

**MODELO PARA UN PROYECTO DE DESARROLLO DE SOFTWARE PARA
DOCUMENTACIÓN OPERATIVA DE LA AEROLÍNEA AVIANCA COLOMBIA**

DANIEL MAURICIO LIMAS HENRIQUEZ

JULIO CESAR VEGA

JOSEPH EDWARD PINZÓN GARCÍA

UNIVERSIDAD EAN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS

BOGOTÁ

2022

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| RESUMEN..... | 6 |
| INTRODUCCIÓN | 7 |
| PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... | 8 |
| OBJETIVO GENERAL | 11 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 11 |
| JUSTIFICACIÓN | 11 |
| BASES TEÓRICAS..... | 13 |
| ESTADO DEL ARTE..... | 13 |
| MARCO TEÓRICO..... | 18 |
| Contexto de la industria aérea colombiana | 18 |
| Sostenibilidad en la industria Aérea..... | 20 |
| Procesos ejecutados por la tripulación de cabina en la operación aérea | 21 |
| Gestión documental..... | 22 |
| Impacto ambiental del uso de papel | 23 |
| Maletín Electrónico de Vuelo EFB | 25 |
| Aplicaciones para EFB..... | 28 |
| Libro de Vuelo | 29 |
| Bitácora de Vuelo..... | 30 |
| Firma Electrónica | 31 |
| MARCO INSTITUCIONAL | 32 |
| METODOLOGÍA | 34 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Primer nivel..... | 34 |
| Enfoque, alcance y diseño de la investigación..... | 34 |
| Definición de Variable | 35 |
| Población y Muestra..... | 37 |
| Segundo nivel..... | 37 |
| Selección de métodos o instrumentos para recolección de información..... | 37 |
| Técnicas de análisis de datos..... | 38 |
| Nivel de medición de las variables..... | 38 |
| ANÁLISIS DE RESULTADOS | 39 |
| DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... | 49 |
| CONCLUSIONES | 51 |
| LISTA DE REFERENCIAS | 53 |
| ANEXOS | 61 |
| Anexo A Ampliación análisis de resultados | 61 |
| Anexo B Modelo de proyecto para la creación de una aplicación para la gestión documental de registros de vuelo de Avianca Colombia..... | 68 |

INDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1 Consumo mundial de papel y cartón de 2017 a 2018..... | 9 |
| Ilustración 2 La industria nacional de papel y cartón..... | 14 |
| Ilustración 3 Transición a la economía circular de los materiales..... | 15 |
| Ilustración 4 Tipos de EFB de acuerdo con su hardware. | 27 |
| Ilustración 5 Emisiones de Co2 (Kg) y Uso de hojas de registro de vuelo de Avianca.. | 40 |
| Ilustración 6 Proyección emisiones de Co2 operación nacional | 44 |
| Ilustración 7: Diagrama de flujo, del proceso realizado por AVIANCA Colombia, dentro del uso de registros de vuelo..... | 45 |
| Ilustración 8: Árbol de problema central..... | 45 |
| Ilustración 9: Árbol de objetivos del proyecto | 46 |
| Ilustración 10: Diagrama de GANTT del cronograma propuesto para el proyecto E-FLIGHTLOG | 47 |
| Ilustración 11: Curva de avance propuesta para el proyecto E-FLIGHTLOG..... | 49 |
| | |
| Ilustración A-1 Vuelos Registrados Operación Avianca..... | 61 |
| Ilustración A-2 Emisiones de Co2 (Kg) y Uso de hojas operación Avianca. | 62 |
| Ilustración A-3 Proyección emisiones de Co2 operación nacional | 66 |
| | |
| Ilustración B- 1 Libro de vuelo utilizado en AVIANCA Colombia en la actualidad | 69 |
| Ilustración B- 2 Diagrama de flujo, del proceso realizado por AVIANCA Colombia, dentro del uso de registros de vuelo..... | 70 |
| Ilustración B- 3 Matriz de interés e influencia de los patrocinadores del proyecto. | 74 |
| Ilustración B-4 Árbol de problema central. | 79 |
| Ilustración B- 5 Árbol de objetivos del proyecto | 80 |
| Ilustración B- 6 Propuesta de logo para el proyecto E-FLIGHTLOG | 81 |
| Ilustración B-7 Propuesta de Estructura de Desglose de Trabajo para el proyecto E-FLIGHTLOG | 85 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración B-8 Líneas de tiempo propuestas para las fases del proyecto E-FLIGHTLOG | 86 |
| Ilustración B- 9 Diagrama de GANTT del cronograma propuesto para el proyecto E-FLIGHTLOG | 87 |
| Ilustración B- 10 Curva de avance propuesta para el proyecto E-FLIGHTLOG | 90 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1 Operalización de variables. | 35 |
| Tabla 2 Nivel de medición de las variables..... | 38 |
| Tabla 3 Inconsistencias Registros de Vuelo..... | 41 |
| Tabla 4 Emisiones Co2 (kg) por registros de vuelo..... | 42 |
| Tabla 5 Co2 (kg) relacionados a operación nacional por pasajeros | 42 |
| Tabla 6: Presupuesto propuesto para el proyecto EFLIGHT-LOG discriminado por fases y paquetes de trabajo..... | 48 |
| | |
| Tabla A- 1 Inconsistencias Registros de Vuelo | 63 |
| Tabla A- 2 Emisiones Co2 (kg) por registros de vuelo..... | 64 |
| Tabla A- 3 Hojas usadas en registros de vuelo | 64 |
| Tabla A- 4 Vuelos ejecutados operación Avianca | 65 |
| Tabla A- 5 Co2 (kg) relacionados a operación nacional por pasajeros..... | 65 |
| | |
| Tabla B-1 Estrategias de gestión de los interesados proyecto E-FLIGHTLOG. | 74 |
| Tabla B-2 Presupuesto propuesto para el proyecto EFLIGHT-LOG discriminado por fases y paquetes de trabajo..... | 88 |
| Tabla B-3 Costos estimados de recursos humanos requeridos para el proyecto E-FLIGHTLOG | 88 |
| Tabla B-4 Recursos materiales propuestos para la realización del proyecto E-FLIGHTLOG | 89 |

RESUMEN

A nivel mundial se han desarrollado agendas en pro de la mitigación de los efectos ambientales adversos que generan cada una de las actividades que desarrollamos día a día. La industria aérea no es ajena a dichos objetivos y ha ahondado esfuerzos en avances tecnológicos que reduzcan su huella de carbono, sin embargo, pequeños procesos suplementarios, como el requerido para llevar a cabo el registro de los vuelos realizados, en una aerolínea como Avianca, la cual realiza cientos de vuelos diariamente, tiene un gran costo ambiental, el cual ha sido menospreciado respecto a procesos con mayor visibilidad. Este documento expone los impactos en materia de sostenibilidad que implica el uso sistemático de papel para realizar registros de vuelo y como a través de un modelo estructurado se puede cuantificar, estructurar y proyectar un proyecto, que logre aportar a los objetivos de reducción de huella de carbono de una industria que siempre ha estado a la vanguardia tecnológica.

Palabras clave: Gestión de documentos, Transporte aéreo, Documentación, Aplicación informática, Digitalización

Globally, agendas have been developed in favor of mitigating the adverse environmental effects generated by each of the activities that we carry out day by day. The airline industry is no stranger to these objectives and has deepened efforts in technological advances that reduce its carbon footprint., however small supplementary processes such as the one required to carry out the registration of the flights made, in an airline like Avianca, which makes hundreds of flights daily, have a huge environmental cost, which has been underestimated compared to processes with greater visibility. This document exposes the impacts on sustainability that the systematic use of paper implies to make flight records and how, through a structured model, a project can be quantified, structured and projected, which can contribute to the objectives of reduction of the carbon footprint of an industry that has always been at the forefront of technology.

Keywords: Document management, Air transport, Documentation, Computer application, Digitization

INTRODUCCIÓN

Debido a la reglamentación aeronáutica colombiana, la gestión documental utilizada por las tripulaciones aéreas, para registrar cada uno de los vuelos que efectúan, se realiza utilizando libros de papel, los cuales luego son procesados, reportados y archivados por las compañías aéreas, por largos periodos de tiempo.

Este proceso no ha sido modificado, ya que no se ha presentado a la Aeronáutica Civil, un proyecto estructurado que permita dimensionar el impacto ambiental que conlleva dicho proceso, y cómo es posible su transformación utilizando una aplicación móvil, instalada en los dispositivos digitales que ya utilizan las tripulaciones a diario.

AVIANCA Colombia, la aerolínea con mayor participación en el mercado aéreo colombiano, no es ajena a dicha problemática, y por el contrario es la más afectada, al tener que comprar, disponer, procesar, reportar y mantener en custodia los registros cientos de vuelos diarios que hacen parte de su operación.

El presente documento, toma como punto de partida dicha problemática y analiza sus impactos a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, que tanto Colombia como país miembro de la ONU, como AVIANCA como miembro de la IATA, se han comprometido a dar cumplimiento, es así como a partir de la cuantificación del impacto ambiental del proceso de uso de registros de vuelos utilizando papel, a través del uso de estadística descriptiva, y una herramienta de cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero, este documento expone los efectos directamente derivados por la fabricación del papel utilizado mes a mes para los libros de vuelo que utiliza la aerolínea AVIANCA Colombia.

A partir del uso de una metodología híbrida de Matriz de Marco Lógica y PMI, para la estructuración de proyectos se realiza un modelo de proyecto propuesto que podría solucionar dicha problemática, a través del desarrollo de una aplicación móvil.

Finalmente se describe los impactos positivos en manera de sostenibilidad que daría como resultado este proyecto de llegar a ser desarrollado.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Durante el siglo veinte, la industria aérea mundial tuvo grandes avances tanto tecnológicos como procedimentales que lograron tecnificar la industria, pero a partir de la crisis generada por las restricciones de viajar impuestas a nivel mundial para frenar el ritmo de propagación del SARS-MERS2 (Capaldo, 2020, págs. 20-50), la industria aérea mundial sufrió la que ha sido denominada la mayor crisis en su historia, esto llevo no solo a suspensión total de operaciones de pasajeros por varios meses sino que afecto factores comerciales, económicos y globales en la industria dándose así quiebras de aerolíneas y aparición de nuevos modelos comerciales como las primeras aerolíneas de bajo costo.

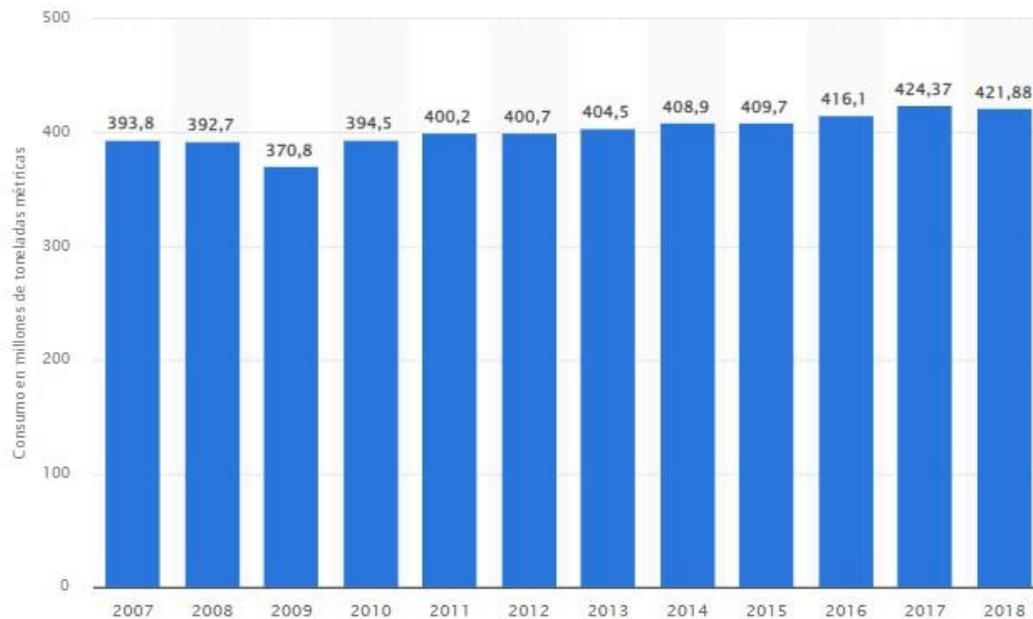
Dicha crisis significo deudas y déficits millonarios para todos los operadores, los cuales en la actualidad han implementado nuevos modelos de negocio que incluyen reducción de puestos de trabajo y la búsqueda de estrategias de ahorro tanto en el área administrativa como operativa mitigando en cada parte del proceso cualquier recurso que pueda ser reemplazado o mejorado; uno de los recursos naturales utilizados por la industria aérea mundial es el consumo del papel por la necesidad de generar diferentes registros físicos en su operación como el diligenciamiento de registros de vuelo y mantenimiento de cada uno de los vuelos que realiza.

A nivel global, el consumo de papel ha aportado al deprimiendo de la mitad de los bosques y selvas que había en el mundo siendo arrasados y de los que quedan, el 80% está en unas condiciones pésimas; cerca del 40% de la madera procesada se utiliza para fabricar papel y un cuarto de los gases invernadero lanzados a la atmósfera viene de la industria papelera, ya que el proceso es extremadamente contaminante (ClickPrinting, 2020), adicional, un cuarto de todos los desechos a nivel mundial viene del papel o el cartón; En su proceso para la fabricación de pulpa y papel implica el uso de fibras obtenidas a partir de árboles y plantas, esto conlleva un gran efecto negativo en los ecosistemas, ya que son dichos organismos los que se encargan de mediante procesos biológicos de absorber parte de los gases de efecto invernadero, de igual manera, al requerirse de su tala para la producción de papel, se ha generado un esfuerzo adicional sobre los ecosistemas a partir de la deforestación.

A continuación, se muestra una gráfica con la estadística de la evolución anual del consumo mundial de papel y cartón de 2006 a 2018. En el año 2018, la cantidad de papel

consumida a nivel mundial llegó a superar los 421,5 millones de toneladas métricas. (Statista Research Department, 2021)

Ilustración 1 Consumo mundial de papel y cartón de 2017 a 2018



Fuente: estadística y grafica realizada por Statista.com (valores en millones de toneladas métricas)

Es así como se han puesto en marcha distintas iniciativas encaminadas en primer lugar en lograr un aumento en la producción de papel a partir de fibras recicladas, así como una reducción en el uso de este. Esta última, ha tenido un gran impulso a partir de la aparición de la era digital, y la aparición de herramientas tecnológicas como el correo electrónico, el cual logro la reducción del uso de papel, sin embargo para aquellos procesos con implicaciones legales y documentales, se deben implementar procesos estructurados, con altos estándares de seguimiento y control que permitan mantener la validez de los documentos, es allí, donde los procesos de gestión documental digital han encontrado un gran obstáculo, en su camino a eliminar el papel como medio de registro y control.

Dando cumplimiento a la normativa aeronáutica colombiana, la aerolínea Avianca tiene estipulado dentro de sus procesos operativos, el diligenciamiento de registros de vuelo y mantenimiento, de cada uno de los vuelos que realiza utilizando papel. Este proceso es poco eficiente e implica grandes costos ambientales y financieros; es así como se hace necesario la estructuración de un modelo que permita formular el proyecto para la creación de un software de gestión documental operativa para la aerolínea Avianca Colombia.

Los procesos como el utilizado actualmente por la aerolínea AVIANCA para el registro de vuelos en el ámbito operativo utilizando papel van en contravía de la agenda 2030 de la ONU (ONU, 2015) al igual que los objetivos de desarrollo sostenible de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI, 2015), los proyectos propuestos por el gobierno nacional, y su propia política ambiental, es así como es necesario buscar la creación de un proyecto, que logre reducir el impacto ambiental del proceso incorporando innovación y tecnologías sostenibles, como lo estipulan los ODS 9 (ONU, 2015) y 13 (ONU, 2015) los objetivos estratégicos de la OACI (OACI, 2010), el marco sostenible nacional y el marco ambiental de AVIANCA.

En el caso de AVIANCA y su documentación de registros de vuelo y mantenimiento, se realiza a lo estipulado en los Reglamentos Aeronáuticos Colombianos RAC 91 y 121 (Aeronáutica Civil de Colombia, 2018), los cuales establecen que debe existir un registro en medio físico, donde se registra como documento de carácter privado y con todas sus implicaciones legales, los datos aplicables a registros de vuelo y de bitácora de mantenimiento de la aeronave.

Anteriormente, toda la documentación operativa que se manejaba en las cabinas de AVIANCA utilizaba papel para su entrega y diligenciamiento, esto incluída planes de vuelo, notificaciones técnicas y programaciones.

Sin embargo, a partir de la aparición de los Maletines Electrónicos de Vuelo EFB y su reglamentación por parte de la Aeronáutica Civil (Aeronáutica Civil de Colombia, 2014), la compañía ha implementado proyectos que han logrado migrar todos estos documentos a los EFB logrando así la optimización de recursos y una reducción sustancial en el consumo de papel.

A la fecha el único proceso de gestión documental operativo que no ha migrado a la era digital son los libros de vuelo y bitácoras de mantenimiento, debido a que no se ha estructurado

un modelo de proyecto para la creación de un software de gestión documental operativa para AVIANCA Colombia.

¿Es posible proponer un modelo, para un proyecto de desarrollo de software, para la gestión documental aeronáutica operativa de la aerolínea AVIANCA Colombia?

OBJETIVO GENERAL

Proponer un modelo de proyecto para la creación de una aplicación para la gestión documental de registros de vuelo de AVIANCA Colombia.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- A partir de un enfoque de sostenibilidad ambiental del proceso actual de registros de vuelo, establecer la necesidad que existe en AVIANCA Colombia de un modelo de proyecto para la creación de un software de gestión documental para libros de vuelo.
- Desarrollar el modelo, de un proyecto para la creación de una aplicación móvil para registros de vuelo para AVIANCA Colombia.
- Determinar el impacto de la posible implementación del Proyecto para la creación de un software de gestión documental para libros de vuelo para AVIANCA en materia de costo beneficio, en materia de sostenibilidad ambiental

JUSTIFICACIÓN

Con el fin de abordar la problemática ambiental y social a nivel mundial, la ONU en el año 2015, los líderes mundiales agrupados “adoptaron un conjunto de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. Cada objetivo tiene metas específicas que deben alcanzarse en los próximos 15 años” (ONU, 2015) los cuales se denominan ODS (objetivos de desarrollo sostenible).

El objetivo número 13 acción por el clima implica la búsqueda de alternativas y compromiso por parte de gobiernos, industrias y ciudadanos, en pro de acciones, que permitan la reducción de los recursos naturales, así como la reducción de la huella de carbono derivada de las actividades que se desarrollan, como lo expuesto dentro de la meta 13.3 “Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana” (ONU, 2015)

De igual manera el objetivo número 9 “Industria, innovación e infraestructura” define dentro de su apartado 9.2 de metas “De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas” (ONU, 2015)

En este mismo sentido, la industria aérea agrupada bajo la OACI ha formulado objetivos estratégicos que se relacionan con 15 de los 17 ODS de la ONU, con el objetivo de que la industria aérea de cumplimiento a su papel dentro de la gestión hacia un mundo más sostenible y equitativo.

Es así como los ODS 9 y 13 se encuentran relacionados con el programa “Medioambiente” de la OACI, el cual, formula acciones, guías y proyectos para toda la industria aérea con el fin de lograr resultados en la consecución de dichos objetivos.

Colombia hace parte tanto de la ONU como de la OACI, es así como en cumplimiento de la agenda 2030 se han formulado proyectos, tendientes al cumplimiento de los 17 ODS y las 169 metas propuestas y adoptadas en el año 2015.

En el ámbito nacional, el gobierno nacional a través del Departamento Nacional de Planeación DNP, ha formulado proyectos y guías encaminadas al cumplimiento de los ODS, es así como respecto al objetivo número 9 se ha propuesto “El Gobierno nacional ha fijado como meta duplicar la inversión pública y privada en ciencia y tecnología en 1,5% del PIB a 2022.” (DNP, s.f.). De igual manera respecto al objetivo número 13, el país ha estructurado el “Diseño del Plan de Acción de Cambio Climático y la implementación de la estrategia de reducción de

GEI y de desarrollo bajo en carbono. En 2022, se espera haber reducido 36 millones de tCO₂eq.” (DNP, s.f.)

AVIANCA la segunda aerolínea más antigua a nivel mundial, siendo consciente de que su aporte en el camino de la sostenibilidad ha generado una política ambiental, en la cual establece como su política ambiental “su compromiso frente al cuidado del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales, comprometiéndose en sus operaciones” (Avianca, 2019)

Los procesos como el utilizado actualmente por la aerolínea AVIANCA para el registro de vuelos en el ámbito operativo utilizando papel, van en contravía de la agenda 2030 de la ONU, al igual que los programas estratégicos de la OACI, los proyectos propuestos por el gobierno nacional, y su propia política ambiental, es así como es necesario buscar la creación de un proyecto que logre reducir el impacto ambiental del proceso incorporando innovación y tecnologías sostenibles, como lo estipulan los ODS 9 y 13, los objetivos estratégicos de la OACI, el marco sostenible nacional y el marco ambiental de AVIANCA.

BASES TEÓRICAS

ESTADO DEL ARTE

El consumo indiscriminado de recursos naturales ha sido identificado como uno de los factores contribuyentes a la crisis climática que está atravesando el planeta, para el año 2004, se estimaba que un 42% de la madera total que se tala en el mundo para actividades de tipo industrial está destinada a el proceso requerido para la fabricación de papel (GreenPeace, 2004), de igual manera el uso de recursos hídricos para su fabricación y los gases de efecto invernadero derivados del proceso de fabricación y transporte han colocado dentro de las agendas mundiales, la necesidad de una migración del proceso hacia alternativas sostenibles y cuya implementación es más fácil hoy en día con la revolución tecnológica.

En el ámbito nacional esta problemática es especialmente relevante ya que de acuerdo a las cifras de la Cámara de la Industria de Pulpa, Papel y Cartón de la ANDI, en su informe del año 2017, el sector del papel y sus derivados no solo satisface la demanda nacional destinando el 87% de su producción a este ámbito sino que logra exportar un 13% de su producción a otros

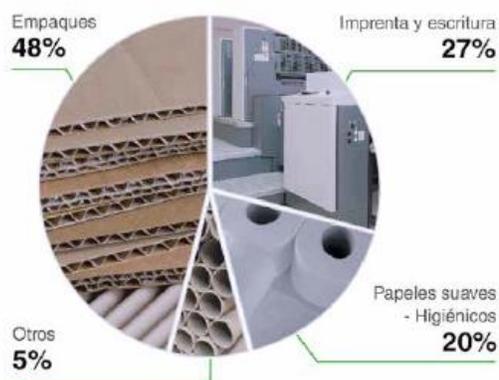
mercados de dicha producción de acuerdo a sus estimaciones, el 27% de toda la producción está destinada a papel para impresión, y escritura (ANDI, 2017).

Ilustración 2 La industria nacional de papel y cartón

La industria nacional de papel y cartón

Los empaques representan casi la mitad de la producción del sector en el país

Producción nacional por subsectores en 2017



Del total de 15 empresas productoras de papel y cartón en el país, 9 están afiliadas a la Cámara de la ANDI. Estas 9 empresas representan el 85% de la producción nacional del sector.

