



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



PROYECTO PREVIO A LA OBTENCION DEL
TITULO DE INGENIERO EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES

TEMA:

“EVALUACIÓN DE RIESGOS DE IMPACTO CON LAS AVES RAPACES
PRESENTES EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL GENERAL ELOY
ALFARO DE MANTA.”

AUTORES:

Franco Biler Yusbeidy Dayanara
Mero Santana María Belén

TUTOR:

Dr. Enrique de la Montaña PhD.

CO-TUTOR:

Biólogo David Mero Del Valle

MANTA, 2019

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Sometida a consideración del honorable tribunal académico de la facultad de ciencias agropecuarias como requisito para obtener el título de:

Ingeniero en Recursos Naturales y Ambientales

LOS SUSCRITOS, DECLARAN QUE HAN

Aprobado la tesis “**Evaluación de riesgos de impacto con las aves rapaces presentes en el Aeropuerto Internacional General Eloy Alfaro de Manta**” que ha sido sustentada por Franco Biler Yusbeidy Dayanara y Mero Santana María Belén de acuerdo con el reglamento para la elaboración de tesis de grado de tercer nivel de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí.

Ing. Yesenia García Montes Mg. Sc
DECANA DE LA FACULTAD

Dr. Enrique de la Montaña PhD.
TUTOR DEL PROYECTO

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Ing. Luis Macías Zambrano, Msc

Biol. Ricardo Castillo Ruperti, Msc

Ing. Brígida Rodríguez Guerrero, Msc

CERTIFICACIÓN

Enrique de la Montaña, certifica haber dirigido y revisado el trabajo de titulación, bajo la modalidad de proyecto de investigación, cuyo tema del proyecto es **“Evaluación de riesgos de impacto con las aves rapaces presentes en el Aeropuerto Internacional General Eloy Alfaro de Manta”** que ha sido desarrollado por Franco Biler Yusbeidy Dayanara y Mero Santana María Belén, y reúne los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometido a la evaluación del tribunal de titulación designado por la autoridad competente.

Dr. Enrique de la Montaña PhD.

DERECHO DE AUTORÍA

Nosotras Franco Biler Yusbeidy Dayanara y Mero Santana María Belén, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Franco Biler Yusbeidy Dayanara

CI: 131472120-8

Mero Santana María Belén

CI: 131231309-9

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios en primer lugar, por la vida, por permitirme haber llegado hasta este momento tan importante en mi formación profesional.

A toda mi familia: padres, hermanos, esposo e hija, por su apoyo incondicional y por ser mi fortaleza y motor en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Mi más sincero agradecimiento al Dr. Enrique de la Montaña PhD, nuestro tutor de tesis, por apoyarnos desde el día número uno, por el respaldo brindado en todo momento y por su valiosa guía y asesoramiento para la realización de nuestra tesis.

Sin dejar de lado a mi compañera de tesis, María Belén Mero Santana, porque sin el equipo que formamos, no hubieramos logrado esta meta.

A todos quienes aportaron con su granito de arena para que esto haya sido posible. Gracias.

Yusbeidy Franco Biler

DEDICATORIA

Dedico esta tesis en primer lugar a Dios, que fue el que me permitió culminar con éxito esta hermosa etapa de mi vida, etapa en la cual pude entender y valorar cada una de las bendiciones con las cuales él me rodea.

A mis padres, pilares fundamentales en mi vida, quienes han guiado mis pasos con mucho amor inculcándome buenos valores y enseñándome a luchar para superar los obstáculos que se han presentado en el transcurso de mi vida.

A mi esposo, por el respaldo brindado en todo este proceso. Porque gracias a su amor, esfuerzo y sobre todo paciencia, estoy culminando hoy una etapa más en mi vida.

Y de manera especial a mi principal fuente de motivación, la personita que ha cambiado mi vida, mi hija, Julieth Dayanara, quien aun con su corta edad me brinda un amor incondicional y sin medida. Ella es el motor de mi vida y quien me inspira a superarme cada día más.

Yusbeidy Franco Biler

AGRADECIMIENTO

A Dios por las Bendiciones derramadas en mi vida por la fortaleza y la sabiduría brindada,

A mi esposo el Ing. Wilton Sánchez Moreira, mi compañero de vida gracias por cada consejo brindado por su empuje, por ser mi apoyo incondicional, por creer en mi capacidad por siempre ser mi ejemplo como persona y como profesional.

A mis amados hijos Benjamín Sánchez Mero y Dulce Sánchez Mero por la paciencia brindada son mi fuente de motivación e inspiración cada día para poder superarme

A mis padres José Mero Palma y Rita Santana Robles, por sus sabios consejos y creer siempre en mí.

A mis segundos padres Wilton Sánchez Celorio y Nilda Moreira Bravo por la ayuda desinteresada y más que todo incondicional que me brindan a diario por sus gratos consejos que me impulsan a crecer.

Al Dr. Enrique de la Montaña nuestro tutor de tesis, quien hizo posible esta investigación gracias por su apoyo incondicional.

A mi compañera Yusbeidy Dayanara Franco Biler, una mujer con muchas ganas de superación, excelente compañera de trabajo gracias por todo el apoyo brindado para cumplir nuestro objetivo

Y a todos mis compañeros quienes formaron parte de este proyecto.

María Belén Mero Santana

DEDICATORIA

A Dios por guiar siempre mis pasos, llenarme de sabiduría para lograr cada objetivo y regalarme la oportunidad más bonita que es la vida.

A mi esposo, mi compañero de vida, mi mejor amigo, por ser siempre la persona incondicional en mi vida.

A mis hijos Benjamín Sánchez y Dulce Belén Sánchez por ser mi inspiración cada día para seguir adelante porque a pesar de su mínima edad también aportaron en este proceso de mi vida estudiantil porque sé que Dios recompensara todo este tiempo para con Uds.

A mis amados padres quienes se merecen lo mejor del mundo por ser mi pilar fundamental en mi vida. Gracias por siempre creer en mí. A mis segundos padres que con sus palabras de aliento siempre estuvieron

A mis hermanos José, Cristhian Mero, quienes apoyaron desde siempre. Mi hermana del alma Katherine Moreira y mi sobrina Martina Sánchez.

María Belén Mero Santana

INDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN.....	i
DERECHO DE AUTORÍA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
INDICE GENERAL	vii
RESUMEN.....	xi
SUMMARY	xii
1. INTRODUCCION.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2. JUSTIFICACION	3
1.3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	4
1.4. HIPÓTESIS	4
1.5. OBJETIVOS	5
1.5.1. Objetivo general.....	5
1.5.2. Objetivos específicos	5
2. METODOLOGÍA.....	6
2.1. DESCRIPCIÓN DE ÁREA DE ESTUDIO.....	6
2.1.1. Ubicación	6
2.1.2. Altitud.....	6
2.1.3. Límites	7
2.1.4. ASPECTOS FÍSICOS	7
2.1.4.1. Clima.....	7
2.1.4.2. Temperatura	7
2.1.4.3. Precipitación	7
2.1.4.4. Humedad ambiental.....	7
2.1.4.5. Dirección del Viento	7
2.1.4.6. Hidrología	8
2.2. ASPECTOS BIÓTICOS	8
2.2.1. Vegetación.....	8
2.2.2. Fauna.....	9
2.2.3. Ecosistemas.....	9
2.3. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	9

2.3.1.	Materiales	10
2.4.	RECONOCIMIENTO DEL LUGAR DE ESTUDIO	10
2.5.	CARACTERIZACIÓN DE FOCOS DE ATRACCION	11
2.6.	DISEÑO DE MUESTREO Y REGISTRO DE DATOS	12
2.7.	CALCULO DE RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ESPECIES	13
2.7.1.	Riqueza de especies	13
2.7.2.	Abundancia de las especies.....	14
2.8.	DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PELIGRO AVIARIO (IPA) Y RIESGOS POTENCIALES DE AVES RAPACES.....	14
2.8.1.	Índice de peligro aviario (IPA)	14
2.8.2.	Riesgos potenciales	15
2.8.2.1.	Probabilidad de colisión.....	16
2.8.2.2.	Cálculo de la gravedad de los daños.....	17
3.	RESULTADOS	19
3.1.	REGISTRO DE COLISIONES	19
3.2.	RIQUEZA DE ESPECIES	20
3.3.	ABUNDANCIA DE ESPECIES.....	21
3.4.	HORAS DE ACTIVIDAD DE AVES RAPACES	23
3.5.	TIPO DE ACTIVIDAD DE AVES RAPACES	31
3.6.	INDICE DE PELIGRO AVIARIO (IPA)	33
3.7.	RIESGOS POTENCIALES	36
3.7.1.	Probabilidad de colisión.	36
3.7.2.	Gravedad	38
4.	DISCUSIÓN.....	40
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
5.1.	CONCLUSIONES.....	43
5.2.	RECOMENDACIONES.....	44
	BIBLIOGRAFÍA.....	45
	ANEXOS.....	47
	ANEXO 1. Formato de registro de aves.....	48
	ANEXO 2. Mapa del AIGEAM.....	49
	ANEXO 3. Águila pescadora.....	50
	ANEXO 4. Caracara Norteño	50
	ANEXO 5. Cernícalo americano	51
	ANEXO 6. Elanio coliblanco.....	51
	ANEXO 7. Elanio perla	52

ANEXO 8. Gallinazo	52
ANEXO 9. Gavilán	53
ANEXO 10. Halcón peregrino	53
ANEXO 11. Halcón reidor	54
ANEXO 12. Lechuza.....	54

CONTENIDO DE TABLAS

TABLA 1 Clasificación de probabilidad de colisión.....	17
TABLA 2 Factor de Masa	17
TABLA 3 Factor de bandadas	18
TABLA 4 Clasificación de gravedad de daños causados.	18
TABLA 5 Total de especies de aves rapaces registradas en el Aeropuerto Internacional General Eloy Alfaro de Manta con su respectivo grado de amenaza según la UICN. .	20
TABLA 6 Abundancia de las especies de rapaces registradas en los tres puntos de muestreo (Alfa, Bravo y Charly) del Aeropuerto Internacional General Eloy Alfaro de Manta. Los valores resaltados indican dónde la especie fue registrada un mayor número de veces.	22
TABLA 7 Valor de cada especie según su masa corporal.....	34
TABLA 8 Valor de cada especie según el reporte de colisiones.....	34
TABLA 9 Valor de cada especie según el porcentaje de abundancia.....	35
TABLA 10 Resultados del Índice de Peligro Aviario de las especies de aves rapaces registradas en el Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta.....	36
TABLA 11 Resultados de probabilidad para el cálculo de riesgos potenciales de aves rapaces en el Aeropuerto Internacional General Eloy Alfaro de Manta.	37
TABLA 12 Avistamientos de especies.....	37
TABLA 13 Resultados de gravedad para el cálculo de riesgos potenciales de aves rapaces en el Aeropuerto Internacional General Eloy Alfaro de Manta.	38
TABLA 14 Resultados de riesgos potenciales de aves rapaces en el Aeropuerto Internacional General Eloy Alfaro de Manta.....	39

CONTENIDO DE FIGURAS

FIGURA 1 Ubicación del área en estudio	6
FIGURA 2 Mapa del Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta indicando cada uno de los puntos (Alfa, Bravo Charlie).....	11
FIGURA 3 Categorías de Amenaza de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza)	13
FIGURA 4 Datos sobre colisiones por cada especie del AIGEAM emitidos por el DAC (Dirección de Aviación Civil).	19
FIGURA 5 Abundancia por cada especie de ave rapaz encontrada dentro del Aeropuerto Internacional General Eloy Alfaro de Manta.....	21
FIGURA 6 Horas de actividad del Águila pescadora en el Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta. 6.A(Perchando) 6.B(Volando).	23

FIGURA 7 Horas de actividad del Caracara Norteño en el Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta. 7.A(Alimentación) 7.B(Desplazamiento en el suelo) 7.C (Perchando) 7.D (Volando).....	24
FIGURA 8 Horas de actividad del Cernícalo americano en el Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta. 8.A(Desplazamiento en el suelo) 8.B(Perchando) 8.C(Volando)	25
FIGURA 9 Horas de actividad Elanio Coliblanco en el Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta. 9.A (Volando).....	26
FIGURA 10 Horas de actividad Elanio Perla en el Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta. 10.A (Perchando).....	26
FIGURA 11 Horas de actividad del Gallinazo en el Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta. 11.A(Alimentación) 11.B(Desplazamiento en el suelo) 11.C (Perchando) 11.D(Volando). Nótese que la Figura D muestra datos un orden de magnitud superior.	27
FIGURA 12 Horas de actividad del Gavilán variable en el Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta. 12.A(Desplazamiento en el suelo) 12.B(Perchando) 12.C (Volando)	28
FIGURA 13 Horas de actividad del Halcón peregrino en el Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta. 13. A (Desplazamiento en el suelo) 13.B(Perchando) 13.C (Volando)	29
FIGURA 14 Horas de actividad del Halcón reidor en el Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta. 14.A(Perchando) 14.B(Volando).	30
FIGURA 15 Horas de actividad de la Lechuza terrestre en el Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta. 15.A (Volando).	30
FIGURA 16 Tipo de actividad del Águila pescadora (A: alimentación, DS: desplazamiento del suelo, P: perchando y V: volando).....	31
FIGURA 17 Tipo de actividad del Halcón Peregrino (A: alimentación, DS: desplazamiento del suelo, P: perchando y V: volando).....	31
FIGURA 18 Tipo de actividad del Elanio Coliblanco (A: alimentación, DS: desplazamiento del suelo, P: perchando y V: volando).....	31
FIGURA 19 Tipo de actividad del Lechuza Terrestre (A: alimentación, DS: desplazamiento del suelo, P: perchando y V: volando).....	31
FIGURA 20 Tipo de actividad de Caracara Norteño (A: alimentación, DS: desplazamiento del suelo, P: perchando y V: volando).....	32
FIGURA 21 Tipo de actividad del Cernicalo Americano (A: alimentación, DS: desplazamiento del suelo, P: perchando y V: volando).....	32
FIGURA 22 Tipo de actividad del Gavilan Variable (A: alimentación, DS: desplazamiento del suelo, P: perchando y V: volando).....	32
FIGURA 23 Tipo de actividad del Halcón Reidor (A: alimentación, DS: desplazamiento del suelo, P: perchando y V: volando).....	32
FIGURA 24 Tipo de actividad del Gallinazo (A: alimentación, DS: desplazamiento del suelo, P: perchando y V: volando).....	33

RESUMEN

El proyecto de investigación consistió en la evaluación de riesgos de impactos por la presencia de aves rapaces en el Aeropuerto Internacional General Eloy Alfaro de Manta AIGEM. Se determinaron patrones de actividad de 4143 individuos de 10 especies de aves rapaces localizadas durante los meses de octubre y noviembre de 2018. Se calculó la abundancia de estas aves predominando el gallinazo *Coragyps atratus* correspondiente a 3796 individuos de esta especie. Se determinó la abundancia de 3 especies de aves migratorias, el águila pescadora *Pandion haliaetus*, el Halcón peregrino *Falco Peregrinus* y el Elanio Coliblanco *Elanus Leucurus*. Así mismo se registró la abundancia de una especie nocturna la lechuza *Athene cunicularia*. Los patrones de actividades que se observaron en esta especie, gallinazos (*Coragyps atratus*), determinaron una mayor incidencia en las actividades de vuelo entre las 12:pm y las 16:00 pm. Se evaluó el IPA (índice del peligro aviario) predominando el gallinazo (*Coragyps atratus*). Así mismo se calculó del riesgo potencial y se resuelve que el gallinazo es el ave que representa mayor gravedad de daños ya que tiene un grado de peligrosidad ALTO.

