

Desarrollo de dashboards ejecutivos e interactivos para la visualización y análisis de indicadores de productividad y desempeño industrial de la OMA DIAF

Pila Chicaiza, Sandy Anahí y Vera Pérez, Jaren Armando

Departamento de Seguridad y Defensa

Carrera de Tecnología Superior Universitaria En Ciencias Militares Aeronáuticas

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior Universitario en Ciencias Militares Aeronáuticas

Tcrn. Emt. Avc. Narvaez Aguilar, Roberto Carlos

02 de septiembre del 2026

Latacunga

Reporte de verificación de contenidos



Tcrn. Emt. Avc. Narvaez Aguilar, Roberto Carlos

Director

C.C: 1715195952

Departamento de Seguridad y Defensa

Carrera de Tecnología Superior Universitaria En Ciencias Militares Aeronáuticas

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: "Desarrollo de dashboards ejecutivos e interactivos para la visualización y análisis de indicadores de productividad y desempeño industrial de la OMA DIAF" fue realizado por señores **Pila Chicaiza, Sandy Anahí y Vera Pérez, Jaren Armando**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE; habiéndose efectuado una revisión integral de forma y de fondo conforme a los lineamientos y formatos institucionales vigentes. Además, fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, 02 de septiembre del 2026

ROBERTO CARLOS NARVAEZ AGUILAR

Tcrn. Emt. Avc. Narvaez Aguilar, Roberto Carlos

Director

CC: 1715195952

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Seguridad y Defensa

Carrera de Tecnología Superior Universitaria En Ciencias Militares Aeronáuticas

Responsabilidad de Autoría

Nosotros, **Pila Chicaiza , Sandy Anahí y Vera Pérez, Jaren Armando**, con cédulas de ciudadanía n.° 0503885790 y 1729350783, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: Desarrollo de dashboards ejecutivos e interactivos para la visualización y análisis de indicadores de productividad y desempeño industrial de la OMA DIAF es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 02 de septiembre del 2026

SANDY ANAHI PILA CHICAIZA

Pila Chicaiza, Sandy Anahí

C.C.: 0503885790

JAREN ARMANDO VERA PEREZ

Vera Pérez, Jaren Armando

C.C.: 1729350783

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Seguridad y Defensa

Carrera de Tecnología Superior Universitaria En Ciencias Militares Aeronáuticas

Autorización de Publicación

Nosotros señores **Pila Chicaiza, Sandy Anahí y Vera Pérez, Jaren Armando**, con cédulas de ciudadanía n.º 0503885790 y 1729350783 autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: Desarrollo de dashboards ejecutivos e interactivos para la visualización y análisis de indicadores de productividad y desempeño industrial de la OMA DIAF en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Latacunga, 02 de septiembre del 2026

SANDY ANAHI PILA CHICAIZA

Pila Chicaiza, Sandy Anahí

C.C.: 0503885790

JAREN ARMANDO VERA PEREZ

Vera Pérez, Jaren Armando

C.C.: 1729350783

Dedicatoria

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por darme la vida, la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para superar cada desafío y permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi vida. A mis padres, quienes han sido mi mayor apoyo y ejemplo. Gracias por su amor incondicional, por sus sacrificios, consejos y por confiar siempre en mí. Cada palabra de motivación y cada esfuerzo que han realizado han sido fundamentales para alcanzar esta meta. Este logro también es de ustedes. A mi hermana, por acompañarme durante este camino, por su cariño, apoyo y por estar presente en los momentos en los que más lo necesité. Su compañía ha sido una parte importante para seguir adelante y no rendirme ante las dificultades. Con todo mi amor y gratitud, este logro es para ustedes.

Pila Chicaiza, Sandy Anahí.

Dedicatoria

Dedico a mi familia, por ser mi principal fuente de apoyo, por creer en mí incluso en los momentos en los que las cosas no fueron fáciles, por sus sacrificios, consejos, palabras de aliento y por estar siempre presentes durante cada etapa de este proceso, a mi compañera de vida, quien estuvo presente brindándome su apoyo moral, comprensión y motivación. A quienes confiaron en mis capacidades, compartieron conmigo palabras de aliento y estuvieron presentes durante este proceso, les expreso mi gratitud por convertirse en una fuente constante de motivación.

Vera Pérez, Jaren Armando.

Agradecimiento

El presente trabajo de titulación representa la culminación de un largo camino de esfuerzo, aprendizaje y crecimiento personal y profesional, por lo cual queremos extender nuestro más profundo agradecimiento a quienes lo hicieron posible.

A Dios, por habernos regalado la salud, la fortaleza y la claridad mental necesarias para superar cada obstáculo que se presentó en este proceso.

A nuestros padres, por su amor incondicional, su sacrificio constante y su confianza inquebrantable en nosotros. Gracias por enseñarnos con su ejemplo el valor del esfuerzo y la perseverancia, y por sostenernos en cada etapa de nuestra formación, incluso cuando el camino se tornó cuesta arriba. Sin su apoyo, este logro no habría sido posible.

Este logro es también reflejo del esfuerzo conjunto de quienes, de una u otra manera, estuvieron presentes en este camino.

Pila Chicaiza, Sandy Anahí.

Vera Pérez, Jaren Armando.

Índice de contenido

Carátula 1

Reporte de verificación de contenidos 2

Certificación 3

Responsabilidad de Autoría 4

Autorización de Publicación 5

Dedicatoria 6

Dedicatoria 7

Agradecimiento 8

Índice de contenido 9

Índice de tablas 14

Índice de figuras 15

Resumen 16

Abstract 17

Capítulo I 18

Introducción 18

Planteamiento del problema 18

Formulación del problema 19

Objetivos del proyecto 19

Objetivo general 19

Objetivos específicos 19

Justificación 20

Capítulo II 21

Marco teórico 21

Antecedentes sobre inteligencia de negocios y dashboards 21

Estudios sobre indicadores de productividad y desempeño industrial 21

Gestión de información en mantenimiento aeronáutico 21

Mantenimiento aeronáutico y OMA 22

Organización de Mantenimiento Aeronáutico 22

Procesos de mantenimiento aeronáutico 23

Gestión de información en mantenimiento aeronáutico 23

Productividad y desempeño industrial 24

Productividad industrial 24

Desempeño industrial 24

Eficiencia operacional 25

Indicadores clave de desempeño en mantenimiento aeronáutico 25

Indicadores de productividad en el mantenimiento de aeronaves 26

Indicadores de tiempo y cumplimiento 26

Indicadores de calidad del mantenimiento 27

Confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad 28

Confiabilidad operacional 28

Mantenibilidad 28

Disponibilidad operacional 29

Medición y seguimiento del desempeño 30

Dashboards para la gestión industrial 30

Características de los dashboards 30

Tipos de dashboards 31

Visualización de datos 31

Fundamentos de visualización de información 31

Tipos de representaciones gráficas 31

Principios de diseño de información 32

Interactividad y experiencia de usuario en dashboards 32

Interactividad de los paneles 32

Usabilidad 32

Arquitectura de información para dashboards 33

Extracción, transformación y carga de datos 34

Modelado de datos 34

Automatización y actualización de información 35

Calidad de los datos 35

Gestión y gobernanza de datos 35

Toma de decisiones organizacional 36

Niveles de gestión 36

Sistemas de información y dashboards para el soporte de decisiones 36

Desarrollo e implementación de dashboards 37

Etapas de desarrollo *37*

Requerimientos funcionales 38

Requerimientos no funcionales 38

Evaluación y validación de dashboards 39

Validación funcional *39*

Evaluación de usabilidad 39

Validación de indicadores 39

Marco conceptual 40

Capítulo III 41

Metodología 41

Enfoque de investigación *41*

Tipo y diseño de investigación *41*

Unidad de análisis y fuentes de información *41*

Técnica e instrumento *42*

Procedimiento y control de los datos *42*

Consideraciones éticas *43*

Capítulo IV 44

Análisis y discusión de los resultados 44

Capítulo V 79

Conclusiones y Recomendaciones 79

Conclusiones 79

Recomendaciones 81

Referencias 82

Apéndice 85

Índice de tablas

Tabla 1 Fuentes de información utilizadas en el análisis 44

Tabla 2 Distribución de tarjetas según tipo de mantenimiento 47

Tabla 3 Distribución porcentual de tarjetas rutinarias y no rutinarias 48

Tabla 4 Estado documental de las tarjetas de mantenimiento 49

Tabla 5 Avance documental de las órdenes de trabajo 50

Tabla 6 Horas hombre estimadas y ejecutadas por orden de trabajo 52

Tabla 7 Horas hombre promedio por tarjeta 54

Tabla 8 Distribución de HH según naturaleza de las tarjetas 55

Tabla 9 Técnicos con mayor acumulación de horas hombre 56

Tabla 10 Distribución de horas hombre según especialidad en la FAE-1031 59

Tabla 11 Distribución de horas según modalidad de trabajo 60

Tabla 12 Participación de horas normales y no normales 61

Tabla 13 Tiempo de permanencia registrado para las órdenes de trabajo 62

Tabla 14 Comparación del TAT de las aeronaves 62

Tabla 15 Distribución de tarjetas y HH según clasificación ATA 63

Tabla 16 Clasificación de indicadores según nivel de decisión 65

Tabla 17 Disponibilidad de información para el cálculo de KPI 67

Tabla 18 Comparación integral de indicadores de productividad 69

Tabla 19 Inconsistencias identificadas en la base consolidada 71

Tabla 20 Requerimientos funcionales establecidos para los dashboards 74

Tabla 21 Componentes funcionales y criterios de validación de los dashboards 76

Tabla 22 Síntesis de los principales resultados y su aplicación 77

Índice de figuras

Figura 1 Distribución porcentual de tarjetas rutinarias y no rutinarias 48

Figura 2 Avance documental de las órdenes de trabajo 50

Figura 3 Comparación de horas hombre entre FAE-1031 y FAE-1030 53

Figura 4 Participación de HH rutinarias y no rutinarias 56

Figura 5 Distribuciòn por técnico 58

Figura 6 Participaciòn del esfuerzo técnico por especialidad 59

Figura 7 Participaciòn de horas normales y no normales 61

Figura 8 Horas hombre acumuladas por sistema ATA 64

Figura 9 Comparación normalizada de indicadores entre las aeronaves 70

Resumen

La investigación tuvo como objetivo desarrollar dashboards ejecutivos e interactivos para visualizar indicadores de productividad, desempeño industrial y mantenimiento aeronáutico en la OMA DIAF, mediante una propuesta orientada a fortalecer decisiones estratégicas, tácticas u operativas con información organizada dentro de las órdenes analizadas institucionalmente durante el estudio de gestión institucional. Se aplicó un enfoque cuantitativo de carácter aplicado, con diseño no experimental y alcance descriptivo transversal, utilizando registros consolidados de las aeronaves FAE-1031 con FAE-1030 para examinar tarjetas de mantenimiento además de horas hombre, personal técnico o indicadores definidos según necesidades institucionales del proceso evaluado. Los resultados evidenciaron mayor intensidad operativa en la FAE-1031, con 464 tarjetas y 5762 HH ejecutadas frente a 428 tarjetas con 1800 HH en la FAE-1030, además de diferencias en trabajo correctivo, participación técnica o disponibilidad documental entre ambas órdenes sometidas al análisis institucional correspondiente dentro de la organización estudiada. La evaluación identificó inconsistencias en TAT, estados documentales y referencias planificadas entre fuentes, por ello los dashboards se estructuraron con criterios diferenciados, concluyéndose que la integración de métricas verificables favorece el seguimiento además de fortalecer decisiones sustentadas mediante información comparable dentro de la OMA DIAF.

Palabras clave: dashboards, desempeño industrial, mantenimiento aeronáutico, participación técnica, desempeño laboral.

Abstract

The study aimed to develop executive and interactive dashboards to visualize productivity, industrial performance, and aircraft maintenance indicators at OMA DIAF, through a proposal designed to strengthen strategic, tactical, and operational decision making by organizing information from the work orders analyzed during the institutional management study. A quantitative applied approach was used, with a non-experimental design and a cross sectional descriptive scope, using consolidated records from aircraft FAE-1031 and FAE-1030 to examine maintenance cards, man hours, technical personnel, and indicators defined according to the institutional needs of the evaluated process. The results showed greater operational intensity in FAE-1031, with 464 cards and 5762 man hours executed compared with 428 cards and 1800 man hours in FAE-1030, as well as differences in corrective work, technical participation, and documentary availability between both work orders included in the institutional analysis. The evaluation identified inconsistencies in TAT, documentary status, and planned references across data sources; therefore, the dashboards were structured using differentiated criteria, concluding that the integration of verifiable metrics supports monitoring and strengthens evidence-based decision making through comparable information within OMA DIAF.

Keywords: dashboards, industrial performance, aircraft maintenance, technical involvement, job performance.

Capítulo I

Introducción

La digitalización industrial redefine el tratamiento de la información al integrar registros previamente dispersos en estructuras capaces de apoyar el control operativo, interpretar comportamientos institucionales, reconocer variaciones relevantes y orientar decisiones con mayor precisión mediante sistemas articulados que presentan una visión organizada del rendimiento alcanzado por las distintas áreas funcionales, desde esta perspectiva, los dashboards reúnen indicadores estratégicos relevantes, muestran tendencias mediante recursos visuales, facilitan comparaciones sustentadas en criterios técnicos y favorecen la interpretación de resultados, permitiendo que los responsables examinen el desempeño institucional sin recurrir a extensos registros distribuidos entre diversos sistemas administrativos internos (Gonçalves et al., 2023).

La gestión del mantenimiento requiere información clara para conocer el estado de las operaciones, revisar las actividades programadas y valorar los resultados alcanzados, especialmente cuando los registros técnicos se generan continuamente durante los trabajos realizados en cada área, bajo criterios que permitan mantener un control ordenado de las tareas ejecutadas. Las plataformas de inteligencia empresarial concentran datos, organizan indicadores vinculados con el mantenimiento y presentan resultados mediante paneles interactivos, facilitando consultas sobre el rendimiento de los procesos, de modo que los responsables dispongan de información comprensible para apoyar las evaluaciones técnicas además del seguimiento operativo.

Planteamiento del problema

En la OMA DIAF la información asociada con la productividad y el desempeño industrial requiere, una estructura común de visualización que permita concentrar registros relevantes, organizar indicadores, contrastar resultados mediante criterios uniformes y presentar datos

comprensibles para quienes intervienen en los distintos niveles de decisión dentro del mantenimiento aeronáutico institucional.

La toma de decisiones en mantenimiento exige presentar información pertinente según el nivel de responsabilidad, debido a que las necesidades estratégicas difieren de las tácticas, mientras las operativas requieren datos detallados y cada instancia necesita indicadores acordes con sus funciones, recursos asignados además del alcance dentro de la operación aeronáutica. Cuando no hay una visualización clara según el nivel de decisión, los usuarios tienen dificultades para identificar prioridades, comprender cambios importantes y relacionar los indicadores con acciones de gestión. Esto reduce su capacidad para reaccionar a tiempo ante desviaciones. La falta de información clara dificulta tomar decisiones coherentes y efectivas.

Formulación del problema

¿De que manera el desarrollo de dashboards ejecutivos e interactivos para la visualización y análisis de indicadores de productividad y desempeño industrial de la OMA DIAF contribuye al fortalecimiento de la toma de decisiones en los niveles estratégico, táctico y operativo?

Objetivos del proyecto

Objetivo general

Desarrollar dashboards ejecutivos e interactivos para la visualización y análisis de indicadores de productividad y desempeño industrial de la Organización de Mantenimiento Aeronáutico OMA DIAF, mediante herramientas de desarrollo de sistemas operativos, con el fin de fortalecer la toma de decisiones en los niveles estratégico, táctico y operativo.

Objetivos específicos

- Identificar y analizar los indicadores de productividad y desempeño industrial utilizados en los procesos de mantenimiento aeronáutico de la OMA DIAF.

- Diseñar e implementar dashboards ejecutivos e interactivos para la visualización y análisis de información de productividad y desempeño industrial.

