud con la figura #2 del marco teórico, donde para este caso, cerca del año 12-13, se determina el punto de cruce de las curvas de los costos acumulados en

mantenimientos, con el valor actual del activo (determinado por el valor fiscal o por el de seguro, según el criterio utilizado). Este se conoce como el punto de equilibrio y el objetivo es demorar la aparición de este, trabajando siempre a la izquierda del mismo. Comparado con los valores encontrados y teóricos para la vida útil de los equipos, se encuentra que este punto, actualmente, es cercano a la mitad de la vida útil.

Para lograr lo anterior, se procura por dos vertientes, primero al priorizar los mantenimientos preventivos sobre los correctivos, dado que los segundos representan siempre un costo superior, una vez que ocurrió el daño. Esto va a suavizar la curva de costos acumulados, haciéndola con una pendiente menor. En segunda instancia, se puede revalorizar los equipos, considerando los trabajos mayores que se la hagan a los mismos (un trabajo de *overhaul* a un motor, cambio del módulo de extinción para las unidades, etc.). Esto también va a suavizar la curva del valor actual del activo, demorando la aparición del punto de equilibrio en el tiempo.

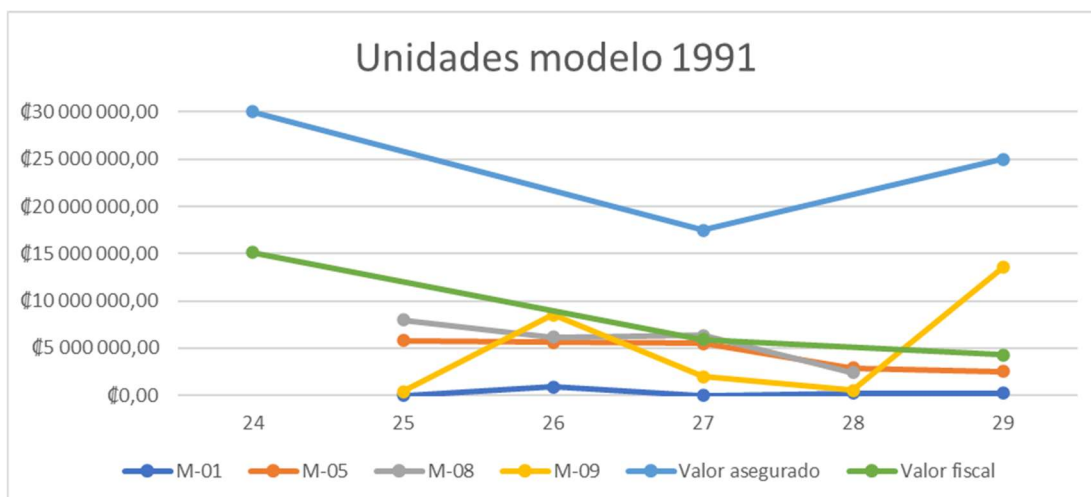
Retiro de servicio

Como se mencionó anteriormente, el retiro de servicio de las unidades se da, según el criterio de los mantenimientos anuales que excedan el valor de seguro de la unidad. Teniendo en cuenta los gráficos analizados, en los puntos previos, se realizará un análisis por cada unidad de las presentes en el estudio, agrupadas por su modelo de fabricación. Este detalle se realiza para los modelos que superan el punto de equilibrio visto anteriormente, dado que es el área de más interés.

Tabla 13: Mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades mod. 91

Unidad	Antigüedad					
	24	25	26	27	28	29
M-01		₡ -	₡ 909 916	₡ 1 350	₡ 212 550	₡ 212 550
M-05		₡5 812 477	₡5 625 377	₡ 5 520 396	₡2 911 180	₡ 2 557 271
M-08		₡7 976 300	₡6 140 194	₡ 6 348 125	₡2 439 477	
M-09		₡ 402 873	₡8 534 213	₡ 1 969 934	₡ 509 441	₡13 575 614
Valor asegurado	₡30 000 000			₡17 500 000		₡25 000 000
Valor fiscal	₡15 100 000			₡ 5 900 000		₡ 4 290 000

Gráfica #12: Gastos en mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades modelo 1991, en función de su antigüedad



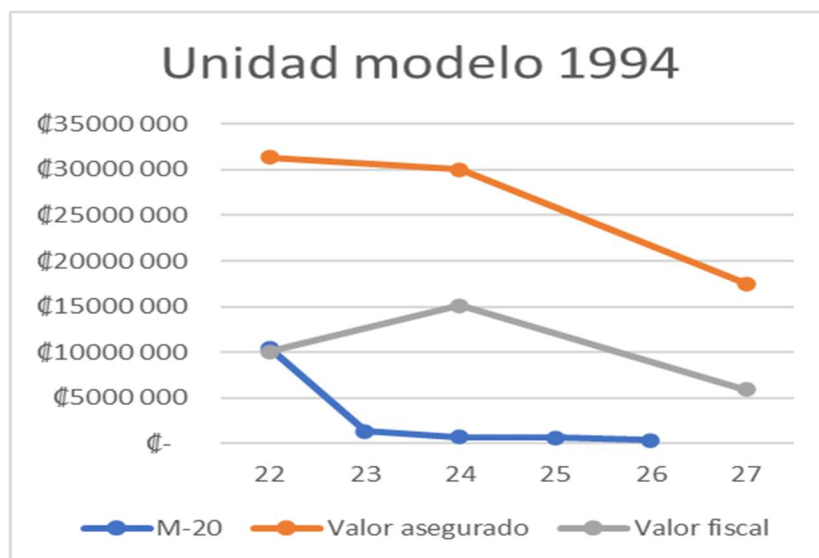
Fuente: Elaboración propia

En este gráfico se evidencia la importancia de la definición del valor actual de las unidades, ya que, considerando el valor de aseguramiento, todavía no se alcanzó el punto de sustitución para las unidades, en tanto, que, si se considera como valor actual el valor fiscal de las mismas, en dos de ellas (M-08 con 27 años de antigüedad y M-09 con 29 años de antigüedad), se sobrepasó el gasto anual en mantenimientos respecto a su valor fiscal.

Tabla 14: Mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidad mod. 94

Unidad	Antigüedad					
	22	23	24	25	26	27
M-20	₱10 506 802	₱1 348 527	₱ 680 515	₱646 295	₱382 674	
Valor asegurado	₱31 333 333		₱30 000 000			₱17 500 000
Valor fiscal	₱10 090 000		₱15 100 000			₱ 5 900 000

Gráfica #13: Gastos en mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades modelo 1994, en función de su antigüedad



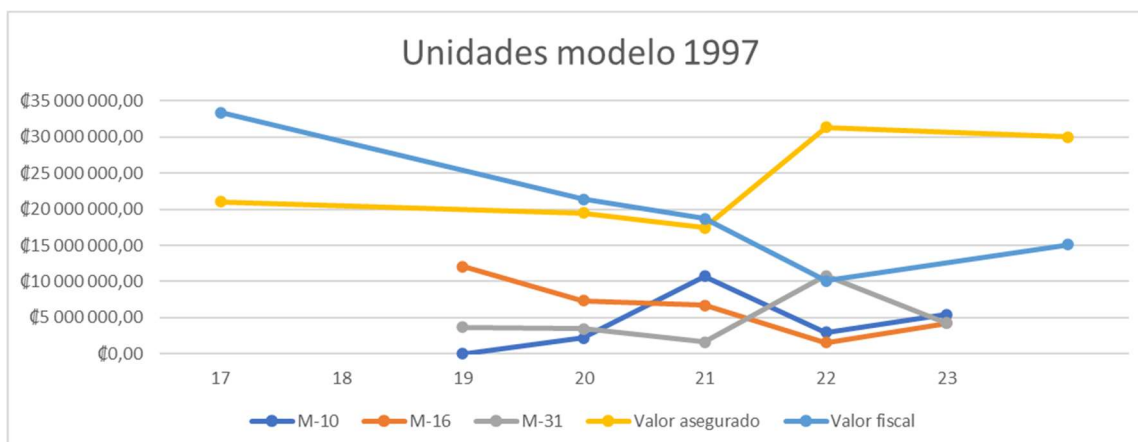
Fuente: Elaboración propia

En este caso, solamente se cuenta con una unidad modelo 1994 y se observa, una vez más, la diferencia entre el valor de aseguramiento y el valor fiscal de la unidad para este período. Si se considera el segundo como el valor actual de la unidad, para 22 años de antigüedad, el costo anual de los mantenimientos sobrepasa el valor actual del equipo.