Palabras Claves: aves rapaces, riqueza, abundancia, gallinazo, índice de peligro aviario, riesgo potencial

SUMMARY

The research project consisted in the evaluation of risks of impacts due to the presence of raptors in the General Eloy Alfaro de Manta AIGEM International Airport. Activity patterns of 4143 individuals of 10 species of raptors located during the months of October and November of 2018 were determined. The abundance of these birds was calculated, predominating the Gallinazo *Coragyps atratus* corresponding to 3796 individuals of this species. The abundance of 3 species of migratory birds was determined, the *Pandion haliaetus* Osprey, the *Falco Peregrinus* Peregrine Falcon and the White-throated Elanio *Elanus Leucurus*. The abundance of a nocturnal species was recorded at the Athene cunicularia owl. The patterns of activities that were observed in this species, buzzards (*Coragyps atratus*), determined a greater incidence in the activities of flight between 12: pm and 16:00 pm. The IPA (avian hazard index) was evaluated with the predominance of the Gallinazo (*Coragyps atratus*). Likewise, it was calculated the potential risk and it is resolved that the buzzard is the bird that represents the greatest severity of damage since it has a high degree of danger.

Keywords: birds of prey, wealth, abundance, buzzard, bird hazard index, potential risk

1. INTRODUCCION

A lo largo de la historia las aves rapaces se las han considerado como aves dañinas, competidores de los humanos, lo que ha provocado una persecución generalizada que, junto con la destrucción de muchos hábitats naturales, ha llevado a muchas de ellas al borde de la extinción. Sin embargo, el incremento de actividades de divulgación y una mayor sensibilidad de la sociedad hacia los problemas ambientales han motivado un interés creciente por la conservación de estos animales (Ferrer y Llopis 2015).

Las “aves rapaces” están adaptadas para consumir carne. Hay muchas aves que cazan y comen carne, pero puede que no sean rapaces. Las rapaces comparten tres características. Tienen picos ganchudos con bordes afilados, sus patas tienen garras curvas y afiladas, y tienen visión binocular. Hay tres grupos básicos de aves de rapaces: diurnas, que están activas durante el día, nocturnas, que están más activas en la noche y carroñeras, que se alimentan de cadáveres. Incluidas en las rapaces diurnas están los gavilanes, águilas, milanos, caracaras y halcones. Las aves de presa nocturnas incluyen los búhos y lechuzas. Mientras que las rapaces carroñeras son los buitres y cóndores (Méndez et al. 2006).

En nuestro país se registran 67 especies de aves rapaces diurnas, 28 nocturnas y 5 carroñeras, de las cuales 10 especies están catalogadas dentro de algunos de los grados de amenaza que considera la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (UICN) (Ridgely y Greenfield, 2001).

De acuerdo con Ferrer y Llopis (2015) las aves rapaces presentan las siguientes características y funciones:

Son reguladoras y controladoras de poblaciones. Como depredadoras que son, están situadas en la cúspide de la cadena alimenticia y se encargan de mantener estables las poblaciones de otros animales que sin depredadores podrían constituirse en plagas.

Mantienen sanas las poblaciones de las especies-presa. La selección natural actúa favoreciendo a los individuos más sanos y fuertes y haciendo que los depredadores eliminen los individuos mermados, más débiles o enfermos.

Son indicadores de la salud de un hábitat. La presencia de aves rapaces en nuestro entorno es un buen indicador de la calidad medioambiental de un territorio y del equilibrio en la distribución de las poblaciones de animales.

Son por tanto bioindicadores de la salud de los ecosistemas. Protectoras de enfermedades. Las aves carroñeras evitan que se propaguen determinados tipos de enfermedades, de las que un cadáver puede ser portador. (Ferrer y Llopis, 2015)

Por otro lado, las aves rapaces al igual que otros grupos de aves, son responsables de daños a las aeronaves civiles y militares. En cuanto a accidentes ocasionados, según Thorpe (2003) en la región del Caribe, Centro y Sur América, han sido significativos y considerados como accidentes fatales en la aviación civil los impactos con aves registrados en Argentina (4 de diciembre de 1973); Guatemala (26 de julio de 1978); Argentina (4 de abril de 1996); Honduras (24 de noviembre de 1997); y Panamá (27 de enero de 2000). Este último accidente costó la vida al piloto y una pasajera, siendo estos las primeras personas muertas como consecuencia de impactos entre aeronaves civiles y aves en Latinoamérica. El ave causante de este desastre aéreo fue un Gallinazo Negro (*Coragyps atratus*) (Godínez, 2000).

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A pesar de la importante labor que cumplen estas aves, las rapaces representan un gran peligro para los aeropuertos generando una polémica y más que todo un conflicto entre la avifauna y las operaciones de aviación (Ferrer y Llopis, 2015).

Las aves rapaces además de su agilidad para cazar, se distinguen por su tamaño que varía de mediano a grande. Algunas también se caracterizan por su vuelo de planeo a grandes alturas como los buitres.

Los factores mencionados anteriormente indican que las rapaces representan un mayor nivel de riesgo, ya que cuanto mayor sea su tamaño, más grave será el daño que puede provocar. Las probabilidades de que esto ocurra serán mayores cuantos mayores sea el número de aves o animales de la misma especie. Las aves que vuelan a gran altitud constituyen también una gran amenaza, dado que su punto de llegada o de partida puede estar situado cerca del aeródromo (ANAC, 2013).

Se conoce que desde los inicios de la aviación los impactos con aves se presentaron como un evento posible, teniendo en cuenta que aves y aviones debían compartir el mismo espacio aéreo a nivel global, pero con el paso de los años las aves se convirtieron en una seria amenaza para la seguridad de los aviones y la vida de los pasajeros, a medida que los choques se hicieron más frecuentes y más graves (OACI, 1991).

A pesar de que una colisión contra un ave puede resultar en un daño significativo en la estructura de una aeronave, no hay que olvidar que es la bandada de aves la que se lleva las peores consecuencias (Iglesias y Roco 2007).

1.2. JUSTIFICACION

El riesgo que la avifauna representa ha sido uno de los retos más grandes para los biólogos encargados de la seguridad aeroportuaria en todos los aeropuertos del mundo, en donde se trata de encontrar soluciones ecológicas e inteligentes al problema sin tener que recurrir al sacrificio masivo e innecesario de animales (Garmendia et al 2011).

El Aeropuerto Internacional General Eloy Alfaro de Manta (AIGEAM) es un área en la que habitan las aves rapaces. Estas aves encuentran alimento, agua y refugio en los aeropuertos, siendo muy frecuente observar buitres en el entorno del aeropuerto. Esto hace que la convivencia de fauna y aeronaves en un mismo espacio sea complicada y que genere altas probabilidades de choques de aves con aviones provocando así incidentes y/o accidentes principalmente en los momentos de despegue y aterrizaje.

Para reducir este peligro es necesario entender la naturaleza de las aves rapaces que habitan dentro y alrededor del AIGEAM y clasificarlas numéricamente en base a la peligrosidad que representan, conociendo a la vez las horas del día, condiciones climáticas y focos de atracción (cobertura, alimentación y agua) que incrementan la abundancia y la riqueza de aves en las áreas aeroportuarias (Garmendia et al 2011).

Para este trabajo se estudiarán todas las especies de aves rapaces presentes en el AIGEAM que son:

- Las rapaces diurnas incluidas en las familias *Falconidae*, *Accipitridae* y *Pandionidae*,
- Las rapaces nocturnas incluidas en las familias *Tytonidae* y *Strigidae*.
- Las rapaces carroñeras de la familia *Cathartidae*.

1.3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿La presencia de aves rapaces en el Aeropuerto Internacional General Eloy Alfaro de Manta representa un riesgo para las operaciones de aviación?

1.4. HIPÓTESIS

La presencia de aves rapaces en el Aeropuerto Internacional General Eloy Alfaro de Manta representa un alto riesgo de impacto con las aeronaves durante las operaciones de aviación.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general

“Evaluar los riesgos de impacto con las aves rapaces presentes en el Aeropuerto Internacional General Eloy Alfaro de Manta.”

1.5.2. Objetivos específicos

- Identificar cuáles son las aves rapaces presentes en el Aeropuerto Internacional General Eloy Alfaro de Manta.
- Determinar las horas y el tipo de actividad de las aves rapaces en el Aeropuerto Internacional General. Eloy Alfaro de Manta.
- Calcular el índice de peligro aviario y los riesgos potenciales de las aves rapaces presentes en el Aeropuerto Internacional General Eloy Alfaro de Manta.

2. METODOLOGÍA

2.1. DESCRIPCIÓN DE ÁREA DE ESTUDIO

2.1.1. Ubicación

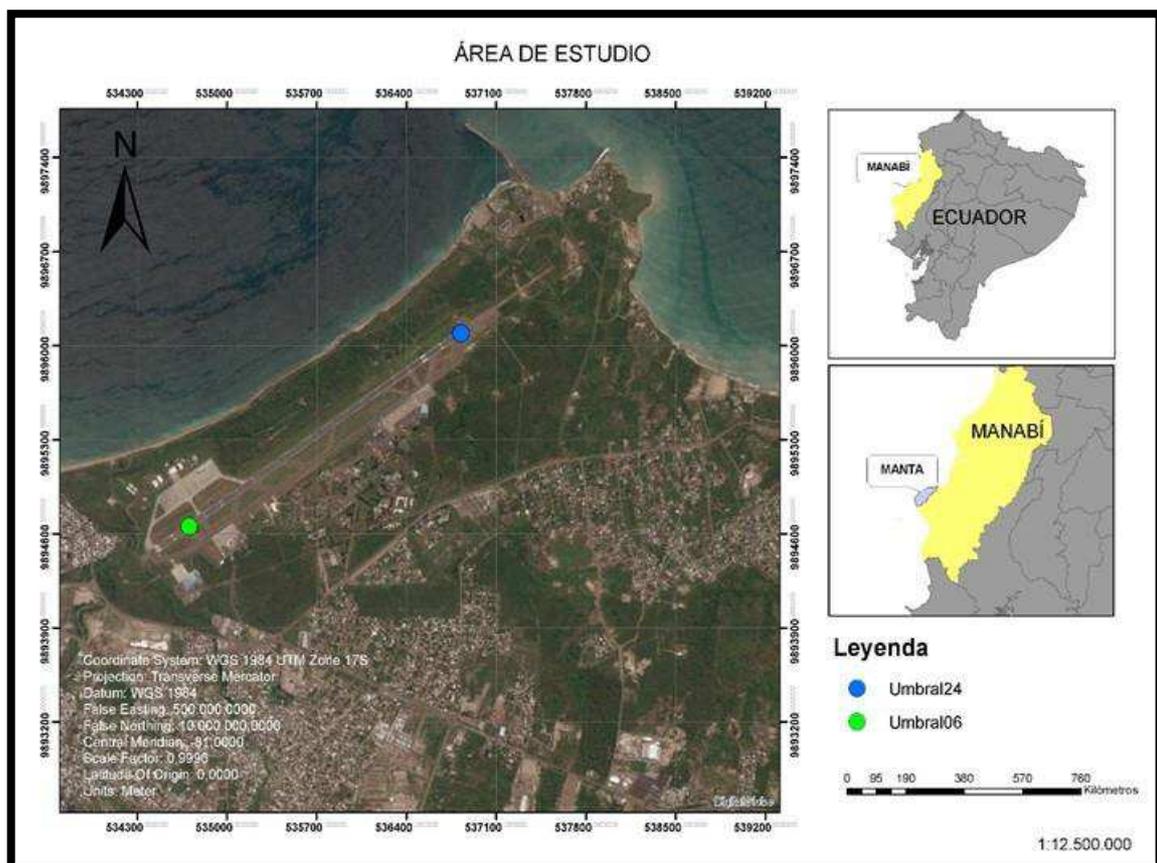


FIGURA 1 Ubicación del área en estudio

Fuente: SAS PLANET

El Aeropuerto Internacional General Eloy Alfaro de Manta (AIGEAM) se localiza 2 km al Este de la ciudad de Manta, provincia de Manabí, occidente ecuatoriano con coordenadas: 005646 S y 0804044 W. La zona de pista e instalaciones, corre en sentido este (cabecera 06) – noreste (cabecera 24), donde se ubican las pistas de despegue y aterrizaje, los terminales aéreos y más infraestructura destinada a la operación del aeropuerto, en un área estimada de 120,00 has. (Cadena, 2018)

2.1.2. Altitud

El AIGEAM se encuentra a una altitud de 15 m / 48 pies (msnm).

2.1.3. Límites

Se encuentran los siguientes límites:

Sur; bordeando la Avenida Puerto Aeropuerto y la nueva vía a Jaramijó

Nor-Occidente el Océano Pacífico,

Nor-Oriente, diferentes predios,

Sur-Oriente, diferentes propietarios.

Distancia a centros poblados: Portoviejo (37.4 Km), Montecristi (11 Km), Jaramijó (8 Km) San Mateo (18 Km). (Cadena, 2018)

2.1.4. ASPECTOS FÍSICOS

2.1.4.1. Clima

El clima del cantón Manta es Seco y Tropical de Sabana, con reducidas precipitaciones durante el año, gran parte de la cuales son originadas por los vientos monzónicos que acarrearán humedad procedente de la faja costera. (Cadena, 2018)

2.1.4.2. Temperatura

Sus temperaturas promedio es de 26,5°C a 32,0°C.

2.1.4.3. Precipitación

354,7 mm todo el año.

2.1.4.4. Humedad ambiental

Promedio anual de 84,6 %. No presenta mayor nubosidad debido a la topografía con baja altitud, por lo tanto, no hay presencia de neblina, recibe 801,6 horas – sol.

2.1.4.5. Dirección del Viento

Predominante del S a SW, y con menor frecuencia del WSW al WNW. Se evidencian dos estaciones: seca de junio a noviembre y lluviosa de diciembre a mayo.

