

Plan de Mejoramiento para el Proceso de Gestión de la Información de Activos en el
Departamento de Mantenimiento del Aeropuerto Internacional Palonegro.

Yessica Magaly Garavito Rincón

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniera Industrial

Director

Edwin Alberto Garavito Hernández

Magister en Ingeniería Industrial

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2019

Contenido

	Pág.
Introducción	17
1. Justificación	19
2. Objetivos	22
2.1 Objetivo General	22
2.2 Objetivos Específicos.....	22
3. Descripción General de la Empresa	23
3.1 Identificación de la Empresa.....	23
3.2 Reseña Histórica	23
3.3 Misión	25
3.4 Visión.....	25
3.5 Política de Calidad	25
3.6 Objetivos de Calidad.....	26
3.7 Mapa de Procesos	27
3.8 Organigrama	27
3.9 Portafolio de Servicios.....	28

4. Diagnóstico de la Empresa.....	28
4.1 Metodología para la realización del diagnóstico	28
4.2 Desarrollo de la metodología del diagnostico.....	29
4.2.1 Aplicación de Herramienta Cualitativas.	29
4.2.1.1 Descripción de Procesos involucrados.....	30
4.2.1.2 Metodología Flash Audit.	33
4.2.1.3 Nivel de Implementación Total del Software de Mantenimiento, SIMAORI:	37
4.2.2 Aplicación de Herramientas Cuantitativas.....	43
4.2.2.1 Análisis de cumplimiento de Requisitos del Sistema de Información SIMORI.....	43
4.2.2.2 Análisis de Informes de Mantenimientos realizados y registrados en SIMAORI.	45
4.2.2.3 Análisis de Indicadores de Disponibilidad.	47
4.2.3 Análisis del Diagnóstico.	50
4.2.3.1 Conclusiones.	50
4.2.3.2 Análisis Causa –Efecto	54
5. Planteamiento del Problema	56
6. Alcance	57
7. Marco de Referencia	58
7.1 Marco de Antecedentes.....	58
7.2 Marco Teórico.....	60
7.2.1 Mantenimiento.	60

7.2.1.1 Tipos de Mantenimiento.	61
7.2.1.2 Gestión de Activos.	63
7.2.2 Metodología Flash Audit.	63
7.2.3 Sistema de Información.	64
7.2.4 Indicadores de Gestión.	66
7.2.4.1 Índices de Clase mundial.	66
7.2.5 Análisis Causa-Efecto.	68
7.2.5.1 Metodología	69
7.2.6 Diagrama de Flujo.	70
 8. Formulación e Implementación de Propuestas de Mejora	 71
8.1 Cumplimiento de Requisitos legales relacionados al Sistema de Información para mantenimiento (SIMAORI)	 72
8.1.1 Problema que se pretende atender.	72
8.1.2 Objetivos de la Propuesta.	72
8.1.3 Plan de Acción: el plan de acción para su ejecución se resume en las siguientes actividades:	 73
8.1.4 Desarrollo y resultados de la propuesta de mejora.	73
8.1.4.1 Cronograma de ejecución de obras.	73
8.1.4.2 Manejo de la bitácora de registro histórico de la ejecución de las labores de mantenimiento en el tiempo.	 77
8.1.4.3 Reportes trimestrales de inventario de elementos por aeropuerto.	78
8.1.4.4 Reportes trimestrales de estado general de elementos por aeropuerto.	81

8.1.4.5 Reportes trimestrales de estado general de elementos por tipo en todos los aeropuertos.	81
8.1.4.6 Ficha tipo de mantenimiento de cada componente.	82
8.1.4.7 Contar con expedientes actualizados de mantenimiento y operación de equipamiento clave.	87
8.1.4.8 Mantener dichos expedientes por un periodo de al menos 6 años a partir de su producción y hasta un año después del término de la concesión.	89
8.1.4.9 Actualizar los instructivos para el uso de SIMAORI.....	89
8.2 Capacitación a personal de mantenimiento en el uso de SIMAORI.....	93
8.2.1 Problema que se pretende atender.....	93
8.2.2 Objetivo de la Propuesta	93
8.2.3 Plan de Acción.	93
8.2.4 Desarrollo de la propuesta.	94
8.2.4.1 Diseño del programa de capacitación.	94
8.3 Creación de Activos en SIMAORI	102
8.3.1 Problema que se pretende atender.....	102
8.3.2 Objetivo de la Propuesta	102
8.3.3 Plan de Acción.	102
8.3.4 Desarrollo de la propuesta.	102
8.4 Interfaz del Sistema de Información SIMAORI.	104
8.4.1 Problema que se pretende atender.....	104
8.4.2 Objetivo de la Propuesta	105
8.4.3 Plan de Acción:	105
8.4.4 Desarrollo de la propuesta.	105

8.4.4.1 Etapa I: Revisión bibliográfica.	106
8.4.4.2 Etapa II: Evaluación y análisis de softwares para mantenimiento.....	107
8.4.4.3 Etapa IV: Propuesta de Interfaz.	118
8.5 Indicadores de Disponibilidad de Activos Críticos.	125
8.5.1 Problema que se pretende atender.....	125
8.5.2 Objetivo de la Propuesta	126
8.5.3 Plan de Acción:	126
8.5.4 Desarrollo de la propuesta.	127
8.5.4.1 Diagrama de flujo para cálculo de indicadores.....	130
9. Conclusiones	132
10. Recomendaciones	136
Referencias Bibliográficas	139

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Mapa de Procesos de Aeropuertos de Oriente S.A.S.	27
Figura 2. Resultados de la Metodología Flash Audit.....	34
Figura 3. Ventana de Inicio al sistema de información para la gestión del mantenimiento, SIMAORI.....	38
Figura 4. Nivel de implementación de cada Módulo de SIMAORI	43
Figura 5. Número de Órdenes de Trabajo en SIMAORI.....	45
Figura 6. Numero de Mantenimientos Preventivos y Correctivos a Activos de ADO	46
Figura 7. Horas de Operación Mensual de ADO	49
Figura 8. Análisis DOFA para el procedimiento de gestión de inventarios.	53
Figura 9. Diagrama de Ishikawa del Problema general identificado.	55
Figura 10. Diagrama causa efecto.....	69
Figura 11. Símbolos de diagrama de Flujo.	70
Figura 12. Resultado de los 5 ¿Por Qué? para el Cronograma mensual de mantenimiento.	74
Figura 13. Módulos y Submódulos en SIMAORI_ Cronograma Mensual de Mantenimiento Preventivo	76
Figura 14. Editar Cronograma Mensual de Mantenimiento Preventivo_ (Lado superior: Versión Actual) (Lado inferior: Versión Propuesta)	76
Figura 15. Visualización general del Cronograma mensual de mantenimiento. (Lado superior: visualización actual), (lado inferior: visualización propuesta)	77

Figura 16. Procedimiento para gestionar el inventario.	80
Figura 17. Propuesta Flujo de acceso a las fichas técnicas de los activos	83
Figura 18. Propuesta Formato para Fichas Técnicas en SIMAORI.....	85
Figura 19. Propuesta ficha técnica del activo crítico Puentes de Abordaje.	86
Figura 20. Propuesta de la Tabla para la Clasificación documental	87
Figura 21. Propuesta de la Tabla de Retención Documental	88
Figura 22. Nomenclatura de las nuevas áreas y sub-áreas en SIMAORI	91
Figura 23. Resumen de las actualizaciones realizadas en SIMAORI, respecto a las áreas y sub- áreas	91
Figura 24. Número de instructivos antes y ahora	92
Figura 25. Característica de los participantes	95
Figura 26. Capacitación de conceptos básicos y Creación de Activos en SIMAORI	95
Figura 27. Capacitación en la Creación y modificación de activos.....	96
Figura 28. Ejemplo de un activo creado en SIMAORI.....	97
Figura 29. Registro de la Orden de Trabajo en el Módulo	98
Figura 30. Registro de la Orden de Trabajo en el Módulo	98
Figura 31. Ejemplo de registro en Bitácora	99
Figura 32. Porcentaje de personas que respondieron correctamente las preguntas de la Encuesta Parte I.....	100
Figura 33. Plantilla básica para recolectar la información y crear activos	103
Figura 34. Correo electrónico -Solicitud de actualización de inventario en SOMAORI	104
Figura 35. Interfaz del módulo Órdenes de Trabajo.	110
Figura 36. Estructura del módulo Órdenes de Trabajo.	110

Figura 37. Interfaz inicial de una orden de trabajo en Fractal.	111
Figura 38. Interfaz de la ventana Órdenes de trabajo en Máximo IBM.	114
Figura 39. Secuencia de sub-módulos del flujo de información cuando se genera una OT	114
Figura 40. Propuesta de principales iconos.....	120
Figura 41. Propuesta ingreso de sesión.....	120
Figura 42. Propuesta de la interfaz con el menú principal.....	121
Figura 43. Propuesta de Interfaz de módulo órdenes de trabajo.....	121
Figura 44. Propuesta de interfaz de la ventana Solicitar.....	122
Figura 45. Propuesta de interfaz de la ventana Diagnosticar.....	123
Figura 46. Propuesta de interfaz para buscar activos en SIMAORI.	123
Figura 47. Propuesta de Interfaz para la ventana Planificar	124
Figura 48. Propuesta de interfaz de la ventana Ejecutar	124
Figura 49. Propuesta de registro de fechas, para generar los indicadores de cada equipo	128
Figura 50. Propuesta hoja de vida de cada equipo en SIMAORI	130
Figura 51. Flujograma para habilitar la opción del indicador de disponibilidad.....	131

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Cumplimiento de objetivos	21
Tabla 2. Resultados de la Metodología Flash Audit	34
Tabla 3. Niveles de Cumplimiento para calificar Criterios	40
Tabla 4. Evaluación según el nivel de importancia de los módulos de SIMAORI.	40
Tabla 5. Evaluación del nivel de implementación de los módulos del SIMAORI	41
Tabla 6. Resultados del grado de implementación total de SIMAORI.....	42
Tabla 7. Tabla de cumplimiento de requerimientos por el sistema de información SIMORI.	44
Tabla 8. Valores para medir nivel de conocimiento	95
Tabla 9. Valores para medir satisfacción de la capacitación	101
Tabla 10. Rangos del nivel de satisfacción	101
Tabla 11. Resultados de la encuesta parte II. Satisfacción	101
Tabla 12. Características y ayudas de los softwares para mantenimiento Vs SIMAORI.....	116
Tabla 13. Comparación de softwares de mantenimiento.	117

Lista de Apéndices

“Ver Apéndices Adjuntos en el CD y pueden Visualizarlos en la Base de Datos de la Biblioteca UIS”

Apéndice A. Estructura Organizacional de Aeropuertos de Oriente S.A.S

Apéndice B. Portafolio de Servicios de Aeropuertos de Oriente S.A.S

Apéndice C. Especificaciones Técnicas de Diseño

Apéndice D. Diagrama de Flujo: Selección de proveedores

Apéndice E. Diagrama de Flujo: Compras de bienes y servicios

Apéndice F. Diagrama de Flujo: Registro de información en SIMAORI

Apéndice G. Metodología Flash Audit118

Apéndice H. Módulos de SIMAORI

Apéndice I. Especificaciones técnicas de mantenimiento

Apéndice J. Requisitos de disponibilidad de Activos Críticos

Apéndice K. Indicadores de disponibilidad de activos críticos

Apéndice L. Instructivo GM-I-01 Registro en Bitácora

Apéndice M. Propuesta de Procedimiento para la gestión de inventarios

Apéndice N. Propuesta de Fichas técnicas

Apéndice O. Propuesta de Tabla de retención documental

Apéndice P. Propuesta de nuevas áreas y sub-áreas en SIMAORI

Apéndice Q. Archivo de solicitud para la actualización de áreas y sub-áreas en SIMAORI

Apéndice R. Elaboración y control de documentos de Aeropuertos de Oriente S.A.S

Apéndice S. Guía GM-I-01 Guía para uso de SIMAORI

Apéndice T. Instructivo GM-I-24 Creación y modificación de activos en SIMAORI

Apéndice U. Instructivo GM-I-01 Generar y cerrar OT'S

Apéndice V. Propuesta del Programa de capacitación

Apéndice W. Encuesta del Programa de capacitación

Apéndice X. Activos creados en SIMAORI

Apéndice Y. Clasificación de los sistemas en el cronograma mensual de mantenimiento

Resumen

Título: Plan de Mejoramiento para el Proceso de Gestión de la Información de Activos en el Departamento de Mantenimiento del Aeropuerto Internacional Palonegro.*

Autores: Yessica Magaly Garavito Rincón**

Palabras claves: gestión de información, gestión de mantenimiento, sistema de información.

Descripción:

Aeropuertos de Oriente S.A.S. es una empresa dedicada a la administración, operación, gestión comercial y mantenimiento de las áreas concesionadas, que incluyen las terminales aeroportuarias y las plataformas de estacionamiento de aeronaves en 6 aeropuertos a nivel nacional, Aeropuerto Internacional Palonegro de Bucaramanga, Simón Bolívar de Santa Marta, Camilo Daza de Cúcuta, Alfonso López Pumarejo de Valledupar, Yariguies de Barrancabermeja y Almirante Padilla de Riohacha. Desde el año 2010 que iniciaron operaciones, la empresa ha ejecutado proyectos de ampliación y modernización.

El presente proyecto fue desarrollado bajo la modalidad de práctica empresarial, en el cual tuvo como objetivo principal diseñar e implementar un plan de mejoramiento para el proceso de gestión de la información de activos en el departamento de mantenimiento en el aeropuerto internacional Palonegro. Inicialmente, por medio de un diagnóstico empresarial, se identificó que la compañía hoy por hoy tiene inconvenientes relacionados a la administración de información de mantenimiento. El inadecuado manejo del software no aporta realmente en la administración, planeación y control de las actividades de mantenimiento, situación que podría generar multas por incumplimiento de requisitos legales.

El desarrollo del proyecto contiene ocho etapas destacadas y orientadas al cumplimiento de los objetivos específicos planteados: generalidades de la empresa para conocer el impacto que tendría el proyecto, diagnóstico para identificar el estado actual, planteamiento del problema, definición del alcance, marco de referencia y finalmente la formulación e implementación de las propuestas de mejora.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Edwin Alberto Garavito Hernández, Magister en Ingeniería Industrial

Abstract

Title: Improvement Plan for the Asset Information Management Process in the Maintenance Department of Palonegro International Airport.*

Authors: Yessica Magaly Garavito Rincón**

Keywords: Information management, maintenance management, information system.

Description:

Aeropuertos de Oriente S.A.S. is a company dedicated to the administration, operation, commercial management and maintenance of concession areas, which include airport terminals and aircraft parking platforms in 6 airports nationwide, Palonegro International Airport in Bucaramanga, Simón Bolívar in Santa Marta, Camilo Daza from Cúcuta, Alfonso Lopez Pumarejo from Valledupar, Yariguies from Barrancabermeja and Almirante Padilla from Riohacha. Since 2010, when they started operations, the company has executed expansion and modernization projects.

The present project was developed under the modality of business practice, in which the main objective was to design and implement an improvement plan for the asset information management process in the maintenance department at the Palonegro international airport. Initially, through a business diagnosis, it was identified that the company today has problems related to the maintenance information management. The inadequate management of software does not really contribute to the administration, planning and control of maintenance activities, a situation that could generate penalties for non-compliance with legal requirements.

The development of the project contains eight stages highlighted and oriented to the fulfillment of the specific objectives: generalities of the company to know the impact that the project would have, diagnosis to identify the current status, proposal of the problem, definition of the magnitude, frame of reference and finally the formulation and implementation of the improvement proposals.

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Edwin Alberto Garavito Hernández, Magister en Ingeniería Industrial.

Introducción

La gestión del mantenimiento, es una disciplina que busca administrar de forma apropiada los activos de una organización, que ha evolucionado a través de los años como necesidad para garantizar rendimientos óptimos de los activos. Sin embargo, hoy por hoy la administración adecuada de los activos va más allá de la utilización y mantenimiento de los activos.

En los últimos años para la adecuada administración de activos, las organizaciones han implementado la automatización en el registro, almacenamiento, análisis y gestión de los datos a través de herramientas computacionales que faciliten y mejoren los procesos, generando mejores rendimientos e información para la toma de decisiones.

Es por esto que un aspecto fundamental en la planeación, programación y control de la ejecución de mantenimiento se requiere de herramientas ofimáticas que faciliten la forma de captar, almacenar y procesar los datos obtenidos, además de ser un proceso de apoyo fundamental en el área de mantenimiento para la toma de decisiones, que llevan a favorecer los resultados operacionales y económicos, con un enfoque de mejora continua y orientado siempre a los objetivos organizacionales.

En la actualidad, ADO¹ es una organización que, desde el inicio de sus operaciones, ha garantizado el mejoramiento continuo de sus servicios aeroportuarios, y para ello ha sido fundamental, el funcionamiento adecuado y disponibilidad de sus equipos, los cuales a través de

¹ Aeropuertos de Oriente S.A.S.

los años han incrementado y seguirán incrementando gracias a los proyectos de modernización que hasta el momento se han desarrollado. Para asegurar lo anterior mencionado, la empresa está obligada de acuerdo con el contrato de concesión No 10000078-OK-2010, en su Apéndice G. Especificaciones Técnicas de Mantenimiento, a llevar el manejo de un Sistema Informático para el mantenimiento. Por esta razón, el proyecto busca diseñar un Plan de Mejoramiento para la Gestión de Información en el área de Mantenimiento, como herramienta fundamental y de apoyo para asegurar la disponibilidad y confiabilidad de éstos, a través de un adecuado manejo de datos, que se convierta en una fuente de información veraz para toma de decisiones gerenciales.

Inicialmente se recolecta la información necesaria, y con herramientas cualitativas como la metodología Flash Audit y la evaluación del Nivel de Implementación del Software que tiene la empresa para Mantenimiento, se obtienen datos relevantes sobre oportunidades de mejora, la cual se apoya de datos cuantitativos que se extrajeron del informe de mantenimiento, de revisiones a requisitos y análisis de indicadores. Finalmente se concluye con respecto a los hallazgos encontrados y con el Análisis Causa-Efecto se resume el resultado del diagnóstico realizado. El presente documento se compone de diez capítulos: los capítulos 1 y 2, definen la justificación y los objetivos del presente proyecto, el capítulo 3 contempla toda la información relevante de la empresa, en el capítulo 4 se desarrolla el diagnóstico para identificación de oportunidades de mejora, y consecuentemente se definen el planteamiento del problema y el alcance en los capítulos 5 y 6 respectivamente. El capítulo 7 contiene la información teórica necesaria para la ejecución del proyecto. Posteriormente se presenta el capítulo 8 que corresponde a la formulación e implementación de las propuestas de mejora. Y finalmente en los capítulos 9 y 10 están descritas las conclusiones y recomendaciones del proyecto para la mejora continua de la empresa.

1. Justificación

Aeropuertos de Oriente S.A.S es una compañía dedicada a la administración, operación, mantenimiento, modernización y explotación comercial de las Áreas concesionadas de los Aeropuertos de la Red de Nororiente Colombiano, la cual es constantemente auditada por la Agencia Nacional de Infraestructura-ANI, pues debe garantizar altos estándares de calidad en el servicio.

Es una empresa que ha venido creciendo a través de sus proyectos de modernización, además de que se ha certificado en diferentes sistemas de gestión como la ISO 9001, 14001, 18001 y BASC; sin embargo, actualmente la compañía no lleva un adecuado manejo y control de los equipos que permita pronosticar el estado de estos, para la toma de decisiones, garantizando así los altos niveles de calidad en el servicio aeroportuario exigido por los entes reguladores. En el Sistema para la Gestión del Mantenimiento, no se cuenta con inventarios actualizados, ni fichas técnicas completas; además, difícilmente se logra identificar y diferenciar los equipos del inventario registrado y los tipos de mantenimiento realizados, se desconoce la disponibilidad real de los equipos ya que el sistema no genera ningún tipo de indicador, tampoco hay una adecuada documentación relacionada al uso del Sistema de Información, que permita a una persona con conocimientos básicos en herramientas ofimáticas comprender el uso del Sistema y el flujo de información a través de éste. Cabe resaltar que no se ha hecho ningún tipo de Capacitación al personal con relación al uso de Sistema, por ello quienes lo usan lo hacen de forma incorrecta.

Lo mencionado anteriormente demuestra que existe cierto nivel de inconformidad, que podrían llevar a la compañía a incurrir en multas por la carencia de soportes que debe proveer el Sistema de Información, que representa y demuestra ante los entes reguladores cómo se está administrando los activos en el área de mantenimiento para garantizar calidad en el servicio aeroportuario. Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente, es necesario diseñar una estrategia que permita mejorar la administración de los activos a través de la gestión de la información, de forma eficiente y eficaz para garantizar altos estándares de calidad y el cumplimiento de las obligaciones establecidas en el contrato de concesión, además de obtener mejores beneficios para las partes interesadas; ésta se logra inicialmente con un Plan de Mejoramiento para el proceso de Gestión de la Información de Activos apropiado para el área de Mantenimiento.

Con el desarrollo de este proyecto, se espera que Aeropuertos de Oriente S.A.S mejore sus procesos en la Gestión de Información, en el que se evidencie el cumplimiento de requisitos de las partes interesadas, mejore el nivel de implementación del Sistema de Gestión de Mantenimiento, y genere información útil para la toma de decisiones, que podría representar al largo plazo una reducción de tiempos de parada de los equipos y de costos.

Tabla 1.

Cumplimiento de objetivos

Cumplimiento de Objetivos	
Objetivo	Cumplimiento
Realizar un diagnóstico y análisis inicial del estado actual de los procesos relacionados con la administración de activos en el departamento de mantenimiento, que permita identificar las actividades críticas susceptibles de mejora.	Capítulo 4
Diseñar un Plan de Mejoramiento que permita disminuir los problemas identificados en la gestión de información de activos en el departamento de mantenimiento, en el Aeropuerto Internacional Palonegro.	Capítulo 8
Implementar las mejoras en el proceso de gestión de información de activos, aprobadas por la empresa Aeropuerto de Oriente S.A.S, de acuerdo con el Plan de Mejoramiento.	Capítulo 8, Ítem 8.1, 8.2, 8.3.
Evaluar y analizar alternativas de Sistemas de Información en Mantenimiento para la compañía, con el fin de mejorar el Sistema actual	Capítulo 8, Ítem 8.4
Diseñar e Implementar un sistema de indicadores que permitan evaluar la efectividad de las acciones de mejora implementadas.	Capítulo 8

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Implementar un Plan de Mejoramiento para el proceso de Gestión de la Información de Activos en el Departamento de Mantenimiento del Aeropuerto Internacional Palonegro.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico y análisis inicial del estado actual de los procesos relacionados con la administración de activos en el departamento de mantenimiento, que permita identificar las actividades críticas susceptibles de mejora.
- Diseñar un Plan de Mejoramiento que permita disminuir los problemas identificados en la gestión de información de activos en el departamento de mantenimiento, en el Aeropuerto Internacional Palonegro.
- Implementar las mejoras en el proceso de gestión de información de activos, aprobadas por la empresa Aeropuerto de Oriente S.A.S, de acuerdo con el Plan de Mejoramiento.
- Evaluar y analizar alternativas de Sistemas de Información en Mantenimiento para la compañía, con el fin de mejorar el Sistema actual.
- Diseñar e Implementar un sistema de indicadores que permitan evaluar la efectividad de las acciones de mejora implementadas.

3. Descripción General de la Empresa

3.1 Identificación de la Empresa

Razón social: Aeropuertos de Oriente S.A.S.

Nit: 900.373.778-6

Representante Legal: Daniel Lozano Escobar

Teléfono: Bucaramanga (57) 6910140 Ext 1508

Localización: Sede Principal, Bogotá. Calle 72 No 8-24 piso 4

Bucaramanga. Kilómetro 25 Vía Lebrija, Santander

3.2 Reseña Histórica

Aeropuertos de Oriente S.A.S es una empresa colombiana constituida el 5 de Agosto de 2010, fecha en la que se viabilizó la creación de la Sociedad compuesta por: Supertiendas y Droguerías Olímpica S.A, Nexus Banca de Inversiones S.A., Incoequipos Ingeniería Construcción y Equipos S.A. y Pedro Ramón Emiliani Catinchi.

El 10 de Agosto de 2010, la compañía suscribió el Contrato de Concesión No 10000078-OK-2010, con el cual el Gobierno Nacional entregó en concesión seis Aeropuertos del País entre los que se encuentran el Aeropuerto Internacional Palonegro de Bucaramanga, Simón Bolívar de Santa

Marta, Camilo Daza de Cúcuta, Alfonso López Pumarejo de Valledupar, Yariguies de Barrancabermeja y Almirante Padilla de Riohacha.

La empresa asumió la administración, operación, gestión comercial, mantenimiento y modernización de las denominadas áreas concesionadas, que incluyen las terminales aeroportuarias y las plataformas de estacionamiento de aeronaves.

Dispone desde entonces, de un asistente técnico para la operación de los aeropuertos llamada Korea Aisport Corporation (KAC). KAC se estableció en 1980 en Seúl, Corea del Sur. La organización lleva a cabo la construcción, administración y operación de aeropuertos, además de gestionar el transporte aéreo de manera eficiente. KAC tiene a cargo la operación de 14 aeropuertos de Corea, algunos de ellos son Seúl, Gimpo, Gimhae, Jeju, Daegu, Muan, Cheongjo y Yangyang.

En diciembre de 2011, Aeropuertos de Oriente S.A.S., suscribió el acta de inicio de obras para la ampliación y modernización de las seis terminales aeroportuarias concesionadas, cuyo proceso se dividió en dos etapas. La etapa 1 correspondió a la intervención de los aeropuertos de Bucaramanga, Cúcuta y Barrancabermeja. La etapa 2(dos), se centró en las terminales aéreas de Valledupar, Riohacha y Santa Marta.

Al 2018 las obras de ampliación y modernización ya fueron terminadas en los aeropuertos internacionales Palonegro y Simón Bolívar de Bucaramanga y Santa Marta respectivamente, aeropuertos Yariguíes de Barrancabermeja, Almirante Padilla de Riohacha y Alfonso López de

Valledupar. Para diciembre del presente año se tiene previsto terminar las obras en el aeropuerto internacional Camilo Daza de Cúcuta.

3.3 Misión

Aeropuertos de Oriente S.A.S. es una sociedad con el objetivo único de administrar, operar, explotar comercialmente, mantener y modernizar las Áreas Concesionadas de los Aeropuertos de la Red de Nororiente, generando valor a las partes interesadas, basados en la experiencia de nuestros accionistas, la competencia del personal, tecnología y capacidad financiera.

3.4 Visión

Ser una Concesionaria reconocida en el ámbito aeroportuario por sus estándares de gestión operacional, óptimos niveles de seguridad, efectividad y protección del medio ambiente, cumpliendo niveles mínimos de servicio.

3.5 Política de Calidad

Aeropuertos de Oriente S.A.S., Operada por KAC, está comprometida con:

- El cumplimiento a las obligaciones definidas en el Contrato de Concesión
- La satisfacción de las necesidades y expectativas de sus clientes y partes interesadas.
- El cumplimiento de la legislación y demás estándares aplicables a la Concesión.

- La sensibilización de todo el personal frente a cómo sus actividades afectan el logro de los Objetivos.
- La prevención de los riesgos operacionales, de seguridad y ambientales asociados a sus actividades productivas.
- La notificación oportuna de cualquier condición insegura y/o acto sospechoso sin adoptar medidas en contra de ningún empleado que reporte un riesgo de seguridad.
- El desempeño en seguridad y salud del trabajador, además de la prevención de lesiones y enfermedades laborales.
- La Prevención de la contaminación de acuerdo con los impactos ambiental identificados mejorando el desempeño ambiental.