Tabla 15: Mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades mod. 97

Unidad	Antigüedad						
	17	19	20	21	22	23	24
M-10		₡ -	₡ 2 153 432	₡10 705 451	₡ 2 982 983	₡5 397 988	
M-16		₡12 085 802	₡ 7 361 873	₡ 6 666 912	₡ 1 532 462	₡4 212 050	
M-31		₡ 3 660 809	₡ 3 421 911	₡ 1 622 288	₡10 771 297	₡4 260 421	
Valor asegurado	₡21 000 000		₡19 500 000	₡17 416 667	₡31 333 333		₡30 000 000
Valor fiscal	₡33 410 000		₡21 400 000	₡18 700 000	₡10 090 000		₡15 100 000

Gráfica #14: Gastos en mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades modelo 1997, en función de su antigüedad



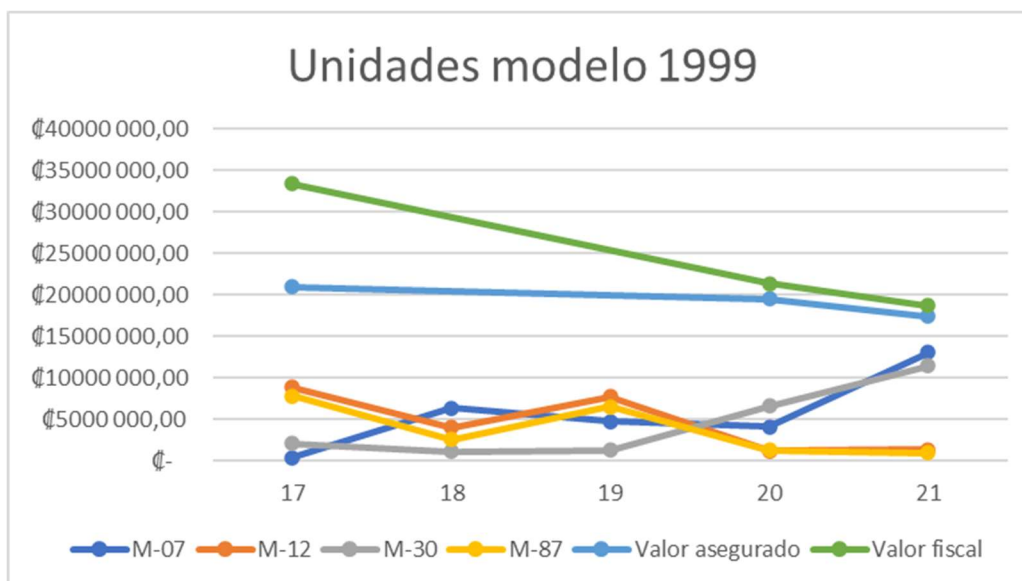
Fuente: Elaboración propia

Notable en este rango, la poca linealidad de los valores de seguro para los equipos, donde los más antiguos cuentan con un valor hasta 50% más alto que los de modelos recientes. Para el caso de la M-31, se sobrepasa el gasto en mantenimientos anuales, respecto a su valor fiscal, para el año 22 de antigüedad.

Tabla 16: Mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades mod. 99

Unidad	Antigüedad				
	17	18	19	20	21
M-07	₱ 420 788	₱ 6 323 815	₱ 4 772 372	₱ 4 137 120	₱ 13 083 748
M-12	₱ 8 876 072	₱ 3 997 828	₱ 7 762 730	₱ 1 224 417	₱ 1 396 821
M-30	₱ 2 087 497	₱ 1 139 070	₱ 1 286 488	₱ 6 573 827	₱ 11 438 501
M-87	₱ 7 830 654	₱ 2 537 065	₱ 6 499 749	₱ 1 280 116	₱ 992 576
Valor asegurado	₱ 21 000 000			₱ 19 500 000	₱ 17 416 667
Valor fiscal	₱ 33 410 000			₱ 21 400 000	₱ 18 700 000

Gráfica #15: Gastos en mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades modelo 1999, en función de su antigüedad



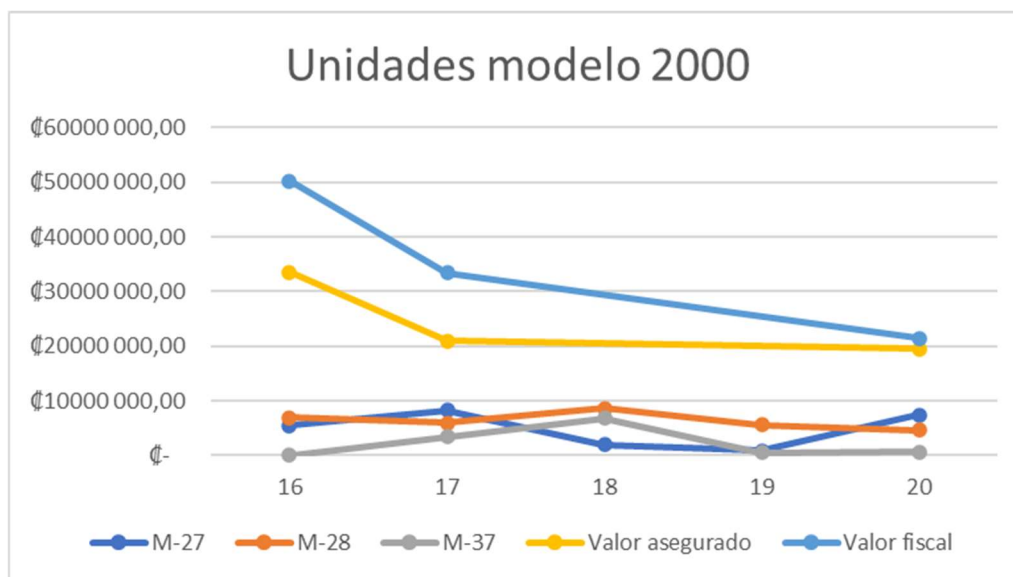
Fuente: Elaboración propia

Para este rango, ya no existe cruce entre las curvas de costos de mantenimientos anuales y el valor que se defina como valor actual del activo, sin embargo, ya se nota alguna tendencia, donde pronto puedan cruzarse ambas líneas. En este caso, se recomienda intensificar los mantenimientos preventivos sobre los correctivos (se estima que una proporción adecuada debería ser que los mantenimientos correctivos sean un 20% del presupuesto de mantenimientos preventivos).