Las empresas de papel y cartón en Colombia producen principalmente para abastecer el mercado nacional

87%

de la producción nacional de papel y cartón se vendió en el mercado local en 2017

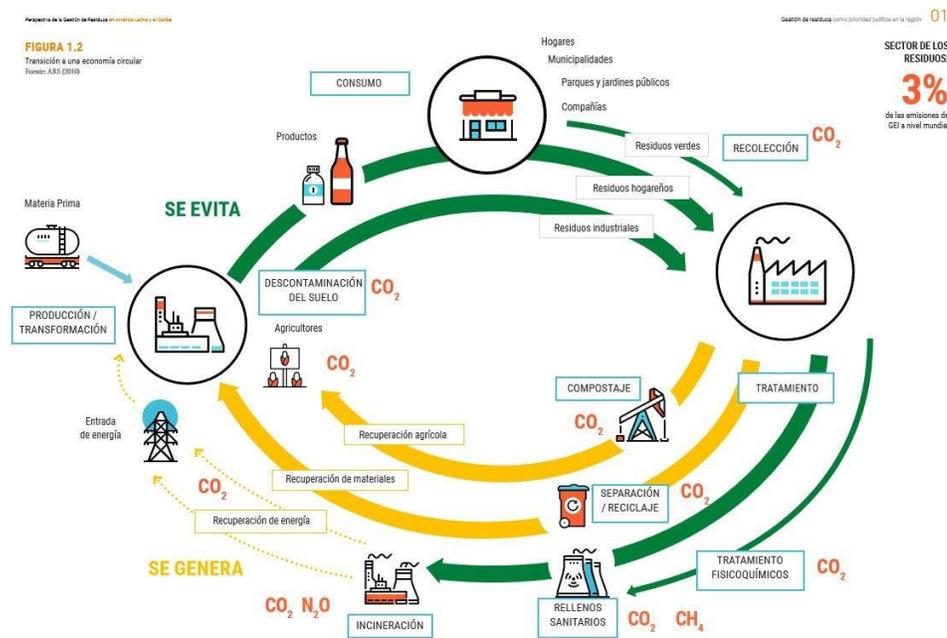
Fuente: Extraído de la publicación realizada por la ANDI sobre la industria de la pulpa, papel y cartón divulgado en (ANDI, s.f.)

Para satisfacer esta demanda de producción del sector, para el año 2017 se utilizaron 1.513.874 toneladas de fibra, cifra aún más relevante al tener en cuenta que el crecimiento del sector ha tenido cifras sostenidas de crecimiento del 3% durante los últimos años (ANDI, 2017).

Es así como Colombia como parte de sus compromisos medioambientales y de sostenibilidad ha generado políticas enfocadas en la reducción del consumo de papel, impulsado planes de reducción de tramites innecesarios con el fin de optimizar los procesos (Gobierno Nacional de Colombia, 2019), y planes para la reducción del consumo de papel como la articulada bajo la política de CERO PAPEL (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, s.f.)

Todos estos esfuerzos, encaminados a la reducción del impacto ambiental que produce el uso de papel, se han estructurado bajo la reducción de su consumo, reciclaje y reutilización. Aspectos fundamentales de los procesos de economía circular.

Ilustración 3 Transición a la economía circular de los materiales.



Fuente: La grafica muestra el ciclo biológico de los materiales regresando a la naturaleza de forma segura, extraído de la página de la ONU sección noticias. (ONU, 2021)

Para el caso de la gestión documental como el que requiere la documentación operativa aérea, este es un proceso que no puede ser eliminado en su totalidad, debido a los requerimientos, técnicos y jurídicos que aplican para dichos procesos, sin embargo, si pueden ser transformados, utilizando nuevas tecnológicas que permitan que el proceso se realice sin la utilización de papel.

La migración de la gestión documental digital, y su impacto ambiental, han sido analizadas en varios ámbitos, por ejemplo para el caso de instituciones educativas como la analizada por (López Riquelme, 2019), han logrado calcular el gran costo ambiental para el caso de los estudiantes de una carrera de Economía durante sus estudios y cómo es posible que nuevas

tecnologías como la plataforma MOODLE y Alfresco, reemplacen sustancialmente el uso de papelería, sin arriesgar el proceso documental y de custodia requeridos por la facultad.

De igual manera gracias a los avances tecnológicos como la aparición de la firma digital, soportada por procesos tecnológicos cada vez más robustos, en el país se han podido implementar procesos como la facturación electrónica, el cual como bien lo analiza (Beltrán, 2018), mejora la eficiencia de los procesos tributarios y permite que todos los involucrados en las transacciones, tengan acceso oportuno y certificado a su información.

Para el caso de la industria aérea, ya se ha establecido que existe un interés y compromiso directo en la reducción de los impactos ambientales, de igual manera la era digital no es ajena a esta, por el contrario, ha sido una de las pioneras a nivel global en la adopción e implementación de nuevas tecnológicas, que le permitan ser más eficientes, prueba de ellos son los programas como el analizado por (Ordieres-Meré et al., 2020), el cual analizo bajo la óptica de reducción de huella de carbono, el proceso de digitalización impulsado por la IATA (Asociación Internacional del Transporte Aéreo), y como dicho proceso puede ayudar a la industria a cumplir su meta de reducción de emisiones de CO₂ producidas directa o indirectamente en un 50% para el año 2050 respecto a las registradas en el año 2005.

Es así como la aparición de los maletines electrónicos de vuelo en la industria aérea es un claro ejemplo de la implementación de nuevas tecnológicas que han reducido sustancialmente el uso de papel en la cabina y de igual manera han logrado eficiencias para operadores aéreos y tripulaciones. Este proceso ha sido implementado de acuerdo con las normativas vigentes a nivel mundial, y ha involucrado principalmente el uso de aplicaciones que permiten la visualización de cartas de navegación y planes de vuelo.

Al analizar el proceso de gestión de bitácoras de vuelo a nivel mundial, se encuentra que gran parte de las aerolíneas a nivel mundial, utilizan sistemas de reporte que utilizan vía ACARS, el cual mediante a los sistemas propios de la aeronave utiliza la red VHF, UHF y SATCOM, para enviar los datos de cada vuelo al centro de control de tripulaciones.

En el caso de Estados Unidos el mercado aéreo civil con mayor cantidad de vuelos, el uso de libros de vuelo no es obligatorio por la normativa FAA (Administración Federal de Aviación), sin embargo, para el caso de Colombia, con una industria aérea con grandes componentes

agrícolas, de aviación no regular y pequeños operadores aéreos, el uso de sistemas ACARS es aún limitado a pocos operadores aéreos, razón por la cual los libros de vuelo aún son requeridos por la normatividad RAC.

AVIANCA Colombia, operador del mercado aéreo doméstico e internacional en Colombia, cuenta con un ecosistema digital de gestión de vuelos que va desde la utilización de la plataforma Amadeus para la gestión de reservas y Check In digital para pasajeros, hasta la implementación de documentación digital de manuales de vuelo utilizando los maletines electrónicos de Vuelo, dicho proceso fue ampliamente analizado y verificado por (Leal Sánchez, 2014), el cual evidencia, como dicho avance, ayuda a la reducción de cargas de trabajo en cabina, mejores estándares de seguridad, menor peso en las aeronaves lo cual se traduce en eficiencia en el consumo de combustible y mejores prácticas medioambientales.

Estos documentos digitalizados a través del uso de EFB, por su naturaleza son el ejemplo perfecto para entender que el uso de nuevas tecnológicas dentro de las cabinas es posible. Lo anterior teniendo en cuenta que son documentos de carácter vital para la realización de cada vuelo para las tripulaciones, lo cual implica que el sistema digital utilizado debe ser confiable, auditable y de fácil uso, a fin de no comprometer la seguridad de la operación aérea y por consiguiente los ocupantes de las aeronaves.

Como bien lo estableció (Strybel, 2016), al analizar los riesgos y beneficios de la implementación de manuales y cartas en las cabinas utilizando medios digitales, pudo evidenciar, que este tipo de métodos reducen a 0 la posibilidad de ausencia de documentos vitales para el vuelo, al ser medios de fácil actualización y disponibilidad.

Todo esto ha sido sustentado a partir de proyectos como el realizado por (Molina Contreras, 2019), en el cual, a partir de la identificación de una problemática de eficiencia en procesos, se cuantificó como el uso de los EFB para el envío, seguimiento y entrega de documentación de despacho, en AVIANCA se reduciría el uso de papel de manera sustancial, así como una simplificación de procesos.

Teniendo en cuenta lo anterior, la compañía desde el año 2021, implementó el uso de la aplicación LIDO M-BRIEFING, que permitió que los planes de vuelo y documentación de

despacho requerida para cada vuelo, migrara a medios digitales. Lo cual de acuerdo con cálculos de dicho documento podría reducir en al menos 1200 hojas de papel impreso diarios.

La documentación que fue migrada al sistema digital hace parte de los requerimientos normativos que establece la UAEAC deben ser entregados a cada piloto para cada uno de los vuelos que realiza, mediante el RAC, su implementación mediante medios digitales fue posible gracias a un proceso de solicitud, validación y aprobación por parte de dicha entidad. Teniendo esto en cuenta es posible establecer que un proyecto que pretenda la digitalización de los registros hechos en los libros de vuelo es viable y alcanzable, realizando un proceso de validación pertinente ante dicho ente regulador.

Sin embargo, a la fecha, no se ha realizado un modelo de proyecto viable que permita que AVIANCA, presente dicho proceso a la UAEAC, para migrar sus libros de vuelo a un modelo netamente digital, lo cual la convertiría en la primera aerolínea en Colombia en reemplazar sus registros de vuelo en medio físico.

MARCO TEÓRICO

Contexto de la industria aérea colombiana

Colombia fue el segundo a país, después de Holanda, donde se inició lo que ahora conocemos como la industria aérea colombiana, en este caso en el año 1919 y a tan solo pocos meses de la creación de la pionera KLM, se fundó SCADTA (sociedad colombo alemana de transporte aéreo), ahora conocida como Avianca (Parra Restrepo, 1998, págs. 93-116)

Este primer paso es fundamental al analizar la importancia que tiene la industria aérea en Colombia como parte del entorno socio económico del país.

Colombia, ubicada en el extremo norte de Suramérica y cuyo tapón del Darién, constituye una frontera natural que limita el transporte terrestre de Suramérica con el norte, tiene una de las geografías más diversas al estar atravesada por tres cordilleras que son capaces de convertir distancias de pocos kilómetros lineales en intrincados viajes terrestres con horas de duración. Todas estas características, sumadas a la ubicación estratégica del país, como puerto de entrada y salida de productos y pasajeros ha fomentado de manera sostenida la industria aérea colombiana.

Durante la década de los 90, los países de América Latina, ingresaron en el auge de la desregularización y de la adopción de políticas públicas encaminadas a la privatización y la entrada de nuevas compañías aéreas; Colombia no fue la excepción y paso de tener una aerolínea nacional a incrementar las compañías de transporte aéreo, de este modo, el país también adopto las políticas públicas y de regulación del sector partiendo del hecho que el servicio aéreo en el país es público, dadas las condiciones geográficas y de difícil acceso a varias regiones. Las políticas públicas generadas en el país en el marco de descentralización vigilada han fortalecido los procesos de administración de procesos aeroportuarios; (Olariaga, 2016) Sin embargo, debido a factores como los altos precios del combustible (Caro Cardona, 2019) el factor impositivo y el incremento de costos fijos producidos por el factor cambiario y las consecuencias producidas por los ataques terroristas del 9-11 entre otros.

A principios del siglo XXI muchas de las aerolíneas y operadores aéreos del país desaparecieron como el caso de la extinta ACES, o tuvieron que acogerse a medidas de reorganización como el caso de Avianca y su primera acogida al Capítulo 11 de la ley de quiebras de los Estados Unidos (Rodríguez, 2007)

La evolución de la industria aérea en Colombia empieza a destacarse desde mediados del año 2008 con la apertura de nuevas aerolíneas y el constante incremento de turistas que llegan al país a diferentes destinos turísticos, esto apoyado con las políticas gubernamentales de impulso del turismo, tan solo en el periodo comprendido entre 2007 y 2017, el incremento del tráfico aéreo aumento en un 14 % (Hermeza Morales & Zorrilla Fukuy, 2019).

Para el año 2010 en el país se reportaba un crecimiento del 33% en el mercado doméstico y un 11% a destinos internacionales, según lo reportaba ATAC (asociación de Transporte Aéreo Colombiano), con la entrada de nuevas aerolíneas y las alianzas entre otras como lo fue Avianca y TACA y el grupo Star Alliance genero un mercado de precios accesibles al público y una perspectiva de la medición de la eficiencia de las compañías en relación a eficiencia técnica y económica; en un estudio realizado en 2013, utilizando la metodología de análisis envolvente de datos a una compañía aérea, buscó identificar las principales ineficiencias y las variables con potencial de mejora; se pudo determinar que en relación al análisis económico se debe

implementar mayor control en los costos operacionales lo cual permitirá una mayor eficiencia y competitividad en las rutas, haciéndolas financieramente viables. (Morales & B., 2013).

Todos estos factores han ayudado a posicionar la industria aérea de Colombia como una de las de mayor peso en la región, aeropuertos como el Dorado uno de los de mayor volumen de operación a nivel suramericano se han visto limitados en cumplir las expectativas de crecimiento que requiere el país (Beltrán Plazas, 2018).

Debido a la pandemia, la industria aérea sufrió la que ha sido denominada la mayor crisis en su historia, esto llevo no solo a suspensión total de operaciones de pasajeros por varios meses, sino que financieramente obligo a que los tres grandes grupos de aerolíneas AVIANCA, LATAM y AEROMÉXICO tuvieron que buscar una reestructuración bajo el capítulo 11 de la ley de quiebras de los Estados Unidos (Alfonso Romero, 2021).

Actualmente, dos de estos tres grandes operadores ya han salido de dicho proceso como es el caso de Avianca y Aeroméxico logrando una reestructuración de su deuda, gracias a la refinanciación de deuda, la obtención de recursos adicionales y una modificación estructural de sus modelos de negocio LATAM se encuentra finalizando su proceso de reorganización y se espera que, en próximos meses, salga reestructurada del mismo.

Una vez se han comenzado a levantar las restricciones de viaje, la industria ha experimentado un crecimiento, que ha logrado superar incluso las expectativas y proyecciones de recuperación iniciales que se tenían, se ha registrado un aumento en el número de operaciones aéreas llegando a cifras cercanas en Colombia al 90% de la operación aérea en antes de la pandemia (EFE, 2021)

Sostenibilidad en la industria Aérea

La industria aérea, al ser un factor determinante en la competitividad de cada estado, ha mantenido un crecimiento importante a lo largo de la historia, solo ralentizado por factores como los analizados anteriormente. Sin embargo, es claro que al utilizar combustibles fósiles y por las características propias de su modo de operación, es uno de los grandes contribuyentes al problema global de emisión de gases de efecto invernadero.

Teniendo en cuenta dicha problemática y a partir de los retos identificados por la ONU en materia de sostenibilidad a nivel mundial, los objetivos de desarrollo sostenible con agenda 2030, no son ajenos a la industria aeronáutica.

La IATA, estima que, gracias a los avances tecnológicos implementados en las aeronaves, desde el año 1990, la industria ha reducido su impacto ambiental de emisión de gases de efecto invernadero, por cada operación en un 50% (IATA, 2019); De igual manera, la OACI ha enfatizado en su reporte sobre sostenibilidad del año 2019 su compromiso con su y los ODS al afirmar “La OACI se compromete a tomar todas las medidas necesarias para maximizar los beneficios de la aviación de una manera sostenible que sea segura, eficiente, económicamente viable y ambientalmente responsable” (OACI, 2019)

Claramente la gran mayoría de esfuerzos de la industria están enfocados en iniciativas como motores más eficientes, combustibles alternativos con menor impacto medioambiental y mayor acceso a los servicios que brinda la industria; Por otro lado, al analizar casos de éxito como el de la aerolínea American Airlines, ahorraron 40.000 dólares en un año contable, gracias a la reducción de una aceituna en sus menús a bordo (Mórran Toriello, 2014, pág. 16) nos demuestran que pequeños cambios para una industria en la cual se estima que para el año se transportaran por vía aérea 8.200 millones de pasajeros por año (IATA, 2018), cada pequeño cambio enfocado en sostenibilidad, supone grandes aportes en la búsqueda de una industria ambiental y socialmente sostenible.

Procesos ejecutados por la tripulación de cabina en la operación aérea

Al analizar los procesos que ejecutan las tripulaciones de una aeronave podemos encontrar que se realizan labores de tipo técnico como son la operación de los sistemas del avión; este tipo de funciones cumplen generalmente desde el remolque de la aeronave en el aeródromo de origen hasta su parqueo en la posición de parqueo en el aeródromo de destino; De igual manera las tripulaciones realizan labores de preparación y verificación para el vuelo como son la revisión del plan de vuelo, meteorología y novedades en tierra, normalmente este tipo de labores toman parte durante las fases previas del vuelo.

Por último, podemos encontrar las labores de tipo administrativo como son aquellas tareas que se quieren impactar de manera positiva para lograr mayor eficiencia en este proyecto, como es el diligenciamiento del libro de vuelo y mantenimiento.

Bajo el panorama actual, gracias a los avances tecnológicos los dos primeros grupos de tareas están altamente tecnificadas, para las primeras, se han desarrollados sistemas cada vez más avanzados en la aeronave que permiten que haya menores cargas de trabajo, una gran cantidad de capacidades de vuelo automático de las aeronaves y mejores equipos en tierra los cuales, aunque tienen grandes costos han logrado mejorar los índices de seguridad de la industria aérea.

Para el segundo grupo de tareas podemos encontrar como se han creado herramientas tecnológicas que permiten a los pilotos consultar desde dispositivos móviles cada uno de los factores meteorológicos, técnicos y documentación requerida para su vuelo, de una manera que, asegura disponibilidad, eficiencia ambiental y mejores formas de consulta y análisis de esta. Sin embargo, al analizar el último grupo de tareas podemos encontrar que tiene una baja eficiencia y es sujeto a una mayor cantidad de errores que impactan negativamente todo el panorama operacional.

Debido a esto, podríamos afirmar que estamos utilizando un medio de registro de hace más de dos siglos para una de las industrias más tecnificadas y de mayor avance en la historia teniendo en cuenta que el proceso de gestión documental operativo en el sector aéreo es parte fundamental de la operación, a continuación, se analizan actividades que han transformado procesos operativos dentro del sector y como han permitido la optimización de procesos, incremento en la seguridad y mayor sostenibilidad.

Gestión documental

La gestión documental se describe como un proceso aplicado a las organizaciones con el fin de optimizar el de su manejo de información y la norma ISO la define como un proceso sistemático de control, mantenimiento y almacenamiento, de la información de la organización y como parte fundamental de un sistema de gestión de calidad (SGC).

Durante el desarrollo de la pandemia muchas organización detuvieron sus procesos de gestión documental lo cual llevo a pensar en nuevas maneras de optimizar estos procesos y

definir las estrategias adecuadas para su implementación, dentro de estas estrategias se contemplan múltiples herramientas tecnológicas (TIC) que permiten la sistematización del ciclo de vida documental, desde la creación hasta su conversión en medios de almacenamiento digital a través de la digitalización e indexación, esto lleva a las organizaciones a los sistemas de gestión de contenido con componentes que incluyen software, hardware y repositorios de información.

Un aspecto importante de la gestión documental es que se relaciona con la gestión del conocimiento, y entiéndase como gestión del conocimiento aquellos aspectos intangibles de las organizaciones en las cuales la gestión de la información se convierte en un valor intangible de la organización.

Cuando una organización es capaz de gestionar su conocimiento, sintetizará sus tiempos de operación, evitando la realización de tareas innecesarias, evolucionando en lo interno y externo. Si el conocimiento es inaccesible para los colaboradores, este intangible no puede ser visto como una ventaja competitiva (Mejía Rocha & Colín Salgado, 2013, págs. 25-32)

Varios autores coinciden en que la gestión del conocimiento a través de la gestión de la información la cual es recopilada, almacenada y transferida permite a las organizaciones desarrollarse con esquemas innovadores y competitivos, en el manejo de su información.

Impacto ambiental del uso de papel

Hoy en día la modernización y la globalización de las cosas ha provocado cambios en toda industria, entre estas se encuentra la del papel, su alta demanda en la vida personal de las personas y en los negocios de toda empresa ha sido por tradición la forma más fácil y práctica de entregar información y dejar registro, actividad que se ha prevalecto en gran demanda desde tiempos inmemoriales. El uso de papel, por ejemplo, tiende a aumentar a medida que aumenta el nivel de educación y que mejoran las comunicaciones... La mayor parte de la producción y del consumo mundial de papel tiene lugar efectivamente en los países industriales: Estados Unidos produce y gasta la tercera parte del papel mundial, situándose el gasto medio de un norteamericano en más de 300 kilos al año. (WorldWatch Institute, 2004)

Para las empresas se vuelve cada vez más tradicional el uso del papel en sus oficinas quedando rezagado por los desafíos del mercado y las tecnologías modernas que avanza crecientemente en pleno siglo XXI obligando a un ajuste y adaptación a sus procesos de producción, pero de por lejos de un reemplazo; por eso, la industria de la impresión es una de las que más rápidamente se han adaptado logrando un crecimiento continuo, estas industrias entendieron que era importante adaptarse a un mercado cuyas dos principales demandas son la inmediatez y los precios económicos, sin descuidar la calidad del producto. (Redaccion, 2018)

Con el avance de la tecnología moderna, la imprenta y la tala altamente mecanizada para obtener madera, el papel desechable se ha convertido en una mercancía barata; Esto ha llevado a un alto nivel de consumo y como consecuencia el desperdicio de este (EcologíaHoy, s.f.)

Parte del aumento del consumo del papel en el mundo y las previsiones de crecimiento que se hacen de él se sustentan en modelos económicos insostenibles, enormemente derrochadores y contrarios al principio de precaución con el Medio Ambiente.

En realidad, el aumento de la demanda de papel es un indicador de despilfarro de los recursos naturales. Las naciones industrializadas, con el 20% de la población mundial, consumen el 87% del papel para escribir e imprimir. (Soto Caba, 2005, págs. 21-26) La industria papelera y de celulosa ocupa el quinto lugar del sector industrial en consumo mundial de energía, y utiliza más agua por cada tonelada producida que cualquier otra industria. (Soto Caba, 2005, pág. 26) teniendo en cuenta que el 90% de la pulpa de la celulosa viene de los árboles y el 35% de los árboles talados a nivel mundial son destinados para la producción de papel, es decir, el 1.2 % de los ingresos económicos a nivel mundial. (mises, 2017) siendo así el requerimiento para una tonelada de papel virgen 17 árboles, 100 m³ de agua y 7600 kW/h de energía. En cambio, para producir la misma tonelada de papel, pero reciclado, se requiere cero árboles, 20 m³ de agua y 2850 kW/h de energía; en comparación, reciclar causa 35% menos contaminación del agua, 74% menos polución que cuando se produce papel virgen. (Recicamp, s.f.)