3.6 Objetivos de Calidad

- Aumentar la generación de valor para la organización.
- Mantener la imagen de la concesión.
- Perfeccionar la comunicación entre los procesos.
- Incrementar los ingresos por los servicios no regulados.
- Optimizar los gastos operacionales.
- Consolidar el capital humano de la concesión

3.7 Mapa de Procesos

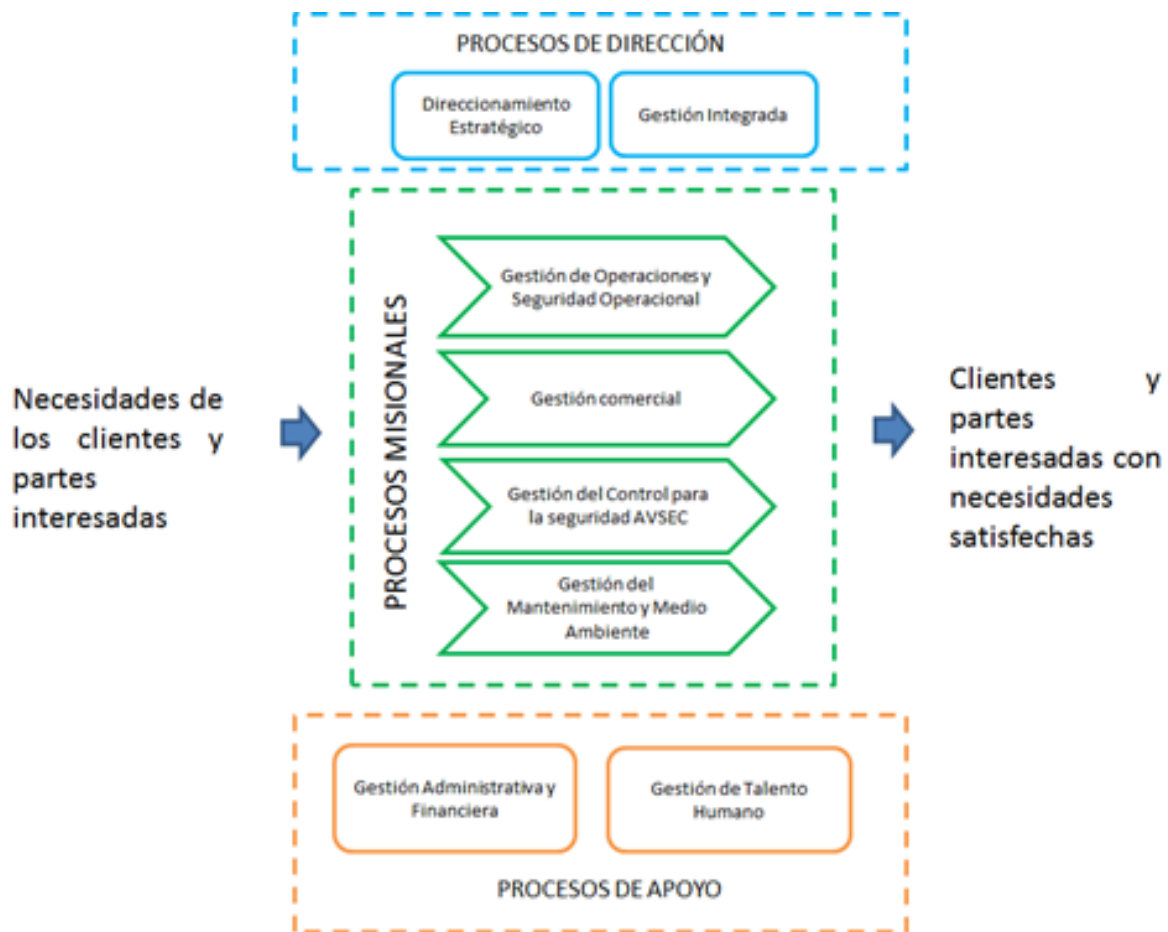


Figura 1. Mapa de Procesos de Aeropuertos de Oriente S.A.S. Adaptado de: Aeropuertos de Oriente (s.f.) Mapa de procesos Recuperado de: <https://www.aerooriente.com.co/mapa-de-procesos-2/>

3.8 Organigrama

En el apéndice A. se encuentra el organigrama de la empresa Aeropuertos de Oriente S.A.S.

3.9 Portafolio de Servicios

Aeropuertos de Oriente S.A.S no cuenta con un portafolio de servicios, por lo tanto, la autora propone un portafolio de servicios (Ver apéndice B).

4. Diagnóstico de la Empresa

4.1 Metodología para la realización del diagnóstico

Para el desarrollo del proyecto es indispensable contar con un diagnóstico general del Departamento de Mantenimiento, que permita conocer la situación actual del área en la empresa. El diagnóstico se realizó mediante las siguientes etapas:

Etapas I: Recolección de Información.

La etapa inicial, tiene como finalidad conocer el departamento de mantenimiento, su funcionalidad y las principales oportunidades de mejora. Se basa en realizar entrevistas y reuniones con el Jefe de Mantenimiento y Operarios, visitar las instalaciones de todo el aeropuerto, conocer el portafolio de servicios de la empresa, plan estratégico, planes de mantenimiento, indicadores, inventarios y requisitos contractuales, de tal forma que se pueda recolectar la información para tener una visión amplia de la situación actual del departamento de mantenimiento; por otro lado es importante comprender como funciona el sistema de información para mantenimiento como herramienta fundamental del área.

Etapla II: Aplicación de Herramientas Cualitativas.

Para el diagnóstico inicialmente se hizo un análisis cualitativo donde se definieron cada uno de los procesos que pueden afectar las decisiones en el área de mantenimiento, además de implementar la metodología Flash Audit, con el fin de identificar las principales falencias, y con ello, se lleva a cabo un análisis del nivel de implementación del Sistema de Información de Mantenimiento.

Etapla III: Aplicación de Herramienta Cuantitativas.

En esta etapa, se realiza un análisis cuantitativo con base a los principales informes que tiene el área, como son el informe de disponibilidad de equipos, informe de mantenimiento mensual, inventario y análisis de requisitos legales involucrados.

Etapla IV: Análisis del Diagnóstico.

Luego de la identificación de falencias en el área de mantenimiento, se pone en práctica el análisis Causa- Efecto, para observar las principales causas de la inadecuada gestión de la información de activos y formular mejores estrategias a Aerooriente.

4.2 Desarrollo de la metodología del diagnostico

4.2.1 Aplicación de Herramienta Cualitativas. Esta etapa empieza con una descripción de aquellos procesos que están involucrados y pueden a llegar a afectar la gestión de información de los activos, posteriormente se implementa la metodología Flash Audit, con el fin de identificar las principales falencias del área de mantenimiento, y, para terminar, se evalúa el nivel de

implementación del Sistema de Información de la empresa para la gestión de información de sus activos.

4.2.1.1 Descripción de Procesos involucrados.

Diseño: el diseño de los diferentes tipos de activos y bienes de la organización está ligado a requerimientos descritos en las Especificaciones Técnicas de Diseño, del contrato de Concesión, donde se encuentra documentada las características técnicas y diseño para ofrecer servicio de alta calidad exigido por la Aeronáutica Civil (Ver Apéndice C).

Selección de proveedores: Cuando surge la necesidad de adquirir un bien, insumo o servicio, se contacta mínimo a tres proveedores, y se pide el diligenciamiento del formato “Conocimiento del programa de cumplimiento de ADO para prevenir LAFT²” junto con el formato “Selección del Proveedor”. Todo esto para su respectiva validación. Una vez recibida la documentación y hecha la revisión de estos, se procede a aplicar la Evaluación del Perfil de Riesgo del Agente Clientes y Proveedores, en el que están establecidos los criterios con su ponderación y dependiendo del resultado será seleccionado. Se crea el flujograma para este proceso (Ver Apéndice D).

Compras: De acuerdo con el procedimiento de Contratación de Bienes y Servicios de ADO, cuando se detecta la necesidad de un bien, insumo o servicio, se solicitan las cotizaciones a proveedores autorizados, y el Analista de Compras evalúa y determina a quien se hará la compra, para finalmente generar las solicitudes de compra por medio del Software Work Manager y SIMAOR³. Se crea el flujograma para este proceso (Ver Apéndice E).

² Evaluación Nacional de Riesgo de Lavado de Activos y Financiación del Terrorismo.

³ Sistema de Gestión de Mantenimiento y Aspectos Ambientales.

Mantenimiento: En la empresa hay dos tipos de mantenimiento: mantenimiento preventivo y correctivo, el cual está a cargo del personal de ADO y de firmas especializadas.

Mantenimiento preventivo: Para este tipo, se tiene un plan de mantenimiento anual y un cronograma de actividades mensuales, los cuales son programados con base al Manual de Servicios Aeroportuarios, OACI⁴ y de acuerdo al RAC⁵, además de las recomendaciones dadas por los proveedores de los bienes.

La periodicidad del mantenimiento es diaria, semanal, quincenal, mensual, trimestral, bimestral, semestral y anual dependiendo del tipo de activo. Para el caso de mantenimiento diario, semanal y mensual se encarga el personal de la compañía, mientras que el mantenimiento trimestral, bimestral y anual los encargados son las firmas especializadas.

Mantenimiento correctivo: Para este tipo de mantenimiento el personal de la compañía hace un diagnóstico preliminar y determinan si ellos están en capacidad de dar solución o se debe contactar a la firma especializada.

Registro de Información: Hay dos sistemas de información involucrados en la gestión de activos. Uno de ellos es el Sistema de Gestión del Mantenimiento y Aspectos Ambientales SIMAORI, en el cual se debe registrar y hacer seguimiento de incidencias, hacer solicitudes de Órdenes de Trabajo, aprobación y revisión de estas, así como el trámite de compra de las OT's⁶, y

⁴ Documento 9137 de la Organización Internacional de Aviación Civil

⁵ Reglamento Aeronáutico Colombiano

⁶ Ordenes de Trabajo.

finalmente la creación y modificación del estado de los activos. Se crea el flujograma para este proceso, el cual está hecho con la aplicación Acces (Ver Apéndice F).

Por otro lado, está el sistema Work Manager cuyo objetivo es distribuir y gestionar toda la información de la empresa en formato digital, a diferencia de SIMAORI que es de uso exclusivo de Mantenimiento, Work Manager es para todos los departamentos de la Organización, siendo éste en el que se administra toda la correspondencia que ingresa o sale de la organización permitiendo desde el control de la correspondencia hasta el control de facturas de proveedores y otras recibidas.

Reemplazo: para el reemplazo de los activos la organización no cuenta con un procedimiento definido, es decir, que una vez se haga necesario el reemplazo de un activo se procede a seleccionar el proveedor y hacer la compra respectiva. Cabe resaltar que la empresa debe cumplir con ciertos requerimientos del Contrato de Concesión en el que establece periodos determinados para hacer reposición de los activos independientemente si siguen o no en buen estado.

Mediante la descripción de los procesos involucrados en la gestión de la información de activos en mantenimiento se pudo identificar que dos de los procesos no son ejecutados como la empresa ya tiene documentado en su sistema de gestión de calidad, como es el caso del proceso de compras y selección de proveedores (Ver Apéndice D y E).

Si bien estos procesos se desarrollan mediante la intervención de personal de diferentes áreas, para el caso de mantenimiento, cuando requiere de un bien mueble/inmueble, es mantenimiento quien realiza las cotizaciones y solicita la información de los proveedores y no el área de compras

como está definido en los procedimientos. Esta situación de acuerdo a la entrevista con el Jefe de Mantenimiento genera sobrecarga laboral y reprocesos al momento de requerir un bien, ya que una vez lista la cotización y los documentos de proveedores se debe enviar información a través de tres medios de información, SIMAORI, WorkManager y Correo electrónico.

4.2.1.2 Metodología Flash Audit. El propósito de la metodología Flash Audit, es conocer la situación actual del departamento de mantenimiento en Aeropuertos de Oriente S.A.S para encontrar aspectos de mejora mediante la evaluación al personal.

Como se menciona en el marco teórico, la Metodología Flash Audit tiene 12 tópicos con un total de 386 preguntas. Para efectos de este proyecto se tuvo en cuenta el contexto en el cual se desarrolla la empresa de acuerdo con entrevistas preliminares hechas al personal, dando como resultado una nueva distribución de preguntas ajustadas a la compañía.

El cuestionario consta de dos partes: la primera parte está dirigida al personal corporativo involucrado en el proceso de mantenimiento, y la segunda parte está dirigido a los operarios de mantenimiento. Los aspectos para evaluar en el cuestionario son: factor Organizacional, Información, Operación y Recursos Humanos (Ver el apéndice G). A continuación, se muestran los resultados de la metodología en la Tabla 2.

Tabla 2.

Resultados de la Metodología Flash Audit

Tópico	Operarios % Real	Gerentes % Real	Total
Organizacional	63,33%	80,00%	71,67%
Información	80,00%	59,33%	69,67%
Operaciones	91,25%	49,29%	70,27%
Recurso Humano	78,67%	36,07%	57,37%

Nota: Recuperado de Mantenimiento, planeación, ejecución y control de Alberto Mora Gutiérrez

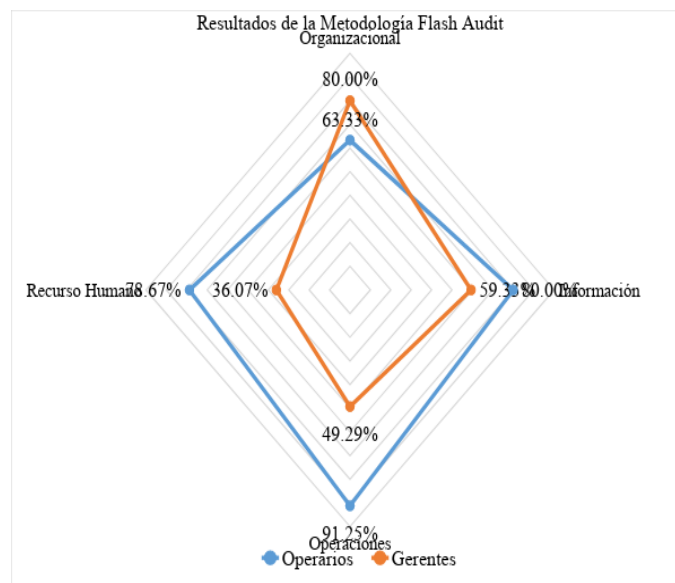


Figura 2. Resultados de la Metodología Flash Audit. Adaptado de Mantenimiento, planeación, ejecución y control de Alberto Mora Gutiérrez

En la Figura 2, se puede observar que la empresa presenta falencias en todos los factores evaluados, como se describe a continuación:

Organizacional: el criterio con mayor puntaje total de 71,67% evidencia que hay claridad en las responsabilidades dentro del departamento de mantenimiento y que los procesos administrativos están definidos, sin embargo existe una falencia relacionada con el desempeño de

dichos procesos, pues se constata con el personal que existen procedimientos repetitivos, como lo es el proceso de autorización de compras, ya que el Jefe de Mantenimiento debe hacer la solicitud en los sistemas de información SIMAORI y Work Manager, además de enviar la solicitud vía correo electrónico.

Por otro lado, se refleja que existe una carencia de herramientas para hacer mantenimiento, especialmente cuando se presentan fallas.

Información: los resultados de este factor permiten evidenciar que existe reconocimiento claro sobre cuáles son los equipos que afectan considerablemente la operación, sin embargo, hay falencia en lo que respecta al registro de información ya que no se ha hecho un seguimiento adecuado ni un análisis técnico de los datos y no se tiene un registro actualizado de costos en mantenimientos realizados. Por otro lado, las solicitudes de recursos no se hacen con una frecuencia definida; sólo se espera que se necesite para hacer la solicitud correspondiente generando demoras en reparación, insatisfacción de los clientes y usuarios y posible incumplimiento del contrato de concesión.

Operación: los resultados del personal corporativo y los operarios de mantenimiento fueron de 49,29% y 91,25% respectivamente lo que revela que se sigue adecuadamente el cronograma de actividades de mantenimiento incluyendo la verificación del servicio prestado por las firmas especializadas de mantenimiento. Pero desde la perspectiva del personal corporativo se demuestra que no se da trazabilidad a dichas actividades realizadas, además de no existir un plan de acción que soporte posibles tardanzas en los servicios de mantenimiento de las firmas especializadas; y,

por otro lado, no se calculan tiempos de ejecución de mantenimientos preventivos y correctivos, ni hay definición de límites, entre éstos.

Recurso Humano: siendo el criterio con mayor diferencia entre la evaluación del personal corporativo y operarios de mantenimiento con un valor de 42,6%, se evidenciaron las siguientes falencias:

- En el último año los operarios recibieron capacitaciones programadas de acuerdo con el Sistema de Gestión Integrado HSEQ; y según los resultados de la herramienta Flash Audit, el 100 % de las personas afirma que estas capacitaciones, aunque mejoraron sus habilidades para disminuir el riesgo de sufrir accidentes y enfermedades laborales, estas capacitaciones no mejoraron las competencias de las funciones de los operarios, en cuanto a conocimientos técnicos y ofimático.
- No se evalúa la carga de trabajo, no se llevan indicadores que midan el desempeño de los operarios, y no se da relevancia a la carencia de personal no calificado, por lo que no existe un presupuesto específico para entrenamiento ni programas definidos exclusivos para mejorar las competencias de los operarios de mantenimiento.

Según los resultados se evidencia una relación directa entre lo obtenido en el factor Información y Recurso Humano, siendo éstos los factores con menor porcentaje de calificación; lo que permite suponer que la carencia de formación y capacitación a los operarios es una limitante importante a la hora de delegar y dar mayor responsabilidad en cuanto al uso del Sistema de Información, al mismo tiempo que imposibilita mejorar continuamente el uso de éste.

4.2.1.3 Nivel de Implementación Total del Software de Mantenimiento, SIMAORI: A continuación, se evalúa el nivel de implementación del Software con el fin de determinar las principales falencias que tiene y mostrar la relación directa con la falta de capacitación de los operarios.

Inicialmente, es conveniente hacer una descripción del Sistema de forma general, y es de resaltar que, para el análisis de SIMAORI, fue necesario hacer una descripción propia de cada módulo del sistema de información y su respectivo diagrama de flujo, que facilitara el entendimiento del flujo de información de los procedimientos involucrados, ya que la empresa no cuenta con esa documentación actualizada; tanto la descripción como los diagramas de flujo fueron revisados por el Jefe de Mantenimiento y el Coordinador de Infraestructura Tecnológica (Ver Apéndices F), (Ver Apéndice H).

Descripción del Sistema de Gestión del Mantenimiento, SIMAORI: El Sistema de Mantenimiento es la herramienta para la optimización y buen manejo de los recursos (humano, logística, herramientas, inventario, materiales, etc) que intervienen directa e indirectamente en la gestión del mantenimiento, para que dichos recursos se dispongan con eficiencia y eficacia.

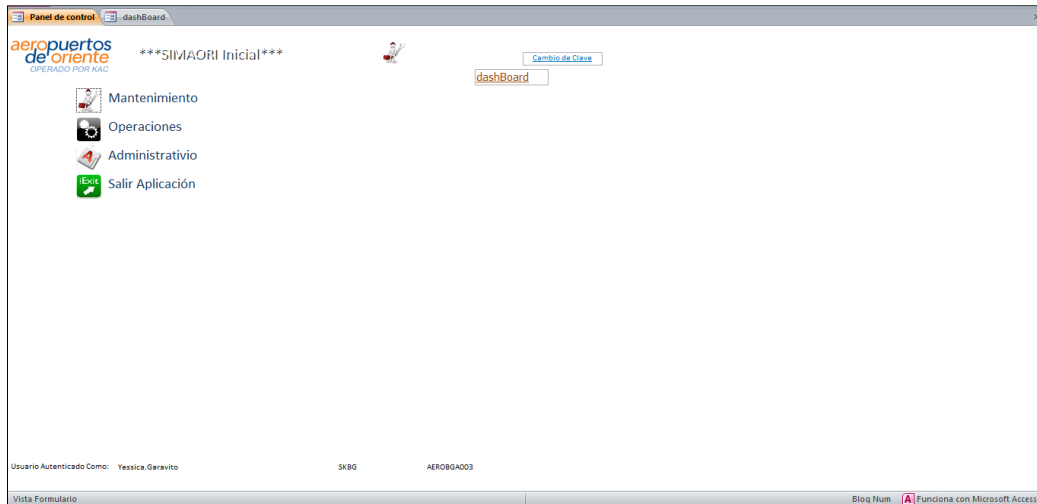


Figura 3. Ventana de Inicio al sistema de información para la gestión del mantenimiento, SIMAORI. Adaptado del Sistema de Información para la gestión del mantenimiento, SIMAORI

- **SIMAORI en la Empresa Aeropuertos de Oriente S.A.S:** El Software fue desarrollado por el Coordinador de Infraestructura Tecnológica y empieza a funcionar desde el año 2014 con el objetivo de gestionar y documentar la información pertinente sobre los activos, tales como inventarios, mantenimientos y órdenes de compra realizados. En el momento hay 16 usuarios habilitados para el proceso de gestión de información: un usuario para el Director de Área Concesionada, Jefe de Mantenimiento, Coordinador de Mantenimiento y Director de Mantenimiento, doce operadores de CCO⁷ y CIAGA⁸; éstos últimos empezaron a usar el Sistema en agosto 01 de 2017. Cabe resaltar que no se ha hecho capacitaciones adecuadas para el manejo del software, y que los auxiliares de mantenimiento no tienen usuarios habilitados que les permita hacer registro de la información.

⁷ Centro de Control de Operaciones

⁸ Centro Integrado para la Administración y Gestión Aeroportuaria

- **Metodología para la evaluación de Implementación Total de SIMAORI:** La metodología para la evaluación del nivel de implementación se desarrolla tomando como base la desarrollada en proyectos donde se evalúa la implementación del Software ERP ACCASOFT para empresas del Sector del Calzado.

De acuerdo con lo anterior, junto al Jefe de Mantenimiento y el Coordinador de Infraestructura Tecnológica, se definieron los criterios a evaluar con respecto al nivel de importancia e implementación de cada módulo en el Sistema de Información SIMAORI, además de fijar niveles de cumplimiento, como se muestra en la Tabla 3, para calificar los criterios, y de esta manera calcular el Nivel de Implementación Total de SIMAORI; Definidos a continuación:

Criterios definidos para medir el Nivel de Importancia de cada módulo.

- **Funcionalidad:** hace referencia a lo práctico que puede ser cada módulo y a que sea adecuado a lo que se necesita o se espera del sistema.
- **Usabilidad:** mide facilidad de interacción de los usuarios del sistema con la interfaz de este o la fácil y rápida interpretación de cada campo y función presente en el módulo.
- **Adaptabilidad:** evalúa el nivel de ajuste de los módulos a los cambios generados en los procesos y califica la flexibilidad del sistema respecto a variables o situaciones requeridas en la empresa.

Criterios definidos para medir el Nivel de Implementación de cada módulo.

- **Veracidad de información:** hace referencia al grado de certeza que tienen los datos ingresados al sistema y su utilidad al momento de generar informes para la toma de decisiones.

- **Correcta ubicación de la información:** evalúa si la información encontrada en los módulos se encuentra en el lugar correcto o donde se requiere para poder generar informes coherentes y análisis de información aplicando filtros.
- **Nivel de detalle:** indica el grado en que los campos de los módulos han sido diligenciados. Entre mayores requerimientos diligenciados, mayor detalle habrá.

Tabla 3.

Niveles de Cumplimiento para calificar Criterios

Nivel de Cumplimiento	Valor Porcentual
1	0% - 25%
2	26%- 50%
3	56%- 75%
4	76%- 100%

- **Resultados del Nivel de Implementación Total de SIMAORI.:** Una vez aclarados los Criterios para la evaluación de implementación del Software y los niveles de cumplimiento, se procede a evaluar inicialmente el Nivel de Importancia de cada módulo, cuyos resultados son verificados y aprobados por el Jefe de Mantenimiento y Coordinador de Infraestructura Tecnológica como se muestra en la tabla 4:

Tabla 4.

Evaluación según el nivel de importancia de los módulos de SIMAORI.

Módulos	Nivel de Importancia				Importancia Módulos
	Funcionalidad	Usabilidad	Adaptabilidad	Peso	
Bitácora	2	2	4	0,67	0,06
Solicitud	3	3	4	0,83	0,08
Diagnosticar	3	3	4	0,83	0,08
Servicios Públicos	2	2	4	0,67	0,06
Planificar/Programar	3	3	4	0,83	0,08
Ejecutar	3	3	4	0,83	0,08
Plan de Trabajo	3	2	4	0,75	0,07

Módulos	Nivel de Importancia				Importancia Módulos
	Funcionalidad	Usabilidad	Adaptabilidad	Peso	
Plan de Seguridad	2	3	4	0,75	0,07
Mantenimiento Preventivo	3	3	4	0,83	0,08
Activos de Mantenimiento	1	1	3	0,42	0,04
Seguimiento de Incidencias	2	3	4	0,75	0,07
Reportear	2	3	3	0,67	0,06
Operaciones	3	3	4	0,83	0,08
Administración	3	3	4	0,83	0,08
Total	10,50	1,00			

Considerando que ya se ha calculado el nivel de importancia de cada módulo, como se ve en la Tabla 4, se hace la evaluación del grado de implementación que tiene cada uno, teniendo en cuenta la aprobación del Jefe de Mantenimiento y Coordinador de Infraestructura Tecnológica. Como se muestra en la Tabla 5:

Tabla 5.

Evaluación del nivel de implementación de los módulos del SIMAORI

Módulos	Nivel de Implementación				Importancia Módulos
	Información Verídica	Ubicación de la Información	Detalle	Peso	
Bitácora	1	1	1	0,25	0,03
Solicitud	2	3	2	0,58	0,07
Diagnosticar	2	3	2	0,58	0,07
Servicios Públicos	2	3	2	0,58	0,07
Planificar/Programar	2	3	2	0,58	0,07
Ejecutar	2	3	2	0,58	0,07
Plan de Trabajo	3	3	3	0,75	0,09
Plan de Seguridad	3	3	2	0,67	0,08
Activos de Mantenimiento	1	1	1	0,25	0,03
Seguimiento de Incidencias	3	3	3	0,75	0,09
Reportear	2	3	2	0,58	0,07
Operaciones	3	3	3	0,75	0,09
Administración	3	3	3	0,75	0,09
Total	8,42	1,00			

Finalmente, para medir el Grado de Implementación Total del Software se multiplica la Importancia de cada módulo con su respectiva implementación, después se suman los resultados y el valor total es el porcentaje de implementación del software (Ver Tabla 6).

Tabla 6.

Resultados del grado de implementación total de SIMAORI

Nivel de Implementación Total			
Módulos	Importancia	Implementación	Peso
Bitácora	0,06	0,03	0,19%
Solicitud	0,08	0,07	0,55%
Diagnosticar	0,08	0,07	0,55%
Servicios Públicos	0,06	0,07	0,44%
Planificar/Programar	0,08	0,07	0,55%
Ejecutar	0,08	0,07	0,55%
Plan de Trabajo	0,07	0,09	0,64%
Plan de Seguridad	0,07	0,08	0,57%
Mantenimiento Preventivo	0,08	0,09	0,71%
Activos de Mantenimiento	0,04	0,03	0,12%
Seguimiento de Incidencias	0,07	0,09	0,64%
Reportear	0,06	0,07	0,44%
Operaciones	0,08	0,09	0,71%
Administración	0,08	0,09	0,71%
Total			7,35%

En resumen, como se muestra en la Tabla 6, ADO presenta un nivel muy bajo de Implementación con un valor de 7,35%, ya que las personas involucradas en el proceso de gestión de activos en mantenimiento desconocen en gran medida la importancia y funcionalidad que les podría aportar el buen uso del Sistema.

En la figura 4 se puede observar, además, que los módulos con menor porcentaje de implementación son los llamados Bitácora y Activos de Mantenimiento, con valores de 0,19% y 0,12% respectivamente. Las posibles causas de esta situación, se debe a que hasta el momento no

se ha usado el módulo bitácora, y a que hay una gran dificultad y desconocimiento sobre el cómo se crean los activos en el Sistema.

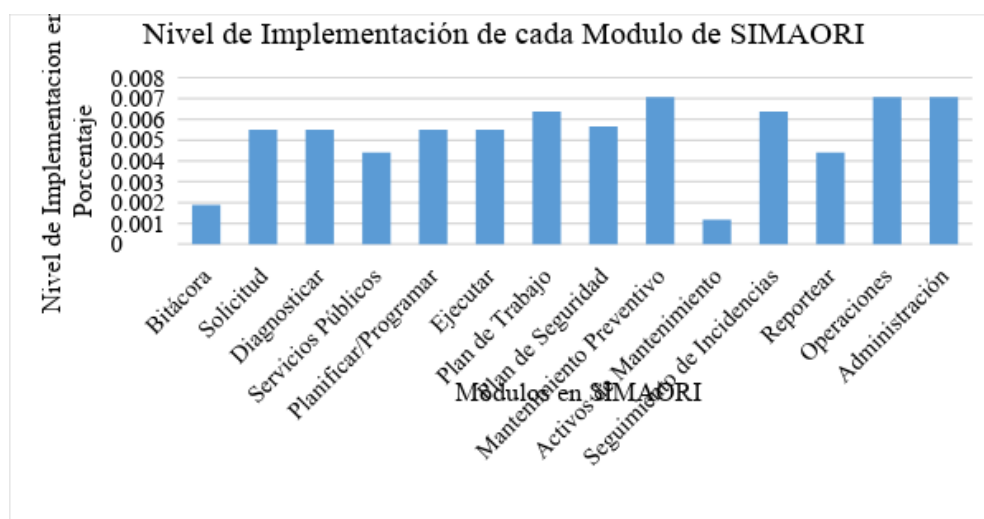


Figura 4. Nivel de implementación de cada Módulo de SIMAORI

4.2.2 Aplicación de Herramientas Cuantitativas. Para la recolección de datos cuantitativos se hace una verificación de cumplimiento de requisitos relacionados al Sistema de Información, y se revisa los informes mensuales que la empresa reporta a la interventoría; estos informes soportan los mantenimientos correctivos y preventivos que se realizaron a los activos (muebles, inmuebles) y que fueron registrados en SIMAORI mes a mes. Y en último lugar, se analiza los indicadores de disponibilidad de los activos críticos según Contrato de Concesión.

