



Instituto Departamental de Bellas Artes

Conservatorio Antonio María Valencia

**Maestro en Interpretación Musical del Plan Especial de Profesionalización de
Artistas Vallecaucanos**

**Propuesta de mantenimiento para el instrumental de viento de la Banda Sinfónica
Militar de la Fuerza Aérea Colombiana – Escuela Militar de Aviación Marco Fidel
Suarez a partir de la metodología de análisis de criticidad del mantenimiento**

Trabajo Fin de Pregrado

Presentado por: Ronald Fabián Ceballos Gómez

Ciudad: Cali (Valle)

Fecha: 15 de mayo de 2023

Resumen

La propuesta de mantenimiento para del instrumental de viento de la Banda Sinfónica Militar “FAC – EMAVI” a partir de la metodología de análisis de criticidad del mantenimiento, busca desarrollar a través de un documento, la organización de la información del estado actual del instrumental , proponer una hoja de ruta, que permita facilitar la toma de decisiones en políticas conservación y mantenimiento para la mejor operación de la planta instrumental de la Banda Sinfónica, basado en las características operativas propias de una banda militar, aportando de manera significativa al cuidado de los bienes del estado y conservación de estos a través del tiempo.

Palabras clave: Lutheria, Mantenimiento instrumental, Bandas Sinfónicas, Bandas Militares, Fuerza Aérea Colombiana.

Abstract

The maintenance proposal for the wind instruments of the Military Symphonic Band "FAC - EMAVI" based on the methodology of criticality analysis of maintenance, seeks to develop through a document, the organization of the information of the current state of the instruments, propose a roadmap, which will facilitate decision-making in conservation and maintenance policies for the best operation of the instrumental plant of the Symphonic Band, based on the operational characteristics of a military band, contributing significantly to the care of the state and conservation of these assets over time.

Key words: Lutheria, Instrumental maintenance, Symphonic Bands, Military Bands, Colombian Air Force.

Índice

Contenido	
Resumen	2
Abstract.....	3
1 Introducción	6
1.1 Justificación.....	7
1.2 Pregunta problema	7
1.3 Objetivo general.....	7
1.4 Objetivos específicos	7
1.5 Metodología.....	8
2 Marco teórico	9
2.1 Libros, Tesis y Artículos Acerca del Mantenimiento Instrumental de los Instrumentos de Viento en Bandas Sinfónicas	9
2.2 Libros, Tesis y Artículos Acerca de la Aplicación de la Metodología de Análisis de Criticidad del Mantenimiento.	12
2.3 Metodología de análisis de criticidad del mantenimiento.....	16
2.4 Mantenimiento para el instrumental de viento	17
3 Marco Metodológico	20
3.1 Inventario de Instrumentos de Viento banda sinfónica Fuerza Aérea Colombiana.....	20
3.2 Inspección Técnica del Estado Actual del Instrumental de Viento	26
3.2.1 Sección Maderas.....	26
3.2.2 Sección Metales.....	32
3.3 Análisis de Criticidad.....	36
3.3.1 Matriz de Criticidad.....	38
3.4 Análisis de Resultados	40
3.4.1 Inventario.....	40
3.4.2 Análisis Matriz de criticidad.....	41
3.5 Propuesta de Mantenimiento	43
3.5.1 Codificación de Instrumentos.....	44
3.5.2 Hojas de vida	44
3.5.3 Formatos de Inspección	44
3.5.4 Gestión de Mantenimiento	45
4 Conclusiones	46
5 Referencias Bibliográficas	47

Índice de Figuras

Figura 1.....	27
Figura 2.....	27
Figura 3.....	28
Figura 4.....	28
Figura 5.....	29
Figura 6.....	29
Figura 7.....	30
Figura 8.....	30
Figura 9.....	31
Figura 10.....	31
Figura 11.....	32
Figura 12.....	33
Figura 13.....	33
Figura 14.....	34
Figura 15.....	34
Figura 16.....	35
Figura 17.....	36
Figura 18.....	43

Índice de Tablas

Tabla 1 inventario detallado.....	10 – 21
Tabla 2 inventario simplificado.....	22 – 23
Tabla 3 Frecuencia de fallas	35
Tabla 4 Impacto operacional.....	35
Tabla 5 Flexibilidad operacional.....	35

1 Introducción

La banda sinfónica de la Fuerza Aérea Colombiana, fue creada en el año de 1958, como una banda de protocolo y ceremonial militar, con el fin de engalanar la realización de eventos y ceremonial militar de la institución, así como la prestación de su servicio a los demás entes gubernamentales que la requirieran. A través de la historia esta agrupación, ha llevado una transformación, en su formato, número de integrantes, talento humano, etc., llevándola en tiempos actuales a cambiar su denominación a Banda Sinfónica Militar. Esta transformación ha generado a través del tiempo, la necesidad de estar a la vanguardia en su planta instrumental, siendo esto un pilar para el mismo funcionamiento de la banda y su operatividad, contando con más de 180 servicios aproximadamente al año, entre conciertos de difusión cultural, eventos gubernamentales, concursos, festivales, encuentros, etc. Es importante contar con un instrumental, de la mejor calidad y estándares; hoy día representado en las gamas altas y las marcas más reconocidas en sus líneas profesionales de vientos madera, metal y percusión, significando esto una importante inversión económica. Por esta razón es importante poder contar con una política de mantenimiento, encaminada a preservar en el tiempo y garantizar de la misma manera la confiabilidad en el funcionamiento de dicho instrumental, siendo estos un activo fijo de la Fuerza Aérea Colombiana y la Nación.

1.1 Justificación.

El proyecto es pertinente a nivel Institucional, ya que propone acciones de conservación y mantenimiento para la óptima operación de la planta instrumental de la Banda Sinfónica Militar “FAC – EMAVI”, descrita como un activo fijo de la nación. Es relevante, porque en la actualidad no se cuenta con estudios y la información requerida, en la creación de un programa, política o gestión de mantenimiento para los instrumentos de la Banda Sinfónica Militar “FAC – EMAVI”. Está acotado al caso de los instrumentos de viento. A través de la búsqueda y recuperación de información en bases de datos, inspecciones técnicas en campo y con la fácil accesibilidad física al instrumental.

1.2 Pregunta problema

¿Cómo desarrollar una propuesta de mantenimiento para el instrumental de viento de la Banda Sinfónica Militar “FAC – EMAVI” a partir de la metodología de análisis de criticidad del mantenimiento?

1.3 Objetivo general

Desarrollar una propuesta de mantenimiento para el instrumental de viento de la Banda Sinfónica Militar “FAC – EMAVI” a partir de la aplicación de la metodología de análisis de criticidad del mantenimiento.

1.4 Objetivos específicos

- Evidenciar la importancia del mantenimiento del instrumental de viento madera y metal de la Banda Sinfónica FAC – EMAVI.
- Generar acciones de control y supervisión del mantenimiento instrumental.
- Determinar las principales causas del deterioro de los instrumentos de viento madera y metal de la Banda Sinfónica FAC – EMAVI.

1.5 Metodología

Según los datos empleados es una investigación mixta. Según el nivel de profundización es descriptiva. Según el tipo de inferencia es inductiva. Según el periodo de tiempo en que se realiza es transversal, con fases de preparación con recopilación de datos documentales en inventarios, trabajo de campo con inspecciones técnicas, analítica con la aplicación de la metodología propuesta, análisis de resultados, y conclusiones.