Cerca del 40% de toda la madera tallada para usos industriales en el mundo se destina a la producción de papel, (Worldwatch Institute, 2000) esto conlleva a que en diferentes zonas del mundo con inmensas hectáreas de bosques y ecosistemas naturales talados sean sustituidos por

siembras de árboles de crecimiento acelerados cuya practica emplea la utilización masiva de herbicidas y fertilizantes químicos tóxicos. (WRM, 2004).

Lo anterior nos permite reflexionar que el consumo de papel virgen genera un gran deterioro para los ecosistemas y la vida en general por la cantidad de recursos hídricos y forestales que esta demanda, en la actualidad a pesar de los esfuerzos de cada país, aun se sigue teniendo una alta demanda de este material y son muy precarias los esfuerzos que se hacen para controlar y disminuir su consumo debido a la gran demanda que genera.

Maletín Electrónico de Vuelo EFB

Para que un piloto pueda operar de manera segura una aeronave moderna, debe tener a su disposición no solo las listas de chequeo de procedimientos normales de la misma, sino una gran cantidad de manuales adicionales del fabricante, la compañía, el ente regulador, las cartas de procedimientos para vuelo instrumentos, cartas de procedimientos visuales y planes de respuesta de emergencia entre muchas otras.

Claramente esta es una gran cantidad de información, la cual debe estar siempre disponible, actualizada y de fácil consulta para la tripulación.

Hace más de 20 años, era normal que los pilotos tuviesen todos estos manuales en medio físico en sus maletines y a bordo de la aeronave manuales adicionales. Sin embargo, todos estos manuales eran poco prácticos para las tripulaciones que debían reemplazar las partes ya no vigentes y su peso a bordo, limitaba el peso que la aeronave podía utilizar como carga paga a bordo.

Debido a esto, la industria comenzó a buscar alternativas que permitieran usar medios más eficientes para los manuales manteniendo o mejorando los estándares de seguridad que se requieren para la industria (Takahashi, 2012)

Es así como en 1990 FedEx, uno de los mayores operadores de carga del mundo, implemento el primer maletín de vuelo electrónico, el cual consistía en un computador portátil con información relevante para los pilotos, y que se utilizaba como un medio de consulta:

Estos nuevos elementos representaron una alternativa innovadora que permitía mediante el uso de medios electrónicos que las tripulaciones pudiesen llevar de una manera más eficiente manuales de la aeronave, compañía, cartas de procedimientos de vuelo por instrumentos, etc.

En este mismo sentido los fabricantes de aeronaves vieron en los EFB una oportunidad de optimizar el modo de operación de las cabinas de mando, y empezaron a instalar maletines de vuelo electrónicos, integrados directamente a la aeronave.

Por otra parte, las aerolíneas que no querían depender de EFB instalados de fábrica en la aeronave, en casos en los que contaban con aeronaves cuya modificación sería muy costosa, o ya que estos estaban limitados en funcionalidad, y al ser parte de la aeronave eran medios más costosos, iniciaron procesos para la utilización de PED (Personal Electronic Devices) y TPED (Equipos electrónicos personales con capacidad de transmisión), como medios certificados para ser utilizados como EFB.

Inicialmente utilizando computadores portátiles, cuyas prestaciones fueron adaptadas de manera muy básica a los requerimientos de las tripulaciones, conforme las nuevas tecnologías avanzaron, los computadores portátiles fueron reemplazados por equipos de tipo tableta con baterías de mejor duración, mayor funcionalidad y opciones de conectividad inalámbrica.

Hoy en día este tipo de dispositivos son utilizados por los operadores aéreos mundiales, así como pilotos del sector privado, como medio primario para llevar consigo todos los manuales que requieren para operar sus aeronaves.

Su incorporación de acuerdo con distintos estudios, como el desarrollado por la Facultad de Aeronáutica y Astronáutica de Turquía (Astronautics, 2017) ha permitido una optimización de los procesos, menores costos y reducción en el gasto de papel.

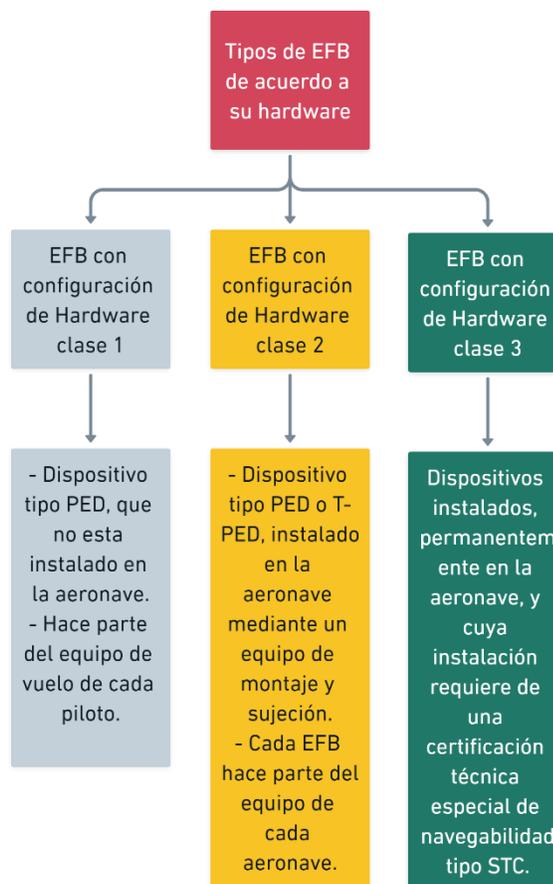
De igual manera, la industria consciente de la importancia que tienen este tipo de dispositivos ha generado una reglamentación acorde a los estándares de la industria para su certificación y uso.

En el caso de Colombia, la UEAC, ha emitido el boletín técnico NID:5100-069-001, el cual establece, las categorías de EFB, las clases de aplicaciones que se pueden utilizar, y en que consiste el proceso de certificación requerido para que una compañía implemente maletines electrónicos de vuelo, o nuevas aplicaciones, bajo la normativa aeronáutica colombiana.

Es así como bajo la normativa aeronáutica colombiana se ha definido un EFB como “Sistema electrónico de visualización usado principalmente en la cabina de pilotos el cual está compuesto por el hardware y software necesario para apoyar las funciones para las cuales está destinado” (Aeronáutica Civil de Colombia, 2014)

De acuerdo con la normativa colombiana encontraremos entonces que existen 3 categorías de EFB, dependiendo de su configuración de hardware:

Ilustración 4 Tipos de EFB de acuerdo con su hardware.



Fuente: Elaboración propia de los autores, a partir de la información contenida en el Boletín Técnico EFB (Aeronáutica Civil de Colombia, 2014)

A partir de este tipo de dispositivos, la autoridad aeronáutica, también ha reglamentado las aplicaciones utilizables como parte de Software de todo EFB.

Aplicaciones para EFB

Teniendo en cuenta el auge de los EFB en la industria, especialmente los dispositivos clase 1 y 2, que utilizan PED, y TPED, se empezaron a desarrollar aplicaciones específicas para la industria aeronáutica, que pudiesen incorporarse a los Maletines Electrónicos de Vuelo, y que lograsen optimizar recursos para las tripulaciones y la seguridad (Turiak, Novák-Sedláčková, & Novák, 2014, págs. 29-37).

Dentro de este tipo de aplicaciones, bajo sus usos y funcionalidades, encontraremos distintas clases como:

- Aplicaciones para el manejo de cálculos de rendimiento de despegue, crucero y aterrizaje que permiten que las tripulaciones hagan los cálculos de una manera más precisa y por tanto ahorrar combustible, reducir costos de mantenimiento de la aeronave y visualizar restricciones que anteriormente utilizando las cartas de rendimiento en medio físico no eran tomadas en cuenta.
- Aplicaciones que permiten la visualización del plan de vuelo, rutas, cartas de navegación y que incluso incorporan mapas móviles para mejor integración al ambiente aeronáutico.
- Aplicaciones para el manejo de cálculos de rendimiento de despegue, crucero y aterrizaje que permiten que las tripulaciones hagan los cálculos de una manera más precisa y por tanto ahorrar combustible, reducir costos de mantenimiento de la aeronave y visualizar restricciones que anteriormente utilizando las cartas de rendimiento en medio físico no eran tomadas en cuenta.

En la actualidad este tipo de aplicaciones son comunes e incluso distintas aerolíneas han incorporado aplicaciones propias, que permiten a las tripulaciones conocer aspectos como su programación de vuelo mensual, hacer solicitudes de cambios a la misma, o realizar trámites administrativos sin tener que salir de su casa.

Es así como la UAEAC, a partir de la evidencia técnica, ha realizado una clasificación de aplicaciones que pueden ser utilizadas en un EFB, por las tripulaciones:

- **Tipo A:** “Aplicaciones de software Tipo A, son aquellas destinadas para el uso en tierra o fases de vuelo no críticas, cuando se reducen las cargas de trabajo del piloto. Las fallas de una aplicación de software Tipo A deben estar limitadas a una clasificación de falla “menor” o "no efecto en la seguridad" para todas las fases de vuelo y no deberán tener ningún efecto adverso sobre la finalización de una operación de vuelo”
- **Tipo B:** “. Las aplicaciones de software Tipo B son aquellas destinadas al reemplazo de papel, utilizadas principalmente durante las fases críticas del vuelo o que poseen un software y/o algoritmos cuya exactitud y confiabilidad deben ser demostrados. Las aplicaciones de software Tipo B deben estar limitadas a una clasificación de falla “menor” o "no efecto en la seguridad" y únicamente serán una ayuda en la conciencia situacional”
- **Tipo C:** “Las aplicaciones de software tipo C se componen de software aprobado para las funciones aéreas y en superficie con una condición de falla categorizada como "mayor", "peligrosa" o "catastrófica” (Aeronáutica Civil de Colombia, 2014, pág. 4). Estas aplicaciones de software no son para EFBs. Se encuentran en la aviónica e incluyen funciones previstas para las comunicaciones, navegación y vigilancia; requieren aprobación de la UAEAC para el diseño, producción, y la instalación.”

Teniendo cuenta lo anterior, podemos determinar, que el presente proyecto se sustenta en la creación de un modelo de proyecto para la creación de una aplicación tipo B para EFB tipo 1 y 2, bajo la normativa aeronáutica colombiana.

Libro de Vuelo

El libro de vuelo, es un documento de carácter privado, que las tripulaciones de las aeronaves que operan en Colombia, en este documento reglamentado por los Reglamentos Aeronáuticos Colombianos RAC en su parte 91 estipula que este libro se debe encontrar a bordo de la aeronave y que en él se deben registrar los datos particulares de la aeronave, su tripulación y cada vuelo que se realice, así como los datos específicos requeridos de cada uno de los ítems anteriormente mencionados (Aeronáutica Civil de Colombia, 2018)

Este documento de igual manera, de acuerdo con lo estipulado debe ser llenado utilizando tinta bajo la responsabilidad del piloto al mando de la aeronave, quien responde por que la información allí consignada sea veraz y debe poner su firma como prueba de esta.

Estos libros deben ser procesados por la compañía, reportados a la UAEAC, y almacenados por al menos 3 años como mínimo. Sin embargo, teniendo en cuenta, que la información contenida en este documento es de especial relevancia técnica, en el caso de aeronaves arrendadas, todos estos libros deben ser almacenados hasta que la aeronave, sea devuelta al arrendatario.

De esta información de igual manera las compañías aéreas, reportan a sus pilotos las horas de vuelo realizadas en periodos específicos, para que ellos puedan realizar la actualización de sus bitácoras de vuelo y realicen el seguimiento a sus horas de vuelo acumuladas. Estos registros tienen gran importancia para medir su nivel de pro-eficiencia y posterior cumplimiento de requisitos para posibles ascensos.

En este documento se realiza el registro de las horas de vuelo que se han realizado durante cada vuelo, por parte de los pilotos, así como las funciones que desempeñaron durante cada sector del vuelo y si realizaron algún tipo de operación considerada especial.

Esto es de vital importancia, ya que, a partir de cada libro de vuelo, la aerolínea, se encarga de emitir reportes periódicos a sus tripulaciones, especificando su cantidad de horas acumuladas, y cada piloto puede de esta manera, diligenciar su bitácora de vuelo que, en el caso del sector, hace parte de la experiencia profesional de cada piloto.

Bitácora de Vuelo

De acuerdo con lo establecido por la UAEAC (Aeronáutica Civil de Colombia, 2019), se estipula, que cada piloto debe contar con un libro de bitácora de vuelo, en el cual se registran, los vuelos y actividades que el tripulante efectúa en el desarrollo de las facultades otorgadas por su licencia aeronáutica, y el cual debe contar con las siguientes características:

- Fechas de los vuelos,
- Marca clase y tipo de aeronave,
- Matrícula de la aeronave,

- Motor y Potencia,
- Etapas o trayectos efectuados,
- Observaciones,
- Entrenador o simulador de vuelo
- Escuela de vuelo, día, solo, noche e instrumentos simulados, (sí aplica)
- Tiempo como copiloto, día noche e instrumentos, (sí aplica)
- Tiempo como piloto autónomo, día, noche e instrumentos, (sí aplica)
- Total, tiempo de vuelo, tiempo cada hoja, tiempo anterior y gran total,
- Firma y licencia del tripulante, firma y licencia de instructor, estadístico o persona autorizada y visto bueno de inspector o representante de la Dirección de medicina de aviación y Licencias Aeronáuticas.

Toda esta información, proviene, de los registros de cada libro de vuelo, efectuado por la tripulación, de allí la importancia en la exactitud, y veracidad de la información que se reporta en cada vuelo, utilizando dicha herramienta.

Firma Electrónica

En Colombia se reglamentó la firma electrónica desde el año 1999 mediante la ley 527, en esta se estableció que la firma electrónica es válida para la documentación suscrita en el territorio colombiano, siempre y cuando cumpla con requisitos específicos de validez, suscripción y trazabilidad de la información.

Para que se pueda asegurar que dicha firma fue realizada por la persona indicada y tiene una debida seguridad respecto a modificaciones u alteraciones de la información.

Para el caso de la documentación a bordo de las aeronaves, la UAEAC (Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil) ente encargado de la regulación, reglamentación, vigilancia y control de las operaciones aéreas en el territorio nacional, no ha realizado ninguna reglamentación al respecto la cual permita utilizar dicho medio para certificar información operativa.

Sin embargo, si ha legalizado su uso como medio de certificación dentro de sus trámites internos mediante la circular informativa 022 del año 2020 (Aeronáutica Civil de Colombia, 2020)

Debido a las medidas restrictivas a la movilidad que se impusieron en todo el mundo para mitigar la propagación del virus SARS-MERS2 / COVID-19, el gobierno colombiano impuso distintas medidas para disminuir los contactos sociales, tanto en el ámbito social como en los tramites que se realizan con las distintas dependencias del Estado, incluyendo a la UAEAC.

Debido a esto esta dependencia ha implementado desde el año 2020 tramites virtuales para exámenes y pago de tramites al personal aeronáutico, esto ha reducido los costos adicionales para el personal aeronáutico y las compañías que debían realizar desplazamientos o giros externos para cumplir con los requisitos de dichos tramites.

MARCO INSTITUCIONAL

AVIANCA fundada en 1919 bajo la figura de SCADTA, ostenta el título de ser el segundo conglomerado aéreo más antiguo del mundo solo por detrás de la holandesa KLM, y la aerolínea más antigua con operación ininterrumpida en el mundo.

Inicialmente fundada bajo la figura de una aerolínea de transporte de pasajeros y correo, ha evolucionado a través de sus 102 años de fundación, hasta convertirse en uno de los grandes grupos aéreos de América latina, la cual hoy en día integra varias aerolíneas a nivel América, así como negocios relacionados al transporte aéreo, bajo la agrupación conocida como AVIANCA GROUP INTERNATIONAL LIMITED, la cual cuenta con cuatro líneas, de unidad de negocio principales:

- Transporte de pasajeros a través de sus aerolíneas AVIANCA Colombia, AVIANCA EXPRESS en el mercado regional colombiano, TACA en el Salvador, AEROGAL en Ecuador.
- Transporte de carga con sus filiales TAMPA Cargo y AEROUNION
- Mensajería y paquetería con DEPRISA.
- El programa de fidelización de clientes LIFEMILES.

AVIANCA Colombia, es una aerolínea de transporte de pasajeros y carga, que sirve el mercado doméstico e internacional, hace parte del conglomerado aéreo anteriormente mencionado.

Dentro del conglomerado, es el operador aéreo de mayor tamaño en número de operaciones, debido a su historia y gran cantidad de rutas ofertadas, sin embargo, su posición dominante se ha visto amenazada a través de los últimos 10 años debido a la aparición de nuevos operadores aéreos y la fuerte crisis generada en el sector por la pandemia del COVID 19, situando su participación en el mercado aéreo colombiano, aunque aún dominante 37% con tendencia a la baja (Reportur, 2021)

Desde el año 2020 la aerolínea se acogió a un proceso de reorganización, el cual dio como resultado una reducción sustancial en su planta operativa, flota de aeronaves y un gran proceso de reducción de costo impulsado por la modificación del modelo de negocio de una aerolínea tipo Legacy, hacia un modelo mixto con características de low cost, con enfoque de mercado objetivo más amplio y accesible.

Dicho plan se ve sustentado en sus cuatro valores corporativos (Avianca, 2018)

- Vivimos la seguridad.
- Servimos con pasión e integridad.
- Somos uno y disfrutamos lo que hacemos.
- Innovamos con impacto sostenible.

De igual manera como miembro de la red de aerolíneas STAR ALLIANCE, y de la IATA, AVIANCA Colombia, se ha adherido al pacto mundial, enfocando sus esfuerzos en “Trabajamos todos los días para que Pacto Global y sus principios sean parte de la gestión y las estrategias de nuestra Compañía, enfocándonos en cuatro áreas temáticas:

- Derechos humanos.
- Estándares laborales.
- Medio ambiente.
- Lucha contra la corrupción.” (Avianca, 2018)

Organizacionalmente, la compañía funciona bajo un modelo de procesos, segmentados por jefaturas, las cuales incluye áreas de mantenimiento, operaciones, entrenamiento y soporte. Para el caso de la gestión documental operativa, dicho proceso está fundamentado en la jefatura de operaciones, la cual se encarga de llevar el control y registro de los libros y registros de vuelo de cada vuelo, para de esta manera alimentar el proceso de registro y reporte interno a la organización y colaboradores, y externo a la UAEAC (Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil).

El ADN de innovación y sostenibilidad de AVIANCA ha impulsado anteriormente proyectos como la implementación EFB en las cabinas de las aeronaves, la implementación de sistemas para la notificación y control operacional de sus tripulaciones mediante una plataforma virtual y al ser uno de los únicos operadores aéreos autorizados a realizar operaciones de baja visibilidad y operaciones especiales en Colombia

Teniendo todo esto en cuenta, es claro que un proyecto para la implementación de registros de vuelo virtuales, que mejore la sostenibilidad de la gestión documental de la compañía, es un proceso que cuenta con un factor organizacional favorable para su estudio, y cuyo análisis es pertinente.

METODOLOGÍA

Primer nivel

Enfoque, alcance y diseño de la investigación

El enfoque del presente estudio de investigación corresponde a un tipo descriptivo correlacional, el cual estará orientado al estudio de un evento de interés particular relacionado con almacenamiento y seguimiento de la documentación operativa requerida en cada vuelo bajo la normativa aeronáutica colombiana durante el periodo y como esta afecta la operación de las aerolíneas de Colombia en tiempos y costos en un periodo tiempo comprendido entre enero del 2021 a enero del 2022. Esto permitirá formular la hipótesis en relación con un modelo para un proyecto de desarrollo de software para documentación operativa aeronáutica en Colombia.

Definición de Variable

Las variables se representan como una condición que puede cambiar en un periodo de tiempo, o condición determinada (Reguant Álvarez, 2014), las variables buscan describir de una manera aproximada un fenómeno o condición específica; y dependiendo de su naturaleza cualitativa o cuantitativa, su interpretación y análisis será diferente. La definición de variables para este estudio está dada por su naturaleza cuantitativa, por su escala de medición de intervalo o por su interrelación, la cual puede ser dependientes o independientes. (Segura, 2015)

- Número de vuelos ejecutados por AVIANCA Colombia y documentados mediante registro de vuelo, variable cuantitativa, discreta.
- Número de inconsistencias identificadas en registrados en registros de vuelo de AVIANCA Colombia, variable cuantitativa, discreta.
- Emisiones de CO2 asociadas a la fabricación de cada registro de vuelo, cuantitativa continua.
- Costo de compra de cada registro de vuelo. Variable cuantitativa continua.

Dado que este es un estudio descriptivo la medición de estas variables estará enfocado a su descripción sin hacer un análisis de correlación entre sí.

Tabla 1 Operalización de variables.

| Variable | Descripción | Indicador | Instrumento de recolección |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vuelos ejecutados | Descrito como número de vuelos ejecutados por la aerolínea AVIANCA Colombia, en el periodo comprendido entre enero del 2021 y enero del 2022, con cortes mensuales. | Número de vuelos ejecutados y documentados mediante registros de vuelo, de la aerolínea AVIANCA Colombia, en el periodo | Base de datos, suministrada por el Centro de Administración de Documentos, sección publicaciones operacionales de la aerolínea |

| | | | |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | comprendido entre enero 2021 y enero 2022 | AVIANCA Colombia. |
| Inconsistencias identificadas en registros de vuelo | Descrita como numero de inconsistencias de diligenciamiento, identificadas dentro del procesamiento de los registros de vuelo de la aerolínea AVIANCA Colombia. | Numero de inconsistencias encontradas en registros de vuelo, identificadas por cada mes en los registros de vuelo procesados de la aerolínea Avianca Colombia, para el periodo entre enero 2021 y enero 2022, en los cuales fue necesaria una corrección completa del registro de vuelo. | Base de datos, suministrada por el Centro de Administración de Documentos, sección publicaciones operacionales de la aerolínea AVIANCA Colombia. |
| Emisiones de CO2 | Descrita como las emisiones de CO2 asociadas a la fabricación de registros de vuelo utilizando papel, en la aerolínea AVIANCA Colombia, | Kilogramos de CO ₂ , producidos mes a mes durante el lapso entre enero de 2021 y 2022, por los registros de vuelo utilizados en la aerolínea | Calculadora de emisiones de CO2 por hoja de papel fabricada, de STEINBERS Papel Alemania. |

| | | | |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| | | AVIANCA Colombia. | |
| Costo de cada registro de vuelo | Descrito como el valor en dólares americanos, USD, de cada registro de vuelo. | Costo mes a mes expresado en dólares americanos USD, por la compra de registros de vuelos utilizados mes a mes en el lapso comprendido entre enero del 2021 a enero del 2022 | Hoja de cálculo para estimación de costo financiero. |

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Población y Muestra.

La población está definida, por la cantidad de vuelos registrados mediante medios físicos en AVIANCA Holding.

La muestra para el desarrollo de este estudio está constituida por los registros de vuelos procesados por la aerolínea AVIANCA Colombia que hace parte de dicho Holding, con cortes mensuales entre el periodo comprendido entre enero del 2021 a enero del 2022.

Dicha muestra tiene carácter representativo, teniendo en cuenta que la aerolínea AVIANCA Colombia, es la unidad de negocio con mayor cantidad de operaciones de vuelo dentro del Holding, los cuales representan las mismas características del problema a describir.

Segundo nivel

Selección de métodos o instrumentos para recolección de información.