Tabla 17: Mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades mod. 2000

Unidad	Antigüedad				
	16	17	18	19	20
M-27	₪ 5 440 563	₪ 8 266 585	₪ 1 941 542	₪ 838 215	₪ 7 389 223
M-28	₪ 6 959 657	₪ 5 945 798	₪ 8 572 175	₪ 5 630 782	₪ 4 591 287
M-37	₪ -	₪ 3 401 822	₪ 6 746 757	₪ 468 327	₪ 552 584
Valor asegurado	₪ 33 500 000	₪ 21 000 000			₪ 19 500 000
Valor fiscal	₪ 50 200 000	₪ 33 410 000			₪ 21 400 000

Gráfica #16: Gastos en mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades modelo 2000, en función de su antigüedad



Fuente: Elaboración propia

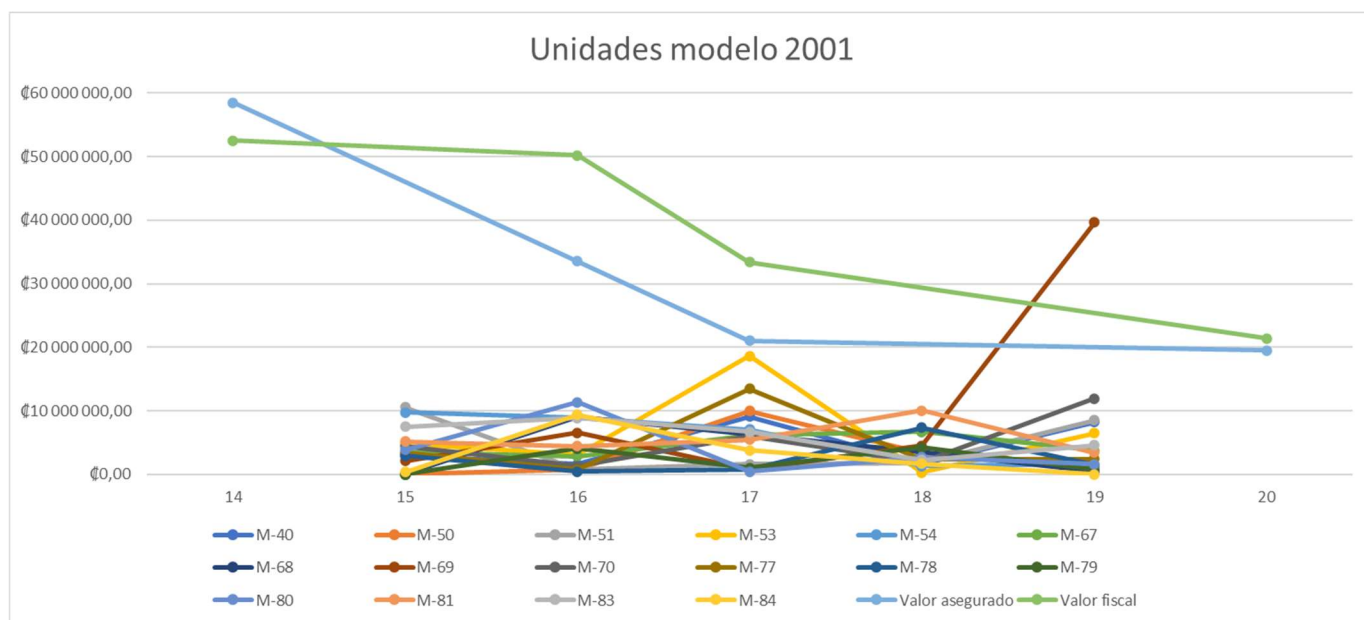
Similar al anterior, las líneas no se cruzan, pero ya observa que la tendencia es próxima a que esto suceda en algún momento próximo. Adicional a lo anterior, se recomienda asimismo actualizar el valor de los activos, cada vez que se le realice algún trabajo especial que lo revalorice.

Tabla 18: Mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades mod. 2001

Unidad	Antigüedad						
	14	15	16	17	18	19	20
M-40		₱ 2 997 641	₱ 1 576 848	₱ 9 108 467	₱ 1 686 291	₱ 8 208 164	
M-50		₱ -	₱ 753 720	₱ 9 984 540	₱ 3 393 311	₱ 944 842	
M-51		₱ 10 560 486	₱ 813 517	₱ 1 570 316	₱ 1 753 127	₱ 8 533 841	
M-53		₱ 4 862 415	₱ 3 148 496	₱ 18 647 650	₱ 258 829	₱ 6 453 722	
M-54		₱ 9 749 468	₱ 8 948 845	₱ 7 042 851	₱ 1 294 350	₱ 1 568 197	
M-67		₱ 3 510 754	₱ 2 842 544	₱ 6 181 068	₱ 6 662 719	₱ 3 750 603	
M-68		₱ -	₱ 9 074 938	₱ 6 253 643	₱ 3 511 894	₱ 438 095	
M-69		₱ 2 134 559	₱ 6 554 942	₱ 804 368	₱ 4 511 291	₱ 39 647 925	
M-70		₱ 4 444 699	₱ 1 323 683	₱ 5 936 679	₱ 1 958 448	₱ 11 945 762	
M-77		₱ 3 362 980	₱ 739 999	₱ 13 472 714	₱ 2 342 939	₱ 2 430 342	
M-78		₱ 2 927 103	₱ 433 334	₱ 693 619	₱ 7 313 073	₱ 1 486 326	
M-79		₱ -	₱ 4 052 877	₱ 1 005 791	₱ 4 200 927	₱ 715 291	
M-80		₱ 3 866 595	₱ 11 367 322	₱ 434 110	₱ 2 681 607	₱ 1 607 357	
M-81		₱ 5 129 640	₱ 4 423 527	₱ 5 447 267	₱ 10 008 754	₱ 3 422 710	

M-83		₡ 7 526 043	₡ 8 877 191	₡ 6 661 303	₡ 2 260 691	₡ 4 592 061	
M-84		₡ 401 390	₡ 9 359 093	₡ 3 819 472	₡ 1 640 165	₡ -	
Valor asegurado	₡ 58 500 000		₡ 33 500 000	₡ 21 000 000			₡ 19 500 000
Valor fiscal	₡ 52 510 000		₡ 50 200 000	₡ 33 410 000			₡ 21 400 000

Gráfica #17: Gastos en mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades modelo 2001, en función de su antigüedad

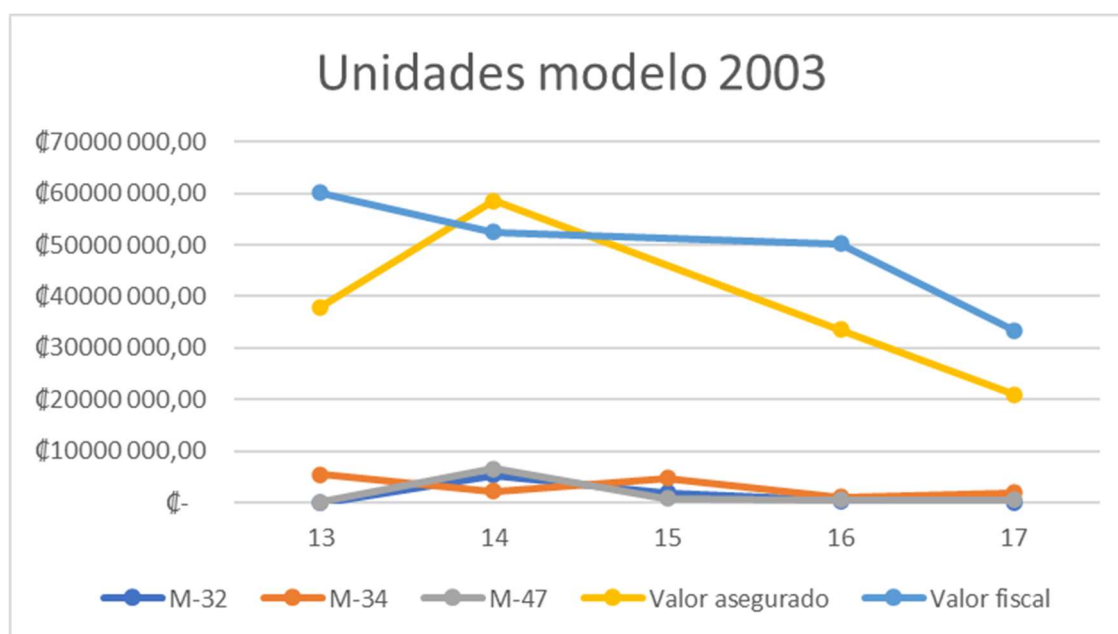


Fuente: Elaboración propia

En este caso, se nota una unidad en particular, para la cual los mantenimientos anuales superaron, por mucho, el valor comercial de la misma (considerando cualquiera del criterio de valor de seguro como valor fiscal). En este caso, se evidencia la importancia de contar con algún software de gestión de mantenimiento, donde el mismo dé las alertas para este tipo de situaciones, sin necesidad de una compilación manual de datos, los cuales, suelen darse después de haberse realizado los desembolsos y generados los trabajos de mantenimiento.