4.2.2.1 Análisis de cumplimiento de Requisitos del Sistema de Información SIMORI. Dados los hallazgos del análisis cualitativo, se procede a analizar los requisitos definidos, relacionada a aquellos reportes que debe generar el Sistema de Información, con el fin de verificar la relevancia económica que podría tener el bajo nivel de implementación hallado (Ver tabla 7).

Tabla 7.

Tabla de cumplimiento de requerimientos por el sistema de información SIMORI.

	Requisitos	Verificación de Cumplimiento
1	Cronograma de ejecución de obras	No
2	Control de la ejecución de los planes de mantenimiento	Si
3	Manejo de la bitácora de registro histórico de la ejecución de las labores de mantenimiento en el tiempo.	No
4	Reportes trimestrales de inventario de elementos por aeropuerto	No
5	Reportes trimestrales de estado general de elementos por aeropuerto	No
6	Reportes trimestrales de estado general de elementos por tipo en todos los aeropuertos	No
7	Ficha tipo de mantenimiento de cada componente	No
8	Procedimientos de seguridad industrial	Si
9	Periodicidad de mantenimiento preventivo y correctivo de cada componente	No
10	Soporte y recursos técnicos disponibles para la ejecución del Plan de Mantenimiento	Si
11	Contar con expedientes actualizados de mantenimiento y operación de equipamiento clave	No
12	Mantener dichos expedientes por un periodo de al menos 6 años a partir de su producción y hasta un año después del término de la concesión	No

Nota: Recuperado de las Especificaciones Técnicas de Mantenimiento, de Aeropuertos de Oriente

S.A.S.

Los requisitos mencionados en la Tabla, están definidos en el Apéndice I, Numeral 13. La verificación de cumplimientos se hizo mediante el chequeo del Sistema de Información y entrevista con el jefe y Coordinador de Mantenimiento.

Conforme a lo anterior se observa un cumplimiento de sólo tres requisitos de un total de doce, lo que significa un 25%, lo cual podría acarrear multas considerables a Aeropuertos de Oriente S.A.S contenidas en la Cláusula 103 del Contrato de Concesión por incumplimiento del Numeral 13, Ítem 13.1 e ítem 13.2, como se muestra a continuación:

Multa por incumplimiento en las Especificaciones Técnicas de Mantenimiento. Numeral 13, Ítem 13.1 Multa: (10) diez SMMLV / día = \$ 7.812.420 (año 2018)

Multa por incumplimiento en la entrega de información al Interventor. Numeral 13. Ítem 13.2

Multa: (1) un SMMLV/ día = \$ 781.242 (año 2018)

La anterior información muestra que actualmente la compañía podría llegar a pagar aproximadamente \$ 8.000.000 diarios por incumplimiento de requisitos, de los cuales tendría tan solo 15 días para dar cumplimiento a cada uno de ellos y evitar de esta manera la multa correspondiente a la escasa generación de reportes que el Sistema de Información provee.

4.2.2.2 Análisis de Informes de Mantenimientos realizados y registrados en SIMAORI.

Avanzando en el tema, se hace fundamental revisar a través del informe mensual que provee el Software, los mantenimientos realizados; para ello se analizaron informes de 7 meses, desde Agosto de 2017 a Febrero de 2018, los cuales, de acuerdo al Jefe de Mantenimiento éstos son los únicos meses que hasta el momento cuentan con información más completa; de dicha información, se pudo extraer el número de Órdenes de Trabajo generadas por mantenimientos preventivos y correctivos realizados, y el número de activos a los que se les realizó mantenimientos (ver figuras 5 y 6).

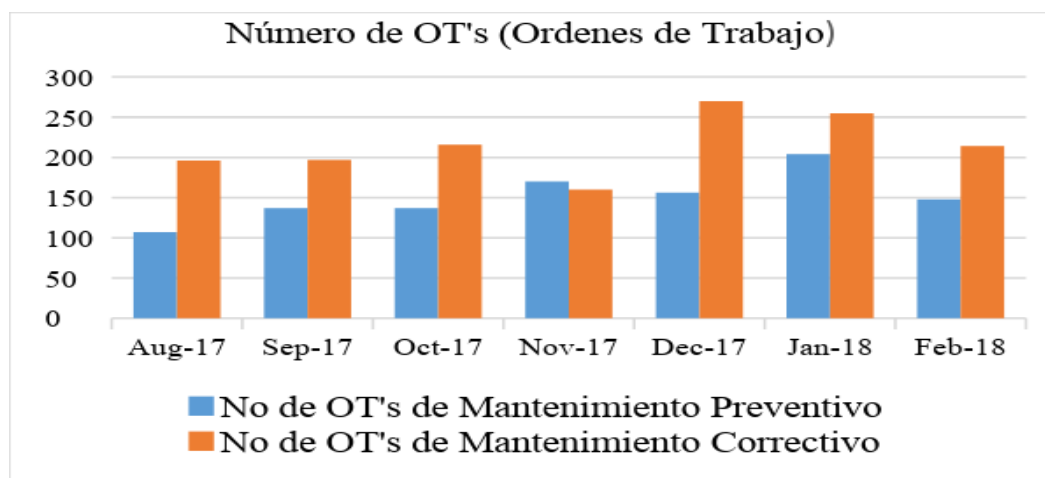


Figura 5. Número de Órdenes de Trabajo en SIMAORI

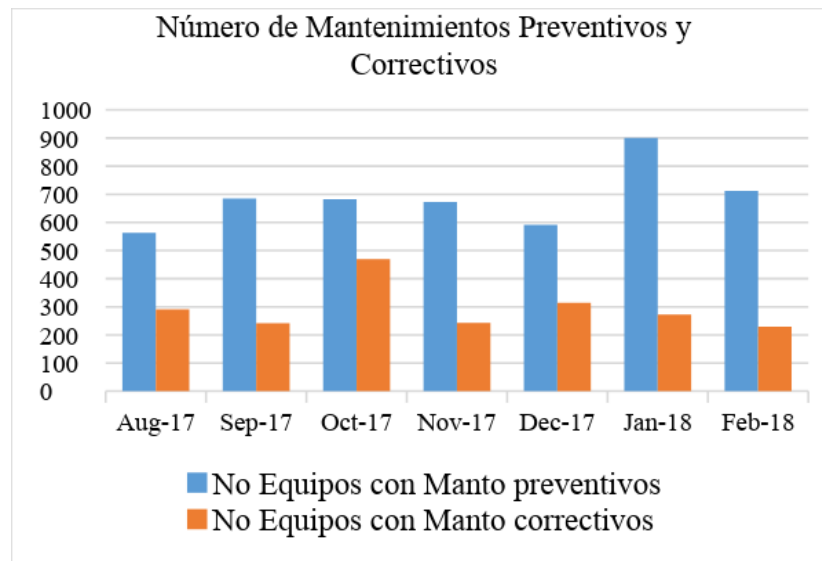


Figura 6. Número de Mantenimientos Preventivos y Correctivos a Activos de ADO

La Figura 6, representa gráficamente el Número de OT's generadas en el Sistema de Información SIMAORI, clasificadas acorde con el tipo de mantenimiento Preventivo y correctivo. Y la Figura 7, muestra el Número de Equipos a los que se les realizó mantenimiento, también clasificados según el tipo de mantenimiento. De la Figura 6, se puede observar que las Ordenes de Trabajo generadas por mantenimientos correctivos es superior, con un número promedio mensual de 215 OT's, mientras que las OT's generadas en promedio mensual por mantenimientos preventivos es de 151, y se visualiza que en los últimos meses han incrementado el número de OT's por mantenimiento correctivo en comparación a los primeros meses. Esto demuestra que está aumentando el número de fallas en activos y a su vez el tiempo requerido para el registro de información.

Sin embargo, lo anterior no significa mayor número de mantenimientos correctivos que preventivos, pues de acuerdo con la gráfica de la figura 6, se evidencia mayor número de equipos

a los cuales se les realizó mantenimiento preventivo en comparación a los que requirieron uno correctivo, con una diferencia promedio mensual de 392 equipos. Esto indica que la empresa en su deber ser, trata de cumplir con su Plan y cronograma de mantenimiento para asegurar la disponibilidad de los equipos y buen estado de la infraestructura física.

Precisando de una vez, que en promedio mensual el 49, 41% de los activos, se les realiza mantenimiento preventivo y el 21,19% se les realiza mantenimiento correctivo. Sin embargo, hasta la fecha, enero de 2018, el inventario registrado en el Sistema SIMAORI está desactualizado en comparación con el último inventario realizado por la empresa TIAL S.A.S⁹ en el año 2016 reflejando una diferencia de 577 activos no registrados.

En último lugar, se encontró que entre el personal delegado por el Jefe de Mantenimiento para usar el software no tiene claridad sobre los conceptos importantes a la hora de generar una OT de forma correcta, ya que el 4,88% de las ordenes de trabajo no se les relaciono un activo, lo que significa que registraron en el sistema, mantenimientos correctivos, pero se desconoce a qué activo se le hizo dicho mantenimiento, y a la hora de seleccionar un activo para generar la orden, lo que ellos buscan en el sistema es un lugar cercano de donde se realizó el mantenimiento y no el activo, las fechas de planeación, programación, aprobación y ejecución las registran igual, los tiempos de cada actividad, los materiales y herramientas, nunca son registradas.

4.2.2.3 Análisis de Indicadores de Disponibilidad. Aeropuertos de Oriente S.A. cuenta con una gran variedad de activos para la Operación y funcionamiento adecuado del Aeropuerto

⁹ Técnicas en Inventarios y Almacenamientos S.A.S

Internacional Palonegro; sin embargo, algunos de esos activos ya están definidos como críticos, dado que por cumplimiento al Contrato de Concesión éstos deben operar bajo ciertas especificaciones (Ver Apéndice J), o de lo contrario podrían acarrear multas; éstos activos son evaluados mediante indicadores de disponibilidad.

Los activos críticos son: Grupo Secundario de Energía, Sistema FIDS¹⁰/BIDS¹¹/GIDS¹², Sistema CCTV¹³, Rayos X para inspección de Equipaje Acompañado, Rayos X para inspección de Equipaje Facturado, Arcos Detectores de Metales, Arcos Detectores Manuales, Puentes de Embarque, Bandas de Equipaje de Salida, Bandas de Equipaje de Llegada, Escaleras Eléctricas, Ascensores y Sistema de Sonido.

Los indicadores de disponibilidad son calculados manualmente, y aunque está determinado el objetivo, frecuencia, unidad, responsables y fuente de información, no hay una metodología documentada que permita la recolección de datos de forma confiable, ni se da trazabilidad a los indicadores.

Primeramente, por medio de los correos electrónicos corporativos, se revisa el número de horas de operación del Aeropuerto en un periodo de 13 meses (enero 2017 a enero 2018), Ver figura 7, y se evidencia que sólo se tienen en cuenta las horas obligatorias de operación (540 horas/mes) y no las reales, pues frecuentemente las empresas de aviación solicitan extensión horaria para el cumplimiento de sus vuelos, y por otro lado no todos los meses cuentan con la misma cantidad de

¹⁰ Sistema de Información de Salida y Llegada de Vuelos

¹¹ Sistema de Información de Llegada de Equipaje

¹² Sistema de Información de Selección de Equipajes

¹³ Circuito Cerrado de Televisión

días; aspectos que puede afectar significativamente el cálculo de los indicadores; encontrándose que en promedio, solo se tuvo en cuenta el 92, 29 % de las horas reales de operación, siendo Octubre y Diciembre de 2017 los meses más críticos, ya que las 540 horas solo representaban el 86, 89 % de las horas reales de Operación del mes.

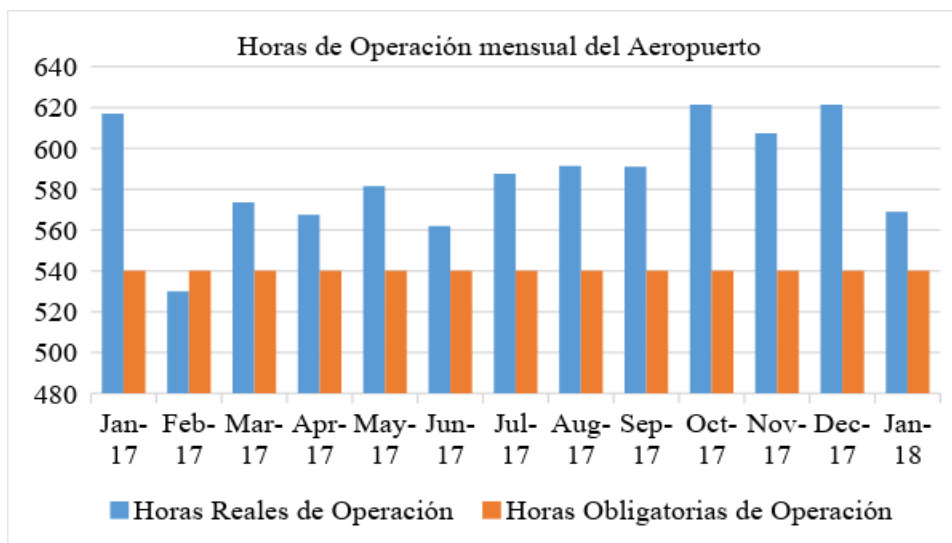


Figura 7. Horas de Operación Mensual de ADO

Por otro lado, en el formato de Excel donde se calcula manualmente los indicadores de disponibilidad, no está definido lo que cada uno de los activos críticos contempla en su totalidad, es decir, esos activos críticos están conformados por varios equipos y componentes, no obstante, al registrar los tiempos de parada se desconoce cuál fue exactamente el equipo o componente que falló; tal es el caso del Sistema FIDS/BIDS/GIDS, que está constituido por un servidor, un teleindicador, 14 monitores para el sistema FIDS, 4 para el sistema BIDS y 5 para el sistema GIDS, pero en el formato de Excel que lleva la empresa no se especifica si fue un monitor o no, o cuál fue el monitor que falló (Ver Apéndice K).

De lo anterior, no es posible demostrar correctamente si la empresa está cumpliendo o no con lo requerido en el contrato de concesión, pues al registrar las horas de falla, se hace como si el activo crítico dejara de operar en su totalidad y no de forma parcial, pues de acuerdo con el Jefe de Mantenimiento, es posible que un componente de un equipo falle, pero que, aun así, siga funcionando el equipo.

4.2.3 Análisis del Diagnóstico. A continuación, se hace un análisis con la información recolectada y analizada de forma cualitativa y cuantitativamente, y se concluye los resultados obtenidos. La metodología de Análisis Causa- Efecto se emplea como resumen del análisis.

4.2.3.1 Conclusiones. El principal problema encontrado en el diagnóstico, es que no se gestiona la información de los activos de la empresa de forma adecuada, y como consecuencia de ello, actualmente ya se está incumpliendo con requisitos contractuales, en los que se describe los informes que como mínimo debe proveer el Sistema de Información de Mantenimiento; su cumplimiento hasta enero de 2018 sólo ha sido de un 25% (ver Apéndice I, Numerales 2 y 13 (ítem 13.1, 13.2), y la posible multa a pagar sería de aproximadamente \$8.000.000 diarios.

Se identifica que la principal causa encontrada al problema es el poco uso que se le ha dado al Software de Mantenimiento, SIMAORI, con un nivel de implementación de 7,35% siendo ésta, la principal herramienta para administrar los activos y llevar control de los mismos. La causa anteriormente mencionada, está relacionada a otros factores influyentes como:

- La desactualizada documentación tanto de los activos como de instructivos para el uso del Sistema; ningún activo tiene ficha técnica registrada en el Software y las fichas técnicas existentes en físico, son extensos documentos en inglés, que nadie ha leído, el diagrama de flujo que representa el trámite de OT's a través del Sistema, no representa la realidad, los instructivos existentes sobre el uso del software no son comprensible para las personas involucradas y la información automática que arroja el sistema tampoco está actualizada. Finalmente fue necesario hacer una descripción propia de módulos del Sistema para comprender su funcionalidad, ya que esta información no existe.

En segundo lugar, está relacionado al recurso humano, que de acuerdo a los resultados de la metodología Flash Audit, el 100% de los operarios afirman no estar capacitados para el manejo del Software, por causa de esto, las fechas de planeación, programación, aprobación y ejecución las registra igual, los tiempos de cada actividad, los materiales y herramientas, nunca son registradas. Y en el caso del Jefe de Mantenimiento, es poco el tiempo que tiene para hacer buen uso del Sistema, pues él es además el Jefe de Aspectos Ambientales. Cabe resaltar, que los Operarios si han recibido capacitación relacionada a los programas al Sistema de Gestión Integrada, evitando en el año 2017 accidentes laborales. Y un aspecto más, a tener en cuenta, es que las capacitaciones orientadas a sus responsabilidades básicas como técnicos de mantenimiento, según la empresa, no es relevante ya que el mantenimiento de los equipos críticos descritos por contrato de concesión esta tercerizado, debido a esto ningún de los operarios tienen conocimiento de cuáles son los equipos críticos definidos en el contrato de concesión.

- Cuando el área de Mantenimiento requiere de algún material o equipo, debe encargarse de realizar todo el proceso de compra y selección de proveedores, la cual se estima un tiempo de 2 semanas para tener la documentación necesaria y generar la Orden de Compra en SIMAORI, una vez obtenida la información se debe Generar la Orden de Compra en SIMAORI, Work Manager y enviar Correo Electrónico. Por otro lado, no está definida la frecuencia con la que se deben hacer requerimientos, especialmente de materiales y herramientas de uso constante, llevando a los operarios a buscar de forma práctica la solución a los problemas presentados, como quitar partes de un lugar para reparar otro lado donde se generó daño.
- El sistema de Información no genera ningún tipo de indicador ni los informes requeridos por contrato, que permita llevar control al menos, del estado de los activos críticos.
- De los resultados obtenidos de la evaluación del Nivel de implementación del Software, el bajo puntaje obtenido por el Módulo Bitácora de 0,19%, se debe a que, hasta la fecha, no ha sido utilizado y sí, es requerido según Contrato de Concesión. Y en cuanto al módulo, Activos de Mantenimiento su puntaje de 0,12% se debe probablemente a que, hasta enero de 2018, el inventario registrado en el Sistema SIMAORI está desactualizado en comparación con el último inventario realizado por la empresa TIAL S.A.S en el año 2016, evidenciando una diferencia de 577 activos no registrados, de la misma manera se evidencia que el área de compras y mantenimiento no tienen el mismo inventario, no existe un procedimiento definido para la gestión de inventarios y las herramientas para el registro son diferentes.

Se realiza un análisis DOFA, que permita identificar las debilidades y amenazas que conlleva no tener definido un procedimiento para la gestión de inventarios, además de conocer las oportunidades y fortalezas de tener un procedimiento (Ver figura 8).

D	• Inventario desactualizado en mantenimiento. • Mala comunicación entre el área de compras y mantenimiento. • Reproceso en el procedimiento de compras. • Un área realiza procesos de otra área. • No mantienen control de un stock mínimo de materiales y herramientas. • No existe un plan de capacitación orientado al uso de software.
O	• Ampliar conocimientos en la gestión de activos. • Implementación de estrategias que fortalezcan el sistema de gestión de calidad. • Mejorar la calidad de los procedimientos relacionados a la adquisición y manejo de los activos. • Optimizar recursos y disminuir costos operacionales.
F	• Posee un sistema de gestión de calidad certificado. • Poseen respaldo de ingeniería para la jefatura de mantenimiento. • Mantienen un control de facturación actualizado. • Tienen un sistema de información para mantenimiento propio. • Experiencia del personal en el sector aeronáutico.
A	• Intervención de entidades reguladoras (Aerocivil e Interventoría). • Sanciones por incumplimiento de normas en la administración de aeropuertos. • Aumento de costos y gastos por mal manejo de inventario.

Figura 8. Análisis DOFA para el procedimiento de gestión de inventarios.

- La Generación de Órdenes de compra, es un proceso que no está contemplado en los requerimientos, ni se da la trazabilidad al proceso que justifique éste, en el Sistema SIMAORI.
- No es de fácil entendimiento el sistema debido a una interfaz poco amigable, que hace tediosa la búsqueda de activos cuando se generan las Órdenes de Trabajo, además de que, parte de la interfaz se encuentra opciones de selección definidas pero que están desactualizadas.
- Finalmente, un factor más relacionado, es que en el único informe que provee SIMAORI, se pudo observar que la empresa, trata en lo posible en dar cumplimiento a lo programado en el Plan Anual y Cronograma Mensual de Mantenimiento, debido al gran número de mantenimientos preventivos que se contaron manualmente en comparación a mantenimientos

correctivos con una brecha de 392 equipos más con mantenimientos preventivos, sin embargo esta información no es totalmente confiable, ya que en el sistema no están registrados todos los equipos y se desconoce cuáles son los que falta registrar, además de que se identificó que un 4,88% de los mantenimientos realizados no se le asignó ningún activo.

- Adicional al inadecuado manejo del Sistema de Información de Mantenimiento, se encontró que actualmente solo tienen un tipo de indicadores, que son los de Disponibilidad de Equipos, calculados manualmente, y la cual sería la forma de medir y conocer el estado de los mismos, sin embargo los datos tomados para hacer los cálculos no son correctos, pues sólo se tuvieron en cuenta en el último año el 92, 29% de las horas reales de operación, e igualmente no hay forma de saber si las fallas presentadas fueron de algún equipo o componente específico o de todos. Para terminar, no llevan estadísticas relacionadas a los equipos ni les dan trazabilidad a los indicadores a través de los meses y años.

4.2.3.2 Análisis Causa –Efecto. Con el fin de simplificar las conclusiones del diagnóstico realizado, se aplica la metodología de Análisis Causa- Efecto, en la que se podrá observar más claramente todas las posibles causas del problema Ver Figura 9.

5. Planteamiento del Problema

Aeropuertos de Oriente S.A.S, es la empresa que actualmente tiene a cargo la administración del Área terminal del Aeropuerto Internacional Palonegro, y quien, desde inicio de sus operaciones en el año 2010, han llevado a cabo proyectos de modernización y ampliación, aumentando así, el número de equipos dispuestos para ofrecer un mejor servicio aeroportuario.

Sin embargo, la empresa podría incurrir en multas por incumplimiento de requisitos descritos en el Apéndice I, en el cual establece los reportes que debe proveer el Sistema de Información como mínimo, para el control de los bienes. Además, cabe resaltar que, a los datos cargados en el Sistema de Información para la Gestión de Mantenimiento no se les ha dado la trazabilidad adecuada para que refleje información veraz para administrar los activos y conocer el estado real de los mismos en términos de disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad.

A partir de este panorama, se realiza un estudio basado en herramientas cuantitativas y cualitativas que permite determinar las principales causas que generan esta situación, e identificar con mayor claridad oportunidades de mejora.

Luego de un análisis detallado, se concluye que la falencia radica en la inadecuada Gestión de la Información de los activos que se da desde el Área de Mantenimiento y se ve representada en la falta de capacitación a los operarios, e inexistencia de procedimientos estandarizados para la recolección de información, además de deficiencias en la gestión de inventarios (repuestos)

reflejada en demoras para atender fallas que requieren reparación inmediata. Por otro lado, se logra identificar despilfarro de tiempo, trabajo, producción y procesos, ligados al registro de Información y que conllevan a bajos niveles de implementación del Sistema de Información.

Por esta razón se ve la necesidad de diseñar e implementar un plan de mejoramiento orientado a solucionar las falencias en el procedimiento de Gestión de la Información, con el objetivo de evitar inconformidades frente a los entes reguladores y a su vez mejorar la confiabilidad, aumentar la disponibilidad de los activos y controlar los mismos.

6. Alcance

El alcance del proyecto encierra un análisis orientado a cómo se gestiona la información de mantenimiento en la empresa Aeropuertos de Oriente S.A.S., base Bucaramanga, con el fin de identificar las principales oportunidades de mejora, y con base a ello poder proponer un plan de mejoramiento acorde a las necesidades de la empresa.

Dentro de la formulación de propuestas de mejoramiento, el proyecto genera una serie de propuestas orientadas al cumplimiento de requisitos legales, relacionados a aquello que debe proveer el sistema de información para mantenimiento SIMAORI. Por otro lado, se diseña y ejecuta un programa de capacitación enfocado en los principales procedimientos que se llevan a cabo con la herramienta SIMORI, y en complementariedad con la capacitación, se crearon los instructivos necesarios y se desarrollaron las actividades pertinentes que llevan a aumentar el nivel

de implementación del software. Posteriormente, se propone una nueva interfaz relacionada al procedimiento de trámite de Órdenes de Trabajo, que busca hacer del software una herramienta más amigable y de fácil entendimiento para los usuarios, pero principalmente el enfoque se da para evitar errores y ejecutar el procedimiento de la forma correcta. Finalmente se realiza una propuesta encaminada a la adecuada aplicación de indicadores de disponibilidad, teniendo en cuenta que existe una herramienta ofimática, que puede automatizar el hallazgo de indicadores.

Un aspecto aclaratorio, en el alcance del plan de mejoramiento, es que, de acuerdo al diagnóstico realizado el inadecuado manejo de la información tiene una relación directa y de gran impacto con el diseño arquitectónico del software, debido a esto, las propuestas que implican cambios en la programación del software no son implementadas, ya que no dependen del autor del proyecto.

7. Marco de Referencia

En este apartado, se identifican antecedentes prácticos dentro de los proyectos de grado relacionados a sistemas de información para la gestión del mantenimiento y conceptos relevantes para desarrollar las propuestas de mejoramiento.

7.1 Marco de Antecedentes

Mejorar la productividad del personal y aumentar la vida útil de los activos, es lo que busca toda empresa cuando emplea un Sistema de Información para Mantenimiento, así como muestra Rafael

Rondón y Mónica Moya en su proyecto titulado “Diseño e Implementación de un Sistema de Información para la Administración del Mantenimiento de la Empresa Metalmecánica Industrias Nicrobarranca”. En este proyecto se realiza una auditoria de las actividades de mantenimiento para identificar oportunidades, y se tiene en cuenta las recomendaciones del personal para definir requisitos y características necesarios, con base a esto, aplican la metodología de mantenimiento fundamentado en RCM para seleccionar el sistema, recolectar la información y analizar los modos de falla, logrando un diseño del Sistema que se ajuste a la organización. Finalmente se hace el análisis financiero de la implementación del sistema de información. (Rondón & Moya, 2017)

Por otro lado, se realizó un proyecto el cual tiene como propósito analizar los procesos de planeación de requerimientos de materiales, gestión de inventarios y almacenamiento, con el fin de identificar las falencias y proponer soluciones, esto con ayuda del software ERP ACCASOFT, en la empresa de calzado Grupo Soul. Inicialmente se realiza un análisis de los procesos involucrados y se emplea la herramienta 5's para identificar oportunidades de mejora, seguidamente se analiza el nivel de implementación del Sistema en la empresa y con base a esto, propone actividades de mejora, como la validación de información del Software, capacitación de personal para el uso adecuado de éste, y planteamiento de indicadores para los procesos logísticos. Finalmente implementa las mejoras propuestas y presenta los resultados. (Paez Arango, 2017)

Los proyectos mencionados, representan una guía fundamental dado que muestran una problemática empresarial similar, relacionada con la administración de la información de procesos logísticos y de mantenimiento, que conllevan a una baja productividad y aumento en costos, y que

limitan a su vez, una adecuada toma de decisiones. Estos resultados obtenidos son una visión de lo que se logrará con el actual proyecto en Aeropuertos de Oriente S.A.S.

Por último, el proyecto titulado, Plan de Gestión de Activos para la empresa Proyectos Colombianos “ Procol S.A.S”, se realizó un diagnostico general de la organización permitiendo identificar las fortalezas y debilidades de la compañía, para posteriormente definir estrategias y dar solución a la problemática identificada, se implementó un plan de mantenimiento basado en el análisis de criticidad definiendo un conjunto de políticas que permitieran ejercer control y seguimiento a las actividades de mantenimiento, además cabe destacar que desarrollaron un sistema de indicadores de gestión y un análisis de viabilidad para la implementación de un sistema de información como soporte de las mejoras que continuamente debe hacer la organización. De lo anterior se puede concluir que éste proyecto es una guía bien estructurada para el cumplimiento de los objetivos del presente proyecto. (Ariza & Jaimes, 2014)

7.2 Marco Teórico.

En el siguiente apartado, se definen los métodos y las metodologías propuestas para este proyecto; las cuales se dividen en conceptos de mantenimiento, gestión de activos, sistemas de información, indicadores de desempeño, metodología Flash Audit, Ishikawa y diagramas de flujo.

7.2.1 Mantenimiento. Las máquinas y equipos presentan a lo largo del tiempo, desgastes que dependiendo del tipo de empresa y del capital invertido podría llevar a las empresas a incurrir en gastos y perdidas económicas significativas.

Por esta razón, hoy en día se hace fundamental tomar todas las medidas necesarias para lograr mantener el buen estado de los equipos y máquinas. De acuerdo a lo anterior, el mantenimiento es un conjunto de actividades necesarias que permiten mantener disponibles los equipos y prolongar su vida útil. (Mendoza & Salas, 2014).