La información para la ejecución del análisis información, será obtenida de la base de datos de registros de vuelos procesados por el área de publicaciones operacionales de la Aerolínea AVIANCA Colombia, lo que corresponde a un muestreo por conveniencia, esto

implica que no serán seleccionados de manera aleatoria ningún registro y serán incluidos el total de registros de vuelo procesados, obtenidos para análisis estadístico. Dado que la muestra a analizar es representativa del universo muestral que corresponde a los registros de vuelo de las aerolíneas que conforman AVIANCA Holding, esto la hace una muestra probabilística.

Técnicas de análisis de datos.

El plan de análisis de datos para el estudio fue establecido acorde a la naturaleza de las variables categorizadas, como se mencionó anteriormente no se hará correlación o cruces de variables con fines estadísticos. El proceso de análisis de datos de la información recolectada se hará por medio de análisis estadístico descriptivo para cada una de las variables a considerar en el estudio, media, desviación estándar y dispersión (medidas de tendencia central)

El análisis de datos será llevado a cabo con la herramienta de análisis de datos del programa Microsoft Excel versión 16.59, licencia Microsoft 365 a nombre de Julio Vega y la calculadora de emisiones de CO₂, de la compañía STEINBEIS PAPER Alemania. (Papier, s.f.)

Nivel de medición de las variables.

Tabla 2 Nivel de medición de las variables.

| Variable | Escala | Tipo de variable | Prueba estadística | Técnica estadística |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Registro de vuelo | Intervalo | Cuantitativa discreta | No paramétrica y paramétrica | media, desviación estándar y dispersión (medidas de tendencia central) |
| Inconsistencias identificadas en registros de vuelo procesados. | Intervalo | Cuantitativa discreta | No paramétrica y paramétrica | media, desviación estándar y dispersión (medidas de tendencia central) |

| | | | | |
|------------------------------------------------------|-----------|-----------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Co2 asociado a la fabricación de registros de vuelo. | Intervalo | Cuantitativa continua | No paramétrica y paramétrica | media, desviación estándar y dispersión (medidas de tendencia central) |
| Costo en USD \$ de cada registro de vuelo. | Intervalo | Cuantitativa continua | No paramétrica y paramétrica | media, desviación estándar y dispersión (medidas de tendencia central) |

Fuente: Elaboración propia de los autores.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

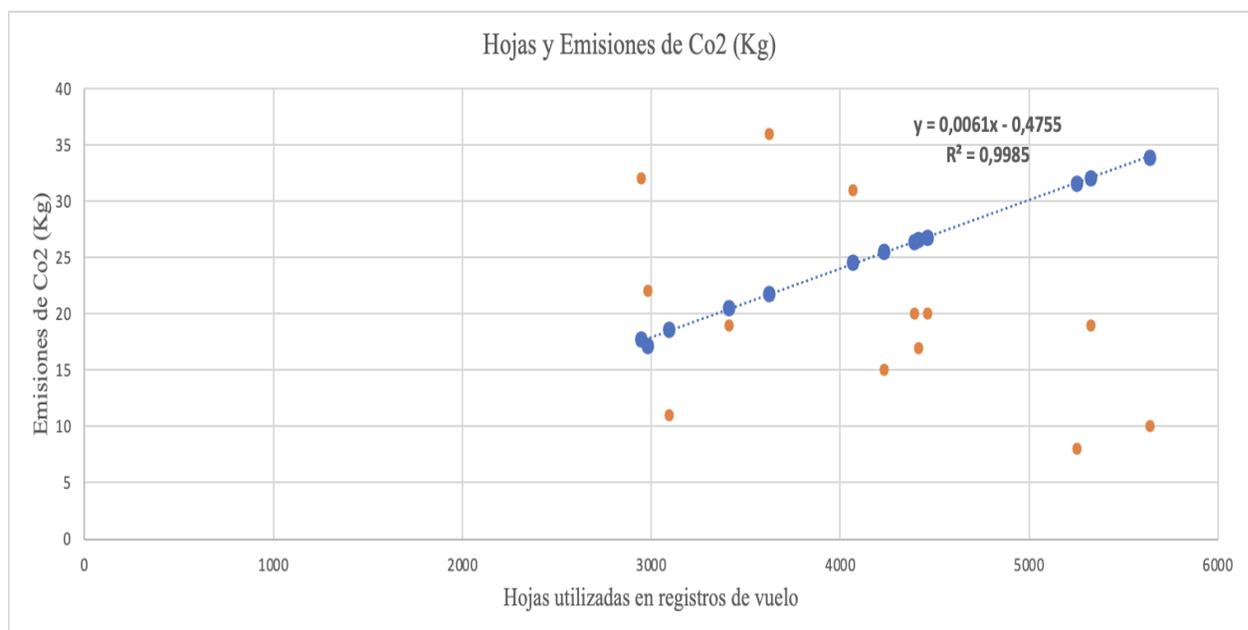
En la presente investigación se realizó una recolección de información para las variables de interés en un periodo de 13 meses, comprendidos entre enero del año 2021 y enero del año 2020; el análisis estadístico se llevo a cabo con la herramienta de análisis de datos del programa Microsoft Excel versión 16.59, licencia Microsoft 365 a nombre de Julio Cesar Vega, La información fue recolectada en una base de datos en la cual se categorizaron todas las variables de interés de la investigación, esta información fue tabulada y organizada para análisis estadístico. Para esta investigación se tuvieron en cuenta variables como el número de vuelos registrados en el periodo de tiempo establecido, la cantidad de hojas usadas por registros de vuelo, la emisión de carbono relacionada con el uso de estos registros de vuelo y el número de errores presentados en cada registro de vuelo.

Se comparo la operación de la Aerolínea Avianca en un periodo de 13 meses y el impacto en huella de carbono asociado a la utilización de registros de vuelo encontrando un aumento en la producción de 323 kg Co2 en el periodo evaluado; al realizar un análisis lineal entre las variables hojas de registro de vuelo y emisión de carbono se encontró un R^2 de 0,99, lo cual

explica el comportamiento lineal positivo de ambas variables, indicando que a mayor utilización de registros de vuelo, mayor emisión de Co2 relacionado con la operación.

Cuando se comparó el número de inconsistencias presentadas y la emisión de Co2, en el periodo de la investigación se determinó que no hay una relación lineal entre ambas variables, lo que indica que las inconsistencias no se relacionan con la emisión de Co2, como se muestra en la dispersión de marcadores naranja de la Figura emisiones de Co2 y uso de registros de vuelo.

Ilustración 5 Emisiones de Co2 (Kg) y Uso de hojas de registro de vuelo de Avianca



Fuente: Elaboración propia de los autores.

En relación con las inconsistencias evaluadas en el periodo de tiempo definido, se encontraron en total 260, siendo enero del 2021 el mes que más inconsistencias presentó 36 (13,8%), seguido de feb con 32 (12,3%) y Jun con 31 inconsistencias (11,9%), lo cual puede estar relacionado con el retorno de la tripulación la operación normal luego de la pandemia por COVID 19.

Tabla 3 Inconsistencias Registros de Vuelo

| INCONSITENCIAS REGISTROS OPERACIÓN AVIANCA | | |
|--------------------------------------------|-----------|-------|
| Variable | 2021-2022 | |
| | n =260 | (%) |
| ene-21 | 36 | 13,8% |
| feb-21 | 32 | 12,3% |
| mar-21 | 22 | 8,5% |
| abr-21 | 11 | 4,2% |
| may-21 | 19 | 7,3% |
| jun-21 | 31 | 11,9% |
| jul-21 | 20 | 7,7% |
| ago-21 | 17 | 6,5% |
| sept-21 | 15 | 5,8% |
| oct-21 | 20 | 7,7% |
| nov-21 | 8 | 3,1% |
| dic-21 | 10 | 3,8% |
| ene-22 | 19 | 7,3% |

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Cuando se analizó la variable Emisiones de Co2 por libros de vuelo relacionadas con la operación de Avianca, se encontró que, para el mes de enero de 2022, la emisión de Co2 fue de 32.0 Kg (10%) de la emisión total en el periodo evaluado, con una media de 24,8 kg, un mínimo de 17,1 kg y un máximo de 33,9 kg, esto relacionado a la mayor cantidad de vuelos registrados desde los meses de noviembre y diciembre del 2021 y mayor utilización de hojas de registros de vuelo, como se describen en la Tabla Emisiones Co2 (kg) operación Avianca.

Tabla 4 Emisiones Co2 (kg) por registros de vuelo

| EMISIONES Co2 (Kg) REGISTRO DE VUELOS OPERACIÓN AVIANCA | | |
|---------------------------------------------------------|-------------|------------|
| Periodo | 2021-2022 | |
| | n=323 | (%) |
| ene-21 | 21,8 | 7% |
| feb-21 | 17,7 | 5% |
| mar-21 | 17,1 | 5% |
| abr-21 | 18,6 | 6% |
| may-21 | 20,5 | 6% |
| jun-21 | 24,5 | 8% |
| jul-21 | 26,4 | 8% |
| ago-21 | 26,6 | 8% |
| sept-21 | 25,5 | 8% |
| oct-21 | 26,8 | 8% |
| nov-21 | 31,6 | 10% |
| dic-21 | 33,9 | 10% |
| ene-22 | 32,0 | 10% |

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Al realizar un análisis de la operación nacional en todas las aerolíneas de Colombia en el periodo 2021 a 2022 se encontró un incremento entre el 10 % y 11% en el transporte de pasajeros lo cual reflejo un incremento hasta de 67.653 kilogramos de Co2 relacionados con esta operación.

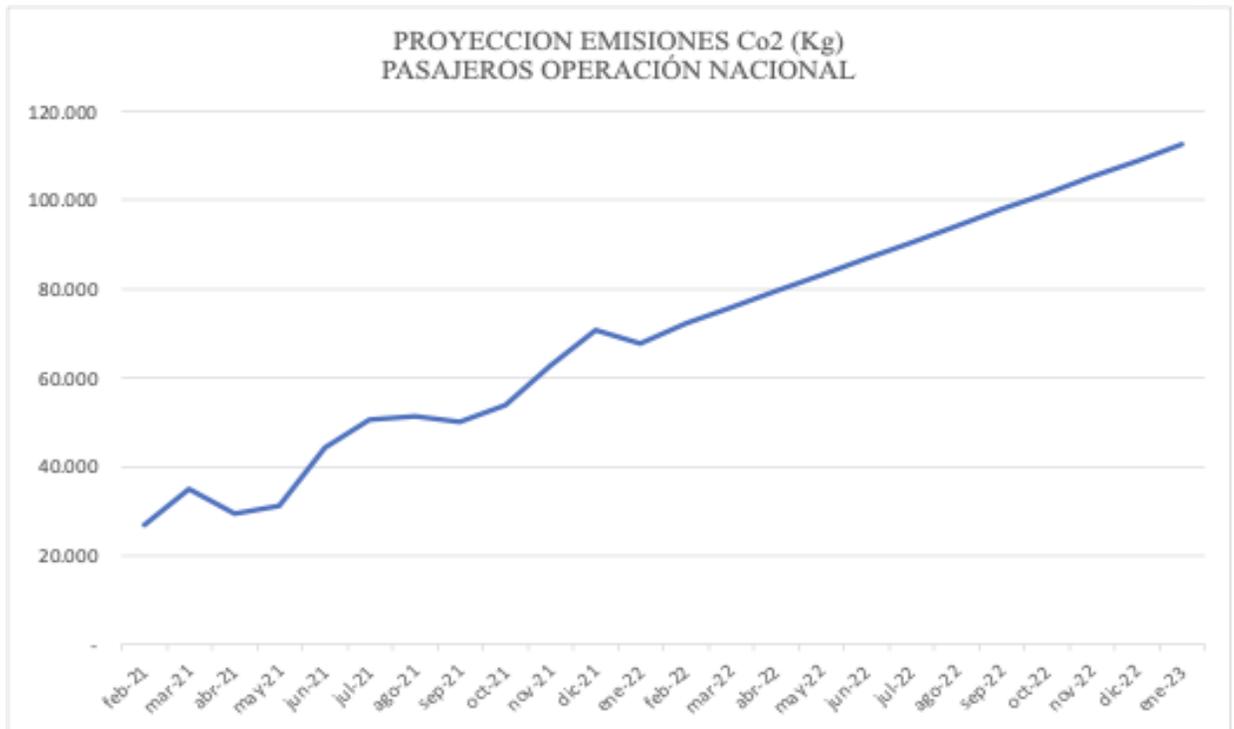
Tabla 5 Co2 (kg) relacionados a operación nacional por pasajeros

| EMISIONES Co2 (Kg) PASAJEROS OPERACIÓN NACIONAL | | | |
|-------------------------------------------------|-----------|-----|--------|
| Periodo | 2021-2022 | | |
| | n | (%) | Kg Co2 |
| ene-21 | 1.776.481 | 5% | 31.266 |
| feb-21 | 1.524.146 | 4% | 26.825 |
| mar-21 | 1.985.231 | 6% | 34.940 |
| abr-21 | 1.674.033 | 5% | 29.463 |
| may-21 | 1.771.175 | 5% | 31.173 |
| jun-21 | 2.515.652 | 7% | 44.275 |
| jul-21 | 2.878.658 | 8% | 50.664 |
| ago-21 | 2.922.481 | 8% | 51.436 |
| sept-21 | 2.843.606 | 8% | 50.047 |
| oct-21 | 3.065.944 | 9% | 53.961 |
| nov-21 | 3.564.343 | 10% | 62.732 |
| dic-21 | 4.023.363 | 12% | 70.811 |
| ene-22 | 3.843.908 | 11% | 67.653 |

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Al realizar un análisis de proyección tomando como referencia los valores de Co2 del periodo evaluado, y proyectando al mismo periodo para 20223, se evidencia un incremento exponencial de la emisión de Co2 para la operación nacional.

Ilustración 6 Proyección emisiones de Co2 operación nacional

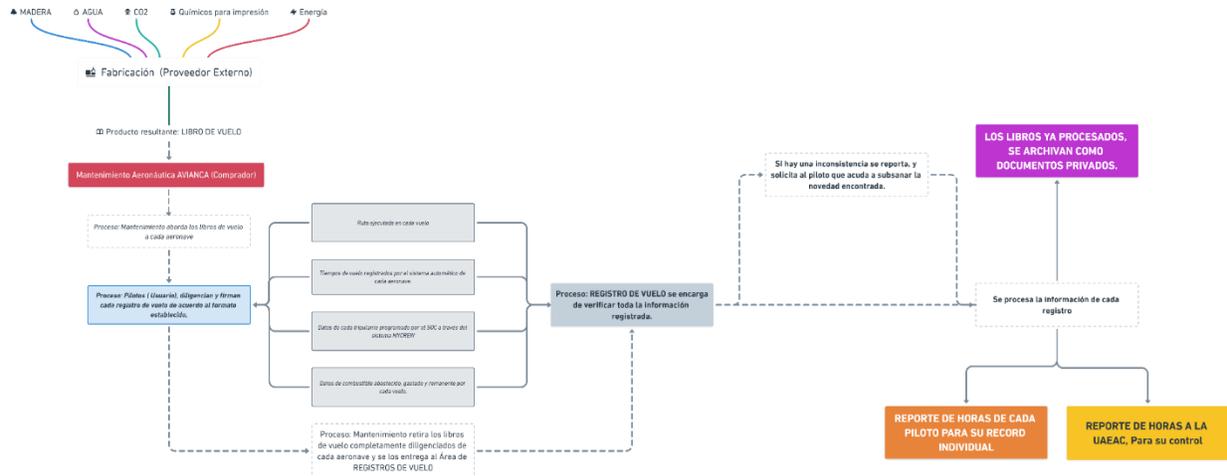


Fuente: Elaboración propia de los autores.

Luego de lograr la cuantificación de las emisiones de gases de CO₂, derivadas de la fabricación de pulpa de papel requerido para los libros de vuelo que, utilizados, y al proyectar como al aumentar la cantidad de vuelos el consumo de papel es mayor, se realizó por parte del equipo de trabajo un modelo de proyecto, utilizando inicialmente metodología de marco lógico a fin de evaluar cómo se ejecuta el proceso en la actualidad.

Con dicho fin se generó un diagrama de flujo el cual ilustra cual es el proceso utilizado por AVIANCA Colombia, para el registro de cada vuelo:

Ilustración 7: Diagrama de flujo, del proceso realizado por AVIANCA Colombia, dentro del uso de registros de vuelo



Fuente: Elaboración propia de los autores.

A partir del mismo se puede evidenciar como el uso de papel en el proceso mencionado constituye una problemática. Cuyas causas y consecuencias se encuentran plasmada en el siguiente árbol de problemas:

Ilustración 8:Árbol de problema central.



Fuente: Elaboración propia de los autores.

Y a partir del cual se elaboró el árbol de objetivos, bajo los cuales se estructura el modelo de proyecto propuesto:

Ilustración 9: Árbol de objetivos del proyecto



Fuente: Elaboración propia de los autores.

Una vez identificada la problemática y los objetivos del proyecto, se realizó la estructuración de un modelo para un proyecto que permita la creación de una aplicación móvil que digitalice el proceso de gestión de registros de vuelo para AVIANCA, dicho modelo fue generado a partir de los lineamientos PMI, estableciéndose una línea base que consta de propuestas de alcance, cronograma y costo; Para ello se propone el siguiente enunciado de alcance:

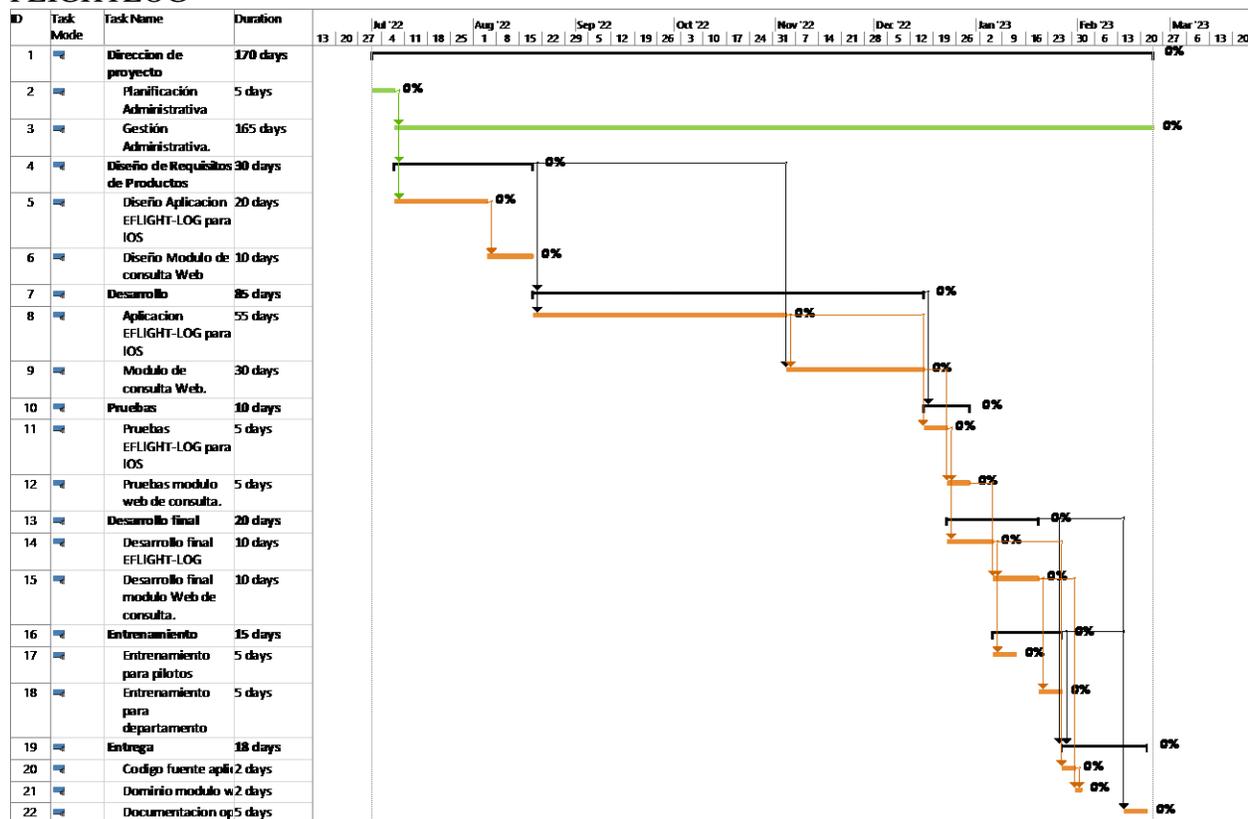
“Diseñar, desarrollar y presentar la propuesta de certificación ante la UAEAC, de una aplicación móvil tipo A, para el diligenciamiento y firma digital de registros de vuelo. Para los dispositivos EFB tipo 2 utilizados en las aeronaves de AVIANCA Colombia.”

Para ampliar la información sobre el análisis y discusión de los resultados ver el ANEXO A.

En cuanto al cronograma se propone que el proyecto cuente con un ciclo de vida híbrido con una estructuración de 7 fases, una de ellas de tipo transversal a todo el proyecto como es la gestión administrativa, y 6 fases requeridas para el desarrollo de los entregables. Se realiza una simulación a partir de un cronograma de trabajo, el cual contempla una duración de 170 días para el proyecto:

La ampliación del planteamiento del modelo del proyecto se encuentra en el ANEXO B

Ilustración 10: Diagrama de GANTT del cronograma propuesto para el proyecto E-FLIGHTLOG



Fuente: Elaboración propia de los autores utilizando la herramienta de Microsoft Project.

En cuanto a costos, se estructuro una propuesta acorde al alcance y cronograma, la cual dio como resultado una estimación de costos por paquete de trabajo, así como una reserva de contingencia estimada en 10%, para cubrir imprevistos y riesgos no identificados durante la

estructuración del proyecto. A partir de los recursos se estima serán requeridos para desarrollar el proyecto como se establece en el Anexo B.

