



**ESTUDIO DEL PELIGRO AVIAR Y SU IMPACTO EN EL SISTEMA DE SEGURIDAD OPERACIONAL (SMS) DE
LOS OPERADORES Y LAS ORGANIZACIONES DE MANTENIMIENTO APROBADAS PARA ANÁLISIS DE
MÉTODOS DE DISPERSIÓN EFICIENTES Y CONFIABLES.**

Sebastián Henao Rivera

Juan David Taborda Gutiérrez

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
Facultad de Ingeniería
Departamento de Mecánica
Tecnología En Gestión Del Mantenimiento Aeronáutico
Medellín
2024

Tradición - Transformación - Innovación



SC 7134-1



Resolución 012512 del MEN. 29 de junio de 2022 - 6 años.
Calle 73 No. 73A - 226, Vía El Volador
Apartado aéreo: 6564 / Línea única de atención: 604 448 0520 / Medellín - Colombia



Alcaldía de Medellín
Distrito de
Ciencia, Tecnología e Innovación

**ESTUDIO DEL PELIGRO AVIAR Y SU IMPACTO EN EL SISTEMA DE SEGURIDAD OPERACIONAL (SMS) DE
LOS OPERADORES Y LAS ORGANIZACIONES DE MANTENIMIENTO APROBADAS PARA ANÁLISIS DE
MÉTODOS DE DISPERSIÓN EFICIENTES Y CONFIABLES.**

Autores

Sebastián Henao Rivera
Juan David Taborda Gutiérrez.

Monografía realizada en la Institución Universitaria Pascual Bravo

Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo en Gestión del Mantenimiento
Aeronáutico

Asesor

Oscar David Henao Merchán
Ingeniero Electrónico
Especialista en Ingeniería Aeronáutica

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
Facultad de Ingeniería
Departamento de Mecánica
Tecnología En Gestión Del Mantenimiento Aeronáutico
Medellín
2024

AGRADECIMIENTOS.

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas y entidades que hicieron posible la realización de este trabajo de grado. En primer lugar, agradecemos al tutor/a Óscar David Henao Merchán, por su valioso apoyo, orientación y paciencia durante todo el proceso de investigación. Sus conocimientos, consejos y dedicación fueron fundamentales para llevar a cabo este proyecto.

Agradecemos también a los expertos y profesionales que, generosamente, compartieron su tiempo y experiencia a través de las entrevistas y los datos que aportaron, contribuyendo de manera significativa a la calidad de este trabajo. Su colaboración ha sido esencial para enriquecer el análisis y la propuesta planteada en este estudio.

Un agradecimiento especial a la administración y el personal del aeropuerto Olaya Herrera, quienes facilitaron el acceso a la información y proporcionaron el entorno adecuado para llevar a cabo parte de la investigación

A nuestros compañeros de carrera y amigos, gracias por su constante apoyo y por los momentos compartidos a lo largo de estos años de estudio. Sus palabras de ánimo y su compañía fueron cruciales para mantener la motivación en los momentos más difíciles.

Finalmente, agradecemos a nuestras familias por su amor incondicional, apoyo constante y por haber creído en nosotros en todo momento. Sin su aliento y comprensión, este trabajo no habría sido posible.

A todos ustedes, nuestro profundo agradecimiento.

TABLA DE CONTENIDO.

Pág.

INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO 1.....	17
1.1. Identificación y descripción del problema	17
1.2. Justificación	22
1.2.1. Los Indicadores IRIS	28
1.2.2. Accidentes Más Representativos Con Fauna En Aeropuertos.....	29
1.3. Objetivos del trabajo de grado.....	32
1.3.1. Objetivo general.....	32
1.3.2. Objetivos específicos	32
1.4. Estado del arte	33
1.4.1. Marco conceptual	33
1.4.2. Marco Legal.....	42
1.4.3. Marco Referencial	47
1.5. Metodología	50
1.6. Cronograma de actividades	52
CAPITULO 2.....	54
2.1. Resultados	54
2.1.1. Cumplimiento del objetivo 1.....	54
2.1.2. Cumplimiento del objetivo 2.....	58
2.1.3. Cumplimiento del objetivo 3.....	59

2.2. Tablas comparativas de cesped	84
2.2.1. Propuesta para la implementación Césped/ Grass artificial.....	63
Conclusiones.....	84
Bibliografías	86

LISTADO DE ILUSTRACIONES.

	Pág.
Ilustración 1. Vista aérea del Aeropuerto Olaya Herrera.	17
Ilustración 2. Residuos acumulados junto al aeropuerto Olaya Herrera.	18
Ilustración 3. Humedal Jaboque ubicado al extremo sur del aeropuerto El Dorado.	19
Ilustración 4. Ubicación del río y humedal cercanos al Aeropuerto El Dorado.	20
Ilustración 5. Rocería en zonas verdes de aeropuertos.	24
Ilustración 6. Clasificación por fase de vuelo.	25
Ilustración 7. Indicadores del año 2023 impactos con fauna.	26
Ilustración 8. Estadístico de daños por fuera de límites por impacto con fauna.	27
Ilustración 9. Daños dentro de límites por impacto con fauna.	28
Ilustración 10. Aeropuerto Silvio Pettirosi, lugar del impacto con aves del vuelo Latam 1324.	30
Ilustración 11. Métodos activos de dispersión.	34
Ilustración 12. Detonador de pirotecnia cinco cañones.	35
Ilustración 13. procedimiento de reporte con presuntos impactos con fauna.	37
Ilustración 14. Procedimiento de reporte para personal aeronáutico.	39
Ilustración 15. Definición de categorías de incidentes con fauna silvestre.	40
Ilustración 16. Evaluación de criticidad de impactos con fauna silvestre.	40
Ilustración 17. Zonas verdes del aeropuerto Olaya Herrera	60
Ilustración 18. diferencias de césped artificial.	61
Ilustración 19. Referencia de preparación del suelo.	71
Ilustración 20. Estacionalidad de eventos reportados en 2024.	81
Ilustración 21. Ejemplo de reducción del 50%.	81

LISTADO DE TABLAS.

	Pág.
Tabla 1. Aeropuertos con césped artificial en Estado Unidos.	48
Tabla 2. Comparativos.	61
Tabla 3. Implementación.	63
Tabla 4. Requerimiento de Materiales.	67
Tabla 5. Performance del césped artificial aeronáutico.	69
Tabla 6. Características post-instalación.	69
Tabla 7. Principales cometidos.	70
Tabla 8. Funciones principales.	71
Tabla 9. Encabezado de lista de chequeo.	72
Tabla 10. Ítems de la lista de chequeo.	72
Tabla 11. Lista de chequeo para inspecciones visuales.	76
Tabla 12. Formato de registro de mantenimiento césped artificial.	77
Tabla 13. Costos césped natural vs césped artificial.	80

GLOSARIO.

Accidente: Todo suceso relacionado con la utilización de una aeronave, en el caso de una aeronave tripulada ocurre entre el momento en que una persona entra a bordo de la aeronave, con la intención de realizar un vuelo, sufriendo lesiones graves o mortales y la aeronave sufre daños. (*Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil, 2024*).

Aeropuerto: Todo aeródromo especialmente equipado y usado regularmente para pasajeros y/o carga y que, a juicio de la UAEAC, posee instalaciones y servicios de infraestructura aeronáutica suficientes para ser operado en la aviación civil. (*Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil, 2024*).

AIRPLAN: Operadora de Aeropuertos (Centro Norte, Rionegro, Medellín, Montería, Quibdó, Carepa y Corozal). (*Airplan, n.d.*)

AOG: Aircraft On Ground. Aeronave en tierra. Significa que un avión no puede volar por razones técnicas. (*time: matters GmbH, 2024*).

Bird Strike: Colisión/ choque con aves/ fauna en cualquier fase que la aeronave se encuentre en vuelo. (*Safety Dept. – Safety & Economic Regulation ICAO, 2014*)

Incidente: Todo suceso relacionado con la utilización de una aeronave, que no llegue a ser un accidente, que afecte o pueda afectar la seguridad de las operaciones aéreas. (*Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil, 2024*).

Indicador de rendimiento en materia de seguridad operacional: Parámetro basado en datos que se utiliza para observar y evaluar el rendimiento en materia de seguridad operacional. (*Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil, 2024*).

Infraestructura aeronáutica: Conjunto de instalaciones y servicios destinados a facilitar y hacer posible la navegación aérea; tales como aeródromos incluyendo pistas, calles de rodaje y rampas señalamientos e iluminación; terminales para pasajeros y carga; ayudas a la navegación; tránsito aéreo, telecomunicaciones, meteorología e información aeronáutica; aprovisionamiento; mantenimiento y reparación de aeronaves. (*Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil, 2024*).

Infraestructura aeroportuaria: Parte de la infraestructura aeronáutica enmarcada dentro de un aeropuerto que es necesaria para la partida y llegada de aeronaves y para la atención de pasajeros o carga; incluyendo pistas, calles de rodaje, plataformas, instalaciones, terminales de pasajeros y carga, instalaciones y servicios para la navegación aérea, instalaciones para mantenimiento, aprovisionamiento y despacho de aeronaves. (*Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil, 2024*).

OMA: Organización de Mantenimiento Aprobada. Organización con permiso de funcionamiento con instalaciones, equipos y medios destinados a mantener, reparar y/o alterar aeronaves, estructuras, plantas motrices, hélices o componentes (*Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, 2024*).

OPAIN: Es el encargado de administrar, modernizar, expandir, operar, mantener y comercializar el Aeropuerto Internacional El Dorado (*Opain, n.d.*)

RAC: Reglamentos Aeronáuticos de Colombia. Es el conjunto de normas emitidas por la Aerocivil que regula la aviación civil en Colombia. Establece reglas sobre seguridad aérea, licencias, operaciones de aeronaves, infraestructura aeroportuaria y tráfico aéreo, con el objetivo de garantizar operaciones seguras y eficientes, alineadas con estándares internacionales. (RAC. Available at: (<https://www.aerocivil.gov.co/autoridad-de-la-aviacion-civil/reglamentacion/rac>) (Accessed: 28 November 2024).

SDCPS: Safety Data Collection And Process System. Se refieren a sistemas de tratamiento y notificación, bases de datos, sistemas de intercambio de información e información registrada relacionada con peligros y riesgos dentro de la operación que involucre aeronaves. (*Safety Data Collection and Processing Systems (SDCPS)*, 2023).

SMS: Safety Management System./ Sistema De Seguridad Operacional. Gestión de la seguridad operacional que incluye las estructuras orgánicas, la obligación de rendición de cuentas, las políticas y los procedimientos necesarios (*Unidad Administrativa de la Aeronáutica Civil, 2024*).

Seguridad Operacional: Estado en el que los riesgos asociados a las actividades de aviación relativas a la operación de aeronaves, o que apoyan directamente dicha operación, se reducen y controlan a un nivel aceptable (*Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil, 2024*).

SPI. Safety Performance Indicators. Indicador de rendimiento en materia de seguridad operacional. Parámetro basado en datos que se utiliza para observar y evaluar el rendimiento en materia de seguridad operacional.

(Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil, 2024).

RESUMEN.

El peligro aviar, o "bird strike", representa uno de los mayores desafíos para la seguridad operacional en la aviación, ya que puede ocurrir durante momentos críticos, como los despegues y aterrizajes. Estos incidentes no solo afectan la infraestructura de las aeronaves, sino que también generan altos costos de mantenimiento, pérdidas de operatividad y, en algunos casos, riesgos potencialmente catastróficos.

En este contexto, el objetivo de este trabajo es proponer métodos alternativos para controlar el peligro aviar. Para ello, se evalúan diversas estrategias de mitigación y su efectividad, con el fin de mejorar la gestión de la seguridad operacional en aeropuertos, en particular, en el aeropuerto Olaya Herrera.

La metodología utilizada en la investigación es de enfoque cualitativo y documental. Esto incluye una revisión exhaustiva de la literatura existente, un análisis de datos relevantes, entrevistas con expertos en el área y la comparación de prácticas internacionales. Una de las medidas propuestas es la implementación de césped artificial en las zonas verdes aeroportuarias, ya que se ha comprobado que este tipo de superficie puede reducir la atracción de aves y, por ende, minimizar el riesgo de incidentes.

Se espera que, mediante la implementación de estas medidas, se logre una reducción del 50% en los incidentes relacionados con aves en el aeropuerto Olaya Herrera. Además, se busca mejorar los indicadores de seguridad operacional, conocidos como SPI (Safety

Performance Indicators) y optimizar los costos asociados al mantenimiento no programado debido a los "bird strikes". Con el objetivo de limitar la atracción de aves, esta solución no solo reduciría la necesidad de un mantenimiento frecuente, sino que también permitiría un mejor control de la fauna en el aeropuerto, alineándose con los estándares internacionales establecidos por la FAA.

En definitiva, esta investigación pone de relieve la importancia de fortalecer las estrategias de control del peligro aviar a través de soluciones innovadoras como el césped artificial, así como la adopción de mejores prácticas internacionales. Este enfoque no solo contribuirá a mejorar la seguridad operacional, sino también a aumentar la eficiencia en las operaciones aeroportuarias.

INTRODUCCIÓN.

El peligro aviar en la aviación es uno de los factores más comunes de accidentes e incidentes e incrementa en algunas temporadas del año, lo que hace que se convierta en un riesgo latente para las aeronaves, ya sean pequeñas o de gran tamaño; es decir, esta problemática afecta a toda la aviación a nivel global y puede ocurrir en las fases más críticas del vuelo, desde el despegue hasta el aterrizaje. En donde comúnmente tienen lugar estos impactos con fauna son en los aeropuertos y sus alrededores cuando las aeronaves están en operación.

Este peligro se ha convertido en un desafío significativo para la seguridad aérea; el impacto de las colisiones entre aves y aeronaves se le conoce como "bird strike" y se ha convertido en motivo de preocupación y estudio debido a que un impacto con un ave, por más pequeña que esta sea, su potencial para causar daños significativos es alta y sus posibles consecuencias catastróficas pueden comprometer en gran manera la integridad de la aeronave y la seguridad operacional de las empresas cuyo sistema de Seguridad operacional (SMS) puede verse afectado debido a la repetición de estos eventos, que por lo general, se catalogan reactivos.

El choque con aves puede terminar con daños en la estructura de la aeronave, daños / fallas en los motores, parabrisas destrozados (que pueden herir a los pilotos), tomas de aire obstruidas, tubos de pitot rotos, conductos de frenos dañados, orificios y abolladuras en el fuselaje o en las alas, o en el caso de los helicópteros, daños en las palas de los rotores principal y/o de cola. Adicional a lo anterior, se pueden generar accidentes fatales, además

de grandes pérdidas de dinero equivalentes a daños, impuestos por AOG, compra de componentes y piezas inesperados entre otros factores que se pueden desencadenar. Por todo lo anterior nace la necesidad de estudio y comprensión de los factores que contribuyen a estas colisiones, así como analizar las estrategias y acciones efectivas tomadas por parte de la aeronáutica civil, la administración de los aeropuertos y la responsabilidad de las empresas mismas para ayudar a prevenir y mitigar este riesgo, la responsabilidad del peligro aviar es compartida y por eso la toma de acciones constantes son de gran importancia para garantizar la seguridad operativa y la eficiencia de la aviación.

Determinar quién es responsable de la materialización de los daños es un tema álgido y casi siempre son las empresas operadoras y sus OMA's quienes asumen por completo el costo de la reparación de los daños y todo lo que eso representa en temas presupuesto, planeación y temas de reclamaciones pertinentes a seguros ya que los aeropuertos no se hacen responsables de este tipo de daños a menos que las empresas tengan evidencia sustancial para comprobar de manera irrefutable que la colisión ocurrió dentro del aeropuerto y no por sus alrededores o saliendo del mismo; los sobre costos y las pérdidas por estos daños no son subsanadas por ningún ente son riesgos que se asumen implícitamente en las operaciones normales aun teniendo conocimiento de causa que en el día puede suceder más de una vez.

A lo largo de esta investigación se buscó explorar los diferentes aspectos relacionados con el peligro aviar en la aviación, incluyendo la identificación de especies de aves que son más propensas a colisionar con las aeronaves en los aeropuertos, así como también investigar las tecnologías de detección y disuasión que se encuentran disponibles y aprobadas por los biólogos de los aeropuertos, así como las mejores prácticas que ayudan a prevenir incidentes por bird strike. Adicionalmente se investiga a fondo cómo afecta a las organizaciones de mantenimiento y a los sistemas de seguridad operacional de las empresas y sus objetivos con el propósito de exponer cómo la recurrencia de este evento impacta la matriz SDCPS en la calificación y recalificación del peligro de acuerdo con los estándares establecidos para emitir la calificación de este peligro.