El mantenimiento es una disciplina que ha evolucionado a lo largo de los años, hasta convertirse hoy día, en una actividad fundamental de crecimiento económico en las organizaciones con capital intenso en activos. Moubray (como citó Rueda 2016, pág 1) define la evolución del mantenimiento en cuatro generaciones:

- “Antes de la segunda guerra mundial, donde no se daba importancia a las paradas de los equipos y se reparaba la falla”
- “Posterior a la segunda guerra mundial y hasta los años 1970’s donde se identificó la importancia de realizar actividades sobre los equipos antes que fallaran”
- “Desde los años de 1970’s hasta finales del siglo XX, donde se introdujo la importancia de la confiabilidad de los equipos para el cumplimiento de las metas de las organizaciones”.
- “Posterior al año 2000, en la que se visualizó la importancia de considerar la gestión de activos como un sistema dentro de las organizaciones, en el cual se tiene en cuentas todas las actividades requeridas durante las fases de ciclo de vida de los activos”

7.2.1.1 Tipos de Mantenimiento.

- **Mantenimiento Preventivo**

El mantenimiento preventivo consta de un conjunto de actividades planeadas, que, con base al tiempo, el uso y condiciones de los equipos busca maximizar la vida útil de éstos, contrarrestando

las causas de las potenciales fallas en las funciones de los equipos. (Duffuaa, Raouf, & Dixon, 2000, pág. 33)

Las principales ventajas del mantenimiento preventivo es la posibilidad de reducir la frecuencia y severidad de las fallas, mitigando sus consecuencias y podría reducir el costo global de la administración de los activos (Duffuaa, Raouf, & Dixon, 2000, pág 34):

Mantenimiento predictivo: este tipo de mantenimiento va más allá de la programación de actividades, está orientado a la realización de diagnósticos y mediciones que permitan detectar el estado técnico e indicar si es necesario hacer correcciones o ajustes antes de que ocurra una falla. (Duffuaa, Raouf, & Dixon, 2000, pág. 33).

Mantenimiento correctivo: Este tipo de mantenimiento se hace en el momento en que el equipo ha dejado de operar generando la mayor parte de los casos retrasos en la productividad y por consecuencia pérdidas para la empresa. (Duffuaa, Raouf, & Dixon, 2000, pág. 33).

Dentro de este tipo de mantenimiento se podría contemplar dos tipos de enfoques (Duffuaa, Raouf, & Dixon, 2000):

- **Mantenimiento de campo (de arreglo):** se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provoco la falla.
- **Mantenimiento curativo (de reparación):** se encarga de la reparación propiamente, pero eliminando las causas que han producido la falla

7.2.1.2 Gestión de Activos. La gestión de activos es una disciplina que ha evolucionado en los últimos años, y se basa principalmente en administrar y controlar todos los procesos involucrados en el ciclo de vida de los activos, con el propósito de alcanzar los objetivos organizacionales de manera efectiva; dichos procesos van desde el momento en que se adquiere un activo hasta el momento en que debe ser dado de baja.

Gestión de Activos es un concepto bastante amplio a nivel organizacional, ya que, al contemplar todos los procesos involucrados en el ciclo de vida de los activos, se incluye la identificación de necesidades de la empresa, proyección de cambios como proyectos de modernización y ampliación; todo esto implica la participación coordinada de los diferentes niveles organizacionales

Khaled y Richard en su artículo titulado “A framework for the engineering asset management system” definen la gestión de activos como el sistema que planea y controla las actividades relacionadas a los activos y su relación para asegurar el rendimiento del activo, que cumpla con la estrategia competitiva de la organización. (Emeral Dinsight, 2018)

De lo anterior, se puede decir que esta disciplina está orientada a la mejora continua de los procesos de forma integral, y por ende es una estrategia que requiere de planeación controlada por parte de la gerencia para lograr resultados de impacto en el crecimiento de la organización.

7.2.2 Metodología Flash Audit. La metodología es una herramienta inglesa utilizada para encontrar las falencias del departamento de mantenimiento en las organizaciones de tal manera

que se pudiera enfocar los esfuerzos de dicho departamento en lo que verdaderamente está fallando (Mora, 2009).

Esta herramienta originalmente está compuesta por 386 preguntas, divididas en 12 criterios, y consiste en aplicar la medida Flash Audit a 12 funcionarios de la empresa, distribuidos así: cuatro de mantenimiento, cuatro en producción (u operaciones), y cuatro personas de la gerencia, quienes después de una capacitación sobre el método, realizan la encuesta que contiene la información a procesar y analizar.

Una vez las personas hayan respondido a las preguntas se procesan los datos y seguidamente se toman las áreas más críticas para establecer los tópicos con menor calificación y dentro de ellos se toman las preguntas con menor evaluación con el fin de priorizar los planes de mejoramiento, en esa dirección.

7.2.3 Sistema de Información. La información relacionada a los activos en una organización es de vital importancia para fijar una estrategia de mantenimiento. Los sistemas, por tanto, facilitan el manejo de la información, y sobre todo la confiabilidad para la toma de decisiones administrativas, aumentando rentabilidad y disminuyendo los costos de los procesos en mantenimiento. (Rondón & Moya, 2017, pág. 34)

Pasos requeridos para seleccionar e implementar programas informáticos de mantenimiento según Mora (2000):

- Definir la magnitud de trabajos, funciones, actividades, equipos, indicadores, flujos de cálculo, etc., que se necesita controlar en la empresa.
- Determinar el tipo de informes y reportes que se necesitan.
- Mirar que tipos de ellos ofrecen los CMMS existentes
- Examinar si el software deseado entra en red y es compatible con los sistemas ya instalados en la empresa.
- Concretar con la firma vendedora los entrenamientos requeridos para el personal y la asesoría, durante la implementación y puesta en marcha del programa.
- Evaluar las características de expansión de su CMMS preferido, en relación con sus necesidades futuras.

Funciones de un sistema de información

- Funciones de capacitación y recolección de datos
- Funciones de almacenamiento
- Tratamiento de la información
- Distribución o diseminación de la información

Un elemento importante es la interfaz, un canal de comunicación “humano-computador”, en la que debe existir armonía y compatibilidad, por esto se debe presentar el contenido de un sistema de información de manera efectiva, agradable e intuitiva que facilite la transferencia de información entre la base de datos y usuario final.

Igualmente, la arquitectura del software es fundamental, porque teniendo en cuenta las principales necesidades de la empresa, se podrá diseñar la estructura de procesamiento de datos requerida. (Kafure, 2010)

7.2.4 Indicadores de Gestión. Los indicadores son una herramienta indispensable en las organizaciones, la cual permite valorar objetivamente el rendimiento en las operaciones y controlar el funcionamiento de los procesos de manera cuantificada, es la forma de comprender numéricamente el estado real de las situaciones que abordan las empresas (Mora, 2009) Algunos indicadores de gestión centrados en la gestión de mantenimiento descritos por (Mora, 2009):

- Indicadores estratégicos
- Indicadores operativos
- Indicadores sobre procesos y actividades
- Indicadores de resultados (indicadores de fallas y reparaciones repetitivas)
- Indicadores de factores productivos.

Un aspecto importante que las diferentes empresas y asociaciones de mantenimiento deben tener en cuenta es la moderada aplicación de indicadores para el control empresarial, ya que un número muy elevado en éstos, podrían con el tiempo no prestar beneficio alguno a las organizaciones. (Mora, 2009)

7.2.4.1 Índices de Clase mundial. Los índices de clase mundial se refieren al análisis de gestión de equipos teniendo en cuenta sus costos y son la base para determinar numéricamente cuales son

las mejoras a implementar e identificar el estado de las tareas de mantenimiento que ejecuta una empresa. (Rondón & Moya, 2017, pág. 32).

Para el cálculo se considera que los tiempos de producción u operación se ve afectado por las actividades de mantenimiento y que el tiempo para producir es programado por un administrador. (Mora, 2009) define a continuación los índices de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad:

Tiempo entre Fallas (TBF): es el tiempo que transcurre desde el momento en que se soluciona una falla y empieza la otra.

Tiempo de reparación (TTR): es el tiempo que transcurre desde que inicia una falla hasta cuando se soluciona dicha falla.

Fallas (F): es la cantidad de veces que una maquina no se encuentra disponible.

De esta forma los índices de clase mundial son definidos así:

- **Para gestión de equipos**

Índice de Confiabilidad: MTTR (Mean Time Between Failures): tiempo medio entre fallas, es el promedio de los tiempos entre fallas.

Índice de Mantenibilidad: MTTR (Mean Time To Repair): tiempo medio para reparar, es el promedio de tiempo que se toman para reparar cierto equipo.

Índice de Disponibilidad: probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que se requiera.

- **Para la gestión de costos**

En esta categoría los índices están dados en función a la facturación de la empresa y el costo de un equipo nuevo:

Costo de mantenimiento por facturación:

$$CMFT = \frac{\text{Costos de mantenimiento}}{\text{Valor de compra del equipo nuevo}} \times 100$$

Costo de mantenimiento por reposición:

$$CMRP = \frac{\text{Costo de mantenimiento de un equipo}}{\text{Valor de compra del equipo nuevo}} \times 100$$

7.2.5 Análisis Causa-Efecto. El diagrama de Ishikawa es un método gráfico que se usa para efectuar un diagnóstico de las posibles causas que provocan ciertos efectos, los cuales pueden ser controlables. Permite apreciar, todos los factores que pueden ser controlados usando distintas metodologías e ilustrar las causas que afectan una situación dada, clasificando e interrelacionando las mismas. (UNIT (Instituto uruguayo de Normas Técnicas), 2009, pág. 22).

La metodología para la elaboración de este diagrama como análisis de problemas es descrita por el Instituto Uruguayo de Normas Técnicas es la siguiente (Ver figura 10):

7.2.5.1 Metodología

- En primer lugar, se define el principal problema que se quiere controlar o mejorar; y colocar el efecto en un rectángulo en el extremo de una flecha.
- Mediante una lluvia de ideas o entrevistas se escriben las principales causas vinculados con el efecto, sobre el extremo de flechas que se dirigen a la flecha principal.
- Las causas se clasifican de acuerdo a las principales categorías: máquinas, material, métodos, mano de obra y administración. Tener presente que no todas las categorías se aplican a todos los problemas. Otras categorías pueden ser: datos y sistemas de información, ambiente, mediciones, etc.
- Tener presente, si las causas descritas, sobre cada una de las categorías, tienen unas causas secundarias.

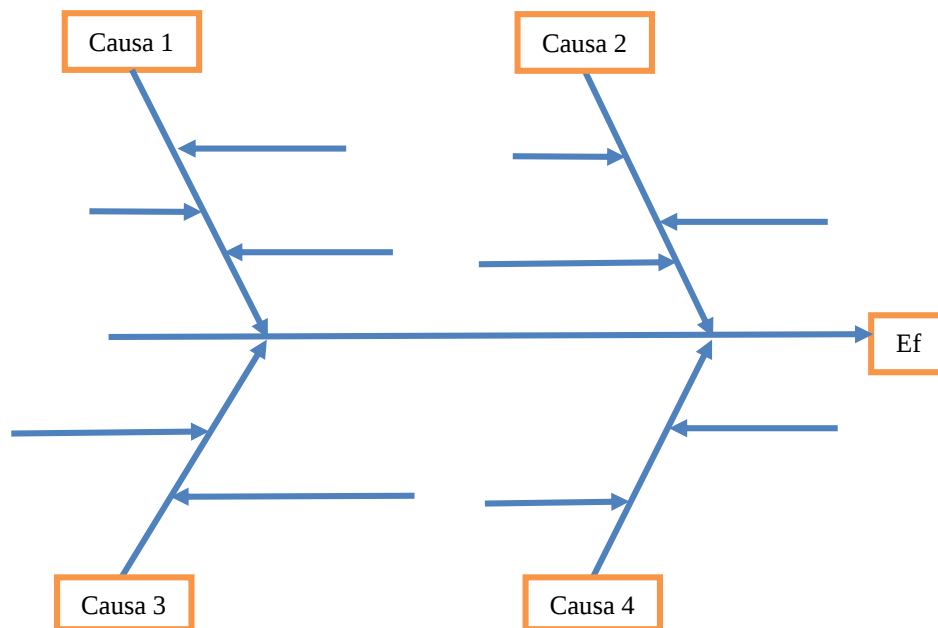


Figura 10. Diagrama causa efecto. Adaptado de Diagrama de Ishikawa.

7.2.6 Diagrama de Flujo. Un diagrama de Flujo es una representación gráfica mediante la cual se presentan las distintas operaciones de que se compone un procedimiento o parte de él, estableciendo su secuencia cronológica. Clasificándoles mediante símbolos, según la naturaleza de cada cual (Garavito, pág. 75).

Estos diagramas son una herramienta útil en diversos campos, que facilitan el entendimiento de un proceso y la secuencia en la que se desarrolla. Es una forma práctica para planificar, documentar, estudiar y mejorar cualquier proceso.

También llamado flujograma emplea símbolos como círculos, rombos, rectángulos, entre otros, la cual representan una operación conectada con flechas (Ver figura 11).

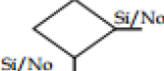
Símbolo	Significado	¿Para que se utiliza?
	Inicio / Fin	Indica el inicio y el final del diagrama de flujo.
	Operación / Actividad	Símbolo de proceso, representa la realización de una operación o actividad relativas a un procedimiento.
	Documento	Representa cualquier tipo de documento que entra, se utilice, se genere o salga del procedimiento.
	Datos	Indica la salida y entrada de datos.
	Almacenamiento / Archivo	Indica el depósito permanente de un documento o información dentro de un archivo.
	Decisión	Indica un punto dentro del flujo en que son posibles varios caminos alternativos.

Figura 11. Símbolos de diagrama de Flujo. Adaptado de Mideplan: Guía para la elaboración de diagramas de flujo.

Esta herramienta es ampliamente utilizada como representación de la secuencia de pasos con la cual se define una arquitectura de software, es decir, el diseño conceptual del proceso lógico y secuencial sobre el cual se programa o codifica un Software, tal como un Sistema de Información, en este caso, para el área de Mantenimiento.

8. Formulación e Implementación de Propuestas de Mejora

Las propuestas del plan de mejoramiento es resultado del diagnóstico y análisis realizado, cuyo objetivo es orientar las acciones necesarias para mejorar el problema identificado y eliminar las debilidades encontradas.

A partir de las propuestas para el plan de mejoramiento, se hizo una socialización vía telefónica y correo electrónico con el Coordinador de Infraestructura Tecnológica, Jefe y Coordinador de Mantenimiento, con el objeto de decidir cuáles son las mejoras a implementar más urgentes y de corto plazo, teniendo en cuenta sus recomendaciones y el tiempo del responsable del proyecto.

A continuación, se presentan las propuestas para mejorar el proceso de gestión de información de activos en mantenimiento.

8.1 Cumplimiento de Requisitos legales relacionados al Sistema de Información para mantenimiento (SIMAORI)

Se presentaron 9 propuestas orientadas a cumplir los requisitos contractuales relacionados a la información que debe proveer el sistema de información de mantenimiento SIMAORI.

8.1.1 Problema que se pretende atender. Según el diagnóstico realizado en el capítulo 4, el problema central es el inadecuado manejo de la información de mantenimiento e incumplimiento de requisitos relacionados a los informes que debe proveer el Software SIMAORI, ya que hasta el momento éste sólo suministra el 25% de lo requerido. Es decir, aunque la compañía cuenta con un software para automatizar y procesar toda la información de mantenimiento, esta no es utilizada ni en un 10%, esto de acuerdo con los resultados de la evaluación realizada al nivel de implementación del software en el capítulo 4.

Por otro lado, actualmente la compañía no cuenta con la documentación actualizada para usar SIMAORI, siendo ésta la principal herramienta que permite llevar control de las actividades en mantenimiento. Por consiguiente, es necesario disminuir dichas inconformidades, a través de la documentación que se requiere para cumplir los requisitos y facilitar la implementación del software.

8.1.2 Objetivos de la Propuesta

- Proporcionar la mayor cantidad de documentación que lleven a disminuir el incumplimiento a los requisitos que debe proveer el software SIMAORI.

- Actualizar y crear la información de SIMAORI para el usuario.
- Brindar a Aeropuertos de Oriente S.A.S una herramienta que facilite la capacitación del personal de mantenimiento para la ejecución de procedimientos en SIMAORI.

8.1.3 Plan de Acción: el plan de acción para su ejecución se resume en las siguientes actividades:

- Revisar los requisitos que no se están cumpliendo y plantear la solución a dicha inconformidad.
- Generar los documentos que dan cumplimiento a los requisitos, que estén dentro del alcance del autor del proyecto.
- Actualizar y aprobar los instructivos para el uso de SIMAORI.

8.1.4 Desarrollo y resultados de la propuesta de mejora. Con respecto al plan de acción, la ejecución se llevó a cabo de la siguiente manera:

8.1.4.1 Cronograma de ejecución de obras. Actualmente la empresa lleva un cronograma mensual en un cuadro de Excel, de los mantenimientos que se realizan. Sin embargo, aunque se cuenta con la información de los mantenimientos, éste no ha sido sistematizado en el software SIMAORI como es requerido.

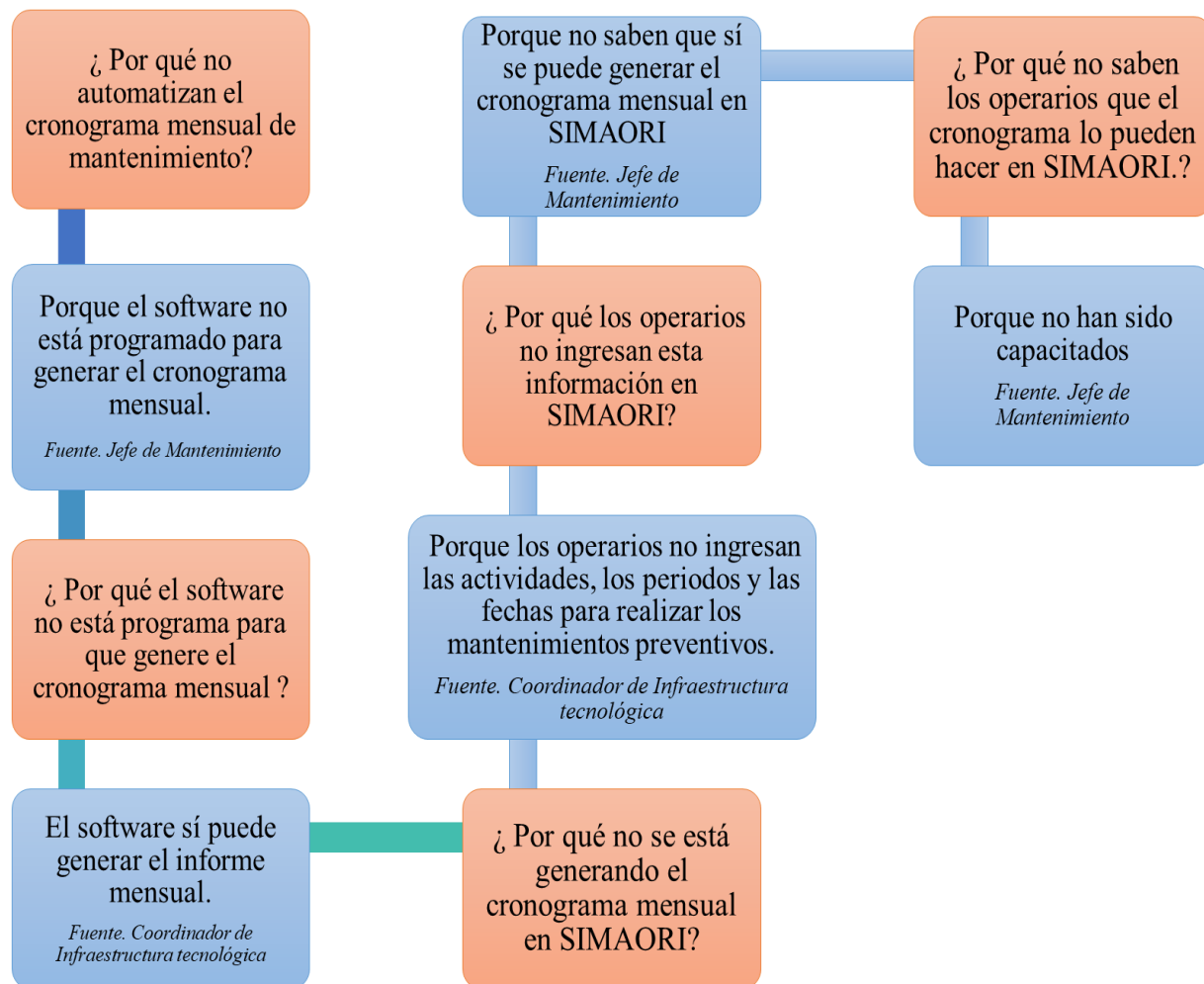


Figura 12. Resultado de los 5 ¿Por Qué? para el Cronograma mensual de mantenimiento.

Como se presenta en la figura 12, se evidencia que el software, aun con capacidad, no genera el cronograma mensual de mantenimiento debido a la falta de información y datos ingresados en SIMAORI; estos datos no son ingresados porque el personal no tiene el conocimiento ni capacitación para ejecutar esa tarea. A partir de lo anterior, se hizo una revisión en el software sobre la manera cómo se ejecutaría el cronograma mensual de mantenimiento, con el fin de divulgar e implementar la automatización de dicho informe. Se encontró, que, si bien se podría ejecutar, no se podría diferenciar el plan de mantenimiento anual con respecto al cronograma

mensual; además de que el software no permite visualizar ni clasificar las actividades de acuerdo a los sistemas y sub-sistemas definidos en el cronograma mensual que se lleva actualmente. A causa de esto se propone una nueva estructura en los sub-módulos, que facilite el mejoramiento en la implementación y capacitación a los operarios para el ingreso de datos en SIMAORI, como se puede visualizar en las figuras 13, 14 y 15.

Inicialmente se propone crear un sub-módulo llamado “cronograma mensual de mantenimiento” que sea independiente del sub-módulo Planes de Mantenimiento (Ver figura 13).

Este sub-módulo permite editar las diferentes actividades que se deben ejecutar para realizar los mantenimientos preventivos; la información a suministrar es: Actividad, IDdeActividad, Fecha inicio/final de mantenimiento, periodicidad, responsable, sistema y subsistema, permite dar opción de Generar una OT y opción de seleccionar todos los activos necesarios a cada actividad (Ver figura 14).

Las opciones Sistema y Sub-sistema permitirán clasificar las actividades, de tal forma que se lleve a cabo en SIMAORI tal y como se está ejecutando actualmente en el informe de Excel. Adicional a lo anterior, en la propuesta se podrá visualizar la periodicidad y la última fecha de mantenimiento preventivo de modo que facilite la programación mensual (Ver figura 15).

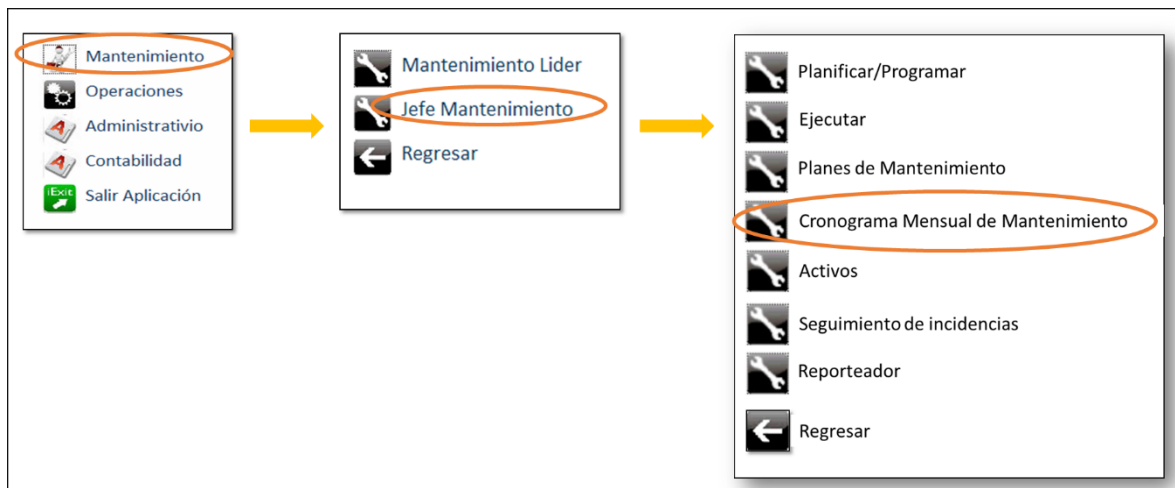


Figura 13. Módulos y Submódulos en SIMAORI_ Cronograma Mensual de Mantenimiento Preventivo

SIMAORI Mantenimiento

EDITAR MANTENIMIENTO PREVENTIVO

VERIFICACIÓN DEL ESTADO GENERAL: MUROS, PUERTAS, VENTANAS, ETC.

MP: 03449

PERIODO: SEGUN NECESIDAD

FECHA PROXIMO: 1999/12/31

FECHA FIN: 2017/08/31

FECHA INICIO: 2016/07/01

CONTADOR: 3

Ver Activos

SIMAORI Mantenimiento

EDITAR CRONOGRAMA MENSUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Actividad: [Campo de texto]

ID: [Campo de texto]

Fecha de Inicio: Año/Mes/Día

Fecha Final: Año/Mes/Día

Periodicidad: [Campo de texto]

Responsable: Jefe de Mantenimiento

Sistema: [Campo de texto]

Sub-Sistema: [Campo de texto]

Generar OT: [Campo de texto]

Aeropuerto: SKBG

Ver Activos

Figura 14. Editar Cronograma Mensual de Mantenimiento Preventivo_ (Lado superior: Versión Actual) (Lado inferior: Versión Propuesta)

SIMAORI Mantenimiento MANTENIMIENTO PREVENTIVO										
Id	Aero	Num	Con	Actividad	FechaProx	Periodo	Frecuenc	MPxPeriodo	Contad	GeneraOf
3449	SKBG	01.01.00	1	VERIFICACIÓN DEL ESTADO GENERAL: MUROS, PUERTAS, VENTANAS, ETC.	1999/12/31	SEGUN NECESIDAD	0	0	3	0 Dias
5765	SKBG	01.01.00	2	MANTENIMIENTO DE CORTASOLES LADO AIRE Y LADO TIERRA EN SUPERFICIES AFECTADAS QUE REQUIEREN SER INTERVENIDAS	2019/09/01	ANUAL	360	1	2	0 Dias
5762	SKBG	01.01.00	4	LIMPIEZA CORTASOLES LADO AIRE Y LADO TIERRA	2018/10/01	SEMESTRAL	180	2	2	0 Dias
3452	SKBG	01.01.00	6	LIMPIEZA DE PISOS, DESINFECCIÓN, ETC.	2018/10/01	DIARIO	1	360	17	0 Dias
5767	SKBG	01.01.00	7	MANTENIMIENTO DE PISOS EN SUPERFICIES AFECTADAS QUE REQUIEREN SER INTERVENIDAS	2018/10/01	ANUAL	360	1	1	0 Dias
5768	SKBG	01.01.00	8	MANTENIMIENTO DE BOQUILLA DE PISOS EN SUPERFICIES AFECTADAS QUE REQUIEREN SER INTERVENIDAS	2018/10/01	ANUAL	360	1	1	0 Dias
3457	SKBG	01.01.00	9	RESANE (SELLADO DE FISURAS)/PINTURA DE MUROS Y PAREDES; LAVADO CON AGUA A PRESIÓN Y LIMPIEZA GENERAL	2018/10/01	ANUAL	360	1	1	0 Dias
5764	SKBG	01.01.00	10	LIMPIEZA GENERAL DE MUROS, PAREDES Y CIELO-RASOS EN SUPERFICIES QUE REQUIEREN SER INTERVENIDAS	2018/10/01	MENSUAL	30	12	12	0 Dias
5768	SKBG	01.01.00	11	MANTENIMIENTO DE LÁMINAS MICROPERFORADAS EN SUPERFICIES AFECTADAS QUE REQUIEREN SER INTERVENIDAS	2019/09/01	ANUAL	360	1	2	0 Dias
5788	SKBG	01.01.00	12	REEMPLAZO DE LÁMINAS MICROPERFORADAS	1999/12/31	SEGUN NECESIDAD	0	0	0	0 Dias
3458	SKBG	01.01.00	13	MANTENIMIENTO DE CARPINTERÍA METÁLICA (PUERTAS, VENTANAS, BARANDAS, ETC.)	2019/06/01	ANUAL	360	1	1	0 Dias
3452	SKBG	01.01.00	14	IMPERMEABILIZACIÓN DE ESTRUCTURAS: CUBIERTAS, TERRAZAS, VIGAS CANALES, ETC., EN SUPERFICIES AFECTADAS QUE REQUIEREN SER INTERVENIDAS	2019/03/01	ANUAL	360	1	1	0 Dias
3452	SKBG	01.01.00	15	MANTENIMIENTO DE GABINETES CONTRA INCENDIOS Y TABLEROS DE	2018/12/01	ANUAL	360	1	0	10 Dias

SIMAORI Mantenimiento CRONOGRAMA MENSUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
1. SISTEMAS ESTRUCTURALES				
ID	Aeropuerto	Actividad	Periodicidad	Ultima fecha
	SKBG			
	SKBG			
	SKBG			
2. SISTEMAS ELECTROMECAÑICOS				
ID	Aeropuerto	Actividad	Periodicidad	Ultima fecha
	SKBG			
	SKBG			
	SKBG			
3. COMUNICACIONES				
ID	Aeropuerto	Actividad	Periodicidad	Ultima fecha
	SKBG			
	SKBG			
	SKBG			
4. SISTEMA DE VENTILACIÓN				
ID	Aeropuerto	Actividad	Periodicidad	Ultima fecha
	SKBG			
	SKBG			
	SKBG			

Figura 15. Visualización general del Cronograma mensual de mantenimiento. (Lado superior: visualización actual), (lado inferior: visualización propuesta)

8.1.4.2 Manejo de la bitácora de registro histórico de la ejecución de las labores de mantenimiento en el tiempo. Hasta la fecha, la bitácora se ha llevado en un cuaderno físico que

no ha resultado efectivo, ya que, en un periodo de 6 meses, los operarios de mantenimiento sólo han registrado la información en un 60%. Por otra parte, existe el módulo Bitácora en SIMAORI, pero nunca ha sido utilizado. Con objeto de mejorar lo anterior descrito, se proporciona a la empresa un instructivo para el registro de bitácora en SIMAORI, el cual se integra en el sistema de gestión de calidad con el código GM-I-01, versión 01 (Ver Apéndice L).