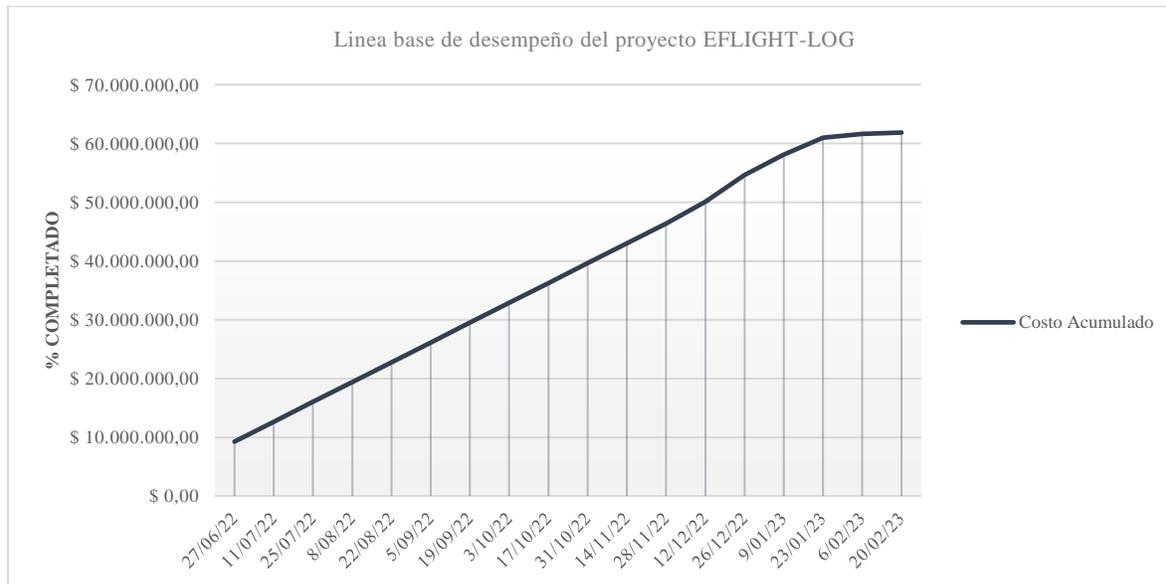
Tabla 6: Presupuesto propuesto para el proyecto EFLIGHT-LOG discriminado por fases y paquetes de trabajo

| E-FLIGHTLOG | | |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| | ITEM | Costo Estimado |
| 1 | Dirección de proyecto | \$ 10.625.000,00 |
| 1.1 | Planificación Administrativa | \$ 312.500,00 |
| 1.2 | Gestión Administrativa. | \$ 10.312.500,00 |
| 2.0 | Diseño de Requisitos de Productos | \$ 16.865.000,00 |
| 2.1 | Diseño Aplicación EFLIGHT-LOG para IOS | \$ 14.115.000,00 |
| 2.2 | Diseño Módulo de consulta Web | \$ 2.750.000,00 |
| 3 | Desarrollo | \$ 23.375.000,00 |
| 3.1 | Aplicación EFLIGHT-LOG para IOS | \$ 15.125.000,00 |
| 3.2 | Módulo de consulta Web. | \$ 8.250.000,00 |
| 4 | Pruebas | \$ 2.890.000,00 |
| 4.1 | Pruebas EFLIGHT-LOG para IOS | \$ 1.445.000,00 |
| 4.2 | Pruebas módulo web de consulta. | \$ 1.445.000,00 |
| 5 | Desarrollo final | \$ 5.500.000,00 |
| 5.1 | Desarrollo final EFLIGHT-LOG | \$ 2.750.000,00 |
| 5.2 | Desarrollo final módulo Web de consulta. | \$ 2.750.000,00 |
| 6 | Entrenamiento | \$ 1.445.000,00 |
| 6.1 | Entrenamiento para pilotos | \$ 70.000,00 |
| 6.2 | Entrenamiento para departamento registros de vuelo | \$ 1.375.000,00 |
| 7 | Entrega | \$ 1.170.000,00 |
| 7.1 | Código fuente aplicación EFLIGHT-LOG IOS | \$ 550.000,00 |
| 7.2 | Dominio módulo web de consulta | \$ 550.000,00 |
| 7.2 | Documentación operativa y técnica para solicitud de certificación ante la UAEAC | \$ 70.000,00 |
| COSTO TOTAL | | \$ 61.870.000,00 |
| RESERVA DE CONTINGENCIA 10% | | \$ 6.187.000,00 |
| PRESUPUESTO REQUERIDO | | \$ 68.057.000,00 |

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Finalmente, el modelo propuesto tendría una estructura de línea base de desempeño como la que se presenta a continuación mediante la curva de avance del proyecto, en la cual se puede evidenciar el uso del presupuesto propuesto contrastando con el avance en el desarrollo de cada uno de los paquetes de trabajo.

Ilustración 11: Curva de avance propuesta para el proyecto E-FLIGHTLOG



Fuente: Elaboración propia de los autores.

DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente informe técnico resaltamos diferentes ventajas que se pueden lograr en la operatividad de los pilotos de Avianca, entre las principales, el impacto positivo ambiental en el ahorro del consumo de papel que se emplea en los libros de vuelos registrados teniendo presente variables como la cantidad de hojas usadas y la emisión de huella de carbono que se producen entre otros; por otro lado, la propuesta del desarrollo de software para documentación operativa de la aerolínea.

Como aporte al estado del arte, consultamos trabajos que, como misión, hayan establecido o presentado en sus propuestas alternativas en el ahorro de papel, impactos positivos ambientales y optimizaciones en procesos más eficientes en las aerolíneas, especialmente en Colombia. Como principal acercamiento, encontramos la gestión realizada por Juan Felipe Molina quien trabajo el ahorro del papel de la aerolínea Avianca enfocado al proceso operativo en el 2019 (MOLINA CONTRERAS, 2019) donde evidenciamos su enfoque centrado en los costos y presupuestos para que sea Avianca quien tome las decisiones de implementación;

concluimos que el presente informe técnico se complementa acotando información cuantitativa y estadística para realizar un plan de ahorro que aborda la política de calidad de Avianca sobre los objetivos de desarrollo sostenible de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI, 2015); también recomendaríamos complementar su investigación con la introducción de los libros de vuelos que solo son manipulados por los pilotos pero, que hace parte del proceso logístico de la aerolínea, enriqueciendo y fortaleciendo dicha investigación en pro del ahorro de consumo de papel en la operación logística de Avianca.

Por otra parte, los resultados propuestos por (García & Jeimy Paola, 2021) en su trabajo titulado “Análisis de causalidad de los retrasos de los vuelos aéreos en el sistema aeroportuario Colombiano” menciona como causa el error de chequeo y diligenciamiento en la documentación antes de cada despegue (García & Jeimy Paola, 2021, pág. 20), generando demoras en corregir dichos formularios y sobre costearo la operación por cada minuto adicional que un avión está en tierra; entonces, vemos que va más allá del trabajo manual y el sacrificio medio ambiental, sino que también trata de los costos indirectos que generan dichos retrasos a las aerolíneas.

Encontramos un manual de usuario emitido por el sistema de despacho aduanero (SDA) de Chile donde explican el sistema de documentación para manifiestos y guías aéreas electrónicas (Departamento de Operaciones TI, 2017), al seguir el paso a paso de este manual, ellos resolvieron a los usuarios (en esta caso los pilotos) la implementación de un programa que les permite en línea diligenciar la documentación de los registros de vuelos, aunque no mencionan los libros de vuelo, consideramos que es una alternativa eficiente pero compleja por los aplicativos y controladores adicionales que requiere como el JAVA; esto nos permitió discernir que en definitiva la alternativa más viable para proponer el modelo del desarrollo de software es un aplicativo tipo APP que no requiere sino de un instalador para su ejecución y un usuario y contraseña para su ingreso haciendo más práctico el procedimiento.

Finalizando, en el repositorio de la universidad Inca Garcilaso de la vega en Perú, realizaron un trabajo sobre la automatización del manifiesto de carga aéreo (Sanchez & Jhosua, 2018), propusieron la incorporación de una extensión en la página de la aerolínea (Talmanet) por medio de una ventana para que los pilotos pudieran realizar el diligenciamiento y control de una parte de los documentos en cada vuelo; comparándolo con el desarrollo del software propuesto

en el presente trabajo, nos dimos cuenta que el alcance de nuestra propuesta está enfocado al desarrollo de un software como una única alternativa dejando de lado una variante como lo es el desarrollo de un ambiente WEB que arroja los mismos resultados significando un proceso menos complejo de producir y de menor costo de inversión.

CONCLUSIONES

Si bien tanto la industria aeronáutica en Colombia a través de la aeronáutica Civil Colombiana, cuentan con una hoja de ruta que alinea sus proyectos hacia un modelo de sostenibilidad y desarrollo, gran parte del esfuerzo se ha enfocado en la reducción de emisiones a través de aeronaves más eficiente. Dejando de lado iniciativas de impacto sostenido como es la reducción de huella de carbono derivada del uso de papel.

La industria aeronáutica en Colombia, en cabeza de la UAEAC, no cuenta con reglamentación que fomente iniciativas de los operadores, tendientes a la reducción de los impactos derivados de su operación, debido a que la función de dicho organismo está enfocada en el control y regulación de aspectos meramente normativos.

Sin embargo, todo tipo de iniciativa o proyecto generado por parte de los operadores aéreos tiene como riesgo, el requerir una aprobación por parte del ente regulador, lo cual deriva en un proceso de solicitud, pruebas, aprobación y certificación, siempre sujeto a un ente externo.

Para el caso descrito, se evidencia que si bien AVIANCA, cuenta con una política con componentes de desarrollo, en procesos de sostenibilidad ambiental, no se han implementado procesos de reevaluación de procesos, que den lugar a iniciativas que puedan permitir pequeñas acciones de mejora en sus procesos operacionales, que sean capaces de reducir de manera definitiva procesos redundantes e impactos derivados de los mismos.

Se evidencia igualmente, como la implementación de un proyecto como el descrito bajo el modelo propuesto, reduciría las emisiones de CO₂, derivadas el uso de papel para realizar registros de vuelo, las cuales para el periodo evaluado fueron calculadas en 323 kilogramos de CO₂, de igual manera, el análisis realizado para la identificación de la problemática a solucionar, permite evidenciar que de ser implementada la aplicación móvil, se reducirían igualmente gastos

logísticos y tiempo de trabajo hombre que en estos momentos son requeridos debido a la complejidad del proceso.

En este mismo sentido, al analizar los demás procesos, que desarrollan las tripulaciones a bordo, como parte de sus funciones, se puede encontrar, que de igual manera existen libros de registros de seguimiento de mantenimiento y reporte de novedades técnicas, los cuales cuentan con un mayor volumen, rotación y uso dentro de la aeronave, teniendo esto en cuenta, se considera pertinente que de ser implementado parte de este proyecto, se debe contemplar como una siguiente fase, la implementación de una herramienta que logre eliminar el uso de libros de mantenimiento en medio físico, a fin de lograr un mayor impacto en procesos poco eficientes logística y ambientalmente.

Como punto fundamental, también es necesario analizar que, como está ampliamente evidenciado en el marco institucional de este documento, AVIANCA Colombia hace parte de un conglomerado aéreo con varias aerolíneas, esto cobra amplia relevancia, ya que la implementación de este proyecto de manera transversal en todas sus operaciones supone un impacto aun mayor, en su búsqueda de sostenibilidad empresarial, ayudando a compensar sus emisiones a partir de un proyecto con componentes de innovación y desarrollo.

En conclusión, la industria aérea, es una parte fundamental, del engranaje productivo de la economía, es imperativa que dicho compromiso que existe de crecimiento por parte de los operadores aéreos en el país tenga un enfoque de sostenibilidad debido a su gran impacto ambiental y capacidad de reinversión de proceso.

LISTA DE REFERENCIAS

- Alfonso Romero, M. Á. (28 de mayo de 2021). *Estrategia de las aerolíneas latinoamericanas ante la crisis del Covid-19*. Obtenido de Universidad de los Andes:
<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/53779/24789.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aeronáutica Civil de Colombia. (9 de septiembre de 2014). *PROCEDIMIENTO PARA AUTORIZAR EL USO DE ELECTRONIC FLIGHT BAGS (EFB) CLASE 1, 2 Y 3*. Obtenido de Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil:
<https://www.aerocivil.gov.co/autoridad-de-la-aviacion-civil/biblioteca-tecnica/Direccion%20de%20estandares%20de%20vuelo/BT%205100-069-001%20EFB%20V3.pdf>
- Aeronáutica Civil de Colombia. (9 de septiembre de 2014). *Procedimiento para autorizar el uso de electronic flight bags (EFB) clase 1,2 y 3*. Obtenido de Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil: <https://www.aerocivil.gov.co/autoridad-de-la-aviacion-civil/biblioteca-tecnica/Direccion%20de%20estandares%20de%20vuelo/BT%205100-069-001%20EFB%20V3.pdf>
- Aeronáutica Civil de Colombia. (2018). *RAC 91 Reglas generales de vuelo y de operación*. Recuperado el 01 de 03 de 2022, de Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil:
<https://www.aerocivil.gov.co/normatividad/RACHISTORICO2018DICIEMBRE/RAC%20%2091%20-%20Reglas%20Generales%20de%20Vuelo%20y%20de%20Operaci%C3%B3n.pdf>
- Aeronáutica Civil de Colombia. (10 de 2019). *RAC 2 Personal Aeronáutico*. Obtenido de Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil:
<https://www.aerocivil.gov.co/normatividad/RAC/RAC%20%202%20-%20Personal%20Aeron%C3%A1utico.pdf>
- Aeronáutica Civil de Colombia. (23 de 10 de 2020). *Circular Informativa No. 022*. Recuperado el 16 de Febrero de 2022, de Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil:

- <https://www.aerocivil.gov.co/autoridad-de-la-aviacion-civil/biblioteca-tecnica/Circulares%20Informativas/CI%205100-082-022%20V2.pdf>
- ANDI. (2017). *Informe de sostenibilidad 2017*. Obtenido de andi:
<http://www.andi.com.co/Uploads/INFORME%20PULPA%20PAPEL%20Y%20CARTO%CC%81N%20VERSIO%CC%81N%202019.pdf>
- ANDI. (s.f.). *Industria de pulpa, papel y cartón*. Obtenido de ANDI, Más país :
<http://www.andi.com.co/Home/Camara/20-industria-de-pulpa-papel-y-carton>
- Arboleda, G. (2013). *Proyectos - identificación, formulación, evaluación y gerencia*. Alfaomega.
- Astronautics, F. o. (2017). *Electronic Flight Bag in the Operation of Airline Companies: Application in Turkey*. Obtenido de ResearchGate:
https://www.researchgate.net/profile/Savas-Ates/publication/320842760_Electronic_Flight_Bag_in_the_Operation_of_Airline_Companies_Application_in_Turkey/links/59fd936daca272347a25ac44/Electronic-Flight-Bag-in-the-Operation-of-Airline-Companies-Application-
- Avianca. (2018). *Nuestros valores*. Obtenido de Programa de ética y cumplimiento:
<https://www.avianca.com/co/es/sobre-nosotros/quienes-somos/etica-cumplimiento/>
- Avianca. (2019). *Nuestros pilares estratégicos*. Obtenido de Avianca:
<https://www.avianca.com/co/es/sobre-nosotros/ciudadania-corporativa/>
- Beltrán Plazas, C. A. (2018). Optimización de las Operaciones Aéreas en el Aeropuerto Internacional el Dorado. *Optimización de las Operaciones Aéreas en el Aeropuerto Internacional el Dorado*. Universidad Militar Nueva Granada, Bogota. Obtenido de https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/35822#.YkeKZSi_NPk.mendeley
- Capaldo, G. D. (2020). *COVID-19 e industria aeronáutica. 10 situaciones probables de crisis*. doi:10.18800/iusetveritas.202002.002
- Caro Cardona, A. S. (2019). El impacto de la desregularización de las tarifas aéreas en la competencia y consumo del transporte aéreo de pasajeros en Colombia. *El impacto de la desregularización de las tarifas aéreas en la competencia y consumo del transporte aéreo de pasajeros en Colombia*. Pontificia Universidad Javeriana, bogota. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/43408#.YkeA28nL2Lg.mendeley>

- ClickPrinting. (2020). *El reciclaje de papel y Cartón, Datos a nivel Mundial*. Obtenido de ClickPrinting: <https://www.clickprinting.es/blog/reciclaje-de-papel-y-carton-datos-reciclar>
- Departamento de Operaciones TI. (2017). *Subdirección de Informática Gobierno de Chile*. Obtenido de Sistema para Documentación Electrónica Aérea: http://normativa.aduana.cl/aduana/site/docs/20070510/20070510095837/manual_referencia_sda.pdf
- DNP. (s.f.). *Industria, Innovación e infraestructura*. Recuperado el abril de 2022, de Departamento Nacional de Planeación: <https://www.ods.gov.co/es/objetivos/industria-innovacion-e-infraestructura>
- EcologíaHoy. (s.f.). *Fabricación de papel y su impacto en el medio ambiente. Fabricación de papel y su impacto en el medio ambiente*. Ecología Hoy. Obtenido de <https://ecologiahoy.net/medio-ambiente/fabricacion-de-papel-y-su-impacto-en-el-medio-ambiente/?msclkid=348adedeb39211ec87f560f9a7dd8eb7>
- EFE. (24 de 10 de 2021). <https://www.portafolio.co/economia/infraestructura/la-alta-dice-que-colombia-se-destaca-en-recuperacion-del-transporte-aereo-557708>. Obtenido de Portafolio: <https://www.portafolio.co/economia/infraestructura/la-alta-dice-que-colombia-se-destaca-en-recuperacion-del-transporte-aereo-557708>
- Espíndola, C. &. (2012). Parte 1: conceptos, métodos de estimación y complejidades metodológicas. En *Huella del carbono*.
- García, C., & Jeimy Paola. (23 de septiembre de 2021). *Universidad Santo Tomas*. Obtenido de Análisis de causalidad de los retrasos de los vuelos aéreos en el sistema aeroportuario Colombiano: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/35742>
- Gobierno Nacional de Colombia. (2019). *Decreto número 2106 de 2019*. Obtenido de Departamento Administrativo de la función Pública: <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%202106%20DEL%2022%20DE%20NOVIEMBRE%20DE%202019.pdf>
- GreenPeace. (Septiembre de 2004). *El papel y el medio ambiente, una mirada crítica sobre la importación, producción y consumo de papel en España*. Obtenido de greenpeace:

<http://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/other/el-papel-y-el-medioambiente.pdf>

Hermoza Morales, E. C., & Zorrilla Fukuy, P. C. (2019). Evolución de la Industria Aérea Comercial en Colombia. Una revisión de la literatura científica en el período 2008. (*Trabajo de investigación*). Universidad privada del norte, Lima. Recuperado el 6 de Marzo de 2022, de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25677>

IATA. (2018). *COMUNICADO No: 62*. Recuperado el abril de 2022, de Asociación Internacional de Transporte Aéreo:
<https://www.iata.org/contentassets/db9e20ee48174906aba13acb6ed35e19/2018-10-24-02-sp.pdf>

IATA. (2019). *Las emisiones de carbono por pasajero descienden más del 50% desde 1990*. Recuperado el abril de 2022, de Asociación Internacional de Transporte Aéreo:
<https://www.iata.org/contentassets/25e5377cf53c4e48bbaa49d252f3ab03/2019-12-12-01-sp.pdf>

Leal Sánchez, J. F. (2014). *Hacia una fase digital*. Obtenido de Universidad Militar Nueva Granada:
<https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/10858#.YmB6AyIZNeE.mendeley>

Mejía Rocha, M. I., & Colín Salgado, M. (12 de diciembre de 2013). *Gestión de conocimiento y su importancia en las organizaciones*. Obtenido de Institución Universitaria Reacreditada en Alta Calidad: <https://repositorio.itm.edu.co/handle/20.500.12622/1255>

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (s.f.). *Cero Papel en la administración Pública*. Obtenido de Dirección de Gobierno en línea:
https://estrategia.gobiernoenlinea.gov.co/623/articles-8257_papel_buenaspracticass.pdf
mises. (octubre de 2017). *Algunos datos sobre el consumo de papel en el mundo*. Recuperado el abril de 2022, de Blog de faxvirtual.com: <https://www.faxvirtual.com/blog/algunos-datos-sobre-el-consumo-de-papel-en-el-mundo/#:~:text=Algunos%20datos%20sobre%20el%20consumo%20de%20papel%20en,a%C3%B1o%20en%20las%20oficinas%20de%20todo%20el%20mundo.?msclkid=29ba8f4b39111ecbbc73033a9a0b635>

- Molina Contreras, J. F. (2019). *Plan para el ahorro de consumo de papel en el Área de Despacho de Operaciones de Vuelo de Avianca–Colombia*. Obtenido de Repositorio Universidad Distrital:
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/15565/MolinaContrerasJuanFelipe2019.pdf?sequence=1>
- MOLINA CONTRERAS, J. F. (2019). *UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS*. Obtenido de PLAN PARA EL AHORRO DE CONSUMO DE PAPEL EN EL ÁREA DE DESPACHO DE OPERACIONES DE VUELO DE AVIANCA – COLOMBIA:
[file:///C:/Users/josep/universidadean.edu.co/Seminario%20de%20Investigaci%C3%B3n%20-%20SEMINARIO%20DE%20INVESTIGACION/03.%20Informe%20Tecnico%20\(22%20mayo\)/MolinaContrerasJuanFelipe2019.pdf](file:///C:/Users/josep/universidadean.edu.co/Seminario%20de%20Investigaci%C3%B3n%20-%20SEMINARIO%20DE%20INVESTIGACION/03.%20Informe%20Tecnico%20(22%20mayo)/MolinaContrerasJuanFelipe2019.pdf)
- Morales, J. S., & B., R. (2013). Eficiencia operacional de la industria aeronáutica en Colombia: Una aplicación del Análisis Envolvente de Datos a la aerolínea LX. (*Resumen*). Universidad de los Andes, Bogota. Obtenido de
<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/19429/u670548.pdf?sequence=1>
- Mórran Toriello, D. (2014). *Benchmarking: un viaje a la excelencia*. (J. y. Universidad de Valladolid. Facultad de ciencias sociales, Editor) Recuperado el abril de 2022, de Universidad de Valladolid: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/5548/TFG-N.51.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- OACI. (10 de diciembre de 2010). *Objetivos estratégicos de la OACI para 2011-2012-2013*. Obtenido de Organización de la Aviación Civil Internacional:
https://www.icao.int/Documents/strategic-objectives/strategic_objectives_2011_2013_es.pdf
- OACI. (2015). *La OACI y los Objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas*. Recuperado el abril de 2022, de Organización de Aviación Civil Internacional:
https://www.icao.int/about-icao/aviation-development/Pages/ES/SDG_ES.aspx

- OACI. (2019). *Aviation Benefits Report 2019*. Recuperado el abril de 2022, de Organización de Aviación Civil Internacional:
<https://www.icao.int/sustainability/Documents/AVIATION-BENEFITS-2019-web.pdf>
- Olariaga, O. D. (2016). Análisis de la evolución de las políticas públicas y de regulación en la industria aeroportuaria en Colombia. (*Documentos y Aportes en Administración Pública y Gestión Estatal*). Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina. Obtenido de
<https://www.redalyc.org/pdf/3375/337546668001.pdf>
- ONU. (2015). *Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas:
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>
- ONU. (2015). *Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas:
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure/>
- ONU. (2015). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- ONU. (26 de marzo de 2021). *La economía circular: un modelo económico que lleva al crecimiento y al empleo sin comprometer el medio ambiente*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://news.un.org/es/story/2021/03/1490082>
- Papier, S. (s.f.). *CALCULADOR DE SOSTENIBILIDAD*. Obtenido de Steinbeis Papier:
<https://www.stp.de/es/calculador-de-sostenibilidad>
- Parra Restrepo, B. (1 de julio de 1998). *Vida, Pasión y muerte de Scadta Origen y desarrollo de la aviación en Colombia*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia:
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/innovar/article/view/24027/24667>
- Recicamp. (s.f.). *Consumo de papel en el mundo*. Recuperado el abril de 2022, de Recicamp:
<https://recicamp.com/consumo-papel-mundo/?msclkid=092c5cb2b39111ec850df741fb14dea1>
- Redaccion. (2018). Los avances tecnológicos aplicados a la impresión digital. *Los avances tecnológicos aplicados a la impresión digital*. md, marketingdirecto.com, madrid.

Obtenido de <https://www.marketingdirecto.com/anunciantes-general/anunciantes/los-avances-tecnologicos-aplicados-a-la-impresion-digital?msclkid=ed1b3c92b39211ecacdba9a0ca60eead>

Reguant Álvarez, M. &. (2014). *Operacionalización de conceptos/variables*.

