

DIAGNÓSTICO DE RIESGO AVIARIO EN UN AERÓDROMO DE UN ÁREA MEGADIVERSA DE PERÚ

Germán Marateo ¹

Pablo Grilli ²

Vanina Ferretti ³

Nancy Bouzas ⁴

Artigo submetido em 23/06/2011

Aceito para publicação em 29/08/2011

RESUMEN: La presencia de aves en aeropuertos y su entorno es muy peligrosa para la aviación civil y militar por riesgos de accidentes. Un programa de control y monitoreo de aves exitoso debe resultar de evaluaciones específicamente realizadas en cada sitio particular. El objetivo de este trabajo es realizar una diagnosis, a través de un método novedoso, del riesgo aviario en un aeródromo ubicado en la Amazonía peruana, y evaluar posibles medidas de control a mediano y largo plazo. Se realizaron muestreos continuamente de 5 minutos de observación, en 4 sectores del aeródromo, durante 3 días consecutivos en octubre de 2009 (504 muestras con 3 réplicas). En cada sector se registraron sitios atractivos, y actividades de alimentación, vuelo, descanso y nidificación; y se estimó la altura de vuelo de las aves en dos estratos: menos y más de 50 metros. Se clasificaron a las especies y/o grupos de acuerdo al grado de riesgo potencial para la aeronavegación, mediante un nuevo índice denominado IERA (Índice de Evaluación de Riesgo Aviario). Los grupos de especies más riesgosas para la aeronavegación fueron: Gallinazos, Loros, Golondrinas y Chorlos, representando el 66% de la abundancia promedio de aves. Éstos utilizaron diferencialmente los distintos sectores del aeropuerto, y tuvieron diferentes patrones temporales de actividad, y diferencias en el uso de ambientes y del espacio aéreo. El IERA funciona eficientemente como herramienta de diagnóstico de especies de aves potencialmente riesgosas para la aeronavegación. Recomendamos diferentes técnicas pasivas y activas para el control de aves en este aeródromo.

PALABRAS CLAVE: Aves. Aviación. Aeropuertos. Peligro aviario. Seguridad aérea.

1 INTRODUCCIÓN

Desde hace décadas, en todo el mundo, la presencia de grandes concentraciones de aves en torno a aeropuertos y aeródromos ha contribuido al

¹ Licenciado en Biología (Orientación Zoología) (1998) y Doctor en Ciencias Naturales (2009) por la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina. Actualmente trabaja en la cátedra Zoología III Vertebrados de la Fac.Cs.Nat. y Museo (UNLP), Argentina. gmarateo@yahoo.com

² Licenciado en Biología (Orientación Zoología) (2001) por la Fac.Cs.Nat. y Museo (UNLP), Argentina. Actualmente trabaja como técnico de la Dirección de Áreas Naturales Protegidas de la Provincia de Buenos Aires (OPDS), y en la Cátedra de Ornitología de la Fac.Cs.Nat. y Museo (UNLP), Argentina. pablogrilli@gmail.com

³ Licenciada en Ciencias Biológicas por la Universidad CAECE (1999), Argentina. Actualmente es directora de las consultoras Neoambiental en Argentina y Socioambiental en Perú. vferretti@neo-ambiental.com.ar

⁴ Licenciada en Biología (Orientación Zoología) (2009) por la Fac.Cs.Nat. y Museo (UNLP), Argentina. Actualmente trabaja como consultora ambiental independiente y para la Fac.Cs.Nat. y Museo (UNLP), Argentina. nancybouzas@hotmail.com

aumento de los riesgos en la aviación civil y militar (GODIN, 1994; SODHI, 2002; CLEARY; DOLBEER, 2005, MENDONÇA, 2009). En la actualidad el número de accidentes reportados con fauna silvestre se ha incrementado en forma sostenida (SODHI, 2002; THORPE, 2008, NOVAES; ALVAREZ, 2010).

Las altas concentraciones de algunas especies son las que ponen en peligro las operaciones de las aeronaves. Los aeropuertos representan zonas atractivas para algunas especies de aves que utilizan espacios abiertos y despejados. Adicionalmente, las estructuras edilicias y arboledas de variada altura, proveen recursos tales como alimento, sitios de nidificación y/o descanso (GODIN, 1994; FRONEMAN, 2000; SODHI, 2002).

Las bases de datos referidas a colisiones, de organizaciones como Transport Canada, la Administración Federal de Aviación de EUA (FAA), la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), y el Centro de Investigación y Prevención de Accidentes Aeronáuticos de Brasil (CENIPA), muestran que la mayor parte de los incidentes se producen en horas del día. Aproximadamente el 54% de las colisiones en la aviación militar y el 90% en la aviación civil se producen sobre la pista o en el entorno inmediato (SMITH, 1986; NEUBAUER, 1990; CLEARY et al., 1999; NOVAES; ALVAREZ, 2010). Dolbeer (2006) concluyó que el 74% de los accidentes aéreos por aves se produjeron a menos de 150m de altura.

Aunque la colisión de un ave con una aeronave no cause pérdidas humanas, en la mayoría de los casos se producen daños materiales de consideración (CLEARY; DOLBEER, 2005). Por ello, los organismos internacionales reconocieron la importancia de poner en funcionamiento planes de manejo en aquellos aeropuertos o aeródromos donde el riesgo aviario sea un factor importante. La experiencia acumulada a lo largo de varios años y en diferentes sitios de todo el mundo, indica que existe una amplia variedad de estos planes, dado que cada uno de los aeropuertos donde se aplican representa una situación particular. Por ello un programa de control y monitoreo exitoso debe resultar de evaluaciones específicamente realizadas en cada sitio particular (CLEARY; DOLBEER, 2005).

Las especies de aves que representan un riesgo más alto para las aeronaves son aquellas de mayor masa corporal, debido a las mayores fuerzas de impacto (DOLBEER et al., 2000). Las gaviotas, algunas rapaces y los gallinazos están entre las especies más riesgosas en aeropuertos (DOLBEER et al., 2000; KRUPKA, 2000; THORPE 2008; NOVAES; ALVAREZ, 2010). La forma en que se califica el riesgo

aviario de un aeropuerto a otro suele variar significativamente.

El objetivo de este trabajo es realizar una diagnosis, a través de un método novedoso, del riesgo aviario en el aeródromo de la Planta de Gas Las Malvinas, ubicada en la cuenca del Bajo Urubamba, en la Amazonía de Perú, y evaluar posibles medidas de control a mediano y largo plazo. De acuerdo a lo informado por la empresa operadora, dos incidentes entre aeronaves y aves motivaron el estudio que se presenta en este trabajo: 1) 18 de Diciembre de 2008, impacto de ave en el borde de ataque derecho de una aeronave Hércules. Consecuencia: daño mayor. 2) 3 de Febrero de 2009, impacto de ave en pleno ascenso a una milla del aeródromo con una aeronave Metroliner. Consecuencia: daño mayor.

2 MÉTODOS

2.1 Área de Estudio

El trabajo se desarrolló en el aeródromo de la Planta de Gas Las Malvinas (APGM), en el Distrito Echarate, Provincia de la Convención, Departamento del Cuzco, Perú (115117.48"S - 725623.02"W) (Fig. 1). La Planta tiene una superficie aproximada de 135ha y se encuentra instalada sobre un antiguo terreno de chacras, sobre la margen oriental del río Urubamba.

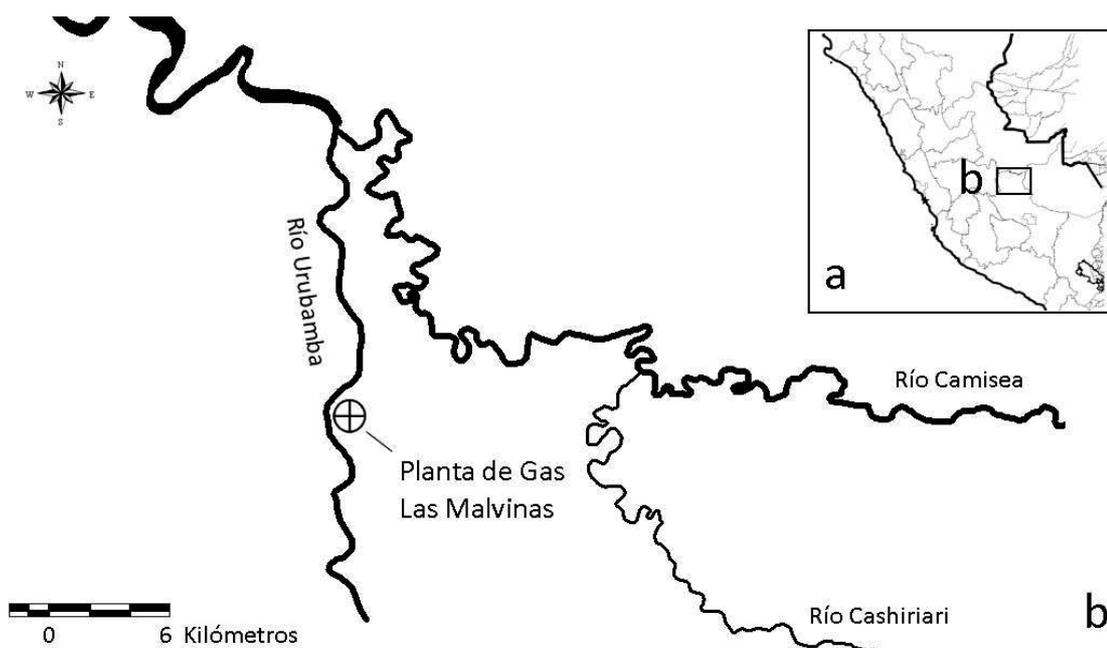


FIGURA 1 - Ubicación general de la zona de estudio en Perú (a), y de la Planta de Gas Las Malvinas (b). Fuente: elaborado pelos autores.