Tabla 19: Mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades mod. 2003

Unidad	Antigüedad				
	13	14	15	16	17
M-32	₪ 4 550	₪ 5 307 445	₪ 1 963 055	₪ 391 430	₪ -
M-34	₪ 5 512 178	₪ 2 242 967	₪ 4 734 408	₪ 1 065 826	₪ 1 982 936
M-47	₪ 104 636	₪ 6 541 998	₪ 841 242	₪ 483 458	₪ 473 148
Valor asegurado	₪ 38 000 000	₪ 58 500 000		₪ 33 500 000	₪ 21 000 000
Valor fiscal	₪ 60 090 000	₪ 52 510 000		₪ 50 200 000	₪ 33 410 000

Gráfica #18: Gastos en mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades modelo 2003, en función de su antigüedad

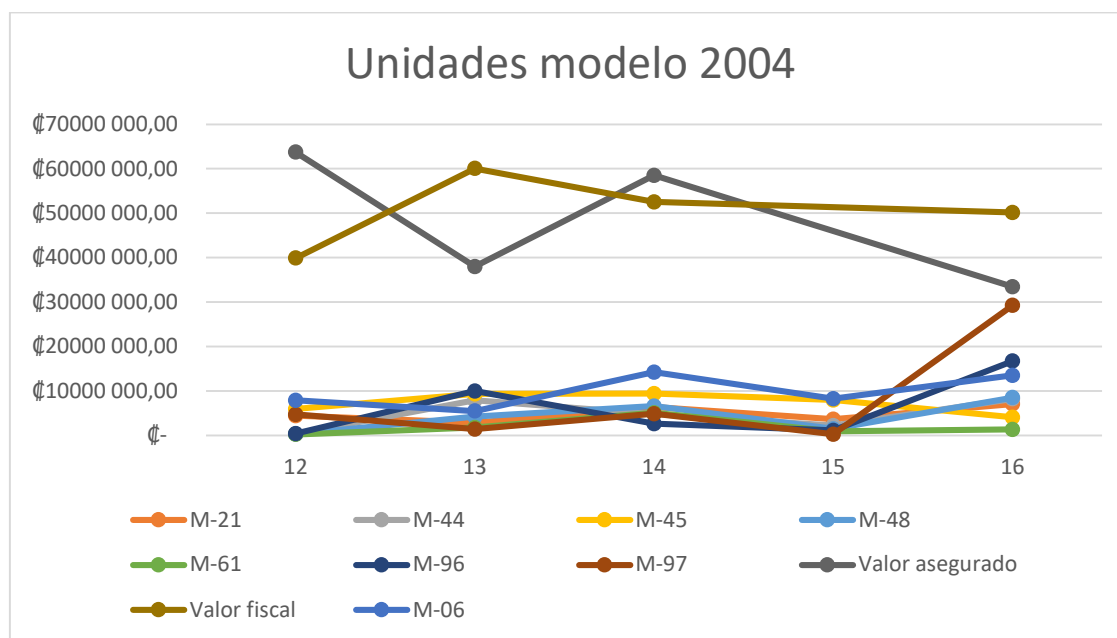
Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades mod. 2004

Unidad	Antigüedad				
	12	13	14	15	16
M-06	₪ 7 896 219	₪ 5 511 639	₪ 14 282 049	₪ 8 279 535	₪ 13 514 900
M-21	₪ 4 443 893	₪ 2 884 691	₪ 6 395 476	₪ 3 661 516	₪ 7 108 770
M-44	₪ 377 464	₪ 7 885 948	₪ 4 833 855	₪ 2 220 335	₪ 8 244 739
M-45	₪ 6 004 024	₪ 9 364 298	₪ 9 432 919	₪ 7 975 071	₪ 4 121 931
M-48	₪ 354 764	₪ 4 248 634	₪ 6 606 051	₪ 1 526 996	₪ 8 529 550
M-61	₪ 261 719	₪ 1 797 076	₪ 5 140 679	₪ 964 701	₪ 1 360 495

M-96	₡ 440 036	₡ 10 027 607	₡ 2 685 262	₡ 1 122 970	₡ 16 768 079
M-97	₡ 4 754 020	₡ 1 447 623	₡ 4 894 893	₡ 312 680	₡ 29 282 363
Valor asegurado	₡ 63 750 000	₡ 38 000 000	₡ 58 500 000		₡ 33 500 000
Valor fiscal	₡ 39 930 000	₡ 60 090 000	₡ 52 510 000		₡ 50 200 000

Gráfica #19: Gastos en mantenimientos anuales, valor asegurado y valor fiscal para unidades modelo 2004, en función de su antigüedad



Fuente: Elaboración propia

Para los dos casos anteriores, no se cruzan las líneas de los valores de los activos y el costo de los mantenimientos anuales, dado que las unidades ya son de modelos más recientes. Importante aplicar los criterios mencionados con anterioridad, para demorar la aparición del cruce entre las líneas de costo y de mantenimiento anual, para esta forma lograr alargar la vida útil de las unidades, sin tener que incurrir en el reemplazo de las mismas.

Encuesta a los operadores

Se realizó la encuesta a los operadores de los equipos, ya que estos son los encargados de laborar día a día con los mismos y generar los reportes con los que luego la UMV programa los mantenimientos a realizar, a través de la plataforma llamada SIGAE (Sistema de Información

Geográfica para la Atención de Emergencias). Dicha plataforma integra varios aspectos como la atención de emergencias, ubicación del personal y las unidades, trámites administrativos (vacaciones, etc.), reportes de kilometraje y uso de combustibles y otros recursos.

Se efectúa el acercamiento con los operadores para conocer el nexo de información importante para el tema en estudio, de manera que se puedan generar recomendaciones.

Como primera pregunta, se realizó la consulta sobre el conocimiento del valor actual del equipo que maneja, los resultados se muestran a continuación, en la gráfica #20:

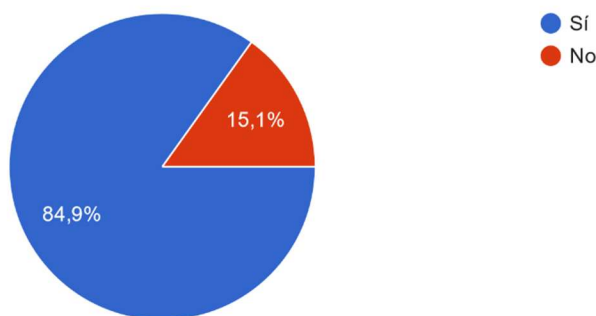
Tabla 21: Encuesta a operadores. Conocimiento del valor actual del equipo

		¿Conoce el valor actual del equipo que maneja?	
Sí	45	84,91%	
No	8	15,09%	

Gráfica #20: Encuesta a operadores. Conocimiento del valor actual del equipo

¿Conoce el valor actual del equipo que maneja?