El propósito de la investigación, al estudiar el peligro aviario y cómo impacta a la aviación y sus procesos, permite conocer las defensas que se utilizan para mitigar y controlar este tipo de eventos, a favor de proponer métodos más efectivos que contribuyan a fortalecer esas defensas antes que estas se rompan y se materialicen los impactos con fauna, lo que contribuye a una disminución de riesgo aviar en las zonas aeroportuarias.

Palabras Claves: Bird Strike, Colisiones en vuelo, Aeronaves, Seguridad Operacional, Peligro latente.

CAPÍTULO 1.

PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA.

1.1 Identificación y descripción del problema.

El peligro aviar conocido como Bird Strike en aviación hace referencia al choque/ colisión entre aves y aeronaves por lo general ocurre en las etapas de despegue, aproximación y aterrizaje en los aeropuertos. Una de las razones por la que este fenómeno se materializa es por la zona geográfica en la que esté ubicado el aeropuerto, por mencionar algunos, el Olaya Herrera se encuentra rodeado de zonas deportivas cercanas, zonas verdes amplias y frondosas, tal como se aprecia en la Ilustración 1.

Ilustración 1. Vista aérea del Aeropuerto Olaya Herrera.



Fuente: El Colombiano.

Adicionalmente, el aeropuerto Olaya Herrera limita con comunidades como Barrio Antioquia, en donde el manejo de basuras y residuos es inapropiado. La mayor concentración de desechos se focaliza en la malla que cerca el aeropuerto, incluso por llamado de atención de la misma ciudadanía, cuya denuncia fue publicada en una nota del diario Minuto 30 titulada “así está una calle junto al aeropuerto Olaya herrera” (Minuto 30, 2024) lo que contribuye con la concentración de aves en este aeropuerto.

Ilustración 2. Residuos acumulados junto al aeropuerto Olaya Herrera.



Fuente: Minuto 30.

La Aeronáutica Civil de Colombia asegura que la razón de la presencia de aves en muchos de los aeropuertos es debido a que son parte de ecosistemas semi-antrópicos en los que habita fauna silvestre, generando que los animales en búsqueda de alimento, agua y abrigo

visiten los predios aeroportuarios. Esto ocasiona la convivencia de fauna y aeronaves dentro de un mismo espacio, lo que genera altas probabilidades de choques de aves con aviones y la responsabilidad con el tema por parte de la autoridad se limita a sensibilizaciones de manejo de residuos peligrosos, basuras, no arrojar alimento a las aves, albergar depredadores naturales de la especie para controlar su población (*Control Fauna Y Peligro Aviario*, 2023).

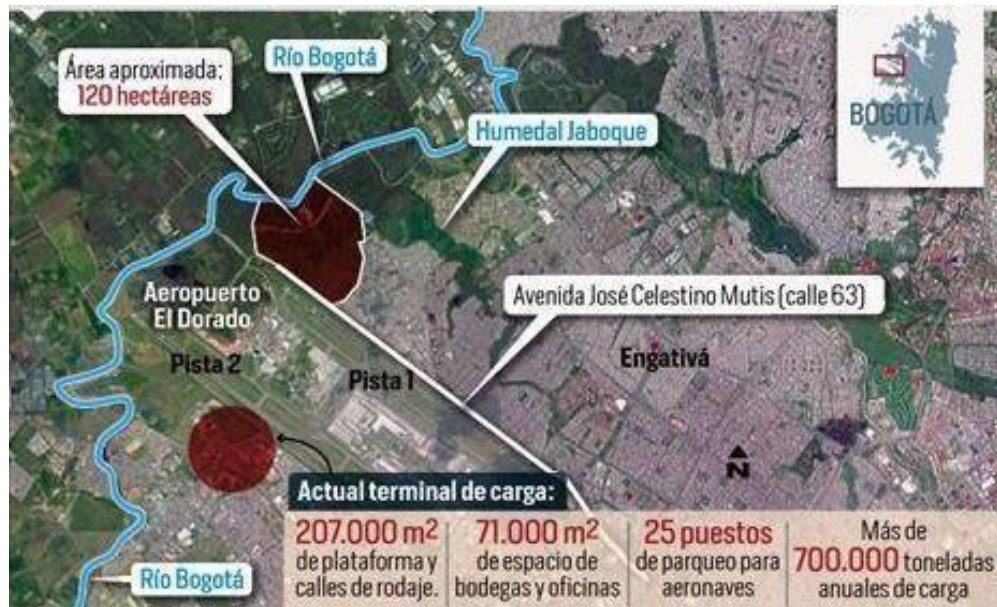
Para el caso del Aeropuerto Internacional El Dorado y el Aeropuerto Internacional José María Córdova, ambos han sido construidos cerca de humedales; lo genera un incremento en el índice de accidentes e incidentes, ya que atraen varias especies de aves. En las Ilustraciones 3 y 4 se aprecian las ubicaciones de ríos y humedales en cercanías al Aeropuerto El Dorado.

Ilustración 3. Humedal Jaboque ubicado al extremo sur del aeropuerto El Dorado.



Fuente: Fundación de humedales Bogotá siembra y plantaciones de árboles.

Ilustración 4. Ubicación del río y humedal cercanos al Aeropuerto El Dorado.



Fuente: Skyscraper city.

Colombia maneja la comunidad más diversa y abundante del mundo con un promedio del 19 % de aves, sin tener en cuenta las aves migratorias que llegan al país. Aunque en la actualidad se están manejando programas para mitigar este riesgo, no son suficientes y el resultado de este fenómeno se traduce generalmente en incidentes y colisiones contra las aeronaves ocasionando abolladuras en el fuselaje, ventanas rotas hasta el choque de estas contra las palas de las hélices o la ingestión hacia los álabes de las turbinas en los aviones más modernos. Por tales razones la problemática debe ser abordada desde la perspectiva de la amenaza que estos grupos de fauna representan (RODRÍGUEZ, 2012)

Las pérdidas económicas generadas por el peligro aviar son mayores que los recursos necesarios para mitigar el índice de accidentalidad entre aeronaves y aves en las inmediaciones de los aeropuertos, considerando los altos costos operacionales por mantenimiento para regresar a la aeronave su condición de aeronavegabilidad; sin mencionar las pérdidas económicas por la inoperatividad de la aeronave en estado AOG; costos que afectan directamente a los operadores ya que los aeropuertos difícilmente asumen costos por daños a las aeronaves.

El peligro aviar no se puede controlar en su totalidad hasta niveles de cero eventualidades debido a que su naturaleza biológica es impredecible y hay que tener en cuenta que la infraestructura y la zonas verdes de algunos aeropuertos no se encuentran en condiciones completamente favorables, aunque los entes administrativos de los aeropuertos realizan labores de dispersión como disparo de bengalas, ruidos de depredadores naturales, campañas de concientización, campañas de recolección de nidos y la rocería de las zonas verdes siempre y cuando el clima esté favorable y no se produzcan lluvias, sin embargo, estas acciones, aunque contribuyen a mitigar, no son lo suficientemente efectivas para minimizar la presencia de aves y fortalecer las defensas del sistema de seguridad operacional, debido a que no se ha consolidado ninguna acción de peso que pueda inducir a la migración de aves a otros espacios a distancias más seguras, contribuyendo de esta forma a resolver los inconvenientes que el peligro aviar genera, lo que lleva a formular la siguiente hipótesis:

¿Cómo contribuir a la mejora de los métodos de dispersión actuales y aumentar la efectividad de los mismos, logrando una migración orgánica de las especies en los aeropuertos que permita mitigar los riesgos operacionales y consecuentemente reducir la actividad de mantenimiento no programado por este tipo de eventualidades?

1.2. Justificación.

La responsabilidad para mitigar peligros que afectan la seguridad aérea es compartida entre operadores de aeronaves, organizaciones de mantenimiento, explotadores de aeropuertos y a todo el personal involucrado con las operaciones aéreas, así como también los que tienen una relación indirecta con las aeronaves y el aeropuerto como pasajeros y visitantes la responsabilidad social tiene diferentes intensidades en cada uno, debido a que el peligro aviar no solo afecta la seguridad aérea si no también la seguridad de las operaciones y la eficiencia operacional es por eso que abordar el problema desde múltiples frentes que contribuyan a mitigarlo desde las buenas prácticas como no arrojar alimento a las aves, arrojar las basuras en los lugares correctos, ahuyentar las aves que identifiques dentro del aeropuerto, más aún si se encuentra cercana a las aeronaves, estas acciones promueven una cultura de la seguridad operacional.

Según el reporte de la AOPA, la entidad asegura que, de acuerdo con estudios de registros internacionales de impactos de aves con aeronaves, aproximadamente $\frac{3}{4}$ partes de los impactos se dan bajo los 150 m (500 pies), es decir, que fuera de episodios migratorios, la mayoría de las aves vuelan bajo esa cota. (AOPA, 2012).

Lo que hace de los Bird Strike un peligro contundente es la gravedad de los daños en a la aeronave ya que hay que tener en cuenta que un ave con el peso aproximado de 1 libra al impactarse con una aeronave a 200MPH es equivalente a tener un impacto aproximadamente sobre las 2 ½ toneladas de fuerza y en el caso de aves más grandes con un peso aproximado de 4 libras colisionando con una aeronave a 200MPH es equivalente a tener un impacto de 6 toneladas de fuerza, hasta el año 2008 en un informe emitido por la autoridad aeronáutica colombiana se estimaba que debido al impacto con aves se perdían hasta 1.2 billones de dólares en reparaciones por daños de gravedad sin tener en cuenta cómo afecta eso a las organizaciones de mantenimiento a nivel general (Unidad Administrativa de la Aeronáutica Civil, 2008).

En Colombia el tema de administración y explotación de los aeropuertos están a cargo de dos entidades que tienen contratos de concesión otorgada por la UAEAC por una cantidad de tiempo determinado dicho contrato consiste en que el administrador realizará una inversión en la estructura aeronáutica y aeroportuaria (modernización) y expansión equivalentes a mejoras de las instalaciones, así como también tomar acción que garantice la calidad de sus alrededores, pistas y control y mitigación de plagas, semovientes, fauna entre otros; sin embargo no en todos los aeropuertos de Colombia se cumplen las condiciones esperadas por ubicación geográfica y se asegura que “el manejo de algunos aeropuertos por parte de la Aerocivil no ha sido el adecuado y por consiguiente la disminución operativa y la falta de mantenimiento de la infraestructura ha sido un común denominador que ha afectado también a usuarios y aerolíneas” (PEREZ, 2014), fondos entre otros pero el factor común que tienen todos es el peligro aviar el principal componente que contribuye al

avistamiento de aves constante radica en las zonas verdes del aeropuerto. Esto por el crecimiento de la grama, en donde se concentra toda clase de insectos, siendo el alimento favorito de las aves en tiempos de rocería, como se aprecia en la Ilustración 5, lo que aumenta el número de aves en los aeropuertos por sus instintos normales de alimentación; en estas épocas también aumentan las colisiones durante la operación de las aeronaves (*MANEJO Y CONTROL EN LA PREVENCIÓN MANEJO Y CONTROL EN LA PREVENCIÓN PARA EL PELIGRO AVIARIO Y FAUNA EN AEROPUERTOS*, n.d.).

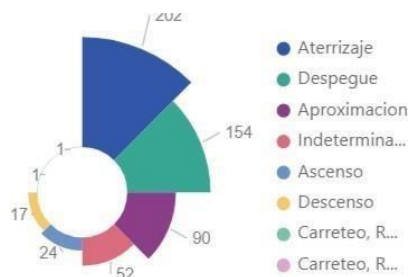
Ilustración 5. Rocería en zonas verdes de aeropuertos.



**Fuente: DOCUMENTO OACI MANEJO Y CONTROL EN LA PREVENCIÓN
MANEJO Y CONTROL EN LA PREVENCIÓN PARA EL PELIGRO AVIARIO Y
FAUNA EN AEROPUERTOS, pág. 38.**

La contribución por parte de los entes explotadores del aeropuerto se limita a realizar las tareas de dispersión tal como se establecen dentro de su programa para la gestión de riesgos del peligro aviar, sin embargo, estos métodos de dispersión en la mayoría de los casos no representa una acción contundente que aumente considerablemente la confiabilidad en los mismos, debido a que se siguen materializando una cantidad alarmante de accidentes e índices relacionados con este peligro sin contar los que no se reportan; la Aeronáutica Civil Colombiana en el integrador de reportes IRIS publica estadísticas de los impactos con aves que se registran por año en Colombia a nivel general y arrojó que en 2023 hubo 398 impactos con fauna de los cuales 17 fueron con daños de gravedad.

Ilustración 6. Clasificación por fase de vuelo.



Fuente: Aerocivil, indicadores integrados IRIS.

Como se explica en la Ilustración 6, los códigos de colores representan fases de vuelo donde se han materializado impactos con aves y en el diagrama se proyecta la cantidad de eventos y número de veces en una escala decente, es decir, donde más sucede que en este caso son los aterrizajes y hasta donde es menos común que ocurra que es la fase de carreteo.

Por otra parte, en la Ilustración 7 se muestra la cantidad de eventos por impactos reportados a la UAEAC ocurridos en el año 2023 segregados por mes, hora y día esta información se obtiene de los reportes realizados a la autoridad por parte de las empresas operadoras aéreas las cuales deben reportar este peligro diligenciando el formulario de reporte de presuntos impactos con fauna y seguir el proceso que indica el RAC 14.

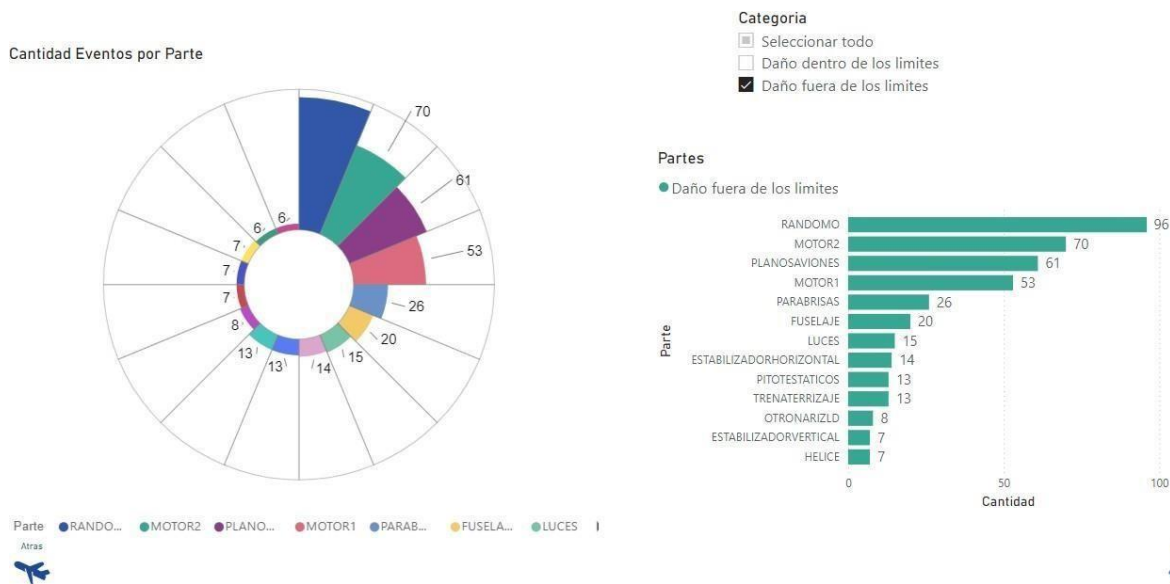
Ilustración 7. Indicadores del año 2023 impactos con fauna.



Fuente: Aerocivil, indicadores integrados IRIS.

En la ilustración 8 se evidencian los daños catalogados por fuera de límites operacionales en el año 2023 y se expone en qué parte de la aeronave tuvo la afectación, así como la cantidad de veces que ocurrió.