Reportur. (6 de octubre de 2021). *Avianca hunde su cuota al 37% ante crecimiento de Latam y Viva*. Obtenido de Reportur.co: <https://www.reportur.com/aerolineas/2021/10/06/avianca-hunde-cuota-al-37-ante-crecimiento-latam-viva/>

Rodríguez, C. A. (2007). "Crisis y reestructuración de Avianca. Análisis de caso". *"Crisis y reestructuración de Avianca. Análisis de caso"*. Universidad de los Andes, bogota.

Obtenido de

<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/25282/u429258.pdf?sequence=1>

Sanchez, V., & Jhosua, J. (22 de marzo de 2018). *Repositorio Universidad Inca Garcilaso de la Vega*. Obtenido de Automatización del manifiesto de carga aérea de exportación de aerolíneas en talma S.A: <http://intra.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/2577>

Segura, M. A. (2015). *Operacionalización de variables*. Obtenido de bvsper: <http://bvsper.paho.org/videosdigitales/matedu/2012investigacionsalud/26>

Soto Caba, M. Á. (mayo de 2005). *El consumo de papel y sus implicaciones sobre los bosques y el medioambiente*. Recuperado el Abril de 2022, de cuadernos de biodiversidad: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/1101/1/cuadbiod17_3.pdf

Statista Research Department. (27 de septiembre de 2021). *Consumo mundial de papel y cartón de 2007 a 2018*. Recuperado el abril de 2022, de Statista: <https://es.statista.com/estadisticas/600580/consumo-mundial-de-papel-y-carton/?msclkid=fbbf2bcfb3ae11ecac48ce9b0f4c12b4>

Strybel, T. Z.-P. (2016). *THE COMPARATIVE BENEFITS AND HAZARDS OF EFBS AND PAPER DOCUMENTS IN THE COCKPIT*. Obtenido de ProQuest: <https://www.proquest.com/openview/79adcf597ad51a91515b0277f6ddaf76/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750>

Takahashi, T. (7 de Abril de 2012). *Ipad's in the Cockpit: Evolution or Revolution in the Sky*.

Recuperado el 2 de Marzo de 2022, de SSRN:

https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2035743

Turiak, M., Novák-Sedláčková, A., & Novák, A. (2014). *Portable Electronic Devices on Board of Airplanes and Their Safety Impact*. Recuperado el 19 de Febrero de 2022, de

SpringerLink: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-45317-9_4

Worldwatch Institute. (2000). *La situación del mundo 2000*. (I. E. Empleado, Ed.) Barcelona: Icaria.

WorldWatch Institute. (marzo de 2004). *La situación del mundo 2004*. Recuperado el abril de 2022, de Fuhem educación + ecosocial:

<https://www.fuhem.es/media/cdv/file/biblioteca/Situaci%C3%B3n%20del%20Mundo/Situaci%C3%B3n%20del%20Mundo%202004.pdf?msckid=a9f3384bb39811ec9e582a4b613516a8>

WRM. (26 de diciembre de 2004). *Cambodia: Pheapimex resume deforestation for a projected pulp and paper mill*. Recuperado el abril de 2022, de World Rainforest Movement:

<https://www.wrm.org.uy/bulletin-articles/cambodia-pheapimex-resume-deforestation-for-a-projected-pulp-and-paper-mill>

ANEXOS

Anexo A Ampliación análisis de resultados

En la presente investigación se realizó una recolección de información para las variables de interés en un periodo de 13 meses, comprendidos entre enero del año 2021 y enero del año 2022; el análisis estadístico se llevó a cabo con la herramienta de análisis de datos del programa Microsoft Excel versión 16.59, licencia Microsoft 365 a nombre de Julio Cesar Vega, La información fue recolectada en una base de datos en la cual se categorizaron todas las variables de interés de la investigación, esta información fue tabulada y organizada para análisis estadístico. Para esta investigación se tuvieron en cuenta variables como el número de vuelos registrados en el periodo de tiempo establecido, la cantidad de hojas usadas por registros de vuelo, la emisión de carbono relacionada con el uso de estos registros de vuelo y el número de errores presentados en cada registro de vuelo.

El primer análisis que abordamos en esta investigación es el número de vuelos registrados en el periodo de la investigación; se recopiló información para un total de 107.717 vuelos registrados en los 13 meses de operación, en la ilustración A-1 se aprecia el comportamiento de la operación y una recuperación mes a mes luego de la Pandemia por COVID 19.

Ilustración A-1 Vuelos Registrados Operación Avianca

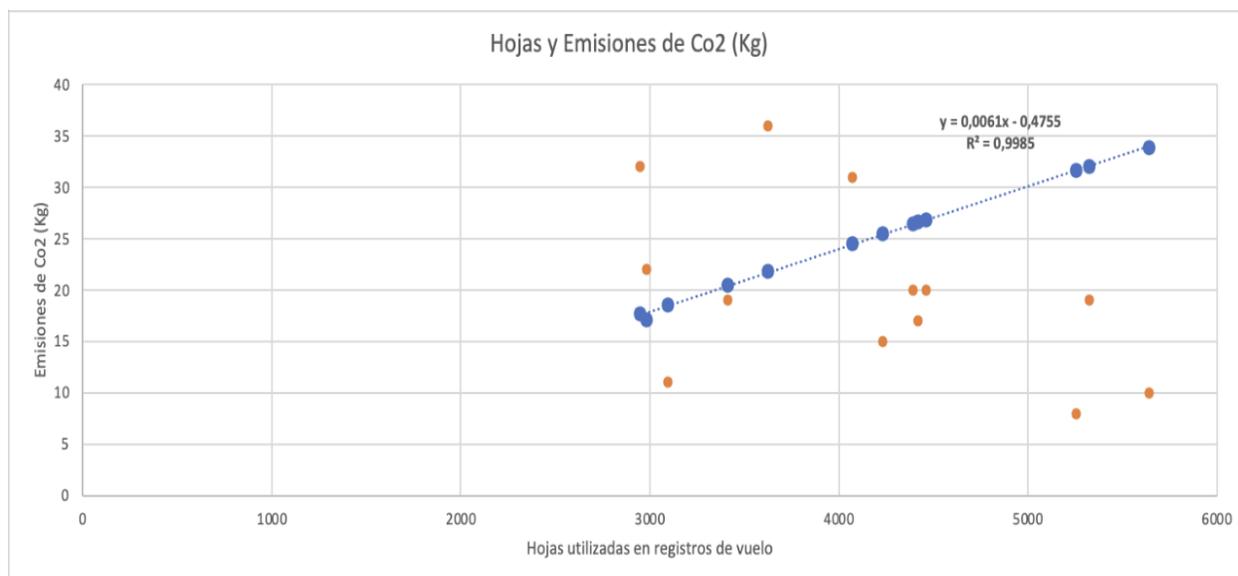


Fuente: Elaboración propia de los autores.

Se comparo la operación de la Aerolínea Avianca en un periodo de 13 meses y el impacto en huella de carbono asociado a la utilización de registros de vuelo encontrando un aumento en la producción de 323 kg Co₂ en el periodo evaluado; al realizar un análisis lineal entre las variables hojas de registro de vuelo y emisión de carbono se encontró un R² de 0,99, lo cual explica el comportamiento lineal positivo de ambas variables, indicando que a mayor utilización de registros de vuelo, mayor emisión de Co₂ relacionado con la operación.

Cuando se comparó el número de inconsistencias presentadas y la emisión de Co₂, en el periodo de la investigación se determinó que no hay una relación lineal entre ambas variables, lo que indica que las inconsistencias no se relacionan con la emisión de Co₂, como se muestra en la dispersión de marcadores naranja de la ilustración A-2.

Ilustración A-2 Emisiones de Co₂ (Kg) y Uso de hojas operación Avianca.



Fuente: Elaboración propia de los autores.

En relación con las inconsistencias evaluadas en el periodo de tiempo definido, se encontraron en total 260, siendo enero del 2021 el mes que más inconsistencias presento 36 (13,8%), seguido de feb con 32 (12,3%) y Jun con 31 inconsistencias (11,9%), como se muestra

en la tabla A-1, lo cual puede estar relacionado con el retorno de la tripulación la operación normal luego de la pandemia por COVID 19.

En cuanto al análisis estadístico obtenido se observó una media de 20, y una desviación estándar de 8,9, lo que indica que los errores durante el llenado de los registros de vuelo variaron 9 veces.

Tabla A- 1 Inconsistencias Registros de Vuelo

| INCONSITENCIAS REGISTROS DE VUELO OPERACIÓN AVIANCA | | |
|--------------------------------------------------------|------------|--------------|
| Periodo | 2021- 2022 | |
| | n =260* | (%) |
| ene-21 | 36 | 13,8% |
| feb-21 | 32 | 12,3% |
| mar-21 | 22 | 8,5% |
| abr-21 | 11 | 4,2% |
| may-21 | 19 | 7,3% |
| jun-21 | 31 | 11,9% |
| jul-21 | 20 | 7,7% |
| ago-21 | 17 | 6,5% |
| sept-21 | 15 | 5,8% |
| oct-21 | 20 | 7,7% |
| nov-21 | 8 | 3,1% |
| dic-21 | 10 | 3,8% |
| ene-22 | 19 | 7,3% |

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Cuando se analizó la variable Emisiones de Co2 relacionadas con la operación de Avianca, se encontró que, para el mes de enero de 2022, la emisión de Co2 fue de 32.0 Kg (10%) de la emisión total en el periodo evaluado, con una media de 24,8 kg, un mínimo de 17,1 y un máximo de 33,9 de kg, esto relacionado a la mayor cantidad de vuelos registrados desde los meses de noviembre y diciembre del 2021 y mayor utilización de hojas de registros de vuelo, de cómo se describen en la tabla A-2 y tabla A-3. En el análisis estadístico se observó una media de

24,8 y una desviación estándar de 5,5, indicando esto la variación de emisiones de Co2 en cada mes del periodo analizado.

Tabla A- 2 Emisiones Co2 (kg) por registros de vuelo

| EMISIONES Co2 (Kg) REGISTROS DE VUELO OPERACIÓN AVIANCA | | |
|---------------------------------------------------------|------------|-----|
| Periodo | 2021- 2022 | |
| | Kg=323 | (%) |
| ene-21 | 21,8 | 7% |
| feb-21 | 17,7 | 5% |
| mar-21 | 17,1 | 5% |
| abr-21 | 18,6 | 6% |
| may-21 | 20,5 | 6% |
| jun-21 | 24,5 | 8% |
| jul-21 | 26,4 | 8% |
| ago-21 | 26,6 | 8% |
| sept-21 | 25,5 | 8% |
| oct-21 | 26,8 | 8% |
| nov-21 | 31,6 | 10% |
| dic-21 | 33,9 | 10% |
| ene-22 | 32,0 | 10% |

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Tabla A- 3 Hojas usadas en registros de vuelo

| HOJAS REGISTROS DE VUELO OPERACIÓN AVIANCA | | |
|--------------------------------------------|------------|-----|
| Periodo | 2021- 2022 | |
| | n =53.859 | (%) |
| ene-21 | 3.626 | 7% |
| feb-21 | 2.948 | 5% |
| mar-21 | 2.984 | 6% |
| abr-21 | 3.094 | 6% |
| may-21 | 3.411 | 6% |
| jun-21 | 4.070 | 8% |
| jul-21 | 4.393 | 8% |
| ago-21 | 4.418 | 8% |
| sept-21 | 4.233 | 8% |
| oct-21 | 4.463 | 8% |
| nov-21 | 5.255 | 10% |
| dic-21 | 5.640 | 10% |
| ene-22 | 5.326 | 10% |

Fuente: Elaboración propia de los autores.

En el análisis de datos para la variable vuelos ejecutados en el periodo de la investigación se pudo observar un incremento en los vuelos ejecutados en la operación de Avianca, una vez se iniciaron las operaciones normales de la aerolínea luego de la pandemia por COVID 19, descrito en la tabla A-4.

Tabla A- 4 Vuelos ejecutados operación Avianca

| VUELOS EJECUTADOS OPERACIÓN AVIANCA | | |
|-------------------------------------|--------------|-----|
| Periodo | 2021- 2022 | |
| | n =107.717 | (%) |
| ene-21 | 7.251 | 7% |
| feb-21 | 5.895 | 5% |
| mar-21 | 5.968 | 6% |
| abr-21 | 6.188 | 6% |
| may-21 | 6.822 | 6% |
| jun-21 | 8.140 | 8% |
| jul-21 | 8.786 | 8% |
| ago-21 | 8.835 | 8% |
| sept-21 | 8.466 | 8% |
| oct-21 | 8.925 | 8% |
| nov-21 | 10.509 | 10% |
| dic-21 | 11.280 | 10% |
| ene-22 | 10.652 | 10% |

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Al realizar un análisis de la operación nacional en todas las aerolíneas de Colombia en el periodo 2021 a 2022 se encontró un incremento entre el 10 % y 11% en el transporte de pasajeros lo cual reflejo un incremento hasta de 67.653 kilogramos de Co2 relacionados con esta operación.

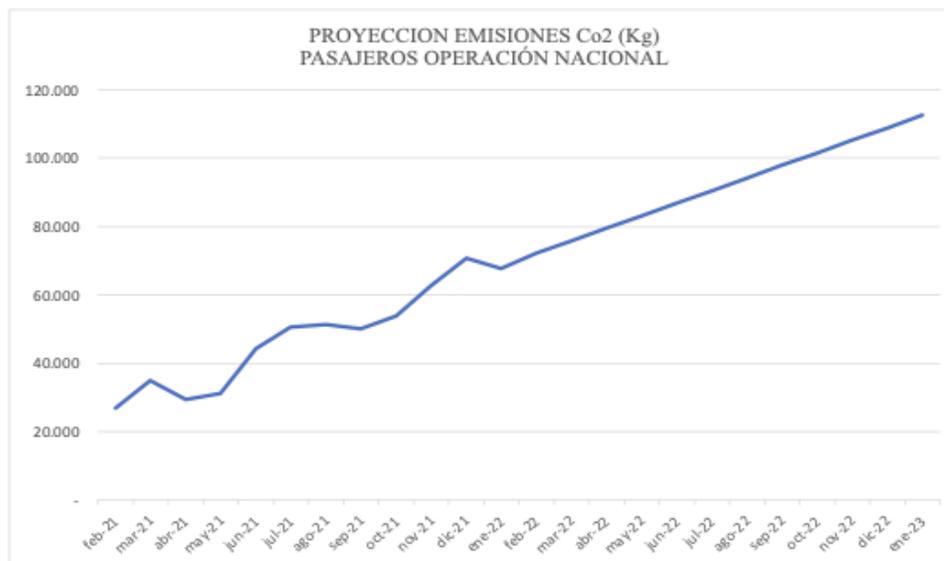
Tabla A- 5 Co2 (kg) relacionados a operación nacional por pasajeros

| EMISIONES Co2 (Kg) PASAJEROS OPERACIÓN NACIONAL | | | |
|-------------------------------------------------|-----------|-----|--------|
| Periodo | 2021-2022 | | |
| | n | (%) | Kg Co2 |
| ene-21 | 1.776.481 | 5% | 31.266 |
| feb-21 | 1.524.146 | 4% | 26.825 |
| mar-21 | 1.985.231 | 6% | 34.940 |
| abr-21 | 1.674.033 | 5% | 29.463 |
| may-21 | 1.771.175 | 5% | 31.173 |
| jun-21 | 2.515.652 | 7% | 44.275 |
| jul-21 | 2.878.658 | 8% | 50.664 |
| ago-21 | 2.922.481 | 8% | 51.436 |
| sept-21 | 2.843.606 | 8% | 50.047 |
| oct-21 | 3.065.944 | 9% | 53.961 |
| nov-21 | 3.564.343 | 10% | 62.732 |
| dic-21 | 4.023.363 | 12% | 70.811 |
| ene-22 | 3.843.908 | 11% | 67.653 |

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Al realizar un análisis de proyección tomando como referencia los valores de Co2 del periodo evaluado, y proyectando al mismo periodo para 2023, se evidencia un incremento exponencial de la emisión de Co2 para la operación nacional.

Ilustración A-3 Proyección emisiones de Co2 operación nacional



Fuente: Elaboración propia de los autores.

Luego de lograr la cuantificación de las emisiones de gases de CO₂, derivadas de la fabricación de pulpa de papel requerido para los libros de vuelo que, utilizados, y al proyectar como al aumentar la cantidad de vuelos el consumo de papel es mayor, se realizó por parte del equipo de trabajo un modelo de proyecto, utilizando inicialmente metodología de marco lógico a fin de evaluar cómo se ejecuta el proceso en la actualidad.

Anexo B Modelo de proyecto para la creación de una aplicación para la gestión documental de registros de vuelo de Avianca Colombia

INTRODUCCIÓN

Este documento presenta, un modelo para un proyecto de desarrollo de software que logre solucionar la problemática de gestión documental física que implican los registros de vuelo en papel, que utiliza la aerolínea AVIANCA Colombia, como parte de sus procesos operacionales, bajo los preceptos de un equipo propuesto, costo y cronograma. Los cuales pueden ser utilizados como una línea base integrada para un proyecto de este tipo. El presente documento constituye uno de los anexos, de los cuales se realizará la redacción y estructuración del informe técnico del proyecto que sustenta el modelo, su necesidad y posibles impactos esperados.

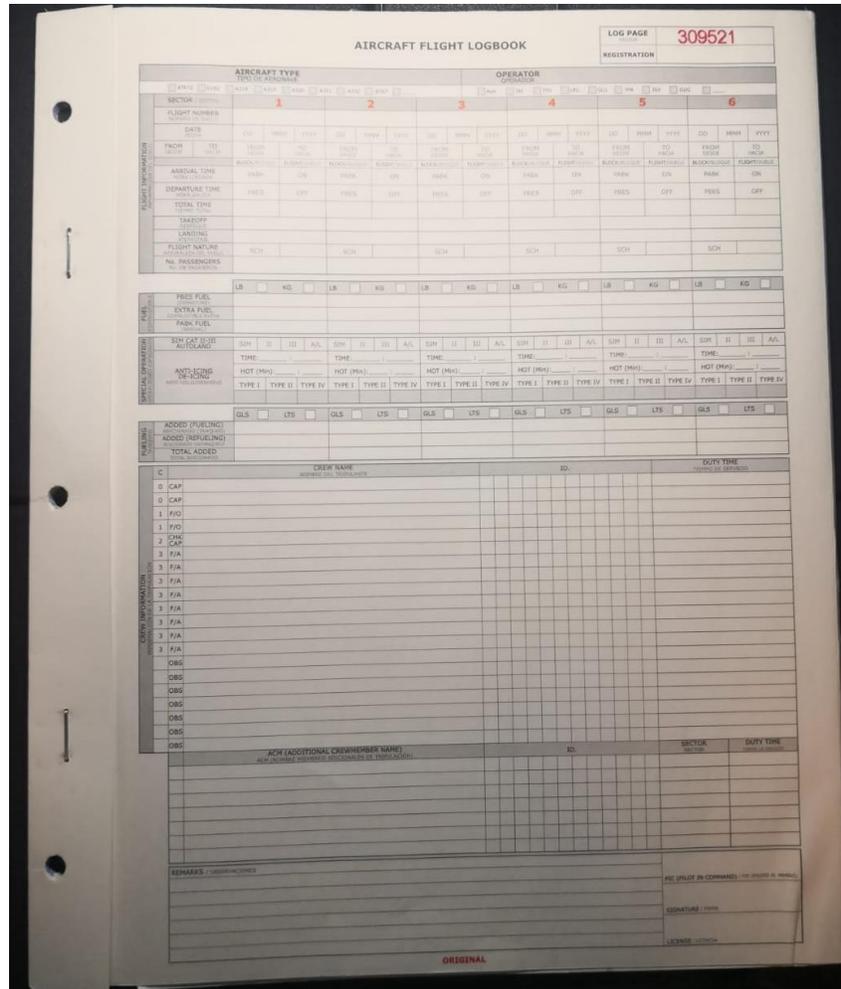
Palabras Clave: Gestión Documental, Registro de Vuelo, Sostenibilidad, Reducción del uso de papel, Digitalización.

JUSTIFICACION DEL CASO DE ESTUDIO PROYECTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DE GESTION DOCUMENTAL PARA REGISTROS DE VUELO DE AVIANCA COLOMBIA

Identificación inicial el proyecto

Hoy en día, debido a la reglamentación aeronáutica establecida en el RAC (Reglamentos aeronáuticos de Colombia), la aerolínea AVIANCA Colombia, debe llevar registro de cada vuelo que se realiza. Este proceso se realiza actualmente utilizando formatos, impresos en papel, en grupos de libros de 20 hojas cada uno, siendo 10 hojas de papel bond, y 10 hojas de papel químico, para que de cada uno de los registros quede una copia adicional. Estos son diligenciados por las tripulaciones, y firmados por el piloto al mando, durante el desarrollo de la operación aérea y de acuerdo con lo estipulado en el RAC.

Ilustración B- 1 Libro de vuelo utilizado en AVIANCA Colombia en la actualidad



The image shows a detailed 'AIRCRAFT FLIGHT LOGBOOK' form. At the top, it is labeled 'AIRCRAFT FLIGHT LOGBOOK' and 'LOG PAGE 309521'. The form is organized into several sections:

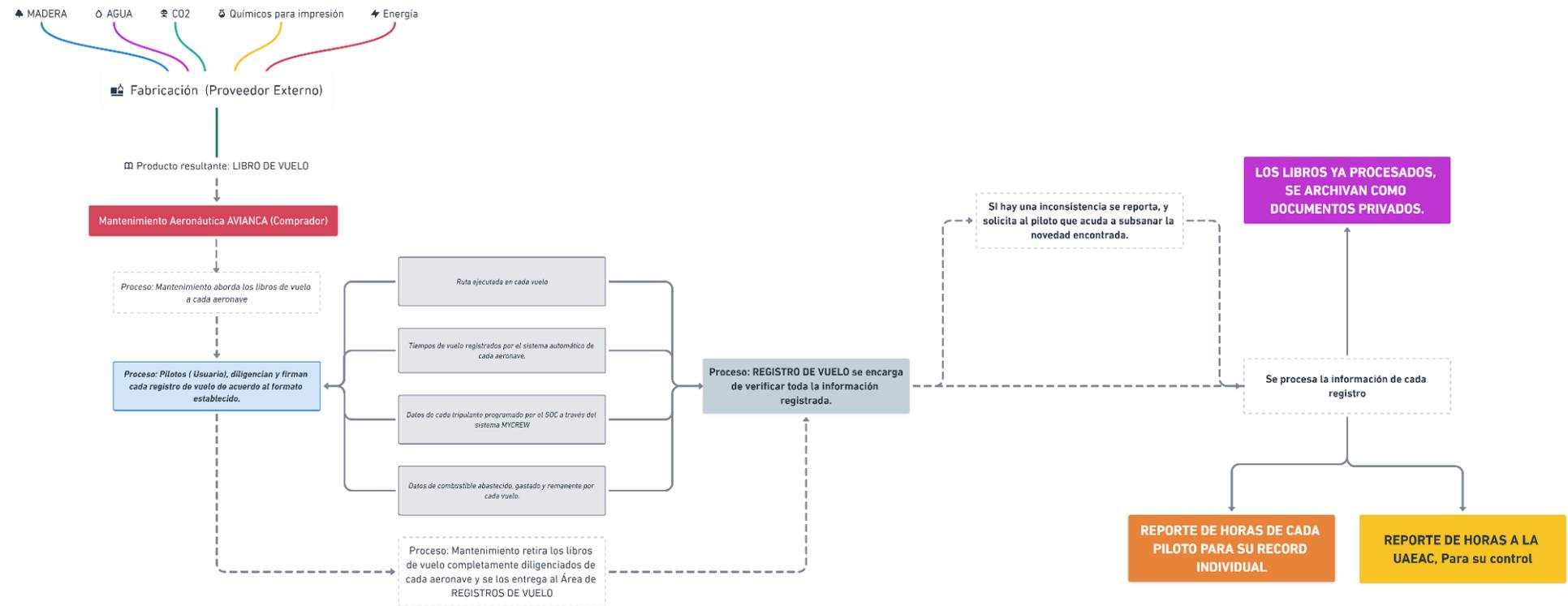
- FLIGHT INFORMATION:** Includes fields for AIRCRAFT TYPE, OPERATOR, FLIGHT NUMBER, DATE, FROM, TO, ANNUAL TIME, DEPARTURE TIME, TOTAL TIME, TAKEOFF, LANDING, FLIGHT MILEAGE, and NO. PASSENGERS.
- FUEL:** Includes fields for FRESH FUEL, EXTRA FUEL, and FABS FUEL.
- SPECIAL OPERATIONS:** Includes fields for SIM CAT (SIB, AUTOLAND), ANTICLIMB (HOT (M)), and ADDSD FUEL (HOT (M)).
- CREW:** Includes a table for CREW NAME, ID, and DUTY TIME, with rows for CAP, FWO, CAP, FWA, and OBS.
- REMARKS:** A section at the bottom for additional notes.