2 Marco teórico

2.1 Libros, Tesis y Artículos Acerca del Mantenimiento Instrumental de los Instrumentos de Viento en Bandas Sinfónicas

Bucur, V. (2019). *Handbook of materials for wind musical instruments*. Springer Nature. Es un manual que muestra, la evolución de los instrumentos de viento sinfónicos, pasando por una descripción gráfica detallada en sus inicios, hasta su restauración y mantenimiento. Explica características sonoras, así como técnicas de fabricación utilizadas a través de la historia, cambios en su manufacturación en un contexto productivo y económico, que ayudan a comprender de la mejor manera, la transformación de los instrumentos de esta gran familia. Esta investigación utiliza metodología mixta (cualitativa – cuantitativa), en un trabajo aplicado, de forma transversal en su periodo de tiempo, y descriptiva en su profundización. En cuanto a los resultados, el autor muestra todos los componentes principales, características y propiedades de los instrumentos de viento sinfónicos, llevando a un detallado estudio con un enfoque muy técnico. Esta investigación es una conexión entre la ciencia de los materiales, con los materiales usados en los instrumentos musicales, aportando a la propuesta desarrollada en el presente trabajo, bases sólidas, e información precisa de las diferentes variables que afectan el deterioro y condiciones de los instrumentos en una banda sinfónica.

Serracín Camarena, R. E. (2016). *Propuesta de manual de limpieza y mantenimiento de instrumentos sinfónicos* (Doctoral dissertation, Universidad de Panamá. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado). En este trabajo se puede encontrar un manual de limpieza y mantenimiento para los instrumentos del distrito de Santiago de Veraguas, dirigido a estudiantes y profesores, donde se brindan las pautas básicas para esta temática, resaltando la importancia del cuidado de los bienes patrimoniales. Es una investigación con enfoque mixto, descriptivo, transversal, apoyada en el manual de

limpieza de la Fundación Batuta, e información contenida en manuales de fabricantes. Como resultado, este trabajo se resuelve muchos interrogantes sobre qué se debe, y qué no se debe hacer, en la limpieza y mantenimiento de un instrumento y se crea una conciencia de conservación y cuidado. Es de vital importancia para el presente trabajo, el contenido pedagógico que nos aporta el documento y las estrategias de cuidado instrumental expuestas.

Preechaporn, P. y Karin, K. (2020). *Manual de mantenimiento y reparación de instrumentos de viento de creación y desarrollo para bandas escolares en el noreste de Tailandia*. Tesis doctoral, Universidad de Mahasarakham. Esta tesis propone la creación de un manual de mantenimiento para instrumentos de bandas escolares en el noreste de Tailandia, sus objetivos son estudiar las condiciones actuales de los instrumentos, los métodos de mantenimiento de los mismos y desarrollar un manual de mantenimiento para los instrumentos de las bandas escolares. Es una investigación cualitativa y descriptiva, con recopilación de datos a través de: encuestas, entrevistas, y observaciones. Como resultado, el autor evidenció la falta de conocimiento en procedimientos y técnicas para realizar la conservación y mantenimiento del instrumental en las bandas escolares en el noreste de Tailandia, y la generó un manual para el mantenimiento y reparación de instrumentos de viento. La tesis aporta a la presente investigación, el programa de mantenimiento generado por Preechaporn, P. y Karin.

Kazeoca, MA (2021). *Guía práctica para profesores de música: manutención preventiva y provisión de flauta travesa, clarinete y saxofón*, Universidad Federal de Uberlandia – instituto de Arte. Es una guía práctica para profesores de música, enfocada en el mantenimiento preventivo básico, de instrumentos como la flauta el clarinete y el saxofón. La metodología es cualitativa, descriptiva y transversal. Como

resultado el autor muestra una guía práctica ilustrada con los procedimientos descritos de forma básica y sencilla, para realizar reparaciones de la flauta, el clarinete y el saxofón; así mismo, evidencia la falta de conocimiento y capacitación en los docentes para realizar dichos procedimientos. Su aporte es importante para la investigación, ya que brinda herramientas para la solución de inconvenientes con los instrumentos desde un punto de vista formativo a estudiantes y docentes.

Masayuki Kato (2016). Guía de mantenimiento para instrumento de banda y orquesta YAMAHA. Guía para YAMAHA Latinoamérica. Es una guía ilustrada, elaborada como herramienta didáctica para músicos y estudiantes, donde se muestran los aspectos básicos de como montar, guardar, tocar y cuidar los instrumentos después de ser utilizados. Es un trabajo con enfoque cualitativo, por su inferencia es inductivo, y transversal por su periodo de tiempo. Como resultado, el autor desarrolla una guía descriptiva, ilustrando con imágenes el paso a paso de los procedimientos recomendados por el fabricante, para la realización del mantenimiento básico de los instrumentos de viento. Este trabajo aporta a la presente investigación los factores y accidentes que inciden en el instrumental; así como posibles soluciones inmediatas a daños menores.

Peavy, G. A. (1961). A band Instrument Repair manual, university of the Pacific Theses and Dissertations. Este manual nos ilustra en técnicas básicas de reparación en el instrumental de una banda sinfónica escolar, así como los elementos necesaria y suministros indispensables para dicha labor, es un manual aplicado para docentes y estudiantes, descriptivo en herramientas y procedimientos básicos. Su metodología es cualitativa, de inferencia inductiva, y transversal. Como resultado, el autor evidencia la importancia de tener buenas prácticas en el cuidado y mantenimiento de los instrumentos, en las bandas escolares, siendo un trabajo en conjunto entre docentes y

estudiantes. Este documento aporta al presente trabajo un manual ilustrado, con procedimientos detallados de mantenimiento y reparación de instrumentos de viento, enfocado en bandas sinfónicas escolares.

Albear, J., & Arnot, D. (2014). Recuperación de conocimientos ancestrales para la fabricación de instrumentos musicales tradicionales del Pacífico Vallecaucano. Universidad ICESI, grupo investigador Leonardo. Es un proyecto que desarrolla alternativas para la conservación y transmisión de un componente cultural de tradición oral, enfocado en saberes musicales que involucran la fabricación de instrumentos musicales propios del pacifico vallecaucano, proponiendo un programa de desarrollo artesanal en la producción de instrumentos, con un componente pedagógico para niños y adultos. Es una investigación aplicada, con datos cualitativos, de método etnográfico, y de periodo transversal. Como resultado el autor concluye haciendo énfasis, en la falta de conocimiento y estandarización en los procesos de fabricación y reparación de los instrumentos musicales tradicionales del pacifico, mostrando la necesidad de capacitar a las comunidades raizales que realizan la fabricación y conservación de los instrumentos, para llevar de mejor manera estas prácticas, conservando la esencia y herencia instrumental de la región. Este trabajo aporta a este proyecto, la importancia de poseer una organización y fomentar buenas prácticas de fabricación, reparación y mantenimiento en instrumentos musicales.

2.2 Libros, Tesis y Artículos Acerca de la Aplicación de la Metodología de Análisis de Criticidad del Mantenimiento.

Amendola, L. (2011). Confiabilidad operacional. *Universidad Politécnica de Valencia*. Es un curso que describe y explica detalladamente los conceptos de criticidad y confiabilidad en un activo fijo, así como el objetivo de la puesta en marcha de un análisis de criticidad, usándose como método y herramienta en la determinación de la

jerarquía de los procesos, sistemas y equipos de una organización. Así mismo, es una guía en la aplicación del proceso de mantenimiento centrado en confiabilidad. Es un trabajo con enfoque cuantitativo, inductivo, y transversal. Como resultado, el autor concluye la importancia y necesidad de aplicar la confiabilidad operacional, y la debida aplicación de un análisis de criticidad. Este documento aporta en el presente trabajo, conceptos y definiciones técnicas en el campo del mantenimiento.