2.1.4.6. Hidrología

El AIGEAM está ubicado en una meseta de depósitos aluviales consolidados. La red hidrográfica local se encuentra formando por la cuenca del río Manta; nace en el sector de San Ramón, entre las cotas de 300 a 350 msnm., recorre diferentes topografías, en su trayecto recibe aporte de diferentes esteros y quebradas estacionarios y cruza por el sector este de la ciudad de Manta, para desembocar en el Océano Pacífico. La cabecera del río Manta aporta con sedimentos cohesivos los que predominan limos arenosos. A 70 m de la cabecera 06 circula el río Muerto, un río contaminado y de desfogue de aguas servidas. (Cadena, 2018)

2.2. ASPECTOS BIÓTICOS

2.2.1. Vegetación

El área del AIGEAM tiene limitado valor agrícola y ganadero, debido a las condiciones del suelo y vegetación que en su mayoría es reducida matorral desértico (tipo chaparro), esto se debe a la deforestación desde los años 50 y quema de las especies nativas destinada a la producción de carbón vegetal. En las áreas planas y con pequeñas colinas desprovista casi en su totalidad de vegetación natural, se asemejan a pequeños desiertos, con vegetación xerofítica o halófito solamente interrumpida por la presencia de árboles aislados de Ceibos (*Ceiba trichistandra*), Cactus candelabro (*Armatocereus cartwrightianus*), Palo Santo (*Bursera graveolens*), rodeando las planicies Muyuyo (*Cordia lutea*), Arrayancillos (*Maytenus octogona*), Flor Ipomea (*Pes caprae*), Higuierilla (*Riscinus communis*), Heliotropo (*Heliotropum curassavicum*), Almendro (*Terminalia catappa*), Faique (*Acacia macracantha*) y hierbas espinosas asociadas con pasto natural donde remonta el ganado caprino. En lugares cercanos a la costa: desembocadura del río Manta, se presenta plantas escasas típicas de manglar y salitral como: Mangle blanco, Mangle jolí, Lechuguines de agua, Jacinto de río (EIA 2011).

2.2.2. Fauna

Existen varias especies presentes dentro del aeropuerto, desde fauna domestica como perros y gatos a una amplia diversidad de fauna silvestre, donde las aves son las más representadas. En una visita técnica de apenas tres días (4 - 6 de junio de 2018) ya se identificó varias especies:

En mamíferos se observó al “zorro” que se trata de *Zarigüeya* común (*Didelphis marsupialis*), pero personal del AIGEAM informó la presencia de “venados” probablemente se trata de Venado de cola blanca (*Odocoileus peruvianus*). En los otros grupos, se observó una serpiente muerta de la familia colubride, y abundante cantidad de insectos principalmente de los órdenes Lepidoptera, Coleoptera y Orthoptera.

De seguro la diversidad es mayor, para determinarla se requieren muestreos específicos y periódicos, pues si bien este tipo de fauna no es directamente de alta peligrosidad para las actividades aeronáuticas, muchas de estas especies, sí sirven de presa para animales más grandes y por ende con mayor peligrosidad. En solo tres días de monitoreo se identificaron 18 especies de aves dentro del AIGEAM. (Cadena, 2018)

2.2.3. Ecosistemas

El AIGEAM se encuentra dentro del Matorral Seco de la Costa, caracterizado por una combinación de condiciones cálidas y extremadamente secas. El Matorral Seco de la Costa cubre un área de 8,033 km² y está restringido al margen de la costa en el centro de Ecuador. En algunas áreas, hierbas introducidas para la crianza de ganado han reemplazado a las plantas nativas. En los hábitats más secos, son dominantes los cactus y otras plantas espinosas. (Cadena, 2018)

2.3. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos se elaboró un formato de registro que contará con las siguientes variables (Anexo 1):

- Hora de avistamiento
- Nombre común

- Nombre científico
- Ubicación en el mapa
- Actividad del ave
- Altura de vuelo
- Dirección de vuelo
- Cruce de pista
- Observaciones

2.3.1. Materiales

- Binoculares
- Formato de registro
- Esferos
- Tableros para hojas
- Chalecos reflectivos
- Identificación de visitante otorgada por el aeropuerto
- Guía de identificación aves del Ecuador de Robert S. Ridgely

2.4. RECONOCIMIENTO DEL LUGAR DE ESTUDIO

Se llevó a cabo una planificación preliminar que consistió en una visita previa al Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta mediante el reconocimiento del lugar.

En esta visita previa se identificaron los puntos donde posteriormente se realizó el monitoreo para un correcto registro de las aves en la ficha de monitoreo.

Se consideró tres puntos de muestreo con el objetivo de obtener información de las zonas de aterrizaje, despegue y tránsito de las aeronaves.

Estos puntos de muestreo fueron denominados como:

- Punto 1: ALFA
- Punto 2: BRAVO
- Punto 3: CHARLIE



FIGURA 2 Principal Infraestructura del Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta indicando cada uno de los puntos (Alfa, Bravo Charlie).

FUENTE: SAS PLANET

2.5. CARACTERIZACIÓN DE FOCOS DE ATRACCION

Una vez reconocido el lugar de estudio y gracias a información primaria obtenida directamente del AIGEAM, se pudieron identificar los siguientes sitios de atracción, detallándose de la siguiente manera:

Área de influencia: Bodega de trigo, Terrenos con vegetación y Terrenos con escombros.

Ámbito lejano: Botadero de basura-Divino Niño, Botadero de basura-Playita Mía, Estero el Burro, Estero el Muerto, Estero Jaramijó, Puerto Jaramijó, Puerto Atún, Eviscerado Playita Mía, Eviscerado Astillero Jaramijó, Autoridad portuaria.

2.6. DISEÑO DE MUESTREO Y REGISTRO DE DATOS

Para este monitoreo se empleó el método de conteo de punto (Bibby et al 1985; Bibby y Charlton 1991). Este método de censo es uno de los más eficientes en especial cuando la evaluación comprende una amplia área de estudio (Bibby et al 1993) y las aves difieren en muchas características como organización social, tamaño y hábitos (Koskimies y Vaisanen 1991).

El monitoreo se llevó a cabo dentro del AIGEAM, donde se realizó el conteo de aves en los tres puntos establecidos Alfa, Bravo y Charlie. Cada punto fue asistido por dos personas.

La recolección de datos se realizó en un tiempo de dos meses en el horario matutino de 6:00 am hasta las 12 pm y el segundo grupo del horario vespertino a las 12: 00 pm hasta las 6:00 pm los días martes, jueves y sábado.

Es importante recalcar que el estudio se realizó en los meses de octubre y noviembre para recoger suficientes datos de la temporada de verano donde se incluyeron las aves que migran en estas temporadas y que viajan a las costas del pacifico ecuatoriano con el fin de encontrar un hábitat adecuado para desarrollar su ciclo vital.

Para determinar las especies presentes en el AIGEAM, los estudiantes se ubicaron en sus puntos correspondientes y empezaron con la identificación de las aves con la ayuda de los binoculares, tratando de no recontar los individuos que ya habían sido contados. Posteriormente, los datos fueron registrados en el formato de aves.

Se contabilizaron todas las aves rapaces y se registró el tipo de actividad que estaban realizando. Estas actividades fueron clasificadas en cuatro tipos: perchando, en actividad de vuelo, desplazamiento en el suelo o alimentándose.

Para las aves que se encontraban volando, se registró su altura baja de (0 a 20 m), media de (20 a 50 metros) y alta de (50 metros en adelante).

La dirección del vuelo dependió del punto a realizar el monitoreo Norte, Sur, Este, Oeste, Noreste, Noroeste, Sureste y Suroeste.

Los puntos del monitoreo estuvieron separados por distancias prudentiales para registrar las diferentes aves en el formato y para que el registro de las aves no se duplique. Del punto alfa al punto bravo hay una distancia de 1.7 Km, y del punto bravo a Charlie existe una distancia de 1.7Km.

Así mismo para la identificación y monitoreo de las aves se trabajó con el libro Aves del Ecuador de Robert S. Ridgely, volumen I (2001).

2.7. CALCULO DE RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ESPECIES

2.7.1. Riqueza de especies

La riqueza de especies se expresa como el número de especies detectadas (Rau et al. 1998, Bibby et al. 2000). Para ello, se identificaron todas las especies de aves rapaces que fueron registradas, combinando todos los puntos de conteos en los que se realizó el monitoreo. Se indicó el nombre común de las especies identificadas y también su nombre científico.

Además, se clasificó cada una de estas especies según la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (2012) como se muestra en la Figura 3.

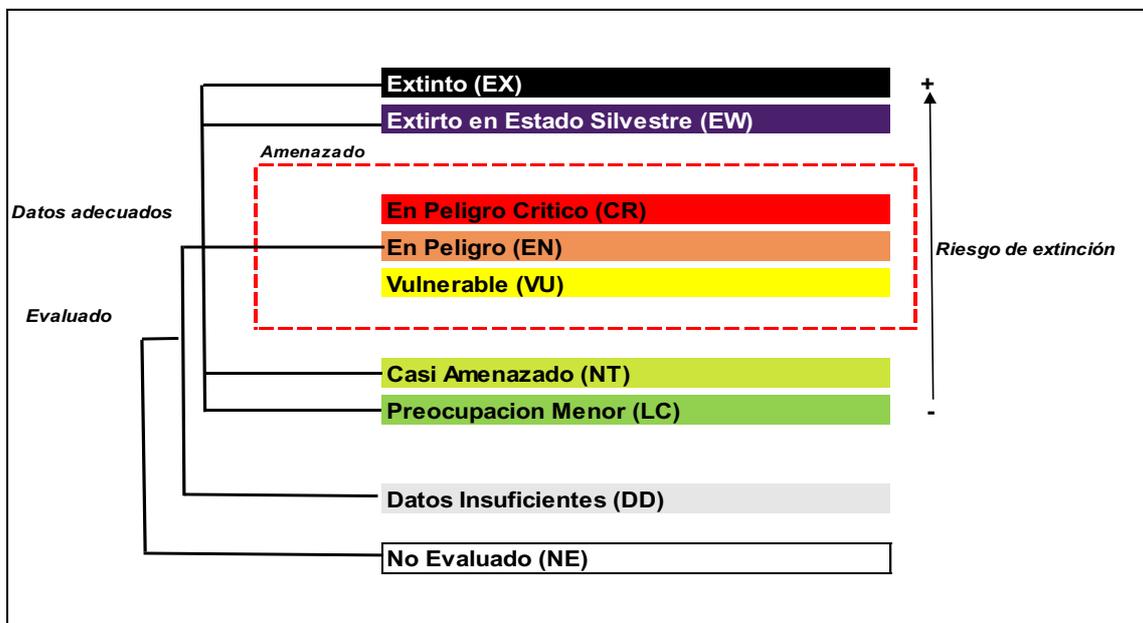


FIGURA 3 Categorías de Amenaza de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza)

FUENTE: UICN,2012

La fórmula para calcular la riqueza es:

$$S = \sum s$$

Donde:

S= Riqueza

s= número de especies

2.7.2. Abundancia de las especies

Con similar criterio, la abundancia se expresó de dos maneras. La primera como abundancia total que se obtuvo sumando cada individuo registrado de aves rapaces y la segunda como abundancia de cada especie, sumando todos los individuos separándolos por especies e indicando cuantos individuos se encontraron en cada uno de los puntos de conteo.

La fórmula para calcular la abundancia total es:

$$N = \sum n$$

Donde:

N= abundancia

n= números de individuos

La fórmula para calcular la abundancia de cada especie es:

$$N = \sum n_{sp}$$

Donde:

N= abundancia

n= números de individuos

2.8. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PELIGRO AVIARIO (IPA) Y RIESGOS POTENCIALES DE AVES RAPACES.

2.8.1. Índice de peligro aviario (IPA)

Para estimar el nivel de la incidencia que representan las aves rapaces en las actividades de aviación del AIGEAM, se realizó el IPA (índice de peligro aviario).

Martelli (2000), desarrolló un índice de peligro aviario (IPA) basado en la masa corporal, participación en colisiones y abundancia de cada especie de ave. Este autor subdividió cada variable en distintas categorías de importancia que son las siguientes:

- En este estudio la masa de las aves se dividió en tres categorías:
1 = bajo (menos de 95g)

2 = medio (entre 96-1050g)

3 = alto (más de 1051g)

- El grado de participación en colisiones reportadas se clasificaron en las siguientes categorías:
 - 1 = nula (sin reportes)
 - 2 = puntual (1 caso)
 - 3 = menor (2-4 casos)
 - 4 = frecuente (más de 5 casos)
- En el caso de la abundancia de cada especie se asignó las siguientes categorías basadas en el porcentaje del número estandarizado de individuos:
 - 1 = muy baja (menos de 5%)
 - 2 = baja (5-19%)
 - 3 = media (20-39%)
 - 4 = alta (40- 59%)
 - 5 = muy alta (más de 60%).

Finalmente, el valor del IPA se obtuvo multiplicando los valores de las tres categorías como muestra la siguiente formula:

IPA: (valor de masa corporal) + (valor de reporte de colisiones) + (valor de porcentaje de abundancia)

Los IPA con puntaje más alto representan a las aves con mayor riesgo de colisión.

2.8.2. Riesgos potenciales

Para calcular los riesgos potenciales de aves rapaces, se utilizó el método propuesto por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea de España (AESA, 2014). Para ello es necesario estimar, en primer lugar, la probabilidad de que un choque ocurra y el nivel probable de daño que cause, en función de la especie. Esta situación constituye un riesgo potencial, y fue utilizado para facilitar la evaluación de riesgos.

El riesgo potencial puede expresarse como Colisión con “especie X”. Algunos ejemplos son: colisión con buitres, colisión con búhos, colisión con gavilanes, colisión con halcones, etc.

Se utilizó la siguiente fórmula:

Riesgo potencial = (Probabilidad de colisión) x (Gravedad de los daños causados en función de la especie de ave).

2.8.2.1. Probabilidad de colisión

La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI, 2012) establece que para determinar la probabilidad de colisión se puede utilizar un factor cuantitativo utilizando el número de choques ocurridos con cada especie en los últimos años como una medida de probabilidad de posibles choques futuros.

Para que este proceso funcione de forma fiable el aeropuerto debe estar seguro de que los registros muestran la mayoría de los impactos que ocurren en el aeropuerto y que las especies de fauna implicadas son identificadas correctamente.

Asimismo, se tuvieron en cuenta los avistamientos que se produjeron, que incrementaron la probabilidad según el siguiente criterio: anualmente, por cada 100 avistamientos que se produjeron se contabilizaron como un impacto adicional. De esta forma, si un año se notifican 260 avistamientos y el siguiente 320, al realizar los cálculos de probabilidad se añadirán 2.6 impactos el primer año y 3.2 el segundo.

De esta manera, la fórmula para el cálculo de probabilidad es la siguiente:

Probabilidad de colisión: (número de choques ocurridos) + (1 impacto por cada 100 avistamientos de cada especie).

Una vez obtenidos los resultados de cada especie, se las va a clasificar de acuerdo con la tabla 1.

TABLA 1 Clasificación de probabilidad de colisión.

Probabilidad de colisión	
muy baja	0 - 0.2
baja	0.3 - 0.9
moderada	1.0 - 2.9
alta	3.0 - 10
muy alta	más de 10

FUENTE: AESA, 2014

2.8.2.2. Cálculo de la gravedad de los daños.

OACI (2012) propone como medida de la posible gravedad de los daños causados, la utilización de la masa de las especies implicadas, con una corrección debido a su tendencia a formar grupos.