Justificación

El diseño de dashboards en la OMA DIAF busca reunir indicadores relevantes dentro de una plataforma de consulta sencilla, reducir la fragmentación de los registros, apoyar la supervisión del rendimiento y presentar resultados estructurados, de modo que los responsables institucionales dispongan de información ordenada durante actividades de control según necesidades operativas, esta solución favorece el aprovechamiento de los datos existentes, facilita la comparación entre periodos mediante criterios homogéneos, incorpora variables vinculadas con la productividad y representa desviaciones mediante elementos visuales, evitando revisiones manuales de registros separados durante los procesos internos de seguimiento institucional interno permanente.

El aporte académico del proyecto reúne conocimientos de mantenimiento aeronáutico, productividad industrial y análisis de información, aplicados mediante recursos visuales vinculados con situaciones reales del sector, de forma que la formación técnica se conecte con necesidades de gestión presentes en organizaciones dedicadas a procesos aeronáuticos especializados dentro de la institución, la investigación emplea indicadores cuantificables, herramientas digitales y recursos gráficos para analizar el rendimiento industrial, relacionando lo aprendido con experiencias propias del trabajo técnico, lo que facilita comprender mejor los procesos para responder a las exigencias actuales del sector aeronáutico nacional de manera más directa (Elhabashy et al., 2026).

Capítulo II

Marco teórico

Antecedentes sobre inteligencia de negocios y dashboards

La inteligencia empresarial ha evolucionado hacia herramientas que integran, procesan y presentan información de manera organizada para facilitar su análisis dentro de las organizaciones, actualmente, estas plataformas permiten consultar indicadores mediante recursos visuales accesibles, transformando registros operativos en información útil para conocer el desempeño y respaldar decisiones relacionadas con la gestión institucional (Passlick et al., 2023).

Estudios sobre indicadores de productividad y desempeño industrial

Los indicadores estratégicos ayudan a conocer de forma sencilla si los objetivos industriales se están cumpliendo, permiten revisar los resultados alcanzados en cada periodo, muestran cambios que requieren atención y ofrecen una referencia útil para comprender el comportamiento de los procesos, frente a las metas planteadas por la organización evaluada, para seleccionar estas métricas se consideran las características de cada actividad, las metas operativas junto con la información disponible, procurando que los datos respondan a necesidades reales de seguimiento, faciliten el análisis de la productividad y permitan valorar con mayor claridad el desempeño institucional alcanzado (Rodrigues et al., 2021).

Gestión de información en mantenimiento aeronáutico

La transformación digital ha renovado la manera de organizar el mantenimiento aeronáutico, porque permite reunir registros técnicos en herramientas más prácticas, facilita su consulta durante las intervenciones y reduce tareas repetitivas, logrando que el seguimiento de las actividades resulte más claro para quienes participan en cada proceso dentro del sector, este cambio también requiere adaptar procedimientos internos, mejorar el manejo de los datos disponibles, fortalecer las capacidades digitales del personal y conservar registros confiables,

de manera que los responsables puedan revisar las operaciones con mayor facilidad durante cada periodo evaluado dentro de la organización aeronáutica (Alomar et al., 2023).

Mantenimiento aeronáutico y OMA

Organización de Mantenimiento Aeronáutico

Una Organización de Mantenimiento Aeronáutico integra capacidades técnicas orientadas a inspeccionar aeronaves, efectuar reparaciones, gestionar componentes y documentar cada intervención conforme a requisitos de seguridad institucional, mientras el conocimiento especializado respalda actividades que requieren trazabilidad durante todo el ciclo de servicio bajo controles internos definidos por la organización claramente establecidos, estas entidades disponen de personal calificado, procedimientos documentados, instalaciones técnicas y recursos destinados a preservar la aeronavegabilidad, mientras la complejidad del mantenimiento exige coordinar inspecciones con reparaciones además del control de calidad mediante registros técnicos ajustados a criterios organizacionales para cumplir la normativa vigente institucional.

El funcionamiento de una OMA requiere una estructura organizacional que distribuya responsabilidades técnicas, supervise actividades críticas, fortalezca mecanismos de aprendizaje y mantenga controles vinculados con la seguridad operacional, debido a que los errores producidos durante el mantenimiento necesitan análisis institucional para evitar recurrencias dentro de operaciones aeronáuticas complejas bajo criterios definidos, la experiencia obtenida de los incidentes amplía el conocimiento, mejora la identificación de peligros, orienta medidas preventivas y fortalece la gestión de riesgos en mantenimiento, cuando responsables transforman los hallazgos en criterios aplicables para supervisar tareas mediante procedimientos dentro del sistema de seguridad operacional.

Procesos de mantenimiento aeronáutico

Los procesos de mantenimiento aeronáutico incluyen actividades bien organizadas. Se realizan inspecciones de sistemas, se detectan problemas, se hacen reparaciones cuando es necesario; todo se hace siguiendo las reglas definidas. Los sistemas informáticos aplicados al mantenimiento permiten supervisar avances, conservar registros, analizar indicadores y reconocer desviaciones asociadas con la ejecución de tareas, proporcionando una visión ordenada del proceso para que los supervisores valoren cumplimiento junto con rendimiento mediante información estructurada durante la gestión técnica aeronáutica (Żyluk et al., 2025).

Las prácticas modernas de mantenimiento aeronáutico utilizan datos sobre la condición de los componentes, ajustan las intervenciones según evidencia técnica, anticipan necesidades operativas y evitan trabajos innecesarios, mediante una planificación que concentra recursos en elementos prioritarios con apoyo del conocimiento ingenieril obtenido durante la operación institucional continua del servicio aeronáutico, el mantenimiento basado en condición integra capacidades técnicas, criterios regulatorios, modelos de diagnóstico y procesos organizacionales orientados a interpretar el estado funcional, transformando registros técnicos en decisiones consistentes que facilitan programar intervenciones conforme a prioridades claramente definidas dentro de entornos regulados de gestión aeronáutica vigentes.

Gestión de información en mantenimiento aeronáutico

La gestión de la información en el mantenimiento aeronáutico permite organizar los registros de manera más práctica, conservar antecedentes técnicos y compartir datos entre las áreas responsables, reduciendo tareas administrativas sin perder el seguimiento de las intervenciones realizadas durante las etapas del servicio, de forma ordenada dentro de la organización. Los sistemas digitales facilitan localizar información con rapidez, disminuyen la dependencia de archivos físicos y ordenan el control documental, haciendo más sencillo que

cada área consulte los datos necesarios para revisar actividades, mantener la trazabilidad técnica además de respaldar el mantenimiento ejecutado en cada intervención.

El análisis de registros de mantenimiento adquiere mayor utilidad cuando las descripciones técnicas se procesan para detectar recurrencias, clasificar hallazgos, reconocer patrones y generar información útil para la planificación, especialmente cuando la organización acumula grandes volúmenes de texto procedentes de inspecciones efectuadas durante ciclos sucesivos de operación aeronáutica documentada institucional, las técnicas de procesamiento del lenguaje examinan reportes narrativos, agrupan contenidos semejantes, obtienen estadísticas y localizan áreas problemáticas dentro del mantenimiento, favoreciendo el aprovechamiento sistemático de antecedentes históricos para orientar revisiones posteriores mediante evidencia derivada de hallazgos técnicos previamente registrados en procesos institucionales de control.

Productividad y desempeño industrial

Productividad industrial

Su evaluación mediante indicadores facilita la comparación entre periodos, permite reconocer variaciones vinculadas con los recursos utilizados, valora cambios derivados de innovaciones tecnológicas y explica la incidencia de decisiones sobre procesos, aportando referencias para interpretar los niveles alcanzados durante operaciones habituales bajo criterios de gestión.

Desempeño industrial

El desempeño industrial refleja el nivel alcanzado por una organización al cumplir resultados previstos, mediante procesos coordinados, sistemas de medición y criterios de control que convierten las actividades productivas en referencias comparables, facilitando la valoración entre los objetivos establecidos y los resultados obtenidos durante cada ciclo operativo institucional interno establecido, los sistemas de medición vinculan indicadores con

actividades, organizan referencias para supervisar resultados, identifican desviaciones relevantes mediante criterios, impulsando decisiones orientadas a mejorar el comportamiento de los procesos mediante un seguimiento continuo dentro de estructuras industriales expuestas a condiciones operativas variables durante cada periodo productivo.

Eficiencia operacional

La eficiencia operacional expresa la capacidad de ejecutar actividades con un aprovechamiento racional de los recursos, reduciendo desperdicios mediante prácticas de mejora, tecnologías digitales y mecanismos de control que permiten limitar pérdidas, sin desvincular el rendimiento productivo de las condiciones reales presentes en el funcionamiento cotidiano de los procesos industriales. La incorporación de herramientas Lean junto con soluciones tecnológicas mejora la organización de las operaciones, disminuye desperdicios durante la producción, fortalece el uso de recursos y favorece resultados operativos más estables, cuando estas prácticas se mantienen durante periodos suficientes para consolidar sus efectos de manera.

Indicadores clave de desempeño en mantenimiento aeronáutico

Los indicadores clave de desempeño funcionan como métricas seleccionadas para reflejar resultados relevantes de una operación, traducir objetivos institucionales en referencias medibles, contrastar el rendimiento alcanzado y orientar la revisión sistemática del mantenimiento aeronáutico mediante información comprensible para responsables técnicos de distintos niveles durante cada periodo de evaluación institucional de referencia, un KPI pertinente mantiene relación con la actividad analizada, utiliza una fórmula estable, emplea datos verificables y facilita detectar desviaciones operativas, permitiendo comparar tendencias entre periodos, además de respaldar decisiones vinculadas con el rendimiento del sistema de mantenimiento dentro de la gestión organizacional interna (Timjerdine, 2023).

La pertinencia de un indicador depende de su alineación con los objetivos organizacionales, porque cada métrica, dentro del sistema de gestión, representa un aspecto

concreto del desempeño institucional mientras refleja resultados asociados con prioridades definidas y aporta evidencia suficiente para valorar el progreso alcanzado frente a las metas previamente establecidas, los indicadores cuantitativos expresan magnitudes mediante valores numéricos, mientras los cualitativos describen condiciones estructuradas, amplían la interpretación de los resultados y permiten reconocer aspectos que las cifras no muestran por sí solas, favoreciendo una valoración integral del funcionamiento operativo conforme a los propósitos institucionales establecidos.

La selección de KPI en el mantenimiento aeronáutico requiere valorar su importancia estratégica, la disponibilidad de datos confiables, la claridad interpretativa y la capacidad para representar comportamientos sujetos a seguimiento, evitando métricas repetitivas o alejadas de las prioridades establecidas para cada proceso técnico dentro de la gestión institucional de referencia, la frecuencia de medición debe ajustarse al ritmo operativo, al tipo de decisión asociada y al nivel de variación esperado, mientras las metas definidas permiten comparar resultados con parámetros de referencia, facilitando la detección de desviaciones que requieren análisis dentro del sistema de mantenimiento interno.

Indicadores de productividad en el mantenimiento de aeronaves

La productividad del personal técnico vincula el esfuerzo dedicado al mantenimiento con el volumen de trabajo realizado. La productividad del personal técnico también considera las horas trabajadas durante cada intervención. La productividad del personal técnico compara la capacidad disponible con los resultados obtenidos y permite identificar variaciones en el rendimiento entre equipos sometidos a cargas operativas comparables durante cada ciclo operativo. El análisis conjunto de las horas previstas frente a las horas reales ayuda a identificar discrepancias en la utilización de los recursos.

Indicadores de tiempo y cumplimiento

Los indicadores temporales evalúan la duración del mantenimiento utilizando parámetros de referencia. Estos parámetros de referencia se refieren al tiempo de respuesta

inicial, el tiempo medio de tramitación, el tiempo de ciclo y el cumplimiento de los plazos. El objetivo es identificar con precisión las discrepancias entre los plazos previstos y los resultados reales durante la realización de actividades técnicas en las aeronaves o sus componentes. Los retrasos operativos muestran incumplimientos del calendario, el tiempo de permanencia refleja cuánto continúa un activo dentro del proceso y las actividades pendientes representan trabajo acumulado, ofreciendo referencias para priorizar recursos además de controlar efectos sobre intervenciones posteriores, dentro del seguimiento operativo de cada periodo.

Indicadores de calidad del mantenimiento

Los indicadores de calidad examinan la conformidad de las actividades ejecutadas frente a procedimientos establecidos, requisitos técnicos, criterios de inspección y resultados esperados dentro del sistema de mantenimiento aeronáutico para determinar si cada intervención conserva las condiciones definidas por la organización responsable del servicio, durante cada ciclo de revisión técnica. El retrabajo representa actividades que deben repetirse por resultados no conformes, mientras la reincidencia de fallas evidencia problemas repetidos y aporta señales sobre efectividad técnica, por lo cual ambas medidas permiten reconocer deficiencias de ejecución, además de orientar revisiones sobre procesos que requieren acciones correctivas.

Los hallazgos de calidad y las no conformidades proporcionan evidencia sobre incumplimientos identificados durante inspecciones, auditorías o verificaciones técnicas, permitiendo clasificar desviaciones según su naturaleza y establecer acciones destinadas a corregir condiciones que afectan la consistencia del mantenimiento realizado bajo criterios institucionales previamente definidos, dentro del proceso de control institucional. La efectividad de las intervenciones se valora mediante la ausencia de recurrencias, el cumplimiento de procedimientos, además considera la estabilidad del resultado obtenido, integrando información de auditorías con registros técnicos para determinar si las acciones aplicadas solucionan causas detectadas además de fortalecer el aprendizaje operativo.

Confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad

Confiabilidad operacional

La confiabilidad operacional expresa la capacidad de un sistema para cumplir su función durante un periodo definido, bajo condiciones establecidas, sin presentar fallas que interrumpan el servicio y comprometan la continuidad técnica de las operaciones aeronáuticas dentro del ciclo previsto de utilización, conforme al desempeño esperado en cada servicio técnico. Su relación con el mantenimiento se refleja en la reducción de fallas, el control de degradaciones y la conservación funcional de componentes, dado que una estrategia basada en confiabilidad orienta intervenciones según criticidad, para sostener niveles de servicio compatibles con los objetivos operacionales establecidos institucionalmente.

La frecuencia de fallas sirve para examinar el comportamiento de componentes aeronáuticos mediante los eventos registrados, mientras el MTBF representa el intervalo medio entre fallas reparables, permite contrastar la estabilidad funcional de equipos sometidos a condiciones semejantes, y ofrece una referencia técnica para el control durante periodos definidos de evaluación, el historial técnico concentra datos sobre fallas detectadas, intervenciones efectuadas junto con horas acumuladas de operación, permitiendo reconocer patrones recurrentes, respaldar decisiones sobre inspecciones o reemplazos y fundamentar medidas basadas en evidencia obtenida a lo largo de la vida operativa de cada sistema aeronáutico institucional.

Mantenibilidad

La mantenibilidad describe la capacidad de un sistema para recuperar su condición funcional mediante actividades de mantenimiento realizadas con procedimientos definidos, recursos disponibles, competencias técnicas apropiadas y tiempos compatibles con los requerimientos operacionales establecidos para devolver el equipo al servicio después de una falla, dentro del periodo técnico previsto correspondiente. Esta propiedad se relaciona con la

facilidad de diagnóstico, el acceso a componentes y la ejecución ordenada de reparaciones, puesto que una mayor capacidad de restauración reduce interrupciones, favorece una recuperación estable del sistema intervenido además de contribuir al cumplimiento de los tiempos operativos previstos.

El tiempo medio de reparación representa el tiempo medio requerido para restaurar un sistema después de una falla, considerando las actividades necesarias para diagnosticar la condición, ejecutar la reparación y verificar el retorno al servicio conforme a los criterios técnicos definidos para cada intervención, dentro del proceso operativo durante la operación aeronáutica correspondiente. Su comportamiento depende de la disponibilidad del personal calificado, las herramientas necesarias y los repuestos requeridos, de manera que una gestión coordinada de estos recursos mejora la eficiencia de la intervención, además de reducir el periodo durante el cual el sistema permanece fuera de servicio (Żyluk et al., 2025).

Disponibilidad operacional

La disponibilidad operacional representa la proporción de tiempo durante la cual un sistema permanece en condiciones de cumplir la función asignada, considerando los periodos efectivos de operación, las interrupciones por mantenimiento y los tiempos requeridos para recuperar la capacidad funcional después de una falla, dentro del horizonte técnico evaluado establecido. Su valoración relaciona el tiempo disponible con el tiempo indisponible, permitiendo observar cuánto afecta cada detención al servicio y reconocer la influencia de las actividades de mantenimiento, debido a que intervenciones eficientes reducen periodos fuera de operación, además de favorecer la continuidad durante cada jornada.