53 respuestas



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el gráfico, anteriormente mostrado, se observa que menos de una quinta parte de los operadores, no conocen el valor actual del equipo que manejan.

A continuación, se realizó la consulta si conocen la vida útil de los equipos en estudio. En este caso, junto con la pregunta anterior, es importante el conocimiento por parte de los operadores, para que puedan reportar, oportunamente, las situaciones que observen, de manera que se puedan

programar mantenimientos preventivos antes que correctivos, especialmente en la segunda mitad de la vida útil de los equipos. Los resultados se muestran, en la gráfica #21:

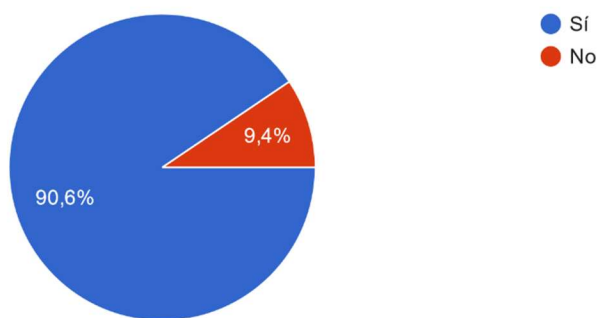
Tabla 22: Encuesta a operadores. Conocimiento de la vida útil del equipo

		¿Conoce cuál es la vida útil de una unidad extintora de incendios?	
Sí	48	90,57%	
No	5	9,43%	

Gráfica #21: Encuesta a operadores. Conocimiento de la vida útil del equipo

¿Conoce cuál es la vida útil de una unidad extintora de incendios?

53 respuestas



Fuente: Elaboración propia

En este caso, el porcentaje de conocimiento es aún mayor, evidenciando una buena línea de información general, en los encargados del manejo de los equipos.

Posteriormente, se consultó si se conoce los mantenimientos que se le brinda a los equipos. Los operadores de forma diaria deben realizar una revisión básica de niveles, luces, y controles; así como otras revisiones de forma quincenal y mensual. Como se indicó, el *check list* de estas revisiones se hacen en el SIGAE.

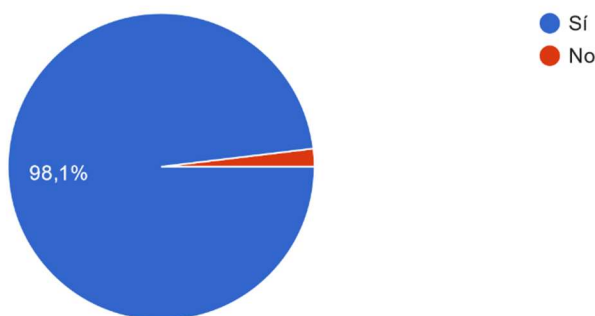
Tabla 23: Encuesta a operadores. Conocimiento de los mantenimientos del equipo

		¿Conoce los mantenimientos que se le brinda al equipo?	
Sí	52	98,11%	
No	1	1,89%	

Gráfica #22: Encuesta a operadores. Conocimiento de los mantenimientos del equipo

¿Conoce los mantenimientos que se le brinda al equipo?

53 respuestas



Fuente: Elaboración propia

Dadas las herramientas informáticas con las que se cuenta, se evidencia un conocimiento pleno de los mantenimientos realizados a las unidades, lo cual, se interpreta como una gran fortaleza en la gestión actual del proceso.

A continuación, para profundizar un poco más en la consulta anterior, se preguntó sobre si se conoce la frecuencia de los mantenimientos que se realizan a los equipos.

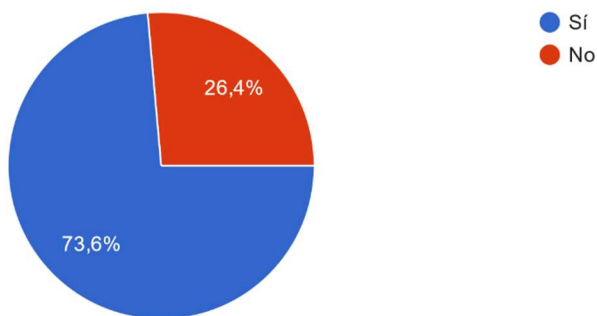
Tabla 24: Encuesta a operadores. Conocimiento de la frecuencia de los mantenimientos aplicados al equipo

		¿Conoce la frecuencia con la que se aplican los mantenimientos al equipo?	
Sí	39	73,58%	
No	14	26,42%	

Gráfica #23: Encuesta a operadores. Conocimiento de la frecuencia de los mantenimientos aplicados al equipo

¿Conoce la frecuencia con la que se aplican los mantenimientos al equipo?

53 respuestas



Fuente: Elaboración propia

En este caso, el porcentaje de conocimiento baja de algún modo, hasta acercarse a una cuarta parte de los consultados.

Se indicó, por parte de algunos operadores, que las averías reportadas no eran recibidas o tramitadas de forma adecuada por parte de la Unidad de Mantenimiento Vehicular, ignorando la magnitud de los reportes y en ocasiones, no programando mantenimientos después de reportadas las anomalías.

Lo anterior se evidencia como un importante punto de mejora, dado que la no atención de anomalías podría desencadenar en una avería mayor, elevando el costo de los mantenimientos correctivos.

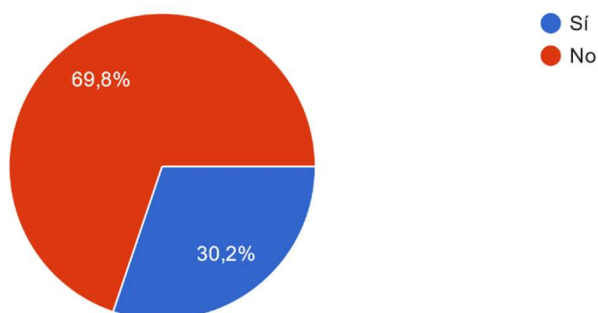
Para ahondar en términos de los costos de los mantenimientos, se realizó la pregunta si se conocía el costo de los mismos en el equipo que manejan.

Tabla 25: Encuesta a operadores. Conocimiento de los costos de los mantenimientos aplicados al equipo

¿Conoce el costo en mantenimientos realizados a los equipos que maneja en el último año?		
Sí	16	30,19%
No	37	69,81%

Gráfica #24: Encuesta a operadores. Conocimiento de los costos de los mantenimientos aplicados al equipo

¿Conoce el costo en mantenimientos realizados a los equipos que maneja en el último año?
53 respuestas



Fuente: Elaboración propia

La mayoría de los operadores indicó no conocer el costo de los mantenimientos realizados.

Finalmente, se consultó sobre la disponibilidad de los equipos. Los resultados se muestran en la gráfica #25:

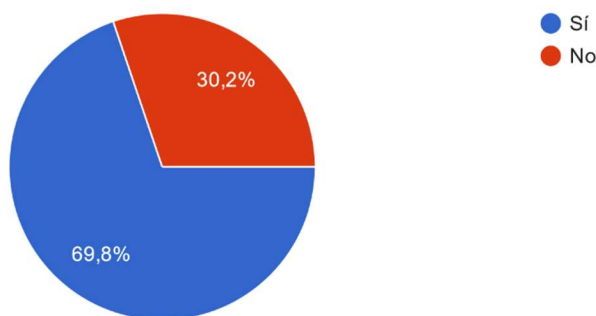
Tabla 26: Encuesta a operadores. Conocimiento de la disponibilidad del equipo

¿Conoce cuál ha sido la disponibilidad del equipo de extinción de incendios?		
Sí	37	69,81%
No	16	30,19%

Gráfica #25: Encuesta a operadores. Conocimiento de la disponibilidad del equipo

¿Conoce cuál ha sido la disponibilidad del equipo de extinción de incendios?