8.1.4.3 Reportes trimestrales de inventario de elementos por aeropuerto. Este reporte puede generarlo el Software, pero no existe soporte de que la empresa lleve el reporte trimestralmente; además, el inventario, de acuerdo con el diagnóstico realizado no está actualizado en SIMAORI; hay por el momento 577 activos no registrados y se desconoce cuáles son. Cabe resaltar que el área de compras, si tiene el inventario actualizado.

Como recomendación, para el cumplimiento de este requisito, la compañía deberá actualizar el inventario de acuerdo con el que lleva el área de compras, pero en primera instancia, para garantizar que el inventario sea actualizado de forma adecuada y se mantenga así, es necesario, crear un procedimiento que facilite la comunicación entre las áreas de compras y mantenimiento. Se propone un procedimiento para la gestión de inventario, orientado a mejorar la comunicación entre las áreas de compras y mantenimiento, además del adecuado uso de SIMAORI garantizando un inventario actualizado y controlado (Ver figura 16) (Ver Apéndice M).

Para elaborar este procedimiento se tuvo en cuenta el ciclo de vida de un activo, desde el momento en que es requerido hasta que se da de baja; además se tenía como referencia algunos

procedimientos que tiene ADO involucrados en la gestión de activos, la cual se describieron en el ítem 4.2.1.1.

Procedimiento para gestionar el inventario		
	Actividad	Responsable
1	Requerimiento de suministro de materiales/herramientas/equipos: cuando se requiere de un bien el personal realiza la requisición de pedido, para esto deben diligenciar el formato " GA-R-04 REQUISICIÓN DE COMPRA " y cargar dicha solicitud en el software SIMAORI. Para insumos de normal funcionamiento no es necesario el requerimiento, el Jefe de Mantenimiento es autónomo en la adquisición.	Jefe de Mantenimiento, Analista de Compras
2	Autorización de requerimientos de bienes muebles/inmuebles: el pedido debe ser autorizado por el director de área concesionada, coordinador y director de mantenimiento. Estas autorizaciones se dan a través del software SIMAORI.	Director área concesionada, Coordinador de mantenimiento y Director de mantenimiento
3	Cotización de los bienes: se solicitan las cotizaciones a mínimo 3 proveedores autorizados, estas pueden ser solicitadas por e-mail. Para las compras con proveedor exclusivo no se requieren cotizaciones. Recibidas las cotizaciones, deben ser cargadas al software SIMAORI.	Analista de Compras
4	Selección de proveedor: el analista de compras solicita a cada uno de los proveedores el diligenciamiento de los formatos " Conocimiento del programa de cumplimiento de ADO para prevenir LAFT " y el formato " Selección de Proveedores ". Recibida la información, se procede a aplicar la Evaluación del Perfil de Riesgo del Agente Clientes y Proveedores, en el que están establecidos los criterios con su ponderación y dependiendo del resultado será seleccionado por el Director de Mantenimiento.	Analista de Compras, Director de Mantenimiento
5	Solicitud de compra del bien: el analista de compras procede a diligenciar el formato " GA-R-05 ORDEN DE COMPRA ", especificando las condiciones de compra. Esta orden debe ser registrada en SIMAORI.	Analista de compras
6	Autorización de la compra del bien mueble/inmueble: el director administrativo y financiero autoriza las solicitudes de compra. Cargar la autorización al software.	Director administrativo y financiero.
7	Pedido de los bienes requeridos: una vez generada la orden de compra y aprobada, es enviada al proveedor.	Analista de compras

Procedimiento para gestionar el inventario		
	Actividad	Responsable
8	Recepción de la compra: la persona encargada de la recepción de la compra, verifica que los productos recibidos cumplan con las características y condiciones relacionados en la orden de compra. El Jefe de mantenimiento se encarga de la recepción y verificación propia del funcionamiento y el analista de compras se encarga de la recepción de la factura. En este paso es fundamental la buena comunicación entre el área de compras y mantenimiento. En caso de que los productos no cumplan con las condiciones requeridas, el Jefe de mantenimiento debe hacer la devolución inmediata.	Analista de Compras, Jefe de Mantenimiento.
9	Ingreso y registro de los bienes: El jefe de mantenimiento recibe el pedido y realiza los registros correspondientes en el software de mantenimiento SIMAORI. El analista de compras hace el registro en el archivo de Excel para inventario. La información para el registro en SIMAORI, debe contemplar: especificaciones técnicas, manuales de funcionamiento, garantías, recomendaciones de uso y asignación de placas.	Analista de Compras, Jefe de Mantenimiento.
10	Almacenamiento de materiales, herramientas o equipos: para el almacenamiento de materiales y herramientas se dispone de una bodega para su ubicación.	Jefe de mantenimiento
11	Evaluación de Proveedores: es necesario aplicar la evaluación para hacer seguimiento a la calidad de servicio de todos los proveedores, para ello existe el procedimiento GA-P-03 EVALUACIÓN Y REEVALUACIÓN DE PROVEEDORES	Director área concesionada, Analista de compras
12	Compras de caja menor: estas compras son hechas directamente por el Jefe de Mantenimiento, y una vez gastado el fondo asignado, el Jefe de Mantenimiento realiza el trámite para su reembolso.	Jefe de mantenimiento
14	Control de Inventario: con el inventario actualizado en SIMAORI, tener en cuenta el registro de los bienes que se han dado de baja, que permita conocer los bienes con más rotación, la frecuencia de pedido y la cantidad de pedido.	Jefe de mantenimiento

Figura 16. Procedimiento para gestionar el inventario.

8.1.4.4 Reportes trimestrales de estado general de elementos por aeropuerto. En la gestión del mantenimiento, el estado general de los equipos es medido y controlado por medio de los indicadores de confiabilidad y de disponibilidad. Considerando los resultados del diagnóstico realizado en el capítulo 4, el software SIMAORI actualmente no genera ningún tipo de indicador; es por esto por lo que no se generan automáticamente reportes que permitan conocer el estado general de los equipos o elementos que constituyen la gestión de activos por aeropuerto y otro conjunto de datos. A su vez, se debe tener en cuenta que los indicadores actuales son calculados manualmente y de forma incorrecta.

Entonces, con el fin de dar cumplimiento a este requisito se propone que dentro de la arquitectura del software se contemple el cálculo de dichos indicadores y la generación de los reportes correspondientes de acuerdo con el conjunto de equipos analizados por aeropuerto. La generación y cálculo de estos indicadores será tratado en profundidad en la sección 8.5

8.1.4.5 Reportes trimestrales de estado general de elementos por tipo en todos los aeropuertos. En el mismo orden de ideas expuesto en el ítem anterior, se requiere que el Sistema de Información calcule y muestre indicadores de confiabilidad y disponibilidad con los cuales se describen los estados generales de los elementos, sin embargo, para el cumplimiento de este requisito, debe reevaluarse el conjunto de datos a analizar, dado que se exige que los reportes hagan referencia a los elementos (equipos) por tipo y deben contemplarse los equipos de todos los aeropuertos. Así mismo, como en el punto anterior, para el cumplimiento del requisito se propone la incorporación del cálculo de indicadores dentro de la arquitectura del software considerando el nuevo conjunto

de datos por analizar. La generación y cálculo de estos indicadores será tratado en profundidad en la sección 8.5

8.1.4.6 Ficha tipo de mantenimiento de cada componente. En el software no hay registro de ninguna ficha técnica para aquellos activos que son considerados críticos por contrato de concesión. Además, de acuerdo con el diagnóstico realizado se encontró que la compañía solo cuenta con algunos manuales de equipos pero que no contienen las especificaciones técnicas. Por esto, se propone un formato para la ficha técnica de los activos, y con base en éste, se crea la ficha de algunos activos, de tal manera que pueda ser cargada a los activos registrados en SIMAORI.

Inicialmente se define el formato general para la ficha de los activos, posteriormente se crearon las fichas técnicas correspondientes a los activos críticos, y la información contenida está orientada al sistema global de los activos críticos según contrato de concesión. Es decir, se realiza una ficha técnica para el Sistema FIDS/BIDS el cual lo componen varios equipos, entre ellos: monitores, servidor y software. Los activos críticos a los cuales se les creó ficha técnica fueron: Sistema FIDS/BIDS, Puentes de Abordaje, Ascensores, Bandas de equipaje Facturado y Sistema CCTV con un total de 5 fichas técnicas de forma global (Ver Apéndice N).

Para crear las fichas técnicas se revisaron los manuales existentes para recolectar la mayor cantidad de información sobre los activos críticos, y se contó con el apoyo voluntario de algunos empleados de empresas contratistas encargadas de realizar los mantenimientos, como Serticol S.A., Ingenierías Electrimecan S.A.S. y Asotecnico y CIA LTDA. Sin embargo, para el desarrollo de esta propuesta, lo anterior descrito también fue una limitante, ya que no existían los

manuales de todos los activos críticos, y las personas con conocimiento en éstos son empleados de las empresas contratistas, que no tenían la disponibilidad para dar toda la información.

Adicional a lo anterior se propone la creación de un sub-modulo llamado “Activos Críticos” en los que se podrá visualizar y comprender las características de los activos críticos definidos por contrato de concesión (Ver Figura 17).

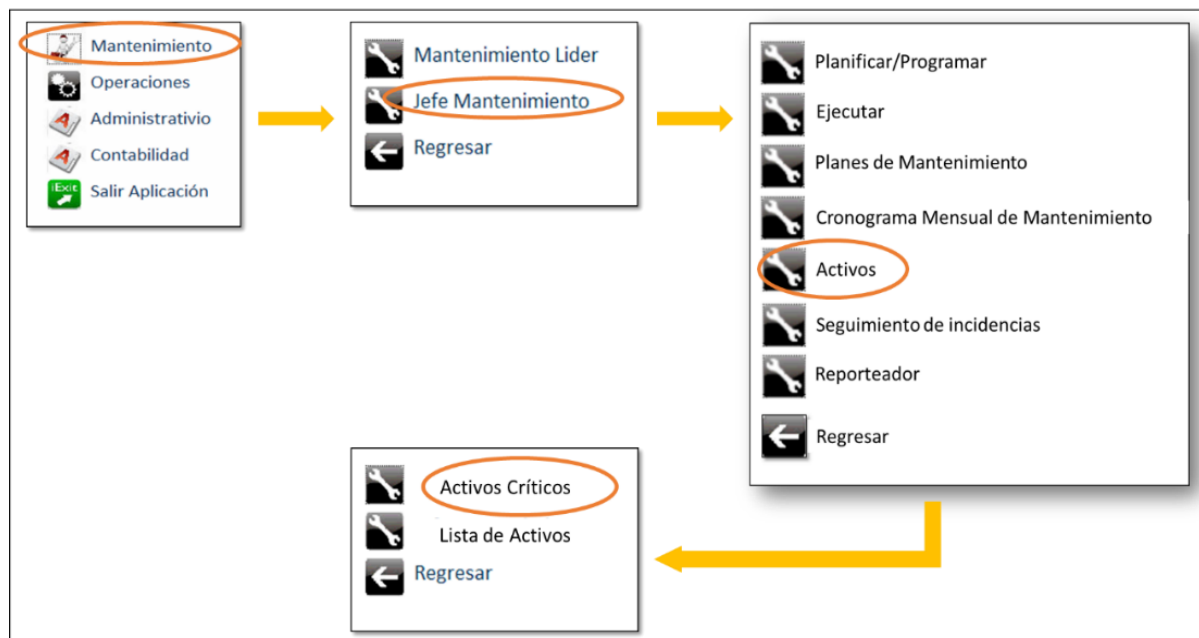


Figura 17. Propuesta Flujo de acceso a las fichas técnicas de los activos

A partir de la creación de un nuevo sub-módulo, la plantilla propuesta contiene en la parte superior 3 pestañas que indican la información más relevante para la compañía: Detalle del activo, Requerimientos para el control de disponibilidad e Indicador de disponibilidad.

La información para suministrar en cada uno de los capos es la siguiente:

- Activo Crítico: definición del activo crítico, tal y como está descrito en el contrato de concesión.
- Descripción: información relevante y general de los activos críticos, como número total de equipos referentes, definición de abreviaciones, tipo de equipamiento, entre otras.
- Proveedor: nombre de la empresa que vendió a ADO el equipo.
- Empresa de mantenimiento: nombre de la empresa contratada para realizar el mantenimiento.
- Nombre del Archivo: en este campo se selecciona las fotografías y documentación relevante que requiera ser conservada como garantías.
- Sistemas: se selecciona los diferentes sistemas del activo, necesario para su funcionamiento, como: sistema eléctrico, mecánico, electrónico e hidráulico.
- Cargar activos: en este campo se seleccionan todos los equipos que conforman un activo crítico.
- Elementos y componentes: se encuentra los diferentes equipos que componen un activo crítico, o elementos que componen un equipo.
- Características técnicas: en el campo se describe las características de fabricación y funcionalidad de los activos críticos.

En las figuras 18 y 19 se presenta el formato general para la elaboración de fichas técnicas y la ficha técnica de los puentes de abordaje como un sistema global.

SIMAORI
Mantenimiento

FICHA- SISTEMA DE ACTIVO CRÍTICO

Detalle del Activo | Requerimiento para control de Disponibilidad | Indicador de Disponibilidad

Editar

Activo Crítico

Descripción

Proveedor

Empresa de Mantenimiento

Nombre del Archivo

Sistemas

Subir Archivo

Cargar activos

Elementos y Componentes

Características técnicas

Guardar

Figura 18. Propuesta Formato para Fichas Técnicas en SIMAORI



SIMAORI
Mantenimiento

FICHA- SISTEMA DE ACTIVO
CRÍTICO



Detalle del Activo
Requerimiento para control de Disponibilidad
Indicador de Disponibilidad

Activo Crítico

Puentes de Abordaje

Descripción

Puede atender aeronaves de modelo A318, A319, A320, E190 y B737. Total de puentes: 5

Proveedor

AG- Aero Green

Empresa de Mantenimiento

Ingenierías Electrimecan S.A.S.

Nombre del Archivo

Sistemas

Eléctrico

▼

Mecánico

▼

Electrónico

▼

▼



Cargar activos

Elementos y Componentes

- Rotonda
- Tunel
- Cabina
- Fuente Ground Power Unit
- Unidad de conducción
- Transformador 40KVA
- Columna de levantamiento.

Características técnicas

- Tipos de túnel : uno (1) fijo terminal
dos (2) movable terminal.
- Longitud del túnel: túnel fijo (16,3 m).
túnel móvil (máximo 26,13 m _ mínimo 17,13 m).
- Angulo de rotación de la cabina: 90 y 30 grados hacia la izquierda y derecha respectivamente.
- Velocidad de rotación de la cabina: 2,5 grados/seg
- Tamaño interior de la cabina: altura de 3,1 m X 1,5, m de radio.
- Angulo horizontal de transversa de la rotonda: máximo 87, 5 grados hacia la izquierda y derecha.
- Velocidad de movimiento horizontal: adelante, atrás, derecha e izquierda 0,4 m/seg.
- Velocidad de movimiento vertical: subida y bajada 0,012 m/seg
- Capacidad de enfriamiento: 18928 kcal /h
- Capacidad de calentamiento: 22026 kcal /h
- Condiciones ambientales: (-10 a 52 °C)
Velocidad del viento en operación normal 25 m/seg
- Suministro eléctrico: 60HZ, 480 V +- 11110%, 3 fases, 60 A, cuatro(4) líneas incluyendo el sistema de puesta en tierra.



Figura 19. Propuesta ficha técnica del activo crítico Puentes de Abordaje.

8.1.4.7 Contar con expedientes actualizados de mantenimiento y operación de equipamiento

clave. Para garantizar el cumplimiento del presente requisito, se propone inicialmente definir una tabla de retención documental (TRD), la cual contenga documentos tales como: garantías, facturas, manuales, informes de mantenimiento, fichas técnicas, minutas, indicadores, órdenes de compra, y contratos. Lo anterior tiene como objetivo y está orientado a mejorar la administración de documentos vinculados al departamento de mantenimiento, utilizando la herramienta ofimática SIMAORI (Ver Apéndice O). Para el planteamiento de la propuesta, se tuvo como referencia las tablas de retención documental de Organizaciones Solidarias de Colombia que aparecen en su página web.

Inicialmente se hizo una tabla de clasificación en la se definen la serie y sub-series de documentos que como mínimo deben ser conservados por ADO en SIMAORI y que están relacionados a la gestión del mantenimiento. Además de definirse los departamentos que contienen y son responsables de dichos documentos (Ver figura 20).

 Tabla de clasificación documental				
Departamento	Código	Serie	Código	Sub-serie
Compras		Facturas		Compra -Sistema de Activos Críticos
				Caja menor
				Equipos para la operación aeroportuaria
				Servicios contratados
Mantenimiento		Garantías		Sistema de Activos Críticos
				Equipos para la operación aeroportuaria
				Servicios contratados
Mantenimiento		Manuales		Sistema de Activos Críticos
				Equipos para la operación aeroportuaria
Mantenimiento		Informes de mantenimiento		Sistema de Activos Críticos
				Equipos para la operación aeroportuaria
				Infraestructura
Mantenimiento		Fichas técnicas		Sistema de Activos Críticos
				Equipos para la operación aeroportuaria
Mantenimiento		Minuta		Operario en turno
Mantenimiento		Indicadores de mantenimiento		Indicadores de disponibilidad del Sistema de activos críticos
				Indicadores de confiabilidad del Sistema de activos críticos
				Indicadores de disponibilidad de equipos para operación normal
				Indicadores de confiabilidad de quipos para operación norma
Compras		Ordenes de Compra		Sistema de Activos Críticos
				Equipos para la operación aeroportuaria
Administrativa y Financiera		Contratos		Servicios especializados
				Mantenimientos de Tenedor
Mantenimiento		Plan de mantenimiento anual		N/A
Mantenimiento		Cronograma mensual de mantenimiento		N/A

Figura 20. Propuesta de la Tabla para la Clasificación documental

aeropuertos de oriente OPERADO POR KAC		TABLA DE RETENCIÓN DOCUMENTAL					
VERSIÓN 00		Cumplimiento a la Ley 594 de 2000, Decreto 1080 de 2015					FECHA EDICIÓN: día/mes/año
CÓDIGO	SERIES Y TIPOS DOCUMENTALES	RETENCIÓN (AÑOS)		DISPOSICIÓN FINAL			OBSERVACIONES
		ARCHIVO GESTIÓN	ARCHIVO CENTRAL	CT	E	e*	
	Facturas Compra -Sistema de Activos Críticos Caja menor Equipos para la operación aeroportuaria Servicios contratados		10	x		x	En cumplimiento con lo requerido por contrato de concesión, la información se debe conservar mínimo 6 años
	Garantías Sistema de Activos Críticos Equipos para la operación aeroportuaria Servicios contratados	1	10			x	En cumplimiento con lo requerido por contrato de concesión, la información se debe conservar mínimo 6 años
	Manuales Sistema de Activos Críticos Equipos para la operación aeroportuaria	1	15	x		x	En cumplimiento con lo requerido por contrato de concesión, la información se debe conservar mínimo 6 años
	Informes de mantenimiento Sistema de Activos Críticos Equipos para la operación aeroportuaria Infraestructura	1	6	x		x	En cumplimiento con lo requerido por contrato de concesión, la información se debe conservar mínimo 6 años
	Ficha técnica Sistema de Activos Críticos Equipos para la operación aeroportuaria	1	6			x	En cumplimiento con lo requerido por contrato de concesión, la información se debe conservar mínimo 6 años
	Minuta Operario en turno	1	6		x		En cumplimiento con lo requerido por contrato de concesión, la información se debe conservar mínimo 6 años
	Indicadores de mantenimiento Indicadores de disponibilidad del Sistema de activos críticos Indicadores de confiabilidad del Sistema de activos críticos Indicadores de disponibilidad de equipos para operación normal Indicadores de confiabilidad de equipos para operación normal	1	6			x	En cumplimiento con lo requerido por contrato de concesión, la información se debe conservar mínimo 6 años
	Ordenes de Compra Sistema de Activos Críticos Equipos para la operación aeroportuaria	1	10			x	En cumplimiento con lo requerido por contrato de concesión, la información se debe conservar mínimo 6 años
	Contratos Servicios especializados Mantenimientos de Tenedor	1	6	x		x	En cumplimiento con lo requerido por contrato de concesión, la información se debe conservar mínimo 6 años
	Plan de mantenimiento anual				x		En cumplimiento con lo requerido por contrato de concesión, la información se debe conservar mínimo 6 años
	Cronograma mensual de mantenimiento				x		En cumplimiento con lo requerido por contrato de concesión, la información se debe conservar mínimo 6 años

Figura 21. Propuesta de la Tabla de Retención Documental

Posteriormente se plantea la tabla de retención documental TRD y se diligencia como se puede ver en la figura 21. El contenido en los campos y su significado son los siguientes:

- **Código:** es una asignación numérica que identifica y diferencia cada serie y tipo documental.
- **Series y Tipos documentales:** este campo contiene todos los tipos de documentos que debe contener el software SIMAORI.
- **Retención:** la retención está definida por la cantidad de tiempo en años que los documentos deben ser conservados y la cual se espera sean requeridos y utilizados, además clasifica en dos aspectos fundamentales:

Archivo Gestión: comprende toda la documentación que es sometida a continua utilización y consulta administrativa por las oficinas productoras u otras que la soliciten. Su circulación o trámite se realiza para dar respuesta o solución a los asuntos iniciados.

Archivo Central: en el que se agrupan documentos transferidos por los distintos archivos de gestión de la entidad respectiva, cuya consulta no es frecuente pero que sigue teniendo vigencia y son objeto de consulta por las propias oficinas y particulares en general.

Ley 594 de 2000, decreto 1080 de 2015

Disposición Final: en este campo se registra el destino final de los documentos una vez haya cumplido con el tiempo de retención.

CT: conservación total

E: eliminación

e*: medio electrónico

Observaciones: se describe cualquier aspecto de relevancia que pueda influir la determinación de tiempo de retención y disposición final.

8.1.4.8 Mantener dichos expedientes por un periodo de al menos 6 años a partir de su producción y hasta un año después del término de la concesión. La ejecución de este requisito se da en la medida que se cumpla lo planteado en el ítem anterior. Se debe tener en cuenta que este requisito está ligado tanto a las normas de gestión de calidad, así como a lo descrito por contrato de concesión.

8.1.4.9 Actualizar los instructivos para el uso de SIMAORI. En primera instancia, con el fin de conocer a profundidad los procedimientos que se ejecutan en SIMAORI, se recibió una

inducción del manejo del software por parte del jefe de mantenimiento y coordinador de infraestructura tecnológica, la cual se complementó con la información encontrada en la página web de la empresa y los instructivos existentes para el uso del software.

Seguidamente, de acuerdo con las falencias identificadas durante la fase del diagnóstico, y la socialización con el jefe de Mantenimiento, los procedimientos que se definieron como indispensables para la actualización de instructivos fueron: tramite de OT's, creación y modificación de activos en SIMAORI.

Posterior a lo anterior, mediante información suministrada por el jefe de Mantenimiento, se pudo practicar la dinámica del sistema para estos procedimientos, en la que se identificó desactualización de las áreas en el software; algunas áreas no existían y otras estaban repetidas, además de no haber diferencia entre las áreas y sub-áreas, dificultando el buen manejo de la información. Por esto fue necesario crear la nueva lista de áreas y sub-áreas de la siguiente manera:

- Se revisaron los planos de Aeropuertos de Oriente S.A.S. con el fin de crear las áreas y sub-áreas con base a la nomenclatura de los planos.
- En compañía del jefe de mantenimiento se definen las áreas y sub- áreas del lado aire, dado que no aparecen en los planos.
- La lista de nuevas áreas y sub-áreas es revisada por el Jefe de Mantenimiento, dando como resultado 8 áreas y 266 sub-áreas (Ver Apéndice P).
- La nomenclatura se presenta en la figura 22

Primer Piso	L1-001, L1-002, ...
Segundo Piso	L2-001, L2-002, ...
Tercer Piso	L3-001, L3-002, ...
Lado Aire	No tiene

Figura 5. Nomenclatura de las nuevas áreas y sub-áreas en SIMAORI

El lado Aire, queda sin nomenclatura, debido a que no aparece en los planos.

- Para solicitar al Coordinador de Infraestructura Tecnológica la actualización de áreas y sub-áreas, fue preciso revisar las áreas que existían, y se encontró que, de las 121 áreas existentes, 39 estaban repetidas. Dado lo anterior, se envía un documento al Coordinador especificando cuales áreas se debían eliminar, homologar y crear como se muestra en la figura 23 (Ver Apéndice Q).

Actualización	No.
Sub-Áreas para Homologar	82
Sub-Áreas para Eliminar	39
Sub-Áreas para Crear	184

Figura 6. Resumen de las actualizaciones realizadas en SIMAORI, respecto a las áreas y sub-áreas

Seguidamente a la actualización de las áreas, se revisa el documento GI-P-01 Elaboración y Control de Documentos, de Aerooriente con el fin de conocer las características que deben tener los documentos (Ver Apéndice R).

- Creación y aprobación de la Guía para uso de Simaori (GM-I-01): esta guía se creó con los principales conceptos a tener en cuenta para ejecutar los diferentes procedimientos de interés del área de mantenimiento en el Aeropuerto Palonegro, y es registrada dentro del sistema de gestión de calidad, como se demuestra en el Apéndice S. GM-I-01 GUÍA PARA EL USO DE SIMAORI.
- Actualización del Instructivo Creación y/o Modificación de Activos en Simaori (GM-I-24): el instructivo contiene los conceptos claves para crear un activo y gráficamente los pasos para crear o modificar los activos, como evidencia se muestra en el Apéndice T el nuevo instructivo.
- Creación y aprobación del instructivo Generar y Cerrar Ordenes de Trabajo. (GM-I-01): este instructivo consta de conceptos básicos, el paso a paso de forma gráfica y de un flujograma del trámite de OT's cuando se genera costo. El registro de este instructivo ya se encuentra en el sistema de gestión de calidad (Ver Apéndice U).

El resultado de la creación y modificación de instructivos se puede observar en la figura 24.

Antes	Ahora
0 guías	1 guía
1 instructivo	3 instructivos

Figura 7. Número de instructivos antes y ahora

Para verificar que los instructivos quedaron hechos de la mejor forma posible y comprensible para los interesados, se puso a prueba un instructivo con uno de los participantes. Se solicitó que

ejecutaran los procedimientos descritos en los instructivos sin una inducción previa, y el resultado fue que los participantes lograron ejecutarlos sin contratiempos.

8.2 Capacitación a personal de mantenimiento en el uso de SIMAORI.

8.2.1 Problema que se pretende atender. En la fase de diagnóstico se evidenció que los operarios de mantenimiento nunca han sido capacitados para el uso de SIMAORI y que el jefe de mantenimiento como única persona responsable no cuenta con el tiempo suficiente para ingresar la información, siendo una de las razones por la cual el nivel de implementación del sistema es de 7.35%. En ese sentido, es fundamental capacitar al personal en los procedimientos que se ejecutan en SIMAORI

8.2.2 Objetivo de la Propuesta

- Diseñar un Programa de Capacitación para el uso de SIMAORI
- Capacitar al personal de mantenimiento en el uso del sistema de Información.
- Proporcionar a la empresa recurso humano calificado en términos de conocimientos y habilidades en el uso de SIMAORI.