Los ecosistemas circundantes se encuentran parcialmente alterados, con ausencia de árboles de gran porte y la existencia de áreas abiertas cubiertas por arbustos. Se desarrolla un importante bosque ribereño con algunos elementos arbustivos, gramíneas y bambú, y playas sobre la margen del río Urubamba. Dentro del perímetro del APGM ocurren pastizales inducidos de altura variable, y sectores bajos y planos que favorecen la acumulación de agua. Se pueden hallar árboles y pequeñas arboledas aisladas, y tanto en el entorno inmediato como dentro del perímetro, se localizan distintos cursos de agua. La kudzu (*Pueraria phaseoloides*), una enredadera introducida, ha logrado ocupar e invadir varios sectores de la planta, en especial los alrededores de la pista de aviación.

Este conjunto de ambientes y su entorno de bosques de selva en muy buen estado de conservación hace posible la existencia de una riqueza de aves muy elevada (más de 600 especies), comparable a la registrada en zonas de alta diversidad como el Parque Nacional Manu (SOAVE et al., 2007). El APGM está casi totalmente desprovisto de vegetación nativa, y resulta un polo de atracción para algunas aves que se asocian a zonas modificadas, como las rapaces que buscan corrientes ascendentes de aire (térmicas) para planear, y las playeras que se encuentran en las zonas abiertas.

La pista de aviación tiene una longitud de 1650m de largo y 30m de ancho, con superficie de rodadura de grava compactada, y se encuentra flanqueada por distintos edificios (hangares, oficinas, salas de espera, etc.) y en contacto con un helipuerto de 10m x 10m, de losa de concreto (Fig. 2). Las operaciones aéreas sólo se realizan en horarios diurnos y bajo reglas de vuelo visual. En promedio, las operaciones aéreas en el mes suman 8807, con 284 operaciones diarias. Se realizan vuelos de carga y de transporte de pasajeros, y los tipos más frecuentes de aviones son: BAE-146-100/200, Metroliner III, Piper PA-42, Beechcraft B-1900/B-1900D, Astra 1125, Cessna 208, Antonov AN-26/32, Hercules L-100. Tipos más frecuentes de helicópteros: MI-17, Chinook BV-23, Sikorsky S-61, Bell 214/204, AS350 B2/B3.

2.2 Estudio de La Avifauna

Se realizaron muestreos de campo durante 3 días consecutivos, con la participación de 4 observadores, entre los días 14 y 16 de octubre de 2009. Se delimitaron 4 sectores de muestreo, relevados de manera simultánea: cabecera 17

(norte), antena VOR (zona central), cabecera 35 (sur) y helipuerto (Fig. 2). Los observadores fueron rotados entre sectores durante los 3 días de muestreo. Se efectuaron muestreos continuos de 5 minutos de observación por sector, entre las 07:00 y las 17:30hs. Cada muestra quedó compuesta por todos los individuos de todas las especies de aves registradas durante cada uno de los 5 minutos de observación por sector. Cuando las especies no pudieron ser reconocidas, los registros se incluyeron en grupos (Gallinazos, *Coragyps atratus* y *Cathartes* sp., Chorlos, Paseriformes pequeños, etc.). En cada sector seleccionado se registró la existencia de sitios atractivos, nidos, y actividad general de las aves: alimentación, vuelo, descanso, etc. Además, se estimó la altura de vuelo de las aves en dos niveles o estratos: menos de 50 metros y más de 50 metros.



FIGURA 2 - Imagen satelital de la pista de aterrizaje y helipuerto del APGM mostrando los sectores de muestreo de aves. Fuente: adaptada de Google Earth, 2009.

2.3 Clasificación de La Avifauna según su riesgo potencial para La Aeronavegación

Una vez realizados los muestreos, se procedió a la clasificación de las especies y/o grupos de especies, de acuerdo al grado de riesgo potencial para la aeronavegación. Si bien existen algunos antecedentes que plantean una categorización de especies según el riesgo con una buena mención de los criterios adoptados (e.g. DOLBEER et al., 2000), son escasos los trabajos que abordan de una manera sistemática la elaboración de este tipo de ordenamientos en Sudamérica (ver GUEDES et al., 2010).

En este trabajo, introducimos un sistema de categorización de especies que se basa en una serie de atributos o variables propias de cada una, y es una modificación del sistema SUMIN adoptado para la categorización de especies según su grado de amenaza o estado de conservación (RECA et al. 1994).

El método original trabaja sobre la base de 12 variables que representan factores importantes para la supervivencia de las especies. Cada una de las variables asume valores numéricos dentro de un rango determinado; los valores más altos corresponden a la situación más adversa o comprometida para la especie. Una vez que cada especie cuenta con los estados de variable, se realiza una sumatoria que termina definiendo el valor de SUMIN para cada especie. De esta manera, las especies que reciban los mayores valores de SUMIN serán aquellas con una mayor necesidad de conservación. Cuando una variable no se conoce en relación a una especie determinada, se utiliza el signo de interrogación (“?”).

En este estudio utilizamos el SUMIN como base para la generación de un índice que denominamos IERA (Índice de Evaluación de Riesgo Aviario), porque cuenta con ciertas ventajas operativas, ya que es un método práctico, que recurre a información básica sobre las especies, mayormente disponible en trabajos bibliográficos o en observaciones personales; su aplicación es simple y rápida; y es adaptable a diferentes situaciones y grupos taxonómicos.

El índice IERA fue utilizado para conocer el grado de riesgo para las operaciones aeronáuticas, considerando entonces que un alto valor corresponde a un mayor nivel de riesgo y un valor más bajo se asocia a niveles menores de riesgo. Se definieron 8 variables, que se describen a continuación con sus respectivos estados de variable (Apéndice):

1. ABUNDANCIA (ABU): Se asume que una especie más común o frecuente representa un riesgo mayor que una más rara. Siguiendo los procedimientos sugeridos por Acosta y Murúa (1998, 1999) para la categorización de especies según su estado de conservación, y con pocas modificaciones, los límites entre las categorías de abundancia fueron establecidas por medio del cálculo del promedio (4,85) y el desvío estándar (2,82) de las abundancias relativas obtenidas por los muestreos de campo (calculadas como el número de individuos totales registrados/el total de muestras obtenidas).

- 0: rara. Corresponde a todas las especies con un valor de abundancia relativa menor al promedio.
- 1: común. Corresponde a todas las especies con un valor de abundancia relativa ubicado entre el promedio y el promedio + un desvío estándar.
- 2: abundante. Corresponde a todas las especies con un valor de abundancia mayor al promedio + un desvío estándar.

2. TAMAÑO CORPORAL (TAM): Se asume que un ave de mayor tamaño reviste un riesgo mayor para las aeronaves que una de menor tamaño.

- 0: menos de 100 gramos de masa corporal.
- 1: entre 100 y 500 gramos de masa corporal.
- 2: más de 500 gramos de masa corporal.

3. GRADO DE AGREGACIÓN (AGR): Se asume que aquellas especies que tengan hábitos gregarios y se muevan en bandadas son más peligrosas que las que no tienen este comportamiento.

- 0: solitarios, en parejas o en grupos de menos de 5 individuos.
- 1: grupos de entre 5 y 50 individuos dispersos.
- 2: grupos de entre 5 y 50 individuos compactos.
- 3: grupos de más de 50 individuos.

4. USO DEL ESPACIO VERTICAL (VERT): Los avistajes se remitieron a 3 categorías de altura: a nivel del suelo, hasta 50 metros de altura y a más de 50 metros de altura. Se asume que aquellas aves que utilizan generalmente un único estrato vertical son menos peligrosas que las que hacen generalmente uso de más de uno.

- 0: usa generalmente un único estrato.
- 1: usa generalmente dos estratos.
- 2: usa generalmente los tres estratos.

5. USO DE SECTOR (SECT): Se asume que aquellas aves que se encontraron en un único sector son menos peligrosas para la aeronavegación que las que ocupan más de uno (los sectores fueron definidos más arriba).

- 0: usa un único sector.
- 1: usa dos o tres sectores.
- 2: usa cuatro o más sectores.

6. USO DE AMBIENTE (AMB): Se asume que aquellas especies que aprovechan varios tipos ambientales son potencialmente más peligrosas que las que se relacionan a un único ambiente. Se definieron tres tipos ambientales principales: pista, pastizal y arboleda.

- 0: usa un único ambiente.
- 1: usa dos de los ambientes.
- 2: usa tres o más ambientes.

7. RIESGO DE USO DE SECTOR (RISECT): En función del riesgo potencial que puede representar la presencia de las aves en ciertos sectores, se definieron las zonas más problemáticas de la siguiente manera:

- 0: se vió en el sector intermedio.
- 1: se vió en el helipuerto.
- 2: se vió en las cabeceras de pista.