53 respuestas



Fuente: Elaboración propia

Ante esta pregunta, un poco más de las dos terceras partes de los consultados, indicó que conoce la disponibilidad de los equipos. Ante esta consulta, se amplió, por parte de los operadores, que en ocasiones, la disponibilidad disminuye, debido en gran parte al hecho de no tener repuestos en el país, o bien, porque las unidades pasan de un taller tercerizado a otro, solo para diagnósticos, sin ser efectuados los mantenimientos, por temas de costos.

Todo ese tiempo, aparte de afectar los días en servicio de la unidad como tal, genera averías de otros tipos (los elementos electromecánicos al estar detenidos por largos períodos de tiempo, sufren fallas), aparte de una falta de confianza en el proceso por parte de los operadores, los cuales manifiestan que, en ocasiones prefieren no reportar pequeñas averías, con las cuales consideran que la unidad pueda seguir en funcionamiento, con tal de evitar largas paradas al equipo, con las consecuencias indicadas.

Lo anterior también se encuentra como un fuerte punto de mejora, ya que los mantenimientos se deben realizar oportunamente, para evitar las consecuencias descritas.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se conoció la estrategia de asignación de la vida útil de la flotilla de extinción, así como los costos de mantenimiento y el valor de los activos dentro de la institución. Se encontró que el valor de los activos no se somete a una revisión periódica por parte de las dos unidades a cargo del mismo (Unidad de Servicios Generales en coordinación con la Unidad de Mantenimiento Vehicular).

Con respecto a los costos de mantenimiento, los mismos se encuentran disponibles dentro de las bases de datos de la institución, sin embargo, no se encuentran adecuadamente tabulados para cada unidad extintora, no se pueden consultar fácilmente ni de manera inmediata, lo que puede provocar no tener un panorama totalmente claro en la toma de decisiones.

Como segunda conclusión, se identificaron los mantenimientos preventivos y los correctivos, realizados a la flotilla en estudio, en este punto se observa una división poco clara y sin una totalidad de criterios técnicos, entre uno y otro modelo de mantenimiento.

Como tercera conclusión y dadas las limitaciones expuestas, no es posible cuantificar un ahorro en costos anuales, ya que no se tiene una asignación totalmente clara de los desembolsos realizados, asignados entre mantenimientos preventivos o correctivos. Con respecto a la disponibilidad de equipos, se encuentra que la teoría se cumple en el sentido de que la disponibilidad baja, en función de la antigüedad del activo.

Recomendaciones

Con respecto al primer objetivo trazado, el cual era: Conocer la estrategia de asignación de la vida útil de la flotilla de unidades extintoras dentro de la institución, valorando la relación existente entre los costos de mantenimiento y el valor de los activos, de acuerdo con el costo de adquisición.

Se recomienda para el mismo, realizar una revisión periódica del valor de las unidades e incluir las revalorizaciones por trabajos efectuados en los equipos.

Otra recomendación para este objetivo, es asignar, adecuadamente, los recursos de repuestos con los que se cuenten en bodegas, propias a cada unidad en que se instalen.

Para la tabulación de datos y seguimiento de los mantenimientos, se recomienda sustituir el manejo mediante tablas de Excel, a un software similar al comercial llamado Tricom. A continuación, se muestran algunas capturas de este:

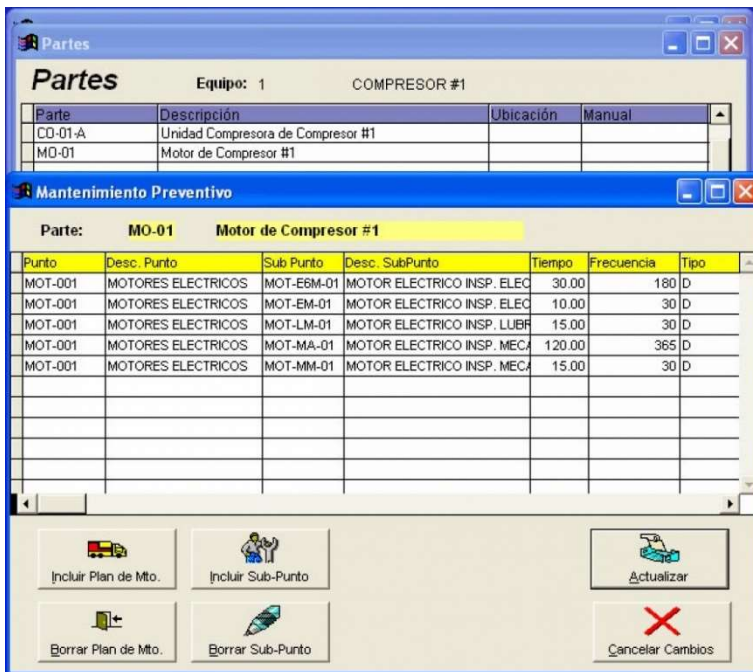


Figura #23: Captura de pantalla de software de gestión de mantenimiento

Fuente: Tricom Software

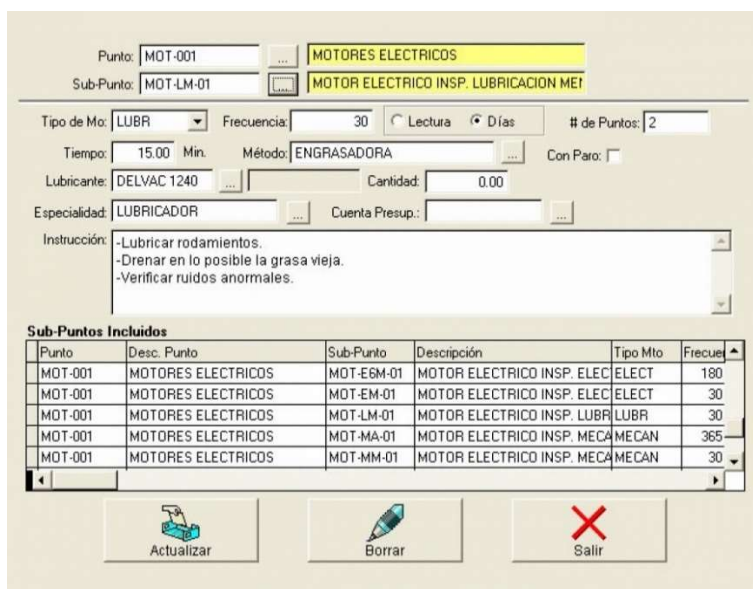


Figura #24: Captura de pantalla de software de gestión de mantenimiento

Fuente: Tricom Software

Tipo de Mantenimiento: MECAN MECANICO

Secciones: Todas
 Especifica

Con paro: No Si Ambos

Equipos: Activos Inactivos Todos

Incluir en el Reporte: Instrucciones
 Comentarios

Ordenado por: Area y Equipo
 Especialidad
 Equipo
 Especialidad y Equipo

Reporte por: Lecturas Actuales
 Fechas Proyectadas

Hasta el día: 08/02/2003 ...