Llanes, A. A., Martín, H. G., & Pascual, K. H. (2008). Propuesta de procedimiento para determinar la política de mantenimiento a partir de análisis de criticidad del equipamiento productivo de los centrales azucareros. *Revista Centro Azúcar*, 35(1). Es un artículo que expone un procedimiento basado en un análisis de criticidad, y a través de éste, se determina la política de mantenimiento más recomendable, todo enfocado en la búsqueda del mejoramiento en la gestión del mantenimiento. También, resalta la inserción de elementos novedosos en la evaluación de variantes de los equipos, posibilitando variantes del mantenimiento para cada uno de ellos, aplicando clasificación de fallos y niveles de criticidad. Es una investigación aplicada, inductiva y transversal, utiliza un enfoque mixto, con análisis de datos, entrevistas, inspecciones y estadísticas. Como resultado, el autor demuestra la posibilidad de determinar la variante de mantenimiento más adecuada, basándose en un análisis de criticidad de una empresa azucarera, y destaca la importancia de contar con un referente histórico de fallas, para hacer más confiable el estudio y tomar una decisión en política de mantenimiento más efectiva. El artículo aporta a la presente propuesta, ideas y conceptos aplicados a los servicios, en el desarrollo del análisis de criticidad.

Tanchiva, J. R. Z. (2016). Plan de Mantenimiento Preventivo Basado en la Criticidad de los Equipos Biomédicos de la Clínica Sánchez Ferrer, Para Aumentar su Confiabilidad. *Innovación en Ingeniería*, 2(1). Es una investigación basad en el

mantenimiento de los equipos biomédicos de la clínica Sánchez Ferrer – Trujillo, cuyo objetivo es aumentar la confiabilidad de los equipos mediante la aplicación de un análisis de criticidad. El autor muestra una evaluación de las condiciones actuales e indicadores en gestión del mantenimiento, aplicando finalmente un plan de mantenimiento preventivo. Es una investigación cuantitativa, con recolección de datos exactos numéricamente, bases de datos, aplicada y transversal. Como resultado el autor nos muestra que después de realizado un análisis de criticidad en 52 equipos, la confiabilidad, se enmarcaba en indicadores de mantenimiento de un 66.61% a 83.1%; disponibilidad entre 80.56% a 89.14%; y mantenibilidad de un 7.62% a 24,53%. Esto, indicando 20 equipos críticos, realizando acciones de intervención en estos 20 equipos y generando un plan de mantenimiento acorde a la situación actual de los mismos. Este trabajo realiza un aporte importante en la recopilación de datos cuantitativos, uso y aplicación de la matriz de criticidad, ilustra en la amplia gama de aplicaciones que posee el área mantenimiento.

Tandalla Guanoquiza, D. F. (2017). Análisis de criticidad de equipos para el mejoramiento del sistema de gestión del mantenimiento en la empresa de aluminios CEDAL. Es una investigación cuyo objetivo es realizar un análisis de criticidad en los equipos para optimizar el mantenimiento en la empresa de aluminios CEDAL. Consta de 6 fases, (selección – diagnostico – criterio – calculo – jerarquización – estrategia), como resultado se obtuvo un incremento en la confiabilidad de los equipos en un 23.16%, permitiendo orientar mayor cantidad de recursos al área del mantenimiento, e implementando un modelo para el desarrollo del mismo. Es una investigación aplicada, transversal, de tipo cuantitativo y cualitativo, (mixta). Aporta a la propuesta desarrollada en el presente trabajo, una descripción detallada de diferentes fases aplicadas al proceso de elaboración de un análisis de criticidad.

Delgado Montoya, L. A. Plan de gestión del mantenimiento en un gran teatro, para garantizar la calidad de servicio al usuario. Esta investigación ha sido desarrollada con el principal fin, de optimizar la prestación del servicio en el gran teatro nacional del Perú, haciendo un trabajo enfocado en la gestión del mantenimiento de sus instalaciones y equipos, aplicando metodología de análisis de criticidad en su estudio de fallas y jerarquización de las mismas, consiguiendo la optimización y mejoramiento en su servicio, reflejado en la puesta a punto y disponibilidad del escenario y demás instalaciones para su labor cultural. Es una investigación aplicada, cualitativa, descriptiva, con recopilación de datos documentales históricos, aportando a este trabajo una visión clara de la variedad de aplicabilidad de la metodología de análisis de criticidad en entes y organizaciones de carácter cultural.

Delgado del Risco, J. A. (2022). Gestión del mantenimiento de un edificio histórico de interés cultural. Es un trabajo final de maestría, que busca estudiar, analizar y generar propuestas de mejora en el mantenimiento del edificio del Monasterio de San Miguel en de los Reyes, el cual cumple funciones como sede de la biblioteca valenciana y edificio de gobierno, así como a sus equipos, elementos, y suministros necesarios para mantener en buen estado en funcionamiento del mismo. Se estudiaron sistemas de climatización, eléctricos, y elevación, aplicando una jerarquización y análisis de criticidad de sus componentes, se logra identificar fortalezas y debilidades en su plan y gestión del mantenimiento, generando un avance importante en la aplicación del mismo, favoreciendo la importante labor de conservación documental histórica, y su conservación en el tiempo prestando un mejor servicio a sus usuarios. Es un proyecto aplicado, con un enfoque cualitativo, transversal en su periodo de tiempo, demostrando y aportando con su aplicabilidad la importancia de la gestión del mantenimiento en instituciones de carácter cultural.

Calderón Barrera, F. A., & Espinosa Rodríguez, D. F. (2011). Gestión de mantenimiento en la Fundación Zoológico de Cali del zoológico de Cali. Es un trabajo de investigación en el área de ingeniería industrial, donde se trabajó en las actividades que afectan el bienestar de los animales, la vida humana, y disponibilidad de exhibiciones, mediante el desarrollo del mismo se aplica un análisis de criticidad, buscando el mejoramiento en la gestión, planeamiento y control del mantenimiento, aplicando la metodología en un campo diferente al productivo industrial, siendo el zoológico de Cali una empresa de servicios. Es una investigación participativa, aplicada, y de tipo mixto (cualitativo – cuantitativo). Como resultado, el autor concluye sobre el desconocimiento en políticas de mantenimiento con la generación de un análisis de criticidad de logró un ahorro sustancial en términos de consumo de agua y energía, se evidencio un déficit en el manejo de la información enfocada al mantenimiento, que afecta los indicadores del mismo. Como un importante resultado se implementó un programa de mantenimiento preventivo. Esta investigación brinda un aporte significativo a el presente trabajo, mostrando la gestión del mantenimiento en otro tipo de organización diferente al de bienes y producción.

2.3 Metodología de análisis de criticidad del mantenimiento

Según Patón (2009), el concepto de criticidad está asociada con “la gravedad de las consecuencias que se pueden provocar”, convirtiéndose en un indicador proporcional al riesgo, permitiendo clasificar y dar prioridad a equipos y sistemas, para tomar decisiones adecuadas o seguras. Amendola (2011) explica el método de análisis de criticidad, como una herramienta que permite establecer, jerarquías y prioridades, en equipos, sistemas y procesos, en una estructura que facilita tomar decisiones de forma efectiva, encaminando esfuerzos y recursos, donde sea más necesario mejorar la confiabilidad del sistema productivo u

operación, basado todo esto, en una realidad actual.

MT Romero (2016), menciona que un análisis de criticidad, es un método de fácil manejo y comprensión, donde se representan probabilidades y frecuencias de ocurrencias de fallas y sus consecuencias, permitiendo responder interrogantes y tomar decisiones en cualquier organización, estableciendo los equipos más críticos y menos críticos, por medio de una matriz y lista ponderada, con datos reales acordes a la situación. Por tanto, un análisis de criticidad puede ser aplicado a cualquier tipo de proceso, equipo, planta o sistema, que necesite ser jerarquizado en función de su impacto en la generación del producto final.