8. ANTECEDENTES DE INCIDENTES (INCI): Se asume que aquellas especies que hayan sido reportadas, de cualquier forma o a través de cualquier medio, como intervinientes en un incidente o accidente aéreo son más peligrosas que aquellas que no cuentan con estos antecedentes.

- 0: no existen antecedentes de ningún tipo.
- 1: existen antecedentes bibliográficos o comentarios personales en otras áreas.
- 2: existen antecedentes bibliográficos, comentarios personales en zonas cercanas (Pucallpa, Iquitos, Puerto Maldonado, etc.), o en el mismo APGM.

Para la mayor parte de las variables se empleó la información obtenida en el campo durante el trabajo de relevamiento, sin embargo, algunos aspectos fueron complementados con la información aportada por obras generales (ISLER; ISLER, 1987; RIDGELY; GREENFIELD, 2001; HILTY; BRONW, 1986; del HOYO et. al, eds., 1992, 1994, 1996, 1997, 2001, 2002, 2003, 2004; RIDGELY; TUDOR, 1989, 1994; RODRÍGUEZ MATA et al., 2006; SCHULENBERG et al., 2007).

Conocidas así las especies o grupos de especies más problemáticos (las que obtuvieron un valor IERA más elevado), se realizaron análisis puntuales sobre ellas. Varias de estas especies pertenecen al mismo grupo sistemático (Orden o Familia) y poseen similares características bioecológicas (ej. hábitat, alimentación, modo de vida, nidificación, patrones de actividad diaria, etc.), por lo tanto fueron agrupadas para los análisis de abundancias en 4 grupos principales:

1. Gallinazos (Familia Cathartidae): incluye a las especies *Cathartes aura*, *C. melambrotos* y *Coragyps atratus*.
2. Loros y afines (Familia Psittacidae): incluye a *Aratinga leucophthalma*, *Brotogeris* ssp., *Pionus menstruus*, *Ara severus*, *Propyrrhura couloni* y *Forpus* ssp.

3. Golondrinas (Familia Hirundinidae): incluye a *Stelgidopteryx ruficollis*, *Pygochelidon cyanoleuca*, *Progne chalybea*, *Hirundo rustica*, *Atticora fasciata* y *Tachycineta albiventer*.
4. Chorlos (Orden Charadriiformes): incluye a *Tringa solitaria*, *T. flavipes*, *Bartramia longicauda*, *Charadrius collaris*, *Pluvialis dominica* y *Actitis macularia*.

2.4 Análisis de Datos

Se realizaron análisis de las abundancias de los cuatro grupos de aves identificados, considerando dos escalas espaciales: el aeropuerto en su totalidad y por sector (cabecera 17, antena VOR, cabecera 35 y helipuerto) (Fig. 2). Estos análisis fueron realizados con el objetivo de tener una aproximación del riesgo aviar potencial en todo el aeropuerto y de cada uno de los sectores.

Se analizó el uso de hábitat por parte de los cuatro grupos principales de aves, con la finalidad de determinar los ambientes más atractivos para las mismas. Para ello fueron definidos 4 ambientes: pastizal, arboledas, pista de aterrizaje (incluye al helipuerto) y aire (uso del espacio aéreo).

Con la finalidad de evaluar las variaciones temporales a lo largo del día de la abundancia de los principales grupos de aves, se realizaron análisis de las diferencias horarias de la abundancia y de la frecuencia de cada grupo. La frecuencia se determinó como el número de muestras sumadas por cada sector en que se registró cada grupo por franja horaria.

Cada muestra de 5 minutos (ver ítem 2.2) en un horario determinado tuvo 3 réplicas temporales (3 días), y para los análisis se tuvieron en cuenta los promedios de cada muestra entre los 3 días. Se analizaron las abundancias máximas y las abundancias máximas promedio, ya que representan más fielmente el grado de peligrosidad potencial para las operaciones de las aeronaves que las abundancias promedio.

Para los análisis horarios se agruparon todas las muestras pertenecientes a la misma franja horaria por cada hora de muestreo, obteniéndose 12 muestras de 5 minutos por sector.

3 RESULTADOS

Se obtuvieron 504 muestras con tres réplicas (=12 muestras/sector/hora x 10,5horas muestreo/día= 126 muestras/sector/día x 4 sectores= 504 muestras/día x 3 días (réplicas)= 1512 muestras totales).

3.1 Especies potencialmente más peligrosas

De acuerdo a los valores del IERA, dos especies de Gallinazos resultaron ser las especies potencialmente más peligrosas para las operaciones aéreas en el APGM, seguidos por diferentes especies o grupos de Loros y Golondrinas (Apéndice A).

Las variables que más aportaron al IERA fueron el tamaño corporal, el uso de hábitat y de sector. En el caso de los Gallinazos, se tiene en cuenta también que se han registrado incidentes en otros aeropuertos, incluso en zonas de características ambientales similares.

3.2 Análisis de los grupos más abundantes

Los 4 grupos de estudio más abundantes (Gallinazos, Loros, Golondrinas y Chorlos) representaron en conjunto el 39% del IERA total.

El grupo de las Golondrinas fue el más abundante, seguidas por los Loros, los Gallinazos y los Chorlos respectivamente, representando en conjunto el 66% de la abundancia promedio de aves (Gráfico 1).

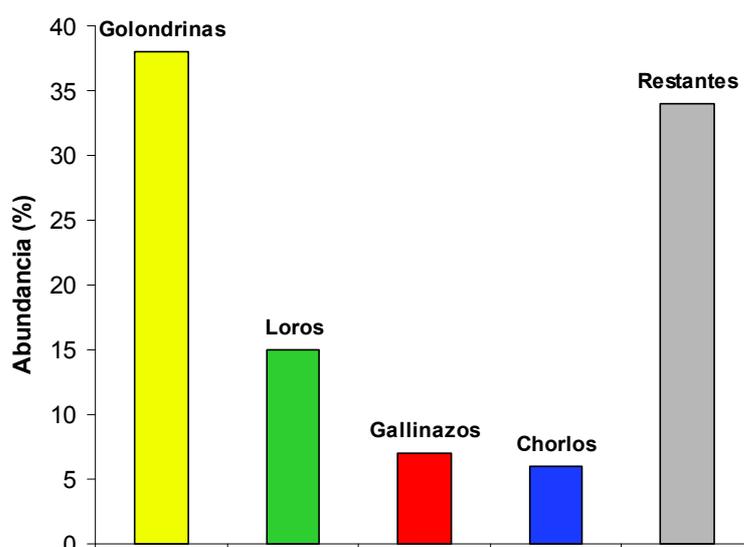


GRÁFICO 1 - Abundancia promedio para tres días de estudio consecutivo (N= 126 muestras por día) de los cuatro grupos de aves más abundantes del aeródromo de la Planta de Gas Las Malvinas.

Las especies de Golondrinas más comunes y abundantes fueron *Stelgidopteryx ruficollis* y *Pygochelidon cyanoleuca*. Los Loros más comunes y abundantes fueron *Aratinga leucophthalmus* y *Brotogeris* ssp., y en menor medida *Pionus menstruus*. *Cathartes aura* fue la especie más abundante del grupo de los Gallinazos, luego *Coragyps atratus*, y por último *Cathartes melambrotus*, que si bien fue común, no fue tan abundante como las primeras. Entre los Chorlos las especies más comunes y abundantes fueron *Tringa solitaria* y *T. flavipes*.

Al igual que la abundancia promedio, los máximos promedio diarios registrados para los 4 grupos de estudio fueron mayores para las Golondrinas, aunque en este caso los Loros tuvieron máximos promedios muy similares a aquellas. Los Gallinazos tuvieron máximos promedio de abundancia menores y los chorlos tuvieron valores muy bajos de esta variable (Gráfico 2).

Sin embargo, cuando se analizaron los máximos absolutos registrados se observó que los Loros tuvieron el mayor valor (83 individuos), seguidos por las Golondrinas (75 individuos), los Gallinazos (37 individuos) y los Chorlos (11 individuos). El máximo absoluto registrado de aves (todas las especies en conjunto) en todo el aeropuerto en un momento dado fue de 111 individuos.

El análisis por sectores del APGM reveló que la cabecera 35 (sur) y el helipuerto tuvieron las mayores abundancias de aves (promedio máximo diario), considerados los cuatro grupos más abundantes en conjunto. Mientras que la cabecera 17 (norte) y la zona media de la pista (antena VOR) tuvieron valores de abundancia menores y similares entre sí (Gráfico 3).