El seguimiento de la disponibilidad permite analizar el efecto combinado de la confiabilidad, la mantenibilidad, los recursos de apoyo y las decisiones de mantenimiento sobre la continuidad operativa de aeronaves o componentes, mediante criterios comparables que facilitan valorar el rendimiento técnico institucional durante periodos establecidos por la organización responsable vigente, como indicador de gestión permite detectar pérdidas de

capacidad, comparar resultados entre periodos, relacionar interrupciones con el rendimiento y priorizar acciones sobre causas recurrentes, orientando a los responsables hacia medidas enfocadas en mejorar el uso sostenido de los recursos destinados al mantenimiento aeronáutico institucional continuo.

Medición y seguimiento del desempeño

La medición del desempeño ayuda a conocer qué tan cerca se encuentra la organización de los objetivos planteados, al permitir comparar los resultados obtenidos y observar cómo evolucionan los procesos con el paso del tiempo. Mediante el uso de indicadores es posible identificar avances, detectar desviaciones y reconocer aspectos que requieren atención, ofreciendo información clara para realizar ajustes oportunos y mantener un seguimiento constante de las actividades desarrolladas dentro de la institución.

Dashboards para la gestión industrial

Un dashboard permite reunir en un solo espacio la información más importante de una organización y presentarla de forma clara mediante indicadores, gráficos y otros recursos visuales. Su utilidad está en facilitar la consulta de los datos, comparar resultados y observar con mayor rapidez cómo se comportan los procesos en cada periodo. Al concentrar información que normalmente estaría dispersa, también ayuda a identificar cambios, tendencias o situaciones que requieren atención, ofreciendo una base más práctica para el seguimiento institucional y para la toma de decisiones relacionadas con los objetivos establecidos.

Características de los dashboards

La calidad visual de un dashboard depende en gran medida de cómo se organiza la información y de qué tan fácil resulta para el usuario identificar los datos que realmente necesita. Una distribución ordenada de gráficos e indicadores, sin elementos que recarguen la pantalla, permite comprender mejor los resultados y mantener claro su significado técnico. También es importante que la información pueda consultarse por categorías o periodos, ya que

esto facilita comparar valores, reconocer cambios relevantes y desplazarse por el panel de manera sencilla durante el análisis de los procesos institucionales.

Tipos de dashboards

Los dashboards pueden organizarse de acuerdo con el tipo de gestión que realiza cada usuario dentro de la organización, en el nivel estratégico se presenta información general para apoyar decisiones de mayor alcance, en el táctico se da seguimiento a áreas y objetivos intermedios, mientras que en el operativo se revisan actividades más específicas del trabajo diario, esta organización permite mostrar solo la información necesaria en cada nivel, facilita la lectura de los indicadores y ayuda a que los responsables comprendan mejor los resultados para tomar decisiones acordes con sus funciones.

Visualización de datos

Fundamentos de visualización de información

La visualización de datos permite presentar la información de una forma más clara y fácil de interpretar mediante gráficos, indicadores u otros recursos visuales, esto ayuda a comparar resultados, observar cómo cambian los procesos con el tiempo y detectar variaciones que necesitan atención, al organizar los datos de manera más comprensible, también se facilita el seguimiento de las actividades y se obtiene una visión más práctica de los resultados alcanzados, lo que sirve como apoyo para tomar decisiones basadas en la información disponible.

Tipos de representaciones gráficas

Las representaciones gráficas permiten presentar la información de forma ordenada, clara pero fácil de revisar, mediante recursos como indicadores numéricos, tarjetas KPI o gráficos que ayudan a comparar resultados e identificar cambios relevantes para interpretar el comportamiento observado en los procesos institucionales durante cada periodo analizado con mayor precisión técnica, la elección del recurso depende del tipo de dato, del objetivo de la

consulta y del nivel de detalle requerido, por lo que una selección adecuada facilita la lectura de los indicadores, mejora su comprensión y favorece el seguimiento del desempeño dentro de la institución (Chakrabarti et al., 2022).

Principios de diseño de información

El contraste visual ayuda a diferenciar categorías relevantes, facilita reconocer la información prioritaria al dirigir la atención hacia los datos que requieren análisis, mientras el color debe utilizarse con una función clara para evitar confusiones, conservar una lectura ordenada del contenido presentado y facilitar la revisión de cada panel instituciona, una composición sencilla mejora la comprensión de los resultados, reduce distracciones durante la consulta y permite localizar con rapidez los valores, por lo cual cada elemento debe conservar un propósito definido dentro de la interfaz, respetando las necesidades de análisis establecidas para los usuarios responsables.

Interactividad y experiencia de usuario en dashboards

Interactividad de los paneles

La interactividad de los paneles facilita revisar la información según las necesidades de cada usuario, permite escoger periodos o categorías mediante filtros sencillos, ajusta la consulta sin modificar la base original y ofrece una lectura más útil de los datos, durante las revisiones institucionales realizadas en cada periodo institucional analizado, estas funciones ayudan a explorar los resultados con mayor claridad, evitan mostrar información innecesaria durante la consulta y permiten comparar distintos escenarios, manteniendo cada visualización relacionada con los criterios seleccionados, lo cual favorece un análisis más ordenado dentro de los diferentes niveles de gestión institucional.

Usabilidad

La usabilidad de un dashboard se refleja en la facilidad con que una persona encuentra la información, comprende los indicadores disponibles, reconoce las funciones principales y

recorre las distintas opciones sin dificultad, logrando una experiencia clara incluso cuando existen diferentes niveles de familiaridad con la herramienta dentro de la organización. Una estructura visual ordenada facilita consultas rápidas, disminuye errores al interpretar los resultados, permite ubicar los datos relevantes y mejora el manejo cotidiano del sistema, ofreciendo a los responsables una consulta más sencilla durante las actividades de revisión realizadas en cada periodo institucional previamente establecido (Almasi et al., 2023).

Arquitectura de información para dashboards

La arquitectura de información para dashboards parte de identificar fuentes que representen el funcionamiento institucional, como registros operativos, bases de datos y archivos estructurados que documentan actividades realizadas, recursos empleados o resultados obtenidos durante los procesos sometidos a seguimiento conforme a criterios definidos por la organización para cada evaluación institucional, los registros históricos complementan esta base informativa, mientras los sistemas administrativos aportan datos de planificación, control y seguimiento para combinar antecedentes técnicos con información vigente, permitiendo construir indicadores consistentes que faciliten interpretar el desempeño organizacional mediante criterios comparables aplicados en distintos periodos de evaluación institucional.

La información de mantenimiento reúne órdenes de trabajo, intervenciones realizadas, tiempos registrados y estados de equipos que deben vincularse con fuentes para construir una visión integrada del proceso, debido a que cada sistema conserva estructuras propias según su finalidad operativa o administrativa dentro de las áreas responsables de la organización, la integración de fuentes heterogéneas exige homologar formatos, estructuras y significados antes del análisis, evitando que las diferencias entre bases o archivos produzcan interpretaciones inconsistentes al combinar datos para alimentar dashboards, destinados al seguimiento de indicadores institucionales con trazabilidad suficiente durante revisiones periódicas de gestión.

Extracción, transformación y carga de datos

La depuración del flujo de datos identifica registros incompletos, valores atípicos, duplicados y errores capaces de distorsionar la interpretación posterior de los indicadores, mientras la homologación establece formatos comunes para fechas o unidades antes de integrar información procedente de sistemas con estructuras distintas dentro del proceso analítico institucional de referencia, la transformación consolida estas correcciones mediante reglas definidas, normaliza estructuras y prepara variables para su carga, de modo que el repositorio analítico reciba información consistente para consultas posteriores, facilitando actualizaciones controladas cuando nuevos registros ingresan al flujo de procesamiento organizacional de gestión durante revisiones periódicas.

Modelado de datos

El modelado de datos estructura la información mediante esquemas que representan entidades relevantes, define relaciones entre tablas, establece campos descriptivos y organiza variables destinadas al análisis institucional, permitiendo que cada elemento conserve una función precisa dentro del conjunto utilizado por el dashboard para generar resultados comprensibles durante cada consulta institucional, las dimensiones clasifican la información según categorías de análisis, las medidas expresan cálculos derivados, los campos conservan atributos asociados con cada registro y permiten combinar perspectivas diferentes, facilitando comparaciones coherentes entre periodos o unidades evaluadas dentro de la gestión institucional mediante una estructura analítica ordenada.

Las relaciones entre tablas permiten conectar registros mediante claves definidas, reducen duplicidades, favorecen consultas integradas y sostienen la consistencia del modelo cuando varias entidades participan en la construcción de indicadores, por ello su diseño debe responder a la naturaleza de los datos además de las preguntas analíticas previamente previstas institucionalmente. Una estructura orientada al análisis diferencia hechos medibles de dimensiones descriptivas, organiza métricas y simplifica recorridos de consulta, de modo que

los usuarios accedan a resultados agregados con menor complejidad, además de conservar la posibilidad de profundizar sobre categorías vinculadas con cada indicador de gestión.

Automatización y actualización de información

La automatización del flujo de información permite incorporar registros recientes con una frecuencia definida, disminuye tareas manuales que consumen tiempo, mantiene conectadas distintas fuentes y facilita que los datos estén disponibles cuando se requieren para el análisis institucional, sin depender de actualizaciones repetitivas a lo largo de cada periodo institucional, esta actualización constante ayuda a conservar la continuidad de los registros, mejora su disponibilidad para las revisiones previstas, facilita el seguimiento de los resultados y mantiene una base vigente para los dashboards, ofreciendo información oportuna a quienes revisan el desempeño institucional en cada periodo evaluado (Khattach et al., 2025).

Calidad de los datos

La calidad de los datos permite revisar si la información utilizada es completa, coherente y fácil de rastrear, antes de incorporarla a los procesos de análisis institucional, porque una base organizada ayuda a trabajar con registros confiables y evita que inconsistencias previas alteren la interpretación posterior de los resultados obtenidos. Por esta razón, la revisión de duplicados o valores ausentes permite detectar diferencias entre las fuentes antes de calcular indicadores, manteniendo registros confiables que sirven como base para elaborar los dashboards con mayor seguridad durante cada periodo institucional evaluado de gestión (Miller et al., 2024).

Gestión y gobernanza de datos

La gobernanza de datos ayuda a definir quién organiza la información, quién debe mantenerla actualizada y cómo se controlan los cambios realizados, de manera que los registros conserven un orden claro y puedan rastrearse cuando sea necesario, especialmente durante las revisiones internas que realiza cada área responsable de la organización, contar con responsables definidos facilita revisar el origen de los datos, mantener correspondencia

entre las fuentes institucionales, controlar las modificaciones aplicadas al registro, además de asegurar que los indicadores mostrados en los dashboards provengan de información verificable para realizar un seguimiento confiable del desempeño institucional (Acev et al., 2025).

Toma de decisiones organizacional

La toma de decisiones basada en datos organiza evidencias obtenidas de registros institucionales, transforma observaciones en conocimiento útil, compara alternativas mediante criterios verificables y relaciona los resultados con objetivos definidos, permitiendo que cada elección responda a información analizada antes de comprometer recursos o modificar procesos dentro de la gestión organizacional, este enfoque fortalece la valoración del desempeño institucional, facilita reconocer desviaciones, sustenta ajustes posteriores y permite contrastar los efectos alcanzados con expectativas previamente formuladas, conservando evidencia sobre resultados para retroalimentar futuras elecciones dentro de los procesos de gestión institucional durante evaluaciones periódicas de carácter organizacional.

Niveles de gestión

Los niveles estratégico, táctico y operativo permiten organizar las decisiones según su alcance dentro de la institución. El nivel estratégico se orienta hacia objetivos generales y resultados de largo plazo, el táctico coordina recursos y actividades de las distintas áreas, mientras el operativo supervisa la ejecución cotidiana de tareas, tiempos y procesos. Esta organización facilita utilizar información con distintos niveles de detalle, permitiendo que los responsables analicen indicadores acordes con sus funciones y necesidades de gestión para respaldar decisiones basadas en datos dentro de la organización (Ojha et al., 2024).

Sistemas de información y dashboards para el soporte de decisiones

Los sistemas de información integran datos provenientes de distintas fuentes y los transforman en contenidos organizados para apoyar la toma de decisiones institucionales. Su

vinculación con dashboards facilita presentar indicadores, comparar resultados y consultar información relevante según las necesidades de gestión, permitiendo que los responsables identifiquen variaciones y analicen el desempeño mediante datos estructurados dentro de una misma herramienta de seguimiento (Balaha et al., 2025).

Desarrollo e implementación de dashboards

Etapas de desarrollo

El diseño de paneles de seguimiento parte del reconocimiento de las necesidades institucionales, identifica a los usuarios responsables, define los indicadores prioritarios y establece las fuentes de datos, especificando la información requerida para responder a las exigencias de control presentes en cada nivel organizacional previamente determinado dentro de la gestión. Esta fase estructura los criterios que guían la configuración del dashboard, asigna responsabilidades, vincula las métricas con los objetivos institucionales y consolida una base informativa consistente, garantizando que la herramienta atienda ordenadamente los requerimientos de supervisión establecidos dentro de los procesos internos de la organización.

La preparación de datos convierte las fuentes seleccionadas en conjuntos utilizables para el dashboard, mediante procesos de revisión técnica, organización de variables y transformación de registros antes de diseñar la interfaz que presentará los resultados, procurando que la estructura visual corresponda con las necesidades informativas identificadas durante el proyecto institucional, el desarrollo integra componentes gráficos con funciones de consulta, relaciona datos procesados y construye mecanismos de interacción, mientras las revisiones iterativas permiten ajustar contenidos conforme a observaciones obtenidas de usuarios o responsables técnicos, hasta consolidar una versión funcional que represente los requerimientos previamente definidos institucionalmente.

Las pruebas permiten verificar que el dashboard cumpla los requerimientos establecidos, presente información comprensible, ejecute las funciones previstas y mantenga

correspondencia entre los datos procesados con los resultados visibles antes de su implementación institucional, reduciendo fallas que afectarían la consulta cotidiana por parte de los responsables de gestión institucional interna, la implementación incorpora la herramienta al entorno de trabajo, considera procesos de capacitación, seguimiento inicial y evaluación posterior para identificar barreras de adopción o ajustes necesarios, fortaleciendo su integración con las prácticas reales de supervisión desarrolladas dentro de cada área organizacional durante el uso institucional.

Requerimientos funcionales

Los requerimientos funcionales definen las acciones que el dashboard debe ejecutar durante cada consulta, incorporan filtros configurables, visualizaciones vinculadas con indicadores y mecanismos de navegación que permiten examinar información desde distintas perspectivas, conforme a criterios seleccionados por cada usuario sin modificar la coherencia de las vistas institucionales. Estas funciones permiten realizar consultas por categorías o periodos, actualizar contenidos según cambios registrados en los datos, exportar resultados y trasladar evidencias hacia reportes u otros medios requeridos, facilitando el análisis de información relevante para los responsables de gestión durante cada periodo.

Requerimientos no funcionales

Los requerimientos no funcionales establecen condiciones de calidad que regulan el comportamiento del dashboard durante su utilización, consideran niveles de rendimiento, control de acceso y facilidad de uso según las capacidades de los usuarios, permitiendo que las funciones disponibles operen conforme a parámetros definidos por la organización responsable institucional interna, la disponibilidad mantiene el servicio accesible cuando resulta necesario, la escalabilidad permite procesar mayores volúmenes de información, la mantenibilidad favorece modificaciones controladas y conserva estabilidad frente a cambios técnicos, facilitando que la solución responda a nuevas necesidades sin deteriorar su desempeño durante la operación institucional.

Evaluación y validación de dashboards

Validación funcional

La validación funcional verifica que los resultados del dashboard correspondan con los registros utilizados como fuente, revisa los cálculos configurados, comprueba filtros y confirma que cada visualización responda a los criterios de consulta previstos, evitando discrepancias entre la información procesada frente a los valores presentados durante el análisis institucional correspondiente, esta revisión examina la navegación entre vistas, la actualización de contenidos, la respuesta de controles y la integridad de los indicadores mediante comparaciones con datos originales, permitiendo que el sistema entregue resultados consistentes además de conservar relaciones correctas entre métricas asociadas con cada proceso evaluado.