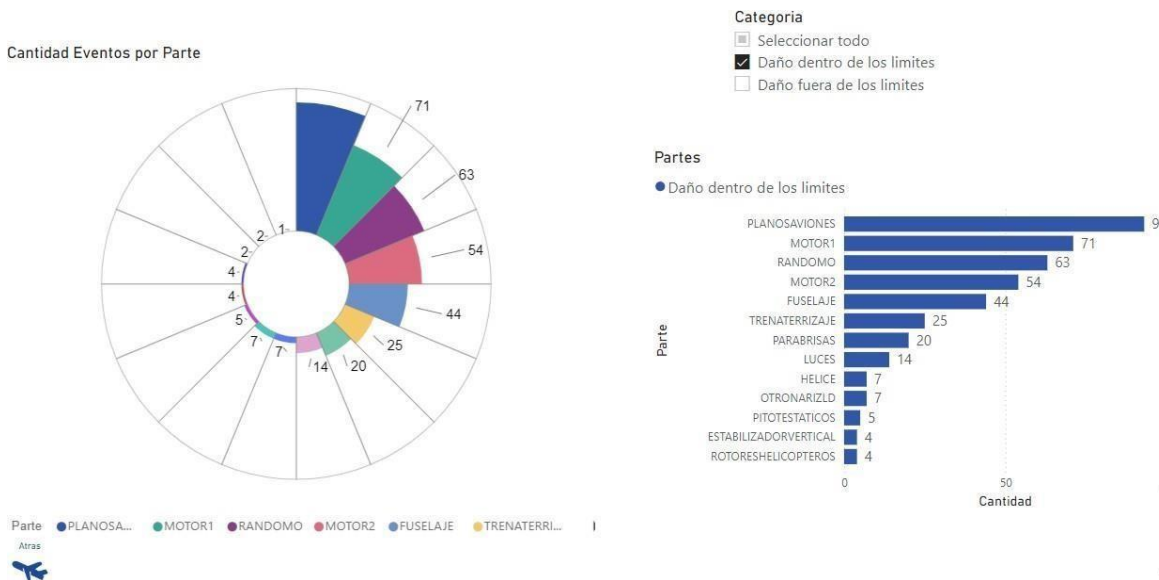
Ilustración 8. Estadístico de daños por fuera de límites por impacto con fauna.



Fuente: Aerocivil indicadores integrados IRIS

En la Ilustración 9 se proyectan los impactos con fauna dentro de límites estructurales del año 2023 y se muestra, tanto la totalidad de eventos ocurridos como las partes de la aeronave donde más suele ocurrir. Esta categoría se refiere a daños que se pueden reparar siguiendo el manual y las especificaciones por fabricante sin que representen trabajos mayores de mantenimiento.

Ilustración 9. Daños dentro de límites por impacto con fauna.



Fuente: Aerocivil indicadores integrados IRIS.

1.2.1. Los indicadores IRIS.

Los indicadores IRIS nos permiten identificar patrones y tendencias relacionadas con estas colisiones, así como también la identificación de las áreas de la aeronave con mayor riesgo de ser impactadas, también tener claridad las zonas geográficas donde tienden a ocurrir estos eventos, es crucial para proponer estrategias de gestión para este riesgo que contribuyan a minimizar las posibilidades de repetitividad de este peligro.

El peligro aviario tiene un alcance global dado que en todos los aeropuertos del mundo se ha materializado un impacto con fauna al menos una vez y de acuerdo con el último informe emitido por la Federal Aviation Administration (FAA), a nivel mundial, los choques de fauna silvestre con aeronaves civiles y militares combinados han matado a más de 491 personas y destruido más de 350 aeronaves desde 1988 hasta 2010 y desde 1988 y 2023, los impactos de aves contra aeronaves civiles y militares han matado a 76 personas y destruido 126 aeronaves (Aviation Administration, 2023).

1.2.2. Accidentes Más Representativos Con Fauna En Aeropuertos.

Hasta la fecha los impactos con fauna más representativos ocurridos en el presente año son:

El 23 de julio del 2024 vuelo 1324 de Latam, que partió de Asunción, Paraguay, con destino a Santiago de Chile, minutos después de haber despegado del aeropuerto Silvio Pettirossi presentó un impacto con fauna perdiendo uno de sus motores y obligado a retornar al aeropuerto minutos después, en este caso los daños fueron materiales sufridos por la aeronave, no hubo pérdidas humanas, solo el descontento de los pasajeros y el retraso del vuelo. La Ilustración 10 relacionada en la noticia del periódico Hoy tituló la noticia como “A menos de dos semanas del percance aéreo con aves, este martes un avión se vio obligado a retornar al aeropuerto Silvio Pettirossi, luego de que un ave dañara una de las turbinas.”. Pues solo unos días antes, específicamente el 12 de julio, un vuelo de Air Europa que partió de Asunción rumbo a Madrid, tuvo que retornar a minutos del despegue, también por el choque de un ave contra uno de sus motores (MABROMATA, 2024).

Ilustración 10. Aeropuerto Silvio Pettirossi, lugar del impacto con aves del vuelo

Latam 1324.



Fuente: Medio Nacional Informativo Hoy 12 años.

En el caso de Avianca, el 16 de febrero del 2024 ocurrió con el vuelo AV8545, que cubría la ruta Barranquilla - Medellín tuvo que regresar preventivamente al Aeropuerto Ernesto Cortissoz debido a que tras el despegue el avión tuvo un impacto de ave que afectó uno de sus motores, dejando la aeronave AOG. Posterior al evento, la aerolínea colombiana pidió nuevamente de manera urgente a las autoridades locales y al Gobierno Nacional que se tomen acciones frente a la presencia de aves en aeropuertos, sus cercanías y trayectorias de aproximación y despegue. Avianca reiteró que el llamado se hace principalmente para

preservar la seguridad de las personas y usuarios del transporte aéreo, reiterando que esa situación no puede ser negociable (Medina, 2024).

Así mismo, la empresa aérea confirmó que “el número de impactos de aves registrados en vuelos de Avianca en 2023 fue de 774, lo que representa un incremento del 13,6% con respecto a 2022” (Medina, 2024).

El medio de comunicación nacional W Radio, dejó saber en el comunicado de la noticia que se debe tener en cuenta que este no es el primer llamado a mitigar la presencia de fauna silvestre en los aeropuertos de Colombia y sus zonas aledañas por parte de la aerolínea y que igualmente también la alerta se ha hecho por parte de otras empresas aéreas (Medina, 2024). Lo anterior permite evidenciar que efectivamente, aunque los controles para esta problemática están siendo “implementados” por las concesiones de los aeropuertos bajo la vigilancia de la autoridad aeronáutica colombiana, no es suficiente para mitigar estos eventos y puede inferir que es necesario tomar acciones más contundentes en todos los aeropuertos colombianos, empezando por la actualización de la información en los programas nacionales y la norma alrededor todo el tema ambiental aplicable a la aviación por parte de la autoridad, así mismo implementando todas y cada una de las medidas que se mencionan en el programa nacional de limitación de fauna en aeródromos y/o implementar un método más eficiente que resuelva esta problemática de fondo.

1.3 Objetivos del trabajo de grado.

1.3.1 Objetivo general.

Proponer métodos alternativos como complemento de las defensas actuales sobre el control de las aves para que se dispersen del aeropuerto Olaya Herrera, contribuyendo a los procesos del Sistema de Gestión de Seguridad Operacional y a la mejora de la eficiencia operativa y la reducción de 50% en la repetitividad de incidentes ocasionados por "bird strike", garantizando su viabilidad económica a lo largo del tiempo.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Evaluar el impacto de la repetitividad del peligro de "bird strike" en el cometido de riesgos dentro del Sistema de Gestión de Seguridad (SMS) y la determinación de su efecto en los indicadores de cumplimiento relacionados con la seguridad operacional, dando recomendaciones que mejoren la administración de este peligro.
- Analizar las estrategias de mitigación de fauna utilizadas en el aeropuerto Olaya Herrera y las utilizadas en algunos aeropuertos de los Estados Unidos que poseen esta misma problemática para la identificación de al menos tres diferencias clave en la efectividad de las técnicas empleadas que conlleven al planteamiento de recomendaciones basadas en las mejores prácticas internacionales en pro de la mejora de las medidas de control de fauna en el aeropuerto

- Recomendar un método alternativo enfocado en las zonas verdes del lado aire del aeropuerto Olaya Herrera para la reducción en un 50% de los incidentes relacionados con aves de manera que complemente las defensas existentes para la disminución de este peligro.

1.4 Estado del arte.

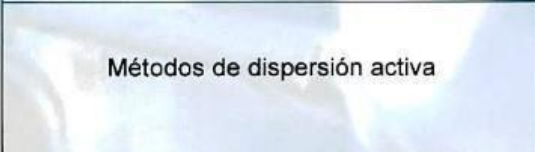
1.4.1 Marco Conceptual.

Para ejercer un control de mitigación de aves en los diferentes aeropuertos a nivel global es necesario que las autoridades aeronáuticas de aviación civil, como los operadores y explotadores de los aeropuertos tengan establecidos programas para la limitación y mitigación de fauna dentro de los aeropuertos. En el caso de Colombia, el Programa Nacional De Limitación De Fauna En Aeródromos establece como medidas de esparcimiento y hostigamiento de aves divididas en dos categorías medidas pasivas que consisten en la modificación del hábitat, es decir, eliminación de la oferta alimenticia mediante control de la disposición de desechos orgánicos e inorgánicos en las áreas perimetrales del aeropuerto, así como la implementación de medidas sanitarias en comunidades vecinas, la rocería y/o poda como la tala de maleza y zonas verdes, el drenaje de zonas inundadas para evitar la acumulación de agua que atraiga a las aves y la exclusión de hábitat utilizando polisombra, la cual consiste en instalar estructuras en materiales que permiten la entrada de luz pero bloquean el sol directo, para generar áreas sombreadas. Estas áreas menos soleadas son menos atractivas para algunas especies de aves que prefieren hábitats soleados y abiertos, esta técnica es de uso ambiental en un intento de desincentivar a las aves para que no se acerquen a zonas aeroportuarias.

(Programa Nacional De Limitación De Fauna En Aeródromos, 2008).

Por otro lado, las técnicas activas como se aprecia en la Ilustración 10, consisten en el uso de repelentes químicos tanto táctiles como gustativos. Estos disuaden a las aves de posarse o alimentarse. También se emplean métodos como la cetrería, que utiliza halcones entrenados para ahuyentar aves, como también el uso de perros, especialmente Border Collies, para hostigar a las aves. Además, se puede utilizar pirotecnia como petardos, cohetes y bengalas y dispositivos sonoros que emiten chillidos de alerta para ciertas especies de aves y repelentes visuales artificiales, como espantapájaros y cintas reflectivas, para evitar que las aves se posen en áreas del aeropuerto. para asustar a las aves y mantenerlas alejadas de las áreas críticas (*Programa Nacional De Limitación De Fauna En Aeródromos*, 2008).

Ilustración 11. Métodos activos de dispersión.

 <p>Métodos de dispersión activa</p>	<p>Se han empleado diferentes métodos de dispersión activa de fauna en los aeropuertos del país tales como Cetrería robótica, Aerolaser, Cañones de gas propano, Sound Blaster, Sky dancer, caninos, pólvora, pirotecnia especializada, entre otros.</p>
---	--

Fuente: Programa Nacional de Limitación De Fauna En Aeródromos, pág. 17.

De acuerdo con expertos en el peligro aviario se utiliza pirotecnia especializada detonada con un equipo especial accionado mediante control remoto este es el Mav-1 comercializado por la fabricante de pólvora la mariposa es un equipo portable que se puede ubicar en lugares estratégicos establecidos previamente de acuerdo a una necesidad de repeler fauna en zonas aeroportuarias. Estos equipos pueden contar con diversos diseños según sea el tipo en la ilustración 11 se relaciona un detonador de pirotecnia metálico de 5 cañones detonadores.

Ilustración 12. Detonador de pirotecnia cinco cañones.



Fuente: ozsfx tienda online www.ozsfx.com.

Las prácticas relacionadas dentro del programa nacional para limitación de fauna, no se llevan a cabo en su totalidad en todos los aeropuertos, un ejemplo es la cetrería. De acuerdo con la Aeronáutica Civil, esta práctica se llegó a implementar por periodos de tiempo cortos de 1 mes en los aeropuertos Perales de Ibagué, La Florida de Tumaco y José María Córdova de Rionegro, sin embargo, no son métodos que se han sostenido a lo largo del tiempo para una mayor efectividad. En el caso del Olaya Herrera, la implementación de la cetrería podría tener beneficios

significativos en términos de control de fauna y mejora de la seguridad operacional. Sin embargo, hasta el 2015, la viabilidad de implementar la cetrería en este aeropuerto en particular ha enfrentado desafíos. En el caso específico de Colombia, la implementación de esta técnica se vio limitada por la falta de legislación ambiental que permitiera su uso a pesar de la emisión de una resolución en 2012 que regula su uso para el control del peligro aviario en aeropuertos, se menciona que la aplicación de la cetrería en el Aeropuerto Olaya Herrera ha sido difícil debido a las restricciones y costos asociados con su implementación (VANEGAS BECERRA, 2015)

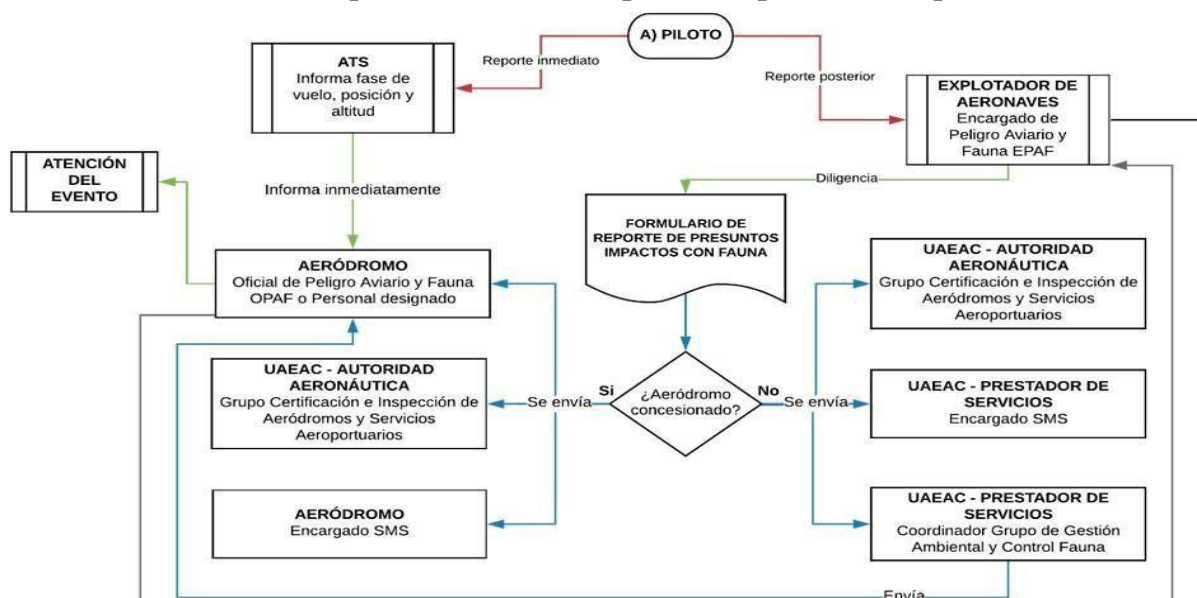
Aunque la autoridad aeronáutica menciona que “considera el tema de Gestión Ambiental y el peligro aviario dentro de sus líneas de acción de gran importancia, dirigidas una: al cumplimiento de los estándares de la normatividad nacional e internacional aplicables al transporte aéreo, referentes a saneamiento básico, infraestructura y equipamiento ambiental, para facilitar un desarrollo aeroportuario en armonía con el medio ambiente; y la otra al desarrollo de programas y gestiones encaminadas a la seguridad operacional de los aeropuertos, respectivamente.”

(*Gestión Ambiental Y Control De Fauna*, 2016). No es coherente si tenemos en cuenta la poca frecuencia con la que se actualiza la información relacionada con el tema de aves, los métodos mencionados en el programa nacional no se ven implementados en los aeropuertos de manera satisfactoria, si bien la autoridad cumple un rol de regular y vigilar, también debería ser más tajante con el respetivo

cumplimiento de las concesiones de cada uno de los aeropuertos para que estas implementen las recomendaciones realizadas por la autoridad aeronáutica.

En el programa también se establece la información que se debe recopilar suministrada por el personal ya sea de vuelo y/o aeronáutico los cuales reportan el impacto proporcionando información medio ambiental, número de vuelo, matrícula de la aeronave, hora, lugar de impacto, reporte de daños si aplican, etapa de vuelo donde ocurrió, siguiendo el proceso establecido en la circular informativa N°007 para el caso de los pilotos las disposiciones reglamentarias, así como desde la OACI, se determina que el piloto mediante la comunicación con el ATS debe reportar de inmediato el suceso, informando fase de vuelo, posición y altitud, recopilándose así información fundamental para que al final se pueda confirmar la ocurrencia del evento como se muestra en la ilustración 12 el procedimiento establecido por la UAEAC (AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA, 2020).