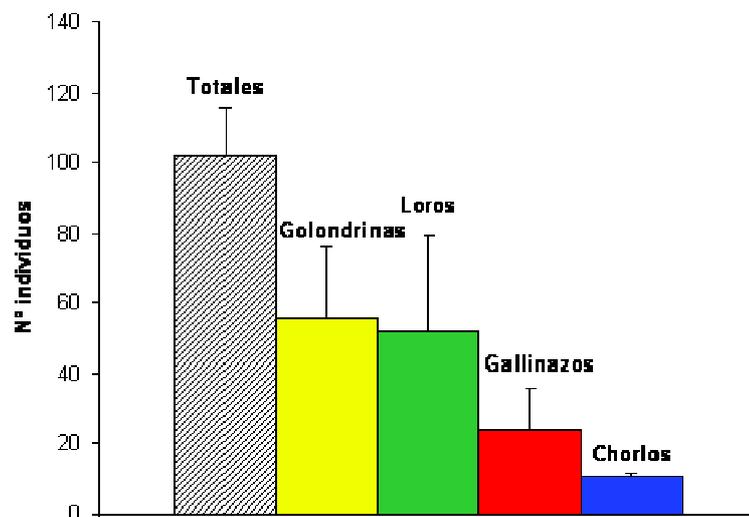


GRÁFICO 2 - Promedio máximo diario (+Desvío Estándar), para tres días de estudio consecutivo, de la abundancia total y de los cuatro grupos de aves más abundantes del aeródromo de la Planta de Gas Las Malvinas.

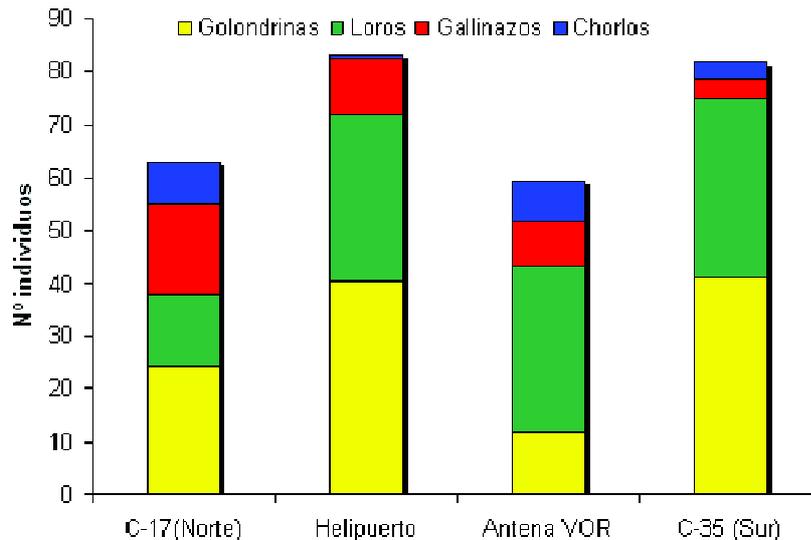


GRÁFICO 3 - Promedio máximo diario por sectores, para tres días de estudio consecutivo, de la abundancia de los cuatro grupos de aves más abundantes del aeródromo de la Planta de Gas Las Malvinas.

Sin embargo, no todos los grupos usaron los diferentes sectores del aeropuerto de la misma manera. Las Golondrinas tuvieron mayores máximos promedio diarios de abundancia en los sectores del helipuerto y de la cabecera 35, haciendo un menor uso de la zona intermedia de la pista (antena VOR). Los Loros fueron más abundantes en la zona intermedia (antena VOR), en la cabecera 35 y en el helipuerto. Los Gallinazos tuvieron máximos diarios más elevados en la cabecera 17, con valores menores y similares entre sí en los sectores del helipuerto y de la antena VOR, registrándose abundancias máximas muy bajas en la cabecera 35. Por último, los Chorlos tuvieron abundancias máximas muy bajas en todos los sectores, con los mayores valores registrados en la cabecera 17 y en la antena VOR, y prácticamente no registrándose en el sector del helipuerto (Gráfico 3).

3.3 Uso de Ambientes

Los tres grupos potencialmente más peligrosos para las operaciones aéreas (Gallinazos, Loros y Golondrinas) utilizaron mucho más el espacio aéreo del aeropuerto que los distintos ambientes del mismo. Es decir, se los registró volando más que posados, alimentándose o nidificando. Esto se reflejó tanto en las abundancias máximas como en la frecuencia de registros (Gráfico 4).

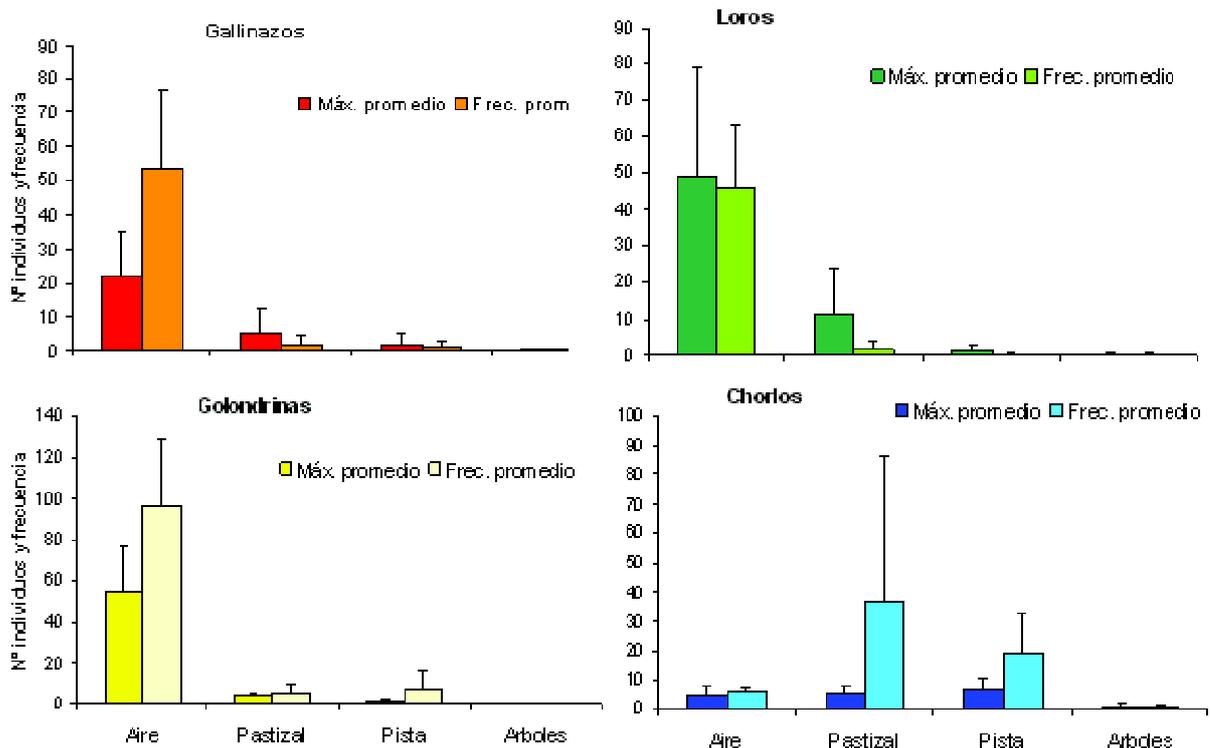


GRÁFICO 4 - Promedio máximo y frecuencia promedio diarios por ambientes (+Desvío Estándar), para tres días de estudio consecutivo, de los cuatro grupos de aves más abundantes del aeródromo de la Planta de Gas Las Malvinas.

El promedio máximo y el máximo absoluto de Golondrinas (55 y 75 individuos respectivamente) y de Loros (83 y 49 individuos respectivamente) en vuelo fueron mayores que el de los Gallinazos (22 y 37 individuos respectivamente).

Los máximos y las frecuencias de altura de vuelo de estos tres grupos revelaron que los Gallinazos y Loros sobrevuelan el aeropuerto generalmente a alturas mayores a los 50m, mientras que las golondrinas lo hacen generalmente a alturas menores a 50m (Gráfico 5).

Los Chorlos, por otro lado, tuvieron abundancias máximas similares tanto en la pista de aterrizaje como en el pastizal y en el aire, pero utilizaron mucho más frecuentemente el pastizal y luego la pista, siendo menos frecuentes en vuelo (Gráfico 4) y a alturas menores de 50m (Gráfico 5).