8.2.3 Plan de Acción. El plan de acción para la capacitación del personal, parte de concretar cuáles son los procedimientos que la empresa necesita enseñar a los operarios para el uso de SIMAORI, siendo éstos los mismos relacionados a la información de los instructivos creados en el ítem 8.1.

- Diseñar un programa de capacitación como herramienta de planificación de recursos, y metodologías.
- Ejecutar las actividades de capacitación al personal.
- Evaluar los conocimientos adquiridos por el personal capacitado sobre el uso de SIMAORI.

8.2.4 Desarrollo de la propuesta. En el presente ítem se muestran los resultados de la implementación de la propuesta de mejora.

8.2.4.1 Diseño del programa de capacitación. El programa de capacitación tiene cinco apartados: el primero hace referencia a las características básicas de los participantes, el segundo resalta los objetivos que se quieren lograr al finalizar la capacitación, en el tercero se define la estructura de los temas, de acuerdo con las actividades, recursos y evaluaciones necesarias en la planeación de la capacitación y finalmente el cuarto y quinto constan de las diapositivas a utilizar en la capacitación y la evaluación a aplicar después de la capacitación (Ver Apéndice V).

Para dar inicio a la capacitación se coordinó las jornadas teniendo en cuenta los turnos de los participantes y se definió como horario de capacitación entre 6 pm y 8 pm, dado que es el horario con menos trabajo para los involucrados. Las capacitaciones fueron individuales.

Características de los Participantes: El porcentaje de conocimiento de los participantes en cuanto a SIMAORI, se definió teniendo en cuenta los procedimientos que se presentan en el programa de capacitación, al cual se le asignó un porcentaje de conocimiento (Ver tabla 8). En la figura 25 se visualiza el resultado.

Tabla 8.

Valores para medir nivel de conocimiento

Tema	% Conocimientos
Conceptos básicos	25%
Creación de activos	25%
Trámite de Ot's	25%
Registro de bitácora	25%
Total	100%

Participante de ADO	Característica de los participantes			
	Edad	Escolaridad	Experiencia laboral en ADO	Porcentaje de conocimiento SIMAORI
Jefe de Mantenimiento	35	Ingeniero Electricista	4 años	50%
Operador de Planta Eléctrica 1	33	Técnico en sistemas electricos	5 años	25%
Operador de Planta Eléctrica 2	35	Tecnico en sistemas electricos y Estudios en Ingeniera Electrica	6 años	25%
Operador de Planta Eléctrica 3	40	Bachillerato	2 años	0%

Figura 8. Característica de los participantes

- **Capacitación tema 1. Creación y Modificación de Activos en SIMAORI:** se inició con una capacitación teórica de conceptos generales del software y los procedimientos que se ejecutan en éste, utilizando los instructivos y diapositivas.

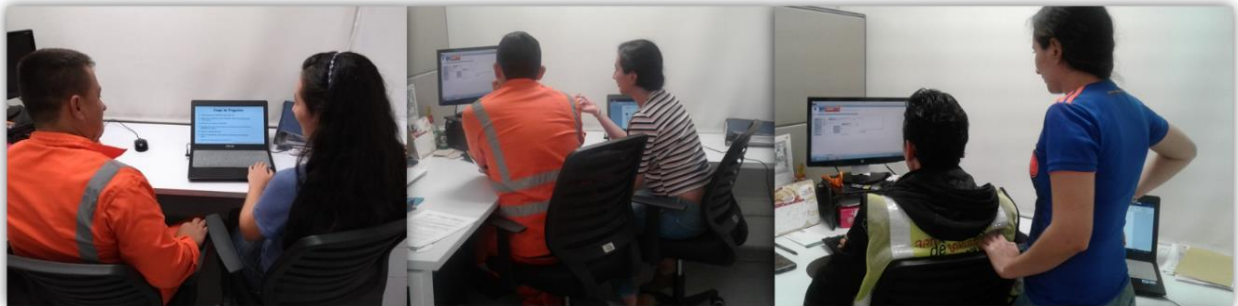


Figura 9. Capacitación de conceptos básicos y Creación de Activos en SIMAORI

Claros los conceptos, por direccionamiento del jefe de mantenimiento, la información para la capacitación práctica será la información de los 118 equipos instalados en las obras de ampliación. Definido lo anterior, los operadores iniciaron con la recolección de datos básicos para crear los activos.

Recolectada la información básica, se procede con la capacitación práctica en SIMAORI:

- El autor muestra a cada participante cómo se crea y se modifica un activo en SIMAORI
- Se entrega instructivo para que cada persona inicie su navegación en SIMAORI, supervisado por el responsable de la capacitación.
- La capacitación culmina, en el momento que se crean los 118 equipos.

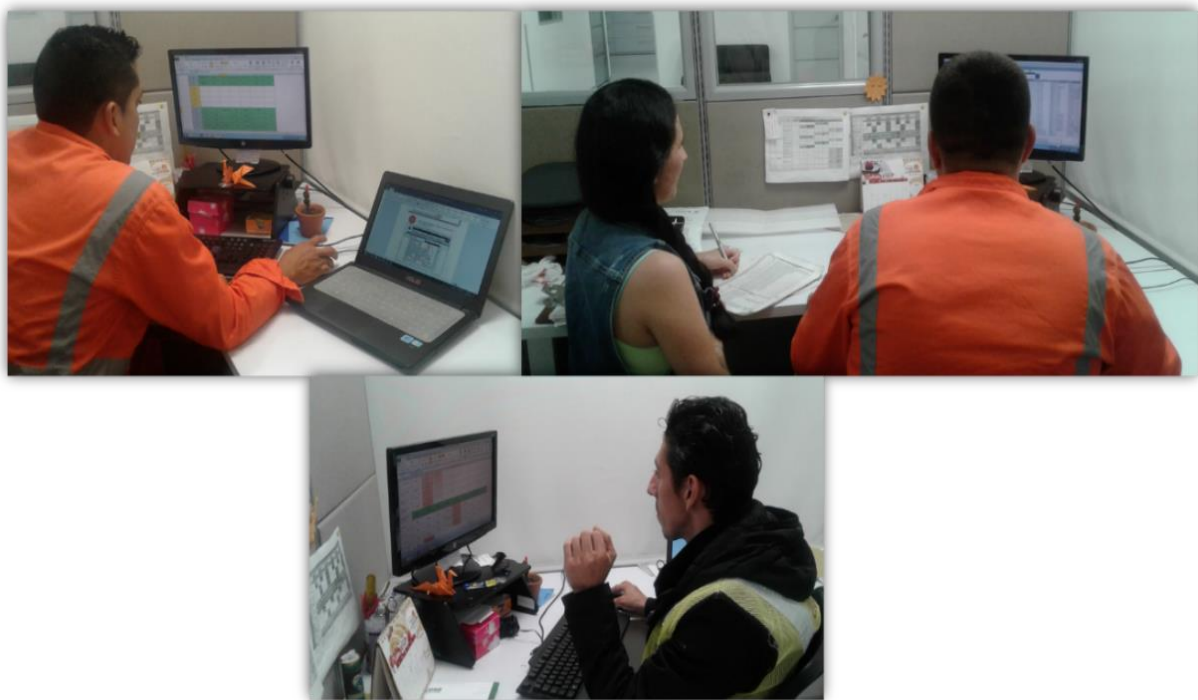


Figura 10. Capacitación en la Creación y modificación de activos

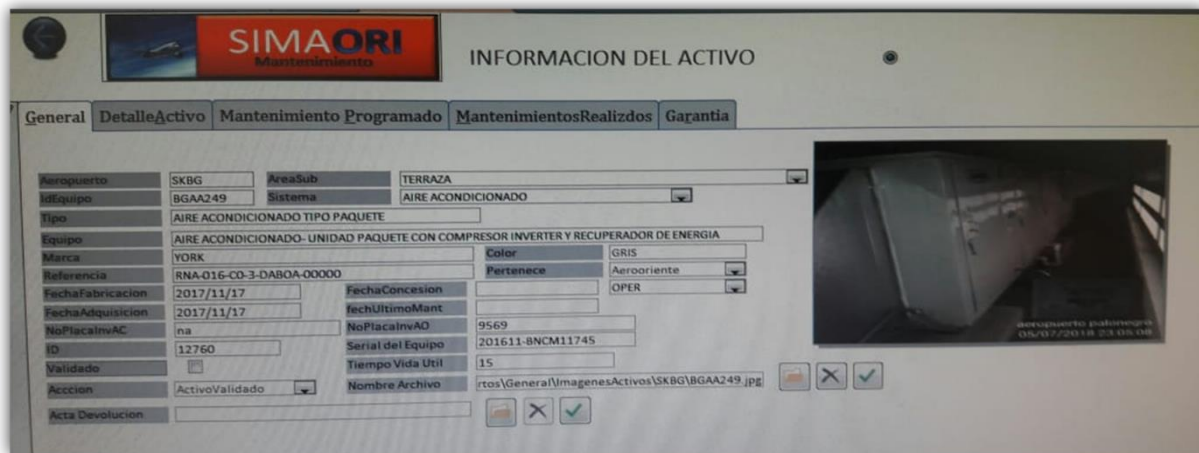


Figura 11. Ejemplo de un activo creado en SIMAORI.

- **Capacitación tema 2. Tramite de Ordenes de Trabajo en SIMAORI:** en esta capacitación se tiene en cuenta que los operarios ya ejecutan el procedimiento para tramitar OT's, y que la falencia radica en que hasta el momento nunca registran las herramientas, los materiales y los tiempos de cada actividad, además de que no se ingresa la razón de las fallas y la solución planeada. Por ello, esta capacitación está orientada en enseñar la forma correcta de generar una OT en SIMAORI utilizando el instructivo.

En las figuras 29 y 30 se observa como algunos operarios estaban registrando la información y cómo se debe hacer.

SIMAORI
Mantenimiento

DIAGNOSTICAR (OT)

10099
0000
AEROPUERTO: SKBG
ESTADO: EDIAG
FECHA: 11-oct-2018 20:15
Trámite: Todas
Ver Diagnostico
Ver Historial

Mantenimiento
FALLA INFRAESTRUTUR
MANTO CORRECTIVO
SKBG1009

Prioridad: EMERGENCIA
PLAN DE TRABAJO:

equipo: BGIN055
Descripción: Terminal Area salida de pasajeros
Sub: BGS0006

Seleccionar Activo (s): 1
Cargar

CAUSA

SE REALIZA MANTO A LAVAMANOS DE SAL ABORDAJE NACIONAL HOMBRES

CAUSA

PUNTO DE LLAVE CON FUGA DE AGUA
REEMPLAZO DE EMPAQUETADURA

CAUSA
DESGASTE DE EMPAQUE

<Diagnosticar>. Imagen lado superior (registro incorrecto), imagen lado inferior (registro correcto).

Figura 12. Registro de la Orden de Trabajo en el Módulo

SIMAORI
Mantenimiento

PLANIFICAR / PROGRAMAR (OT)

IDE OT: 10099
IDE SOLICITUD: 0000
AEROPUERTO: SKBG
ESTADO: EDIAG
FECHA: 11-oct-2018 20:15
Trámite: Todas
Ver Diagnostico
Ver Historial

ÁREA FUNCIONAL: Mantenimiento
INCIDENCIA: FALLA INFRAESTRUTUR
TIPO MANTO: MANTO CORRECTIVO
SKBG1009

Prioridad: EMERGENCIA
PLAN DE TRABAJO:

equipo: BGIN055
Descripción: Terminal Area salida de pasajeros
Sub: BGS0006

Seleccionar Activo (s): 1
Cargar

ACTIVIDAD	T. ESTIMADA	RECURSOS	MATERIAL
CAMBIO DE EMPAQUETADURA DE LLAVE BAÑO HOMBRES	60 Min	ROCIERA	SIN MATERIAL

< Planificar>.Registro Correcto

Figura 13. Registro de la Orden de Trabajo en el Módulo

- **Capacitación tema 3. Registro de la Bitácora en SIMAORI:** con el objeto de dar cumplimiento a uno de los requisitos contractuales relacionados con los informes que debe proveer el software, y ya creado el instructivo, es fundamental capacitar al personal que debe llevar el registro en bitácora (Ver apéndice L). En la figura 31 se observa un ejemplo del registro que se debe hacer en SIMAORI.

The screenshot displays the SIMAORI *BITACORA* web application. The interface includes a search bar at the top, followed by a form for recording maintenance activities. The form fields are organized into sections: 'RUMERO HOJA BITACORA' (11-001-2018 20-43), 'AEROPUERTO' (SKBG), 'AREA TURNO' (Mantenimiento), 'USUARIO' (FERNANDO PINZON), and 'Prioridad' (Necesario). The 'DESCRIPCION' field contains the text: 'Se inspeccionaron las mallas de la zona perimetral. Se reemplazó lamina de cielo raso en la sala nacional. Se crearon las ordenes de trabajo del día 10'. Below the description is a table with columns for 'Fecha' (2018/10/11), 'Descripción', and 'Acción'. At the bottom, there is a status bar showing 'Registro: 1 de 1' and a 'Buscar' button. A footer message states: 'Si no encuentra el activo o infraestructura por favor reportarlo al Jefe de Mantenimiento'.

Figura 14. Ejemplo de registro en Bitácora

Evaluación de la capacitación: para medir la efectividad de la capacitación se aplicó una encuesta, la cual consta de dos partes, la primera evalúa el conocimiento adquirido y la segunda parte busca medir el nivel de satisfacción de los participantes (Ver apéndice W).

Encuesta parte I: esta parte consta de preguntas con única respuesta correcta.

Según los resultados obtenidos en la primera parte, se observa que los participantes adquirieron y entendieron los conceptos básicos para ejecutar los principales procedimientos en SIMAORI, ya que el 70% de las personas respondieron correctamente las preguntas, sin embargo, como se muestra en la figura 32, el 50% de los participantes dudan aún sobre cuáles son los activos críticos definidos por contrato de concesión.

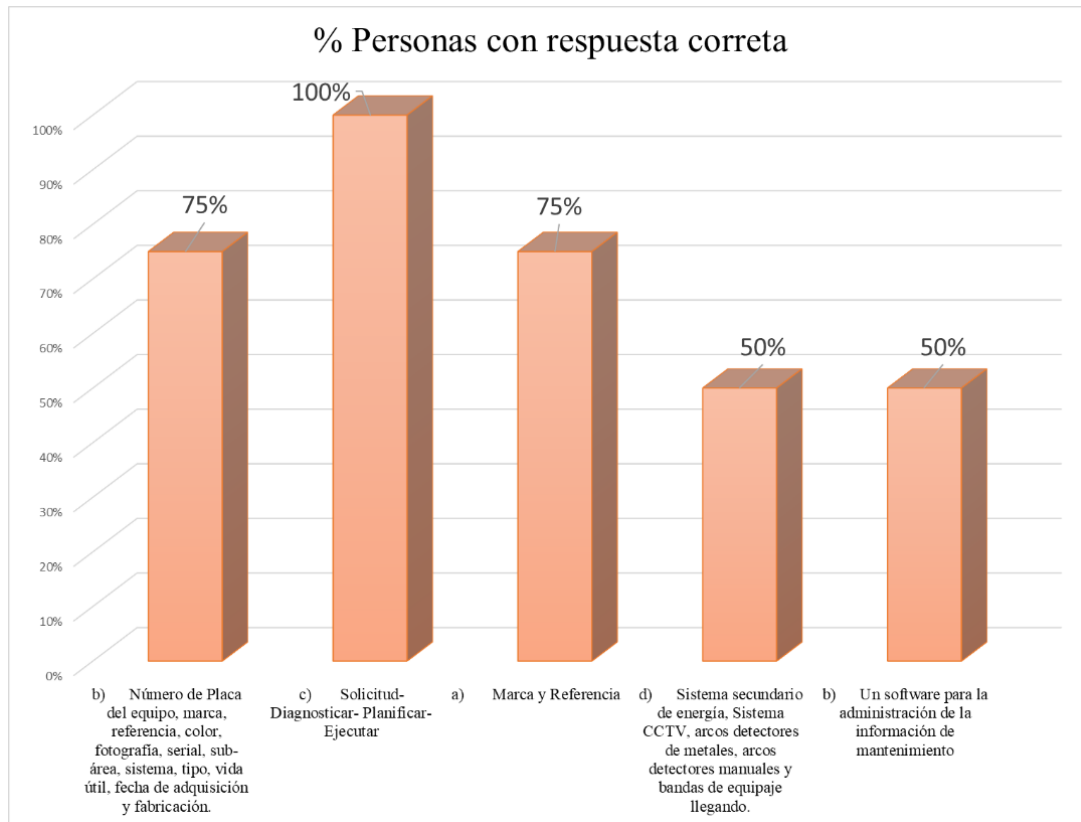


Figura 32. Porcentaje de personas que respondieron correctamente las preguntas de la Encuesta Parte I

Encuesta parte II: Las respuestas a este cuestionario, varían según la percepción de cada participante. Para medir el nivel de satisfacción fue necesario la asignación de valores a cada respuesta, donde los valores máximo y mínimo son de 22 y 5 respectivamente con la respuesta de

todos los participantes (Ver tablas 9 y 10). De los resultados se puede concluir que el nivel de satisfacción total de los participantes fue Medio con un puntaje de 12,4 (Ver tabla 11).

Se puede inferir de acuerdo con el puntaje de las preguntas 6 y 7 que los instructivos sí son una herramienta indispensable para el aprendizaje de cada participante, aunque según la respuesta de la pregunta 10, los participantes no se sienten satisfechos con la capacitación.

Tabla 9.

Valores para medir satisfacción de la capacitación

Sí la respuesta es:	Valor -Satisfacción	Sí la respuesta es:	Valor -Satisfacción
a)	5	a)	4
b)	4	b)	3
c)	3	c)	2
d)	2	d)	1
e)	1		

Tabla 10.

Rangos del nivel de satisfacción

Valor Satisfacción	Nivel de Satisfacción
Valores entre 16 y 22	Alta
Valores entre 11 y 15	Media
Valores entre 5 y 10	Baja

Tabla 11.

Resultados de la encuesta parte II. Satisfacción

# Pregunta	Valor Satisfacción	Nivel de Satisfacción
6	16	Alta
7	12	Media
8	15	Media
9	11	Media
10	8	Baja

8.3 Creación de Activos en SIMAORI

8.3.1 Problema que se pretende atender. Según el diagnóstico realizado, se evidencia actualmente que en SIMAORI no está el inventario actualizado con una diferencia de 577 activos y que, hasta el momento, Julio de 2018 los equipos de la ampliación que ya están en operación tampoco han sido creados en SIMAORI. Dicho lo anterior se hace necesario dar solución, ya que es un hallazgo encontrado y planteado por la interventoría interna, y de no dar solución se convertirá en una inconformidad por parte de la interventoría externa.

8.3.2 Objetivo de la Propuesta

- Actualizar el inventario en SIMAORI
- Eliminar los hallazgos de inconformidad.

8.3.3 Plan de Acción. Para lograr llevar a cabo esta propuesta, se debe resaltar el hecho de fue primordial actualizar el instructivo para crear y modificar activos en SIMAORI. Y en ese orden de ideas se lleva a cabo las siguientes acciones:

- Recolectar la información de los nuevos activos operados desde la ampliación
- Actualizar los nuevos activos

8.3.4 Desarrollo de la propuesta. La ejecución de la propuesta está directamente relacionada con los ítems anteriores, capacitación a operarios y creación de instructivos.

Para crear los activos inicialmente fue necesario recolectar la información pertinente como manuales y garantías, sin embargo, solo fue posible obtener la información de 20 equipos, ya que la empresa no contaba con más información.

Posteriormente se solicita a los operarios eléctricos la búsqueda de información básica de los equipos en campo, para ello se realizó una plantilla en Excel con la información básica necesaria para crear un activo en SIMAORI (Ver figura 17).

ID EQUIPO	PLACA	MARCA	COLOR	MODELO/ REFERENCIA	SUB-AREA	SISTEMA	SERIAL	FOTO

Figura 15. Plantilla básica para recolectar la información y crear activos

En el apéndice Y. se puede evidenciar la lista de los activos creados con su respectivo ID Activo generado automáticamente en SIMAORI. Se pudieron crear 97 activos de 118 enviados por el área de compras, los 21 faltantes no se crearon por escasos en la información. No obstante, estos activos pueden ser creados cuando se obtenga la información en campo.

La solución a esta situación generó un impacto de relevancia para el área de mantenimiento en Bucaramanga, ya que se logra dar por cerrada una notificación de la interventoría interna (Ver figura 34).

26/10/2018 Correo: yessica garavito - Outlook

FECHA DE CUMPLIMIENTO

Actualizar el inventario que maneja el área de compras para los activos de toda la Concesión (incluye los que se recibieron por parte de Aerocivil)

Analista de compras e inventarios

31/05/2018

Actualizar la matriz GM-T-02 (CONTROL DE LA PROPIEDAD DEL CLIENTE)

Coordinadora de mantenimiento

30/07/2018

De acuerdo al inventario que entregue el área de compras actualizar los activos en el SIMAORI incluyendo la hoja de vida de los activos.

Jefes de mantenimiento

Figura 16. Correo electrónico -Solicitud de actualización de inventario en SOMAORI

8.4 Interfaz del Sistema de Información SIMAORI.

8.4.1 Problema que se pretende atender. Considerando la propia experiencia de la autora y de la retroalimentación obtenida por parte de usuarios del sistema, el software SIMAORI es hoy por hoy una herramienta de difícil entendimiento. Se observa que el software no es intuitivo ni amigable, y las secuencias de los procedimientos no son claras gráficamente. Adicional a la problemática visual, las operaciones de programación y alimentación del software contribuyen a la confusión del usuario; tal es el caso, en la búsqueda de activos, que se hace tedioso si no se conoce puntualmente cómo y bajo qué nombre fue creado un activo; esto sugiere que la estructura del manejo de la información no es acertada.

Dado que la solución total a esta problemática corresponde a la re-programación del Software, y dicho objetivo excede el alcance de la autora, se pretende realizar el prototipo gráfico de una

propuesta, en la cual puedan observarse las posibles mejoras para aplicar a la interfaz actual, con el fin de hacer las secuencias más amigables e intuitivas y para ello se evaluará y analizará el módulo mantenimiento de otros softwares.

8.4.2 Objetivo de la Propuesta. Diseñar una propuesta de una nueva interfaz gráfica para la sección de órdenes de trabajo para el Software SIMAORI, que facilite el entendimiento al usuario.

8.4.3 Plan de Acción: para proceder con el plan de acción, se hace bajo las siguientes actividades:

- Revisar bibliografía, referente al diseño de una interfaz de usuario adecuada.
- Evaluar y analizar softwares para mantenimiento en el cual se pueda identificar oportunidades de mejora para el software SIMAORI.
- Identificar las principales falencias y necesidades de SIMAORI relacionadas a la interfaz durante el procedimiento del trámite de órdenes de trabajo.
- Desarrollar la interfaz gráfica más amigable para el usuario.
- Presentar propuesta de diseño a la empresa.

8.4.4 Desarrollo de la propuesta. El desarrollo de este ítem se da mediante 3 etapas, la primera contiene información teórica sobre la interfaz de usuario, necesaria para identificar aspectos de relevancia en otros softwares, la segunda etapa presenta los softwares a evaluar y analizar, y en la última etapa se muestra la propuesta para la interfaz de usuario.

8.4.4.1 Etapa I: Revisión bibliográfica. Revisión bibliográfica para diseño de Interfaz de usuarios.

Interfaz de Usuario: la interfaz de usuario permite que haya una interacción y experiencia entre el software y el usuario, de forma comprensible y fluida. En general puede entenderse que la interfaz es lo que ve el usuario en el sistema, cuyo principal objetivo es que los sistemas informáticos sean “usables” por los usuarios (Catalán Vega, s.f.).

La interfaz de usuario es una parte fundamental porque a través de la calidad, utilidad, usabilidad y aceptación de ésta, se puede garantizar el éxito de un software. En lo que respecta a mejorar la comunicación e interacción entre las personas y los sistemas de información, Marcos Catalán menciona, cómo las metáforas en las interfaces ofrecen al agente humano un concepto familiar.

Para diseñar metáforas útiles pueden seguirse los consejos de Carroll y Tomas

- Deben estar integradas con las tareas que tiene previsto realizar el sistema y con el modo de realizarlas.
- Deben tener un tono emocional adecuado.
- Deben extraerse de una realidad “física” coherente.
- Deben ser inequívocas en el entorno en el que se utilicen.
- Deben tener límites establecidos.
- Deben adaptarse tanto a las necesidades de usuarios inexpertos como las de usuarios más aventajados.
- Deben motivar al usuario a utilizar el sistema. (Catalán Vega, s.f.)

Lo anterior mencionado y de acuerdo con lo expuesto por Marcos Catalán, la interfaz debe estar diseñada en función del usuario.

Con el propósito de mejorar la interfaz de SIMAORI, y orientado específicamente a la estructura que se tiene para el trámite de OT's, se decide evaluar otros sistemas de información que permita conocer e identificar oportunidades de mejora.

8.4.4.2 Etapa II: Evaluación y análisis de softwares para mantenimiento. La información recopilada se adquiere a partir de proyectos de posgrados realizados por profesionales en el área de mantenimiento y las páginas oficiales del software donde se encuentran conceptos y criterios claros de referencia para mejorar la estructura gráfica de SIMAORI, para el trámite de órdenes de trabajo.

Objetivo: evaluar y analizar softwares para mantenimiento y recomendar los cambios en SIMAORI que mejor se ajusten a las necesidades de mantenimiento en ADO.

Criterios para evaluar: teniendo en cuenta que hay una dificultad en la interacción entre los usuarios y el software SIMAORI, para la propuesta de mejora se revisará la interfaz de softwares de mantenimiento considerando que las órdenes de trabajo son la herramienta principal de estos.

Presentación de softwares para mantenimiento: Se describirán los softwares que ofrecen ayuda para la gestión del mantenimiento y principalmente la forma gráfica en cómo se generan las órdenes de trabajo.

a) **SAP (Sistemas, aplicaciones y Productos para el procesamiento de datos):** La plataforma SAP es un software para la administración empresarial el cual abarca diferentes módulos que integran las diferentes áreas de la empresa (contabilidad, comercial, logística, mantenimiento, entre otras).

Mantenimiento de planta PM (Plant Maintenance): este es un módulo de la plataforma SAP, donde el principal objetivo es garantizar la disponibilidad de los equipos, costos y aseguramiento del personal, a través del registro de todas las actividades de mantenimiento, planificación, programación y ejecución. Con esta plataforma los departamentos de mantenimiento en las empresas pueden identificar, documentar y corregir las fallas y degradaciones de los activos, además de prevenir y predecir las fallas.

De acuerdo con lo expuesto por Ricardo Murcia en su tesis de posgrado, una de las principales ventajas del módulo SAP PM es que permite el mantenimiento de equipo individual e independiente, tales como vehículos, y permite también que otros tipos de equipos, tales como una línea de producción, que se componen de varias piezas de equipo interdependientes, puedan ser mantenidos como un “equipo funcional”, en lugar de una colección de componentes independientes. Además, el módulo SAP PM permite a las empresas crear información estructurada e integrarla con otras funciones. El módulo SAP PM señala automáticamente la ubicación exacta de un equipo y genera una orden de mantenimiento detallado. Las órdenes de trabajo pueden ser de forma interna o externa, si es interna es porque puede ser tratada por los empleados, y si es externa es porque puede ser tratada por otra empresa (mantenimiento tercerizado).

Miguel Romero en su tesis de posgrado define las principales partes que conforman una orden de mantenimiento de la siguiente manera, ver interfaz en la figura 35 y 36:

- Datos de cabecera: describe información básica como el responsable, fecha de iniciación a finalización de ejecución de la orden de mantenimiento, equipo, datos de avería, y la primera operación realizada una vez presentada una falla. Obligatorio diligenciamiento.
- Operación: contiene el listado de las actividades que deben llevar a cabo para la ejecución del mantenimiento. Describe el número de la operación, número de la sub-operación, puesto de trabajo del responsable de la maniobra, el centro responsable del manteniendo, clave de control que identifica si es un mantenimiento con mano de obra propia o de una empresa contratada, duración y cantidad de personas.
- Componentes: contiene el listado de materiales que serán utilizados en la realización del mantenimiento, además contiene el número de operación en el que será usado el material, el número del componente, la cantidad necesaria que se utilizará, la unidad de medida.
- Costos: es el resumen de los costos que tendrá la ejecución de la orden, mano de obra interna o externa, recargos y materiales. Hay costos planeados y reales.

Figura 17. Interfaz del módulo Órdenes de Trabajo. Adaptado de: Romero, Miguel. 2014. Modelo de implementación SAP-PM para unidades tipo OPV de la armada nacional.