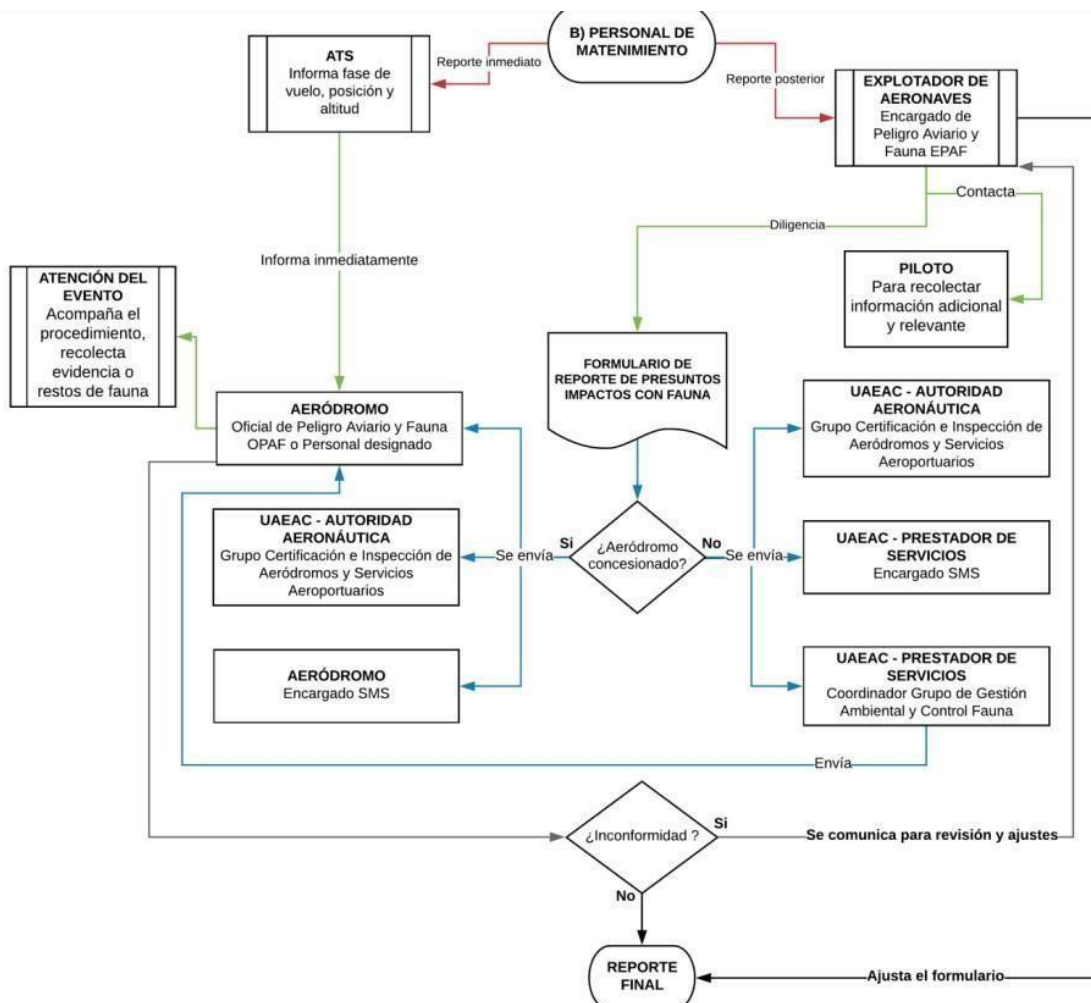
Ilustración 13. procedimiento de reporte con presuntos impactos con fauna.



Fuente: circular informativa N°7 Reporte de Presuntos Impactos con Fauna - RAC 14

Para el caso del personal de mantenimiento, cuando este detecta el impacto y encuentra la evidencia que para este tipo de eventos la prueba material son plumas, partes del cuerpo del animal (ave), rastros de sangre, o cualquier otro elemento que permita constatar la ocurrencia del impacto con fauna, debe informar de inmediato al EPAF, quien debe realizar la verificación y emitir el reporte, además de diligenciar el formulario de registro de impactos con fauna y finalmente informa de manera inmediata al OPAF como se muestra a detalle en la Ilustración 13.

Ilustración 14. Procedimiento de reporte para personal aeronáutico.



Fuente: circular informativa N°7 Reporte de Presuntos Impactos con Fauna - RAC

14 pág. 6.

La información le es suministrada a la UAEAC mediante el formulario del RAC 14 presuntos impactos con fauna y por los reportes bird. Información que se utiliza para alimentar el control estadístico de estos eventos el cual se consulta en los reportes integrados IRIS. Partiendo de estos datos se debe categorizar de acuerdo al tipo de evento cómo se relaciona en la imagen 11 y evaluar su criticidad como se evidencia en la ilustración 12.

Ilustración 15. Definición de categorías de incidentes con fauna silvestre.

- a) *Choques confirmados: cualquier colisión que se haya notificado entre un ave u otro animal silvestre y una aeronave, de la cual se haya encontrado alguna prueba en forma de cadáver, resto o daño a la aeronave.*
- b) *Choques sin confirmar:*
- 1) *Cualquier colisión que se haya notificado entre un ave u otro animal silvestre y una aeronave, de la cual no se haya encontrado prueba física alguna.*
 - 2) *Cualquier ave u otro animal silvestre que se haya encontrado muerto en un aeródromo, para el que no exista ninguna otra causa evidente de muerte (p. ej., choque contra un vehículo o una ventana, etc.).*

Fuente: Programa Nacional de Limitación De Fauna En Aeródromos pág. 30.

Ilustración 16. Evaluación de criticidad de impactos con fauna silvestre.

MATRIZ DE CRITICIDAD DEL IMPACTO					
1. CONSECUENCIAS PARA EL VUELO - CV		2. CLASIFICACION DEL DAÑO - CD		3. COMPONENTE BIOLÓGICO - CB	
NINGUNA	0	NO DAÑO	0	TIPO DE FAUNA - TF	
REGRESO A PLATAFORMA	1	DAÑO DENTRO DE LIMITES	3	AVIAR	3
DESPEGUE ABORTADO	4	DAÑO FUERA DE LIMITES	5	TERRESTRE	4
EXCURSIÓN DE PISTA	5			INDETERMINADO	3
REGRESO INMEDIATO POR PRECAUCION	3			TAMAÑO DE FAUNA - TM	
REGRESO INMEDIATO POR EMERGENCIA	4			PEQUEÑO	2
DESVIO RUTA POR PRECAUCION	3			MEDIANO	3
DESVIO RUTA POR EMERGENCIA	4			GRANDE	5
GRAVE PERDIDA DE CONTROL	5			INDETERMINADO	2
EVENO GPWS	4			TIPO IMPACTO - TI	
EVENO TCAS	4			UNICO	2
APROXIMACION INESTABLE	3			MULTIPLE	4
SOBREPASO	2			VALORACION VB (TF+TM+TI)/3	0

FACTOR DE CRITICIDAD DEL IMPACTO	
$FC=(CV \times 0,50)+(CD \times 0,40)+(CB \times 0,10)$	0,00

Fuente: Programa Nacional de Limitación De Fauna En Aeródromos pág. 32.

Las imágenes anteriores explican los parámetros que se deben tener en cuenta para emitir una calificación para los accidentes con fauna silvestre, las calificaciones de 4 a 5 son las que los operadores pueden reclamar a la entidad encargada de la responsabilidad en el aeropuerto como responsable de mitigar este peligro dentro de las instalaciones del lado aire, con la finalidad de asumir los daños ocasionados, sin embargo, pocas veces esta calificación es asignada a los eventos por fauna.

El personal de mantenimiento como de vuelo también deben realizar el reporte de seguridad operacional al SMS establecido por la empresa proporcionando datos similares al primer reporte que se realiza, como se mencionó anteriormente, cuando ingresan estos reportes al área de seguridad operacional estos reportes son ingresados a la matriz SDCPS para realizar el seguimiento, control, mitigación y reevaluación del peligro posteriormente a las acciones que se toman internamente para darle manejo a los eventos por fauna. Dichas acciones consisten en jornadas de recolección FOD en las zonas de pista, recolectando alambre de frenado, basuras, pasto, cualquier incentivo que pueda generar presencia de aves, sensibilizaciones sobre el peligro aviario al personal involucrado en la operación de aeronaves donde se difunde y promueve información para fomentar conciencia sobre lo que no se debe hacer como por ejemplo no alimentar la fauna, ahuyentar fauna si la identifican y reportar cualquier novedad como avistamiento de nidos o grandes focos de aves en zonas horarias entre otras precauciones.

Es importante mencionar que, si el reporte por Bird Strike ingresa de manera recurrente a la matriz de seguridad operacional, la evaluación del riesgo debe cambiar y es justamente la evaluación y calificación de este peligro lo que puede llegar a afectar el cumplimiento de los SPI'S definidos por el SMS. Por otra parte el peligro aviario desde el SMS se le considera reporte mor por lo que se debe reportar a la autoridad aeronáutica para su control estadístico.

1.4.2. Marco Legal

La autoridad aeronáutica colombiana se encarga de regular todo el tema relacionado con el reporte de peligros con fauna, lo hace a través de programas y circulares que se utilizan como referencia a tener en cuenta para el diseño y elaboración de programas de los operadores aeroportuarios, sin embargo, cierta información documental presenta baja calidad por mencionar algunos son:

- **Programa nacional de limitación de fauna en aeródromos:**

Considerado como una base fundamental para la creación del programa de control y mitigación de fauna silvestre dentro de los aeropuertos, contiene información de clasificación de acciones pasivas y activas, técnicas de repulsión variadas para ahuyentar las aves, además de establecer la forma de clasificar y calificar la gravedad de los impactos entre aeronaves y aves.

Fecha de última revisión: 19 agosto de 2008.

Información Desactualizada: contiene información relacionada con los métodos de repulsión de fauna silvestre considerados actualmente por expertos del medio aeronáutico de poca efectividad como los cañones de gas propano, utilización de perros border collies y la utilización de cetrería que actualmente al menos en el Olaya Herrera no son empleadas para mitigar el peligro aviario.

- **Circular informativa N° 007 Reporte De Presuntos Impactos Con Fauna- RAC 14:** Esta circular establece los procedimientos y mecanismos de notificación, que garanticen calidad, confiabilidad y precisión de la información contenida en el formulario de presuntos impactos con fauna, a fin de compilar datos que permitan realizar análisis y generar estrategias de mitigación. recolectando información para manejo estadístico mediante el formulario de presuntos impactos con fauna ubicado en la página de la autoridad de la aviación civil- formularios de reportes obligatorios de seguridad- IRIS Integrados De Reportes E Información De Seguridad

Fecha de última revisión: 28 de abril de 2020.

Información desactualizada: Para este formulario existe un instructivo “Diligenciamiento del Formulario de Reporte de Presuntos Impactos con Fauna” el cual se encuentra en Reportes BIRD (Colisión con aves) – en línea cual en la página 8 ítem VII Anexos, se relaciona al documento un link de reportes MOR (Reporte Obligatorio De Eventos De Seguridad Operacional)

Dicho link está inhabilitado y se direcciona a una “página” inexistente. se adjunta a continuación.

<http://www.aerocivil.gov.co/autoridad-de-la-aviacion-civil/iris-integrador-de-reportes-e-informacion-de-seguridad-operacional/formulario-de-reporte-obligatorio-de-seguridad-operacional-mor>

Esta información es importante porque el Bird strike es un reporte obligatorio que debe realizarse a la autoridad aeronáutica.

- **Programa estatal para la gestión de autoridad en seguridad operacional**

PEGASO: Hace referencia a Reportes obligatorios de seguridad operacional y menciona que se ha emitido la Circular Reglamentaria CR-5000-082-002 (Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil de Colombia, 2022). La circular presenta la lista de eventos o peligros a reportar de la autoridad aeronáutica, dicha circular no existe y/o se encuentra derogada puesto que en el link que se relaciona en el documento pág. 27 numeral 2.4.1 parte inferior del documento se direcciona a la página de la autoridad aeronáutica pero dicha circular no existe.

La autoridad aeronáutica de Estados Unidos la *Federal Aviation Administration*.

- **Ac 150/5200-33C *Hazardous Wildlife Attractants on or near Airports*:**

proporciona orientación sobre usos de tierras que pueden atraer fauna peligrosa dentro o cerca de aeropuertos de uso público, por lo tanto, establece directrices para proyectos de desarrollo aeroportuario y discute la evaluación y mitigación

de riesgos relacionados con la fauna, abarcando recomendaciones para la planificación del uso del suelo para la cual Algunas medidas de mitigación sugeridas son el uso de redes o materiales para excluir aves peligrosas, como gaviotas y cormoranes, procedimientos de limpieza, técnicas de repulsión para evitar que accedan a la comida, monitoreó con aeropuertos cercanos para gestionar la presencia de especies peligrosas, mantener una distancia de separación de 5,000 a 10,000 pies entre las áreas de operaciones de aeronaves y los atractivos de fauna peligrosa, se diseñan sistemas de gestión de aguas pluviales para evitar la creación de agua estancada que atraiga aves.

Fecha de última revisión: 21/02/2020.

- ***FAA Form 5200-7 Bird and Other Wildlife Strike Report:*** Formulario de reporte de impactos con fauna para control estadístico en línea

<https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Form/faa-form-5200-7-wildlife-strike-report-2024.pdf>

Fecha de última revisión: 19/08/2024.

- ***AC 150/5200-36B Qualifications for Wildlife Biologist Conducting Wildlife Hazard Assessments and Training Curriculums for Airport Personnel Involved in Controlling Wildlife Hazards on Airports:*** Describe la cualificación necesaria para los biólogos de vida silvestre que realizan las evaluaciones de Peligros de Vida Silvestre (WHA) en aeropuertos, así como los requisitos mínimos que debe cumplir el personal antes de emitir un criterio de calificación a los impactos con fauna,

además de establecer los parámetros que se deben tener en cuenta para emitir una calificación por mencionar algunos son la frecuencia de encuentros, tamaño y comportamiento de la especie, ubicación y hábitos de anidación y las responsabilidades de los encargados del plan de manejo de peligros de vida salvaje.

Fecha de última revisión: 21/02/2020.

- **AC 150/5220-25 Airport Avian Radar Systems:** proporciona orientación sobre el uso de sistemas de radar aviar para complementar el Plan de Gestión de Peligros de Vida Silvestre en aeropuertos, para reducir las amenazas aviares a las aeronaves mediante la selección, adquisición, implementación y gestión de estos sistemas. También establece los beneficios, limitaciones, selección del sistema, estándares de instalación y mantenimiento, así como la aplicación de los datos del radar en la gestión de riesgos, los radares se utilizan principalmente para detectar y rastrear el movimiento de aves en el entorno del aeropuerto para contribuir a mejorar la gestión de peligros de vida silvestre, proporcionando datos sobre la actividad de las aves, identificando áreas de riesgo y apoyando la toma de decisiones para mitigar posibles colisiones con aeronaves. Además, permiten la vigilancia nocturna y el monitoreo continuo de la dinámica del movimiento de aves.

Fecha de última revisión: 23/11/2010.

1.4.3. Marco Referencial.

1.4.3.1. Avances y Aplicaciones Del Césped Artificial En Aeropuertos.

La aplicación del césped artificial en los aeropuertos se ha venido aplicando desde el año 2000 y tiene diversas aplicaciones, como la reducción de mantenimiento, el control de erosiones, la mitigación de fauna y escombros y se han realizado instalaciones en varias ubicaciones de aeropuertos de Estados Unidos y se ha documentado que el césped artificial es duradero y no atrae especies peligrosas. Además, se ha comprobado que no afecta negativamente el frenado de aeronaves o vehículos en las áreas donde se ha instalado, de acuerdo con un estudio realizado en el año 2016 Artificial Turf and Gopher Tortoises at Orlando Sanford International Airport para el aeropuerto internacional Sanford de Orlando, cuya problemática para implementar césped artificial, eran los huecos en las áreas de seguridad de la pista afectación provocada por el comportamiento de excavación de las tortugas gopher para la implementación de esta medida comenzó con la construcción del área de prueba en febrero de 2014. Los datos fueron recolectados entre el 1 de mayo de 2014 y el 30 de abril de 2015. Y se identificó que el crecimiento de la vegetación fue la única diferencia notable en la apariencia del césped artificial desde su instalación presentaron significativamente menos vegetación, principalmente alrededor de los bordes. Además, no se encontraron signos de distres en las costuras y la distribución de arena fue consistente. (King et al., 2016). Además de que el estudio relaciona la existencia de otros aeropuertos que cuentan con la utilización de césped artificial cómo se relaciona en la ilustración 12 se pueden identificar cuales aeropuertos y la fecha de instalación del césped.

1.4.3.2. Tablas identificativas de césped artificial.

Tabla 1. Aeropuertos con césped artificial en Estado Unidos.