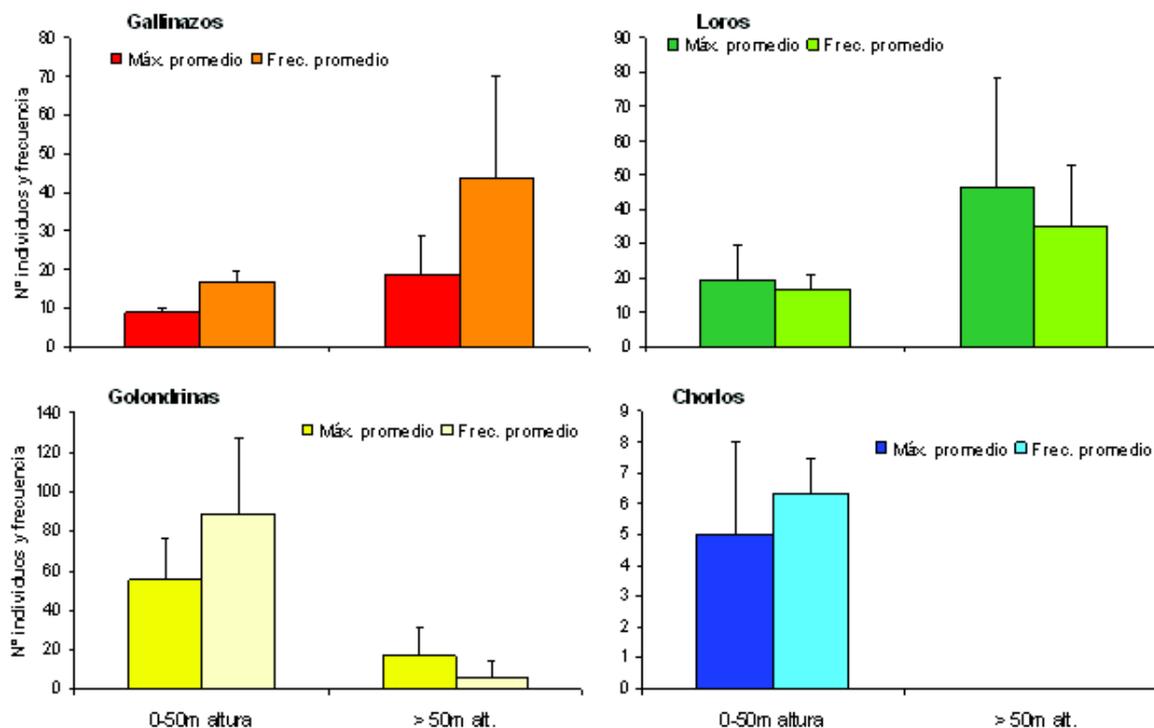


GRÁFICO 5 - Promedio máximo y frecuencia promedio diarios por altura de vuelo (+Desvío Estándar), para tres días de estudio consecutivo, de los cuatro grupos de aves más abundantes del aeródromo de la Planta de Gas Las Malvinas.

3.4 Análisis Horarios

Los Gallinazos tuvieron períodos máximos de actividad entre las 09:00 y las 15:00hs, con números máximos de individuos al comienzo y al final de ese período (Gráfico 6).

Los Loros y las Golondrinas, en cambio, tuvieron períodos de actividad más marcados durante las primeras horas de la mañana (entre las 07:00 y las 10:00hs para los Loros y entre las 07:00 y las 11:00hs para las Golondrinas), siendo relativamente baja la actividad durante el resto del día. Las abundancias máximas se hallaron durante la primera hora (07:00 a 08:00hs) en ambos grupos. Las abundancias máximas de loros aumentaron nuevamente entre las 14:00 y las 16:00hs, mientras que la de las Golondrinas lo hicieron levemente durante la última media hora (17:00 a 17:30hs) (Gráfico 6).

El período de actividad de los Chorlos fue principalmente durante las primeras dos horas de la mañana (07:00 a 09:00hs) y la primera parte de la tarde. Un patrón horario similar se observó en las abundancias máximas, aunque algo más acotadas en el tiempo, y con los mayores valores entre las 12:00 y las 15:00hs (Gráfico 6).

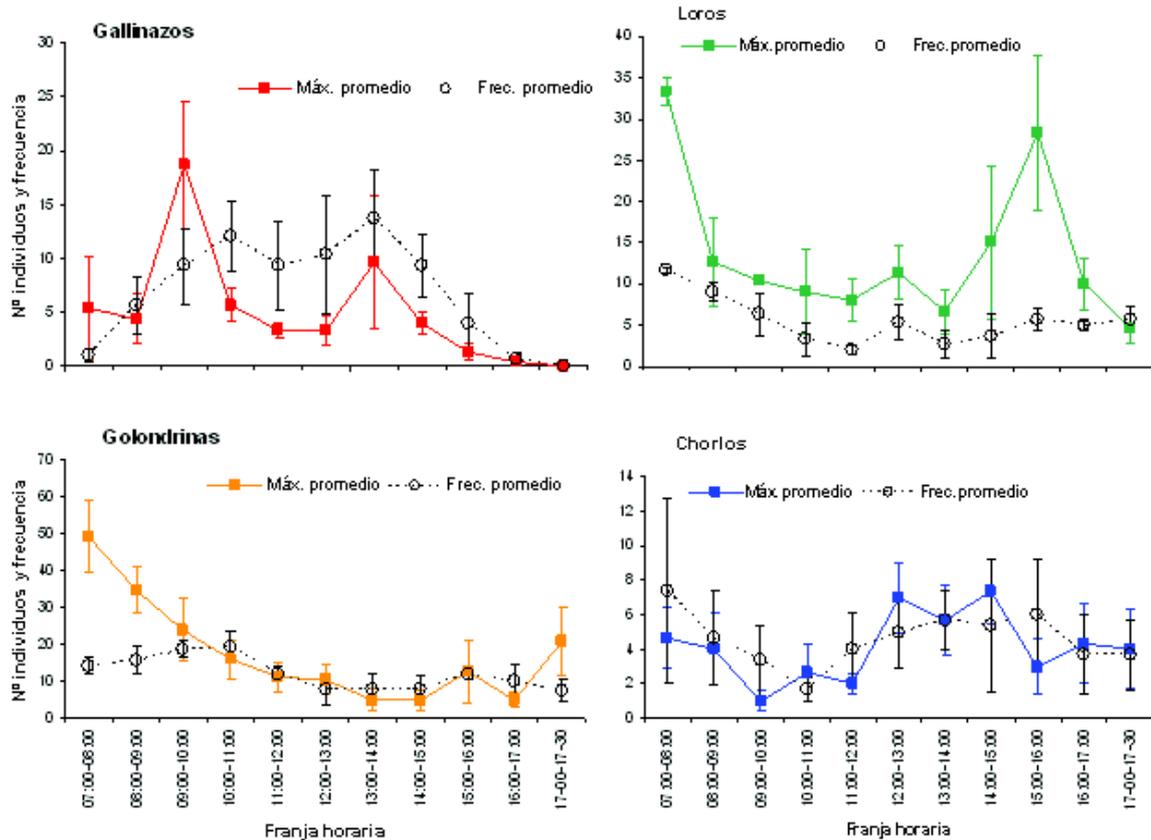


GRÁFICO 6 - Promedio máximo y frecuencia promedio diarios por hora de muestreo (\pm Error Estándar), para tres días de estudio consecutivo, de los cuatro grupos de aves más abundantes del aeródromo de la Planta de Gas Las Malvinas.

3.5 Otros Resultados

Los hangares fueron utilizados como posaderos, y los alrededores como zona de alimentación por golondrinas. También sus estructuras fueron utilizadas como sitios de nidificación por al menos 2 parejas de Golondrinas y varios individuos de *Tyrannus melancholicus*.

Las pequeñas charcas temporarias que se forman después de un período de lluvia pueden atraer a ciertas aves. Varias de las especies de Chorlos fueron encontrados asociados a las charcas o sus cercanías, cerca de la pista de aterrizaje.

En varias oportunidades se registraron garzas (principalmente *Egretta thula*) cruzando la pista de aterrizaje en vuelo bajo. Nunca se observaron más de 6 individuos de la especie en todo el aeropuerto, pero por su porte son potencialmente peligrosas para la aeronavegación. Utilizaron principalmente el pastizal de los alrededores de la pista para descansar y fundamentalmente para alimentarse durante la mañana del 14 de octubre, luego de la lluvia del día anterior.

Durante los días 14 y 15 de octubre se registraron 3 individuos de *Anhima*

cornuta durante todo el día utilizando los árboles del bosque como sitios de descanso y los pastizales y el canal que recorre la pista como sitios de alimentación.

Se registraron hasta 5 ejemplares de *Ictinia plumbea* en todos los sectores del aeropuerto, en los tres días de muestreo y durante todo el día, alimentándose de insectos en el aire en los dos estratos aéreos muestreados. Si bien no fue una especie muy abundante, por su porte y comportamiento es potencialmente peligrosa para las operaciones aéreas.

Otra especie que tuvo una elevada puntuación IERA fue *Crotophaga ani*. Se registró a un grupo de entre 4 y 18 individuos utilizando las arboledas bajas y el pastizal, tanto para descansar como para alimentarse. También se los observó atravesando la pista de aterrizaje en sus desplazamientos, a una altura menor de 50m.

Por último, cabe señalar que varias especies de aves, principalmente Passeriformes (pájaros), utilizaron pequeños arbustos de los alrededores de la pista como perchas.

4 CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

La elaboración de un método de categorización de especies según su riesgo para la aeronavegación, resultó eficiente, según lo observado en este trabajo. Los valores IERA calculados para las especies y grupos de especies están en concordancia con la amplia bibliografía sobre la temática, que diagnostican a las especies con mayor masa corporal, alta abundancia y mayor grado de agregación como las más riesgosas para la aeronavegación. Complementariamente, las variables sobre uso de hábitat y de los diferentes sectores del aeropuerto, las cuales deben obtenerse directamente en el campo, a partir de un cuidadoso y exhaustivo muestreo, y el conocimiento sobre los incidentes de las especies involucradas, aportan una gran información al valor final del IERA.

Claramente, según lo muestran las puntuaciones del IERA, los Gallinazos *Cathartes aura* y *Coragyps atratus* son las especies más preocupantes en la zona. Estas especies son relativamente abundantes, de gran porte, suelen agruparse en bandadas incluso mixtas, utilizan principalmente el espacio aéreo del aeropuerto, y son voladores lentos que prefieren el planeo al vuelo batido. Una experiencia de análisis en Estados Unidos, Blackwell & Wright (2006), demostró que el 99% de los

accidentes con estas especies ocurrieron durante las horas del día, mientras que algo más del 90% ocurrieron por debajo de los 600m, 49% por debajo de los 150m y 29% por debajo de los 30m de altura. Resultados similares fueron encontrados para varios aeropuertos de Brasil (NOVAES; ALVAREZ, 2010). El rango promedio de vuelo de estas especies se encuentra entre los 55 y los 280m (DeVAULT et al., 2005). En el APGM, los Gallinazos fueron más abundantes y volaron más frecuentemente por encima de los 50m de altura. Además, *C. atratus* cuenta con antecedentes de incidentes para al menos tres aeropuertos de Perú (Lima, Iquitos y Chiclayo). Todas estas características las vuelven potencialmente peligrosas por riesgos de colisiones con aviones y helicópteros.