Para aplicar esta metodología, se asigna a cada especie un factor que considere su masa y un factor que considere la tendencia a volar en bandadas y luego se utiliza la siguiente formula:

Gravedad de daños causados: (factor de masa corporal) x (factor de bandadas)

Los datos de la masa de las aves se obtienen del Manual de masas corporales aviares de John B. Dunning (2007). Una vez obtenidos los pesos, se procedió a clasificar las especies y a asignarles un valor de acuerdo a la tabla 2. De la misma manera se determinó la tendencia de vuelo de las especies y se les asignó una categoría con su factor según la tabla 3.

TABLA 2 Factor de Masa

Masa de la especie	Factor Masa
menos de 30 g	1
31 - 100 g	2
101 - 100 g	4
1 - 5 Kg	8
más de 5 Kg	16

FUENTE: AESA, 2014

TABLA 3 Factor de bandadas

Tamaño de bandada	Factor de bandada
En solitario	1
En bandadas dispersas	2
En bandadas concentradas	4

FUENTE: AESA, 2014

El producto de ambos factores dará como resultado un coeficiente o factor de gravedad, en función del cual se clasificará la gravedad que tendría un choque con un individuo de dicha especie. Se presenta a modo de ejemplo la siguiente clasificación:

TABLA 4 Clasificación de gravedad de daños causados.

Gravedad de daños causados	
Muy baja	1 a 2
Baja	4
Moderada	8
Alta	16
Muy alta	31 - 64

FUENTE: AESA, 2014

Una vez obtenidos los datos de probabilidad y gravedad de daño de cada especie, se aplicó la primera fórmula para así poder obtener los riesgos potenciales de las aves rapaces.

3. RESULTADOS

3.1. REGISTRO DE COLISIONES

El AIGEAM mantiene el registro de las colisiones a través de la herramienta ECCAIRS, llamado GRAPHER. Esta aplicación grafica todos los sucesos voluntarios y obligatorios ingresados al SDCPS (SISTEMA DE RECOLECCION Y PROCESAMIENTO DE DATOS DE SEGURIDAD OPERACIONAL). Esta base de datos registra colisiones con aves desde el mes de agosto del año 2011 hasta marzo del 2018.

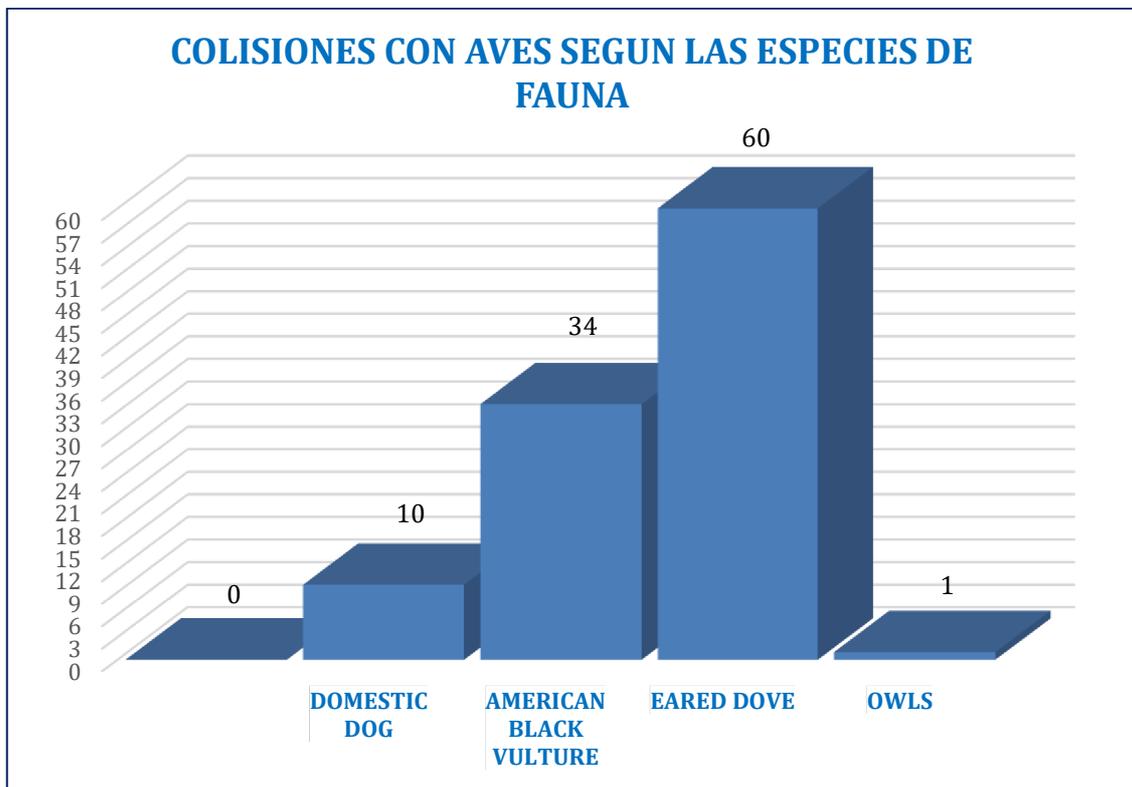


FIGURA 4 Datos sobre colisiones por cada especie del AIGEAM emitidos por el DAC (Dirección de Aviación Civil).

FUENTE: DAC, 2018

3.2. RIQUEZA DE ESPECIES

A continuación, en la tabla 5 se muestran las especies de aves rapaces registradas en el Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta. En total se encontraron 10 especies de aves rapaces de las cuales tres son especies migratorias (Águila pescadora, Halcón peregrino y Elanio coliblanco) y otra es una rapaz nocturna (Lechuza terrestre).

Se identificó el grado de amenaza de cada especie según la clasificación de la UICN (2012) y todas resultaron dentro de la categoría LC a nivel nacional que significa una preocupación menor.

TABLA 5 Total de especies de aves rapaces registradas en el Aeropuerto Internacional General Eloy Alfaro de Manta con su respectivo grado de amenaza según la UICN.

Nombre Común	Especie	Grado de amenaza
Águila Pescadora	<i>Pandion haliaetus</i>	LC
Caracara Norteño	<i>Caraca cheriway</i>	LC
Cernícalo Americano	<i>Falco sparverius</i>	LC
Elanio Coliblanco	<i>Elanus leucurus</i>	LC
Elanio Perla	<i>Gampsonyx swainsonii</i>	LC
Gallinazo	<i>Coragyps atratus</i>	LC
Gavilán	<i>Buteo polyosoma</i>	LC
Halcón peregrino	<i>Falco peregrinus</i>	LC
Halcón reidor	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	LC
Lechuza	<i>Athene cunicularia</i>	LC

Fuente: Autores

3.3. ABUNDANCIA DE ESPECIES

La abundancia total de aves rapaces registradas dentro del AIGEAM fue de 4143 individuos.

La figura 5 muestra la abundancia por cada especie de ave rapaz registrada en los monitoreos realizados en el AIGEAM. La especie más abundante fue el gallinazo, seguida del gavilán y del cernícalo americano.

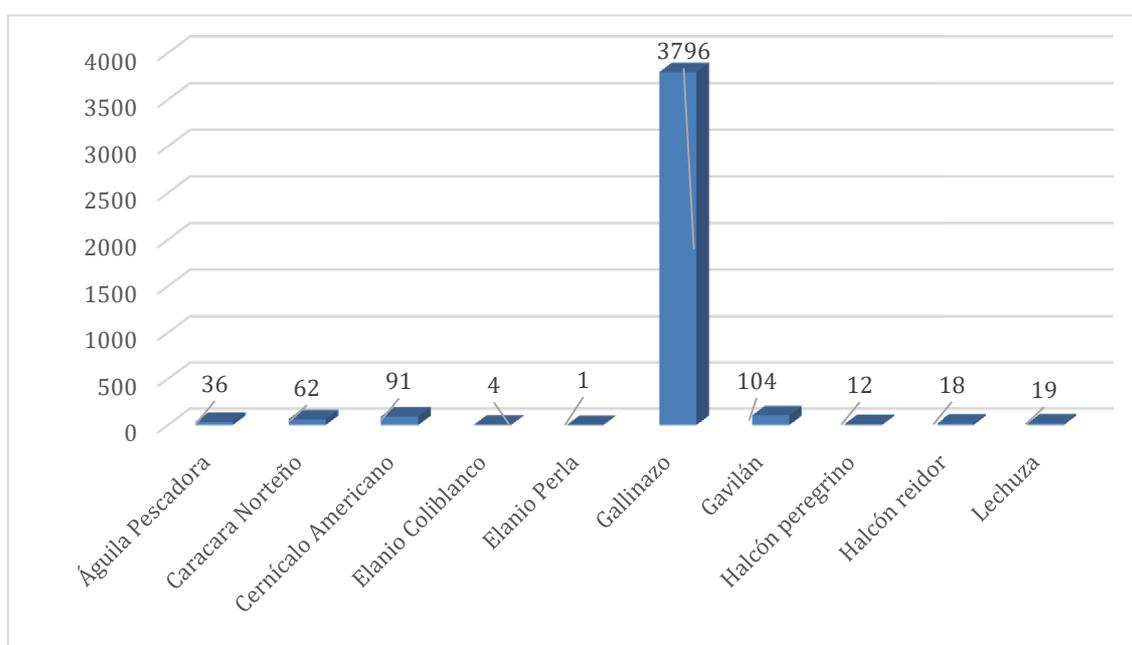


FIGURA 5 Abundancia por cada especie de ave rapaz encontrada dentro del Aeropuerto Internacional General Eloy Alfaro de Manta.

FUENTE: Autores

A continuación, se muestra la abundancia de individuos en cada uno de los puntos de conteo (Alfa, Bravo y Charlie). La Tabla 6 muestra que la mayoría de individuos fueron registrados en el punto Charlie, aunque analizando por especies, la mayoría fueron registradas en mayor abundancia en el punto Alfa. En el punto Bravo solo una especie fue la más registrada.

TABLA 6 Abundancia de las especies de rapaces registradas en los tres puntos de muestreo (Alfa, Bravo y Charly) del Aeropuerto Internacional General Eloy Alfaro de Manta. Los valores resaltados indican dónde la especie fue registrada un mayor número de veces.

ESPECIE	PUNTO ALFA	PUNTO BRAVO	PUNTO CHARLIE
Águila Pescadora	2	4	30
Caracara Norteño	9	39	14
Cernícalo Americano	54	16	21
Elanio Coliblanco	2	-	2
Elanio Perla	1	-	-
Gallinazo	1230	970	1596
Gavilán	59	21	24
Halcón peregrino	8	-	4
Halcón reidor	1	8	9
Lechuza	19	-	
Total	1385	1058	1700

Fuente: Autores

Se analizaron estos puntos mediante visitas técnicas en compañía del controlador de aproximación radar del aeropuerto Internacional General Eloy Alfaro de Manta.

Punto alfa: De vegetación arbórea, se encontraron ecosistemas acuáticos como canales de riego y cerca de este punto queda ubicada una bodega de trigo Ciudad Rodrigo

Punto Bravo: de bosque seco, rodea la línea costera.

Punto Charlie: Terreno con vegetación seca, en las áreas aledañas se encuentra ubicado un laboratorio de larvas de camarón Melarvas, la playa punta blanca, y el laboratorio de crías de camarón.

3.4. HORAS DE ACTIVIDAD DE AVES RAPACES

En las siguientes figuras se muestran los resultados de la determinación de las horas pico en que las aves rapaces muestran mayor actividad. Se presentan gráficos separando las 10 especies registradas, mostrando en cada uno de estos la actividad (alimentándose, desplazándose en el suelo, perchando o volando) y la hora en la que la realiza.

Se puede apreciar como muchas especies presentan cierta actividad a primera hora de la mañana, entre 6 y 8 am, y posteriormente de 12 pm a 15 pm es cuando se registra la mayor actividad en la mayoría de ellas. En el caso de la Lechuza terrestre se destaca que se registraron avistamientos en las horas centrales del día (Fig. 15), Esto es muy interesante ya que esta especie es de hábitos nocturnos.

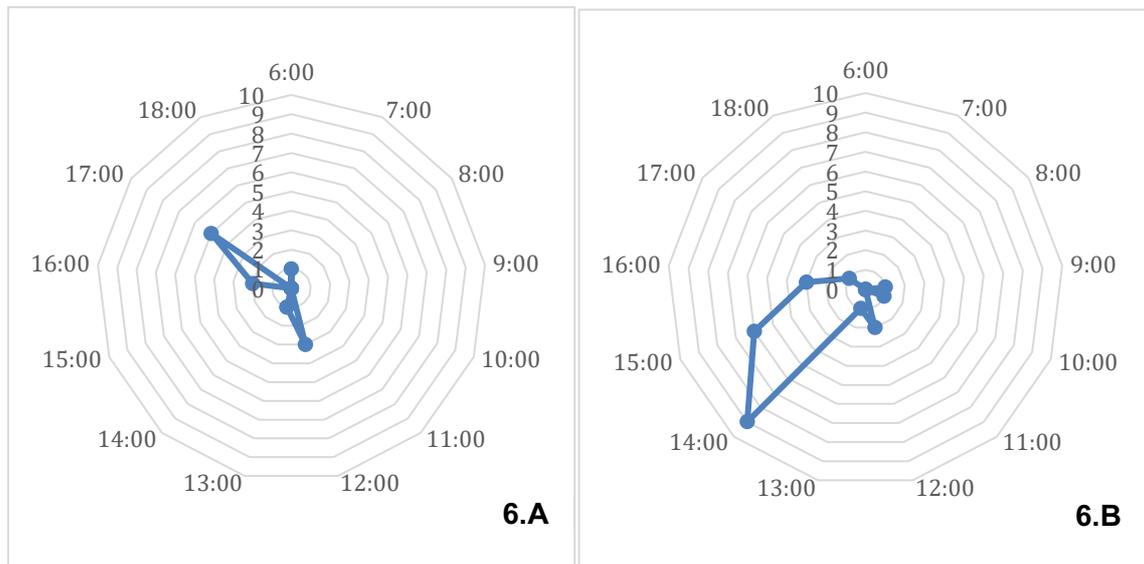


FIGURA 6 Horas de actividad del Águila pescadora en el Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta. 6.A(Perchando) 6.B(Volando).