Date	Airport	Location	Description	Size (sq. ft.)
2000	Chicago Midway International (MDW)	TWY W island	Original test plot	1,000
2002	Chicago Midway International (MDW)	RWY 4R/22L, RWY 31C/13C, and TWY R	Blast test plot and TWY safety area	1,300
2002	Chicago O'Hare International (ORD)	RWY 14L/32R and TWY A17/P3/D3/D7	RSA, TWY safety area, and D3 service road	1,858
2002	Detroit Metropolitan Wayne County (DTW)	RWY 9L/27R	RSA	1,394
2004	Calhan (5V4)	RWY 17/35	GA turf runway	5,202
2004	United States Air Force Academy Airfield (AFF)	RWY 16R/34L	RSA and sail plane staging area	26,910
2006	Hartsfield-Jackson International (ATL)	RWY 10/28	RSA	2,700
2007	Boston Logan International (BOS)	RWY 4R/22L, 15R/33L, and TWY F; RWY 4R/22L, 15R/33L, and TWY Q; RWY 4L/22R and TWY K/E/A	RSA, TWY safety area, and infield islands	165,075
2007	John F. Kennedy International (JFK)	RWY 22R/4L, RWY 13R/31L, and TWY K	RSA of intersection	55,015
2008	Baltimore/Washington International Thurgood Marshall (BWI)	RWY 15R/33L and RWY 10/28	RSA of intersection	2,867
2009	Boston Logan International (BOS)	RWY 9/27, RWY 15R/33L, and TWY F	RSA of intersection	83,000
2010	Detroit Metropolitan Wayne County (DTW)	RWY 9L/27R, RWY 3L/21R, and TWY V	RSA shoulders	225,000
2010	John F. Kennedy International (JFK)	Various TWY shoulders and islands	TWY safety areas	18,565
2010	John F. Kennedy International (JFK)	Various TWY shoulders and islands	TWY safety areas	242,401
2010	John F. Kennedy International (JFK)	Various TWY shoulders and islands	TWY safety areas	46,905
2011	Nashville International (BNA)	TWY K, T4, and T5	TWY safety area	83,958
Date	Airport	Location	Description	Size (sq. ft.)
2012	San Diego International (SAN)			110,955
2012	John F. Kennedy International (JFK)	TWY Q and P	TWY safety area	51,020
2012	Boston Logan International (BOS)	RWY 4R/22L, RWY 15R/33L, and TWY F	RSA of intersection	16,145
2013	Columbia Metropolitan (CAE)	Run-up pads at RWY 29 entrance	Delineation of TWYs	5,716
2014	Orlando Sanford International (SFB)	RWY 18 blast pad	RSA	68,400
2015	Honolulu International (HNL)	TWY G	Infield islands	63,000
2015	John F. Kennedy International (JFK)	RWY 4L/22R and RWY 13L/31R	RSA of intersection	311,822

Fuente: Report Artificial Turf pág. 11.

El césped artificial de uso aeronáutico es generalmente un tipo de césped diseñado específicamente para soportar las condiciones operativas en aeropuertos, como el impacto de vehículos y la exposición a elementos climáticos severos. Este césped suele ser más duradero, resistente a la abrasión y puede incluir características como un sistema de drenaje mejorado y un inhibidor de crecimiento para minimizar la vegetación no deseada. Su objetivo es mantener la seguridad y funcionalidad en áreas como las zonas de seguridad de las pistas y los alrededores de las áreas de aterrizaje Existen varios tipos de césped artificial, entre los cuales se incluyen:

- Césped de Slit Film: Hecho de tiras delgadas de polipropileno o polietileno, utilizado comúnmente en aplicaciones deportivas y recreativas.
- Césped de Monofilamento: Fabricado con fibras individuales, ofrece una apariencia más natural y es más duradero.
- Césped con Inhibidor de Crecimiento: Diseñado para reducir el crecimiento de vegetación no deseada, ideal para áreas donde se busca minimizar el mantenimiento (uso aeronáutico).
- Césped de Drenaje Mejorado: Diseñado para permitir un mejor drenaje del agua, evitando acumulaciones y encharcamientos (uso aeronáutico).

Las ventajas de la utilización de este tipo de césped son el bajo mantenimiento requiere menos cuidado si se compara con la zona verde natural de los aeropuertos ya que no se requiere de programaciones de rocería y arado cada cierto tiempo, además de que esta

depende de las condiciones climáticas. Otra de sus ventajas es su durabilidad ya que aguanta las condiciones medioambientales extremas y el tráfico de vehículos pesados, además de ayudar con el control de la vegetación no deseada como las zonas verdes que albergan bichos, humedad que es lo que convierte las zonas verdes de de las zonas aeroportuarias un foco atrayente de aves.

1.5. Metodología.

El diseño de esta investigación tiene un enfoque cualitativo hermenéutico por la interpretación de la norma que regula la aviación en diferentes partes del mundo el contenido legislativo de estas normas es de gran valor e importancia para soportar documentalmente los hallazgos de esta investigación, sin embargo, es también tipo monografía ya que se trata de un estudio documental alimentado por diferentes fuentes que respaldan los análisis y los desarrollos comparativos que se pretenden realizar con el objetivo de presentar claramente los resultados que se obtengan de cada objetivo específico. Se estableció una serie etapas que ayudan a ordenar la manera como se va a abordar el tema las cuales consisten en lo siguiente:

- **Revisión documental:**

Se llevó a cabo una revisión de la literatura disponible sobre los métodos de dispersión y mitigación de aves utilizados en aeropuertos incluidos los estudios previos e investigaciones, así como también informes técnicos, normatividad y manuales operacionales relacionados con la gestión del peligro aviar.

- **Análisis de datos e información:** Se recopilaron y analizaron datos relevantes sobre incidentes aviarios, métodos de dispersión implementados y si se obtienen registros de seguridad del sistema de gestión SMS también se analizará esta información con el objetivo de identificar tendencias, patrones y correlaciones que puedan existir de tal forma se podrá emitir un criterio que evalúe la efectividad de los métodos de dispersión de aves.
- **Evaluación de la efectividad de los métodos de dispersión de aves:** Se realizó un análisis de tipo comparativo de los diferentes métodos de dispersión de aves utilizados en los aeropuertos que se decidan seleccionar y se pondrá énfasis en determinar cómo estos métodos influyen en los procedimientos del SMS
- **Entrevistas:** Se llevó a cabo la Realización de una entrevista/reunión con el experto David Camilo Barrera, director de peligro aviar del medio de la mitigación de fauna en los aeropuertos de la concesión Airplan, con el objetivo de conocer cómo se maneja el tema de ese tipo de incidentes en el campo aeronáutico teniendo en cuenta la experiencia y el contexto bajo el cual da manejo.
- **Documentación de los métodos propuestos:**

Con base en los hallazgos del análisis realizado, se formularán recomendaciones para optimizar la efectividad de los métodos de dispersión y mitigación de aves en los aeropuertos; estas recomendaciones podrían incluir la implementación de nuevas tecnologías, la actualización de protocolos operativos, la capacitación y/o adquisición de personal nuevo.

1.6. Cronograma de actividades.

AT19																																																			
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR								
				MES																																															
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																						
				SEMANA																																															
ITEM	ACTIVIDAD	AVANCE	RESPONSABLE(S)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40								
1	ESTUDIO DEL ARTE Y LA LITERATURA																																																		
1.1	REVISIÓN Y LECTURA DE ESTUDIOS RELEVANTES Y ALMACENAMIENTO DE FUENTES	0,00%	Juan David Taborda, Sebastian Henao	x	x	x																																													
1.2	REVISIÓN Y LECTURA DE LA NORMA RAC Y FAA SOBRE PROCEDIMEINTOS QUE AYUDAN A MITIGAR EL CHOQUE CONN AVES	0,00%	Juan David Taborda, Sebastian Henao			x																																													
1.3	INVESTIGACIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS INTERNACIONALES CON IMPACTO DE FAUNA	0,00%	Juan David Taborda, Sebastian Henao			x																																													
1.4	INVESTIGACIÓN DE NUEVOS METODOS PARA MITIGACIÓN DE FAUNA	0,00%	Juan David Taborda, Sebastian Henao			x																																													
1.5	INVESTIGACIÓN SOBRE SPI INDICADORES DE SEGURIDAD OPERACIONAL	0,00%	Juan David Taborda, Sebastian Henao		x	x	x	x	x																																										
31.12	DOCUMENTAR DETALLADAMENTE LOS HALLAZGOS DEL ESTUDIO DE LA LITERATURA	0,00%	Juan David Taborda, Sebastian Henao			x	x	x	x																																										
2	IDENTIFICACIÓN DE NUEVOS METODOS PARA MITIGACIÓN DE FAUNA																																																		
2.1	IDENTIFICACIÓN DE ESTRAGIAS EFICIENTES PARA MITIGACIÓN DE FAUNA EN LAS ZONAS VERDES DEL LADO AIRE DEL AEROPUERTO	0,00%	Juan David Taborda, Sebastian Henao			x	x	x																																											
2.2	ANALIZAR Y DOCUMENTAR LOS ASPECTOS POSITIVOS DE DICHAS MEDIDAS EN LA OPERACIÓN AEREA Y LOS FACTORES MEDIO AMBIENTALES	0,00%	Juan David Taborda, Sebastian Henao				x	x									x	x	x																																
2.3	INVESTIGAR CUALES SON LOS ESTANDARES DE CALIDAD DEL JET BLAS (SESPEC ARTIFICIAL)	0,00%	Juan David Taborda, Sebastian Henao					x											x																																
2.4	DOCUMENTAR LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE PROPONER EL SESPEC ARTIFICIAL COMO NUEVA ESTRAGIA DE MITIGACIÓN DE DISPERSIÓN DE AVES	0,00%	Juan David Taborda, Sebastian Henao						x	x										x	x	x	x																												
2.5	EXPONER GRAFICAMENTE LA VENTAJA DE ESTA ESTRAGIA MEDIANTE UNA COMPARATIVA CON LOS DATOS DE INPACTO CON FAUNA DE LA FAA Y LA UAEAC	0,00%	Juan David Taborda, Sebastian Henao									x	x	x	x																																				
3	INVESTIGAR EL IMPACTO DEL PELIGRO AVIAR EN EL SMS																																																		
2.1	INVESTIGAR CUAL ES LE IMPACTO DE ESTE PELIGRO EN EL SISTEMA DE SEGURIDAD OPERACIONAL	0,00%	Juan David Taborda, Sebastian Henao																	x	x	x																													
3.2	ANALISIS DE LA VALORACIÓN DE PELIGROS PARA PREVENIR LA AFECTACIÓN INJUSTIFICADA DEL SMS DE ACUERDO CON LA GRAVEDAD DE LOS DAÑOS	0,00%	Juan David Taborda, Sebastian Henao																	x	x	x	x	x																											
3.3	REALIZACIÓN DE UN ANALISIS DE EVALUACIÓN DEL PELIGRO AVIAR REPETITIVO EN LA MATRIZ DE SEGURIDAD OPERACIONAL ATARVES DE UN DISEÑO DE LA MISMA DE CUACUERDO CON LA NORMA RAC	0,00%	Juan David Taborda, Sebastian Henao																	x	x	x																													
3.4	DOCUMENTAR LOS HALLAZGOS DE LA RELACIÓN DEL PELIGRO AVIAR EN LA SDCPS	0,00%	Juan David Taborda, Sebastian Henao																	x	x	x	x	x	x	x	x																								
4	INVESTIGAR EL IMPACTO DEL IMPACTO CON FAUNA EN EL MANTENIMIENTO																																																		
4.1	ESTUDIO DE LA GRAVEDAD DE LOS IMPACTOS CUANDO SE MATERIALIZAN	0,00%	Juan David Taborda, Sebastian Henao																		x	x	x	x	x																										
4.2	ANALISIS DEL IMPACTO OPERATIVO DE LA AERONAVE Y SUS COSTOS DE MANTENIMIENTO PARA AERONAVEGABILIDAD	0,00%	Juan David Taborda, Sebastian Henao																		x	x	x	x	x	x	x	x																							
AVANCE TOTAL		0,00%																																																	

CAPITULO 2.

2.1. RESULTADOS.

2.1.1. Cumplimiento del objetivo 1.

Evaluación del Impacto de la Repetitividad del Peligro de "Bird Strike"

(Colisión con Aves):

Identificación y Análisis de Casos Recurrentes: Se realizó un análisis detallado de los incidentes relacionados con el peligro aviar, con un enfoque en la repetitividad de estos eventos. Esto incluye el estudio de los datos históricos sobre "bird strikes" en diferentes aeropuertos y su frecuencia en diversas temporadas del año. La repetitividad de estos incidentes es un factor clave para identificar patrones y puntos de vulnerabilidad dentro de las operaciones aéreas.

Revisión de Protocolos Actuales: Se evaluaron los protocolos actuales en el Sistema de Gestión de Seguridad (SMS) relacionados con la gestión del peligro aviar. Esto incluye las medidas preventivas implementadas, como las técnicas de dispersión de aves y los procedimientos operativos para mitigar los impactos. La repetitividad del "bird strike" indica posibles deficiencias en la efectividad de estos protocolos.

Impacto en la Gestión de Riesgos dentro del SMS:

Análisis de la Gestión de Riesgos en el SMS: Se identificaron los elementos del SMS afectados por los incidentes recurrentes de colisiones con aves. En particular, se evaluó la capacidad del sistema para identificar, evaluar y mitigar los riesgos asociados con el peligro aviar. La repetición del "bird strike" pone de manifiesto la necesidad de ajustar los procesos de evaluación de riesgos, posiblemente con una mayor atención a la identificación de áreas de mayor vulnerabilidad, como zonas de alta densidad aviar o épocas del año con mayor migración de aves.

Determinación de Efectos en la Seguridad Operacional: Se analizó cómo la repetitividad de estos incidentes afecta los indicadores clave de rendimiento de seguridad operacional, tales como la tasa de incidentes y la efectividad de las medidas preventivas. Una alta frecuencia de "bird strikes" podría estar directamente relacionada con un aumento en los costos operativos, el daño a las aeronaves y la disminución de la confiabilidad en las operaciones, lo que a su vez impacta en los indicadores de seguridad de la organización.

Determinación de Efectos en los Indicadores de Cumplimiento de Seguridad

Operacional:

Evaluación de Indicadores de Cumplimiento: Se revisaron los indicadores de cumplimiento de seguridad operacional (como los reportes de incidentes, los tiempos de respuesta a riesgos y las evaluaciones de riesgos de seguridad) para determinar cómo la repetitividad del peligro aviar influye en el cumplimiento de las normativas y estándares de seguridad. La persistencia de los "bird strikes" podría reflejar una brecha en el cumplimiento de los requisitos de seguridad, indicando que las medidas adoptadas no son suficientemente efectivas para reducir el riesgo.

Impacto en la Certificación y la Aprobación: También se evaluó cómo los incidentes recurrentes de "bird strike" pueden influir en la certificación y aprobación de las Organizaciones de Mantenimiento Aprobadas (OMA), que están obligadas a garantizar la seguridad de las aeronaves en su cuidado. Una mayor frecuencia de estos incidentes podría afectar la reputación y la conformidad de estas organizaciones.

Recomendaciones para Mejorar la Gestión del Peligro Aviar:

Optimización de los Métodos de Dispersión: Basándose en los hallazgos del análisis, se recomienda la implementación de métodos de dispersión más avanzados y eficientes, como el uso de tecnología de monitoreo (drones, radares aviáres, sistemas automáticos de detección) para mejorar la predicción y prevención de la presencia de aves en las zonas críticas. Además, se debe evaluar la efectividad de las técnicas actuales y adoptar enfoques innovadores en función de los resultados obtenidos.

Refuerzo en la Formación y Sensibilización: Se sugiere reforzar los programas de formación tanto para los operadores como para el personal de mantenimiento en cuanto a la gestión del peligro aviar, con especial énfasis en la identificación temprana de riesgos y la respuesta adecuada ante situaciones de emergencia.

Mejoras en la Vigilancia y Monitoreo: Aumentar la vigilancia en los aeropuertos mediante el uso de tecnologías avanzadas y mejorar la recopilación de datos sobre la presencia de aves. Esto permitirá no solo un análisis más preciso de la recurrencia de "bird strikes", sino también una mejor gestión proactiva de los riesgos asociados.

Revisión de los Procedimientos de Gestión de Riesgos: A nivel de SMS, se recomienda ajustar los procedimientos de gestión de riesgos para incorporar un enfoque más centrado en los "bird strikes", con evaluaciones continuas y un proceso de retroalimentación que permita mejorar las medidas preventivas a medida que se acumula más experiencia.