Especialidades: Todas
 Especifica



 

Figura #25: Captura de pantalla de software de gestión de mantenimiento

Fuente: Tricom Software

Orden de Trabajo: 301 Cerrar OT

Sección: A01 SECCION #1

Area: 1 CUARTO DE CALDERAS

Equipo: 1 CALDERA #1

Parte: MB-11-0235 Moto-Bomba de Agua de Recirculación #1

Departamento: 01 Departamento Mecánico

Fecha: 23/07/2003

Tipo Mto.: E ELECTRICO

Grupo de Fallas: 1 FALLAS ELECTRICAS

Falla: 100 Falla de Fluido Eléctrico

Visto Bueno/Cuadrilla: Cesar Quiros

Fecha/Hora Apertura OT: 18/02/2004 09:41

Fecha/Hora Inicio OT: 18/02/2004 09:41

Fecha/Hora Cierre OT: 18/02/2004 09:41

Tiempo Total: 0.00 Horas




Tipo Llamada: A

Turno: Turno 1
 Turno 2
 Turno 3

Tipo / Código de Parte:

Min Paro	Costo/Minuto	Costo Total
15.00	1560.00	23400.00

Tiempo Mto.: 45.00 Desperdicio: 0.00 Lectura: 0.00






    

Figura #26: Captura de pantalla de software de gestión de mantenimiento

Fuente: Tricom Software

Cód.Cuenta:	00-9865-3123
Descripción:	SALARIOS MECANICOS
Para el Año:	2020
Enero:	0.00
Febrero:	0.00
Marzo:	0.00
Abril:	0.00
Mayo:	0.00
Junio:	0.00
Julio:	0.00
Agosto:	0.00
Setiembre:	0.00
Octubre:	0.00
Noviembre:	0.00
Diciembre:	0.00
Total:	0.00

Figura #27: Captura de pantalla de software de gestión de mantenimiento

Fuente: Tricom Software

Secciones: Todas Especifica

Del día: 01/01/2003 ... Utilizar Repuestos por:
 Al día: 08/05/2003 ... Salidas por Bodega Salidas por Historial

Utilizar Horas por: Producción Diaria Predefinidas

Tipos de Mto: Todos Especifico

Grupo de Fallas: Todos Especifico

Turnos: Todos Especifico

Producto: Todos Especifico

Figura #28: Captura de pantalla de software de gestión de mantenimiento

Fuente: Tricom Software

Incluso se podría integrar el sistema de gestión actual SIGAE, con algún desarrollo compatible, similar al anteriormente mostrado.

El segundo objetivo trazado fue: Identificar los diferentes modelos de gestión de mantenimiento aplicables para activos rodantes y los aplicados para la flotilla en estudio.

En este punto, se recomienda, en primera instancia, mejorar el manejo de información con los operadores de los equipos, para conocer, por parte de éstos, las anomalías observadas y luego programar los trabajos a realizar, con criterio técnico.

El tercer objetivo de este trabajo de investigación es: Cuantificar el ahorro estimado en gastos anuales en mantenimiento y en disponibilidad de equipos.

Para el mismo, se recomienda asignar, adecuadamente, los gastos en cada modelo de mantenimiento, para luego poder diseñar estrategias en favor de los mantenimientos preventivos, dejando solamente un 20% del presupuesto de éstos, para mantenimientos correctivos.

También sobre el mismo objetivo, se puede mejorar el sistema de procesamiento de órdenes de trabajo, para reducir los tiempos de no disponibilidad y reducir otros daños en otros sistemas de las unidades por parálisis del equipo. Al mismo tiempo, mejoraría la percepción de los operadores en el proceso, resultando en una mejor comunicación entre los involucrados y finalmente, obteniendo mejores indicadores en la gestión.

Finalmente, los hallazgos de la presente investigación son de suma importancia, ya que pueden ser extrapolados al resto de la flotilla de la institución (la flotilla en estudio comprende un 24.12% de la flotilla total de la institución), así como para otras instituciones o empresas con flotillas numerosas.

REFERENCIAS

- Bareño, J., González, A. y Benavides, C. (2019). *Diseño Del Plan De Mantenimiento Preventivo Para Los Automotores Del Cuerpo Oficial De Bomberos De La Alcaldía De Soacha, Cundinamarca*. Tesis de graduación. Universidad ECCI (Escuela Colombiana de Carreras Intermedias), Colombia.
- Buelvas, C. y Martínez, R. (2014). *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L&L*. Tesis de graduación. Universidad Autónoma Del Caribe, Colombia.
- El Observador. 23/abr/2023. Bomberos acumulan €99.000 millones por superávits, regla fiscal impuso freno al gasto. Recuperado de <https://observador.cr/bomberos-acumulan-ahorro-por-99-000-millones-regla-fiscal-impuso-freno-al-gasto/>
- Fierro, Á. (2009). *Contabilidad de activos*. Ecoe Ediciones. Recuperado de: <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/69090?page=205>
- Gallud, J. E. (2015). *Manual práctico para escribir una tesis*. España, Madrid: Editorial VERBUM.
- González, F. (2005). *Teoría y práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado*. Madrid, España: Fundación Confemetal
- González, J. (2013). *Gestión y logística del mantenimiento de vehículos*. ECU. Recuperado de: <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/42537?page=272>
- Hernández, R., Fernández R. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández Sampieri, R., Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. España: McGraw-Hill Education.
- Hunt, K. (1990). *Kinematic Geometry of Mechanisms*. Clarendon Press.
- Integra Markets. (2017). *Gestión y Planificación del Mantenimiento Industrial*. Perú, Lima.
- Iglesias, M. (2021). *Metodología de la investigación científica: Diseño y elaboración de protocolos y proyectos*. Recuperado de:

<https://www.everand.com/book/527127188/Metodologia-de-la-investigacion-cientifica-Diseno-y-elaboracion-de-protocolos-y-proyectos>

Naranjo, S. y Tenecela, J. (2022). *Pilay, R. (2018). Propuesta De Un Plan De Mantenimiento Preventivo Mediante Un Análisis De Criticidad Para Los Vehículos Utilitarios Del Departamento De Cuerpo De Bomberos Del Cantón Pasaje*. Tesis de graduación. Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, Ecuador.

Navarro Elola, L. (2009). *Gestión Integral del Mantenimiento*. Marcombo. Recuperado de: <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/45905?page=2>

Norton, R. (2009). *Diseño de maquinaria: síntesis y análisis de máquinas y mecanismos*. McGraw-Hill Interamericana. Recuperado de: <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/101930?page=48>

Ochoa, W. y , R. (2018). *Análisis del ciclo de vida económica útil de maquinaria pesada utilizada en movimiento de tierra*. Tesis de graduación. Universidad De Guayaquil, Ecuador.

Pilay, R. (2018). *Análisis del ciclo de vida económica útil de maquinaria pesada utilizada en movimiento de tierra*. Tesis de graduación. Universidad De Guayaquil, Ecuador.

Radio Santa Clara. 11/mayo/2021. Con gira por la Zona Norte, Bomberos de Costa Rica celebra 155 aniversario. Recuperado de <https://www.radiosantaclara.cr/con-gira-por-la-zona-norte-bomberos-de-costa-rica-celebra-155-aniversario/>

Reglamento a Ley del Impuesto sobre la Renta. Decreto ejecutivo 18445- H. Poder ejecutivo de la República de Costa Rica. Recuperado de: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=7241&nValor3=117937&strTipM=TC

Rincón, C..Molina, F. y Villareal F. (2019). *Contabilidad de Costos I. Componentes del Costo*. Colombia, Bogotá: Ediciones de la U.

Santos, R., Barroso, F., Chuc, F. y Santos, M. (2020). *Cómo elaborar un proyecto de investigación: Aplicación práctica de las Normas Internacionales de Auditoría*.