Fuente: Autores

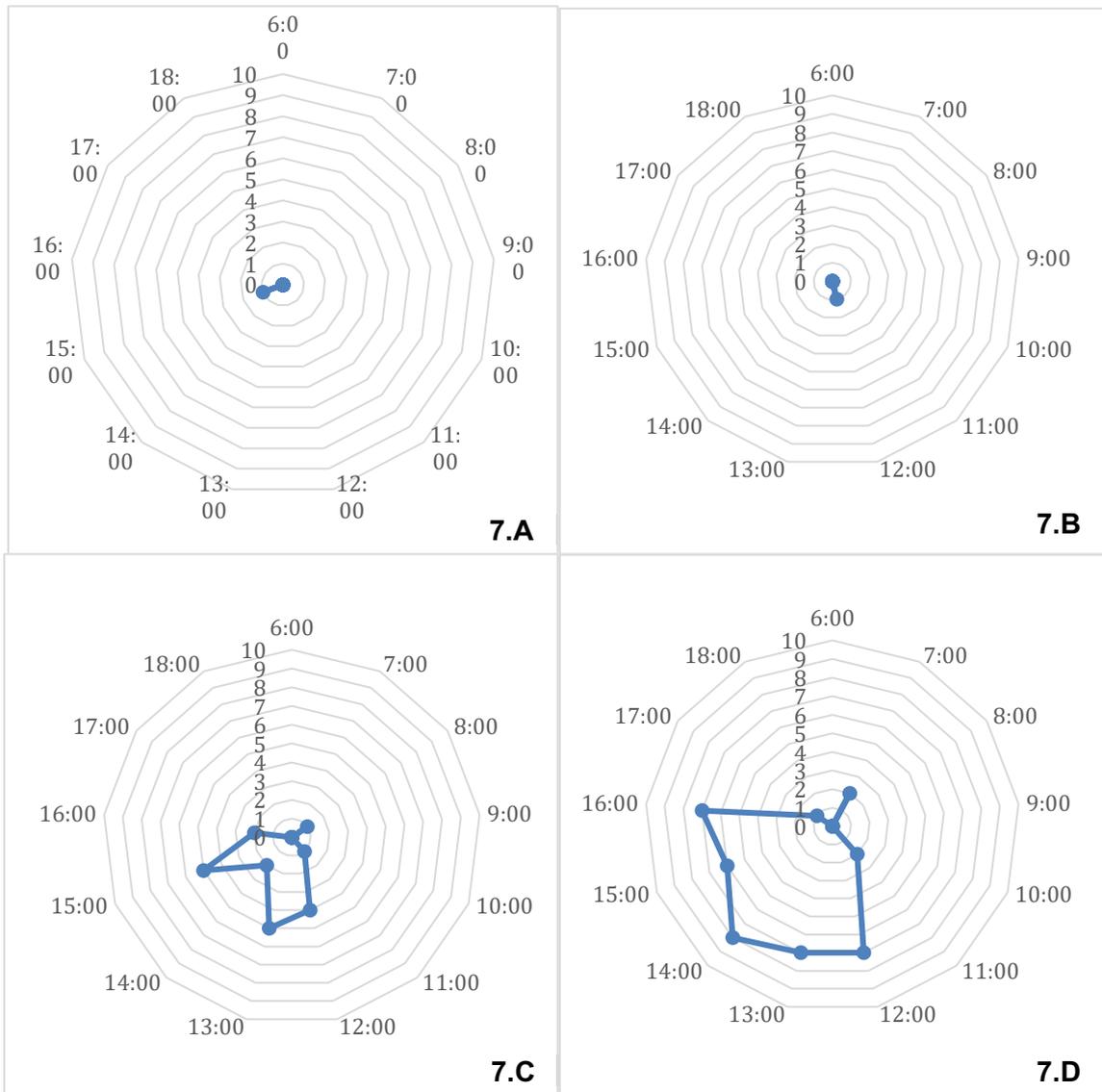


FIGURA 7 Horas de actividad del Caracara Norteño en el Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta. 7.A(Alimentación) 7.B(Desplazamiento en el suelo) 7.C (Perchando) 7.D (Volando).
FUENTE: Autores

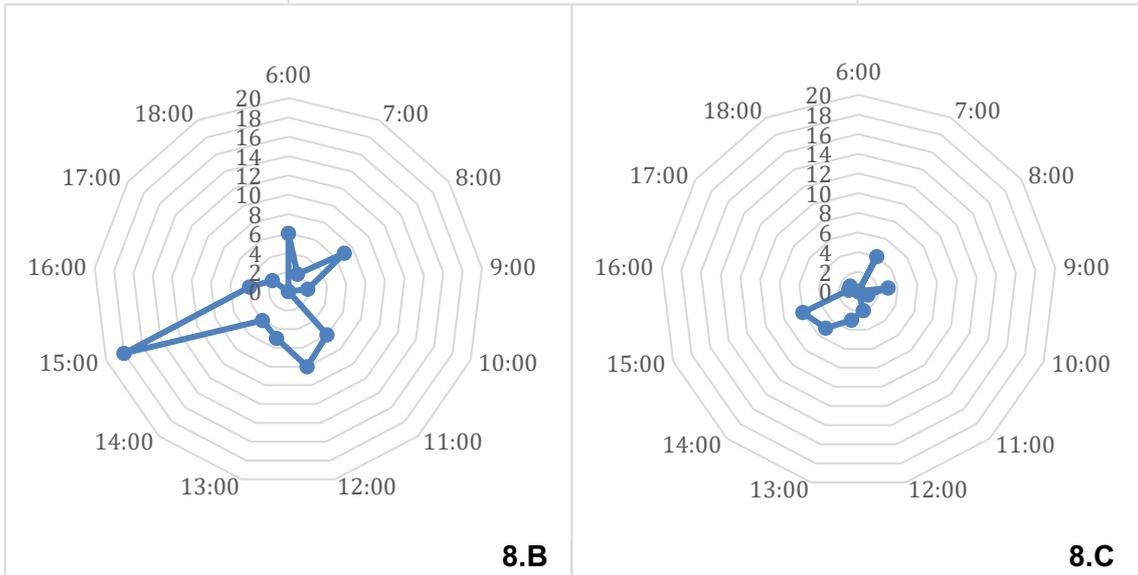
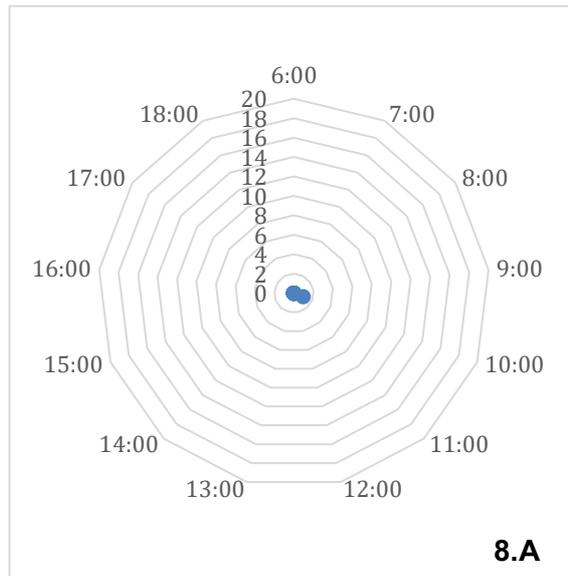


FIGURA 8 Horas de actividad del Cernícalo americano en el Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta. 8.A(Desplazamiento en el suelo) 8.B(Perchando) 8.C(Volando)

FUENTE: Autores

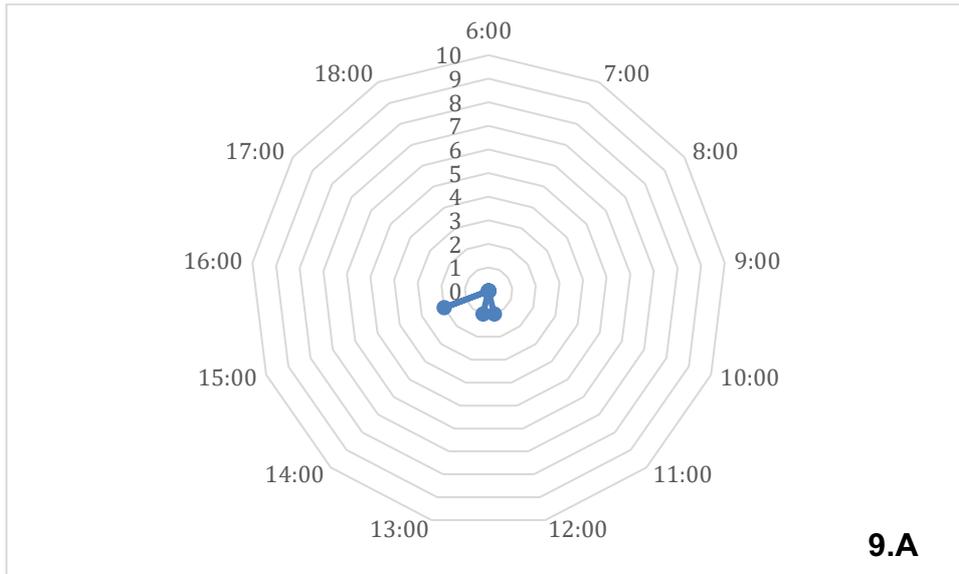


FIGURA 9 Horas de actividad Elanio Coliblanco en el Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta. 9.A (Volando).
FUENTE: Autores

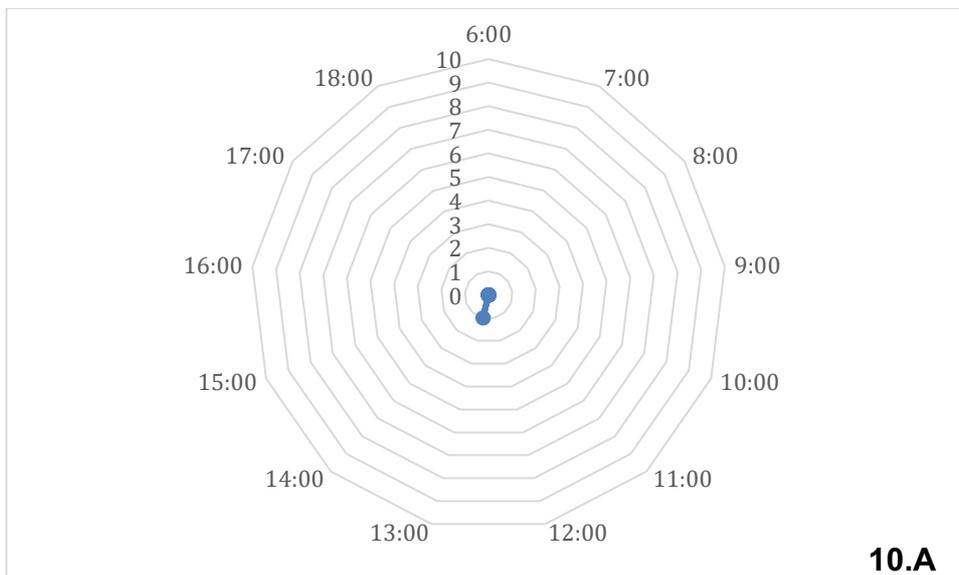


FIGURA 10 Horas de actividad Elanio Perla en el Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta. 10.A (Perchando).
FUENTE: Autores

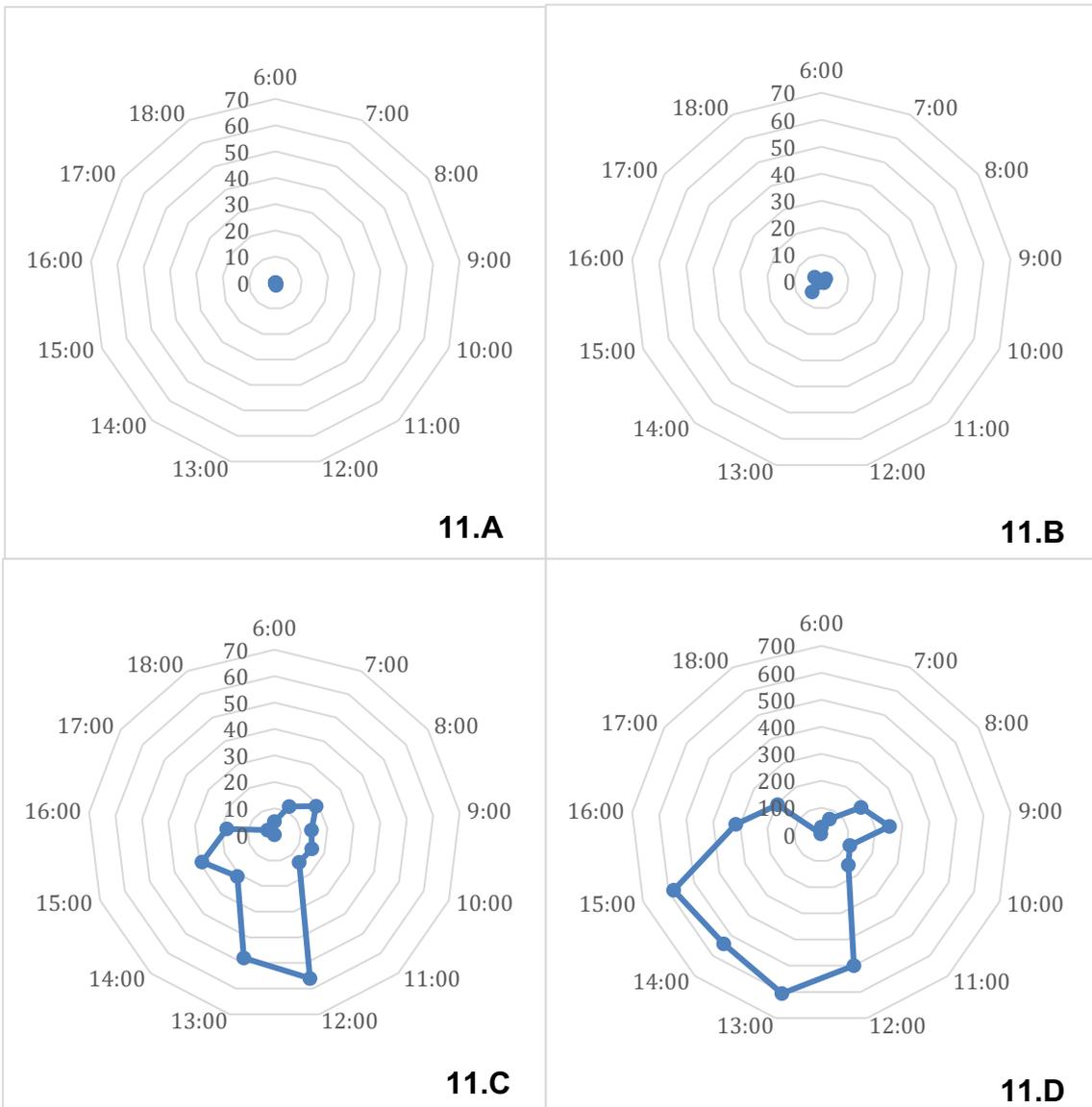


FIGURA 11 Horas de actividad del Gallinazo en el Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta. 11.A(Alimentación) 11.B(Desplazamiento en el suelo) 11.C (Perchando) 11.D(Volando). Nótese que la Figura D muestra datos un orden de magnitud superior.
FUENTE: Autores