Evaluación de usabilidad

La evaluación de usabilidad comprueba si los usuarios interpretan la información presentada, aprenden las funciones disponibles, recorren las vistas y completan consultas sin esfuerzos innecesarios, considerando que la claridad visual debe favorecer la comprensión de indicadores dentro del tiempo previsto para cada tarea institucional durante el uso cotidiano del dashboard.

Validación de indicadores

La validación de indicadores determina si cada métrica representa dimensiones pertinentes del desempeño institucional, mantiene relevancia para los responsables, utiliza información verificable y conserva una interpretación comprensible durante su aplicación, evitando incorporar medidas que aporten escaso valor al seguimiento de los objetivos definidos por la organización durante la gestión institucional, esta revisión vincula indicadores con metas organizacionales, contrasta su significado, verifica disponibilidad de datos y confirma su utilidad analítica, permitiendo que las métricas seleccionadas proporcionen evidencia para evaluar

resultados además de facilitar que los usuarios comprendan valores antes de emplearlos en decisiones de gestión institucional.

Marco conceptual

Los dashboards son una herramienta visual que reúne indicadores relevantes para facilitar el seguimiento del rendimiento de la organización, mientras que los KPI permiten medir los resultados en relación con los objetivos predefinidos. Su uso facilita la comparación de resultados, la identificación de desviaciones y la rápida obtención de información relacionada con la productividad y el rendimiento operativo durante los procesos de gestión.

La productividad dentro del mantenimiento aeronáutico depende de la forma en que se utilizan los recursos disponibles, del tiempo destinado a cada intervención y de los resultados alcanzados durante el trabajo técnico, por lo que su análisis permite conocer con mayor claridad el comportamiento real de las actividades ejecutadas dentro de la organización, aspectos como confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad ayudan a valorar el estado de los activos mientras indicadores como MTBF o MTTR muestran la frecuencia de fallas, la continuidad operativa junto con el tiempo necesario para recuperar el funcionamiento de los sistemas evaluados (Sagharidooz et al., 2024).

La calidad de los datos influye directamente en la utilidad de un dashboard, porque una información clara y bien organizada facilita comprender los resultados, evita interpretaciones equivocadas y permite que los usuarios confíen en lo que observan, especialmente cuando deben revisar varios indicadores para conocer el comportamiento de los procesos. La integración de registros confiables con recursos visuales ayuda a reconocer tendencias, comparar valores entre periodos, detectar cambios relevantes en el desempeño, ofreciendo a los responsables una base comprensible para revisar los resultados obtenidos dentro de los diferentes niveles de gestión establecidos en la organización.

Capítulo III

Metodología

Enfoque de investigación

El estudio adopta un enfoque cuantitativo porque trabaja con información numérica obtenida de los registros institucionales de la OMA DIAF, especialmente tarjetas de mantenimiento, horas hombre e indicadores de productividad, lo que permite revisar el comportamiento de las órdenes analizadas y comparar directamente las aeronaves analizadas FAE-1031 frente a FAE-1030. Con esta información se organizan frecuencias, porcentajes junto con medidas resumidas para identificar diferencias entre ambas intervenciones, interpretar los resultados con criterios uniformes y construir dashboards orientados al seguimiento del desempeño industrial, utilizando datos claros obtenidos durante cada periodo evaluado dentro de la organización institucional.

Tipo y diseño de investigación

La investigación se plantea como un estudio aplicado, enfocado en desarrollar dashboards para organizar además de representar información vinculada con la productividad institucional, el desempeño industrial de la OMA DIAF y los registros disponibles, sin modificar las variables observadas durante el análisis de las órdenes de trabajo seleccionadas en el estudio. El diseño corresponde a un esquema no experimental, descriptivo y transversal mediante el cual se caracterizan los indicadores existentes, se contrastan los resultados obtenidos entre las intervenciones analizadas para definir la información requerida en los paneles dirigidos a los niveles estratégico, táctico u operativo.

Unidad de análisis y fuentes de información

El análisis se sustentó en los registros institucionales vinculados con las órdenes de trabajo 23091 y 24010, correspondientes a las aeronaves FAE-1031 y FAE-1030, incorporadas

al proceso de mantenimiento examinado en la OMA DIAF, como base documental principal para desarrollar el estudio destinada a organizar posteriormente la información técnica disponible. Las fuentes consultadas comprendieron matrices de tarjetas de mantenimiento, reportes de horas hombre junto con información del personal técnico, estados documentales e indicadores de productividad, cuyos registros facilitaron la comparación entre ambas intervenciones para reconocer diferencias operativas para definir los datos incorporados en los dashboards.

Técnica e instrumento

La investigación utilizó el análisis documental como técnica principal para examinar los registros institucionales de la OMA DIAF, considerando las órdenes de trabajo 23091 junto con 24010, las tarjetas de mantenimiento, las horas hombre registradas y los indicadores de productividad disponibles en las fuentes revisadas para sustentar el estudio institucional realizado, como instrumento se empleó una matriz de registro sistemático de datos, diseñada para clasificar la información recopilada, ordenar las variables consideradas para comparar los resultados de las aeronaves FAE-1031 y FAE-1030, mediante una base organizada destinada al cálculo de indicadores incorporados en los dashboards.

Procedimiento y control de los datos

Durante el tratamiento de la información, se revisaron los registros vinculados a las órdenes de trabajo 23091 y 24010, comprobando la disponibilidad de los datos, la concordancia entre las distintas fuentes y la consistencia de los valores empleados durante el análisis institucional desarrollado en la OMA DIAF para garantizar resultados verificables. Las tarjetas de mantenimiento, las horas hombre e indicadores de productividad se integraron en una matriz consolidada, destinada a reconocer valores faltantes o diferencias entre registros, preservar la trazabilidad además de disponer de base verificable para comparar FAE-1031 con FAE-1030 antes de estructurar los dashboards.

Consideraciones éticas

El tratamiento de la información institucional se realizó bajo criterios de confidencialidad, integridad y responsabilidad en el uso de los registros entregados por la OMA DIAF, limitando su utilización a los propósitos académicos definidos para esta investigación, con resguardo permanente del contenido original de las fuentes técnicas consultadas durante el estudio. Los datos relacionados con las órdenes de trabajo fueron organizados mediante valores consolidados, indicadores de desempeño y referencias verificables, manteniendo la trazabilidad documental durante el análisis institucional, evitando divulgar información sensible vinculada con las operaciones aeronáuticas desarrolladas dentro de la organización durante el proyecto.

Capítulo IV

Análisis y discusión de los resultados

El análisis de los resultados parte de los registros reunidos para las órdenes de trabajo 23091 junto con 24010, correspondientes a las aeronaves FAE-1031 y FAE-1030, e incorpora tarjetas de mantenimiento, horas hombre e información del personal técnico para comprender el comportamiento observado durante el periodo evaluado en la organización, a partir de esta base se revisan las diferencias entre ambas intervenciones, se contrastan los indicadores, se examina la información consolidada y se organizan los hallazgos según los objetivos específicos, con el fin de sustentar el diseño de dashboards destinados al seguimiento del desempeño institucional.

Fuentes de información disponibles

La información utilizada se tomó de la base consolidada de productividad de la OMA DIAF, que reúne los datos generales de cada orden de trabajo, las tarjetas de mantenimiento con los registros de horas hombre, correspondientes a las intervenciones efectuadas en las aeronaves FAE-1031 y FAE-1030 durante el periodo analizado, el archivo incluye resúmenes oficiales por técnico, un catálogo de KPI junto con una hoja comparativa de indicadores, recursos que permiten relacionar las actividades ejecutadas con el esfuerzo registrado, facilitando una revisión más clara del desempeño y de la información disponible para cada aeronave evaluada.

Tabla 1

Fuentes de información utilizadas en el análisis

Fuente	FAE-1031	FAE-1030	Información disponible	Utilidad
Información general de la OT	OT 23091	OT 24010	Datos generales de cada orden, identificación de aeronave, referencias de ejecución e indicadores resumidos	Caracterizar cada intervención y establecer parámetros generales de comparación

Fuente	FAE-1031	FAE-1030	Información disponible	Utilidad
Matriz de tarjetas de mantenimiento	464 tarjetas	428 tarjetas	Código, descripción, tipo, estado, clasificación técnica y HH acumuladas	Analizar volumen de trabajo, naturaleza de actividades, estados documentales y esfuerzo por tarjeta
Registros de horas hombre	Desglose por técnico, orden de trabajo, tipo de hora y HH	Recopilado por un técnico	Horas normales, extraordinarias, feriado, participación del personal y esfuerzo registrado	Examinar utilización del recurso humano y distribución del esfuerzo laboral
Resumen por técnico	Disponible	Disponible	HH individuales, participación porcentual y consolidación del personal registrado	Comparar carga de trabajo y participación del recurso humano
Catálogo de KPI	Disponible	Disponible	Definición, fórmula, unidad, fuente, nivel y aplicación de cada indicador	Establecer los indicadores empleados para evaluar productividad y desempeño
Hoja comparativa de indicadores	Disponible	Disponible	Número total de tarjetas, hogares estimados, hogares acumulados, uso por hogar, TAT y otros resultados comparativos	Facilitar la comparación general entre ambas órdenes de trabajo
Nivel de detalle operativo	Mayor granularidad	Menor granularidad en determinadas variables	Diferencias en registros por tarjeta, técnico, especialidad y tipo de hora	Delimitar comparaciones válidas y reconocer restricciones de la información disponible

Nota. A partir de la base consolidada de productividad de la OMA DIAF correspondiente a las OT 23091 y 24010.

Características generales de las órdenes de trabajo

Los registros examinados comprenden las órdenes de trabajo asociadas con las aeronaves FAE-1031 y FAE-1030, identificadas mediante las OT 23091 con 24010, ambas relacionadas con inspecciones 8Y 4Y 2Y C 2C, cuya información permite comparar las

condiciones generales de ejecución dentro del consolidado institucional correspondiente al periodo analizado de mantenimiento aeronáutico. La intervención de la FAE-1031 comenzó el 10 de agosto de 2023, con corte al 29 de diciembre de 2025, mientras la FAE-1030 inició el 30 de marzo de 2026 con corte al 4 de enero de 2027, delimitando periodos y contextualizando los resultados.

Tabla 2

Características generales de las ordenes de trabajo analizadas

Características	**AIRBUS C-295M**	**AIRBUS C-295M**
Matricula	FAE-1031	FAE-1030
Número de OT	23091	24010
Tipo de inspección	8Y, 4Y, 2Y, C, 2C	8Y, 4Y, 2Y, C, 2C
Fecha de inicio	10 de agosto de 2023	30 de marzo de 2026
Fecha de corte	29 de diciembre de 2025	4 de enero de 2027
Número de tarjetas	464	428
HH ejecutadas	5761,50 HH	1799,58 HH
Técnicos registrados	66	32

Nota. A partir de la base consolidada de productividad de la OMA DIAF.

En términos de volumen operativo, la FAE-1031 registra 464 tarjetas con 5761 HH ejecutadas y 66 técnicos identificados, mientras la FAE-1030 reúne 428 tarjetas con 1800 HH acumuladas, además de 32 técnicos consignados en los resúmenes oficiales de personal correspondientes a las órdenes evaluadas dentro del estudio institucional actual comparativo. Estas diferencias permiten establecer una referencia sobre magnitud de los paquetes, esfuerzo humano requerido y participación del personal técnico, proporcionando una base comparativa para examinar productividad durante los apartados posteriores, sin reducir la interpretación a un único indicador dentro de operaciones de mantenimiento aeronáutico analizadas.

Resultados de la identificación y análisis de indicadores de productividad y desempeño

Los resultados vinculados con la identificación de indicadores describen la composición del trabajo registrado en las órdenes analizadas, considerando el volumen total de tarjetas, su clasificación rutinaria o no rutinaria y la participación relativa de cada categoría, para establecer diferencias objetivas entre las aeronaves FAE-1031 con FAE-1030 durante intervenciones evaluadas. Este análisis responde al primer objetivo específico planteado, porque organiza indicadores vinculados con carga de mantenimiento y comportamiento productivo, además permite reconocer variaciones del trabajo correctivo, aportando una base cuantitativa para interpretar el esfuerzo técnico requerido durante cada orden conforme a los resultados institucionales obtenidos.

Tabla 2

Distribución de tarjetas según tipo de mantenimiento

Tipo de tarjeta	FAE-1031	Participación	FAE-1030	Participación
Rutinarias	321	69,18%	317	74,07%
No rutinarias	143	30,82%	111	25,93%
Total	**464**	**100,00%**	**428**	**100,00%**
Crecimiento no rutinario*	143 respecto de 321	44,55%	111 respecto de 317	35,02%

Nota. A partir de la base consolidada de productividad de la OMA DIAF.

La FAE-1031 registró 464 tarjetas de mantenimiento, integradas por 321 actividades rutinarias y 143 no rutinarias, mientras la FAE-1030 presentó 428 tarjetas, distribuidas entre 317 rutinarias además de 111 correctivas durante la intervención correspondiente considerada para establecer una comparación cuantitativa entre ambos paquetes de trabajo institucionales analizados en esta investigación. El desglose porcentual confirma que el mantenimiento programado predomina en ambas aeronaves. Las órdenes de trabajo rutinarias representan más del 69 % del FAE-1031 y el 74 % del FAE-1030. Las órdenes de trabajo no rutinarias suponen una proporción menor. Las diferencias en la composición operativa reflejan las

diferencias en la composición operativa de cada orden durante la revisión institucional del mantenimiento.

Comparación del trabajo no rutinario

Una comparación entre las categorías muestra que el FAE-1031 tuvo 36 órdenes de trabajo más que el FAE-1030. De esas 36, 32 eran trabajos correctivos. Solo 4 correspondían a actividades rutinarias. Esto quiere decir que la mayoría del trabajo se generó durante la intervención. El trabajo aumentó bastante en comparación con lo que se planeó al principio. La participación no rutinaria alcanzó 45% respecto a las tarjetas programadas en FAE-1031, frente al 35% observado en FAE-1030, generando mayores requerimientos de personal técnico y seguimiento documental, además de aportar referencia para analizar horas hombre junto al consumo de recursos además del desempeño industrial.

Tabla 3

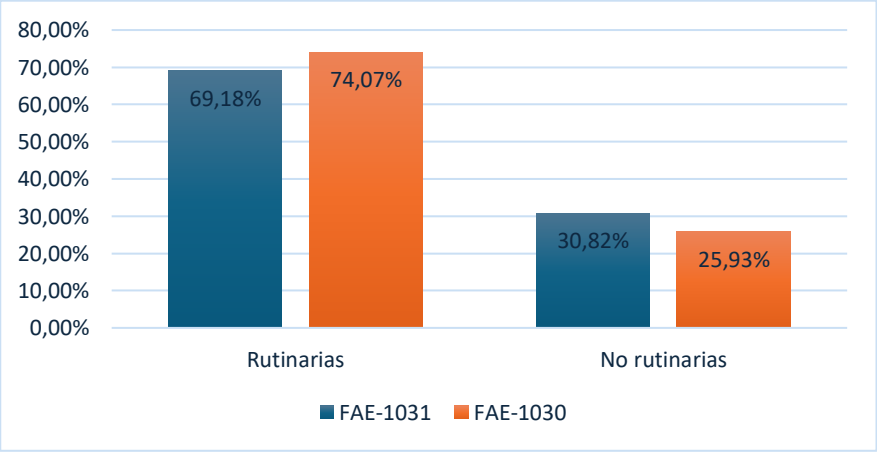
Distribución porcentual de tarjetas rutinarias y no rutinarias

Aeronave	Rutinarias	No rutinarias
FAE-1031	69,18%	30,82%
FAE-1030	74,07%	25,93%

Nota. A partir de la base consolidada de productividad de la OMA DIAF.

Figura 1

Distribución porcentual de tarjetas rutinarias y no rutinarias



Estado documental de las tarjetas

El estado documental permite reconocer el nivel de cierre alcanzado por las tarjetas registradas, distinguir actividades pendientes o diferidas y detectar registros sin clasificación, ofreciendo una lectura ordenada del progreso administrativo asociado con cada orden de trabajo. En la FAE-1031 se identificaron 446 tarjetas cerradas, 14 pendientes y 3 diferidas, además de 1 registro sin estado, valores que permiten calcular un avance documental verificable de 96,12% respecto de las 464 tarjetas contenidas en la matriz maestra correspondiente a la aeronave evaluada institucionalmente.