Los Loros y afines fueron el segundo grupo en importancia, debido principalmente a *Aratinga leucopthalmus* y *Brotogeris* ssp., y si bien son más abundantes que los Gallinazos, son más pequeños y ágiles voladores, lo cual podría resultar en una mayor capacidad para evitar a los aviones y helicópteros cuando éstos se aproximan.

Las Golondrinas representan una amenaza potencial por sus abundancias, pero son aves de pequeño porte que pueden infligir, por ende, menores daños a los aviones y helicópteros, siendo además muy ágiles voladoras. Dicha consideración también vale para los Chorlos, que además de ser pequeños, fueron mucho menos abundantes y son menos activos que las golondrinas.

Egretta thula, *Anhima cornuta* e *Ictinia plumbea* son especies mucho menos abundantes en el aeropuerto, pero al igual que los gallinazos, por su porte son potencialmente peligrosas por colisiones con aeronaves.

El espacio aéreo fue el más utilizado por los principales grupos de aves (Gallinazos, Loros y Golondrinas), y el pastizal, la pista y sus cercanías en segundo término por otras especies potencialmente menos riesgosas (Chorlos, Garzas, Camungo, Garrapatero de pico liso).

De las zonas de pista más riesgosas, es decir las cabeceras, los análisis por sectores del aeropuerto mostraron que los Gallinazos utilizan más la cabecera 17, mientras que los Loros y las Golondrinas la cabecera 35.

El riesgo potencial de colisiones con aves se observó para todo el día de actividad del aeropuerto, pero con diferencias en los horarios de actividad de las especies y grupos más abundantes. Mientras que los Loros y Golondrinas son más activos y numerosos durante las primeras horas de la mañana y a la media tarde

(Loros) o durante la última hora de la tarde (Golondrinas), los Gallinazos son más activos y abundantes a partir de media mañana y hasta la media tarde. Es posible que los Loros pasen por el área en tránsito hacia las colpas cercanas al aeropuerto, comportamiento conocido para muchas especies de Psittácidos (del HOYO *et al.*, 1997), y que generalmente se realiza dos veces al día (a la mañana y a la tarde) lo cual coincide con los picos de abundancia máxima de paso de estas aves por el aeropuerto. Los Gallinazos, en cambio, usan las corrientes de aire ascendente (térmicas). Las Golondrinas tienen sus picos de actividad, al igual que la mayoría de los pájaros (Orden Passeriformes) coincidentes con las primeras y últimas horas del día.

En base a esto, se sugirieron medidas en el manejo de las operaciones, considerando la actividad horaria y los distintos sectores (ver más adelante).

Estas conclusiones se basan en los resultados obtenidos a partir de los muestreos de un período acotado de tiempo. Es importante considerar que probablemente estos patrones de abundancia, horarios de actividad, y uso de sectores y de ambientes, cambien a lo largo del año. Por ello resulta imprescindible llevar a cabo un programa de monitoreo periódico y permanente en el aeropuerto para poder responder de manera inmediata, a través de las medidas de control pertinentes, ante cualquier posible cambio en los patrones de abundancia y de actividad de la avifauna.

La implementación de planes de manejo de la vida silvestre efectivos, incluyendo técnicas pasivas y activas, conlleva a la reducción significativa de costos, riesgos y daños asociados a las colisiones (TRANSPORTATION IN CANADA, 2002; CLEARY; DOLBEER, 2005, MENDONÇA, 2009). Las técnicas pasivas hacen menos atractivas las áreas del aeropuerto para la fauna, mientras que las técnicas activas actúan directamente sobre las especies de fauna problema. Asimismo, es fundamental la implementación de un registro actualizado y permanente de los incidentes en los que intervienen aves (BARRAS; DOLBEER, 2000) y la capacitación del personal involucrado en el manejo de aeródromos y aeropuertos (MENDONÇA, 2009).

Un programa de control adecuado, eficiente y perdurable en el tiempo, requiere de la implementación de una variada gama de medidas de prevención y control, y del monitoreo tanto de las poblaciones de fauna involucradas como de la eficacia de las medidas de control adoptadas (GODIN, 1994; HYGNESTROM *et al.*,

1994; FALKER; BRITTINGHAM, 1998; SODHI, 2002; CLEARY; DOLBEER, 2005; MENDONÇA, 2009).

El uso del suelo, las modificaciones del paisaje y el tipo de hábitat, son factores clave que determinan la presencia en los aeropuertos de una especie o grupo de especies de fauna silvestre, y sus abundancias (KÜSTERS, 2000; BARRAS; SEAMANS, 2002). En este sentido, el mejor control a largo plazo es alcanzado a través del manejo del hábitat, aunque es imposible hacer un control total únicamente con este método, y en la mayoría de las situaciones debe combinarse con la remoción activa o la dispersión de las aves (BARRAS; SEAMANS, 2002).

En el APGM, hemos recomendado diferentes técnicas de manejo y control de aves, incluyendo técnicas pasivas y activas. Sugerimos la modificación del hábitat a través del manejo de la cobertura vegetal (GODIN, 1994; WASHBURN; SEAMANS, 2004); la eliminación de atractores a través del corte de arbustos de perchado, refugio y nidificación, y secado y rellenado de desniveles del terreno del pastizal para evitar la formación de charcas durante las lluvias (GODIN, 1994; BARRAS; SEAMANS, 2002; CLEARY; DOLBEER, 2005). Dentro de las técnicas de exclusión total y parcial, propusimos la modificación de las estructuras edilicias, mediante la instalación de “pinches” y tejidos de malla o redes en ventanas, techos, cornisas, etc., para evitar la nidificación o el descanso de algunas de las especies (GORENZEL; SALMON, 1994; CLEARY; DOLBEER, 2005); y el uso de filamentos y/o redes de obstrucción visual en el pastizal, como una medida complementaria al manejo de la cobertura vegetal (KNIGHT, 2000; DEACON, 2003).

Dentro de las técnicas activas, sugerimos la utilización del Falco Robot (BATTISTONI et al. 2008), herramienta novedosa que está siendo probada con éxito en varios aeropuertos de Europa y Sudamérica; la utilización de un dispositivo electrónico productor de sonidos (BOOTH, 1994; CLEARY; DOLBEER, 2005); la utilización de un cañón de gas (BOOTH, 1994; BARRAS; GODWIN, 2005; CLEARY; DOLBEER, 2005), probado con éxito en ambientes similares de selva (Aeropuerto de Iquitos), y un programa de control de nidos.

Complementariamente recomendamos medidas en el manejo de las operaciones, como variar el uso de las cabeceras para aterrizaje y despegue de aviones, de acuerdo a la actividad horaria de cada grupo de aves. La Cabecera 35 es más frecuentemente utilizada tanto para el aterrizaje como para el despegue. Sugerimos utilizar la Cabecera 17 más frecuentemente durante las primeras horas

de la mañana (de 07:30 a 09:00hs) y las últimas de la tarde (de 15:00 a 17:30hs), ya que es la cabecera que tiene menores abundancias de Loros y Golondrinas, y es durante ese tiempo que hay menos actividad y abundancia de Gallinazos. Entre las 09:00 y las 15:00hs sería recomendable utilizar más frecuentemente la Cabecera 35, que es el horario de mayor actividad de Gallinazos pero es la cabecera donde se registró la menor cantidad de éstos, y el horario de menor abundancia y actividad de Loros y Golondrinas. Estas medidas son definidas por las autoridades del aeródromo considerando su factibilidad respecto de las condiciones de vuelo requeridas.

Hay que tener en cuenta que estos patrones hallados podrían variar a lo largo del tiempo. Por ende este tipo de medidas resultarán efectivas con un monitoreo constante de los patrones de actividad espacial y temporal de las diferentes especies de aves problema.

AGRADECIMIENTOS

A Pluspetrol Perú Corporation SA por la financiación de este trabajo. A Thomas Valqui, Flor Brigitte Hernández Camacho y Luis Alberto Alza León (CORBIDI, Perú), por la colaboración en las tareas de campo. A Marcelo Gerardo Paz por la coordinación y logística. A Dora Susaníbar por el aporte de información.

REFERENCIAS

ACOSTA, J. C.; MURÚA F. Lista Preliminar y Estado de Conservación de los Reptiles del Parque Natural Ischigualasto, San Juan-Argentina. **Multequina**, n.7, p. 49-59, 1998.

_____.; _____. Lista Preliminar y Estado de Conservación de la Mastofauna del Parque Natural Ischigualasto, San Juan-Argentina. **Multequina**, 8: 121-129. 1999.