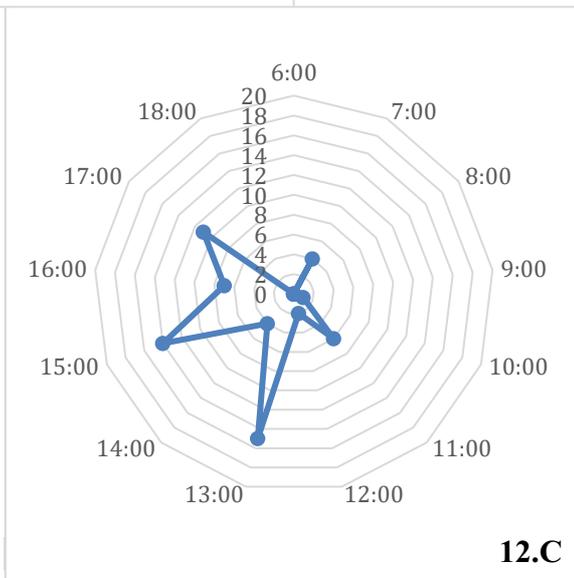
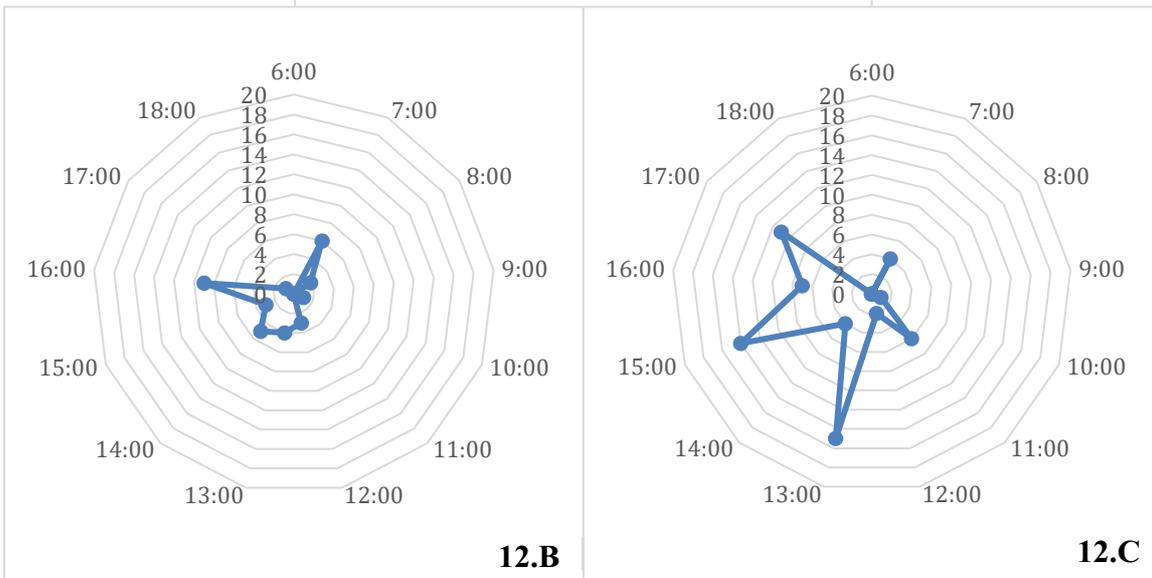
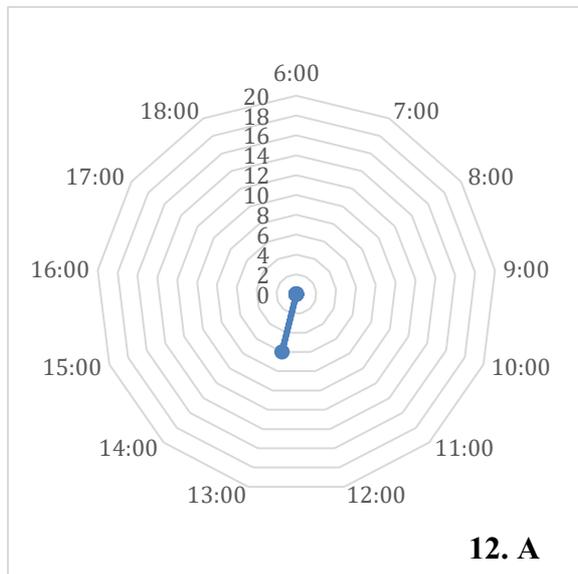


FIGURA 12 Horas de actividad del Gavilán variable en el Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta. 12.A(Desplazamiento en el suelo) 12.B(Perchando) 12.C (Volando)
Fuente: Autor

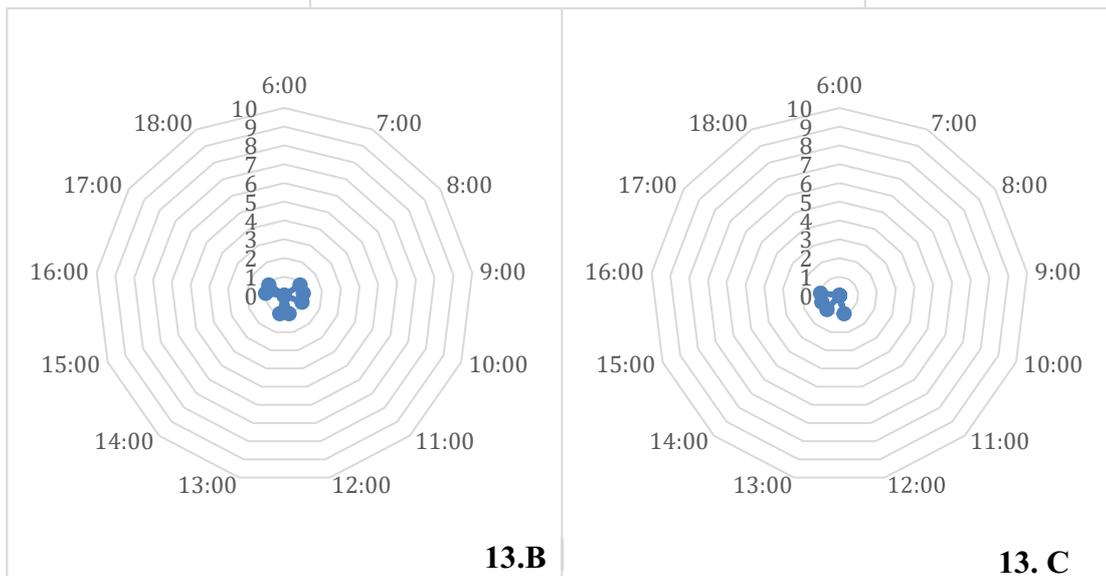
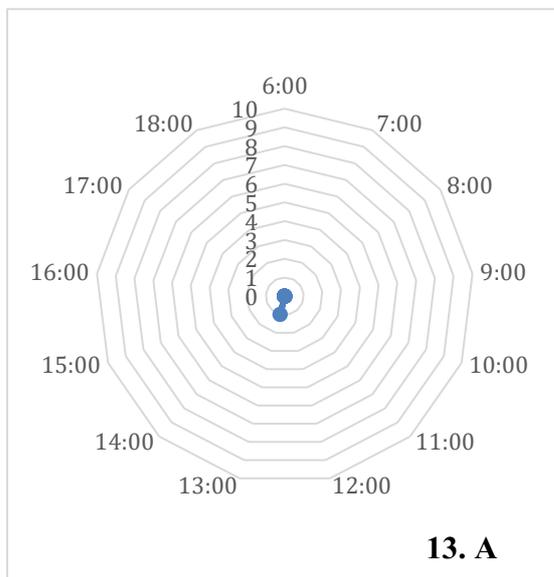


FIGURA 13 Horas de actividad del Halcón peregrino en el Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta. 13. A (Desplazamiento en el suelo) 13.B(Perchando) 13.C (Volando)
Fuente: Autores

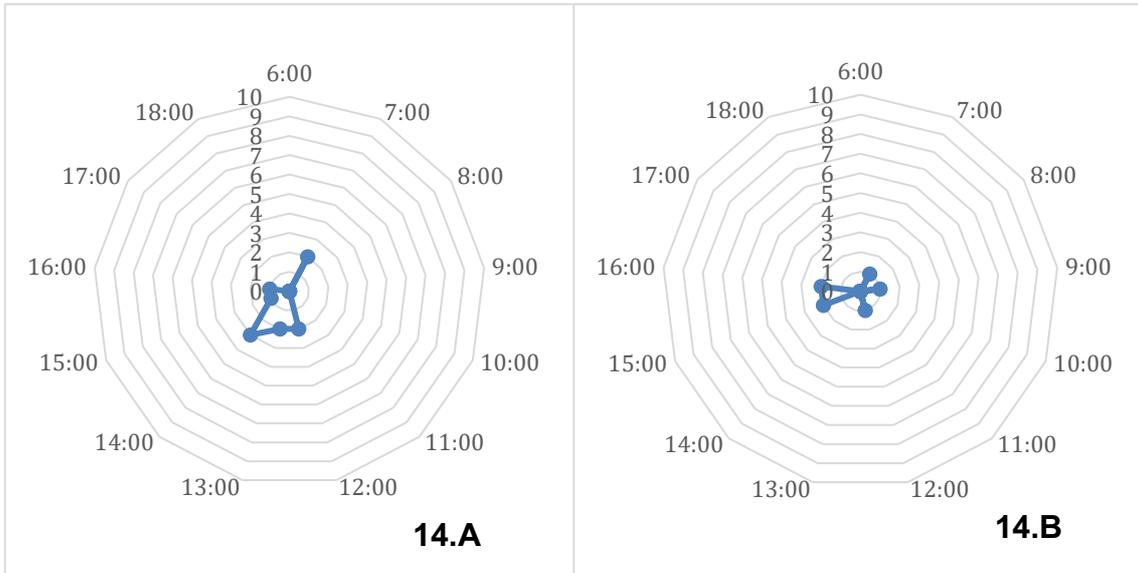


FIGURA 14 Horas de actividad del Halcón reidor en el Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta. 14.A(Perchando) 14.B(Volando).
FUENTE: Autores

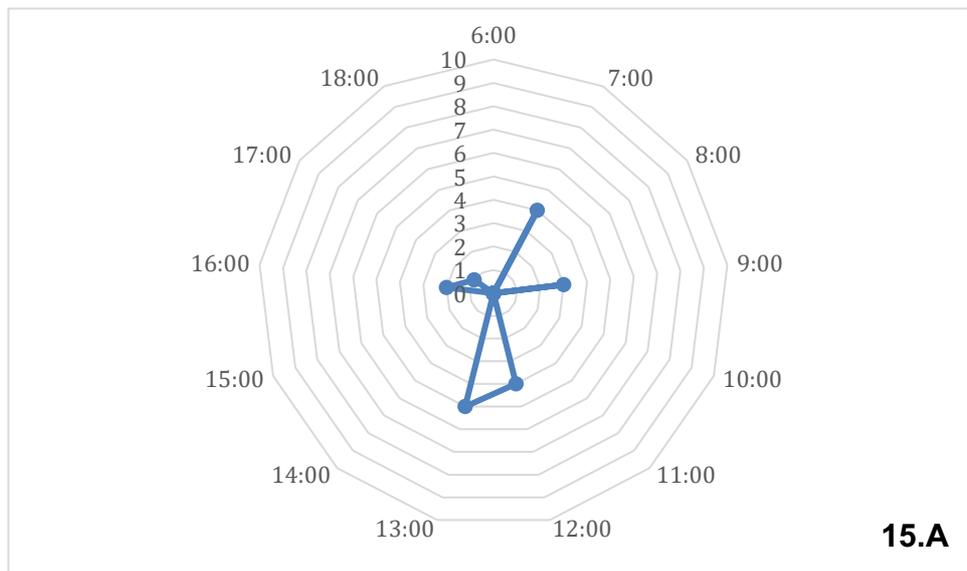


FIGURA 15 Horas de actividad de la Lechuza terrestre en el Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta. 15.A (Volando).
FUENTE: Autores

3.5. TIPO DE ACTIVIDAD DE AVES RAPACES

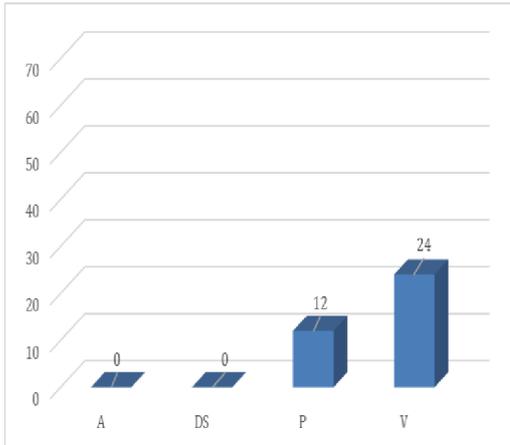


FIGURA 16 Tipo de actividad del Águila pescadora (A: alimentación, DS: desplazamiento del suelo, P: perchando y V: volando)
FUENTE: Autores

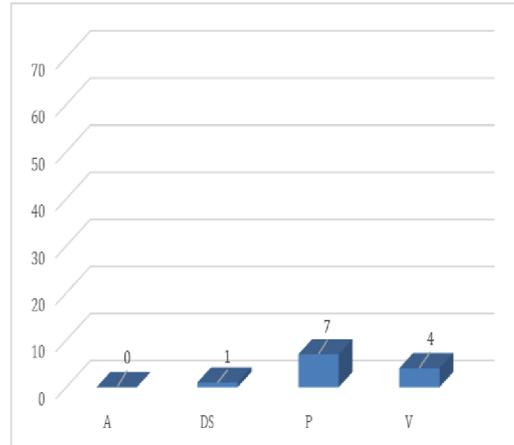


FIGURA 17 Tipo de actividad del Halcón Peregrino (A: alimentación, DS: desplazamiento del suelo, P: perchando y V: volando).
FUENTE: Autores

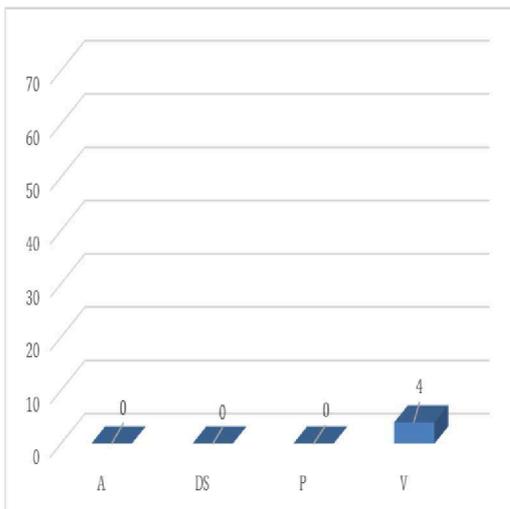


FIGURA 18 Tipo de actividad del Elanio Coliblanco (A: alimentación, DS: desplazamiento del suelo, P: perchando y V: volando).
FUENTE: Autores