Figuroa – Ramos (2017) señalan que un análisis de criticidad se realiza basado en los criterios establecidos de ambiente, seguridad, producción, costos de mantenimiento, costos de operación, tiempo promedio para fallar, y frecuencia de fallas, todo esto traducido a la ecuación:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

simplificándose la **frecuencia**, como le número de eventos o fallas, y la **consecuencia** en las demás variables, de costos de operación, seguridad, ambiente etc., según sea la necesidad de la organización.

2.4 Mantenimiento para el instrumental de viento

Galindo, P. (2009), Instrumentarium. Enmarca que la práctica de la artesanía de construir instrumentos musicales, o como también es llamado Lutheria, es tan antigua como el mismo ejercicio de la música, desde tiempos muy antiguos se denomina como un heredero y conservador de la identidad sonora de los instrumentos, al ser canal de transmisión de saberes y de una tradición oral, a través de las generaciones, pero que ha sufrido para beneficio de la misma música, una constante y paralela transformación con el quehacer musical, pues al ser un

elemento de afectación directa de la misma práctica, está sometido siempre a los cambios que la historia y el mundo dinámico conlleva.

En Colombia; Gómez, Q. (2022)., Menciona que las primeras personas dedicadas al mantenimiento instrumental, se conocieron en el siglo XIX, siendo músicos pertenecientes a las primeras bandas musicales que nacieron en el país, producto de las bandas militares, quienes aparte de su oficio de ser interpretes arreglistas y compositores, empírica y experimentalmente, realizaban reparaciones al instrumental de la banda o grupo musical al cual pertenecían. Forero Farfán, C (2009)., define históricamente al luthier como aquel artesano que a partir de la madera construye un instrumento de cuerda, esto visto desde la antigüedad, y con la evolución de la misma practica y necesidad generada por la música en su evolución, se llevó y adoptó en la construcción de instrumentos de viento madera y metal y su constante transformación, hasta lo que conocemos actualmente.

Ahora, indagando en el concepto de mantenimiento con una mirada global, Pérez Rondón F.A. (2021) define el concepto de mantenimiento, como un proceso que se realiza en un elemento, para que se conserve en el tiempo y pueda generar su rendimiento óptimo. De esta manera definen el mantenimiento en tres grandes grupos:

- Preventivo: se efectúa para prever las fallas con base en parámetros de diseño y condiciones de trabajo supuestas.
- Correctivo: se efectúa cuando las fallas han ocurrido.
- Predictivo: prevé las fallas con base en observaciones que indican tendencias.

De estos 3 grandes grupos podemos derivar el mantenimiento centrado en confiabilidad, que ocurre cuando se hace un paro programado, a fin de realizar el proceso de mantenimiento al elemento, basándose en su plan de producción o

trabajo, realizando el cambio de las partes con posible fatiga o desgaste, y tener el equipo o elemento a punto, y el llamado Overhaul, donde se realiza el cambio absoluto de todos los elementos del equipo, asegurando su conservación y operatividad a futuro

3 Marco Metodológico

3.1 Inventario de Instrumentos de Viento banda sinfónica Fuerza Aérea Colombiana

Tabla 1

Inventario detallado instrumental banda sinfónica.

Activo fijo	Denominación del activo fijo	Número de serie	Valor adquisición	fecha adquisición	Cantidad	Propiedad
165500031909	TUBA SOUSAFONO YAMAHA	494714	12.605.042,00	8/08/2019	1.	Comprado Fondo Interno
165500031910	TROMBON PROFESIONAL CONN FS276	564568	9.735.779,83	8/08/2019	1.	Comprado Fondo Interno
165500005028	TROMPETA	778533	2.080.172,00	14/07/2005	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500008036	FAGOT INTERMEDIO - 7 PZ	038662	16.827.587,17	10/10/2007	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500008038	CLARINETE SOPRANO EN BB PROFESIONAL - 5 PZ	112108	2.564.137,60	11/10/2007	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500008039	CLARINETE SOPRANO EN BB PROFESIONAL - 5 PZ	112107	2.564.137,60	11/10/2007	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500008042	FLAUTA TRAVERSA RING KEYS PROFESIONAL - 3 PZ	27731	7.524.137,59	26/10/2007	1.	Comprado Presupuesto Nacional

165500008051	SAXOFON ALTO / YAS-62	C30167	3.773.103,19	27/11/2007	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500008052	CORNO FRANCES PROFESIONAL /YHR-668NII	020672	10.770.689,58	27/11/2007	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500008054	TUBA VERTICAL EN C PROFESIONAL	410021 /	19.915.862,37	27/11/2007	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500008056	CLARINETE BAJO REF. YCL-221	12544	5.505.172,00	26/12/2007	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500008057	CLARINETE SOPRANO REF. YCL-650	112067	3.205.172,00	26/12/2007	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500008084	TROMBON DE VARA (TENOR BAJO) PROFESIONAL-3	446587	6.025.976,79	10/06/2008	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500008932	CORNO FRANCES PROFESIONAL /YHR-668NII	020670	10.770.689,58	6/11/2009	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500009513	SAXOFÓN TENOR CUSTOM REF. YTS-875EX	C84583	10.413.218,00	25/03/2010	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500011074	TROMBON TENOR BASS	505806	5.000.000,00	23/07/2010	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500011075	TROMBON TENOR BASS	508337	5.000.000,00	23/07/2010	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500011076	TROMBON TENOR BASS	509718	5.000.000,00	23/07/2010	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500011077	CLARINETE SOPRANO PROFESIONAL	120493	3.189.656,00	23/07/2010	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500011078	TUBA SOUSOFANO EN FIBRA YAMAHA	446189	10.133.205,00	23/07/2010	1.	Comprado Presupuesto Nacional

165500011079	TUBA SOUSOFANO EN FIBRA YAMAHA		10.133.205,00	23/07/2010	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500011988	TUBA VERTICAL EN C PROFESIONAL / YCB-822	409959	19.915.862,35	26/11/2007	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500012218	SAXOFON ALTO PROFESIONAL REF. YAS-62E	C29451	4.716.379,00	12/05/2010	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500014220	CORNO INGLES	4983	1.675.128,00	11/06/2008	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500014609	SAXOFON TENOR	45217	2.880.000,00	18/02/2003	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500015676	OBOE YAMAHA	G12587	12.931.034,00	13/08/2012	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500015738	TROMPETA YTR8335RG	517418	4.215.517,00	13/08/2012	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500022725	TUBA SOUSAPHONO YAMAHA	487935	14.600.000,12	15/07/2014	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500022726	SAXOFON BARITONO YBS 62 YAMAHA	36910	21.969.999,80	15/07/2014	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500024261	TROMPETA JUPITER JTR 1100	TA 01968	2.400.000,00	17/02/2015	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500024445	CLARINETE YAMAHA	130859	3.136.206,90	12/05/2015	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500024448	FLAUTIN PICCOLO PROF.	130640	2.418.103,45	12/05/2015	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500024449	SAXOFON TENOR PROFESIONAL	D99290	6.272.413,79	12/05/2015	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500024916	TROMPETA PROFESIONAL	ML114600	5.301.724,14	25/06/2015	1.	Comprado Presupuesto Nacional