BARRAS, S. C.; DOLBEER, R. A. Reporting BIAS in bird strikes at John F. Kennedy International Airport, New York, 1979-1998. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE MEETING, 25., 2000, Amsterdam. **Proceedings...** Amsterdam: IBSC, 2000.

_____.; SEAMANS, T. W. Habitat management approaches for reducing wildlife use of airfields. In: VERTEBRATE PEST CONFERENCE, 20. 2002. **Proceedings...** Univ. of Calif., 2002.

_____.; GODWIN, K. C. Controlling bird predation at aquaculture facilities: frightening techniques. **SRAC Publication**, n. 401. 2005.

BATTISTONI, V.; MONTEMAGGIORI, A.; IORI, P. Beyond falconry between tradition and modernity: a new device for bird strike hazard prevention at airports. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE MEETING, 28., 2008, Brasilia **Proceeding....** Brasilia: IBSC, 2008.

BLACKWELL, B. F.; WRIGHT, S. E. Collisions of Red-tailed Hawks (*Buteo jamaicensis*), Turkey Vultures (*Cathartes aura*), and Black Vultures (*Coragyps atratus*) with aircraft: implications for bird strike reduction. **Journal of Raptor Research**, 40: 76-80. 2006.

BOOTH, T. W. Bird dispersal techniques. In: HYGSTROM, S. E.; TIMM, R. M.; LARSON, G. E. (Ed.). **Prevention and Control of Wildlife Damage**. University of Nebraska-Lincoln. 1994.

CLEARY, E. C.; WRIGHT, S. E.; DOLBEER, R. A. **Wildlife strikes to civil aircraft in the United States 1990-1998**. Washington, D. C.: FAA, 1999.

_____.; DOLBEER, R. A. **Wildlife hazard management at airports**. 2. ed. Washington, D. C.: FAA, 2005.

DEACON, N. The use natural and artificial line of sight obstructions at bird deterrents on and near aerodromes. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE MEETING , 26., 2003, Warsaw. **Proceedings...** Warsaw: IBSC, 2003.

DEL HOYO, J.; ELLIOT, A.; SARGATAL, J. (Ed.). **Handbook of the Birds of the World : Ostrich to Ducks**. v.1. Barcelona: Lynx Editions, 1992.

_____.; _____.; _____. _____.: New World Vultures to Guinea-fowl.v.2. Barcelona: Lynx Editions, 1994.

_____.; _____.; _____. _____.: Hoatzin to Auks.v.3. Barcelona: Lynx Editions, 1996.

_____.; _____.; _____. _____.: Sandgrouse to Cuckoos. v.4. Barcelona: Lynx Editions, 1997.

_____.; _____.; _____. _____.: Mousebirds to Hornbill. v.6. Barcelona: Lynx Editions, 2001.

_____.; _____.; _____. _____.: Jacamars to Woodpeckers. v.7 Barcelona: Lynx Editions, 2002.

_____.; _____.; _____. _____.: Broadbills to Tapaculos. v.8. Barcelona: Lynx Editions, 2003.

_____.; _____.; _____. _____.: Cotingas to Pipits. v. 9. Barcelona: Lynx Editions, 2004.

DE VAULT, T. L.; et al. Flight behavior of Black and Turkey Vultures: Implications for reducing bird-aircraft collisions. **Journal of Wildlife Management**, n. 69, p. 601-608, 2005.

DOLBEER, R. A. Height distribution of bird recorded by collisions with civil aircraft. **Journal of Wildlife Management**, n. 70, p. 1345-1350, 2006.

_____.; WRIGHT, S. E.; CLEARY, E. C. Ranking the hazard level of wildlife species to aviation. **Wildlife Society Bulletin**, n. 28, p. 372-378, 2000.

FALKER, S. T.; BRITTINGHAM, M. C. Controlling birds at aquaculture facilities. In: WILDLIFE damage control. Pennsylvania State University, 1998.

FRONEMAN, A. Towards the Management of Birds hazards on South African Airports. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE MEETING, 25., 2000, Amsterdam. **Proceedings...** Amsterdam: IBSC, 2000.

GODIN, A. J. Birds at airports. In: HYGSTROM, S. E., TIMM, R. M.; LARSON, G. E. (Ed.). **Prevention and Control of Wildlife Damage**. University of Nebraska -Lincoln, 1994.

GORENZEL, W. P.; SALMON, T. P. Swallows. In: HYGSTROM, S. E., TIMM, R. M.; LARSON, G. E. (Ed.). **Prevention and Control of Wildlife Damage**. University of Nebraska-Lincoln. 1994.

GUEDES, F. L. et al. Avifauna relacionada ao risco de colisões aéreas no Aeroporto Internacional Presidente Juscelino Kubitschek, Brasília, Distrito Federal, Brasil. **Rev. Conexão SIPAER**, v.2, n.1, p. 230-243, 2010.

HILTY, S. L.; BROWN, W. **A Field Guide to the Birds of Colombia**. Princeton: University Press, 1986.

- HYGNSTROM, S. E., TIMM, R. M.; LARSON, G. E. (Ed.). **Prevention and Control of Wildlife Damage** .2 vols. University of Nebraska-Lincoln, 1994. 2 v.
- ISLER, M. L.; ISLER, P. R. **The tanagers**: natural history, distribution and identification. Washington, D. C.:Smithsonian Institution Press, 1987.
- KNIGHT, J. E. **Repelling birds using monofilament line**. Montana State University, 2000.
- KRUPKA, R. Collisions of the Czech Air Forces' Aircraft with Birds during 1993-1999. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE MEETING, 25., 2000, Amsterdam. **Proceedings....** Amsterdam: IBSC, 2000.
- KÜSTERS, E. Man-made wetlands and flight safety. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE MEETING, 25., 2000, Amsterdam. **Proceedings....** Amsterdam: IBSC, 2000.
- MENDONÇA, F. A. C. Gerenciamento do perigo aviário em aeroportos. **Rev. Conexão SIPAER**, v.1, n. 1, p.153-174, 2009.
- NEUBAUER, J. C. Why birds kill: Cross-sectional analysis of U. S. Air Force bird strike data. **Aviation, Space and Environmental Management**, n. 61, p. 343-348, 1990.
- NOVAES, G. W.; ALVAREZ, M. R. D. V. O perigo aviário em aeroportos do nordeste do Brasil: análise das colisões entre aves e aviões entre os anos de 1985 e 2009. **Rev. Conexão SIPAER**, v. 1, n.3, p. 47-68, 2010.
- RECA, A.; ÚBEDA, C.; GRIGERA, D. Conservación de la Fauna de Tetrápodos I: un índice para su evaluación. **Mastozoología Neotropical**, n. 1, p. 17-28, 1994.
- RIDGELY, R.; TUDOR, G. **The birds of South America** : The Oscine Passerines.v. 1. Austin:University of Texas Press, 1989.
- _____.; _____. _____. v. 2. Austin:University of Texas Press, 1994.
- _____.; GEENFIELD, P. **The Birds of Ecuador**: a field guide. Ithaca, NY: Comstock, 2001.
- RODRÍGUEZ MATA, J.; ERIZE, F.; RUMBOLL, M. **Guía de campo Collins**: Aves de Sudamérica. No Passeriformes. Buenos Aires: Letemendia, 2006.
- SCHULENBERG, T. S. et al. **Birds of Peru**. Princeton University Press. 2007.
- SMITH, M. From a strike to kill. **New Scientist**, n.110, p. 44-47, 1986.
- SOAVE, G. E. et al. Aves de Camisea, Bajo Río Urubamba, Amazonía Peruana, Perú. In: CONGRESO DE ORNITOLOGÍA NEOTROPICAL, 8., 2007. **Libro de resúmenes...** 2007.
- SODHI, N. S. Competition in the air: birds versus aircraft. **Auk**, n.119, p. 587-595, 2002.
- THORPE, J. Update on fatalities and destroyed civil aircraft due to bird strikes, with Appendix for 2006 to 2008. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE MEETING, 28., 2008, Brasília. **Proceedings...** Brasília: IBSC. 2008.
- TRANSPORTATION IN CANADA. **Annual Report**. 2002.
- WASHBURN, B. E.; SEAMANS, T. W. Management of vegetation to reduce wildlife hazards at airports. In: FAA WORLDWIDE AIRPORT TECHNOLOGY TRANSFER CONFERENCE. Atlantic City, 2004.

DIAGNÓSTICO DE RISCO AVIÁRIO EM AERÓDROMO DE ÁREA MEGADIVERSA DO PERÚ

RESUMO: A presença de aves nos aeroportos e seus arredores é muito perigosa para a aviação civil e militar pelo risco de acidentes. Um programa de controle e monitoramento de aves de sucesso deve resultar de avaliações específicas feitas em cada local em particular. O objetivo deste trabalho é fazer um diagnóstico, por meio de um novo método, do risco aviário em um aeroporto localizado na Amazônia peruana, e avaliar possíveis medidas de controle no médio e longo prazo. Foram realizadas amostragens continuamente de 5 minutos de observação, em 4 setores do aeródromo, durante 3 dias consecutivos em outubro de 2009 (504 amostras com 3 replicação). Em cada setor registraram-se locais atrativos, atividades de alimentação, voo, descanso e nidificação; e estimou-se a altitude de voo das aves em dois estratos: menos e mais de 50 metros. Classificaram-se as espécies e/ou grupos de acordo ao grau de risco potencial à navegação aérea, por meio do método chamado IERA (Índice de Avaliação de Risco Aviário). Os grupos de espécies de maior risco à navegação aérea foram: urubus, papagaios, andorinhas e maçaricos, representando 66% da abundância média das aves. Estes utilizaram diferencialmente setores do aeroporto e tiveram diferentes padrões temporais de atividade e diferenças no uso do espaço aéreo. O IERA funciona eficientemente como ferramenta de diagnóstico de espécies de aves que trazem risco potencial à navegação aérea. Foram recomendadas diferentes técnicas passivas e ativas para o controle de aves no aeródromo.