Tabla 4

Estado documental de las tarjetas de mantenimiento

Estado documental	FAE-1031	Participación FAE-1031	FAE-1030 según fuente original	Observación
Cerradas	446	96,12%	0 verificables	La fuente original de la OT 24010 no contiene estados diligenciados
Pendientes	14	3,02%	No determinable	No existe clasificación fuente para establecer esta condición
Diferidas	3	0,65%	No determinable	La matriz fuente no identifica tarjetas diferidas
Sin estado registrado	1	0,22%	428	Todos los registros fuente de la FAE-1030 presentan el campo vacío
Total, de tarjetas	**464**	**100,00%**	**428**	Corresponde al total registrado en cada matriz maestra
Avance documental verificable	**96,12%**		**No calculable**	La FAE-1030 requiere validación del estado documental original

La distribución observada muestra que la mayor parte de las tarjetas de la FAE-1031 alcanzó condición de cierre, mientras una proporción reducida permaneció pendiente o diferida,

y otro registro careció de clasificación al momento del corte, concentrando las actividades abiertas en un segmento limitado del paquete documental previamente evaluado institucionalmente. Este comportamiento facilita localizar tareas que requieren seguimiento, organizar prioridades y mantener control sobre compromisos abiertos, dado que el porcentaje de cierre resume el progreso registrado, mientras las categorías restantes identifican casos que necesitan revisión antes de considerar concluido el conjunto documental de la orden.

Avance documental de las órdenes de trabajo

Tabla 5

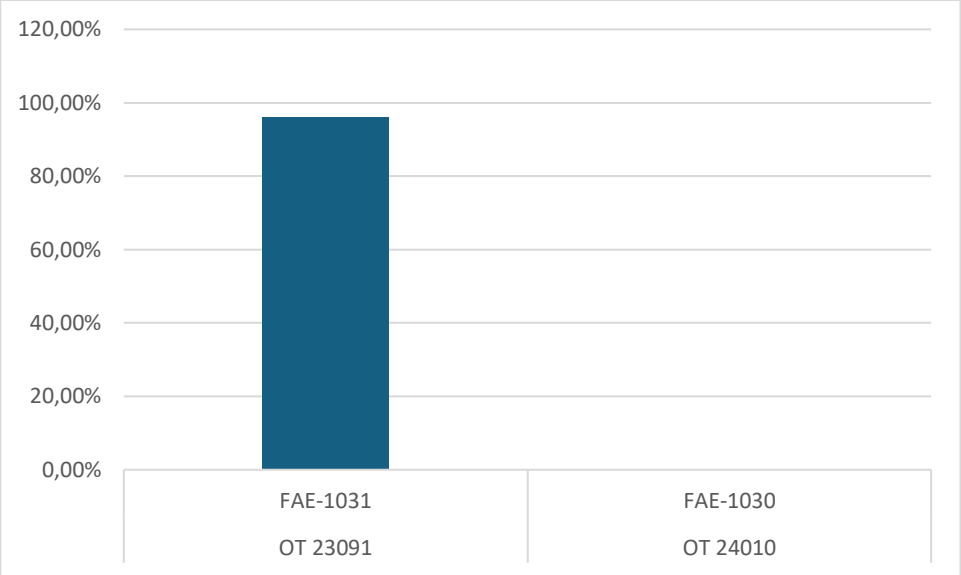
Avance documental de las órdenes de trabajo

Orden de trabajo	Aeronave	Avance documental para representación
OT 23091	FAE-1031	96,12%
OT 24010	FAE-1030	Sin dato verificable

Nota. La FAE-1031 presenta un avance del 96,12 %. En el caso de la FAE-1030, se emplea la categoría “Sin dato verificable”, debido a que los campos fuente no se encuentran diligenciados. Esta condición no permite determinar un porcentaje real de avance, por lo que no debe interpretarse como 0 %.

Figura 2

Avance documental de las órdenes de trabajo



Nota. La FAE-1031 presenta un avance del 96,12 %. En el caso de la FAE-1030, se emplea la categoría “Sin dato verificable”, debido a que los campos fuente no se encuentran diligenciados. Esta condición no permite determinar un porcentaje real de avance, por lo que no debe interpretarse como 0 %.

Para FAE-1030, se requiere una lectura diferenciada porque los 428 registros correspondientes al estado fuente permanecen vacíos, aunque la matriz identifica 77 tarjetas cerradas, mantiene 351 sin estado consignado y presenta una condición que impide interpretar el 0% comparativo como evidencia válida de ausencia de avance documental institucional del estudio, esta limitación debe mantenerse durante el análisis, evitando convertir campos no diligenciados en incumplimientos efectivos y distinguiendo la ausencia de información respecto de actividades abiertas, por ello la comparación gráfica debe presentar el avance verificable de FAE-1031, mientras FAE-1030 permanece identificada como información no disponible.

Análisis de horas hombre

Horas hombre ejecutadas

El análisis de horas hombre compara el esfuerzo planificado con la ejecución registrada en cada orden, utilizando las estimaciones contenidas en la hoja de indicadores, las acumulaciones obtenidas desde las tarjetas y los porcentajes de consumo, con el fin de

reconocer desviaciones relevantes entre ambas aeronaves durante su mantenimiento institucional. Los resultados muestran comportamientos operativos distintos, porque la FAE-1031 supera la referencia estimada y la FAE-1030 permanece por debajo, situación que permite examinar el uso de recursos técnicos, además de establecer diferencias cuantitativas para interpretar posteriormente la productividad institucional observada en los procesos aeronáuticos examinados.

Tabla 6

Horas hombre estimadas y ejecutadas por orden de trabajo

Aeronave	OT	HH estimadas	HH ejecutadas	Diferencia de HH	Consumo de HH
FAE-1031	23091	3045,85	5761,5	2715,65	189,16%
FAE-1030	24010	2633,1	1799,58	-833,52	68,34%

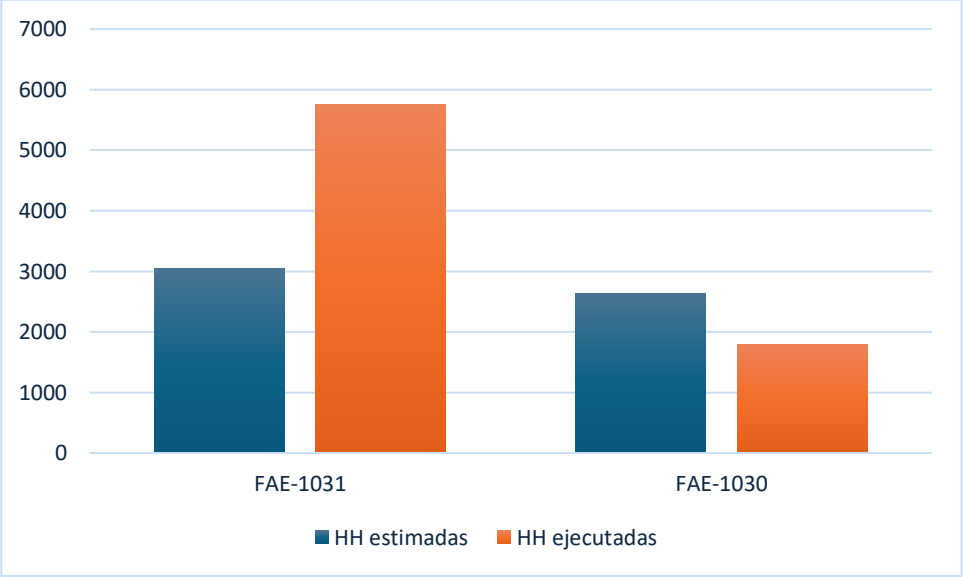
La FAE-1031 registra 5761.50 HH ejecutadas frente a 3045.85 HH estimadas, generando una diferencia de 2715.65 HH sobre la referencia prevista, en términos comparativos, mientras el consumo alcanza 189.16% y refleja que el esfuerzo acumulado excedió ampliamente el valor considerado para el seguimiento de la orden de mantenimiento evaluada institucionalmente. Este comportamiento requiere relacionar la ejecución con el alcance real, las tarjetas no rutinarias y las condiciones del mantenimiento, evitando atribuir el incremento a una sola causa, dado que las horas utilizadas responden al conjunto de actividades desarrolladas durante la intervención técnica evaluada en conjunto.

La FAE-1030 registra 1799.58 HH ejecutadas frente a 2633.10 HH estimadas, conserva una diferencia de 833.52 HH respecto de la referencia, alcanza un consumo de 68.34% y evidencia una utilización inferior al valor previsto, dentro del seguimiento correspondiente a la orden de mantenimiento evaluada durante el corte institucional definido actual, este comportamiento contrasta con FAE-1031, aunque su interpretación debe considerar el avance disponible, las condiciones del paquete y la ejecución registrada, porque un consumo menor no

demuestra por sí mismo mayor eficiencia frente a la estimación establecida para valorar el desempeño de la intervención técnica.

Figura 3

Comparación de horas hombre entre FAE-1031 y FAE-1030



La comparación entre aeronaves evidencia que FAE-1031 acumuló aproximadamente 3,20 veces las HH registradas en FAE-1030 mientras ambos paquetes mantienen cantidades de tarjetas relativamente cercanas, dado que la diferencia absoluta de ejecución alcanza 3961,92 HH y refleja intensidades laborales distintas entre las órdenes analizadas durante el seguimiento institucional comparativo correspondiente, este resultado demuestra que el volumen de tarjetas no explica el esfuerzo requerido, porque la naturaleza de las actividades modifica la demanda laboral, la complejidad condiciona los recursos necesarios y las HH deben examinarse junto con otros indicadores, evitando interpretaciones aisladas sobre productividad operativa institucional.

La revisión del archivo evidencia diferencias entre las referencias de planificación, dado que las hojas resumen de ambas órdenes registran 6000 HH estimadas mientras la hoja

comparativa emplea 3045,85 HH para FAE-1031 y 2633,10 HH para FAE-1030 como bases utilizadas para calcular los porcentajes de consumo presentados previamente para ambas, esta diferencia requiere distinguir cada referencia utilizada, establecer su procedencia y definir una regla única para incorporarla al dashboard definitivo, de manera que los usuarios interpreten el consumo sobre una base homogénea, evitando comparaciones con criterios distintos durante el seguimiento de productividad de cada orden.

Horas hombre promedio por tarjeta

El promedio de horas hombre por tarjeta evidencia una diferencia entre las órdenes analizadas, debido a que la FAE-1031 registra 12.42 HH por actividad mientras la FAE-1030 alcanza 4.20 HH, valores obtenidos al relacionar las horas ejecutadas y el número de tarjetas, correspondientes a cada aeronave evaluada dentro del estudio. La diferencia corresponde a 8.21 HH por tarjeta, mientras la relación entre ambos promedios alcanza 2.95 veces y muestra mayor intensidad laboral en FAE-1031, resultado que debe interpretarse junto con la naturaleza de las actividades, además del alcance incluido en cada paquete de mantenimiento institucional.

Tabla 7

Horas hombre promedio por tarjeta

Aeronave	Total de tarjetas	HH ejecutadas	HH promedio por tarjeta	Diferencia respecto de FAE-1030
FAE-1031	464	5761,5	12,42	+8,21 HH
FAE-1030	428	1799,58	4,2	Referencia

El valor más alto registrado para FAE-1031 no debe verse como algo que indique que la productividad es menor. Cada trabajo tiene actividades con diferentes alcances y tiempos necesarios. Además, los trabajos correctivos aumentan las exigencias técnicas. Esto ocurre especialmente cuando durante una inspección se encuentran cosas que cambian lo que se planeó al principio. Por ello el indicador debe leerse junto con el tipo de tarjeta, las HH

acumuladas por categoría y la composición del paquete, dado que una actividad compleja exige más recursos técnicos, sin que ese comportamiento represente por sí solo una condición desfavorable del desempeño institucional.

Distribución del esfuerzo según tipo de tarjeta

La distribución de horas hombre por naturaleza de tarjeta evidencia que FAE-1031 concentró 3224 HH con 48 centésimas en actividades rutinarias, equivalentes a 55 con 97% del total ejecutado, mientras los trabajos no rutinarios acumularon 2537 HH con 2 centésimas y representaron 44 con 3%, reflejando una carga correctiva considerable, en FAE-1030 las actividades rutinarias reunieron 1613 HH con 32 centésimas, correspondientes a 89 con 65% del esfuerzo registrado, mientras las no rutinarias alcanzaron 186 HH con 27 centésimas y 10 con 35%, confirmando una composición laboral concentrada en tareas programadas dentro de esta orden.

Tabla 8

Distribución de HH según naturaleza de las tarjetas

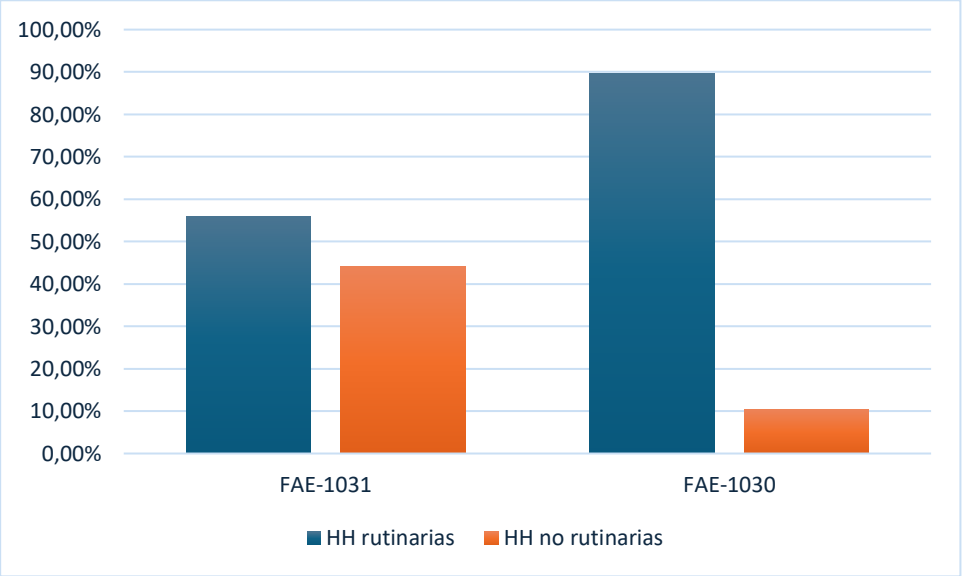
Tipo de tarjeta	FAE-1031 HH	Participación FAE-1031	FAE-1030 HH	Participación FAE-1030
Rutinaria o programada	3224,48	55,97%	1613,32	89,65%
No rutinaria o correctiva	2537,02	44,03%	186,27	10,35%
Total	**5761,5**	**100,00%**	**1799,58**	**100,00%**

Al comparar ambas aeronaves se observa que las tarjetas no rutinarias absorbieron una proporción mayor de HH en FAE-1031, pese a representar 30.82% del total de actividades, mientras en FAE-1030, estas actividades concentraron solamente 10.35% del esfuerzo y correspondieron a 25.93% de las tarjetas registradas durante el mantenimiento analizado institucionalmente. La diferencia indica incidencia de la carga correctiva sobre el consumo laboral de FAE-1031, porque cada actividad no rutinaria demandó 17.74 HH frente a 1.68 HH

en FAE-1030, relación que refleja el efecto de la complejidad y profundidad de los trabajos, sobre el esfuerzo acumulado.

Figura 4

Participación de HH rutinarias y no rutinarias



.

Análisis del recurso humano

Horas hombre por técnico

El análisis del recurso humano considera 66 técnicos registrados para FAE-1031 y 32 para FAE-1030, según los resúmenes oficiales por participante, donde las horas acumuladas permiten reconocer cómo se distribuyó el esfuerzo laboral entre quienes intervinieron en cada orden de mantenimiento evaluada, durante el periodo institucional analizado en forma documentada. La información evidencia diferencias en amplitud del personal, concentración de carga y participación relativa, elementos que permiten comprender cómo se asignaron los recursos técnicos, sin convertir el volumen individual de horas en una valoración aislada sobre rendimiento profesional dentro de las operaciones aeronáuticas estudiadas institucionales.