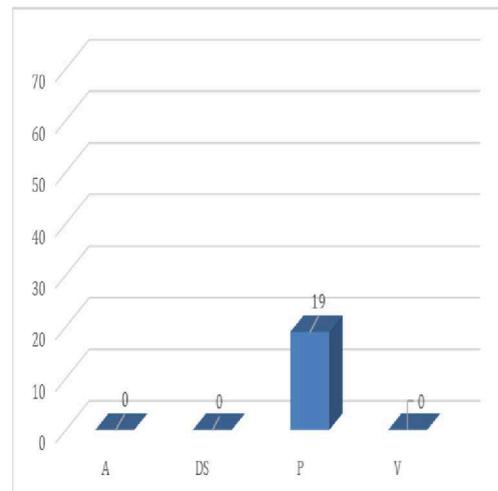


FIGURA 19 Tipo de actividad de Lechuza Terrestre (A: alimentación, DS: desplazamiento del suelo, P: perchando y V: volando).
FUENTE: Autores

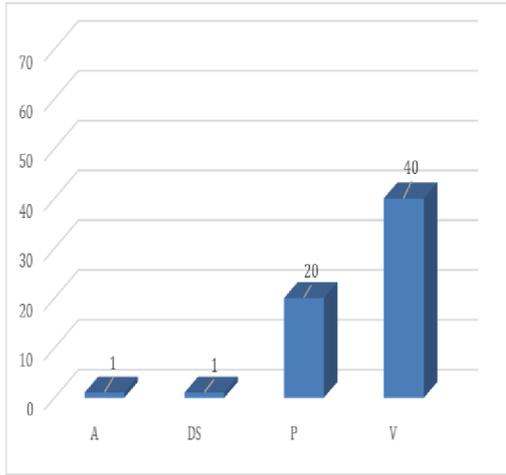


FIGURA 20 Tipo de actividad del Caracara Norteño (A: alimentación, DS: desplazamiento del suelo, P: perchando y V: volando).
FUENTE: Autores

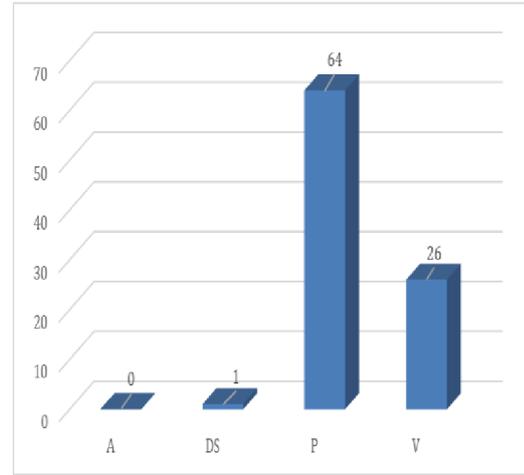


FIGURA 21 Tipo de actividad del Cernícalo Americano (A: alimentación, DS: desplazamiento del suelo, P: perchando y V: volando).
FUENTE: Autores

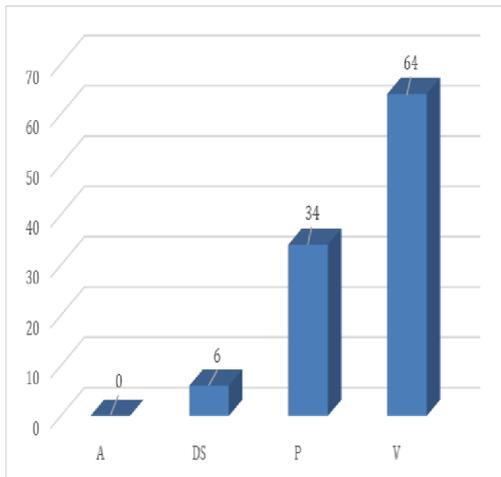


FIGURA 22 Tipo de actividad del Gavilán variable (A: alimentación, DS: desplazamiento del suelo, P: perchando y V: volando).
FUENTE: Autores

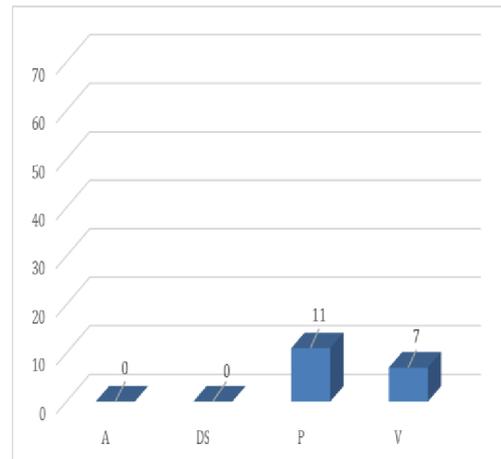


FIGURA 23 Tipo de actividad del Halcón Reidor (A: alimentación, DS: desplazamiento del suelo, P: perchando y V: volando).
FUENTE: Autores

Por último, podemos observar en la figura 24 las actividades del gallinazo. La mayoría de los avistamientos de esta especie se dieron cuando el ave estaba volando. También se las observo perchando una gran cantidad de veces. Se

registraron desplazándose en el suelo un total de 14 veces y alimentándose 1 vez en el punto Bravo.

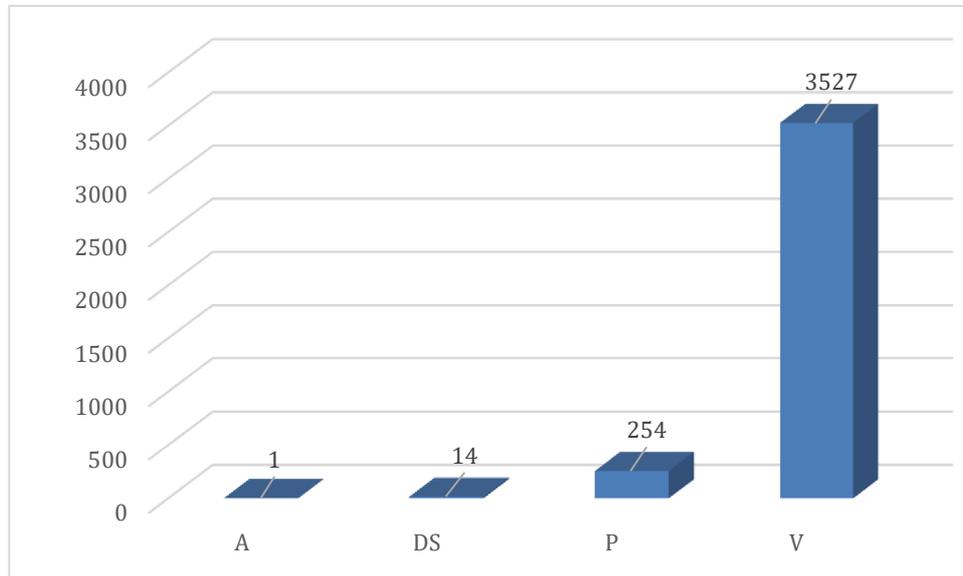


FIGURA 24 Tipo de actividad del Gallinazo (A: alimentación, DS: desplazamiento del suelo, P: perchando y V: volando).

FUENTE: Autores

Respecto al Elanio Perla solo se registró un individuo que se encontraba perchando en el punto Alfa.

3.6. INDICE DE PELIGRO AVIARIO (IPA)

Como se mencionó anteriormente, para calcular el IPA se multiplica masa corporal, colisiones y abundancia. Para ello, primero se clasificaron estas variables en varias subcategorías y se les otorgó un valor como se indica en la metodología.

En la tabla 7 se observa el valor otorgado a cada especie según su masa. Se observa que las especies con mayor masa son el Águila pescadora, Caracara Norteño y el Gallinazo.

TABLA 7 Valor de cada especie según su masa corporal.

ESPECIE	MASA CORPORAL	VALOR
Águila pescadora	M1403g / F1568g	3
Caracara norteño	M1117g / F1229g	3
Cernícalo americano	M168g / F186g	2
Elanio coliblanco	346g	2
Elanio perla	92.5g	1
Gallinazo	M2172g / F1989g	3
Gavilán variable	M696g / F880g	2
Halcón peregrino	M611g / F952g	2
Halcón reidor	M620g / F715g	2
Lechuza terrestre	214g	2

FUENTE: Autores

Continuando con la metodología, también se determinó un valor a cada especie según el reporte de colisiones del AIGeam como muestra la tabla 8. En esta tabla observamos que la especie con mayor registro de colisión fue el Gallinazo.

TABLA 8 Valor de cada especie según el reporte de colisiones

ESPECIE	REPORTE DE COLISIONES	VALOR
Águila pescadora	0	1
Caracara norteño	0	1
Cernícalo americano	0	1
Elanio coliblanco	0	1
Elanio perla	0	1
Gallinazo	34	4
Gavilán variable	0	1
Halcón peregrino	0	1
Halcón reidor	0	1
Lechuza terrestre	1	2

FUENTE: Autores

Por último, con los datos ya obtenidos anteriormente, se sacó un porcentaje de abundancia por cada especie y se les otorgó un valor como se muestra en la tabla 9.

TABLA 9 Valor de cada especie según el porcentaje de abundancia.

ESPECIE	PORCENTAJE DE ABUNDANCIA	VALOR
Águila pescadora	0,87%	1
Caracara norteño	1,50%	1
Cernícalo americano	2,20%	1
Elanio coliblanco	0,10%	1
Elanio perla	0,02%	1
Gallinazo	91,62%	5
Gavilán variable	2,51%	1
Halcón peregrino	0,29%	1
Halcón reidor	0,43%	1
Lechuza terrestre	0,46%	1

FUENTE: Autores

Ahora sí, los valores ya obtenidos se multiplicaron y así se obtuvo el IPA de cada especie como se muestra en la Tabla 10 podemos observar que la especie con el índice de peligro aviario más alto es el gallinazo. Las demás especies estudiadas representan un IPA muy bajo comparado al de los gallinazos.

TABLA 10 Resultados del Índice de Peligro Aviario de las especies de aves rapaces registradas en el Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta.

ESPECIE	MASA	COLISIONES	ABUNDANCIA	IPA
Águila pescadora	3	1	1	3
Caracara norteño	3	1	1	3
Cernícalo americano	2	1	1	2
Elanio coliblanco	2	1	1	2
Elanio perla	1	1	1	1
Gallinazo	3	4	5	60
Gavilán variable	2	1	1	2
Halcón peregrino	2	1	1	2
Halcón reidor	2	1	1	2
Lechuza terrestre	2	2	1	4

FUENTE: Autores

3.7. RIESGOS POTENCIALES

Para evaluar los riesgos potenciales hemos determinado la probabilidad de colisión de cada especie y la gravedad de los daños causados, a partir de los datos obtenidos en los muestreos y de la información sobre colisiones reportada por el Aeropuerto Internacional General Eloy Alfaro de Manta.

3.7.1. Probabilidad de colisión.

De acuerdo a la tabla 11 de probabilidad, el gallinazo es la especie con la probabilidad de colisión más alta. Por otro lado, la lechuza terrestre y el gavilán variable tienen una probabilidad de colisión moderada.

TABLA 11 Resultados de probabilidad para el cálculo de riesgos potenciales de aves rapaces en el Aeropuerto Internacional General Eloy Alfaro de Manta.

Especie	Número de choques	1 impacto por cada 100 avistamientos	PROBABILIDAD	CRITERIO
Águila pescadora	0	0	0	muy baja
Caracara norteño	0	0	0	muy baja
Cernícalo americano	0	0	0	muy baja
Elanio coliblanco	0	0	0	muy baja
Elanio perla	0	0	0	muy baja
Gallinazo	34	37	71	muy alta
Gavilán	0	1	1	moderada
Halcón peregrino	0	0	0	muy baja
Halcón reidor	0	0	0	muy baja
Lechuza terrestre	1	0	1	moderada

FUENTE: Autores

El número de choques se determinó mediante la figura 4, en la cual se registran las colisiones ocurridas en el AIGEAM. El número de avistamientos para el cálculo de 1 impacto por cada 100 avistamientos, como indica la metodología, se muestra en la siguiente tabla.

TABLA 12 Avistamientos de especies

Especie	Avistamientos
Águila pescadora	36
Caracara norteño	62
Cernícalo americano	91
Elanio coliblanco	4
Elanio perla	1
Gallinazo	3796
Gavilán	104
Halcón peregrino	12
Halcón reidor	18
Lechuza terrestre	19

FUENTE: Autores

3.7.2. Gravedad

Para calcular el factor masa y el factor bandadas fue necesario, en primer lugar, determinar el peso de las especies para luego clasificarlas de acuerdo a la tabla 2 y así obtener el valor de su categoría. De la misma manera se tuvo que determinar la tendencia de estas aves para volar (en solitario, bandadas dispersas o bandadas concentradas) y asignarles su categoría y valor según la tabla 3. Una vez obtenidos los dos factores mencionados anteriormente, se procedió a multiplicarlos para así obtener la gravedad de las aves rapaces.

TABLA 13 Resultados de gravedad para el cálculo de riesgos potenciales de aves rapaces en el Aeropuerto Internacional General Eloy Alfaro de Manta.

Especie	factor masa	factor bandada	GRAVEDAD	CRITERIO
Águila pescadora	8	1	8	moderada
Caracara norteño	8	1	8	moderada
Cernícalo americano	4	1	4	baja
Elanio coliblanco	4	1	4	baja
Elanio perla	2	1	2	muy baja
Gallinazo	8	2	16	alta
Gavilán	4	1	4	baja
Halcón peregrino	4	1	4	baja
Halcón reidor	4	1	4	baja
Lechuza terrestre	4	1	4	baja

FUENTE: Autores

Según la tabla 13 de la gravedad de los daños, el gallinazo es una especie de gravedad alta. El Águila pescadora y el Caracara norteño son de gravedad moderada.

Por último, en la tabla 14 se muestran los resultados de los riesgos potenciales de cada especie de ave rapaz siendo el gallinazo la especie con mayor riesgo potencial dentro del AIGEAM.

TABLA 14 Resultados de riesgos potenciales de aves rapaces en el Aeropuerto Internacional General Eloy Alfaro de Manta.

ESPECIE	PROBABILIDAD DE COLISION	GRAVEDAD DE DAÑOS CAUSADOS	RIESGO POTENCIAL
Águila pescadora	0	8	0
Caracara norteño	0	8	0
Cernícalo americano	0	4	0
Elanio coliblanco	0	4	0
Elanio perla	0	2	0
Gallinazo	71	16	1136
Gavilán	1	4	4
Halcón peregrino	0	4	0
Halcón reidor	0	4	0
Lechuza terrestre	1	4	4

FUENTE: Autores

4. DISCUSIÓN

De acuerdo a los monitores realizados, se registró una cantidad de 10 especies de aves rapaces presentes en el aeropuerto (tabla 5). Mientras que, en el Aeropuerto Carriel Sur de Talcahuano de Chile, se registró una cantidad de 4 especies de aves rapaces, dentro de ellas el gallinazo de cabeza negra (*Coragyps atratus*), el gallinazo cabeza roja (*Cathartes Aura*), el Halcón peregrino (*Falco peregrinus*) y el cernícalo americano (*Falco Sparverius*), todas ellas encontradas también en el AIGEAM. La presencia de aves rapaces en los aeropuertos se deriva a que los pastizales dentro de los aeropuertos pueden sostener una alta densidad de roedores silvestres (Witmer & Fantinato 2003) y, de ahí, atraer a varias especies de aves rapaces que se alimentan de ellos. Además, la amplia diversidad de otras aves atraería también a varias especies de aves ornitófas.