Recuperado de: <https://www.everand.com/book/458061594/Como-elaborar-un-proyecto-de-investigacion-Aplicacion-practica-de-las-Normas-Internacionales-de-Auditoria>

Tavares, L. (2000). *Administración Moderna del Mantenimiento*. Brasil: Novo Polo Publicações.

Yepes, V. (2015). *Coste, producción y mantenimiento de maquinaria para construcción*. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de: <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/57395>

ANEXOS

Anexo #1

Cuestionario para encargado Unidad Mantenimiento Vehicular

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS

ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

Marzo 2021

Estimado señor:

Este cuestionario tiene como propósito obtener información sobre los costos asociados a la compra y mantenimiento de la flotilla. Por lo anterior, se le solicita su colaboración para responder a las interrogantes que se le presentan. La información suministrada se tratará con total confidencialidad y tiene como finalidad proveer los datos necesarios para realizar este estudio.

De antemano, se agradece su colaboración.

Favor explicar detalladamente las siguientes consultas:

- ¿Cuál es el costo de adquisición de los equipos en estudio?
- ¿Cuál es el valor actual de los activos y metodología para su cálculo?

SEGUNDA PARTE: MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Favor explicar detalladamente las siguientes consultas:

- ¿Cuáles son las clases de mantenimiento que se ejecutan en la flotilla en estudio?
- ¿Cómo se realiza la toma de datos y seguimiento de los indicadores de mantenimiento?

TERCERA PARTE: DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS. GASTO EN MANTENIMIENTO

Favor explicar detalladamente las siguientes consultas:

- ¿Cuál es el costo en cada tipo de mantenimiento para cada uno de los equipos en estudio?
- ¿Cuál es la disponibilidad de los equipos que componen la flotilla de extintoras?

¡Muchas gracias por su colaboración!

Anexo #2

Cuestionario para operadores flotilla extinción



Mantenimiento flotilla de extinción

Esta encuesta forma parte de un estudio de tesis realizado por David Badilla Meza, como parte del programa de Maestría en Administración de Empresas de la Universidad Internacional de las Américas.

La información recopilada será únicamente con fines académicos y de investigación; y la misma es de estricto carácter confidencial.

Agradezco su colaboración.

davidbadillam@gmail.com [Cambiar de cuenta](#)



No compartido

* Indica que la pregunta es obligatoria

¿Conoce el valor actual del equipo que maneja? *

Sí

No

¿Conoce cuál es la vida útil de una unidad extintora de incendios? *

Sí

No



¿Conoce los mantenimientos que se le brinda al equipo? *

- Sí
- No

¿Conoce la frecuencia con la que se aplican los mantenimientos al equipo? *

- Sí
- No

¿Conoce el costo en mantenimientos realizados a los equipos que maneja en el último año? *

- Sí
- No

¿Conoce cuál ha sido la disponibilidad del equipo de extinción de incendios? *

- Sí
- No

Enviar

Borrar formulario

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google. [Notificar uso inadecuado](#) - [Términos del Servicio](#) - [Política de Privacidad](#)

Google Formularios



Anexo #3**Cuadro operacional de variables**

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLE	INDICADOR	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INSTRUMENTALIZACIÓN
1. Conocer la estrategia de asignación de la vida útil de la flotilla de unidades extintoras dentro de la institución, valorando la relación existente entre los costos de mantenimiento y el valor de los activos de acuerdo con el costo de adquisición	Vida útil	Vida útil de un activo.	De acuerdo a Fierro (2009): Se entiende por vida útil el lapso durante el cual se espera que la propiedad, planta o equipo, contribuirá a la generación de ingresos. Para su determinación es necesario considerar, entre otros factores, las especificaciones de fábrica, el deterioro por el uso, la acción de factores naturales, la obsolescencia de avances tecnológicos y los cambios en la demanda de los bienes y servicios a cuya producción o suministro contribuyen.	Para un activo dentro de una organización, en este caso activos muebles o equipo rodante, la vida útil se define como el período de tiempo para el cual dicho equipo se encuentra en condiciones adecuadas y aptas para el uso para el cual fue diseñado	Mediante entrevista con funcionarios de la Unidad de Mantenimiento Vehicular de la institución, conocer: <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuál es el costo de adquisición de los equipos en estudio? - ¿Cuál es el valor actual de los activos y metodología para su cálculo? A través de encuesta a los operadores de los equipos, determinar: <ul style="list-style-type: none"> - ¿Conoce el valor actual del equipo que maneja? Sí o no. - ¿Conoce cuál es la vida útil de una unidad extintora de incendios?
2. Identificar los diferentes modelos de gestión de mantenimiento aplicables para activos rodantes, y los aplicados para la flotilla en estudio.	Mantenimiento Industrial	Maquinaria Móvil	González (2013) lo define como: El mantenimiento es el conjunto de operaciones y trabajos que se hacen sobre una máquina, que puede incluir o no la sustitución o reparación de componentes o sistemas, con el fin de mantener su buen estado de uso y funcionamiento, o bien de restituirlo si hay dejado de funcionar correctamente por causa de una avería.	El mantenimiento es la serie de tareas que se deben realizar a un equipo para corregir, sustituir o bien para preservar los diferentes elementos que componen el equipo. Lo anterior con el fin de que dicho equipo sea funcional y conservarlo en ese estado.	Mediante entrevista con funcionarios de la Unidad de Mantenimiento Vehicular de la institución, conocer: <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuáles son las clases de mantenimiento que se ejecutan en la flotilla en estudio?. - ¿Cómo se realiza la toma de datos y seguimiento de los indicadores de mantenimiento? A través de encuesta a los operadores de los equipos, determinar: <ul style="list-style-type: none"> - ¿Conoce los mantenimientos que

					<p>se le brinda al equipo? Sí o no.</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Conoce la frecuencia con la que se aplican los mantenimientos al equipo?
3. Cuantificar el ahorro estimado en gastos anuales en mantenimiento y en disponibilidad de equipos	Gasto en mantenimiento. Disponibilidad de equipos.	Tipos de costos.	<p>Según Navarro (2009), Los costos de mantenimiento: “Aunque no se puede generalizar, el coste de mantenimiento de un producto se sitúa sobre el 5-10% del total.”.</p> <p>Para Tavares (2000), una estimación mensual apropiada: “En términos mundiales, el gasto en mantenimiento debe estar alrededor de 2% o menos del valor del activo”</p> <p>La disponibilidad de equipos, según Tavares (2000): Es la relación entre la diferencia del número de horas del periodo considerado (horas calendario) con el número de horas de intervención por el personal de mantenimiento (mantenimiento preventivo por tiempo o por estado, mantenimiento correctivo y otros servicios) para cada ítem observado y el número total de horas del periodo considerado.</p>	<p>El gasto en mantenimiento es el desembolso económico requerido para sufragar los costos de los mantenimientos citados en el punto anterior, el cual puede darse como un valor absoluto o como un porcentaje del costo del equipo.</p> <p>La disponibilidad de los equipos se refiere al tiempo para el cual el equipo se encuentra disponible para su funcionamiento, comparado con el tiempo que se encuentra fuera de servicio, mientras se le aplican labores de mantenimiento.</p>	<p>Mediante entrevista con funcionarios de la Unidad de Mantenimiento Vehicular de la institución, conocer:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuál es el costo en cada tipo de mantenimiento para cada uno de los equipos en estudio? - ¿Cuál es la disponibilidad de los equipos que componen la flotilla de extintoras? <p>A través de encuesta a los operadores de los equipos, determinar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Conoce el costo en mantenimientos realizados a los equipo que maneja en el último año? Sí o no. - ¿Conoce cuál ha sido la disponibilidad del equipo de extinción de incendios? Sí o no

CUADRO VARIABLE