Tabla 9

Técnicos con mayor acumulación de horas hombre

Posición	FAE-1031	HH	Participación	FAE-1030	HH	Participación
1	TRBP. DIAF Quevedo Jácome Diego Rolando	328,17	5,71%	SGOS. Jiménez Gaibor Darwin Wilfrido	180,05	10,01%
2	TRBP. DIAF Viscaino Villavicencio Pablo Javier	326,8	5,69%	CBOS. Yugcha Sánchez Darwin Paul	161,65	8,98%
3	TRBP. DIAF Crespo Jiménez Salvador Gonzalo	310,52	5,40%	CBOP. Soria López Julio Daniel	135,92	7,55%
4	TRBP. DIAF Ocaña Montesdeoca Wilson Tarquino	249,32	4,34%	SGOS. García Rubio Fernando Daniel	125,12	6,95%
5	SGOS. Jiménez Gaibor Darwin Wilfrido	246,27	4,28%	CBOS. Samaniego Rojas Lenin Vicente	115,68	6,43%
Total 5 mayores		**1461,08**	**25,42%**		**718,42**	**39,92%**

Nota. A partir de los resúmenes oficiales por técnico contenidos en la base consolidada.

En la FAE-1031 los mayores registros correspondieron a Diego Quevedo con 328 HH, Pablo Vizcaíno con 327 HH y Salvador Crespo con 311 HH, mientras los 5 primeros técnicos concentraron cerca de 25% del total registrado en el resumen oficial de personal, para esta orden de trabajo institucional aeronáutico correspondiente. El FAE-1030 tuvo una concentración más alta de horas hombre, ya que Darwin Jiménez registró 180 HH y Darwin Yugcha, 162 HH, seguidos por Julio Soria con 136 HH. Estos cinco registros suman casi el 40 % del esfuerzo total registrado para esta aeronave de referencia objeto de análisis.

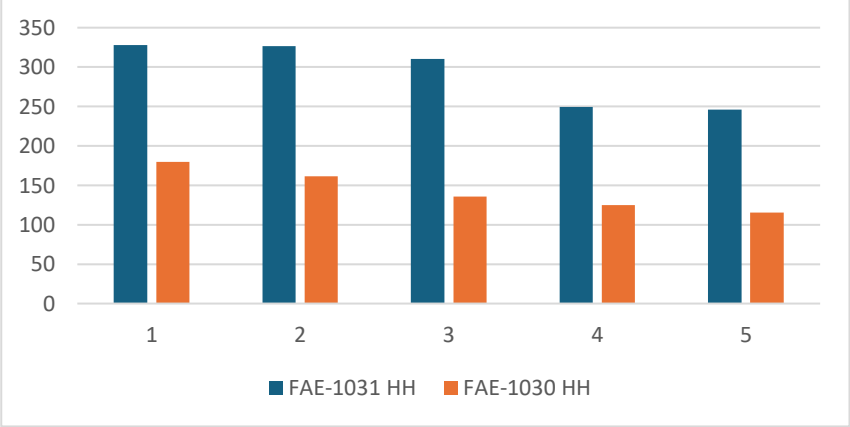
En cambio, el FAE-1031 mostró una distribución más dispersa del esfuerzo. Más técnicos participaron en este caso, pero cada uno aportó porcentajes más bajos. En contraste, el FAE-

1030 reunió una mayor parte del trabajo en un número menor de personas. Este patrón se relaciona con el tamaño del equipo y la forma en que se asignaron las tareas durante cada intervención de mantenimiento evaluada institucionalmente.

Estas diferencias describen participación laboral, pero no constituyen una medida individual de desempeño y tampoco permiten calificar productividad personal, porque cada técnico asume tareas con distinta complejidad o especialidad, que condicionan las horas registradas durante la ejecución de los trabajos aeronáuticos de carácter técnico institucional.

Figura 5

Distribución de HH por técnico



Nota. A partir de los registros consolidados por técnico de las OT 23091 y 24010.

Horas por especialidad

El detalle disponible para FAE-1031 permitió identificar la distribución del esfuerzo por especialidad, donde los técnicos de mantenimiento acumularon 2012 HH y los técnicos de estructuras reunieron 727 HH, seguidos por pintores de aeronaves con 277 HH, dentro del registro detallado utilizado para examinar la composición técnica del trabajo realizado. Los mecánicos de mantenimiento registraron 211 HH, los supervisores alcanzaron 205 HH y las demás especialidades sumaron 557 HH, conformando una distribución donde el personal de

mantenimiento concentró la mayor carga, mientras estructuras ocupó la segunda participación dentro de la información desagregada disponible para análisis.

Tabla 10

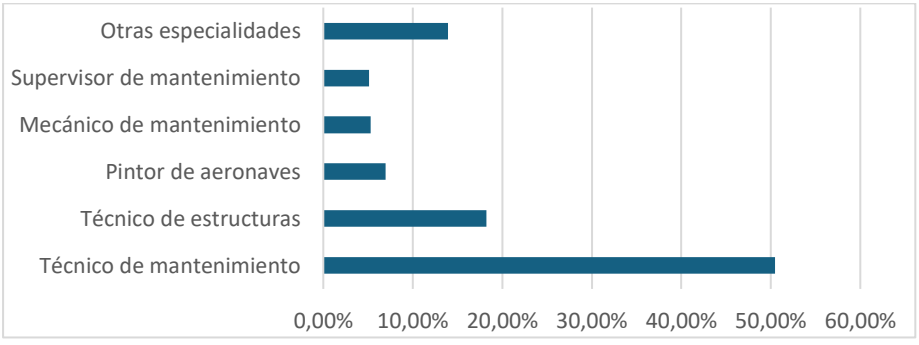
Distribución de horas hombre según especialidad en la FAE-1031

Especialidad	HH registradas	Participación
Técnico de mantenimiento	2012,43	50,45%
Técnico de estructuras	726,8	18,22%
Pintor de aeronaves	277,4	6,95%
Mecánico de mantenimiento	210,6	5,28%
Supervisor de mantenimiento	205,03	5,14%
Otras especialidades	557,07	13,96%
Total del detalle disponible	**3989,33**	**100,00%**

En términos porcentuales los técnicos de mantenimiento concentraron aproximadamente 50% del esfuerzo detallado, seguidos por estructuras con 18%, mientras los pintores alcanzaron 7% y los mecánicos o supervisores representaron cerca de 5% por grupo, mostrando una participación desigual dentro de la información registrada para FAE-1031 en la base institucional analizada, el conjunto de otras especialidades reunió aproximadamente 14%, aunque esta distribución corresponde únicamente al detalle disponible, debido a que la hoja individualizada acumula 3989 HH y no representa el total oficial registrado, cifra inferior al consolidado general de la orden evaluada dentro del estudio institucional.

Figura 6

Participación del esfuerzo técnico por especialidad



La FAE-1030 no presenta un nivel equivalente de desagregación por especialidad dentro de la hoja de horas, porque el archivo contiene un consolidado por técnico, y no registros detallados por actividad, condición que impide construir una comparación homogénea entre ambas aeronaves respecto de la composición profesional del esfuerzo ejecutado institucionalmente.

Análisis de horas normales y no normales

La revisión de las modalidades laborales permite observar cómo se distribuyeron las horas registradas entre jornadas normales, extraordinarias y de feriado, tomando como referencia el total oficial de cada orden además del esfuerzo realizado fuera del horario ordinario durante las intervenciones aeronáuticas consideradas por la institución dentro del estudio académico. La FAE-1031 acumuló 5545 HH normales, 81 HH extraordinarias, 138 HH de feriado y participación adicional fuera de la jornada ordinaria, mientras la FAE-1030 registró sus 1800 HH únicamente en horario normal, mostrando diferencias en el empleo de recursos complementarios durante ambos procesos de mantenimiento.

Tabla 11

Distribución de horas según modalidad de trabajo

Modalidad de trabajo	FAE-1031 HH	Participación	FAE-1030 HH	Participación
Horas normales	5544,83	96,19%	1799,58	100,00%
Horas extraordinarias	81,42	1,41%	0	0,00%
Horas de feriado	138	2,39%	0	0,00%
Horas no normales	**219,42**	**3,81%**	**0**	**0,00%**
Total oficial	**5764,25**	**100,00%**	**1799,58**	**100,00%**

Nota. A partir de los resúmenes oficiales de las OT 23091 y 24010 incluidos en la base consolidada de productividad de la OMA DIAF. Las horas no normales corresponden a la suma de horas extraordinarias con horas de feriado.

Las horas no normales de FAE-1031 sumaron 219 HH, equivalentes aproximadamente al 4% del total oficial, mientras FAE-1030 no registró horas extraordinarias ni de feriado,

diferencia que muestra una mayor utilización de jornadas adicionales durante la primera intervención considerada dentro del seguimiento operativo institucional realizado y de recursos técnicos disponibles. Este indicador permite valorar presión operativa sobre el personal, dependencia de extensiones de jornada y distribución del esfuerzo, aunque su interpretación debe relacionarse con el alcance del mantenimiento, la complejidad de actividades ejecutadas además del estado de cada orden para evitar conclusiones aisladas sobre productividad.

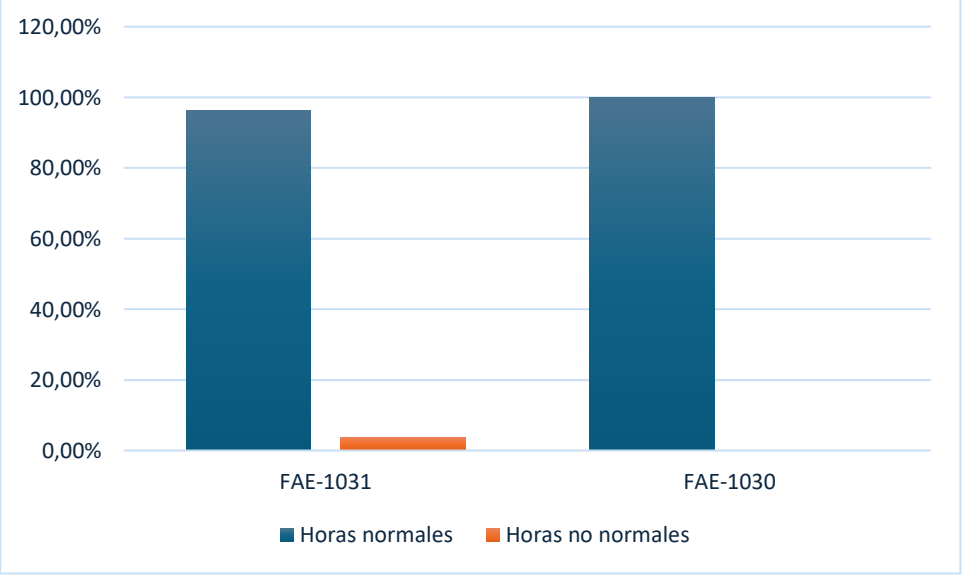
Tabla 12

Participación de horas normales y no normales

Aeronave	Horas normales	Horas no normales
FAE-1031	96,19%	3,81%
FAE-1030	100,00%	0,00%

Figura 7

Participación de horas normales y no normales



Análisis del tiempo de permanencia en mantenimiento

Turnaround Time

El TAT representa el tiempo calendario de permanencia de una aeronave en mantenimiento, calculado desde la fecha inicial hasta la fecha de corte registrada, por lo que permite comparar duración entre órdenes, y reconocer intervenciones que permanecen abiertas durante periodos diferentes dentro del seguimiento institucional de las operaciones aeronáuticas evaluadas. En la información disponible FAE-1031 registra 872 días, valor coincidente en la hoja de la OT y en Indicadores, mientras FAE-1030 presenta 280 días en su resumen general, frente a 113 días consignados en la hoja comparativa utilizada para los KPI del estudio institucional actual.

Tabla 13

Tiempo de permanencia registrado para las órdenes de trabajo

Aeronave	OT	TAT según hoja de OT	TAT según hoja Indicadores	Resultado de consistencia
FAE-1031	23091	872 días	872 días	Coincidente
FAE-1030	24010	280 días	113 días	No coincidente

La diferencia observada en FAE-1030 impide utilizar el TAT como referencia comparativa definitiva, porque los 280 días provienen de las fechas registradas en la hoja correspondiente a la OT, mientras 113 días aparecen en Indicadores y no cuentan con una explicación adicional, lo cual dificulta reconciliar ambos valores registrados institucionalmente, esta inconsistencia exige homologar la fecha inicial, la fecha final y el criterio de corte, además de documentar una fórmula única que permita calcular el indicador bajo condiciones comparables, evitando presentar duraciones distintas para una misma intervención de mantenimiento dentro del sistema de seguimiento operativo.

Tabla 14

Comparación del TAT de las aeronaves

Aeronave	Hoja de OT	Hoja Indicadores
FAE-1031	872 días	872 días
FAE-1030	280 días	113 días

Análisis por sistema ATA

La clasificación ATA disponible para FAE-1030 distribuye las 428 tarjetas entre distintos sistemas técnicos, destacando el código 01 con 315 registros y 1613 HH acumuladas, seguido por el código 02 con 93 tarjetas y 72 HH, mientras las categorías restantes presentan una participación considerablemente menor dentro del paquete analizado institucional. El código 05 agrupó 12 tarjetas con 69 HH, mientras el código 08 reunió 6 registros con 46 HH, las categorías 18 o 06 conservaron 1 tarjeta cada una, mostrando que la demanda se concentró principalmente en los primeros sistemas registrados durante la orden evaluada.

Tabla 15

Distribución de tarjetas y HH según clasificación ATA

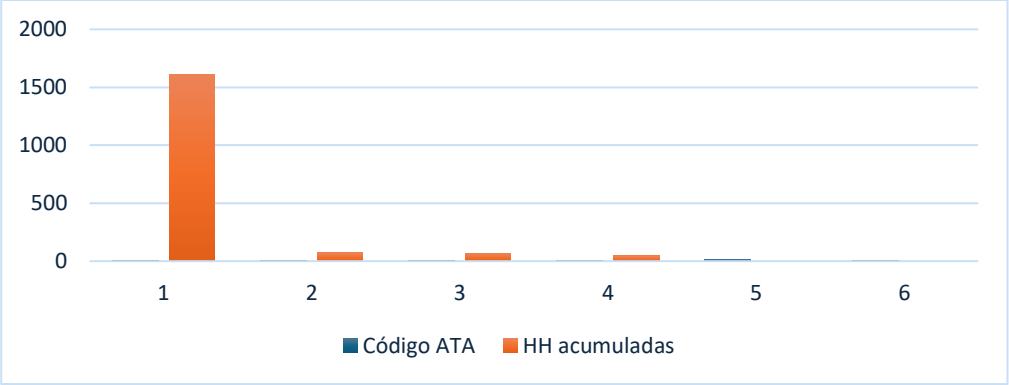
Código ATA	Número de tarjetas	Participación de tarjetas	HH acumuladas	Participación de HH
1	315	73,60%	1613,32	89,65%
2	93	21,73%	71,52	3,97%
5	12	2,80%	68,53	3,81%
8	6	1,40%	46,22	2,57%
18	1	0,23%	0	0,00%
6	1	0,23%	0	0,00%
Total	**428**	**100,00%**	**1799,58**	**100,00%**

Nota. A partir de la matriz FAE1030_Tarjetas.

La concentración observada en determinados códigos permite identificar sistemas que absorben mayor cantidad de tarjetas, esfuerzo técnico y recursos de mantenimiento, facilitando la asignación de capacidades según demanda registrada, además de orientar revisiones sobre áreas que presentan mayor participación dentro del trabajo ejecutado en FAE-1030 durante la intervención analizada institucional. La comparación con FAE-1031 debe mantenerse limitada, porque esa matriz utiliza el campo REF en lugar de una variable denominada ATA y la base no documenta equivalencia formal, por ello cualquier agrupación conjunta exigiría homologar previamente ambas clasificaciones, antes de construir indicadores comparativos institucionales confiables.

Figura 8

Horas hombre acumuladas por sistema ATA



Análisis de los indicadores clave de desempeño

El catálogo institucional reúne 13 KPI orientados a medir productividad junto con desempeño dentro del mantenimiento aeronáutico, mediante indicadores vinculados con avance documental, horas hombre y permanencia de las aeronaves, organizados según el nivel de decisión que utiliza cada resultado para supervisar operaciones de la OMA DIAF de manera sistemática. La clasificación distingue aplicaciones estratégicas, tácticas y operativas, permitiendo que cada métrica responda a necesidades diferentes de control, mientras algunos indicadores participan en más de un nivel debido a su utilidad para interpretar recursos o cumplimiento durante las órdenes analizadas institucionalmente para el seguimiento institucional.