2.1.2. Cumplimiento del objetivo 2.

El análisis entre las estrategias de mitigación de fauna en el Aeropuerto Olaya Herrera y en aeropuertos de Estados Unidos se centró en identificar diferencias clave en la efectividad de las técnicas de control de aves y fauna. Se compararon varias prácticas utilizadas, como el uso de cetrería, pirotecnia, y dispositivos sonoros.

2.1.2.1. Estas diferencias clave encontradas son las siguientes.

- Uso de tecnologías avanzadas (radares aviares): Mientras que en Estados Unidos se utilizan radares aviares para rastrear y monitorear el movimiento de aves, el aeropuerto Olaya Herrera no implementa esta tecnología avanzada. Los radares permiten una mejor predicción de los movimientos de aves, lo que mejora la anticipación y respuesta ante posibles impactos.
- Métodos de dispersión activa (cetrería y perros): En Estados Unidos, el uso de halcones entrenados (cetrería) y perros (Border Collies) es común para dispersar aves de manera efectiva. En el caso del aeropuerto Olaya Herrera, aunque se han probado algunas de estas estrategias, no se implementan de forma continua ni en su máxima capacidad, lo que reduce su efectividad en la prevención de impactos.
- Control de hábitat y vegetación: Mientras que en los aeropuertos de Estados Unidos se realiza un control más riguroso de la vegetación en las zonas verdes cercanas a las pistas, en el Olaya Herrera las zonas verdes no

siempre reciben un mantenimiento adecuado. La presencia de grama alta y la acumulación de insectos atraen a las aves, lo que aumenta el riesgo de "bird strike". La técnica de césped artificial utilizada en algunos aeropuertos de EE.UU. podría ser una alternativa eficaz para minimizar este riesgo en el Olaya Herrera.

2.1.2.2. Recomendaciones basadas en mejores prácticas internacionales:

- Implementar radar aviar en el aeropuerto Olaya Herrera para mejorar la gestión de la fauna y la prevención de impactos.
- Fortalecer el uso de la cetrería y perros entrenados para dispersar las aves, adoptando un enfoque más constante y profesional en el manejo de fauna.
- Actualizar el control de vegetación en las zonas verdes, considerando la opción de césped artificial, que es más eficaz en la reducción de la atracción de aves y requiere menos mantenimiento.

2.1.3. Cumplimiento del objetivo 3.

Actualmente en el Olaya Herrera el foco atrayente de aves son las zonas verdes del lado aire, sobre todo la zona desde de la estación de bomberos a lo largo y ancho hasta llegar al hangar 90 perteneciente a industrial aeronáutica; en esta parte la maleza suele crecer en abundancia y alberga en ella cantidad de insectos y grillos, además de humedad en las temporadas de lluvia lo que la convierte en un foco de aves cuya necesidad biológica es buscar sustento alimenticio en la

naturaleza, si bien por parte de la concesión son encargados de realizar la rocería esta tarea depende de las condiciones medioambientales ya que no se puede realizar en momentos de lluvia, debido a que según la opinión de expertos en el tema empeora la presencia de aves en el lugar y tendría más posibilidades de impactar la fauna y las aeronaves en la ilustración 13 podemos observar cómo en algunos alrededores cercanos al hangar 90 y la zona perimetral las zonas verdes tienden a crecer en las zonas en más abundancia que en otras.

Ilustración 17. Zonas verdes del aeropuerto Olaya Herrera.



Fuente: Propia.

La propuesta para contribuir con la mitigación de aves dentro de las zonas verdes del lado aire del Olaya Herrera es la implementación de césped artificial de uso aeronáutico el cual resuelve efectivamente los problemas causados por la grama natural debido a su buen diseño, incluye resistencia al desgaste, durabilidad, capacidad antiestática y amortiguadora además de que se cuenta con dos presentaciones de acuerdo a las necesidades de cada zona varía la densidad del césped el de menor densidad tiene características de drenaje y el de mayor densidad tiene características de inhibidor de crecimiento para controlar el crecimiento indeseado.

Ilustración 18. diferencias de césped artificial.



2.2. Tablas comparativas de césped.

Tabla 2. Comparativos

Fuente: DOT/FAA/TC-15/61 pág. 18.

Ventajas	Desventajas
no presenta ninguna atracción para animales salvajes como pájaros	Los costos asociados a la nueva implementación del césped en el aeropuerto probablemente habrá debates al dilema de las dos p'ps
Gracias al diseño limpio y de fácil drenaje sin lodo, reduce significativamente la polución causada por las corrientes de aire	La inexistencia de regulación para la aplicación de césped artificial de uso aeronáutico en la normatividad colombia
En adición, el mantenimiento y administración del costo será reducido ampliamente debido a que no necesita cortar la grama ni el uso de pesticidas.	La falta de fabricantes locales de césped artificial de uso aeronáutico certificados bajo estándares de calidad de la FAA
Cuenta con estándares de calidad altos establecidos por la FAA	Los costos de importación de este césped desde el exterior
No presenta erosión	Los contratiempos en la operación que se pueden presentar en el tiempo que dure la instalación del césped
No es una fuente de producción FOD	
Cubriendo las áreas verdes, entre pistas y calles, se crea una superficie más estable y pareja para una respuesta rápida de los equipos de emergencia, bajo cualquier clima.	
El agua drena fácilmente a través del pasto. El relleno de arena es un filtro natural que puede drenar aproximadamente 60 galones (227 litros) de agua por pie cuadrado por hora (sbi.com.pe, sport business peru sac, sbi, n.d.).	
Los animales cavadores no pueden	

atravesar la malla del césped sintético y se ven obligados a alejarse de las áreas de instalación.	
Los choques con aves le cuestan a la industria de aviación \$1,200 millones de dólares al año. Este pasto crea un ambiente libre de alimento, agua y refugio para las aves. La instalación de césped artificial a los lados de pistas y calles del aeropuerto, mantiene a las aves alejadas de las áreas críticas y reduce el potencial de choque en el lugar y sus alrededores (sbi.com.pe, sport business peru sac, sbi, n.d.).	
Buenas características de amortiguación y frenado en casos de excursión de pista	

El impacto esperado de implementar una alternativa a los suelos del lado aire del aeropuerto es la reducción del avistamiento de aves en las áreas adyacentes y cercanas a las pistas de rodaje en busca de reducir los impactos bird strike que tanto afectan a la operación segura de las aeronaves, que inversamente también se traducen en la reducción de reportes bird y costos de mantenimiento asociados al impacto con fauna.

2.2.1. Propuesta para la implementación Césped/ Grass artificial.

Tabla 3. Implementación.

Evaluación	Temas Regulatorios
Funciones Principales	
<ul style="list-style-type: none"> → Evaluar la conveniencia de la implementación del césped artificial y emitir su visto bueno formalmente. → Determinar y/o establecer la normatividad que debe entrar en vigencia para regular todas las especificaciones técnicas y legales para la aplicación de césped 	

<p>aeronáutico en aeropuertos colombianos y/o si se va adoptar los requerimientos de la FAA.</p> <ul style="list-style-type: none"> → Aprobar el diseño del proyecto propuesto a implementar → Aprobar la actualización y/o implementación de manuales concernientes al proyecto del césped artificial. Si aplica. → Agregar a su plan de auditorías todo lo concerniente al césped artificial para que se vigile, audite y controle en futuras auditorías realizadas al aeropuerto. → Evaluar la conveniencia de extender el contrato con la concesión (Airplan) por más tiempo 	
Responsables	Unidad Administrativa De La Aeronáutica Civil

Nota: la importancia de considerar alargar el tema de contratación con la concesión se plantea teniendo en cuenta los costos iniciales de la mejora a implementar, se infiere que aumentando la duración del contrato es beneficioso para las partes si tenemos en cuenta el retorno de la inversión y las ganancias para el operador del aeropuerto, además de que la implementación contribuirá con una operación más segura que es beneficioso para la autoridad aeronáutica y su estadístico IRIS

Evaluación Inicial	Temas Administrativos
Funciones Principales	
<ul style="list-style-type: none"> → Análisis completo que determine la viabilidad de la implementación → Elaboración de diseño preliminar detallado que incluya la ubicación, dimensiones y especificaciones del césped artificial, contemplando la disposición del césped artificial en función de las necesidades del aeropuerto. → Estudios de impacto ambiental en la fauna. 	

<ul style="list-style-type: none"> → Asignación de presupuesto para material, mano de obra y posterior mantenimiento. → Elaboración y/o actualización de manuales con la norma aplicable a la nueva implementación. Si aplica. → Identificación de proveedores certificados bajo estándares de calidad y regulatorios de acuerdo la circular informativa AC 150/5370-15B AIRSIDE APPLICATIONS FOR ARTIFICIAL TURF de la FAA (en caso de ser importado). 	
Responsables	Concesión del aeropuerto (Airplan)

Etapa 1	Planificación de Implementación
Funciones Principales	
<ul style="list-style-type: none"> → Solicitar muestras al proveedor seleccionado para evaluar la durabilidad, estética y funcionalidad del césped mediante la realización de pruebas funcionales. → Asegurar que el diseño realizado inicialmente incluya sistemas de drenaje adecuados para evitar acumulación de agua. → Selección del césped a implementar como resultado de las pruebas iniciales. → Realizar un plan de desarrollo que establezca la cantidad de tiempo que va tardar la instalación total y por áreas y/o si la instalación se va dividir por etapas dando prioridad a áreas que tengan criticidad. 	
Responsables	Concesión del aeropuerto (Airplan)

Nota: la instalación del césped artificial en el Olaya Herrera cuenta con la ventaja de que sus operaciones cesan durante la noche y solo se permiten operaciones con encendido de motores hasta las 09:00 pm, tiempo que se puede aprovechar en mano de obra, sin necesidad de parar la operación durante el día.

Para tener una guía en las funciones de la etapa uno la FAA establece en su circular informativa AC 150/5370-15B *AIRSIDE APPLICATIONS FOR ARTIFICIAL TURF* vigente desde el 30 de septiembre de 2011 donde proporciona directrices sobre la planificación, diseño, instalación y mantenimiento de césped artificial de grado aviación en áreas adyacentes a las zonas operativas de un aeropuerto orientando así sobre el uso de césped artificial para reducir los requisitos de mantenimiento, minimizar la contaminación por objetos extraños “*FOD*”. Además de las características del mismo como se puede observar en la ilustración 15 Requerimiento de materiales.

Tabla 4. Requerimiento de Materiales. Fuente: AC 150/5370-15B Pág. 2-3.

Property	Testing Standard	Material Requirement
Total Weight	ASTM D5848-07 - Standard Test Method for Mass Per Unit Area of Pile Yarn Floor Coverings	Min. Total Weight 105 oz Per SY Max. Total Weight 115 oz Per SY Manufacturing Tolerance +/- 5% Per SY
Pile Weight	ASTM D5848-07 - Standard Test Method for Mass Per Unit Area of Pile Yarn Floor Coverings	Grass Zone Fiber – Slit Film Min. Pile Weight 38 oz Per SY Max. Pile Weight 44 oz Per SY Manufacturing Tolerance +/- 1 oz Per SY Micro Bed Fiber - Polyethylene Min. Pile Weight 38 oz Per SY Max. Pile Weight 44 oz Per SY Manufacturing Tolerance +/- 1 oz Per SY
Primary Backing Weight	ASTM D5848-07 Standard Test Method for Mass Per Unit Area of Pile Yarn Floor Coverings	Min. Primary Backing Weight 7 oz Per SY Max. Primary Backing Weight 8 oz Per SY Manufacturing Tolerance +/-1 oz Per SY
Secondary Backing Weight	ASTM D5848-07 Standard Test Method for Mass Per Unit Area of Pile Yarn Floor Coverings	Min. Secondary Backing Weight 18 oz Per SY Max. Secondary Backing Weight 22 oz Per SY Manufacturing Tolerance +/-2 oz Per SY
Pile Height	ASTM D5823-05a Standard Test Method for Tuft Height of Pile Floor Coverings	Pile Height 1.5 Inches Manufacturing Tolerance +/- 1/8 Inch
Grab Tear Strength	ASTM D5034-05 - Standard Test Method for Breaking Strength and Elongation of Textile Fabrics (Grab Test) modified for seam strength:	Min. Grab Tear Strength-Length (MD) 210 LBS Min. Grab Tear Strength-Width (CMD) 190 LBS
Stitches per 3-Inch	ASTM D5793-05 Standard Test Method for Binding Sites Per Unit Length or Width of Pile Yarn Floor Coverings	Stitches Per 3 Inches 10 Stitches Manufacturing Tolerance +/-1 Stitch
Machine Gauge	ASTM D5793-05 Standard Test Method for Binding Sites Per Unit Length or Width of Pile Yarn Floor Coverings	Machine Gauge 5/32" to 3/8 Inch Manufacturing Tolerance 1/8 Inch
Fiber Denier	ASTM D1907-07 Standard Test Methods for Linear Density of Textile Fibers by the Skein Method	Min. Average Linear Density 7,500 Denier
Fiber Thickness	ASTM D3218-07 Standard Specification for Polyolefin Monofilaments	Min. Ribbon Thickness 0.007 Inches Min. Microns 150 Microns
Fiber Width	ASTM D3218-07 Standard Specification for Polyolefin Monofilaments	Min. Ribbon Width 0.030 Inches
Fiber Melting Point	ASTM D789-07 Standard Test Methods for Determination of Solution Viscosities of Polyamide (PA)	Min. Melting Point - Polyethylene 120°C/248°F
Fiber Specific Gravity	ASTM D792-08 Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement:	Min. Specific Gravity 0.90
Fiber Breaking Strength	ASTM D2256-02 Standard Test Method for Tensile Properties of Yarns by the Single-Strand Method	Min. Average Breaking Strength 18 lbs/force Min. Average Breaking Strength 80 N
Fiber Elongation	ASTM D2256-02 Standard Test Method for Tensile Properties of Yarns by the Single-Strand Method	Min. Average Elongation 100 % Max. Average Elongation 110 %

Esta circular también establece que el césped debe ser diseñado e instalado para no ofrecer fuentes de alimento, agua o refugio para la fauna, debe prevenir el crecimiento no intencionado de plantas a través del respaldo del césped y resistir aplicaciones periódicas de químicos para el control de plantas, los materiales de relleno no deben ser combustibles en tal caso se recomienda la arena sílice, el diseño de sus sistema debe estar diseñado para evitar la acumulación de agua en la superficie y no permitir que las precipitaciones intensas arrastren el material de relleno, debe soportar cargas de vehículos y no sufrir daños estructurales ni rasgarse bajo condiciones de tráfico y debe mantener su integridad bajo todas las condiciones climáticas locales y no presentar deformaciones excesivas.

Se deben realizar pruebas de flamabilidad y resistencia a productos químicos, cumpliendo con los estándares de ASTM, Las pruebas de resistencia al deslizamiento deben ser realizadas para asegurar que el césped artificial no tenga propiedades inferiores a las del césped natural (*AC 150/5370-15B - Airside Applications for Artificial Turf*, 2024).

La norma ASTM G90 se refiere a un procedimiento específico para la evaluación de la resistencia a la corrosión de materiales no metálicos, particularmente en el contexto de la exposición acelerada al ambiente. Esta norma establece un método para realizar pruebas de exposición al aire y a la humedad, utilizando concentradores de Fresnel que simulan la radiación solar. como objetivo evaluar la durabilidad y la resistencia a la corrosión de materiales no metálicos cuando se exponen a condiciones ambientales simuladas que aceleran el proceso de degradación. Se utilizan concentradores de Fresnel para aumentar la intensidad de la radiación solar sobre las muestras de material, lo que permite observar cómo se comportan bajo condiciones de exposición prolongada a la luz solar y la

humedad. Esta norma es relevante para la evaluación de materiales que se utilizarán en aplicaciones al aire libre, como el césped artificial, donde la resistencia a la degradación por UV y la humedad es crucial para su rendimiento a largo plazo lo anteriormente mencionado se muestra en las ilustraciones 16 y 17 extraídas de la circular informativa.

Tabla 5. Performance del césped artificial aeronáutico.

Critical factors to be demonstrated	<ul style="list-style-type: none"> • Integrity of anchoring system • Integrity of turf sections adhered to pavement • Integrity of joints • Stability of ballast at various jet blast angles
Laboratory tests	<ul style="list-style-type: none"> • Wind tunnel testing
Field testing/post-installation	<ul style="list-style-type: none"> • Quality assurance • Anchor pull test // adhesive Shear strength. Use ASTM D 4541 Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers
References	<ul style="list-style-type: none"> • Respective aircraft manufacturers' manuals, usually titled Airplane Characteristics for Planning Purposes

Fuente: AC 150/5370-15B Pág. 4.

Tabla 6. Características post-instalación.