Fuente: Fotografía tomada por Daniel Mauricio Limas Henríquez.

El proceso de logístico para que los libros sean diligenciados, procesados, reportados y archivados incluye distintas áreas de la compañía, las cuales deben trabajar de manera articulada, a fin de lograr que los libros de vuelo sean utilizados, y que la información allí consignada, cumpla con los parámetros requeridos de veracidad, exactitud y disponibilidad.

Con el fin de dar claridad al proceso que se sigue por parte de la compañía, durante el proceso de gestión documental de registros de vuelo siguiendo con lo establecido en el RAC en sus partes 91 y 121, se elaboró el siguiente diagrama de flujo.

Ilustración B- 2 Diagrama de flujo, del proceso realizado por AVIANCA Colombia, dentro del uso de registros de vuelo.



Fuente: Elaboración propia de los autores.

Dicho proceso, tiene varias oportunidades de mejora, en cuanto a costos, logística y sostenibilidad. Razón por la cual, el presente proyecto busca formular una alternativa viable, capaz de dar solución a dichas problemáticas, al incorporar los procesos de diligenciamiento, procesamiento y control de los registros de vuelo. Utilizando una aplicación móvil, para registros de vuelo, que permita su diligenciamiento, registro y control, acorde a los procesos establecidos por AVIANCA y la UAEAC (Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil)

Por otra parte, AVIANCA en la actualidad ya tiene implementado en sus aeronaves el uso de tabletas electrónicas, como maletines electrónicos de vuelo EFB, las cuales son utilizadas por los pilotos para la visualización de rutas y cartas de navegación, la revisión aceptación con firma electrónica y uso de planes de vuelo y documentación de despacho y el uso de software especializado para realizar cálculos de rendimiento óptimo de las aeronaves.

Esta propuesta esta creada a partir de la necesidad de optimizar los equipos y sistemas ya existentes en la compañía, la simplicidad de procesos y cumplimiento de los requisitos legales de la tarea.

Teniendo como punto de partida que, en las cabinas de vuelo de los aviones de AVIANCA Colombia, ya están implementadas tabletas digitales, como maletines electrónicos de vuelo o EFB (Electronic Flight Bag), la aplicación propuesta por este proyecto, debe ser compatible con dichos elementos.

Este proyecto será identificado en el presente documento “E-Flightlog”, haciendo referencia a E por electronic y flight log a la identificación que tienen los libros de registros de vuelo.

Grupos de interés del proyecto

Se realizo un análisis a fin de identificar los grupos de interés para E-Flightlog, dando como resultado los aquí listados:

- **Departamento de registros de vuelo AVIANCA Colombia:** Es el área encargada de procesar los registros de vuelo una vez han sido diligenciados, por los tripulantes de cabina de mando, a partir de su análisis se identifican

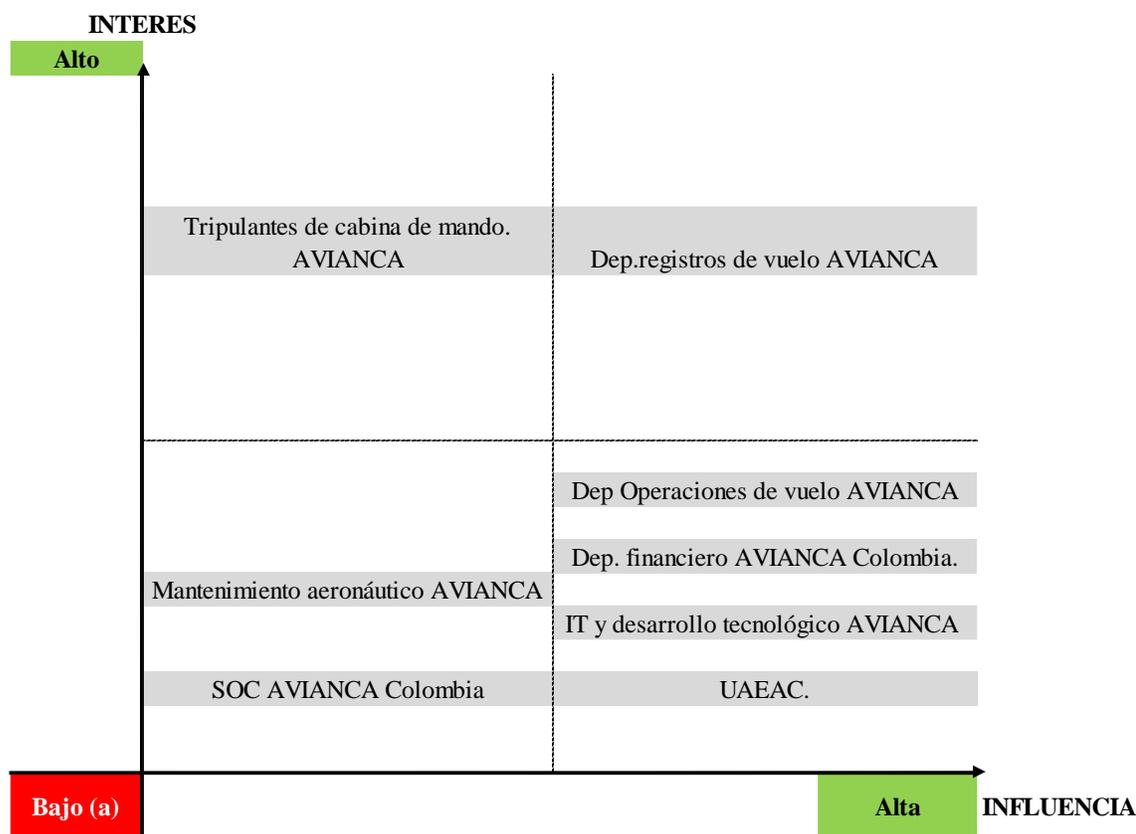
discrepancias y se realizan reportes para corregirlas, de igual manera es el área encargada de reportar a la UAEAC como ente regulador del sector aeronáutico, para que pueda ejercer el control pertinente a la actividad. De igual manera a partir de la información procesada emite los reportes de horas y actualizaciones de récord de vuelos de cada uno de los pilotos y copilotos de la compañía.

- **Tripulantes de cabina de mando:** Compuesto por los pilotos y copilotos de AVIANCA Colombia, son los encargados durante la operación de realizar el diligenciamiento de los registros de vuelo utilizando los medios provistos por la compañía, el registro de vuelo debe ser firmado por el piloto al mando de la aeronave, como certificación de la veracidad de dicha información, es así como cada registro tiene carácter de documento privado, así como las implicaciones legales.
- **Mantenimiento aeronáutico AVIANCA Colombia:** es el área encargada de abordar a las aeronaves, los libros de mantenimiento para que puedan ser usados, mantiene los libros dentro de su inventario, se encarga de recolectar aquellos libros que ya no tienen más hojas disponibles y entregarlos al departamento de registros de vuelo.
- **Departamento de operaciones de vuelo AVIANCA Colombia:** Es el área encargada de emitir todas las políticas operacionales, administrativas y técnicas que deben cumplir los pilotos de la compañía, dentro de estos podemos encontrar los procedimientos establecidos actualmente para el uso de registros de vuelo. De igual manera el departamento de registros de vuelo tiene dependencia de esta área, en todos los aspectos de aprobación de proyectos y presupuesto asignado.
- **Departamento financiero AVIANCA Colombia:** Es el área encargada de autorizar los recursos financieros requeridos para todo proyecto, iniciativa y normal funcionamiento de la compañía, de acuerdo con las necesidades establecidas.
- **SOC AVIANCA Colombia:** es el área encargada del control operacional de las operaciones aéreas de la compañía, dentro de sus funciones está el control de las

horas de vuelo y servicio de las tripulaciones de la compañía actualmente cuenta con un sistema que se enlaza con los equipos de vuelo a bordo de las aeronaves, y les permite visualizar información que también se registra en los libros de vuelo. Finalmente son ellos quienes se encargan de vincular cada tripulante con los vuelos programados en el sistema de control operacional.

- **Área de IT y desarrollo tecnológico AVIANCA Colombia:** En AVIANCA, existen varios sistemas de información de tipo operativo, las cuales han sido compradas bajo licencias de uso de software como el caso de la aplicación utilizada por las tripulaciones para visualizar cartas de navegación aeronáutica, y otras desarrolladas por el área de desarrollo tecnológico, como la plataforma de programación y notificación de tripulaciones, esta área cuenta con recursos asignados tanto físicos como humanos, así como la capacidad de desarrollar proyectos a requerimiento de la organización.
- **UAEAC:** La Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, es el ente encargado por parte del gobierno de Colombia del, control, seguimiento y certificación de las operaciones aéreas y las compañías del sector, sus directrices están dictadas por el RAC, cualquier proceso de implementación de nuevas tecnologías, equipos u operaciones, debe ser aprobada y certificada por esta entidad.
- A partir de este proceso de identificación, se realiza la presente caracterización de los grupos de interés, para categorizarlos en una matriz de interés e influencia.

Ilustración B- 3 Matriz de interés e influencia de los patrocinadores del proyecto.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de (Arboleda, 2013, pág. 61)

Estrategia de Gestión de Interesados

Tabla B-1 Estrategias de gestión de los interesados proyecto E-FLIGHTLOG.

| Nombre Interesado | Descripción | Estrategia |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Departamento de registros de vuelo AVIANCA Colombia | Interés alto en el proyecto, alta influencia, tiene un alto peso dentro del proyecto, al ser el departamento que de mayor | Involucrar de manera activa al grupo interesado dentro del proyecto, al ser uno de los usuarios del producto final esperado, debe hacer |

| | | |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | manera está impulsando la creación y ejecución del proyecto. | parte del equipo técnico y de pruebas de este. |
| Tripulantes de cabina de mando | Interés alto, baja influencia en el proyecto, consideran el proyecto como algo importante, sin embargo, al no tener un carácter administrativo dentro de sus funciones, su opinión no tiene un peso alto dentro del proceso de toma de decisiones sobre el mismo. | Al tener el papel de usuario del módulo de diligenciamiento de la aplicación propuesta, tiene gran peso de retroalimentación para el proceso, se propone la creación de un mecanismo de retroalimentación sobre funcionalidades, uso y mejoras posibles, así como la inclusión de parte de sus miembros, en las mesas de trabajo durante las fases de desarrollo, prototipado e implementación. |
| Mantenimiento aeronáutico AVIANCA Colombia | Interés bajo, baja influencia en el proyecto, al no tener dicha tarea como su eje central de su área funcional, no ha identificado una necesidad mayor de un cambio en el proceso tal y como se ejecuta actualmente. | Generar una estrategia de recepción de recomendaciones para el proyecto, así como la inclusión del área en las mesas de trabajo, para el área de prototipado, a fin de incluir nuevas funcionalidades que puedan generar mayor |

| | | |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | sinergia en el proceso una vez se ejecute el proyecto. |
| Departamento de operaciones de vuelo AVIANCA Colombia | Interés bajo, alta influencia en el proyecto, debido a que incluye gran cantidad de procesos de tipo operacional dentro de la aerolínea, no ha identificado una necesidad mayor para la ejecución de un cambio en el proceso tal y como se viene efectuando. Sin embargo, el éxito del proyecto depende en gran parte de su aprobación, y asignación de partida presupuestal. De igual manera una vez el proyecto se encuentre en curso, es el área gerencial a la cual se le deben entregar informes, solicitudes y rendir cuentas de este. | Presentación de un caso de negocio con el proyecto, presentando ventajas competitivas y la propuesta de valor, a fin de lograr su aprobación, de igual manera se hace necesaria si inclusión dentro del equipo gerencial del proyecto, a fin de dar seguimiento, control y aprobaciones pertinentes, durante los hitos establecidos en la línea base del proyecto. |
| Departamento financiero AVIANCA Colombia | Interés bajo, alta influencia en el proyecto, debido a que su principal función es la de un control de los costos de la compañía, tiene bajo interés en nuevos proyectos a menos que sean sustentados bajo un concepto | Se debe presentar un caso de negocio sólidamente estructurado, con proyecciones s de ahorro. para la presentación del proyecto, así como una auditoria por esta área durante las fases de desarrollo a fin de que |

| | | |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | de recuperación de la inversión y ahorro, sin embargo, tienen un papel fundamental, ya que evalúan el caso de negocio y su viabilidad y son quienes avalan su ejecución. | participe como veedor en los hitos establecidos para el proyecto. |
| SOC AVIANCA Colombia | Interés bajo, influencia baja, su función dentro de la operación es mas de control, por otro lado, ya cuenta con sistemas que pueden ser de utilidad para el proyecto. | Se propone la inclusión en las fases de prototipado, como consultor externo al proyecto, a fin de conocer su opinión, realizar validación de conceptos e identificar funciones adicionales que se puedan implementar en el producto final en beneficio de la compañía y su operación. |
| Área de IT y desarrollo tecnológico AVIANCA Colombia | Alta influencia, bajo interés, si bien tiene dentro de sus funciones asignadas dentro de la organización, la implementación de nuevas soluciones, su volumen mayor de funcionamiento está centrado en el mantenimiento y control de los sistemas tecnológicos ya implementados en la | Se requiere que sea parte técnica del proyecto, a fin de dar estimaciones de tiempo y costos para los equipos y esfuerzo requerido, razón por la cual el gerente técnico del proyecto debe estar dentro del equipo de trabajo y debe reportar directamente al gerente de |

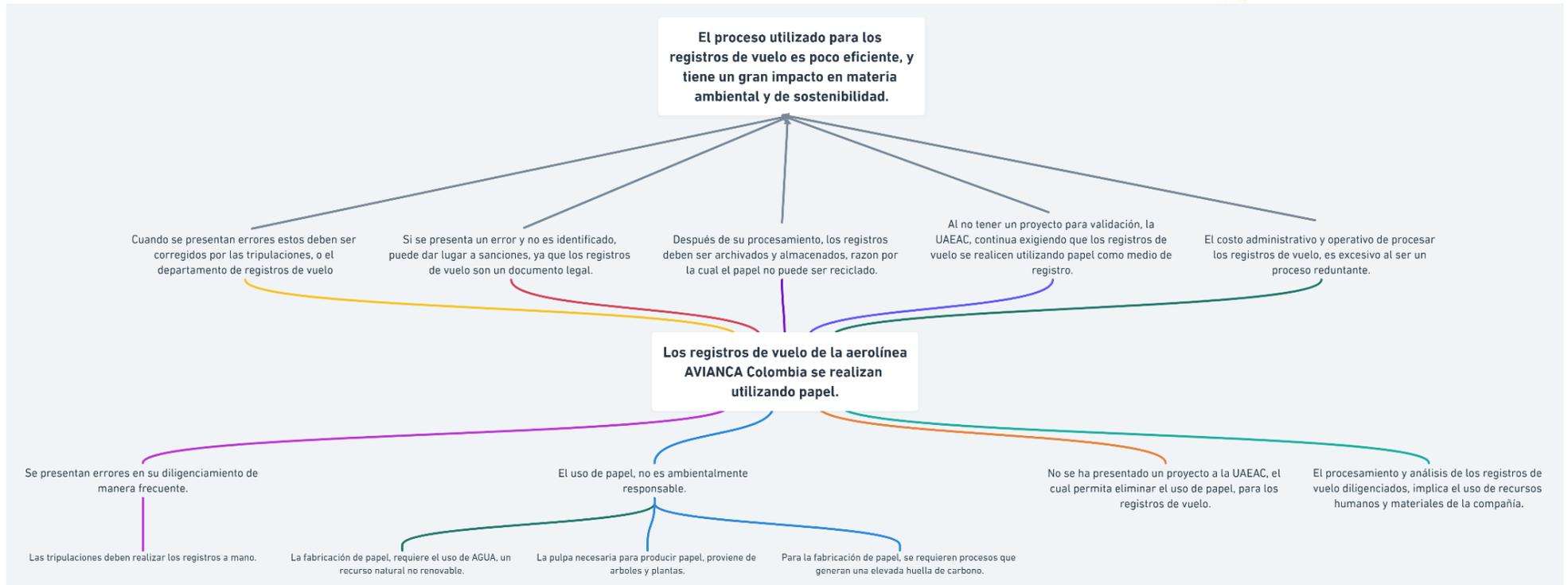
| | | |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | compañía, razón por la cual se puede encontrar algo de resistencia a un proyecto como el aquí propuesto. | proyecto, a fin de asegurar el éxito de este. |
| UAEAC | Alta influencia, bajo interés, es el ente regulador de todas las actividades aéreas comerciales en Colombia, dentro de los grupos de interés identificados para este proyecto, es el único de tipo externo a la compañía. Su aprobación para este proceso es fundamental para su éxito, debido a que se dedica únicamente a reglamentar, se le debe realizar una solicitud formal de proyecto para que dé su visto bueno y posterior aprobación. | Se debe enviar una solicitud de concepto técnico cuando se tenga el primer prototipo, fundamentado por el equipo técnico del proyecto y como se va a cumplir con lo requerido por el RAC 91, de igual manera se debe realizar un proceso de solicitud de certificación la cual incluirá visitas, pruebas técnicas y de operación y por último la certificación por parte de dicha entidad. |

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Árbol de problema central

A fin de lograr establecer claramente, el problema a solucionar con el desarrollo del proyecto se desarrolló el siguiente árbol de problemas, con el objetivo de identificar causas raíz y consecuencias de la problemática.

Ilustración B-4 Árbol de problema central.

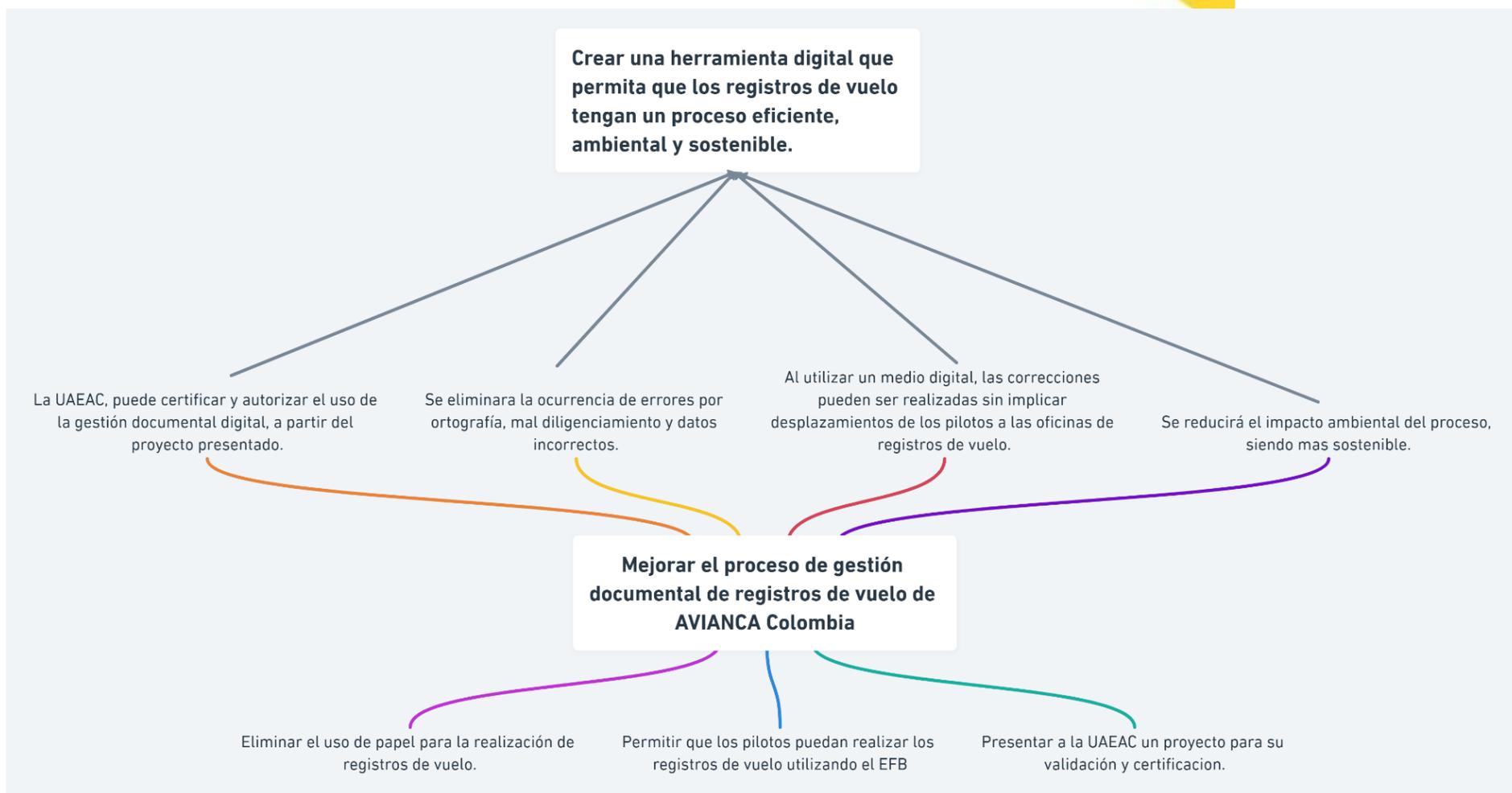


Fuente: Elaboración propia de los autores.

Árbol de objetivos

Una vez identificado el problema, se desarrolló el siguiente árbol de objetivos a partir de los cuales se estructurará el modelo de proyecto para el caso propuesto.