165500024917	TROMPETA YAMAHA YTR4335G	779122	5.301.724,14	25/06/2015	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500027650	OBOE SEMIPROFESIONAL	32050	11.915.520,00	2/11/2016	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500027661	TROMBÓN TENOR BAJO PROFESIONAL (CAÑO GRUESO)	01431	9.360.000,00	4/11/2016	1.	Comprado Presupuesto Nacional
165500035030	SAXOFÓN SOPRANO PROFESIONAL EN Sib YAMAHA	4372	21.420.000,00	23/11/2020	1.	Comprado Fondo Interno
165500035031	CLARINETE PICCOLO EN Eb YAMAHA	03495	18.710.000,00	23/11/2020	1.	Comprado Fondo Interno
165500035032	FLAUTA TRAVERSA PROFESIONAL YAMAHA	071524	12.535.000,00	23/11/2020	1.	Comprado Fondo Interno
869000000165	BUGLE	204204	1.172.092,88	20/10/1995	1.	Comprado Presupuesto Nacional
869000000167	FLAUTA	922517	1.470.690,00	2/08/2005	1.	Comprado Presupuesto Nacional
869000000168	FLAUTIN	69073	684.483,00	28/08/2003	1.	Comprado Presupuesto Nacional
869000000173	SAXOFON SOPRANO	347131	362.829,01	3/03/1987	1.	Comprado Presupuesto Nacional
869000000174	SAXOFON ALTO	18483	1.440.517,00	6/08/2003	1.	Comprado Presupuesto Nacional
869000000175	CORNO FRANCES YAMAHA ESTUDIANTE	891207	779.564,41	31/12/1990	1.	Comprado Presupuesto Nacional
869000000308	FLAUTA	413122	851.643,39	4/06/2008	1.	Comprado Presupuesto Nacional
869000000322	BUGLE	204196	1.172.092,88	26/03/2010	1.	Comprado Presupuesto Nacional

869000000336	TROMPETA	3908582	581.599,70	15/07/2003	1.	Comprado Presupuesto Nacional
869000000343	SAXOFON ALTO	18497	1.440.517,00	6/08/2003	1.	Comprado Presupuesto Nacional
costo total inversión instrumental vientos			\$ 354.367.585,26			

Nota. Tabla realizada por el autor

Tabla 2*Resumen simplificado inventario.*

CLARINETES
CLARINETE SOPRANO PROFESIONAL
CLARINETE SOPRANO EN BB PROFESIONAL
CLARINETE SOPRANO EN BB PROFESIONAL
CLARINETE BAJO REF. YCL-221
CLARINETE SOPRANO REF. YCL-650
CLARINETE YAMAHA
CLARINETE PICCOLO EN EB YAMAHA
SAXOFONES
SAXOFON SOPRANO
SAXOFÓN SOPRANO PROFESIONAL EN SIB YAMAHA
SAXOFON ALTO YAS-100
SAXOFON ALTO YAS-100
SAXOFON ALTO PROFESIONAL REF. YAS-62E
SAXOFON ALTO PROFESIONAL REF. YAS-62E
SAXOFÓN TENOR CUSTOM REF. YTS-875EX
SAXOFON TENOR PROFESIONAL YTS-62
SAXOFON TENOR YTS-62
SAXOFON BARITONO YBS 62
TORMPETAS
TROMPETA PROFESIONAL
TROMPETA YAMAHA YTR4335G
TROMPETA JUPITER JTR 1100
TROMPETA
TROMPETA
TROMPETA
CORNOS
CORNO FRANCESPROFESIONAL
CORNO FRANCESPROFESIONAL
TROMBON
TROMBON TENOR
TROMBON TENOR
TROMBON TENOR BASS
TROMBON DE VARA (TENOR BAJO) PROFESIONAL
TROMBÓN TENOR BAJO PROFESIONAL (CAÑO GRUESO)
TROMBON PROFESIONAL CONN FS276
TUBAS
TUBA SOUSAPHONO EN FIBRA
TUBA SOUSAPHONO EN FIBRA
TUBA VERTICAL EN C PROFESIONAL

TUBA SOUSAPHONO
TUBA VERTICAL EN C PROFESIONAL
FLAUTAS
FLAUTIN
FLAUTA
FLAUTA TRAVERSA PROFESIONAL YAMAHA
FLAUTIN PICCOLO PROFESIONAL
FLAUTA TRAVERSA RING KEYS PROFESIONAL - 3 PZ
OBOES
OBOE SEMIPROFESIONAL
FAGOT I- 7 PZ

Nota. Tabla realizada por el autor

3.2 Inspección Técnica del Estado Actual del Instrumental de Viento

Se realiza una inspección técnica, a los instrumentos que conforman la cuerda de vientos madera y metal, de la Banda Sinfónica EMAVI, por parte del señor Didier Geovanny Muñoz, técnico en mantenimiento instrumental, suboficial técnico segundo integrante de la banda sinfónica, en las instalaciones de la Escuela Militar de Aviación Marco Fidel Suarez.

3.2.1 Sección Maderas

3.2.1.1 Clarinetes. En los 7 clarinetes disponibles en inventario, se obtuvieron los siguientes hallazgos en su inspección:

- Zapatillas con revestimiento roto, fieltro en exposición, y excesivo desgaste y humedad.
- Madera contaminada con hongos por presencia de humedad, y deshidratación excesiva por exposición al sol y altas temperaturas.
- Sistema de llaves con desajuste, y desgaste en su recubrimiento.
- Agujas, resortes y muelles con hongos por humedad y oxido.
- Falta de lubricación en mecanismo de llaves

Figura 1

Zapatilla llave #2 cuerpo inferior clarinete



Nota. Zapatilla expuesta sin protección. Imagen tomada del archivo del autor.

Figura 2

Campana clarinete



Nota. Campana de clarinete contaminada por hongos y humedad. Imagen tomada del archivo del autor.

Figura 3*Cuerpo inferior clarinete vista frontal*

Nota. Llaves cuerpo inferior con pérdida de recubrimiento de níquel. Imagen tomada del archivo del autor.

Figura 4*Cuerpo superior vista frontal*

Nota. Llaves #9 y #10 con pérdida de recubrimiento Y sistema de resortes de agujas bloqueado. Imagen tomada del archivo del autor.

3.2.1.2 Saxofones. Actualmente se cuenta con diez (10) saxofones en inventario, , hallándose en la inspección de éstos las siguiente condiciones:

- Zapatillas desgastadas, con rebestimiento roto.
- Desajuste en mecanismo de llaves, y desgaste en lacado de las

mismas.

- Abolladuras en campana y cuerpo, con desgaste en lacado.
- Resortes tipo aguja con desgaste y presencia de humedad y óxido.
- Soportes dactilares de nacar dañados y ausencia de estos en llaves de saxofón baritono

Figura 5

Sistema superior llaves Saxofón Barítono



Nota. Soporte dactilar en nacar caído en 4 llaves del sistema superior. Imagen tomada del archivo del autor.

Figura 6

Campana saxofón tenor



Nota. campana con pérdida de laca por corrosión. Imagen tomada del archivo del autor.

Figura 7

Tudel saxofón alto



Nota. Corcho de unión desgastado en tudel saxofón alto. Imagen tomada del archivo del autor

3.2.1.3 Flautas. Se debe resaltar que en los últimos años se ha realizado una inversión importante con la adquisición de dos flautas profesionales en plata, las cuales debido a su gran estándar de calidad se han mantenido en óptimo estado, no siendo indiferente se le realizó la inspección a la cuerda instrumental incluyendo la flauta de más antigua, encontrando estos hallazgos:

- Desgaste en enzapatillado, y suciedad en el mismo.
- Pérdida de lacado en cuerpo, pie y boquilla.
- Desajuste en mecanismo de llaves y desgaste.
- Resortes tipo aguja defectuosos con óxido y presencia de humedad.