Critical factors to be demonstrated	<ul style="list-style-type: none"> • The turf must not have properties inferior to natural grass under wet/dry and above/below freezing conditions.
Laboratory tests	<ul style="list-style-type: none"> • Conform to ASTM C 1028, Standard Test Method for Determining the Static Coefficient of Friction of Ceramic Tile and Other Like Surfaces by the Horizontal Dynamometer Pull-Meter Method.
Field testing/post-installation	<ul style="list-style-type: none"> • Quality assurance procedure followed. • Tests in accordance with ASTM C 1028.

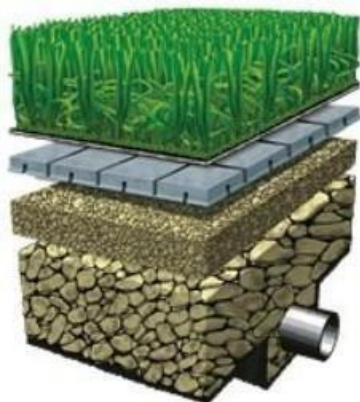
Fuente: AC 150/5370-15B Pág. 5.

Tabla 7. Principales cometidos.

Etapa 2	Preparación del suelo
Tareas Principales	
<ul style="list-style-type: none"> → Remoción de la vegetación se debe eliminar toda la existente, incluyendo malezas y raíces, aunque implique la utilización de herbicidas químicos y/o métodos mecánicos para asegurar que no queden restos. → Nivelación del terreno para crear una superficie uniforme para conseguirlo se puede incluir la adición o remoción de tierra para lograr la pendiente adecuada, asegurando que el agua drene correctamente y no se acumule en la superficie del césped. → preparar una base de material esta debe ser compactada para proporcionar estabilidad y soporte (arena silice). → Incluir la instalación de sistemas de drenaje subterráneo, si se determina en su fase de diseño que aplica en el caso del Olaya Herrera. → realizar una limpieza final del área para eliminar cualquier escombros, piedras o contaminantes que puedan afectar la instalación. → Garantizar que la preparación del suelo debe cumplir con las especificaciones del fabricante del césped artificial y las normativas aplicables, asegurando que se sigan todos los procedimientos recomendados. → Instalación del césped artificial de manera uniforme conforme a las especificaciones su manipulación indicada por el fabricante. → Aplicar el material de relleno (infill) este material ayuda a estabilizar el césped y proporciona características adicionales como amortiguación y resistencia al fuego. 	
Responsables	Concesión del aeropuerto (Airplan)

La preparación del suelo debe favorecer la instalación de todas las capas que van sostener en el tiempo el césped para esclarecer las etapas de la preparación del suelo se relaciona a continuación la ilustración 18 donde se pueden identificar los diferentes niveles de materiales que se mencionan en el recuadro de la etapa 2.

Ilustración 19. Referencia de preparación del suelo.



Fuente: All grass (Por, 2024).

Tabla 8. Funciones principales.

Etapa 3	Mantenimiento
Funciones Principales	
<ul style="list-style-type: none"> → Elaboración de un manual/ circular informativo que establezca la documentación adecuada incluyendo planos de instalación, especificaciones de material, frecuencias para mantenimiento preventivo/correctivo y registros de mantenimiento. → Elaboración de documentos para preservar el registro de todas las tareas de mantenimiento realizadas, incluyendo fechas, frecuencias, tipos de tareas y cualquier observación relevante. → Realización de pruebas y verificación de integridad de la instalación, incluye pruebas de anclaje, drenaje y la verificación de cumplimiento con las especificaciones de rendimiento, como la resistencia al deslizamiento y la capacidad de soportar cargas. → Inspecciones periódicas y la adición de material de infill según sea necesario. → Realizar un cepillado periódico del césped para mantener las fibras en posición vertical y distribuir uniformemente el material de infill. → Monitorear y tratar cualquier brote que pueda surgir. → Cualquier daño, como rasgaduras o desgarros, debe ser reparado de inmediato para evitar que el problema se agrave. → Asegurarse de que los sistemas de drenaje estén funcionando correctamente es crucial. 	
Responsables	Concesión del aeropuerto (Airplan)

Como complemento al programa de mantenimiento que se debe diseñar teniendo en cuenta todas las necesidades que identifiquen durante la instalación y las sugerencias realizadas por el fabricante del césped artificial, lo que ayudará a planificar futuros mantenimientos y a garantizar que se sigan las mejores prácticas. Se propone la adición de una lista de chequeo que establece ítems básicos de inspecciones visuales con frecuencia de realización semanal como parte del mantenimiento preventivo cuyo formato y la forma correcta de diligenciar se relaciona en la imagen 19 y 20 a continuación.

Tabla 9. Encabezado de lista de chequeo.

logo	LISTA DE CHEQUEO PARA TAREAS DE INSPECCIÓN AL CESPED ARTIFICIAL				Codigo
					Rev.
					Fecha Rev.
Responsable	cargo	consecutivo Inspección	Fecha	Arrea/ zona especifica que se inspecciono	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Ítems de la lista de chequeo.

Concepto	Definición
logo	Agregar logo corporativo de la empresa
código	Colocar el código asignado para controlar el documento internamente
rev	Colocar la revisión en la que se encuentre actualmente el documento para favorecer el control interno del mismo según necesidad debe cambiar cada vez sufra un cambio y/o actualización
fecha rev	Colocar la fecha en la que se realizó la última revisión del documento

Responsable	Nombre de la persona encargada de realizar la inspección
--------------------	--

Cargo	Nombre del cargo que ocupa dentro de la empresa
Consecutivo Inspección	Escribir el consecutivo asignado a la inspección según control interno de la empresa
Fecha	Escribir fecha de la realización de la inspección para control interno
Arrea/ zona específica que se inspeccionó	Escribir zona específica que se va inspeccionar de acuerdo se haya establecido internamente por la empresa

Nota: estos ítems ayudan al control interno del documento permitiendo mantener una trazabilidad de las inspecciones que se van a realizar, su frecuencia y quien la realizó, así como también tener un control de cambios sufridos por el documento controlándolo a través de los sistemas revisiones y actualizaciones.

Ref.	Tarea Requerida	Cumple	Frecuencia	Estado	Notas/Comentarios

Fuente: Elaboración propia.

Concepto	Definición
Ref.	Inserte la Cantidad de ítems/ tareas que va contener
Tarea Requerida	Escriba las tareas/acciones que se deben realizar
Cumple	Marca con SI/NO
Frecuencia	Semanal/Mensual/Trimestral/Anual la que

	aplique de acuerdo a la necesidad de la empresa
Estado	Marcar si es: Satisfactorio, No Satisfactorio, N/a No aplicable
Notas/Comentarios	Espacio destinado para el que ejecute la lista de chequeo escriba libremente los comentarios que considere prudentes para tener en cuenta en el mantenimiento

Nota: el espacio de notas y comentarios también se puede utilizar para indicar que se identificó un mal estado y/o daños.

De acuerdo con el formato explicado anteriormente en el presente documento se presenta la lista de chequeo propuesta para complementar las inspecciones visuales al césped artificial los ítems establecidos en esta lista de chequeo se definieron con el objetivo de que las zonas verdes permanezcan debidamente cuidadas, sin embargo la frecuencia puede ser cambiada de acuerdo a la necesidad que determine la empresa y las condiciones climáticas debido a ítems que establecen inspecciones a los sistemas drenaje para aguas pueden requerir inspecciones con más o menos frecuencia dependiendo de la cantidad de lluvias que se presenten durante los meses del año como se presenta en la ilustración 21 a continuación.

Tabla 11. Lista de chequeo para inspecciones visuales.

logo		LISTA DE CHEQUEO PARA TAREAS DE INSPECCIÓN AL CESPED ARTIFICIAL			Codigo
					Rev.
Responsable		cargo	consecutivo Inspección	Fecha	Arrea/ zona especifica que se inspecciona
Ref.	Tarea Requerida	Cumple	Frecuencia	Estado	Notas/Comentarios
1	Verificar que la superficie este libre de objetos extraños (basura, escombros, piedras, ramas, etc.)	Si/ No	Semanal	Satisfactorio --- No Satisfactorio --- N/a No aplicable ---	
2	Verificar la uniformidad de la superficie. (áreas hundidas o deshilachadas.)	Si/ No	Semanal	Satisfactorio --- No Satisfactorio --- N/a No aplicable ---	
3	Inspeccionar las fibras del césped para detectar daños evidentes, como fibras rotas, deshilachadas o aplastadas por uso excesivo o contacto con aviones, vehículos de servicio, etc.	Si/ No	Semanal	Satisfactorio --- No Satisfactorio --- N/a No aplicable ---	
4	Medir la profundidad del relleno en diferentes áreas del césped utilizando un medidor de profundidad especializado para asegurarse de que esté dentro del rango recomendado por el fabricante.	Si/ No	Semanal	Satisfactorio --- No Satisfactorio --- N/a No aplicable ---	
5	Verificar que no haya acumulación o falta de material de relleno en áreas críticas debe estar nivelado y distribuido de manera uniforme en toda la superficie.	Si/ No	Semanal	Satisfactorio --- No Satisfactorio --- N/a No aplicable ---	
6	Verificar que los bordes y las uniones estén correctamente anclados y no haya signos de levantamiento o desplazamiento.	Si/ No	Semanal	Satisfactorio --- No Satisfactorio --- N/a No aplicable ---	
7	Inspeccionar las canalas de drenaje o mangueras subterráneas para asegurarse de que no estén obstruidas por tierra, hojas u otros residuos.	Si/ No	Semanal	Satisfactorio --- No Satisfactorio --- N/a No aplicable ---	
8	Comprobar que el drenaje funcione correctamente al realizar una prueba de drenaje, vertiendo agua en el área y observando cómo se evacua.	Si/ No	Semanal	Satisfactorio --- No Satisfactorio --- N/a No aplicable ---	

Fuente: Elaboración Propia.

Como documento adicional a la lista de chequeo se propone la utilización de un formato adicional para documentar los hallazgos y/o las acciones correctivas/ preventivas que fueron realizadas como resultado de la identificación durante la inspección visual realizada siguiendo la lista de chequeo, dicho formato está diseñado para que sea diligenciado por todos los participantes en caso de presentarse acciones correctivas utilizando una metodología de doble chequeo involucrando personal que identifica los no conformidades, personal que reparara y materializa las acciones correctivas y personal que verifica que las reparaciones y acciones tomadas si se realizaron y están bien. Su correspondiente diligenciamiento se detalla a continuación en la ilustración 22.

Tabla 12. Formato de registro de mantenimiento césped artificial.

LOGO		FORMULARIO DE REGISTRO DE ACCIONES DE MANTENIMIENTO CESPED ARTIFICIAL				Codigo	
						Rev.	
						Fecha Rev.	
Responsable		Area		Fecha emisión	Tipo	Fecha Cierre	
ID	Bases de la no conformidad	Acciones correctivas	Fecha de notificación	Plan de acciones correctivas	Fecha estimada de cumplimiento	ESTADO	
						CERRADO	ABIERTO
	Reporte:	Posibles causas:		Acciones correctivas realizadas:		Verificación de acciones:	
	Evidencia:	Recomendaciones:				Revisado por:	

Fuente: Elaboración Propia.

Concepto	Definición
logo	Agregar logo corporativo de la empresa
código	Colocar el código asignado para controlar el documento internamente
rev	Colocar la revisión en la que se encuentre actualmente el documento para favorecer el control interno del mismo según necesidad debe cambiar cada vez que sufra un cambio y/o actualización.
fecha rev	Colocar la fecha en la que se realizó la última revisión del documento.
Responsable	Nombre de la persona encargada.
Área	Nombre del área a la que pertenece la encargada de realizar las acciones correctivas.
Fecha emisión	Escribir fecha en la que se está llenando el formato
Tipo	Escribir si es una acción correctiva/preventiva.
ID	Número de hallazgos que requieren corrección/acciones de mantenimiento.
Bases de la no conformidad	<p>Describir qué fue lo que identificó/encontró.</p> <p>Anexar evidencia si la tiene si aplica.</p>
Acciones correctivas	<p>Escribir las posibles causas que materializaron el hallazgo.</p> <p>Recomendaciones para corregirla y evitar que siga pasando cuando aplique.</p>
Fecha de notificación	fecha en la que se notifica al responsable de tomar acciones correctivas

	este campo es para quien es el encargado de reparar las no conformidades.
Plan de acciones correctivas	<p>Escribir qué tarea se realizó para reparar los daños encontrados</p> <p>este campo es para quien es el encargado de reparar las no conformidades.</p>
Fecha estimada de cumplimiento	Fecha en la que se terminaron las reparaciones
Estado	<p>Marcar con x si está cerrado/abierto</p> <p>Persona que verifica y cierra</p>
Verificación de acciones	<p>Escribir si se realizaron adecuadamente las reparaciones</p> <p>Persona que verifica y cierra</p>
Revisado por	<p>Nombre de quien verificó las reparaciones</p> <p>Persona que verifica y cierra</p>
Fecha Cierre	<p>La persona que verificó llena la fecha de cierre y da por concluido</p> <p>Persona que verifica y cierra</p>

Etapa 4	Análisis de impacto
Funciones Principales	
<ul style="list-style-type: none"> → Establecer kpis para medir la efectividad de implementar césped artificial en comparación con el césped natural. → Medición de la cantidad de los impactos con fauna antes y después de la instalación utilizando la fórmula periodo anterior vs periodo actual. 	
Responsables	Concesión del aeropuerto (Airplan)

Se realizó un análisis aproximado para conocer los costos mensuales y anuales de ambos césped natural y artificial para determinar cuánto cuesta mantener cada uno e identificar la reducción de costos que tendría instalar césped artificial se presenta con mayor detalle en la ilustración 23 presentada a continuación.

Tabla 13. Costos césped natural vs césped artificial.

Concepto	Unidad	100				AHORRO	REDUCCION COSTOS
		COSTO CESPED NAT. MES PROMEDIO	COSTO CESPED ART. MES PROMEDIO	COSTO X M2 - CESPED NAT	COSTO X M2 - CESPED ART.		
Instalación Inicial	m ²	\$ -	\$ 46.000				
Riego	m ² /mes	\$ 8.727	\$ -	\$ 872.650	\$ -	\$ 872.650	↓ -100%
Corte de Césped	m ² /mes	\$ 6.000	\$ -	\$ 600.000	\$ -	\$ 600.000	↓ -100%
Fertilización	m ² /mes	\$ 3.000	\$ -	\$ 300.000	\$ -	\$ 300.000	↓ -100%
Control de Plagas (Pesticidas)	m ² /mes	\$ 3.000	\$ -	\$ 300.000	\$ -	\$ 300.000	↓ -100%
Corte de Maleza/Control de Hierba	m ² /mes	\$ 3.000	\$ -	\$ 300.000	\$ -	\$ 300.000	↓ -100%
Sistemas de Riego	m ² /mes	\$ 3.000	\$ -	\$ 300.000	\$ -	\$ 300.000	↓ -100%
Reemplazo de Áreas Dañadas	m ²	\$ 5.000	\$ 8.000	\$ 500.000	\$ 800.000	-\$ 300.000	↑ 60%
Limpieza	m ² /mes	\$ 1.400	\$ 800	\$ 140.000	\$ 80.000	\$ 60.000	↓ -43%
Costo Total Mensual	m²	\$ 33.127	\$ 8.800	\$ 3.312.650	\$ 880.000	\$ 2.432.650	↓ -73%
Costo Total Anual	m²	\$ 397.518	\$ 105.600	\$ 39.751.800	\$ 10.560.000	\$ 29.191.800	↓ -73%

Fuente: Elaboración propia.

Nota: para obtener los costos se realizaron los cálculos en m² tomando como base que por cada 100 m² los costos son los de la tabla.

Para hallar la reducción de costos se utilizó la fórmula para calcular el porcentaje de

cambio entre dos valores % *reducción* $\frac{COSTO\ c.a.}{COSTO} - 1$

COSTO c.a: costo césped artificial.

COSTO c.n: costo césped natural.

- 1: Después de la división, el resultado se le resta 1. Esto generalmente se hace para obtener un valor relativo o un porcentaje de cambio.

Si el resultado es positivo con flecha verde hacia arriba ↑: Indica que (*c.a*) es mayor que (*c.n*) lo que significa un aumento de costos en relación a (*c.a*)

Si el resultado es negativo con flecha verde hacia abajo ↓: Significa que (*c.a*) es menor que, (*c.n*) indicando una disminución.

Si el resultado es 0: Significa que no hay cambio entre los dos valores y aparecerá una flecha color ámbar horizontal →.

Reducción de impactos al 50%

Para que se sea medible la reducción de impactos por fauna a la mitad 50% se propone la utilización de la fórmula $\frac{Pac}{Pan} - 1$

Pac: periodo actual

Pan: Período anterior

-1: Al resultado se le resta 1 para obtener una variación.