La diferencia de riqueza entre estos dos aeropuertos se puede deber a que el AIGEAM está influenciado por la franja costera que brinda cualidades como hábitat y alimento que resultan atractivos para muchas especies de aves.

Dentro de las 10 especies registradas, pudimos detectar tres especies de aves rapaces consideradas migratorias que son el Halcón Peregrino (*Falco Peregrinus*), el Elanio Coliblanco (*Elanus Leucurus*) y el Águila Pescadora (*Pandion Haliaetus*). La presencia de estas aves migratorias se debe a que como se mencionó anteriormente, el aeropuerto se encuentra cerca de la zona costera, y lo convierte en una zona de parada para estas aves, teniendo en cuenta que el aeropuerto se encuentra en su trayectoria de vuelo.

En cuanto a abundancia, en el AIGEAM, se observó un total de 4143 individuos en los meses de octubre y noviembre en los tres puntos de muestreos. La especie más abundante fue el gallinazo (*Coragyps atratus*) con 3796 individuos y el punto donde esta especie registró mayor abundancia fue Charlie con 1596 individuos. Esto se le puede atribuir a varios de los focos de atracción que se encuentran en esa zona como Puerto atún, botaderos de basura y Puerto Jaramijó.

Un estudio del Aeropuerto Internacional Augusto. C. Sandino de Nicaragua muestra la abundancia detectada en dos puntos: Este y Oeste. En el punto Este

registraron 4201 individuos de la especie gallinazo (*Coragyps atratus*) y en el Oeste 4384 individuos, (Duarte y Green, 2015). Por otro lado, en el Aeropuerto De Chile también es destacable la presencia de esta especie.

Según Parmelee (1954), uno de los factores ecológicos más importantes que hacen que el número de gallinazos sea mayor, es la abundancia de comida en los sitios de alimentación y la cercanía de estos con los sitios de descanso.

En cuanto a horas y actividades, el gallinazo (*Coragyps atratus*), presentó mayor actividad de vuelo entre 12:00 pm hasta las 15:00pm. Este comportamiento se puede deber a que aprovechan vientos con densidad baja por las altas temperaturas para el planeo y así poder explorar las zonas en busca de alimento o para movilizarse de un lugar a otro. (Garmendia et al. 2011). Además, a esto se le añade que son una especie carroñera que se ve atraída por alimentos en descomposición, botaderos de basura o animales muertos en proceso de putrefacción y poseen un olfato agudo para detectar alimentos con altas temperaturas. (Aves y conservación, 2007).

Observando los resultados del cálculo del IPA, se pudo determinar que la especie con mayor riesgo de colisión es el Gallinazo (*Coragyps atratus*) con un IPA de 60, un valor muy alto comparado con el IPA del resto de especies que varió de 1 a 4. En el estudio realizado para el Aeropuerto Chile por Martelli (2000), el ave que alcanzó el mayor IPA fue el gallinazo (*Coragyps Atratus*), Coincidentemente, esta especie está entre aquellas que representan un mayor riesgo de colisión con aeronaves a escala nacional e internacional.

El gallinazo (*Coragyps atratus*), se ha hecho famoso en los últimos años no solo por sus particulares hábitos de vida, sino también por estar involucrado en numerosos incidentes con aviones, los cuales han ocasionado grandes pérdidas a diferentes niveles. (Amaya et al., 2005)

Esta ave posee al menos tres características que lo harían riesgoso para el tráfico aéreo: 1, es una de las especies de mayor tamaño en el área (longitud corporal = 61-68 cm; Goodall et al. 1951), 2, tiende a andar en bandadas, y 3, posee un vuelo lento y planeado el cual puede alcanzar grandes alturas mediante el uso corrientes térmicas (Figuroa et al. 2001; Couve & Vidal 2003; Martínez & González 2005).

El resultado final de los riesgos potenciales identificó al Gallinazo (*Coragyps atratus*) como la especie con mayor riesgo potencial. En esta tabla se puede evidenciar la gran diferencia que existe entre el riesgo potencial del Gallinazo y el riesgo potencial del resto de especies de aves rapaces identificadas en el AIGEAM, ya que el valor final del Gallinazo es muy alto comparándolo con el valor final de las otras especies.

Con esta metodología podemos determinar que, a excepción del Gallinazo (*Coragyps atratus*), las aves rapaces no representan mayor peligro para las operaciones aeronáuticas del AIGEAM.

COMPARACION DE INDICES

Comparando los resultados de las dos metodologías utilizadas para evaluar los riesgos de impacto con aves rapaces en el AIGEAM, tanto el Índice de Peligro Aviario como el Índice de riesgos potenciales coinciden en que el Gallinazo (*Coragyps atratus*) es la especie que representa el mayor riesgo de impacto dentro del aeropuerto.

En el caso del resto de aves rapaces, en ambos índices, los resultados varían muy poco, pero el criterio final es de un riesgo de impacto bajo. Esto quiere decir que ninguna de estas especies representa un peligro mayor para las actividades de aviación del AIGEAM, según nuestros resultados.

Con esto, podemos deducir que, aunque los valores no hayan sido exactamente iguales, el resultado final está muy relacionado.

Para calcular el IPA y los riesgos potenciales, las variables que se utilizaron fueron muy similares, con la diferencia de que el Índice para calcular riesgos potenciales es más complejo y se tienen que tener datos de varios años.

Por esta razón, en nuestro caso, por el poco tiempo de recolección de datos (octubre y noviembre), el método más aplicable fue el IPA ya que pudimos obtener datos más seguros para la realización de los cálculos.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Las aves rapaces que se evidenciaron en el aeropuerto son aves que no representan mayor peligro, salvo los gallinazos que como muestran en los resultados son las aves con mayor abundancia y son aves que han tenido mayor número de colisiones siendo 34 impactos registrados en el año 2018 en el aeropuerto.

La mayor cantidad de los gallinazos se los observo en el sector del Norte, noroeste, noreste denominado como punto Charlie con una cantidad de 1596 individuos, en el este y el oeste punto Bravo con una cantidad de 970 individuos y al sur, sureste y suroeste en el punto alfa con una cantidad de 1230 individuos.

Como se muestra en los resultados no hay mucha variación esto indica que los valores pueden variar dependiendo de los focos de atracción que exista en el aeropuerto y sus alrededores.

El riesgo de las colisiones con los gallinazos con las aeronaves se los ha calificó como riesgos altos

La actividad que más realizan estas aves es el vuelo siendo muchas veces el grupo bien numerable

5.2. RECOMENDACIONES

- Gestionar con la Municipalidad de Manta, para mitigar los focos de atracción que quedan en las áreas aledañas al aeropuerto, y de esta manera suspender cualquier provisión de biomasa atractiva para estas aves rapaces (gallinazos), que para su efecto presentaron un riesgo potencial alto.
- Realizar capacitaciones al personal del aeropuerto sobre el riesgo de las colisiones con las aves rapaces.
- Es indispensable que la alta gerencia del aeropuerto en conjunto con las empresas TAME y Avianca integren o contraten un Grupo de Ingenieros ambientales especialista en fauna como el ente responsable en el área ambiental, de esta manera trabajar con estudiantes de la Uleam (carreras afines), para llevar un control y monitoreo mensual de los patrones de actividades de estas aves para disminuir los riesgos con estas aves.

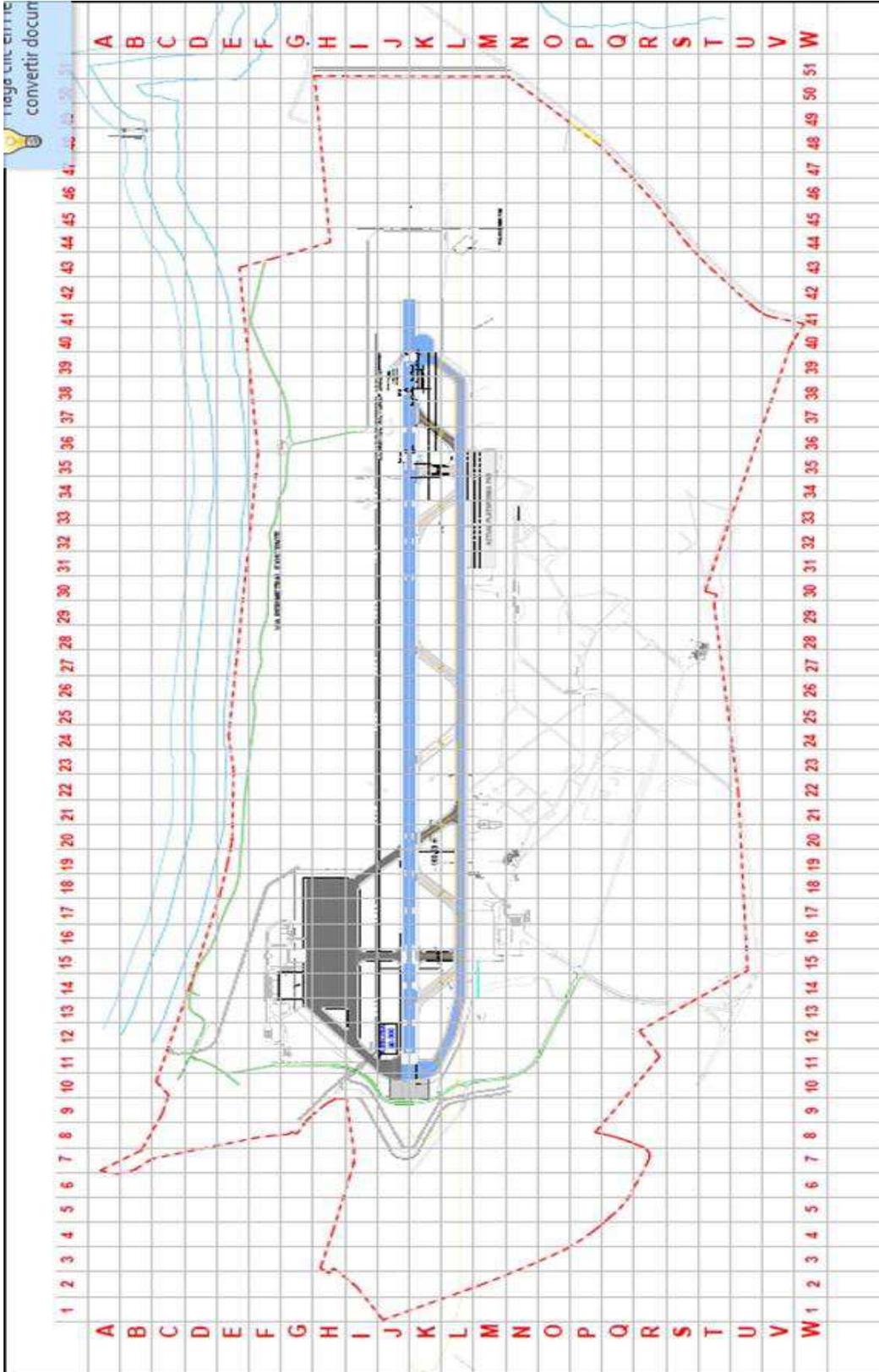
BIBLIOGRAFÍA

- AESA (Agencia Estatal de Seguridad Aérea). 2014. Guía para la elaboración de estudios de riesgos de impacto con fauna en aeropuertos. Edición revisión 2.0. Dirección de seguridad de aeropuertos y navegación aérea. Cera-13-gui-052-2.0
- ANAC (Administración Nacional de Aviación Civil). 2013. Infraestructura y aeródromos: Peligro Aviario. Aviación civil Argentina.
- Bibby, C.J y Charlton,T.D.1991. Observación en el San Miguel Bullfinch. *Acoreana* 7:297-304
- Bibby, C.J.; B.N. Phillips, A.J. Seddon.1985. Aves de las plantaciones de coníferas relanzadas en gales. *Revista de Ecología Aplicada*. 22; 619-633
- Cadena, H. (2018). Plan de manejo y control de fauna Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de Manta. Dirección de Aviación Civil. Manta. Ecuador 1-2-3-4-5-6 pp.
- Ferrer, J; Llopis, F. 2015. Guía didáctica Rapaces en el parque de las Ciencias. Consorcio Parque de las Ciencias. Granada, Andalucía, España.
- Garmendia, Z; López, A; Muñoz, I; Martínez, G. 2011. Estudio sobre peligro aviario: análisis del riesgo de impacto entre aves y aeronaves en el aeropuerto internacional agosto c. *Revista científica La Calera* Vol. 11. (en línea) La Calera ISSN 1998-8850. Sandino, Managua, Nicaragua. p.33-42
- Godínez, E. 2000. Notificación de choques con aves (PA/2000-01-27/2). Nota Técnica PANM/IBIS/002, Misión Cooperación Técnica OACI, Panamá, 2 pp.
- Iglesias, A; Roco, J. 2007. Desafíos de la sustentabilidad del desarrollo. Estrategias de manejo del riesgo ambiental. Universidad Nacional del Comahue.
- Koskimies, P; Vaisanen, R.A. 1991. Monitoreo de poblaciones de aves. Museo Finlandés de historia natural. Helsinki, Finlandia.
- Martelli, N. 2000. Enfoque territorial del problema del peligro aviario en aeropuerto Carriel Sur Concepción. Memoria de Título. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

- Méndez, P; Curtí, M; Herrera, K; Benedetti, A. 2006. Las aves Rapaces Guía Didáctica de Educación Ambiental. Fondo peregrino. Panamá.
- OACI (Organización de Aviación Civil Internacional) (1991). Documento 9137 – AN/898 de la OACI, Manual de Servicios de Aeropuertos, Parte 3. Reducción del peligro que representan las aves.
- Salazar, J. 2014. Gestion del control del peligro aviario y fauna en el ecuador. Dirección general de aviación civil. Control del peligro aviario y fauna, ecuador.
- Ridgely, R; Greenfield, P. 2001. Aves del Ecuador: guía de campo. Colibrí digital. Quito, Ecuador.
- Thorpe, J. 2003. Muertes y destrucción de aviones por choques de aves, 1912-2002. Actas de la 26ª reunión del Comité Internacional de Huelgas de Aves. Warsaw, Polonia, 85-113.

ANEXOS

ANEXO 2. Mapa del AIGEAM



ANEXO 3. Águila pescadora



Fuente: Iván Correa, 2018

ANEXO 4. Caracara Norteño



Fuente: Iván Correa ,2018

ANEXO 5. Cernícalo americano



Fuente: Yusbeidy Franco, 2018

ANEXO 6. Elanio coliblanco



Fuente: Franco & Mero, 2018

ANEXO 7. Elanio perla



Fuente: Danilo Alcívar, 2018

ANEXO 8. Gallinazo



Fuente: Correa & Alcívar, 2018

ANEXO 9. Gavilán



Fuente: Franco & Mero, 2018

ANEXO 10. Halcón peregrino



Fuente: Google imágenes

ANEXO 11. Halcón reidor



Fuente: Google imágenes.

ANEXO 12. Lechuza



Fuente: Iván Correa, 2018