Figura 8

Enzapatillado flauta



Nota. Zapatillas desgastadas. Imagen tomada del archivo del autor

Figura 9

Flauta profesional en Plata



Nota. Se muestra una flauta profesional en excelente estado de conservación. Imagen tomada del archivo del autor

3.2.1.4 Oboes. Actualmente se cuenta con un oboe en gama

semiprofesional en muy buenas condiciones, con requerimientos básicos de mantenimiento tales como:

- Ajuste y nivelación de mecanismo de llaves.
- Cambio y calibración de enzapatillado cuando este lo requiera.
- Hidratación madera.

Figura 10

Oboe sistema de llaves bohem



Nota. Sistema de llaves en estado óptimo. Imagen tomada del archivo del autor.

3.2.1.5 Fagot. La banda sinfónica EMAVI en estos momentos cuenta con un fagot fuera de operatividad, debido a la falta de instrumentista, igualmente se le realiza un mantenimiento pero su estado de conservación es óptimo y no presenta hallázos significativos o dentro de los parametros normales:

- Calibración ajuste mecanismo de llaves
- Hidratación de madera
- Enzapatillado pads que se requieran.

3.2.2 *Sección Metales*

3.2.2.1 Trompetas. La sección de trompetas actualmente cuenta con 6 trompetas entre gamas profesionales, semiprofesionales y de estudio, donde se realizó una revisión y se halló:

- Guías, pistones y émbolos deteriorados con contaminación por moho.
- Sistema de pistones sin lubricación.
- Abolladuras en cuerpo y bombas.
- Rayones y des lacado en campana y cuerpo
- Llave de desagüe en mal estado, sin tapón y sistema resorte defectuoso

Figura 11

Trompeta cuerpo



Nota. Sistema de pistones y bombas con des lacado y abolladuras. Imagen tomada del archivo del autor.

Figura 12

Sistema de guías- pistón trompeta profesional



Nota. Sistema de guías con suciedad, incrustaciones, y mantenimiento deficiente. Imagen tomada del archivo del autor.

3.2.2.2 Trombones. Se cuenta con 6 trombones entre profesionales y semiprofesionales tipo caño grueso y delgado en referencia Yamaha con novedades como:

- Rayones y abolladuras en su cuerpo bombas y campana.
- Falta de mantenimiento a rotores y sistemas de desagüe.
- Presencia de moho y suciedad al interior de las tuberías.

Figura 13

Sistema de bombas afinación trombón tenor



Nota. Sistema de bombas de afinación con incrustaciones por suciedad. Imagen tomada del archivo del autor.

Figura 14

Campana trombón tenor



Nota. Sistema de rotor de llave trasposición con déficit de mantenimiento. Imagen tomada del archivo del autor.

3.2.2.3 Cornos. La banda sinfónica cuenta con un total de 2 cornos profesionales, y de estos mismos, solo 1 en operación debido a la falta de 1 instrumentista, realizándoseles la inspección con las siguientes evidencias:

- Rayones, abolladuras y des lacado en su cuerpo y campana.
- Falta de mantenimiento a sus rotores y llaves
- Suciedad al interior de la tubería.

Figura 15

Puntillo corno francés



Nota. Puntillo de corno francés, con incrustaciones de suciedad. Imagen tomada del archivo del autor.

3.2.2.4 Tubas. A la fecha la banda cuenta con 3 tubas Sousaphono en Sib y 2 tubas verticales profesionales Yamaha de la línea custom en C, con los siguientes hallazgos en sus inspecciones:

- Campanas Sousaphono en fibra rota.
- Rotura y desprendimiento de puentes cuerpo campana.
- Desgaste, rayones, fibra en cuerpo de tuba en mal estado.
- Rayones abolladuras en cuerpo y campanas de tubas en C, así como en sus bombas de afinación.
- Suciedad y moho excesivo al interior de sus puntillos y tubería.

Figura 16

Sousaphono Sib



Nota. Cuerpo de Sousaphono con daños considerables en su Fibra, pintura y estructura. Imagen tomada del archivo del autor.

Figura 17

Cuerpo tuba vertical en C



Nota. Abolladura en cuerpo de tuba vertical.
Imagen tomada del archivo del autor.

3.3 *Análisis de Criticidad*

Cómo se trató con anterioridad, un análisis de criticidad es una herramienta que permite jerarquizar e identificar la importancia en términos de mantenimiento, de equipos, unidades o elementos que hacen parte de cualquier sistema productivo, para apoyar la toma de decisiones, dar un orden y dirección a la misma gestión del mantenimiento. Nos ayuda a determinar y prevenir eventos potencialmente indeseados que afecten nuestro sistema productivo, y mantener una confiabilidad operacional siendo así, aplicando la ecuación:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

simplificándose la **frecuencia**, como le número de eventos o fallas, y la **consecuencia** en las variables de impacto operacional, multiplicada con la flexibilidad operacional, aplicándose el resultado en una matriz propuesta entendiéndose:

- **Frecuencia:** número de fallas /mes
- **Consecuencia:** impacto operacional x flexibilidad operacional.

Siendo el impacto operacional la capacidad de producción perdida cuando ocurre la falla, y la flexibilidad operacional la disposición con que se cuenta, de algún equipo igual o similar, para reemplazar el equipo que presenta la falla; estas variables ponderadas de la siguiente manera:

Tabla 3

Frecuencia de fallas

Frecuencia de fallas (FF)	Ponderación
Mayor o igual a 7 fallas /mes	4
De 4 a 6 fallas /mes	3
De 2 a 3 fallas /mes	2
Menor o igual a 1 falla /mes	1

Tabla 4

Impacto operacional

Impacto operacional (IO)	Ponderación
Bloqueo de toda la producción	10
Afecta más del 50% producción	7
Afecta menos del 50% producción	4
No afecta producción	1

Tabla 5*Flexibilidad operacional*

Flexibilidad operacional (FO)	Ponderación
No dispone equipo igual o similar	4
El sistema puede seguir funcionando	2
Se dispone de equipo igual o similar	1

Nota. Tablas realizadas por el autor.

3.3.1 Matriz de Criticidad

Teniendo claridad en las variables que se van tener en cuenta en la realización de la ecuación de criticidad y su ponderación, se realiza dicho procedimiento por cada familia de instrumentos, que intervienen en el proceso de ensayo, montaje y producción final artística de la banda sinfónica militar EMAVI; y con los resultados obtenidos se procede a la asignación correspondiente en la matriz planteada.

Tabla 6

Matriz de criticidad

Nota. Matriz elaborada por el autor.

F r e c u e n c i a	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	CN	CN	MC	C	C
	1	CN	CN	CN	MC	C
	Consecuencia	10	20	30	40	50

C: Critico. **MC:** Media Criticidad. **NC:** Criticidad Nula.

Ingresando a la matriz con el valor de la frecuencia en el eje (y), y consecuencia en el eje (x), tendremos la categoría de criticidad correspondiente al

subsistema estudiado, y de la operación realizada entre estas dos variables, el valor numérico general de criticidad.

3.3.1.1 Ecuación de Criticidad Aplicada por Secciones Instrumentales.

Aplicando la ecuación de criticidad por secciones instrumentales, obtenemos la siguiente ponderación reemplazando términos.