Clasificación de los KPI

En el nivel estratégico se consideran el porcentaje de horas no normales, el TAT y el cumplimiento de producción, mientras el consumo de HH aparece en la hoja comparativa como indicador complementario, destinado a relacionar esfuerzo ejecutado con la referencia planificada durante el seguimiento institucional de cada orden evaluada respectiva. Estas métricas permiten observar duración general, utilización extraordinaria de recursos y cumplimiento frente a planificación, ofreciendo una lectura consolidada para responsables de

dirección, quienes requieren identificar desviaciones relevantes sin ingresar inicialmente al detalle de tarjetas o técnicos participantes en cada intervención aeronáutica de mantenimiento aeronáutico.

Tabla 16

Clasificación de indicadores según nivel de decisión

Código	Indicador	Estratégico	Táctico	Operativo	Aplicación principal
KPI-01	Avance documental		✓		Seguimiento del cierre de tarjetas
KPI-02	Avance ponderado por HH		✓	✓	Medición del avance físico ponderado
KPI-03	HH ganadas		✓	✓	Valoración del avance mediante HH
KPI-04	Eficiencia laboral			✓	Relación entre HH ganadas y ejecutadas
KPI-05	HH ejecutadas		✓	✓	Seguimiento del esfuerzo acumulado
KPI-06	HH promedio por tarjeta		✓		Comparación del esfuerzo medio entre OT
KPI-07	HH por técnico		✓		Distribución de carga registrada
KPI-08	HH por especialidad		✓	✓	Planificación del recurso técnico
KPI-09	HH por ATA		✓	✓	Identificación de sistemas con mayor demanda
KPI-10	% horas no normales	✓		✓	Control de jornadas extraordinarias
KPI-11	TAT	✓		✓	Seguimiento del tiempo de permanencia

Código	Indicador	Estratégico	Táctico	Operativo	Aplicación principal
KPI-12	Crecimiento no rutinario			✓	Control de expansión del alcance
KPI-13	Cumplimiento de producción	✓		✓	Comparación entre resultado y planificación
Complementario	Consumo de HH	✓		✓	Relación entre HH ejecutadas y referencia estimada

Los indicadores tácticos concentran el seguimiento intermedio de las operaciones, mediante avance documental, avance ponderado por HH y HH ganadas, junto con HH ejecutadas además del promedio por tarjeta junto con las distribuciones por técnico o especialidad dentro de las órdenes sometidas al análisis institucional comparativo correspondiente de mantenimiento evaluadas. Su utilización facilita controlar carga de trabajo, distribución de recursos y evolución del mantenimiento, permitiendo a responsables de coordinación reconocer áreas con mayor esfuerzo, revisar diferencias entre paquetes además de orientar ajustes sobre personal o capacidades según necesidades observadas durante la ejecución de cada intervención.

El nivel operativo reúne indicadores destinados al control cercano de la ejecución, entre ellos eficiencia laboral o HH ejecutadas junto con distribuciones por especialidad y ATA, incorporando horas no normales o TAT además del crecimiento no rutinario y cumplimiento de producción, durante cada intervención de mantenimiento analizada por la organización.

Disponibilidad de los KPI en la base actual

La revisión de disponibilidad muestra que varios KPI pueden calcularse con la información existente, mientras otros requieren variables adicionales o presentan restricciones derivadas de la estructura de la fuente, situación que debe mantenerse visible, para evitar resultados construidos mediante supuestos no respaldados por los registros institucionales actualmente disponibles para análisis. Las HH ejecutadas, el promedio por tarjeta y la carga por

técnico cuentan con información suficiente, mientras indicadores relacionados con avance físico o HH ganadas requieren datos complementarios, además existen limitaciones particulares en TAT y estados documentales que condicionan comparaciones entre ambas aeronaves del estudio.

Tabla 17

Disponibilidad de información para el cálculo de KPI

Código	Indicador	FAE-1031	FAE-1030	Estado	Observación
KPI-01	Avance documental	Disponible	Limitado	**Parcial**	FAE-1031 registra estados verificables; en FAE-1030 los estados fuente de la OT 24010 no fueron diligenciados
KPI-02	Avance ponderado por HH	No completo	No completo	**Requiere información**	Se necesita avance físico por tarjeta asociado con HH planificadas
KPI-03	HH ganadas	No completo	No completo	**Requiere información**	Depende de HH planificadas por tarjeta y avance físico verificable
KPI-04	Eficiencia laboral	No completo	No completo	**Requiere información**	Su cálculo depende previamente de las HH ganadas
KPI-05	HH ejecutadas	Disponible	Disponible	**Calculable**	Existen acumulaciones de HH para ambas órdenes
KPI-06	HH promedio por tarjeta	Disponible	Disponible	**Calculable**	Se dispone del total de tarjetas y HH ejecutadas
KPI-07	HH por técnico	Disponible	Disponible	**Calculable**	Existen resúmenes individuales para ambas aeronaves
KPI-08	HH por especialidad	Disponible con detalle	Información no equivalente	**Parcial**	FAE-1031 posee mayor desagregación por especialidad

Código	Indicador	FAE-1031	FAE-1030	Estado	Observación
KPI-09	HH por ATA	Sin clasificación ATA equivalente	Disponible	**Parcial**	FAE-1030 contiene clasificación ATA; FAE-1031 no presenta una variable homogénea
KPI-10	% horas no normales	Disponible	Disponible	**Calculable**	Existen valores de horas normales, extraordinarias y de feriado
KPI-11	TAT	Disponible	Disponible con inconsistencia	**Requiere validación**	FAE-1030 presenta 280 días en una hoja y 113 días en Indicadores
KPI-12	Crecimiento no rutinario	Disponible	Disponible	**Calculable**	Existen cantidades de tarjetas rutinarias y no rutinarias
KPI-13	Cumplimiento de producción	Información insuficiente	Información insuficiente	**Requiere información**	La fórmula requiere identificar con precisión el resultado real y la planificación oficial

La diferenciación entre indicadores completos o parciales y pendientes de información permite conservar trazabilidad sobre los resultados presentados, evitando asignar valores a métricas cuya fórmula depende de datos ausentes o criterios todavía no homologados, especialmente en avance físico, HH ganadas además de cumplimiento de producción dentro de la base analizada. Este tratamiento fortalece la consistencia del análisis, porque separa información observada de resultados no verificables y documenta las restricciones encontradas, además establece qué variables deberán completarse antes de automatizar determinados KPI dentro de los dashboards, manteniendo correspondencia entre fuente disponible o cálculo correspondiente publicado institucionalmente.

Análisis comparativo de productividad entre FAE-1031 y FAE-1030

La comparación entre ambas aeronaves muestra que FAE-1031 registró 464 tarjetas de mantenimiento, mientras FAE-1030 contabilizó 428, con una diferencia de 36 actividades, aunque las rutinas representaron 69.18% y 74.07% respectivamente reflejando cargas similares pero una distribución distinta en los trabajos ejecutados durante el periodo analizado

dentro del entorno institucional. Las tareas correctivas alcanzaron 30.82% en FAE-1031, frente a 25.93% en FAE-1030, mostrando una mayor presencia de trabajos no programados y una demanda superior de recursos, situación que incrementó la carga operativa observada al comparar ambas órdenes de mantenimiento evaluadas dentro del estudio técnico institucional.

Tabla 18

Comparación integral de indicadores de productividad

Indicador	FAE-1031	FAE-1030	Diferencia	Interpretación
Total de tarjetas	464	428	36	FAE-1031 presenta mayor volumen de actividades
Tarjetas rutinarias	321, 69,18%	317, 74,07%	+4 tarjetas	Predominio rutinario en ambas OT
Tarjetas no rutinarias	143, 30,82%	111, 25,93%	+32 tarjetas	Mayor participación correctiva en FAE-1031
HH acumuladas	5761,5	1799,58	+3961,92 HH	Mayor esfuerzo ejecutado en FAE-1031
HH promedio por tarjeta	12,42	4,2	+8,22 HH	Mayor intensidad media por actividad en FAE-1031
Técnicos registrados	66	32	34	Mayor participación de personal en FAE-1031
HH no normales	219,42, 3,81%	0,00, 0,00%	+219,42 HH	FAE-1031 requirió jornadas extraordinarias o de feriado
TAT	872 días	280 o 113 días	No comparable	FAE-1030 presenta inconsistencia entre hojas
Avance documental	96,12%	No verificable	No comparable	La fuente original de FAE-1030 no contiene estados diligenciados

Las horas acumuladas muestran la mayor separación entre ambas aeronaves, dado que FAE-1031 alcanzó 5761 HH con 50 centésimas y FAE-1030 registró 1799 HH con 58 centésimas, mientras los promedios fueron 12 HH con 42 centésimas frente a 4 HH con 20 centésimas por tarjeta, reflejando niveles distintos de esfuerzo. la diferencia de 3961 HH con 92 centésimas confirma una carga superior en FAE-1031, donde participaron 66 técnicos frente a

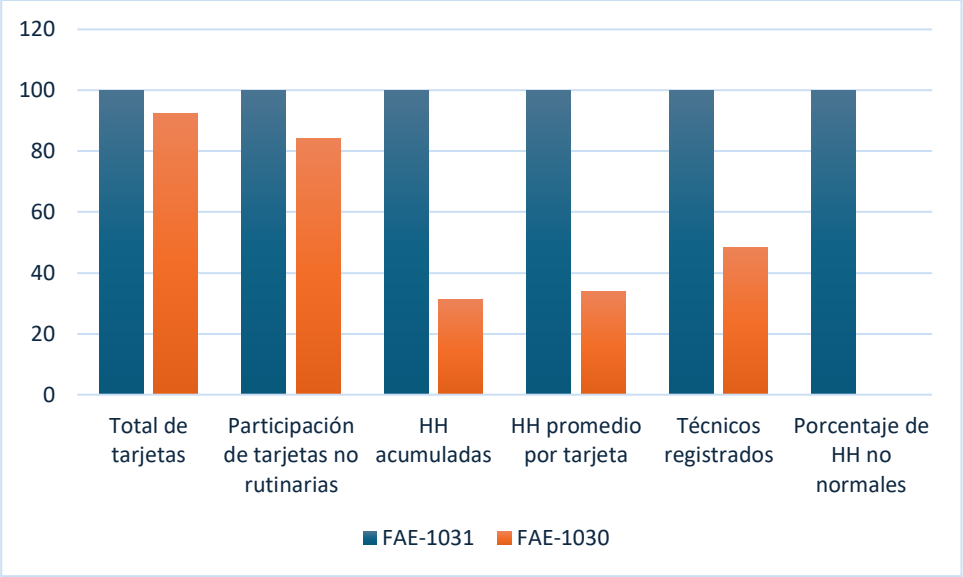
32 en FAE-1030, evidenciando una intervención intensiva y mayor movilización de personal, sin convertir estas cifras en valoraciones sobre el desempeño del equipo técnico disponible.

El uso de jornadas no normales diferencia las intervenciones analizadas, porque FAE-1031 acumuló 219 HH más 42 centésimas en modalidades extraordinarias o de feriado, alcanzando 3% más 81 centésimas porcentuales de participación y reflejando mayores exigencias operativas, mientras FAE-1030 no registró horas dentro de estas modalidades durante el mantenimiento institucional. Respecto del TAT la comparación requiere cautela metodológica, dado que FAE-1031 registra 872 días consistentemente, mientras FAE-1030 presenta 280 o 113 días según la hoja consultada y muestra diferencias, por ello debe homologarse el criterio de cálculo antes de establecer una brecha sobre la permanencia.

El avance documental complementa la comparación al registrar 96.12% de cierre verificable para FAE-1031, mientras FAE-1030 presenta estados sin diligenciar en la fuente original, carece de un porcentaje equivalente y requiere distinguir ausencia de información frente a incumplimiento, durante la interpretación de los resultados obtenidos en el mantenimiento institucional evaluado, en conjunto los indicadores reflejan mayor intensidad de trabajo en FAE-1031, expresada mediante más HH o actividades correctivas, junto con una participación superior de personal y esfuerzo acumulado, mientras las limitaciones documentales de FAE-1030 deben resolverse antes de automatizar comparaciones definitivas dentro de dashboards institucionales.

Figura 9

Comparación normalizada de indicadores entre las aeronaves



Nota. A partir de los indicadores comparables de las OT 23091 y 24010

Evaluación de la calidad y consistencia de los datos

Consistencia entre fuentes

La evaluación de calidad identificó diferencias internas entre varias hojas de la base consolidada, relacionadas con cantidad de tarjetas, referencias de horas estimadas y valores utilizados para calcular el TAT, además de campos documentales incompletos que afectan la comparación homogénea entre las órdenes de mantenimiento analizadas institucionalmente en cada caso. Estas condiciones no invalidan la información disponible, pero exigen distinguir registros originales de cálculos derivados y reconocer limitaciones de cada fuente, dado que un indicador utilizado en dashboards debe conservar significado uniforme para evitar interpretaciones contradictorias durante la supervisión de productividad, en la OMA DIAF.

Tabla 19

Inconsistencias identificadas en la base consolidada

Variable	Fuente 1	Fuente 2	Hallazgo	Tratamiento propuesto
Total de tarjetas FAE-1031	FAE1031_OT: 446 tarjetas	FAE1031_Tarjetas e Indicadores: 464 tarjetas	El resumen presenta 446 mientras la matriz contiene 464 registros	Utilizar la matriz maestra para el conteo y documentar la diferencia
HH estimadas FAE-1031	FAE1031_OT: 6000 HH	Indicadores: 3045,85 HH	Existen 2 referencias para la planificación	Identificar si corresponden a presupuesto inicial, estimación vigente o reporte de avance
HH estimadas FAE-1030	FAE1030_OT: 6000 HH	Indicadores: 2633,10 HH	Existen 2 referencias para el mismo concepto general	Definir una fuente maestra antes de calcular consumo
TAT FAE-1030	FAE1030_OT: 280 días	Indicadores: 113 días	La duración cambia según la hoja consultada	Homologar fechas, corte y fórmula del indicador
Estado documental FAE-1030	Estado fuente vacío	FAE1030_OT: 0 tarjetas cerradas	Los estados de la OT 24010 no fueron diligenciados en la fuente original	Mostrar dato no disponible y evitar interpretar 0% como incumplimiento
Granularidad de HH	FAE-1031: detalle por técnico, tarjeta y tipo de hora	FAE-1030: consolidado por técnico	Las 2 aeronaves no presentan el mismo nivel de detalle	Limitar las comparaciones que requieran información desagregada
Clasificación técnica	FAE-1031 utiliza REF	FAE-1030 incorpora ATA	No existe una variable homogénea documentada para ambas matrices	Homologar la clasificación antes de comparar por sistema
HH FAE-1031	Tarjetas: 5761,50 HH	Total oficial: 5764,25 HH	Existe una diferencia de 2,75 HH	Mantener identificada la fuente utilizada para cada KPI

La diferencia más grande aparece en los datos del FAE-1031. La hoja de resumen del FAE-1031 muestra 446 actividades. La matriz principal del FAE-1031 muestra 464 casos. Los 464 casos son los que se usan para calcular frecuencias y porcentajes. Los terapeutas ocupacionales del FAE-1031 dicen que hay 6.000 hogares. Los números de 6.000 hogares son mayores que los números más pequeños que aparecen en la sección «Indicadores». Los números de la sección «Indicadores» están bajo referencias separadas para el análisis.

En el FAE-1030, el plazo de ejecución del FAE-1030, conocido como TAT, es de 280 días. En la sección «Indicadores» el plazo de ejecución es de 113 días. La diferencia de 280 días y 113 días necesita una revisión de las fechas límite. También en el OT 24010, los campos incompletos limitan la validación de los avances. Los campos incompletos del OT 24010 hacen difícil comparar los progresos de forma coherente entre aeronaves. Esta dificultad se ve en los datos disponibles.