Op.	S/O	Pto. Tipo	Ce.	Cl.	Cl. med	E.	T. br. operación	TE Trabajo	Un.	C.	Dur.	U.
0010	TALMOTIF A002	PM01					INSPECCION TECNICA DE RECEPCION		0,5H	1	0,5H	
0020	TALMOTIF A002	PM01					PRUEBA MAQUINA MOTOR		2H	1	2H	
0030	TALMOTIF A002	PM01					MEDICION RESISTENCIA/VOLTAJE INYECTORES		2H	1	2H	
0040	TALMOTIF A002	PM01					DESMONTE Y DESARME CABEZA DE POTENCIA		4H	1	4H	
0040 0010	TALMOTIF A002	PM01					desmorte cabeza de potencia					
0040 0020	TALMOTIF											
0040 0030	TALMOTIF											
0040 0040	TALMOTIF											
0040 0050	TALMOTIF											
0040 0060	TALMOTIF											

Pa.	Componente	Denomin.	TE Ctd. neces.	UM	T.	St.	Alm.	Cs.	Op.	S.
0040	1331471	ENGINE CABLE ASSY	1	C/U	1		ARRA A002	0079		
0010	1552381	CYLINDER & CRANKCASE ASSY	1	C/U	1		ARRA A002	0080		
0030	1552381	BOMBA COMBUSTIBLE	1	C/U	1		ARRA A002	0081		
0030	1552383	STARTER MOTOR ASSEMBLY	1	C/U	1		ARRA A002	0082		
0040	1517502	CYLINDER/CRANKCASE GASKET & SEAL KIT	1	C/U	1		ARRA A002	0083		
0190	1552388	KIT SELLO TRANSMISION EOP	1	C/U	1		ARRA A002	0083		
0050	1186684	LEVA ACCELERACION COMPLETA MOT EOP	1	C/U	1		ARRA A002	0084		
0040	1554571	RESORTELEVA ACCELERACION 175HP ET.	1	C/U	1		ARRA A002	0084		
0070	1552380	PISTON INTERNAL COMBUSTION ENG	1	C/U	1		ARRA A002	0085		
0080	1186480	ORIN...								
0110	1186888	ROD...								
0120	1532582	BEAF...								
0240	1446177	ROD...								
0100	1186388	BULC...								
0190	1518297	ANIL...								
0140	1491029	FIL TI...								
0190	1497295	BUIS...								
0140	1554581	EJE I...								

Grupo/Denomin.	Cst. Estim.	Cst. plan	Cst. reales	M.
Costes	0,00	12.366.668,22	12.669.478,80	C...
Costos Indirecto	0,00	8.700,00	0,00	C...
Mano de Obra	0,00	115.830,00	0,00	C...
Materiales y Repuestos	0,00	1.543.304,88	1.974.199,12	C...
	0,00	10.698.833,34	10.695.279,68	C...

Figura 18. Estructura del módulo Órdenes de Trabajo. Adaptado de: Miguel. 2014. Modelo de implementación SAP-PM para unidades tipo OPV de la armada nacional.

b) **Fractal:** Es una herramienta de mantenimiento que monitorea en tiempo real las condiciones de los equipos, la cual se puede integrar con todos los sistemas de la compañía.

Las órdenes de trabajo en Fractal son la fuente de datos relativos a las actividades desarrolladas por el personal de ejecución que permitirá evaluar la eficiencia de la actuación del mantenimiento y su implicación con costos.

En la figura 37 se podrán observar la interfaz y las 3 etapas de una orden de trabajo:

- **Proceso:** es la etapa del desarrollo de una tarea determinada.
- **Revisión:** consiste en un proceso de verificación de todos los aspectos de una tarea, si fueron cumplidos con totalidad.
- **Finalizado:** aquí las órdenes de trabajo pasan a modo histórico. Donde se calcularán índices económicos y financieros.

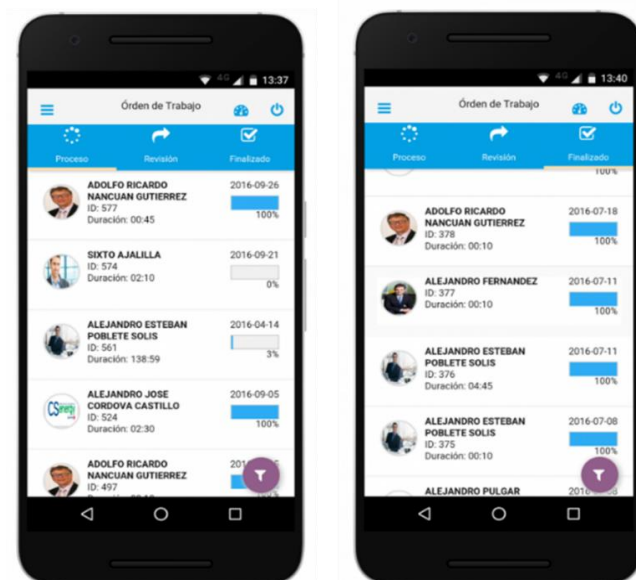


Figura 19. Interfaz inicial de una orden de trabajo en Fractal. Adaptado de: Página oficial de Fractal.

Algunos de los aspectos relevantes que se pueden detallar son:

- Cada usuario tiene un perfil en el software en el que se puede ver el progreso tanto de las órdenes de trabajo, como del trabajo de los técnicos.
- Interfaz amigable.
- Tiene filtros avanzados para la búsqueda de activos, órdenes de trabajo y tareas.
- Para registrar la información de una orden de trabajo se selecciona el ID de la orden y aparecen iconos separados y de fácil visualización y comprensión (Ver figura 38):

General: se registra las fechas de inicio y finalización de la tarea

Subtareas: se completa el paso a paso para llevar a cabo una tarea.

Recursos: se vinculan o eliminan aquellos recursos necesarios para llevar a cabo la tarea de la orden de trabajo, activo, recurso humano, servicio.

Archivo: se vincula o elimina aquellos adjuntos necesarios para llevar a cabo la tarea y soportarla.

c) **Máximo IBM:** Es una herramienta tecnológica que gestiona el ciclo de vida de los activos y controla el mantenimiento de estos. Contiene los siguientes módulos:

- Gestión de Activos: en este módulo se realiza el seguimiento al estado de los activos y se manejan los datos de ubicación.
- Gestión de contratos: se manejan los soportes de adquisición, garantías y contratos.
- Gestión de trabajo: en este módulo se registran todos los trabajos planeados y no planeados y se gestionan desde que se genera la solicitud hasta cerrarla.

- Gestión de inventario: permite conocer el inventario detallado y en tiempo real, implica datos de qué, quién, cuándo y cuánto.
- Gestión de aprovisionamiento: es un soporte para abastecer los requerimientos de la empresa, la cual controla desde que se genera una compra hasta la reposición.
- Gestión de servicios: establece y delimita la oferta y demanda de servicios haciendo acuerdos de nivel de servicios y controlando la eficiencia de estos.

El software IBM permite realizar las siguientes actividades:

- Rastrear el tiempo de inactividad de los activos a lo largo del ciclo de vida.
- Muestra las tendencias históricas proporcionando un puntaje general del estado o salud de los activos.
- Muestra en porcentaje los factores que contribuyen en el estado o salud de los activos, permitiendo identificar órdenes de trabajo que inmediatamente son enviadas a resolver antes de convertirse en una situación crítica.
- Permite al supervisor o líder asignar trabajos simplemente arrastrando y soltando una tarea.
- Utiliza una aplicación móvil, proporcionando así el registro en tiempo real por parte de los técnicos u operarios, además de la ubicación de ellos.
- Indica por medio de una alerta la disponibilidad de los técnicos u operarios.
- Deja observar el progreso diario.
- Cuando se genera un orden de trabajo, es posible visualizar los recursos existentes.
- Utiliza el diagrama de Gantt que facilita la visualización de la programación de tareas y recursos.

En la Figura 22, se observa la ventana para generar órdenes de trabajo en la plataforma Máximo IBM

Figura 20. Interfaz de la ventana Órdenes de trabajo en Máximo IBM.

d) **SIMAORI (Sistema de gestión de mantenimiento y aspectos ambientales de ADO):** es la plataforma actual que tiene ADO para realizar el trámite de órdenes de trabajo, la cual lleva una secuencia del flujo de información como se puede visualizar en la figura 40. Los sub-módulos de la figura 40 se encuentran en diferentes módulos de mantenimiento: en el módulo “Mantenimiento Líder”, se localiza el sub- módulo Diagnosticar, y en el módulo Jefe Mantenimiento se localiza los sub-módulos Planificar y Ejecutar.



Figura 21. Secuencia de sub-módulos del flujo de información cuando se genera una OT

Los pasos para desarrollar este procedimiento se pueden visualizar gráficamente en el instructivo GM-I-01 Generar Órdenes de Trabajo en Simaori (Ver Apéndice U).

Principales falencias en SIMAORI (Ordenes de Trabajo)

Visualmente:

- Poco contraste en campos importantes (no están lo suficientemente resaltados), como es el caso en las opciones: Nueva orden de trabajo, Seleccionar Activo, Editar la entidad responsable del mantenimiento.
- Poco orden y simetría en los campos de trabajo
- Bajo diseño gráfico (no existe representación metafórica de las tareas que se ejecutan en software)
- Demasiados campos en una sola ventana
- Iconos no correspondientes a sus acciones.

Información.

- Campos redundantes que podrían llenarse automáticamente se solicitan llenarlos manualmente, ejemplo: en el campo Área Funcional, quien atiende la incidencia siempre es el área de mantenimiento.
- Contiene información desactualizada, ejemplo: en la lista del campo <mano de obra> aparecen nombres de personal que nunca ha estado a cargo del mantenimiento, o que ya no pertenecen a la empresa.

- Existen campos e iconos que no se utilizan, ejemplo: el campo < Plan de Trabajo>, el icono <cargar> que se visualiza bajo la opción “seleccionar activo”
- Hay campos que podrían ser mediante cuadro combinado.
- Búsqueda de activos poco acertada ya que se encontró que los operarios no cargan las ordenes de trabajo al activo correcto.
- Inconsistencia en la interfaz, ya que los usuarios pueden emplear diferentes métodos para llegar a cabo la misma tarea.
- Existe información que realmente no puede ser seleccionada.

Sumado a lo mencionado anteriormente es importante resaltar el hecho de el software SIMAORI no tiene la capacidad de procesar la información registrada en la ordenes de trabajo, por tanto no proporciona indicadores de rendimiento y estado de los activos.

Comparación: se identificó que los softwares para mantenimiento ofrecen las siguientes ayudas y presentan las siguientes características (Ver tabla 12):

Tabla 12.

Características y ayudas de los softwares para mantenimiento Vs SIMAORI

Características y ayudas de los softwares para mantenimiento Vs SIMAORI	
Maximo IBM, SAP PM, Fracttal	SIMAORI
Las ordenes de trabajo son una herramienta fundamental para planear, ejecutar, controlar y verificar las actividades de mantenimiento	Las ordenes de trabajo son solo un documento para registrar el mantenimiento realizado
Existe un módulo exclusivamente para las ordenes de trabajo, con varias pestañas	Existen tres módulos para tramitar una orden de trabajo
Las Ordenes de trabajo son la herramienta de SAP PM para calcular los costes detallados de mantenimiento	Las ordenes de trabajo no es útil para calcular los costos de mantenimiento
Está definido los procedimientos para el ciclo de mantenimientos imprevistos y preventivos en el sistema	No existe un ciclo definido para mantenimiento imprevisto y preventivo, ni procedimientos.
Tiene actividades de mantenimiento predeterminadas.	Las únicas actividades de mantenimiento predeterminadas son aquellas de mantenimiento preventivo

Características y ayudas de los softwares para mantenimiento Vs SIMAORI	
Maximo IBM, SAP PM, Fracttal	SIMAORI
Las órdenes de trabajo son clasificadas (imprevistas, programadas y modificadas)	No existe ninguna clasificación en las órdenes de trabajo
La interfaz no es amigable, contiene muchos campos para registrar información.	La interfaz contiene menos campos de información, es más amigable
Hay mayor especificación en las partes que componen una orden de trabajo	No es clara la información que debe registrarse en cada parte de la orden de mantenimiento, ya que los tres módulos contienen los mismos campos.
No hay ventanas emergentes	Demasiadas ventanas emergentes para el registro de información

En la tabla 13 se muestran los criterios relacionados a la interfaz de usuario cuando se generan órdenes de trabajo en los diferentes softwares mencionados anteriormente; alerta e iconos en código de colores, flexibilidad para la corrección de errores, adaptabilidad y familiaridad.

Tabla 13.

Comparación de softwares de mantenimiento.

Comparación				
Interfaz de la gestión de Órdenes de Trabajo	SIMAORI	SAP PM	Máximo IBM	Fracttal
¿Maneja alertas e iconos en código de colores?	No	Si	Si	Si
¿Es flexible con los errores durante el uso del software?	Si	Si	Si	Si
¿Cualquier usuario se adapta fácil al software?	No	No	No	Si
¿Es familiar para el usuario?	No	No	Si	Si

Conclusiones: Una vez revisada la información respecto a las órdenes de trabajo en la plataforma SAP PM, Fracttal y Máximo IBM se pudo identificar ciertas características relevantes que influyen en la interfaz de usuario, la cual aportan al mejoramiento visual de SIMAORI.

Un aspecto relevante para tener en cuenta en el momento de diseñar la interfaz más adecuada en SIMAORI para el trámite de una orden de trabajo, es el cómo se da el procesamiento de la información registrada, la interfaz depende en parte de cuál es el paso a paso a ejecutar, ya que el procedimiento y la información para tramitar órdenes de trabajo puede variar de acuerdo con las

necesidades de la empresa o sector económico. Por otro lado, la definición de roles en esta tarea también juega un papel importante para diseñar la interfaz de usuario, ya que de acuerdo con este aspecto el flujo de información llegará ya sea a un puesto de trabajo u otro.

Las aplicaciones móviles son una herramienta familiar hoy día, la cual pueden facilitar el trabajo de registro de información y mejorar los tiempos de ejecución de tareas, como presenta la plataforma de Fracttal.

La plataforma Fracttal es la que mejor diseño de interfaz tiene, ya que es amigable, intuitiva, flexible con los errores, además de minimalista.

Los datos con que se alimentan las órdenes de trabajo pueden ser de utilidad para otros departamentos si la plataforma usada está integrada de forma global.

8.4.4.3 Etapa IV: Propuesta de Interfaz. La propuesta de interfaz está orientada exclusivamente a aquello que el usuario ve en SIMAORI, cuando está tramitando una orden de trabajo. Inicialmente se definirá el alcance de la propuesta, y los aspectos relevantes para diseñar la interfaz, posteriormente se presenta la propuesta.

En la interfaz propuesta se contempla lo siguiente:

- Se contempla únicamente el procedimiento ejecutado por el rol del jefe de mantenimiento y operadores, pero sin ningún costo.

- Se muestra cómo debería ser la ventana de inicio para el rol del jefe de mantenimiento, teniendo en cuenta que solo módulos que actualmente se ejecutan.
- Se plantea una nueva forma de hacer la búsqueda de activos.
- Se organiza la información de cada ventana de forma simétrica
- Se organizaron los campos de información de tal manera que cada etapa del procedimiento contenga sólo lo que puede ejecutarse en ella, garantizando consistencia en la interfaz.
- El área funcional se establece en un cuadro de texto y no combinado
- Se eliminan los campos que no son utilizados.

Para las mejoras del diseño en el sistema de información se plantea:

- La implementación de los colores naranja y blanco como patrones de diseño
- La implementación de métodos de alineación para las etiquetas y cuadros de texto que se encuentren en forma de columna
- Diseños minimalistas en la forma de cajas de texto y botones.

Los elementos de diseño permiten visualizar mejor los datos y tener la información más clara y ordenada, así como brindar un escenario menos caótico para el usuario del sistema.

En siguientes figuras se presenta el concepto gráfico y básico que contiene la propuesta.

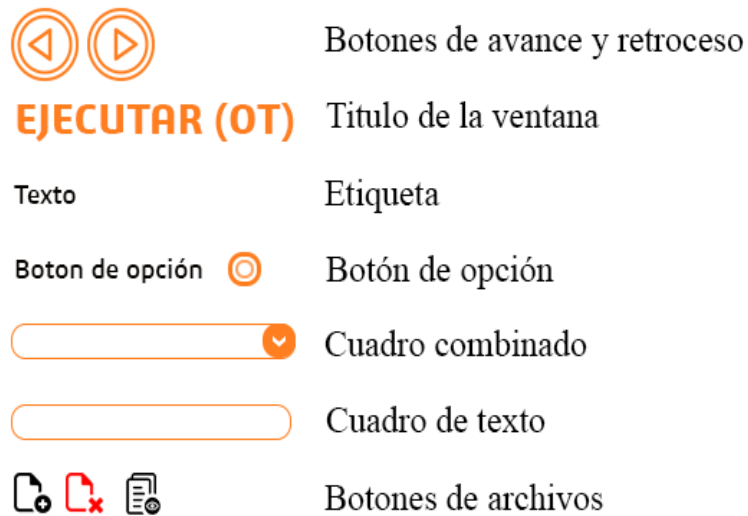


Figura 22. Propuesta de principales iconos

En las figuras 24 y 25 se muestra una propuesta más gráfica y sencilla del ingreso de sesión y menú con los módulos que realmente son ejecutados por mantenimiento en la base Bucaramanga.



Figura 23. Propuesta ingreso de sesión

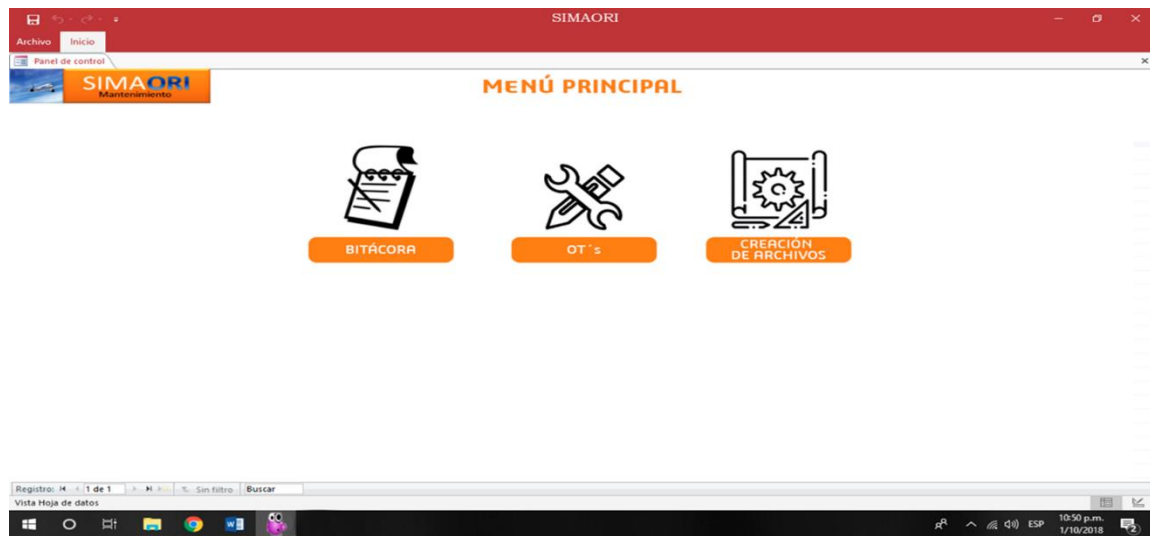


Figura 24. Propuesta de la interfaz con el menú principal

La propuesta gráfica de la figura 43, orientada a las órdenes de trabajo, busca que el usuario comprenda a primera vista el flujo de información que se le da a una orden de trabajo.



Figura 25. Propuesta de Interfaz de módulo órdenes de trabajo

Para mejorar la interfaz de los sub-módulos “Solicitar, Diagnosticar, Planear y Ejecutar” (ver figuras 44, 45, 46, 47 y 48), se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

- Eliminar campos que nunca son usados.
- Cambiar campos combinados por campos de texto en los casos que la opción seleccionada siempre es la misma.
- Eliminar iconos no utilizados.
- Agregar pestañas de “Solicitar, Diagnosticar, Planificar y Ejecutar”
- Se especificaron fechas de acuerdo a los sub-módulos
- En cada sub-módulo, sólo aparecen los campos correspondientes a diligenciar.

The screenshot displays the 'SOLICITUD (OT)' form within the SIMAORI application. The form is designed for data entry and includes the following elements:

- Header:** A red bar at the top with the SIMAORI logo and a toolbar containing icons for file operations (Ver, Cortar, Pegar, Copiar, Copiar formato), filtering (Filtro, Ascendente, Descendente, Avanzadas, Ordenar y filtrar), and other functions (Actualizar todo, Guardar, Eliminar, Nuevos, Totales, Reemplazar, Buscar, Seleccionar).
- Form Fields:**
 - Left Column:**
 - N° de Solicitud (text input)
 - Fecha de Solicitud (text input)
 - Turno (dropdown menu)
 - Área funcional (dropdown menu, currently set to 'Mantenimiento')
 - Incidencia (dropdown menu)
 - Descripción (large text area)
 - Right Column:**
 - Aeropuerto (dropdown menu)
 - Ingresada por (text input)
 - Ubicación física (dropdown menu)
 - Medio reporte (dropdown menu)
 - Prioridad (dropdown menu)
 - Action:** An 'Acción' dropdown menu.
- Footer:** A status bar at the bottom showing 'Registro: 1 de 1', 'Vista Hoja de datos', and the date '1/10/2018'.

Figura 26. Propuesta de interfaz de la ventana Solicitar

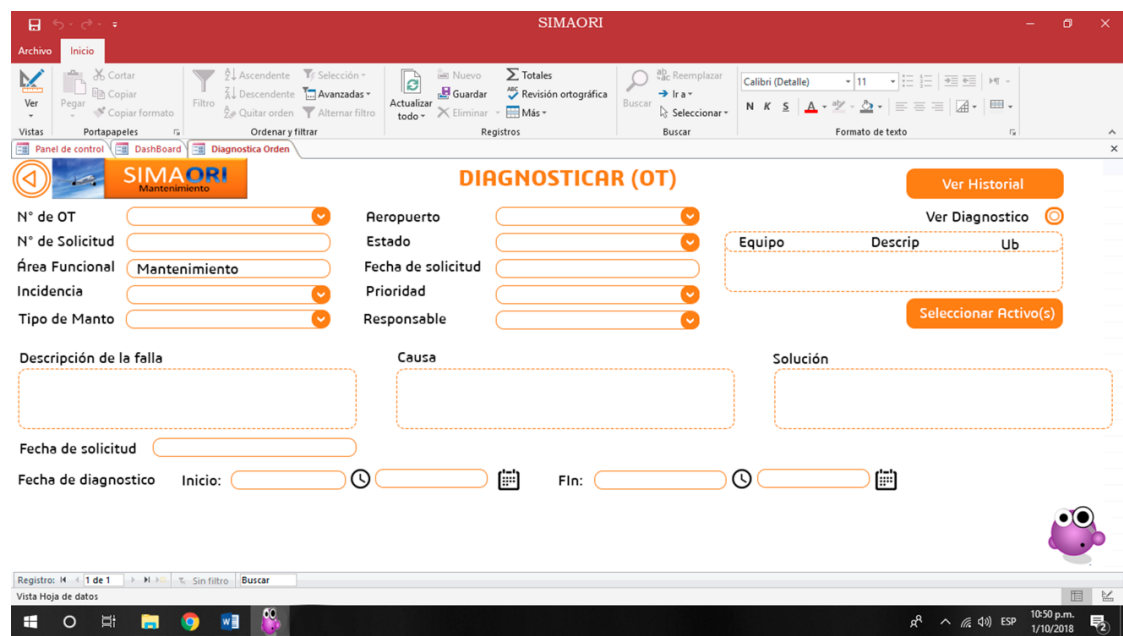


Figura 27. Propuesta de interfaz de la ventana Diagnosticar

En la figura 46 se presenta la propuesta de interfaz para la búsqueda de activos. Una búsqueda básica, sencilla y efectiva, para que facilite la fluidez entre usuario-software.

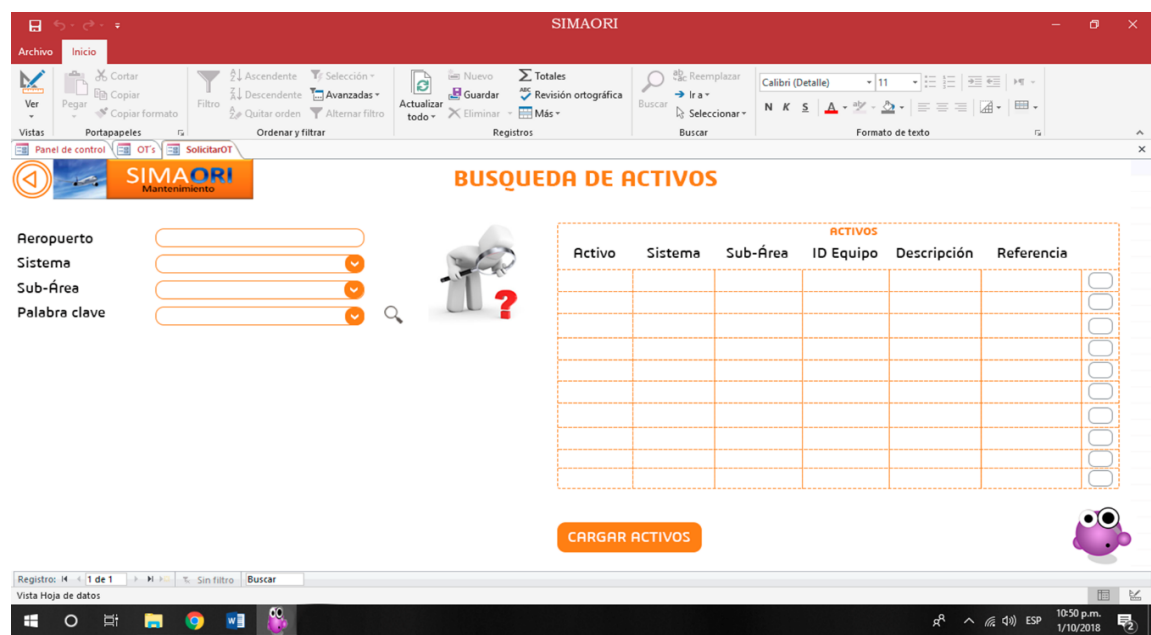


Figura 28. Propuesta de interfaz para buscar activos en SIMAORI.

Adicional a lo que se puede observar en la figura 9, se propone que para seleccionar las herramientas y los materiales pueda escogerse más de una opción y se elimine la estructura actual de agrupamiento (Ver figura 47).

La imagen muestra una captura de pantalla de la interfaz de usuario de SIMAORI, específicamente la ventana 'PLANIFICAR (OT)'. La interfaz tiene un encabezado rojo con el logo de SIMAORI y el título 'PLANIFICAR (OT)'. A la izquierda, hay un menú con 'Inicio' y 'Ejecutar Orden'. El formulario principal contiene varios campos de entrada y botones:

- Campos de entrada:** N° de OT, N° de Solicitud, Área Funcional (predefinido como 'Mantenimiento'), Incidencia, Tipo de Manto, Aeropuerto, Estado, Fecha de solicitud, Prioridad, Responsable, Duración, Herramientas, y Materiales.
- Botones:** 'Ver Historial', 'Ver Diagnostico', 'Seleccionar Activo(s)', 'Inicio', 'Ejecutar Orden', 'Guardar', 'Imprimir', 'Ver', 'Editar', 'Eliminar', 'Agregar', 'Actualizar', 'Cancelar', 'Aceptar', 'Volver', 'Salir', 'Ayuda', 'Configuración', 'Notificaciones', 'Perfil de Usuario', 'Cerrar Sesión', 'Reiniciar', 'Reservar', 'Cancelar Reserva', 'Confirmar Reserva', 'Cancelar Confirmación', 'Confirmar Confirmación', 'Cancelar Cancelación', 'Confirmar Cancelación', 'Cancelar Eliminación', 'Confirmar Eliminación', 'Cancelar Actualización', 'Confirmar Actualización', 'Cancelar Actualización', 'Confirmar Actualización', 'Cancelar Actualización', 'Confirmar Actualización'.
- Tabla:** Una tabla con 5 columnas: 'N°', 'Actividad', 'Duración', 'Herramientas', y 'Materiales'.
- Formulario de costos:** Campos para 'Costos: Mano de obra', 'Materiales', y 'Recursos'.
- Formulario de fechas:** Campos para 'Fecha de solicitud', 'Fecha de diagnostico', 'Inicio', y 'Fin'.
- Barra de herramientas:** Iconos para 'Guardar', 'Imprimir', 'Ver', 'Editar', 'Eliminar', 'Agregar', 'Actualizar', 'Cancelar', 'Aceptar', 'Volver', 'Salir', 'Ayuda', 'Configuración', 'Notificaciones', 'Perfil de Usuario', 'Cerrar Sesión', 'Reiniciar', 'Reservar', 'Cancelar Reserva', 'Confirmar Reserva', 'Cancelar Confirmación', 'Confirmar Confirmación', 'Cancelar Cancelación', 'Confirmar Cancelación', 'Cancelar Eliminación', 'Confirmar Eliminación', 'Cancelar Actualización', 'Confirmar Actualización', 'Cancelar Actualización', 'Confirmar Actualización', 'Cancelar Actualización', 'Confirmar Actualización'.
- Barra de estado:** Muestra 'Registro: 1 de 1', 'Sin filtro', 'Buscar', y la fecha '10:50 p.m. 1/10/2018'.