Se debe seleccionar un periodo de tiempo para realizar la medición y debe ser anual para explicar mejor cómo debe realizarse se realizó un ejercicio práctico tomando en cuenta los estadísticos Bird públicos de la UAEAC. Se seleccionaron los datos del año 2024 y la cantidad de eventos reportados por mes como se puede observar en la imagen 24 y 25 a

continuación Se insertaron los datos y se agregaron los datos del 2025 con datos hipotéticos.

Ilustración 20. Estacionalidad de eventos reportados en 2024.



Fuente: Página web Aerocivil indicadores IRIS- Estadísticos Bird.

Ilustración 21. Ejemplo de reducción del 50%.

			META
		REDUCCIÓN	50%
Estacionalidad de Eventos Reportados			
CANTIDAD DE EVENTOS REPORTADOS			
MES	2024	2025	% VARIACION
ENERO	41	21	-49%
FEBRERO	49	25	-49%
MARZO	69	35	-49%
ABRIL	73	37	-49%
MAYO	71	33	-54%
JUNIO	19	9	-53%
JULIO	14	7	-50%
AGOSTO	14	7	-50%
SEPTIEMBRE	28	14	-50%
OCTUBRE	14	7	-50%
NOVIEMBRE	6	3	-50%
DICIEMBRE	0	0	0%
TOTAL	398	198	-50%

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Para realizar una medición real se debe tener en cuenta que el rango de tiempo debe ser anual o un sistema fecha a fecha. Quiere decir que si va a medir la reducción de impactos en rango de tiempo pasado del 01/11/2024 al 30/11/2024 comparado con el tiempo un rango de tiempo actual debe corresponder a las mismas fechas para que la medición y evaluación de efectividad / vialidad sea correcta es decir 01/11/2025 al 30/11/2024.

Conclusiones

- La repetitividad del peligro de "bird strike" en el aeropuerto Olaya Herrera ha tenido un impacto significativo en el Sistema de Gestión de Seguridad (SMS) y en los indicadores de cumplimiento de seguridad operacional. Aunque el SMS establece procedimientos adecuados para el manejo de riesgos, la recurrencia de los incidentes relacionados con aves aumenta la carga operativa y genera una necesidad constante de reevaluar y ajustar las medidas de control. Esto afecta tanto la efectividad del sistema de seguridad como la confianza en los procesos establecidos.

Es necesario reforzar el proceso de monitoreo y evaluación dentro del SMS, incorporando herramientas tecnológicas más avanzadas y estableciendo un sistema de alerta temprana que permita prevenir y mitigar los riesgos de "bird strike" de manera más efectiva.
- El análisis de las estrategias de mitigación de fauna en el aeropuerto Olaya Herrera revela que, aunque se utilizan medidas convencionales como patrullas de fauna y dispositivos de disuasión acústica, existen diferencias importantes con respecto a aeropuertos de los Estados Unidos. Aeropuertos como los de Denver y San Francisco han implementado tecnologías más avanzadas, como el uso de drones y sensores para monitorear fauna en tiempo real, además de un manejo más específico de la vegetación y hábitats para reducir la atracción de aves.

El aeropuerto Olaya Herrera debería considerar la incorporación de tecnologías avanzadas de monitoreo, como drones y sensores, así como adoptar estrategias de manejo ecológico más proactivas, basadas en la adaptación de la vegetación y la biodiversidad local, para mejorar la eficacia de las medidas de control de fauna.

- La gestión de las zonas verdes del lado aire del aeropuerto Olaya Herrera presenta una oportunidad clave para reducir los incidentes relacionados con aves. El diseño de estas áreas debe considerar la selección de especies vegetales que no atraigan a las aves, así como la implementación de barreras físicas o visuales para disuadir su presencia. Un enfoque integral que combine el manejo de la vegetación con tecnologías de monitoreo y medidas de disuasión puede ser crucial para reducir el número de incidentes en un 50%.

Se recomienda implementar un programa de manejo de las zonas verdes que incluya la selección de vegetación no atractiva para las aves y la instalación de sistemas de disuasión visual o acústica, complementado con un monitoreo constante para lograr una reducción sustancial en los incidentes de "bird strike".

Bibliografía.

- AC 150/5200-33C - Hazardous Wildlife Attractants on or near Airports. (2024b, March 25). Retrieved November 14, 2024, from https://www.faa.gov/regulations_policies/advisory_circulars/index.cfm/go/document.information/documentID/1037215

- AC 150/5200-36B - Qualifications for Wildlife Biologist Conducting Wildlife Hazard Assessments and Training Curriculums for Airport Personnel Involved in Controlling Wildlife Hazards on Airports. (2024, March 25). Retrieved November 14, 2024, from https://www.faa.gov/regulations_policies/advisory_circulars/index.cfm/go/document.information/documentID/1035188

- AC 150/5220-25 - Airport Avian Radar Systems. (2024, March 25). Retrieved November 14, 2024, from https://www.faa.gov/regulations_policies/advisory_circulars/index.cfm/go/document.information/documentID/444648

- AC 150/5370-15B - Airside Applications for Artificial Turf. (2024, March 25). Federal Aviation Administration. Retrieved November 3, 2024, from https://www.faa.gov/regulations_policies/advisory_circulars/index.cfm/go/document.information/documentID/1019532

- AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA. (2020). Circular Informativa N° 007: Reporte de Presuntos Impactos con Fauna - RAC 14. Retrieved October 22, 2024, from https://www.aerocivil.gov.co/autoridad-de-la-aviacion-civil/biblioteca-tecnica/Circulares%20Informativas/CI-007-%20Reporte%20de%20Presuntos%20Impactos%20con%20Fauna%20-%20RAC%2014_.pdf

- Aldo. (n.d.-b). Aterrizajes más seguros en aeropuertos gracias al césped artificial. *Venta y Distribución de Pasto Sintético en Chile*. Retrieved from <https://pasto-sintetico.cl/productos/aterrizajes-mas-seguros-en-aeropuertos-gracias-al-cesped-artificial>

- Airplan: Quienes Somos. (n.d.). Retrieved September 26, 2024, from <https://www.airplan.aero/quienes-somos>

- Análisis del peligro aviario ICAO. (n.d.). Retrieved August 29, 2024, from https://www.icao.int/SAM/Documents/CARSAMPAF11/5_Gesti%F3n%20del%20Peligro%20Aviario%20y%20Fauna%20con%20Respeto%20y%20Cuidado%20del%20Medio%20Ambiente%20y%20la%20Vida%20en%20el%20Planeta_Ecu.pdf
- AOPA. (2012). *Vogelschlag*. Retrieved July 22, 2024, from https://aopa.de/wp-content/uploads/02_ASU_Vogelschlag.pdf
- Aviation Administration. (2023). *Wildlife Strikes to Civil Aircraft in the United States 1990-2023*. Retrieved August 30, 2024, from https://www.faa.gov/airports/airport_safety/wildlife/wildlife-strike-report-1990-2023-USDA-FAA
- Carvajal Rodríguez, J. A., & Barrera Silva, N. (2012). *Evaluación y medidas de prevención del peligro aviario en los aeropuertos El Dorado, José María Córdova y Perales*. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/143445692.pdf>
- Control Fauna y Peligro Aviario. (2023, August 31). Retrieved July 17, 2024, from <https://www.aerocivil.gov.co/servicios-a-la-navegacion/gestion-ambiental-y-control-de-fauna/Plan-Piloto-ElDorado/control-fauna-y-peligro-aviario>
- Colombiano, E. (2024, July 31). *Trasladar operación del Olaya Herrera a San Pedro de los Milagros costaría \$6,6 billones*. *El Colombiano*. Retrieved from <https://www.elcolombiano.com/medellin/traslado-de-olaya-herrera-a-san-pedro-de-los-milagros-costaria-66-billones-KH25119322>
- European Union Aviation Safety Agency (EASA). (2013). *Part-M, Subpart G: Maintenance Organisation Approval*. European Union Aviation Safety Agency.
- European General Aviation Safety Team. (2024, July 24). *EGAST: Seguridad Aérea*. Retrieved from <https://www.seguridadaerea.gob.es/sites/default/files/ga06-impacto-con-aves.pdf>
- Equipo 3 Detonadores De Pirotecnia Con Bases Metálicas. (n.d.). Retrieved from https://www.ozsfx.com/MLM-3261363226-equipo-3-detonadores-de-pirotecnia-con-bases-metalicas-_JM

- Federal Aviation Administration (FAA). (2008). *Advisory Circular: Aircraft Birdstrike Prevention (AC 150/5200-32B)*. Federal Aviation Administration.
- Gestión Ambiental y Control de Fauna. (2016, November 9). Unidad Administrativa de la Aeronáutica Civil. Retrieved October 17, 2024, from <https://www.aerocivil.gov.co/servicios-a-la-navegacion/gestion-ambiental-y-control-de-fauna>
- GRAS para Aeropuertos – Team Sports. (n.d.). *Team Sports Peru*. Retrieved November 3, 2024, from <https://teamsportsperu.com/gras-para-aeropuertos/>
- Hale, A. R., & Heijer, T. (2010). Safety performance indicators and safety management systems in aviation. *Safety Science*, 48(10), 1413-1422. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2010.05.004>
- Hansen, T., & Schneider, C. (2015). Case study: Bird strikes at international airports. *Aviation Safety Journal*, 61(2), 74-83. <https://doi.org/10.1007/s00179-015-0055-2>
- ICAO (Organización de Aviación Civil Internacional). (2013). *Annex 19: Safety Management*. International Civil Aviation Organization.
- King, R., Collins, L., & Weller, J. R. (2016). *Artificial Turf and Gopher Tortoises at Orlando Sanford International Airport*. Federal Aviation Administration. Retrieved November 1, 2024, from https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/media/airports/2016/march/TC-15-61_Artificial%20Turf%20and%20Gopher%20Tortoises%20at%20Orlando%20Sanford%20International%20Airport.pdf
- Laborator.Co. (n.d.). *Estadísticos BIRD*. Retrieved from <https://www.aerocivil.gov.co/autoridad-de-la-aviacion-civil/iris-integrador-de-reportes-e-informacion-de-seguridad-operacional/estad%C3%ADsticos-bird>
- Liu, H., Wang, X., & Zhu, X. (2020). Radar systems and bird detection: A review of emerging technologies in bird strike prevention. *Journal of Air Traffic Management*, 79, 101671. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2019.101671>

- MABROMATA, A. (2024, July 23). Diario HOY | Nuevo accidente con aves obliga al retorno de un vuelo. *Diario HOY*. Retrieved from <https://www.hoy.com.py/nacionales/2024/07/23/nuevo-accidente-con-aves-obliga-al-retorno-de-un-vuelo>

- MANEJO Y CONTROL EN LA PREVENCIÓN PARA EL PELIGRO AVIARIO Y FAUNA EN AEROPUERTOS: OACI República de Panamá (By A. Fábrega Conte). (n.d.). Retrieved July 19, 2024, from https://www.icao.int/SAM/Documents/2011/WILDHA.11/05_AF_MANEJO%20Y%20CONTROL%20EN%20LA%20PREVENCION%20PARA%20EL%20PELIGRO%20AVIARIO%20Y%20FAUNA%20EN%20LOS%20AERODROMOS

- McCollum, A. B. (2017). *Bird Strike Management and Aviation Safety*. Springer.

- Medina, C. (2024, February 16). Tras afectación en vuelo, Avianca pide nuevamente controlar aves en aeropuertos del país. *W Radio*. Retrieved September 11, 2024, from <https://www.wradio.com.co/2024/02/16/tras-afectacion-en-vuelo-avianca-pide-nuevamente-controlar-aves-en-aeropuertos-del-pais>

- Miguel, O. D. L., & Arturo, Z. G. J. (2013, April 29). *El peligro aviario en las operaciones aéreas en Colombia*. Retrieved from <https://repository.unimilitar.edu.co/items/d5d8a01e-96bd-476b-996a-4e21446f4ea4>

- Moreno, J. E. E. (2021, May 14). El Humedal del Aeropuerto El Dorado. Fundación Humedales Bogotá. Retrieved from <https://humedalesbogota.com/2011/12/05/el-humedal-del-aeropuerto-el-dorado>

- Moreno Pérez, J. (2014, October 23). Sistemas de control en la administración aeroportuaria en el país. Repositorio Institucional UMNG. Retrieved September 10, 2024, from <https://repository.unimilitar.edu.co/items/1818676f-78d0-4162-b>

- National Transportation Safety Board (NTSB). (2020). Aviation accident reports. National Transportation Safety Board.

- Nuñez, E. F. (2013, November 26). Los peligros que emanan de las zonas aledañas a los aeropuertos y aeródromos de Colombia a consecuencia de las aves. Retrieved from <https://repository.unimilitar.edu.co/items/df0acf2e-df21-4a6a-80d5-61f8e860444b>

- Opain: Quienes Somos. (n.d.). Retrieved September 26, 2024, from <https://www.opain.co/page/sobreopain>
- Por. (2024, September 29). Malla de drenaje para colocación de césped artificial en terrazas y áticos. Jardinería, Paisajismo, Decoración Exterior Y Césped Artificial. Retrieved from <https://allgrass.net/malla-drenaje-cesped-aticos/amp/>
- PROGRAMA DE GESTIÓN DE RIESGOS PARA EL CONTROL DEL PELIGRO AVIARIO Y FAUNA GERPAF. (2016, April). Google Académico. Retrieved August 29, 2024, from <https://www.opain.co/archivos/Anexo%2039%20GSO-PG-0001%20GERPAF.pdf>
- Programa Nacional De Limitación De Fauna En Aeródromos: Normatividad Peligro Aviario. (2008, August 19). Sharepoint Unidad Administrativa De La Aeronáutica Civil. Retrieved October 13, 2024, from <https://www.aerocivil.gov.co/autoridad-de-la-aviacion-civil/reglamentacion/Normatividad%20Peligro%20Aviario/Forms/AllItems.aspx>
- RAC. (n.d.). Reglamentos Aeronáuticos De Colombia. Retrieved September 26, 2024, from <https://www.aerocivil.gov.co/autoridad-de-la-aviacion-civil/reglamentacion/rac>
- Reason, J. (1997). Managing the risks of organizational failure. Ashgate Publishing.
- Safety Data Collection and Processing Systems (SDCPS). (2023, September 8). SKYbrary Aviation Safety. Retrieved from <https://skybrary.aero/articles/safety-data-collection-and-processing-systems-sdcps>
- sbi.com.pe, sport business peru sac, sbi. (n.d.). Césped para Aeropuertos. SBI. Retrieved November 3, 2024, from <https://www.sbi.com.pe/cesped-para-aeropuertos.html>
- time:matters GmbH. (2024, April 25). What is Aircraft on Ground (AOG) - logistics. time:matters. Retrieved September 17, 2024, from <https://www.time-matters.com/emergency-logistics-glossary/aog-aircraft-on-ground>
- Unidad Administrativa de la Aeronáutica Civil. (2024, July 25). Aeronáutica Civil RAC 1 DEFINICIONES. Retrieved from <https://www.aerocivil.gov.co/normatividad/RAC/RAC%20%201%20-%20Definiciones.pdf>
- Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil de Colombia. (2022). Programa Estatal para la Gestión de Autoridad en Seguridad Operacional – PEGASO –. Unidad Administrativa Especial De Aeronáutica Civil – Aerocivil. Retrieved from <https://www.aerocivil.gov.co/autoridad-de-la-aviacion-civil/Documents/GDIR-1%200->

[07-001-PEGASO%2001-08-2022%20Ver%2004.pdf](#)

- Vanegas Becerra, Y. V. B. (2015). CETRERÍA AEROPORTUARIA APLICADA EN EL AEROPUERTO OLAYA HERRERA [Trabajo de grado Tecnología en Gestión Aeroportuaria, POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID]. Retrieved from <https://repositorio.elpoli.edu.co/server/api/core/bitstreams/bf3ecfb1-0f4c-4702-908d-725fcadb8a11/content>

- VIDEO: ¡Qué cochinada! Así está una calle junto al aeropuerto Olaya Herrera | Minuto30. (2021, July 27). Minuto30. Retrieved from <https://www.minuto30.com/denuncia-basurero-junto-al-olaya-herrera/1260262/>

- Wells, S. (2014). Bird strikes and risk management in aviation: A case study. *Journal of Air Transport Management*, 39, 60-69. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2014.06.004>

- White, H. A. (2009). *Safety management systems in aviation* (2nd ed.). Ashgate Publishing.

- Zulema, Q. C. D. (2024). El riesgo que representa la fauna para las operaciones aéreas. Retrieved from <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/6507>