Criticidad = Frecuencia x Consecuencia

Criticidad = FF x (IO x FO)

- **Clarinetes**

Criticidad = 3 x (7x1)

Criticidad total = 21 Matriz de criticidad (MC)

- **Saxofones**

Criticidad = 2 x (4x1)

Criticidad total = 8 Matriz de criticidad (CN)

- **Flautas**

Criticidad = 1 x (4x1)

Criticidad total = 4 Matriz de criticidad (CN)

- **Oboes**

Criticidad = 1 x (4x1)

Criticidad total = 4 Matriz de criticidad (CN)

- **Fagot**

Criticidad = 1 x (1x2)

Criticidad total = 2 Matriz de criticidad (CN)

- **Trompetas**

Criticidad = 2 x (10x4)

Criticidad total = 80 Matriz de criticidad (C)

- **Trombones**

Criticidad = $2 \times (7 \times 4)$

Criticidad total = 56 Matriz de criticidad (MC)

- **Cornos**

Criticidad = $2 \times (4 \times 1)$

Criticidad total = 8 Matriz de criticidad (CN)

- **Tubas**

Criticidad = $2 \times (10 \times 4)$

Criticidad total = 80 Matriz de criticidad (C)

3.4 Análisis de Resultados

En este análisis se dan a conocer los resultados obtenidos, en las diferentes fases que intervinieron en el desarrollo de este proyecto, teniendo en cuenta datos de tipo cualitativos y cuantitativos, así como el entorno y contexto en el cual se desarrolló el trabajo; de una manera clara, breve y concisa, se pretende realizar un aporte significativo, y coadyuvar al mejoramiento continuo del proceso administrativo de la banda sinfónica militar EMAVI, brindando una herramienta que marque un punto de partida y hoja de ruta en la creación de políticas de mantenimiento, y se conserve a través del tiempo, el patrimonio instrumental musical e institucional de la Fuerza Aérea Colombiana y de la nación.

3.4.1 *Inventario*

se realizó una recopilación de información de archivos documentales, revisión de seriales, locaciones, e inspecciones presenciales encontrándose los siguientes hallazgos:

- Sitios de almacenamiento inadecuados con exceso de humedad en su ambiente.

- Instrumentos con deficiencia en su marcación e identificación, seriales borrosos, denominación interna de activo fijo con deterioro en placa.
- Estuches en estado de deterioro.
- Ser realizado una recuperación y organización de información detallada de ítems o valores financieros de adquisición, y fechas de los mismos con la colaboración del grupo de apoyo logístico de la EMAVI.

3.4.2 *Análisis Matriz de criticidad*

Realizado el análisis de criticidad, mediante la utilización de una matriz planteada de acuerdo a las características y funcionalidad de la banda sinfónica EMAVI, utilizando las variables de frecuencia de fallas (FF), impacto operacional (IO) y flexibilidad (FO), se obtuvo la siguiente clasificación, jerarquización y datos cuantitativos:

- Clarinetes: criticidad media - criticidad total = 21
- Saxofones: criticidad nula - criticidad total = 8
- Flautas: criticidad nula – criticidad total = 4
- Oboes: criticidad nula – criticidad total = 4
- Fagot: criticidad nula – criticidad total = 2
- Trompetas: critico – criticidad total = 80
- Trombones: criticidad media – criticidad total = 56
- Cornos: criticidad nula – criticidad total = 8
- Tubas: critico – criticidad total = 80

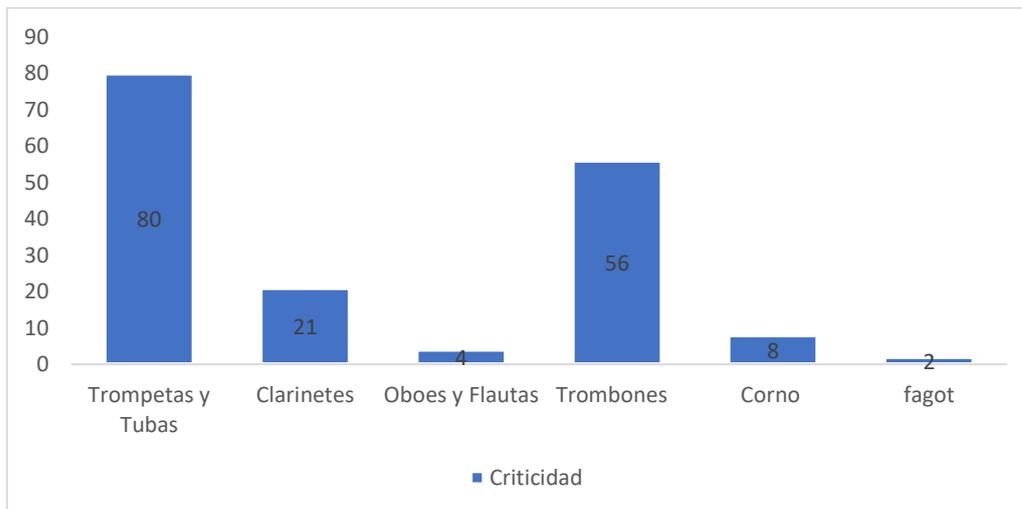
Los valores están sujetos a las variables anteriormente planteadas, y se alinean de manera consecuente, con las situaciones particulares de operatividad de la

banda y disponibilidad de personal, ejemplificándose en el caso de las tubas donde solo se cuenta con 3 instrumentistas e igual número de instrumentos disponibles para ejercer la función, sumado a dificultad de contar con los 3 al mismo tiempo por la naturaleza de su labor militar, Representadose en el impacto operacional; de igual manera las trompetas representan una situación muy similar, representando el otro instrumento crítico, debido a su flexibilidad operacional de disponer con otro instrumento de reemplazo, sumado a la misma situación de disponibilidad de personal militar, genera un traumatismo en caso tal de generarse una falla o parada de mantenimiento en el instrumento.

La criticidad media representada en los clarinetes y trombones, refleja el déficit considerable de mantenimiento, mostrado en la inspección técnica realizada, siendo los instrumentos que mas novedades arrojaron; sumado con el desbalance de instrumentistas y sonoro en la cuerda de clarinetes, contando solo con 4 miembros, y 3 trombonistas con falencias técnicas en sus instrumentos.

El punto contrastante del análisis lo muestra el grupo de criticidad nula, encabezado por los saxofones quienes gracias a su gran numero de instrumentistas e instrumentos, cuentan con equipos de trabajo de reserva afectando positivamente la flexibilidad operacional , y de igual manera al contar con 5 instrumentistas afectan el impacto operacional, sin que ello sea afectado por frecuencia de fallas, mostrando de esta manera un claro ejemplo de la importancia de contar en conjunto con una confiabilidad operacional.

Las secciones de flautas, oboes, corno y fagot, muestran una baja criticidad representada en la flexibilidad operacional que poseen, y disponibilidad de personal que afecta positivamente, el impacto operacional.

Figura 18*Grafica comparativa de criticidad instrumental*

Gráficamente podemos darnos cuenta la importancia y especial atención que requiere la sección de metales, siendo esta la más crítica, y la tendencia en la sección de clarinetes a ir incrementando su criticidad, respecto a la demás sección de maderas, si no se toman medidas oportunas a tiempo.

3.5 Propuesta de Mantenimiento

La banda sinfónica militar de la fuerza aérea colombiana, es una agrupación que funciona y su operatividad es de 365 días al año, atendiendo los requerimientos propios de la institución, referentes al ceremonial militar, acciones y jornadas de acercamiento a la población civil, desfiles militares, y demás requerimientos, sumado a las solicitudes de entes gubernamentales de nivel nacional y local, participación en festivales, concursos y encuentros nacionales de bandas, grupos de música de cámara, conciertos de difusión cultural en municipios y ciudades de todo Colombia, con un promedio de 180 servicios anuales, en diferentes condiciones climáticas, transporte, logísticas, generando un desgaste y deterioro significativo en el instrumental, sumado a las deficientes condiciones locativas de almacenamiento, y

desgaste natural cotidiano.