Figura 29. Propuesta de Interfaz para la ventana Planificar

La imagen muestra una captura de pantalla de la interfaz de usuario de SIMAORI, específicamente la ventana 'EJECUTAR (OT)'. La interfaz tiene un encabezado rojo con el logo de SIMAORI y el título 'EJECUTAR (OT)'. A la izquierda, hay un menú con 'Inicio' y 'Ejecutar Orden'. El formulario principal contiene varios campos de entrada y botones:

- Campos de entrada:** N° de OT, N° de Solicitud, Área Funcional (predefinido como 'Mantenimiento'), Incidencia, Tipo de Manto, Aeropuerto, Estado, Fecha de solicitud, Prioridad, Responsable, Duración, Herramientas, y Materiales.
- Botones:** 'Ver Historial', 'Ver Diagnostico', 'Seleccionar Activo(s)', 'Inicio', 'Ejecutar Orden', 'Guardar', 'Imprimir', 'Ver', 'Editar', 'Eliminar', 'Agregar', 'Actualizar', 'Cancelar', 'Aceptar', 'Volver', 'Salir', 'Ayuda', 'Configuración', 'Notificaciones', 'Perfil de Usuario', 'Cerrar Sesión', 'Reiniciar', 'Reservar', 'Cancelar Reserva', 'Confirmar Reserva', 'Cancelar Confirmación', 'Confirmar Confirmación', 'Cancelar Cancelación', 'Confirmar Cancelación', 'Cancelar Eliminación', 'Confirmar Eliminación', 'Cancelar Actualización', 'Confirmar Actualización', 'Cancelar Actualización', 'Confirmar Actualización', 'Cancelar Actualización', 'Confirmar Actualización'.
- Formulario de costos:** Campos para 'Costos: Mano de obra', 'Materiales', y 'Recursos'.
- Formulario de fechas:** Campos para 'Fecha de solicitud', 'Fecha de diagnostico', 'Inicio', y 'Fin'.
- Formulario de evidencias:** Campos para 'Mano de obra' y 'Evidencias'.
- Formulario de acciones:** Campos para 'Historial de acciones', 'Solicitud', 'Diagnostico', 'Planificación', y 'Ejecución'.
- Barra de herramientas:** Iconos para 'Guardar', 'Imprimir', 'Ver', 'Editar', 'Eliminar', 'Agregar', 'Actualizar', 'Cancelar', 'Aceptar', 'Volver', 'Salir', 'Ayuda', 'Configuración', 'Notificaciones', 'Perfil de Usuario', 'Cerrar Sesión', 'Reiniciar', 'Reservar', 'Cancelar Reserva', 'Confirmar Reserva', 'Cancelar Confirmación', 'Confirmar Confirmación', 'Cancelar Cancelación', 'Confirmar Cancelación', 'Cancelar Eliminación', 'Confirmar Eliminación', 'Cancelar Actualización', 'Confirmar Actualización', 'Cancelar Actualización', 'Confirmar Actualización', 'Cancelar Actualización', 'Confirmar Actualización'.
- Barra de estado:** Muestra 'Registro: 1 de 1', 'Sin filtro', 'Buscar', y la fecha '10:50 p.m. 1/10/2018'.

Figura 30. Propuesta de interfaz de la ventana Ejecutar

8.5 Indicadores de Disponibilidad de Activos Críticos.

8.5.1 Problema que se pretende atender. Las actividades de mantenimiento relacionadas con la gestión de activos debe ser medida y evaluada para determinar si los resultados de dicho departamento corresponden a lo esperado, garantizando la calidad y continuidad del servicio prestado. En este orden de ideas, es de vital importancia que un buen Sistema de Gestión de la Información, brinde información relevante para la gestión de las actividades y la toma de decisiones representada en Indicadores de Gestión de Mantenimiento, como lo son el indicador de disponibilidad y de confiabilidad. Teniendo en cuenta el diagnóstico inicial y las observaciones realizadas por la autora, se concluye que, la metodología y los tipos de datos recopilados para el cálculo de dichos indicadores no son los adecuados. Esta afirmación se da con base a lo siguiente:

- Tal como se describió en las secciones 8.1.4.4 y 8.1.4.5, el Sistema de Información tiene como requisitos la generación de reportes trimestrales del estado general de los elementos (equipos) de acuerdo con el conjunto de datos de referencia. De lo anterior se deduce, que el software debe tener la capacidad para brindar reportes de forma automática como resultado de la información alimentada en el sistema. Dichos reportes, estarían constituidos principalmente por los indicadores de Confiabilidad y Disponibilidad, y deberían ser suministrados con los datos en tiempo real. Por el contrario, en la realidad, estos informes y/o cálculo de indicadores se realiza de forma manual, tal como se evidencia en el Apéndice K “Indicadores de disponibilidad de activos críticos”.
- Se observa que no se tienen en cuenta las horas reales de operación de los equipos, lo que representa malas prácticas en la metodología de recolección de datos y alimentación del

Sistema de Información. Asimismo, la mayoría de los registros de tiempo no se realizan en el mismo momento de la actividad de mantenimiento, sino que se toman de los reportes elaborados anteriormente. Esto ocasiona que los datos con los cuales se pretenden calcular los indicadores no sean fiables y no correspondan a información en tiempo real.

- Considerando que los activos críticos están conformados por varios elementos/componentes y que una falla en uno de ellos no implica la parada del activo global, se evidencia que la forma en que está diseñado el archivo de Excel ocasiona que el registro de dicha falla se identifique como una falla total del activo y no de un componente específico. Dado que la falla parcial (es decir, la falla de un componente de un activo crítico) no implica necesariamente que el activo suspenda su tiempo de servicio, dicho registro puede ocasionar distorsión en la medición y consiga un cálculo erróneo sobre los indicadores (Ver Apéndice K).

8.5.2 Objetivo de la Propuesta

- Diseñar una ficha técnica de indicadores de disponibilidad que permita observar el valor de dicho indicador para cada uno de los activos críticos.
- Proporcionar a la empresa el paso a paso de las acciones a realizar en el actual sistema de información para poder realizar el cálculo del indicador mediante los datos que se obtienen en los actuales formatos de Órdenes de Trabajo de las actividades de mantenimiento.

8.5.3 Plan de Acción: las siguientes acciones son las que se llevarán a cabo para la ejecución de la propuesta:

- Definir claramente cada uno de los activos críticos.
- Determinar la metodología para la recolección de información.
- Fijar los indicadores de disponibilidad y fiabilidad, y su forma de representación (Ej. Hoja de Vida del Indicador)
- Presentar la propuesta de mejoramiento de indicadores de disponibilidad a la empresa.
- Implementar los indicadores a cada uno de los activos críticos.

8.5.4 Desarrollo de la propuesta. Teniendo en cuenta el Plan de Acción planteado, es importante resaltar que la identificación de activos críticos y su requisito de disponibilidad se encuentra en el Apéndice J. La definición de los principales riesgos de fallas de acuerdo con los activos críticos es un paso realizado al momento de establecer las rutinas de mantenimiento para cada activo crítico. Teniendo en cuenta que en el Programa o Plan de Mantenimiento ya está definido y normalizado el cálculo de los indicadores sobre equipos completos y componentes parciales, se evalúa acorde a los campos que interactúen según la programación realizada en el Sistema de Información.

Para obtener el indicador de disponibilidad son necesarios dos datos en función del tiempo: tiempo total de uso del equipo y tiempo total de paradas por mantenimiento. El indicador de disponibilidad es calculando mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Disponibilidad de equipos} = \frac{\text{Horas totales de uso} - \text{Horas para por mantenimeinto}}{\text{Horas totales de uso}}$$

Para el cálculo de este indicador, es necesario definir la forma de obtención de los datos vinculados en su definición. El tiempo total de uso del equipo (Horas Totales) depende de cada

uno de los equipos. Para aquellos equipos que trabajan de forma continua, tales como ascensores, sistema de vigilancia, sistemas FIDS/BIDS y CCTV se obtiene este tiempo del registro diario de hora de apertura y hora de cierre del aeropuerto. Asimismo, el tiempo total de uso de los equipos para aquellos que son de uso esporádico como los puentes de abordaje y las bandas de equipaje, se obtiene de las horas registradas de funcionamiento y utilización del equipo por cada aerolínea.

Para obtener el dato de (Horas parada por mantenimiento) se deben realizar modificaciones a las tablas, consultas y formularios que contiene el aplicativo Access (SIMAORI). Considerando las modificaciones propuestas a la interfaz gráfica del programa, se consideran necesarios los cambios de los campos tal como se observan en la siguiente figura y como se exponen a continuación (Figura 49):

The screenshot displays the SIMAORI application window with the title bar 'SIMAORI'. The interface includes a menu bar with 'Archivo', 'Inicio', 'Panel de control', 'DashBoard', and 'Ejecutar Orden'. The main content area is titled 'EJECUTAR (OT)' and contains several input fields and buttons. A red box highlights the 'Ejecutado' field and the 'Mto realizado durante uso' button, with the text 'Tiempo Real de mantenimiento' written below it.

Fields and buttons visible in the form:

- Ver Historial** (button)
- N° de OT** (dropdown)
- N° de Solicitud** (dropdown)
- Área Funcional** (dropdown)
- Incidencia** (dropdown)
- Tipo de Manto** (dropdown)
- Costo:** (text input)
- Aeropuerto** (dropdown)
- Estado** (dropdown)
- Fecha** (calendar icon)
- Prioridad** (dropdown)
- Plan de trabajo** (dropdown)
- Tramite** (dropdown)
- Ver Diagnostico** (button)
- Equipo** (text input)
- Descrip** (text input)
- Ub** (text input)
- Selecccionar Activo(s)** (button)
- CARGAR** (button)
- Inicio:** (calendar icon)
- Fin:** (calendar icon)
- Mano de obra** (table with dropdown arrow)
- Evidencias** (table with icons)
- Historial de acciones:**
 - Planificado
 - Programado
 - Aprobado
 - Ejecutado** (highlighted)
- Mto realizado durante uso** (button)

Figura 31. Propuesta de registro de fechas, para generar los indicadores de cada equipo

Con la modificación del formulario ejecutar (OT), mediante la incorporación de un botón de opción, se pueden identificar las ordenes de trabajo que se realizaron en el tiempo en el que el equipo se encontraba en uso o debió de estar disponible, y con el correcto diligenciamiento del formulario en el campo de tiempo de ejecución, es posible obtener los tiempos de paradas por mantenimiento no programado y de esta forma calculará además del indicador de disponibilidad, el indicador de fiabilidad así:

$$Fiabilidad = \frac{Horas\ Totales - Horas\ parada\ por\ mantenimiento\ no\ programado}{Horas\ Totales}$$

El cálculo del dato “horas parada por mantenimiento no programado” se obtiene mediante la creación de una consulta en Microsoft Access en la cual se calcule el tiempo de mantenimiento mediante la diferencia entre tiempo final menos tiempo inicial de mantenimiento para cada equipo en específico y luego en el formulario se realiza la suma de todos los tiempos de mantenimiento obteniendo así el tiempo total de mantenimiento

Gracias al botón de opción y el elemento booleano asignado a este, se pueden identificar los tiempos de mantenimiento que se realizaron cuando el equipo debió de estar en uso y los que no, de esta manera mediante una consulta de Access se realiza el filtro de órdenes que se realizaron cuando el equipo debió de estar en uso y sumando el tiempo de mantenimiento de cada orden de trabajo se puede obtener el tiempo de paradas no programadas con las cuales se puede calcular la fiabilidad del equipo.

En el Apéndice K, se observa el actual modelo de Hoja de Vida de los indicadores, el cual se estaba llevando de forma manual. Con las propuestas realizadas para la obtención de datos y forma

de cálculo, se propone que el Sistema de Información realice el informe de Hoja de Vida de los indicadores de cada activo crítico tal como se evidencia en la figura 50.

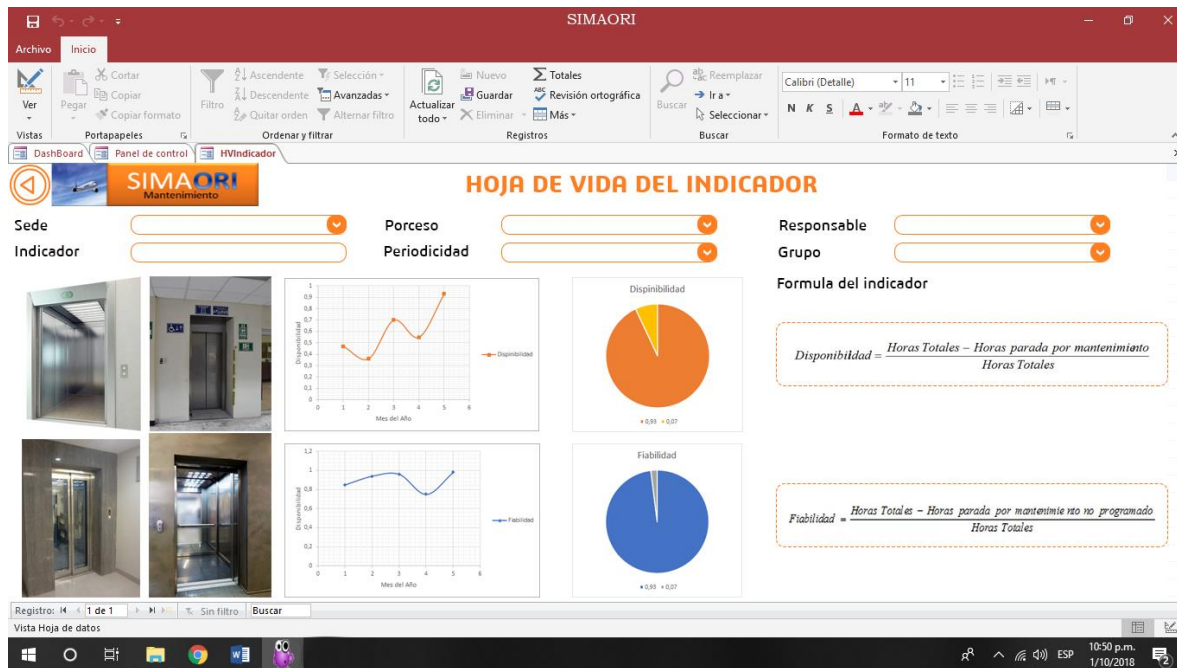


Figura 32. Propuesta hoja de vida de cada equipo en SIMAORI

8.5.4.1 Diagrama de flujo para cálculo de indicadores. Considerando la explicación realizada anteriormente para la obtención, almacenamiento, cálculo y salida de la información correspondiente a indicadores, se presenta en la siguiente figura un diagrama de flujo en el cual se aprecia la propuesta de arquitectura de software para la automatización del cálculo de dichos indicadores. Con la incorporación de este fragmento de lógica en el software actual, la adición de los campos necesarios a la base de datos principal del aplicativo ACCESS y los filtros correspondientes al conjunto de datos por evaluar, es posible obtener los reportes trimestrales del estado de los equipos por aeropuerto, así como los reportes trimestrales del estado por tipos de equipos de todos los aeropuertos (Ver figura 51).

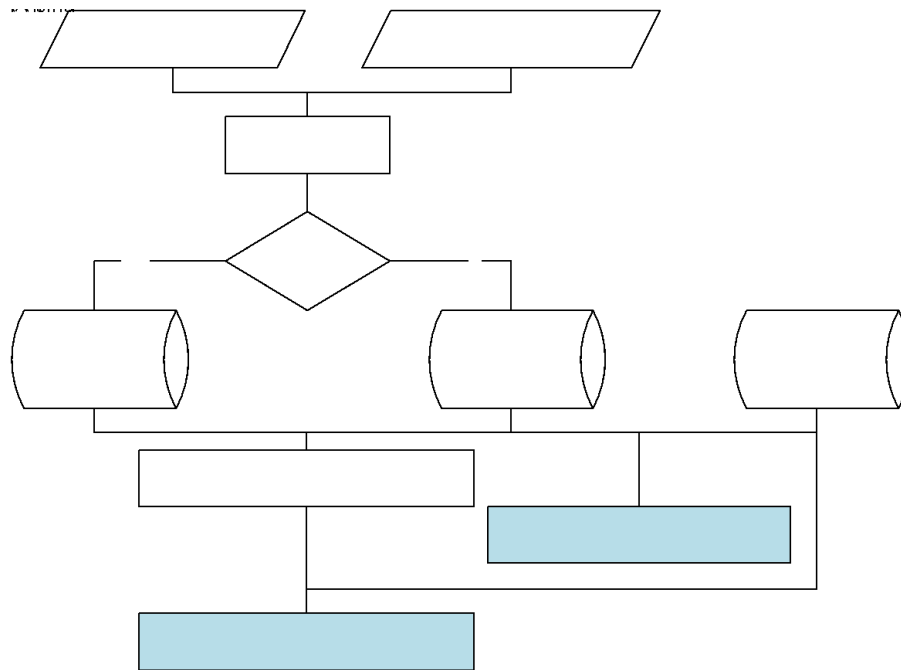


Figura 33. Flujograma para habilitar la opción del indicador de disponibilidad

En este orden de ideas, la lista de actividades para realizar la actualización del sistema es:

- Agregar una columna con Nombre de campo “Grupos” en la tabla que contiene el historial de acciones.
- Agregar una columna con Nombre de campo “MtoUso” y Tipo de dato “Sí/No”, A la tabla que contiene el historial de acciones, en donde el sí indicará que el mantenimiento se realizó durante el tiempo que el equipo debió de estar en uso.
- Agregar una columna Nombre de campo “HTM” con Tipo de datos Calculado cuyo cálculo sea la resta entre el campo de fin de mantenimiento y el campo inicio de mantenimiento.
- Crear una consulta con nombre “ConsMtoNoPro” de la tabla que contiene el historial de acciones en donde se tomen las columnas de ID del equipo y la columna “HTM” cuyos datos se filtren del campo MtoUso anteriormente creado por los que solo tengan el valor de “Sí”.
- Crear un formulario con nombre “HVIndicadores” que contenga los siguientes controles:

Un cuadro de texto oculto en cuyo campo orígenes de control se obtenga la suma de los campos “HTM” de la consulta “ConsMtoNoPro” (el valor contenido en este cuadro de texto oculto corresponderá al valor de horas de mantenimiento no programado).

- Un cuadro de texto oculto en cuyo campo orígenes de control se obtenga la suma de los campos “HTM” de la tabla que contiene el historial de acciones” (el valor contenido en este cuadro de texto oculto corresponderá al valor de horas de mantenimiento total).
- Un cuadro combinado que permita hacer el filtro por grupo de equipos mediante la columna “Grupos”.
- Los cuadros de texto servirán como base para crear las gráficas.

9. Conclusiones

Durante el diagnóstico realizado, la construcción de 3 diagramas de flujo para los principales procedimientos que influyen en la gestión de información de activos fue de vital importancia para conocer y tener una visión más clara de cómo se están llevando a cabo los procedimientos; pero más allá, de ser una estrategia para el diagnóstico, la construcción de los diagramas de flujo para compras, selección de proveedores y trámite de órdenes de trabajo, implican ahora un soporte que evidencia con mayor claridad los procedimientos, la cual no solo será utilidad para la base Bucaramanga, sino también para los otros 5 aeropuertos que son administrados por la empresa y por supuesto para el corporativo en Bogotá, quienes son los encargados de la toma de decisiones.

En ese orden de ideas la creación de 3 instructivos y la actualización de uno, también implican un impacto global, ahora son una herramienta indispensable y de utilidad para todas las bases

Por medio de la revisión de requisitos legales relacionados a aquello que debe proveer el sistema de información para mantenimiento, se pudo orientar mejor las propuestas de mejora, ya que están enfocadas en acciones inmediatas de fácil ejecución por parte de la empresa para prevenir cualquier reporte de inconformidad de la interventoría. La ejecución de las propuestas del ítem 8.1. Implicaría una solución en un 100% del incumplimiento de requisitos.

La capacitación realizada, mostró una efectividad alta en cuanto al conocimiento que adquirieron los participantes, pues el 70% de ellos respondieron correctamente las preguntas de conocimiento adquirido y aprobaron la efectividad de los instructivos creados con valores de 16 y 15 unidades, sin embargo, el nivel de satisfacción tuvo un nivel bajo con un valor total de 8 unidades, debido a que no fue posible invertir el tiempo correcto para las capacitaciones, ya que los espacios de 6 pm a 8 pm que se planearon, solo era posible si los operarios no tenían trabajos por realizar. Por otro lado, no se logró un nivel de conciencia necesario para que los participantes siguieran ejecutando las órdenes de trabajo de forma correcta y registrando la bitácora en el sistema, esto se demuestra en el hecho de que después de la capacitación, en los diálogos con los operarios afirmaban que, si no les exigían realizar los procedimientos correctamente, ellos no lo harían.

En cuanto a la actualización del inventario en SIMAORI, se presentan dos casos: el primero es que los 577 activos faltantes en SIMAORI no se actualizaron debido a que se desconoce cuáles

son, y la única persona que podría identificar aquellos es el Jefe de mantenimiento, pues la definición, descripción e información bajo la cual han sido creados los activos, no son claros y coherentes.

Y por otro lado se logró actualizar el 82% de los nuevos activos recibidos por la concesión durante el proyecto de ampliación, el 18% faltante de los activos no fue creado por escasa información. Cabe resaltar que la actualización de estos equipos genera un impacto positivo no solo en el cumplimiento de requisitos, sino también en cuanto al conocimiento que queda soportado en ADO, ya que antes no había claridad de quien los creaba y como lo hacían, ahora ya saben que información básica se requiere para crear un activo correctamente y cuál es el proceso a seguir antes del registro en SIMAORI; además con la nueva estructura de 8 áreas y 266 sub-áreas que se hizo antes de actualizar los nuevos activos, es posible la fácil ubicación de equipos cuando se requiera seleccionar para generar una orden de trabajo.

No obstante, se evidencia la necesidad de garantizar el inventario actualizado en tiempo real, ya que siempre que haya desactualización, implicará una inconformidad por parte de la interventoría interna y en un caso más crítico por parte de la interventoría externa.

La evaluación que se realizó a otro sistema de información para gestionar el mantenimiento estuvo enfocada en el mejoramiento de la interfaz del software durante el procedimiento de órdenes de trabajo, y se encontró que se puede mejorar el aspecto visual, teniendo en cuenta lo que se espera obtener del software y lo que requiere puntualmente el personal a cargo.

A partir de aquellas actividades que sí son ejecutadas por mantenimiento en la base Bucaramanga la propuesta de interfaz inicia con la modificación del menú principal, en el que se propone aparezcan 3 módulos (Registro de Bitácora, OT's y Creación de activos), esto implica la eliminación de las dos ventanas de acceso que comprende 3 módulos de los cuales sólo se utiliza 1 y 15 sub-módulos de los cuales solo 5 son utilizados.

Adicional se crea una ventana emergente donde se observa gráficamente el ciclo de las órdenes de trabajo (solicitar- diagnosticar- planear- ejecutar).

Por otro lado, en la ventana “Solicitar” se modificaron 3 elementos y se eliminaron 4 innecesarios. En la ventana “Diagnosticar” se modificaron 6 elementos y se eliminaron 3. En “Planificar” se modificaron 4 y se eliminó 1 y en la ventana “Ejecutar” se modifica un elemento.

Finalmente se propone la eliminación de las 4 ventanas emergentes que aparecen cuando se requiere buscar un activo y replantear una sola ventana que permita hacer un filtro más efectivo, con 2 nuevos campos “Sub-áreas y Palabra clave”. La ejecución de la propuesta mejoraría la relación entre operarios y sistema.

10. Recomendaciones

Durante el desarrollo del presente proyecto, se identificaron ciertas características que benefician al proceso de gestión de información en mantenimiento, por lo cual se realizaron las siguientes recomendaciones.

En cuanto a las propuestas para disminuir el incumplimiento de requisitos legales, se presentó un procedimiento para la gestión de inventarios en el ítem 8.1.4.3., que facilitara la comunicación entre el área el de mantenimiento y compras con el fin de que las dos áreas pudieran llevar un mismo inventario y actualizado, sin embargo, se recomienda a la empresa desarrollar un Plan Estratégico para la Gestión de Inventarios que establezca puntualmente los procedimientos para que todas las áreas involucradas con los activos trabajen de una forma integral y no independientemente, ya que la forma en cómo se lleva el inventario actualmente, no está orientado a los objetivos y políticas de la organización ni permite llevar un control adecuado de sus bienes muebles e inmuebles.

El plan estratégico para la gestión de inventarios ayudaría a mejorar las siguientes problemáticas:

- La empresa no tendría dos inventarios desactualizados sino uno actualizado para toda la organización.
- Los operarios no tendrían que quitar partes de un lugar para solucionar una falla en otro sitio.

- No tendría que contratar a un tercero para hacer el inventario.
- No tendría equipos de gran capital sin uso.
- No existirían reprocesos en la requisición de bienes, es decir la requisición se haría solo por un medio informático y no a través de tres como se hace hoy día (SIMAORI, WorkManager y correo electrónico)
- No habría sobrecarga laboral en la jefatura de mantenimiento y compras.
- El existiría personal no calificado y sin capacitación.
- No existiría diferencia entre la forma como se ejecutan los procedimientos a como ya lo tiene definido la empresa en su sistema de gestión de calidad (compras, selección de proveedores y tramite de órdenes de trabajo).
- No existiría desorden alguno en la bodega de almacenamiento de materiales y herramientas.

Por otro lado, de acuerdo con los resultados del proyecto, se identificó que una limitante en el mejoramiento del proceso de gestión de información en mantenimiento radica en que la herramienta SIMAORI no cumple con la función básica de una plataforma informática, que es automatizar la información y los procedimientos para que así se puedan optimizar los recursos en la organización, sino que se ha convertido en una carga para el personal de mantenimiento. Dado lo descrito anteriormente se recomienda a Aeropuertos de Oriente S.A.S. enfocar esfuerzos para hacer mejoras de fondo en la arquitectura del software de mantenimiento SIMAORI, de tal manera que se pueda realizar al menos, las siguientes actividades y contenga la siguiente información:

- Cronograma mensual de mantenimiento.
- Reportes del estado general de los equipos; tanto independientes como por sistemas, es decir, poder contar con información de una cámara específica, así como de una Sistema FIDS/BIDS, en la que lo compone más de 50 cámaras.
- Hojas de vida completas de cada equipo, con mantenimientos realizados, fichas técnicas, indicadores y soportes documentales.
- La interacción usuario -software seria fluida y más comprensible.

Referencias Bibliográficas

- Ariza, & Jaimes. (2014). *Plan de Gestión de Activos para la Empresa PROYECTOS COLOMBIANOS PROCOL S.A.S.* Bucaramanga: Tesis de Pregrado, UIS Bucaramanga.
- Catalán Vega, M. A. (s.f.). *Metodologías de evaluación de Interfaces Gráficas de Usuario* .
Obtenido de http://eprints.rclis.org/6732/1/Metodologias_de_evaluaci%C3%B3n_de_interfaces_graficas_de_usuario.pdf
- Emeral Dinsight. (2018). *A framework for the engineering asset management system*. Obtenido de <https://www.emeraldinsight.com/doi/full/10.1108/JQME-01-2012-0002>
- Garavito. (s.f.). Obtenido de file:///D:/USER/Desktop/YESSI/garavito.pdf
- Kafure, I. (2010). *El proceso creativo de la interfaz del sistema de gestión de la información*
Revista Interamericana de Bibliotecología. Ene.-Jun. vol. 33, no. 1; p. 169-186. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rib/v33n1/v33n1a07.pdf>
- Mendoza, K., & Salas, Y. (2014). *Diseño del PPlan de Mantenimiento dentrado en la CONfiabilidadpara los equipos del Taller de maquinas del departamento de Mantenimiento del GRB- ECOPETROL S.A.* Bucaramanga.
- Mora, L. A. (2009). *Mantenimiento: Planeación, ejecución y control*.
- Paez Arango, F. G. (2017). *Mejoramiento de los Procesos de Requerimientos de Materias Primas e Insumos, Gestión de Inventarios y Almacenamiento en la empresa GRUPO SOUL con base en el Software ERP ACCASOFT*. Bucaramanga: Tesis de Pregrado, UIS Bucaramanga.

Rondón, R. A., & Moya, M. (2017). *Diseño e Implementación de un Sistema de Información para la Administración del Mantenimiento de la Empresa Metalmecanica Industrias NICROBARRANCA*. Bucaramanga: Tesis de Pregrado, UIS Bucaramanga.

UNIT (Instituto uruguayo de Normas Técnicas). (2009). *Herramientas para la Mejora de la Calidad*. Montevideo: UNIT. Obtenido de <https://qualitasbiblo.files.wordpress.com/2013/01/libro-herramientas-para-la-mejora-de-la-calidad-curso-unit.pdf>