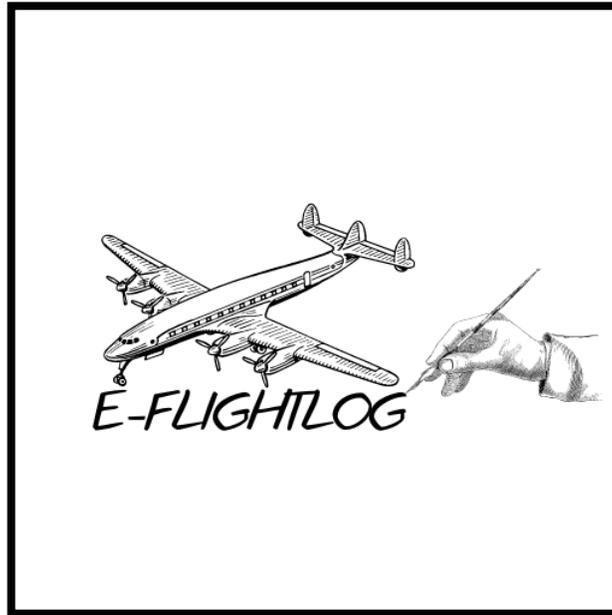
Ilustración B- 5 Árbol de objetivos del proyecto



Fuente: Elaboración propia de los autores.

E-FLIGHTLOG

Ilustración B- 6 Propuesta de logo para el proyecto E-FLIGHTLOG



Fuente: Elaboración propia de los autores.

Teniendo en cuenta la problemática a solucionar, ampliamente definida en el proyecto, se plantea la elaboración de un modelo para un proyecto de desarrollo de software de gestión de registros de vuelo para la aerolínea AVIANCA Colombia.

Teniendo en cuenta los requisitos de dicho modelo se ha definido que este incluirá, los siguientes elementos:

- Una propuesta de alcance incluyendo recursos propuestos, exclusiones, propuesta de requisitos del producto y requerimientos del proyecto.
- Una propuesta de cronograma para el proyecto.
- Una propuesta de presupuesto basado en el alcance y cronograma propuestos.
- Una definición de precio objetivo de producto.
- Un listado de entregables.

- Una estructura de desglose de trabajo propuesta para el proyecto.

Dichos elementos son los componentes principales de un caso de negocio, y contempla las distintas variables para tener en cuenta.

Alcance:

Diseñar, desarrollar y presentar la propuesta de certificación ante la UAEAC, de una aplicación móvil tipo A, para el diligenciamiento y firma digital de registros de vuelo. Para los dispositivos EFB tipo 2 utilizados en las aeronaves de AVIANCA Colombia.

Requerimientos del producto:

- Esta aplicación debe ser capaz de sustituir de manera total el uso de registros de vuelo en papel, a fin de reducir el impacto ambiental.
- La aplicación desarrollada debe contar con la capacidad de firma digital para el piloto al mando, a fin de dar validez a cada registro de vuelo generado ante la UAEAC.
- Los datos de tripulación se deben cargar en la aplicación directamente de la página de programación de vuelos, a fin de que no se presenten errores de estos.
- Los tiempos de vuelo de cada vuelo, se deben cargar automáticamente vía el sistema ACARS1 de la aeronave.
- Debe existir un factor de autenticación de identidad, con un usuario asignado para cada piloto.
- La aplicación debe ser compatible con el sistema operativo iOS, de los EFB tipo 2 de las aeronaves de AVIANCA Colombia.
- Debe existir un campo para el registro de novedades adicionales en el registro de vuelo.

¹ Sistema de comunicación que permite que la aeronave transmita y reciba información de datos de vuelo en tiempo real, cuenta con una interfaz para pilotos, lo que les permite de igual manera enviar y recibir mensajes.

- Los registros diligenciados y firmados deben ser exportados automáticamente al sistema de almacenamiento de la compañía en formato PDF encriptado cumpliendo el estándar de seguridad requerido.

Recursos requeridos para el proyecto:

- Desarrollador de software, 40 horas de trabajo a la semana.
- Gerente de proyecto, 10 horas de trabajo a la semana.
- Revisión legal y de certificación ingeniería de operaciones, ante la UAEAC, 4 horas por semana.
- Un asistente administrativo con dedicación de 10 horas semanales al proyecto.
- 1 licencias de uso profesional ilimitadas, de software para desarrollo de software compatible con sistema operativo IOS.
- 1 equipo de cómputo de alto desempeño para el desarrollo de aplicaciones de software.

Entregables del proyecto:

Se han definido que para el proyecto E-FLIGHTLOG los siguientes entregables:

- Aplicación móvil para sistema operativo IOS, compatible con los equipos EFB tipo 2 marca Apple utilizados por AVIANCA Colombia.
- Manual de uso de la aplicación E-FLIGHTLOG, para pilotos, en formato digital.
- Módulo de consulta y almacenamiento de registros de vuelo de la aplicación E-FLIGHTLOG, para el departamento de registros de vuelo.
- Certificación emitida por la UAEAC avalando el uso de la aplicación E-FLIGHTLOG, como medio autorizado para el reemplazo de los registros de vuelo en medio físico.

Exclusiones:

El presente proyecto no contempla:

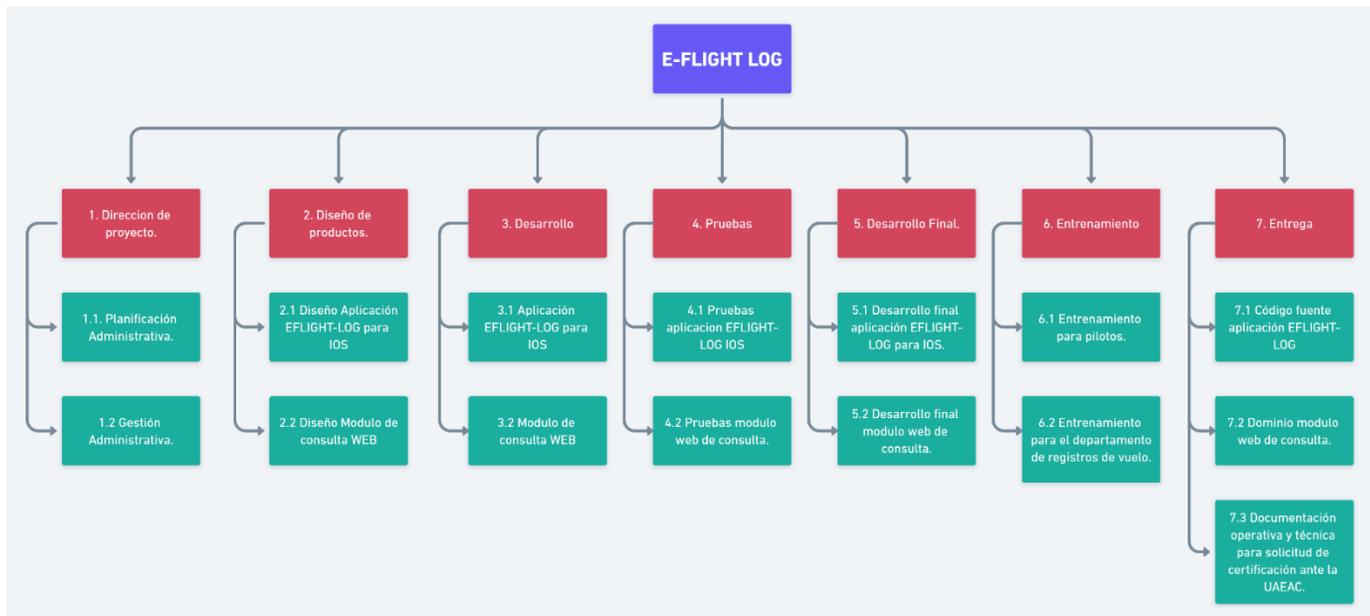
- Costos de adquisición de almacenamiento digital para los registros una vez se implemente.
- Desarrollo de funcionalidades adicionales, respecto a las identificadas dentro del caso de estudio.

Ciclo de Vida del proyecto:

El ciclo de vida del proyecto a utilizar en E-FLIGHTLOG es de tipo híbrido, ya que contara con fases preestablecidas en los elementos con certidumbre de requerimiento, y de tipo adaptativo para las fases de pruebas preoperativas y de validación de producto final.

A fin de lograr una mayor claridad en la validación del alcance del proyecto, así como los entregables del mismo , se propone dentro del modelo de proyecto la siguiente Estructura de Desglose de Trabajo EDT, la cual fue estructurada utilizando el ciclo de vida del proyecto a modo de objetivos de segundo nivel, y de la cual se desprende cada uno de los paquetes de trabajo requeridos para el desarrollo de los entregables definidos, es así como existen actividades de tipo hamaca como será la gestión administrativa, mientras que todas aquellas que están a partir del diseño del producto, son de tipo secuencial con ciclo híbrido que permitirá la corrección de errores y modificación del producto final hasta su finalización.

Ilustración B-7 Propuesta de Estructura de Desglose de Trabajo para el proyecto E-FLIGHTLOG

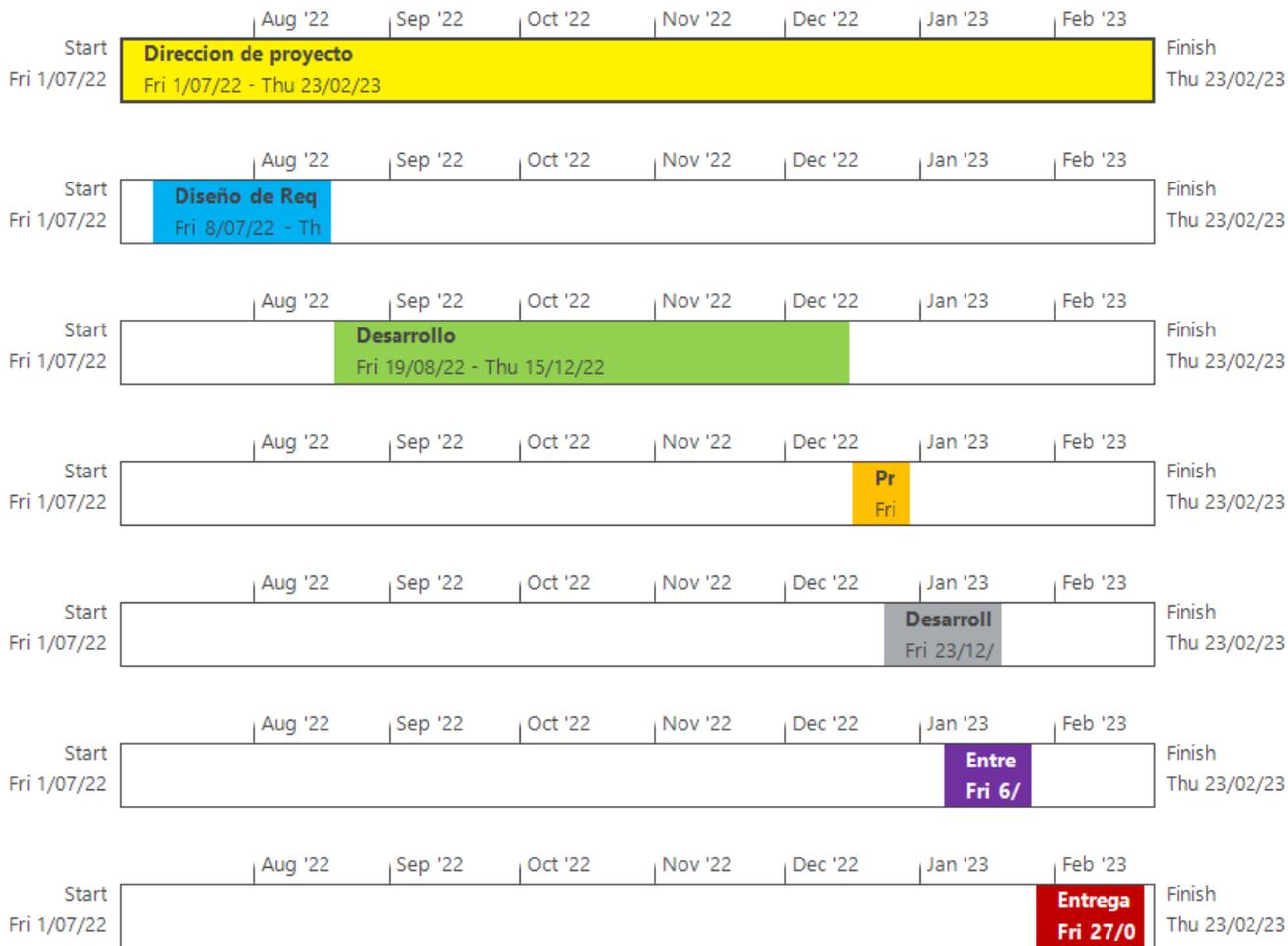


Fuente: Elaboración propia de los autores.

Cronograma:

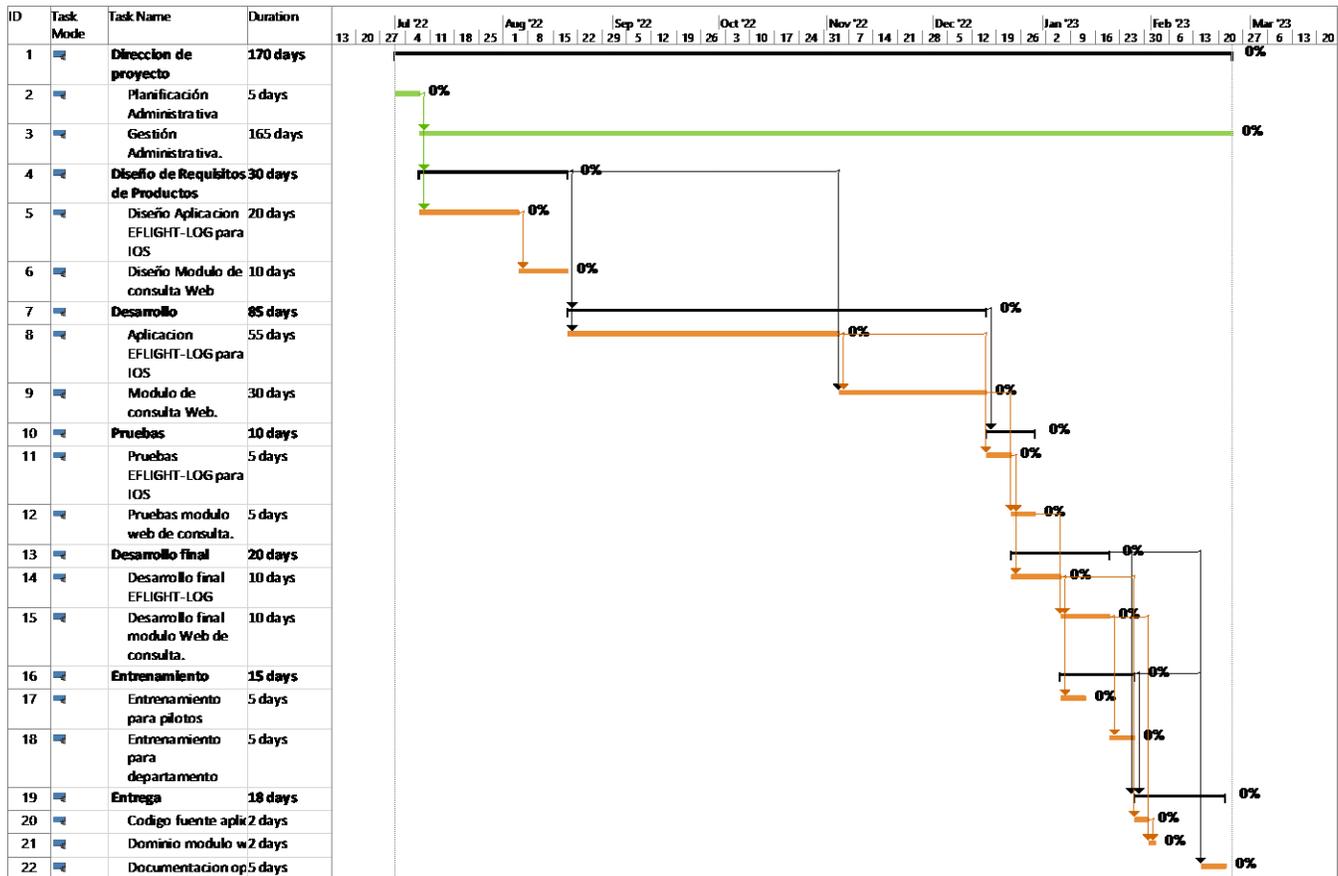
Se establece una duración del proyecto de 170 días calendario, contados a partir de la fecha de perfeccionamiento y aceptación por parte de los patrocinadores hasta su puesta en marcha para pruebas de certificación por parte del ente aeronáutico regulador. A fin de realizar una simulación adecuada, se ha propuesto como fecha de inicio del proyecto el primero de julio de 2022, utilizando un calendario de trabajo de 40 horas, 8 horas diarias de lunes a viernes. Dentro del mismo se ha planeado el uso de los fines de semana únicamente en casos requeridos por fuerza mayor, así como 5 días adicionales final del proyecto como reserva de contingencia de la línea base de cronograma del proyecto.

Ilustración B-8 Líneas de tiempo propuestas para las fases del proyecto E-FLIGHTLOG



Fuente: Elaboración propia de los autores.

Ilustración B- 9 Diagrama de GANTT del cronograma propuesto para el proyecto E-FLIGHTLOG



Fuente: Elaboración propia de los autores.

Presupuesto asignado:

Para la realización del proyecto de acuerdo con las estimaciones realizadas, se ha estimado el presupuesto requerido en \$68'057.000, el cual contempla una reserva de contingencia del 10%. Como se detalla a continuación:

Tabla B-2 Presupuesto propuesto para el proyecto EFLIGHT-LOG discriminado por fases y paquetes de trabajo

| E-FLIGHTLOG | | |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| | ITEM | Costo Estimado |
| 1 | Dirección de proyecto | \$ 10.625.000,00 |
| 1.1 | Planificación Administrativa | \$ 312.500,00 |
| 1.2 | Gestión Administrativa. | \$ 10.312.500,00 |
| 2.0 | Diseño de Requisitos de Productos | \$ 16.865.000,00 |
| 2.1 | Diseño Aplicacion EFLIGHT-LOG para IOS | \$ 14.115.000,00 |
| 2.2 | Diseño Modulo de consulta Web | \$ 2.750.000,00 |
| 3 | Desarrollo | \$ 23.375.000,00 |
| 3.1 | Aplicacion EFLIGHT-LOG para IOS | \$ 15.125.000,00 |
| 3.2 | Modulo de consulta Web. | \$ 8.250.000,00 |
| 4 | Pruebas | \$ 2.890.000,00 |
| 4.1 | Pruebas EFLIGHT-LOG para IOS | \$ 1.445.000,00 |
| 4.2 | Pruebas modulo web de consulta. | \$ 1.445.000,00 |
| 5 | Desarrollo final | \$ 5.500.000,00 |
| 5.1 | Desarrollo final EFLIGHT-LOG | \$ 2.750.000,00 |
| 5.2 | Desarrollo final modulo Web de consulta. | \$ 2.750.000,00 |
| 6 | Entrenamiento | \$ 1.445.000,00 |
| 6.1 | Entrenamiento para pilotos | \$ 70.000,00 |
| 6.2 | Entrenamiento para departamento registros de vuelo | \$ 1.375.000,00 |
| 7 | Entrega | \$ 1.170.000,00 |
| 7.1 | Codigo fuente aplicacion EFLIGHT-LOG IOS | \$ 550.000,00 |
| 7.2 | Dominio modulo web de consulta | \$ 550.000,00 |
| 7.2 | Documentacion operativa y tecnica para solicitud de certificacion ante la UAEAC | \$ 70.000,00 |
| COSTO TOTAL | | \$ 61.870.000,00 |
| RESERVA DE CONTINGENCIA 10% | | \$ 6.187.000,00 |
| PRESUPUESTO REQUERIDO | | \$ 68.057.000,00 |

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Este presupuesto se fundamenta en los siguientes costos estimados, para cada uno de los recursos:

Tabla B-3 Costos estimados de recursos humanos requeridos para el proyecto E-FLIGHTLOG

| PERSONAL | | | | |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|
| ITEM | SALARIO MENSUAL | HORAS POR SEMANA | horas por mes | costo por hora |
| DESARROLLADOR | \$ 5.500.000,00 | 40 | 160 | \$ 34.375,00 |
| GERENTE DE PROYECTO | \$ 3.500.000,00 | 40 | 160 | \$ 21.875,00 |
| Ingeniero de operaciones | \$ 2.800.000,00 | 40 | 160 | \$ 17.500,00 |
| Asistente administrativo | \$ 1.500.000,00 | 40 | 160 | \$ 9.375,00 |

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Tabla B-4 Recursos materiales propuestos para la realización del proyecto E-FLIGHTLOG

| RECURSOS MATERIALES | |
|------------------------------------|-----------------|
| ITEM | COSTO |
| LICENCIA DE SOFTWARE IOS DEVELOPER | \$ 1.196.000,00 |
| EQUIPO DE COMPUTO | \$ 7.419.000,00 |

Fuente: Elaboración propia de los autores.

A partir de los elementos de alcance cronograma y costo, se ha proyectado el siguiente gráfico, en el cual se presenta la curva de avance propuesta para el proyecto E-FLIGHTLOG, dicha grafica puede ser utilizada durante el proceso de gerencia del proyecto Para medir mediante la técnica de valor ganado, el progreso del proyecto respecto a su línea base establecida en su estructuración.

Ilustración B- 10 Curva de avance propuesta para el proyecto E-FLIGHTLOG



Fuente: Elaboración propia de los autores.

Precio objetivo:

El precio objetivo por producto debe ser de 2 centavos de dólar o inferior, por registro creado y almacenado, reduciendo así el costo actual de 8,5 centavos por registro. De esta forma se reduciría financieramente el costo en un 70,58%.

Supuestos:

La organización apoyara el proyecto, en función de una búsqueda de optimización de recursos, reducción de procesos redundantes y búsqueda de mejores índices de sostenibilidad.

Riesgos:

Para el proyecto se han identificado los siguientes riesgos:

- Negativa de la entidad aeronáutica de adoptar una modificación al proceso establecido por el RAC para los registros de vuelo.

- Problemas de integración de los programas fuente de la información para los registros de vuelo.
- Aumento de costo de los recursos requeridos para el proyecto debido a aumento de la TRM la cual influiría directamente el costo del software y equipos requeridos para el proyecto.

Criterios de Cierre o Cancelación:

Se propone para los criterios de cierre o cancelación del proyecto:

- Entrega a cabalidad de los productos finales de acuerdo con lo establecido.
- Concepto de no viabilidad técnica por parte de la UAEAC, para la implementación de los productos finales, teniendo en cuenta que se requiere su autorización.
- Retraso mayor a 0,5 veces el cronograma establecido, sin una justificación técnica clara y avalada por el grupo de patrocinadores.
- Aumento superior al 15% del costo establecido del proyecto, sin justificación, y sin un concepto de excedencia autorizado por el grupo de patrocinadores.

Puntos de control y verificación del proyecto:

Se establece para el proyecto la realización de hitos de control mensuales, para verificar el cumplimiento de la línea base integrada de proyecto, en esta reunión el gerente de proyecto deberá entregar a los patrocinadores del proyecto un informe detallado, del progreso del proyecto.