Es indispensable crear una política y tomar acciones encaminadas al mantenimiento instrumental, por lo que se marca un punto de partida a través de este trabajo, proponiendo las siguientes pautas necesarias, para la futura creación e implementación de políticas y planes de mantenimiento.

3.5.1 Codificación de Instrumentos

Se debe realizar una codificación individual a cada instrumento, articulando esta con el inventario realizado, facilitando la identificación a través de una placa o marcación en estuches, indicando zona o familia a la cual pertenece, instrumento y numeración, ejemplo; familia de maderas, clarinete Yamaha 650 (MA-CLY650-01).

3.5.2 Hojas de vida

la elaboración de las hojas de vida para cada instrumento, debe contener las especificaciones técnicas de: marca, modelo, serial de fábrica, codificación interna, observaciones especiales, color, etc. De igual manera si no se cuenta con el registro de información, se debe iniciar la documentación en esta misma hoja de vida de los antecedentes de mantenimientos realizados, repuestos y piezas cambiadas, procedimientos realizados, a fin de llevar un control específico sobre la gestión del mantenimiento en el instrumento, y optimizar el direccionamiento de recursos destinados a la misma gestión.

3.5.3 Formatos de Inspección

Se propone la elaboración de formatos de inspección, especificando principalmente los procedimientos pendientes por realizar, en modo de lista de chequeo si se realiza o no el procedimiento, debe contener información referente a la hoja de vida del instrumento, como nombre, serial, código interno, responsable etc. Este formato de inspección es de vital importancia al momento de llevar un control y

manejo de la información y debe esta alineada con la información contenida en las hojas de vida.

3.5.4 *Gestión de Mantenimiento*

Se propone una gestión del mantenimiento mixta, enfocado en el manejo preventivo y correctivo, haciendo énfasis en las temporadas de donde se incrementa la carga operativa de la banda, con inspecciones periódicas mensuales, a fin de llevar un control evolutivo del comportamiento del desgaste de los instrumentos, y recopilar suficiente información para ir ajustando el cronograma acciones preventivas, de acuerdo las necesidades de la banda y particularidades también de cada instrumentista.

Se propone también una capacitación y actualización en métodos y técnicas de limpieza y conservación al personal de instrumentistas, como acción de apoyo y parte de la política de gestión del mantenimiento al interior de la banda.

Es importante contar con un sitio o locación adecuada para la realización de los procedimientos de mantenimiento instrumental, contando con herramientas idóneas, materiales, repuestos e insumos necesarios para realizar con eficacia la labor.

4 Conclusiones

A través de este documento podemos referenciar, la situación actual física y operativa del instrumental perteneciente a las secciones de vientos madera y metal de la banda sinfónica militar de la fuerza aérea colombiana EMAVI, encontrando por medio de la metodología del análisis de criticidad del mantenimiento, los puntos críticos, de media y baja criticidad, en dicho instrumental, permitiendo generar un punto de partida con datos cualitativos y cuantitativos, que facilitan el direccionamiento de los esfuerzos necesarios y toma de decisiones, con acciones sugeridas en el desarrollo de una propuesta de gestión del mantenimiento, planteada particularmente con un enfoque en la naturaleza y características de una banda sinfónica militar. Aclarando que el mismo estudio puede ser aplicado en otros escenarios donde se cuente con un instrumental de este formato sinfónico, extendiéndose incluso a la sección de percusión.

De otra manera, en este trabajo evidencia la importancia del mantenimiento en el instrumental, documentado en la inspección realizada donde se puede mostrar el deterioro y condiciones desfavorables que poseen los instrumentos, afectados por factores ambientales de trabajo, almacenamiento, y transporte, lo que resalta la importancia de generar acciones para dar solución a la problemática.

Por otra parte, se generaron recomendaciones de acción y control en la gestión del mantenimiento instrumental, proponiendo una gestión de mantenimiento mixta, con medidas como la elaboración de fichas técnicas, hojas de vida, inspecciones periódicas, y codificación del instrumental, creando el inicio de una hoja de ruta en la futura gestión del mantenimiento.

5 Referencias Bibliográficas

- Albear, J., & Arnot, D. (2014). Recuperación de conocimientos ancestrales para la fabricación de instrumentos musicales tradicionales del Pacífico Vallecaucano. Universidad ICESI, grupo investigador Leonardo.
- Amendola, L. (2011). Confiabilidad operacional. *Universidad Politécnica de Valencia*.
- Bucur, V. (2019). Handbook of materials for wind musical instruments. Springer Nature. Es un manual que muestra, la evolución de los instrumentos de viento sinfónicos, pasando por una descripción grafica detallada en sus inicios, hasta su restauración y mantenimiento.
- Calderón Barrera, F. A., & Espinosa Rodríguez, D. F. (2011). Gestión de mantenimiento en la Fundación Zoológico de Cali del zoológico de Cali.
- Dahbura Ramos, L. E., Figueroa Hernández, L. A., & Solórzano Landaverde, R. G. (2017). Diseño de un plan de gestión de mantenimiento basado en 5S en una empresa panificadora salvadoreña.
- Delgado Montoya, L. A. Plan de gestión del mantenimiento en un gran teatro, para garantizar la calidad de servicio al usuario.
- Delgado del Risco, J. A. (2022). Gestión del mantenimiento de un edificio histórico de interés cultural.
- Farfán, C. A. F. (2009). Influencia de las bandas militares, instrumentos e instrumentaciones musicales en Latinoamérica. *TecnoESUFA: revista de tecnología aeronáutica*, 12.
- Gómez Quintero, S (2022). Vida y obra del maestro Absalón Clavijo
- Kazeoca, MA (2021). Guía práctica para profesores de música: manutención preventiva y provisión de flauta transversal, clarinete y saxofón, Universidad Federal de Uberlandia – instituto de Arte.

- Llanes, A. A., Martín, H. G., & Pascual, K. H. (2008). Propuesta de procedimiento para determinar la política de mantenimiento a partir de análisis de criticidad del equipamiento productivo de los centrales azucareros.
- Masayuki Kato (2016). Guía de mantenimiento para instrumento de banda y orquesta YAMAHA. Guía para YAMAHA Latinoamérica.
- Patón, J. L. A. (2009). *Ingeniería y gestión del mantenimiento en el sector ferroviario*. Ediciones Díaz de Santos.
- Palma, H. G. Instrumentarium: Las culturas tradicionales vistas desde el patrimonio instrumental musical.
- Pérez Rondón, F. A. (2021). Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial.
- Peavy, G. A. (1961). A band Instrument Repair manual, university of the Pacific Theses and Dissertations.
- Preechaporn, P. y Karin, K. (2020). *Manual de mantenimiento y reparación de instrumentos de viento de creación y desarrollo para bandas escolares en el noreste de Tailandia*. Tesis doctoral, Universidad de Mahasarakham.
- Romero, M. T. Diseño y aplicación de un Análisis de Criticidad, interpretación de resultados y planes de acción sugeridos.
- Serracín Camarena, R. E. (2016). *Propuesta de manual de limpieza y mantenimiento de instrumentos sinfónicos* (Doctoral dissertation, Universidad de Panamá. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado).
- Tanchiva, J. R. Z. (2016). Plan de Mantenimiento Preventivo Basado en la Criticidad de los Equipos Biomédicos de la Clínica Sánchez Ferrer, Para Aumentar su Confiabilidad. *Innovación en Ingeniería*, 2(1).

Tandalla Guanoquiza, D. F. (2017). Análisis de criticidad de equipos para el mejoramiento del sistema de gestión del mantenimiento en la empresa de aluminios CEDAL.