Implicaciones para los dashboards

Las inconsistencias detectadas muestran que los dashboards requieren una fuente maestra claramente definida para cada indicador, criterios uniformes sobre procedencia de datos, métodos de cálculo y frecuencia de actualización, de manera que cada métrica conserve valores consistentes durante el seguimiento institucional de las órdenes de mantenimiento evaluadas en cada periodo operativo. La estandarización debe establecer campos obligatorios, responsables del registro, controles automáticos y reglas de trazabilidad, diferenciando datos originales de variables transformadas para detectar vacíos o valores anómalos antes de actualizar visualizaciones además de reconstruir el origen de cada cálculo utilizado por la OMA DIAF.

Requerimientos definidos para los dashboards

Los requerimientos funcionales fueron definidos a partir de los indicadores disponibles, considerando los niveles de decisión establecidos en el proyecto, junto con usuarios

estratégicos, tácticos u operativos que requieren consultar información con distinta profundidad y supervisar resultados asociados con las órdenes de mantenimiento aeronáutico gestionadas institucionalmente por la OMA DIAF, el sistema debe permitir filtros por aeronave, orden de trabajo y categoría de indicador, incorporar consultas por periodos o tipos de tarjeta mediante navegación entre paneles, permitiendo pasar desde resultados generales hacia detalles técnicos sin perder la relación con el indicador seleccionado durante el seguimiento.

Tabla 20

Requerimientos funcionales establecidos para los dashboards

Código	Requerimiento	Descripción funcional	Usuario principal	Nivel
RF-01	Visualización de KPI	Mostrar indicadores seleccionados mediante tarjetas, gráficos y tablas resumidas	Directivos, supervisores, personal técnico	Estratégico, táctico, operativo
RF-02	Filtro por aeronave	Permitir seleccionar FAE-1031 o FAE-1030	Todos los usuarios	Todos
RF-03	Filtro por OT	Permitir consultar información según OT 23091 u OT 24010	Todos los usuarios	Todos
RF-04	Filtro por periodo	Delimitar la información conforme a fechas disponibles	Directivos y supervisores	Estratégico, táctico
RF-05	Filtro por tipo de tarjeta	Diferenciar actividades rutinarias y no rutinarias	Supervisores y personal técnico	Táctico, operativo

Código	Requerimiento	Descripción funcional	Usuario principal	Nivel
RF-06	Consulta del estado documental	Identificar tarjetas cerradas, pendientes, diferidas o sin información	Supervisores	Táctico, operativo
RF-07	Comparación entre órdenes	Contrastar HH, tarjetas, TAT y demás KPI disponibles	Directivos y supervisores	Estratégico, táctico
RF-08	Navegación entre niveles	Pasar de resultados consolidados hacia información detallada	Todos los usuarios	Todos
RF-09	Actualización de indicadores	Recalcular los KPI cuando se incorporen registros validados	Responsables de información	Todos
RF-10	Alertas de calidad	Advertir campos incompletos, inconsistencias o métricas pendientes de validación	Directivos y supervisores	Estratégico, táctico
RF-11	Trazabilidad	Mantener identificada la fuente utilizada en cada cálculo	Responsables de información	Todos
RF-12	Detalle técnico	Consultar técnico, especialidad, tarjeta o ATA cuando la fuente lo permita	Supervisores y personal técnico	Táctico, operativo

La actualización de los dashboards debe conservar correspondencia con las fuentes maestras previamente definidas, aplicando validaciones antes de incorporar nuevos registros, mientras la navegación debe mantener una estructura uniforme entre vistas y permitir reconocer siempre la aeronave consultada, la OT seleccionada además del nivel de información mostrado en pantalla institucional.

Dashboard estratégico

El dashboard estratégico debe concentrar indicadores de síntesis relacionados con HH planificadas frente a ejecutadas, consumo del presupuesto laboral, TAT y porcentaje de horas no normales, incorporando además una comparación entre órdenes que permita reconocer comportamientos generales sin presentar detalles propios del control operativo diario durante cada intervención analizada institucionalmente. La vista ejecutiva debe mostrar variaciones relevantes mediante tarjetas KPI, gráficos comparativos y alertas de consistencia, permitiendo observar rápidamente qué orden supera referencias de planificación o presenta mayor duración, además de distinguir resultados que requieren validación antes de ser utilizados para decisiones de gestión institucional.

Dashboard operativo, interactividad y validación

Tabla 21

Componentes funcionales y criterios de validación de los dashboards

Componente	Elementos principales	Finalidad
Información operativa	Código, estado, tipo de tarjeta, HH y técnico	Controlar actividades individuales
Seguimiento	Pendientes, correctivas y alertas	Identificar tareas que requieren atención
Filtros	Aeronave, OT, tipo y estado	Personalizar la consulta
Navegación	Estratégico, táctico y operativo	Acceder al nivel de información requerido
Actualización	Recálculo de KPI	Mantener indicadores actualizados

Componente	Elementos principales	Finalidad
Validación funcional	Datos, cálculos, filtros y navegación	Verificar funcionamiento correcto
Usabilidad	Claridad, comprensión y facilidad de uso	Evaluar experiencia del usuario

La Tabla 22 resume los componentes funcionales definidos para el dashboard operativo, integrando información sobre actividades, mecanismos de seguimiento y herramientas de interacción, mediante una estructura orientada a facilitar consultas según las necesidades de cada usuario dentro del proceso de mantenimiento aeronáutico desarrollado por la OMA DIAF durante operaciones institucionales. La organización propuesta articula filtros con navegación, actualización de KPI, criterios de validación funcional y aspectos de usabilidad vinculados con claridad o comprensión, permitiendo evaluar si el dashboard presenta información accesible además de mantener un funcionamiento coherente con los requerimientos institucionales definidos para su aplicación.

Discusión de los resultados

Tabla 22

Síntesis de los principales resultados y su aplicación

Dimensión	Resultado principal	Aplicación
Productividad	FAE-1031 presentó mayor intensidad de trabajo	Seguimiento estratégico y táctico
Trabajo correctivo	FAE-1031 registró mayor participación no rutinaria	Control táctico y operativo
Recursos humanos	La distribución de HH fue diferente entre aeronaves	Gestión de carga y especialidades
Calidad de datos	Se detectaron inconsistencias entre fuentes	Validación y trazabilidad

Dimensión	Resultado principal	Aplicación
KPI	Algunos indicadores requieren información adicional	Control de disponibilidad de métricas
Dashboards	Cada nivel requiere información diferente	Apoyo a decisiones estratégicas, tácticas y operativas

Nota. A partir de los resultados obtenidos para las OT 23091 y 24010.

La síntesis evidencia que FAE-1031 presentó mayor intensidad productiva y participación de trabajos correctivos, mientras la distribución de horas entre ambas aeronaves, junto con el uso del recurso humano, mostró comportamientos distintos que requieren interpretar la productividad mediante varios indicadores antes de establecer conclusiones institucionales sobre las operaciones evaluadas analizadas. La tabla también identifica inconsistencias entre fuentes, disponibilidad parcial de KPI y necesidades decisionales, por ello los dashboards deben integrar métricas verificables con herramientas de consulta, facilitando seguimiento estratégico o táctico además del operativo conforme a responsabilidades institucionales definidas dentro de la organización OMA DIAF.

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

La revisión de los indicadores evidenció diferencias entre las órdenes examinadas, utilizando como referentes las tarjetas de mantenimiento, las horas hombre y la participación técnica registrada, cuyos resultados mostraron una mayor carga operativa en FAE-1031 frente a FAE-1030 durante las labores desarrolladas por la OMA DIAF en el periodo analizado, el estudio también identificó restricciones vinculadas con TAT, avance documental junto con referencias planificadas entre las fuentes institucionales, por ello la productividad debe valorarse mediante métricas comprobables bajo criterios comunes de evaluación y contraste, evitando interpretaciones que modifiquen el desempeño real observado en los procesos.

La configuración de los paneles distribuye los indicadores institucionales de acuerdo con requerimientos estratégicos, tácticos u operativos, incorpora filtros de consulta y rutas de navegación entre niveles, facilitando el control de la productividad asociada con las órdenes de mantenimiento gestionadas por la OMA DIAF durante cada periodo institucional previamente analizado. El diseño integra métricas generales con registros específicos, incorpora alertas de calidad, establece mecanismos de actualización y asigna accesos según funciones definidas, permitiendo que cada usuario consulte información relevante mientras conserva una interpretación consistente sobre recursos o actividades vinculadas con el desempeño institucional evaluado internamente.

El estudio confirmó que los dashboards transforman registros dispersos en información organizada, comparable y pertinente para fortalecer el seguimiento de la productividad institucional, mediante indicadores articulados con los niveles estratégico, táctico u operativo de la OMA DIAF durante el periodo establecido para valorar el desempeño interno de gestión de manera. La consolidación de información mediante criterios de validación y trazabilidad reduce diferencias entre fuentes, facilita consultas oportunas para los responsables, mientras la

propuesta incorpora una estructura visual orientada al control, permitiendo cumplir el objetivo general mediante recursos destinados a examinar el desempeño industrial previamente identificado.

Recomendaciones

La OMA DIAF debe consolidar una fuente oficial para cada indicador utilizado, designar responsables del registro, unificar criterios de actualización y establecer fórmulas de cálculo para TAT o avance documental junto con las referencias de horas planificadas, evitando diferencias entre archivos empleados en el seguimiento del mantenimiento aeronáutico institucional correspondiente. La normalización debe incorporar controles previos de validación, revisión de registros incompletos, documentación de transformaciones y trazabilidad suficiente, permitiendo comparar resultados de productividad mediante criterios uniformes sin depender de interpretaciones particulares entre responsables de los procesos internos durante cada evaluación técnica periódica institucional gestión interna.

Los dashboards deben estructurarse según perfiles estratégicos, tácticos u operativos, mediante filtros por aeronave y orden de trabajo, integrando indicadores relacionados con las funciones asignadas para supervisar las actividades de mantenimiento administradas por la OMA DIAF durante cada periodo institucional de control operativo establecido para el seguimiento interno de gestión. Cada panel requiere navegación comprensible, alertas ante registros incompletos, mecanismos de actualización y una presentación visual uniforme, facilitando el acceso desde resultados generales hacia detalles.

La OMA DIAF debe establecer un esquema de gobernanza para gestionar los dashboards, revisar indicadores periódicamente, mantener trazabilidad de las fuentes y controlar modificaciones, asignando funciones claras a quienes registran o validan información utilizada en decisiones vinculadas con el mantenimiento aeronáutico institucional conforme a disposiciones internas vigentes de aplicación permanente. El procedimiento requiere capacitación para usuarios estratégicos, tácticos u operativos según sus responsabilidades, además de evaluaciones de usabilidad y funcionamiento, manteniendo la herramienta alineada con necesidades reales de consulta para fortalecer su aprovechamiento sostenido durante el control institucional del desempeño industrial interno de gestión permanente.

Referencias

Acev, D., Biyani, S., Rieder, F., Aldenhoff, T., Blazevic, M., Riehle, D., & Wimmer, M. (2025). Systematic analysis of data governance frameworks and their relevance to data trusts. *Management Review Quarterly 2025*, 1–54. https://doi.org/10.1007/S11301-025-00545-1

Aljaly, K., Masmoudi, F., Aljuaid, A., & Hachicha, W. (2025). Addressing Aircraft Maintenance Delays Using a DMAIC-FMEA Framework: Insights from a Commercial Aviation Case Study. *Applied Sciences (Switzerland)*, *15*(22), 12164. https://doi.org/10.3390/APP152212164/S1

Almasi, S., Bahaadinbeigy, K., Ahmadi, H., Sohrabei, S., & Rabiei, R. (2023). Usability Evaluation of Dashboards: A Systematic Literature Review of Tools. *BioMed Research International*, *2023*. https://doi.org/10.1155/2023/9990933

Alomar, I., Jackiva, I., & Alomar, I. (2023). Digitalization in aircraft maintenance processes. *Aviation*, *27*(2), 86–94. https://doi.org/10.3846/AVIATION.2023.18923

Balaha, F., Albinali, H., Alrabiah, H., Ali, M., & Bahroun, Z. (2025). An analytical review of data integration for decision support in smart manufacturing. *Decision Analytics Journal*, *17*, 100647. https://doi.org/10.1016/J.DAJOUR.2025.100647

Chakrabarti, A., Ahmad, F., Jarke, M., & Quix, C. (2022). Monitoring Large Scale Production Processes Using a Rule-Based Visualization Recommendation System. *SN Computer Science 2022 4:1*, *4*(1), 32-. https://doi.org/10.1007/S42979-022-01419-Z

Elhabashy, A., Elsayed, S., Abdelwahed, A., & Fors, H. (2026). An Industry 4.0-Based Data Visualization Framework for Improved Manufacturing Data Analysis—A Case Study. *Intelligent and Sustainable Manufacturing 2026, Vol. 3, Page 10001*, *3*(1), 10001. https://doi.org/10.70322/ISM.2026.10001

Gilsing, R., Wilbik, A., Grefen, P., Turetken, O., Ozkan, B., Adali, O., & Berkers, F. (2021). Defining business model key performance indicators using intentional linguistic summaries.

Software and Systems Modeling 2021 20:4, *20*(4), 965–996. https://doi.org/10.1007/S10270-021-00894-X

Gonçalves, C., Gonçalves, M., & Campante, M. (2023). Developing Integrated Performance Dashboards Visualisations Using Power BI as a Platform. *Information 2023, Vol. 14, Page 614*, *14*(11), 614. https://doi.org/10.3390/INFO14110614

Landis, Z., & Kurlander, J. (2024). Development, Implementation, and Evaluation Methods for Dashboards in Health Care: Scoping Review. *JMIR Med Inform 2024;12:E59828 Https://Medinform.Jmir.Org/2024/1/E59828*, *12*(1), e59828. https://doi.org/10.2196/59828

Kála, M., Lališ, A., & Vojtech, T. (2022). Analyzing Aircraft Maintenance Findings with Natural Language Processing. *Transportation Research Procedia*, *65*(C), 238–245. https://doi.org/10.1016/J.TRPRO.2022.11.028

Khattach, O., Moussaoui, O., & Hassine, M. (2025). End-to-End Architecture for Real-Time IoT Analytics and Predictive Maintenance Using Stream Processing and ML Pipelines. *Sensors*, *25*(9). https://doi.org/10.3390/S25092945

Miller, R., Whelan, H., Chrubasik, M., Whittaker, D., Duncan, P., & Gregório, J. (2024). A Framework for Current and New Data Quality Dimensions: An Overview. *Data*, *9*(12), 151. https://doi.org/10.3390/DATA9120151

Ojha, V. K., Goyal, S., Chand, M., & Kumar, A. (2024). A framework for data-driven decision making in advanced manufacturing systems: Development and implementation. *Concurrent Engineering Research and Applications*, *32*(1–4), 58–77. https://doi.org/10.1177/1063293X241297528;REQUESTEDJOURNAL:JOURNAL:CERA

Passlick, J., Grützner, L., Schulz, M., & Breitner, M. (2023). Self-service business intelligence and analytics application scenarios: A taxonomy for differentiation. *Information Systems and E-Business Management 2023 21:1*, *21*(1), 159–191. https://doi.org/10.1007/S10257-022-00574-3

Rodrigues, D., Godina, R., & da Cruz, P. (2021). Key performance indicators selection through an analytic network process model for tooling and die industry. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(24). https://doi.org/10.3390/SU132413777

Sagharidooz, M., Soltanali, H., Farinha, J., Raposo, H., & de Almeida, J. (2024). Reliability, Availability, and Maintainability Assessment-Based Sustainability-Informed Maintenance Optimization in Power Transmission Networks. *Sustainability 2024, Vol. 16, Page 6489*, *16*(15), 6489. https://doi.org/10.3390/SU16156489

Tambare, P., Meshram, C., Lee, C., Ramteke, R., & Imoize, A. (2021). Performance Measurement System and Quality Management in Data-Driven Industry 4.0: A Review. *Sensors 2022, Vol. 22, Page 224*, *22*(1), 224. https://doi.org/10.3390/S22010224

Timjerdine, M. (2023). Performance measurement in aircraft maintenance – literature review. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *29*(4), 799–809. https://doi.org/10.1108/JQME-10-2021-0080

Żyluk, A., Zieja, M., Kawka, K., & Główczyk, B. (2025). Monitoring and Improving Aircraft Maintenance Processes Using IT Systems. *Applied Sciences 2025, Vol. 15, Page 1374*, *15*(3), 1374. https://doi.org/10.3390/APP15031374

Apéndice