PALAVRAS-CHAVE: Aeroportos. Aves. Aviação. Risco aviário. Segurança de voo.

AVIAN RISK DIAGNOSIS IN PERUVIAN AIRFIELD MEGADIVERSIFIED AREA

SUMMARY: The presence of birds at airports and their surroundings is very dangerous for civil and military aviation on account of the risk of accidents. A successful bird control and monitoring program is the result of specific assessments made in each particular location. The objective of this work is to make a diagnosis, through a new method, of the avian risk at an airport located in the Peruvian Amazon region, and evaluate possible control measures in the medium and long terms. Samples of five-minute observations were continuously taken for 3 consecutive days in October 2009 (504 samples with three replications). In each sector, the attracting points, as well as the feeding, resting and nesting activities were recorded. The birds' altitude of flight was estimated in two blocks: lower and higher than 50 meters. The species and/or groups were classified in accordance with the degree of potential risk to air navigation, by means of the IERA (Avian Risk Evaluation Index) method. The groups of species posing a higher risk to air navigation were: vultures, parrots, swallows and kingfishers, representing 66% of the average number of birds. The birds utilized different sectors of the airport, and showed distinct time standards in terms of activity, as well as differences in the use of the airspace. The IERA works efficiently as a tool for the diagnosis of the species capable of bringing a potential risk to air navigation. Several passive and active techniques were recommended for bird control at the aerodrome.

KEYWORDS: Birds and aviation. Avian risk and airports. Aviation safety. diagnosis

APÉNDICE A - Lista de las especies y grupos de especies registradas en el aeródromo de la Planta de Gas Las Malvinas, indicando el valor que adquiere para cada variable y el valor final del IERA (criterio por el cual se organizan).

Nombre Común	Nombre Científico	ABU	TAM	AGR	VERT	SECT	AMB	RISECT	INCI	IERA
Gallinazo Cabeza Roja	<i>Cathartes aura</i>	1	2	0	1	2	2	2	2	12
Gallinazo Cabeza Negra	<i>Coragyps atratus</i>	1	2	0	1	2	2	2	2	12
Cotorra de Ojo Blanco	<i>Aratinga leucophtalma</i>	2	1	2	1	2	1	2	0	11
Pericos	<i>Brotogeris ssp.</i>	2	0	2	1	2	1	2	0	10
Golondrina Ala-Rasposa Sureña	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	2	0	1	1	2	1	2	0	9
Garrapatero de Pico Liso	<i>Crotophaga ani</i>	2	0	1	1	1	2	2	0	9
Gallinazo Cabeza Amarilla Mayor	<i>Cathartes melambrotos</i>	0	2	0	1	2	2	2	0	9
Playero Solitario	<i>Tringa solitaria</i>	1	0	1	1	2	1	2	0	8
Paseriformes pequeños		1	0	1	1	1	1	2	1	8
Paseriformes medianos		1	0	0	1	1	2	2	1	8
Garcita Blanca	<i>Egretta thula</i>	1	1	0	2	2	0	2	0	8
Aguilucho Caminero	<i>Buteo magnirostris</i>	0	1	0	1	2	2	2	0	8
Golondrina Azul y Blanco	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	2	0	1	1	1	0	2	0	7
Camungo	<i>Anhima cornuta</i>	1	2	0	0	0	2	2	0	7
Espiguero de Vientre Castaño	<i>Sporophila castaneiventris</i>	1	0	0	0	2	2	2	0	7
Gavilán Plomizo	<i>Ictinea plumbea</i>	0	1	0	1	2	1	2	0	7
Loro de Cabeza Azul	<i>Pionus menstruus</i>	0	1	0	1	2	?	2	0	6
Guacamayo de Frente Castaña	<i>Ara severus</i>	0	1	0	1	2	?	2	0	6
Caracara de Vientre Blanco	<i>Ibycter americanus</i>	0	2	0	1	1	0	2	0	6
Vencejo de Collar Blanco	<i>Streptoprogne zonaris</i>	0	0	0	1	1	2	2	0	6
Playero Batitú	<i>Bartramia longicauda</i>	1	1	0	0	1	0	2	0	5
Espiguero Negro y Blanco	<i>Sporophila luctuosa</i>	0	0	0	1	2	0	2	0	5
Dormilona Enana	<i>Muscisaxicola fluviatilis</i>	0	0	0	0	1	2	2	0	5
Caracara Chimachima	<i>Milvago chimachima</i>	0	1	0	0	1	1	2	0	5
Caracara Negro	<i>Daptrius ater</i>	0	1	0	1	1	?	2	0	5
Guacamayo de Cabeza Azul	<i>Propyrrhura coloni</i>	0	1	0	1	1	?	2	0	5
Tangara Azuleja	<i>Thraupis episcopus</i>	0	0	0	1	1	1	2	0	5
Halcón Caza Murciélagos	<i>Falco rufigularis</i>	0	1	0	1	1	?	2	0	5
Periquitos	<i>Forpus ssp.</i>	0	0	1	1	1	?	2	0	5
Martín de Pecho Gris	<i>Progne chalybea</i>	2	0	1	0	0	0	1	0	4
Gorrión de Ceja Amarilla	<i>Ammodramus aurifrons</i>	1	0	0	0	1	0	2	0	4
Golondrina Tijereta	<i>Hirundo rustica</i>	0	0	1	0	1	?	2	0	4
Oropéndola de Dorso Bermejo	<i>Psarocolius angustifrons</i>	0	0	0	1	1	0	2	0	4
Chorlo Acollarado	<i>Charadrius collaris</i>	0	0	0	0	1	1	2	0	4
Saltador Grisáceo	<i>Saltator coerulescens</i>	0	0	0	1	0	1	2	0	4
Tortolita Rojiza	<i>Columbina talpacoti</i>	0	0	0	1	0	1	2	0	4
Mosquitero Social	<i>Myiozetetes similis</i>	0	0	0	0	1	1	2	0	4
Cacique de Lomo Amarillo	<i>Cacicus cela</i>	0	0	0	1	1	?	2	0	4

APÉNDICE A - Continuación

Nombre Común	Nombre Científico	ABU	TAM	AGR	VERT	SECT	AMB	RISECT	INCI	IERA
Tordo Gigante	<i>Molothrus oryzivorus</i>	0	0	0	1	1	?	2	0	4
Pava de Spix	<i>Penelope jacquacu</i>	0	2	0	0	0	0	2	0	4
Aguilucho Cola Corta	<i>Buteo brachyurus</i>	0	2	0	0	0	0	2	0	4
Aguilucho de Cola Fajada	<i>Buteo albonotatus</i>	0	2	0	0	0	?	2	0	4
Gavilán Gris	<i>Buteo nitidus</i>	0	2	0	0	0	0	2	0	4
Garza Blanca	<i>Casmerodius albus</i>	0	2	0	0	0	?	2	0	4
Tirano Tropical	<i>Tyrannus melancholicus</i>	0	0	0	0	1	0	2	0	3
Espigueros	<i>Sporophila</i> sp.	0	0	1	1	0	0	1	0	3
Golondrina de Faja Blanca	<i>Atticora fasciata</i>	0	0	0	0	1	0	2	0	3
Paloma-Perdiz Rojiza	<i>Geotrygon montana</i>	0	1	0	0	0	?	2	0	3
Gavilán de Cabeza Gris	<i>Leptodon cayanensis</i>	0	2	0	0	0	?	1	0	3
Gallinazo Real	<i>Sarcorhamphus papa</i>	0	2	0	0	0	?	1	0	3
Urraca Violácea	<i>Cyanocorax violaceus</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Mosquitero Bermellón	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Oropéndola Amazónica	<i>Psarocolius yuracares</i>	0	0	0	0	0	?	2	0	2
Guacamayo Escarlata	<i>Ara macao</i>	0	2	0	0	0	?	0	0	2
Carpintero Chico	<i>Veniliornis passerinus</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Semillerito Negro Azulado	<i>Volatina jacarina</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Tangara Urraca	<i>Cissopis leverianus</i>	0	0	0	0	0	?	2	0	2
Carpintero Lineado	<i>Dryocopus lineatus</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Espiguero Lineado	<i>Sporophila lineola</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Playero Pata Amarilla Menor	<i>Tringa flavipes</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Golondrina de Ala Blanca	<i>Tachycineta albiventer</i>	0	0	0	0	0	?	1	0	1
Chorlo Dorado Americano	<i>Pluvialis dominica</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Mosquitero	<i>Cnemotriccus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Loros	<i>Amazona</i> sp.	0	1	0	0	0	?	0	0	1
Playero Coleador	<i>Actitis macularia</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Zorzal de Pico Negro	<i>Turdus ignobilis</i>	0	0	0	0	0	?	0	1	1