

# **MONITOREO DE LA DINÁMICA FAUNÍSTICA ASOCIADA A LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Y DE AREAS DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO ALTO MAIPO**

**Monitoreo continuo de electrocución y colisión de aves voladoras de gran tamaño y de  
las medidas tomadas. Estación de invierno**



Septiembre 2016

## **AUTORES**

**Dr. Benito A. González, Ing. Agr.** Profesor Asociado Fac. Cs. Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile. Coordinación General, Diseño y Metodología.

**Francisco Santander, Prof. Biol. Dr.Cs (c),** Programa de Doctorado en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias, Universidad de Chile. Monitoreo de tendido eléctrico y aves de gran tamaño.

**Dr. Cristián Estades, Ing. For. MSc.** Profesor Titular Fac. Cs. Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile. Diseño estratégico y metodológico

## **INDICE**

<b>INTRODUCCIÓN GENERAL</b>	<b>3</b>
<b>MONITOREO CONTINUO DE ELECTROCUCIÓN Y COLISIÓN DE AVES VOLADORAS DE GRAN TAMAÑO Y DE LAS MEDIDAS TOMADAS</b>	<b>5</b>
1. INTRODUCCIÓN	5
2. MATERIAL Y MÉTODOS	7
3. RESULTADOS	10
4. DISCUSIÓN	15
5. BIBLIOGRAFIA	19

## INTRODUCCIÓN GENERAL

El Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo se emplaza en las subcuencas hidrográficas de los ríos Maipo, Yeso, El Volcán y El Colorado. Tiene como objetivo el generar energía eléctrica para el Sistema Interconectado Central a través de la construcción de 3 centrales de paso, las cuáles serán alimentadas por la conducción de agua a través de túneles subterráneos y posteriormente descargadas en el río Maipo en el sector de Las Lajas.

El diseño original del estudio de Línea de Base de fauna elaborado para el Proyecto permite comprender parcialmente (1) el impacto de las obras sobre las comunidades de fauna del sector, (2) entender la dinámica comunitaria que se generará por las medidas de mitigación, reparación y/o compensación propuestas por el Proyecto Alto Maipo. Por ejemplo, el hecho de que gran parte de la información se base en presencias-ausencias disminuye la posibilidad de detectar tendencias a niveles poblacionales, por ser una variable sensible al esfuerzo de muestreo (y los cambios naturales en la densidad poblacional).

Por ello se comenzó a trabajar en el área durante el verano de 2014 (enero a marzo) contando ya con resultados relevantes sobre la biodiversidad de la zona de estudio. La presente propuesta continúa con la metodología diseñada para los Estudios, aunque disminuye la frecuencia de muestreo para algunas taxas a nivel estacional.

Con la finalidad de continuar los estudios de mediano-largo plazo, la propuesta en esta segunda fase tiene tres objetivos generales:

1. Determinar variaciones estacionales de los parámetros cuantitativos de presencia y abundancia de las taxas monitoreadas de la Fase 1.
2. Iniciar la detección de los cambios en las comunidades faunísticas en los sectores de restauración ecológica y restitución de hábitats en las zonas de reforestación.

## **ESTUDIO ESPECÍFICO 2: Monitoreo continuo de electrocución y colisión de aves voladoras de gran tamaño y de las medidas tomadas**

Tiene los siguientes resultados esperados:

- a) Descripción detallada de presencia de rapaces y aves de gran tamaño en las inmediaciones del tendido eléctrico asociadas al proyecto.
- b) Monitoreo de las medidas de manejo realizadas para evitar electrocución y colisión.
- c) Caracterización del uso de elementos de protección contra electrocución.

Esto permitirá:

- i) Complementar la información mediante un monitoreo de la línea de base original.
- ii) Entregar información sólida a las autoridades sobre presencia local de rapaces y aves de gran tamaño la zona.
- iii) Demostrar el uso que le dan las aves de gran tamaño a infraestructura de protección junto a su efectividad.
- iv) Priorizar las áreas de protección del tendido contra electrocución en base a riqueza, abundancia y zonas de nidificación de aves rapaces y de gran tamaño.
- v) Minimizar los accidentes por electrocución y colisión en aves rapaces y de gran tamaño por la operación del proyecto.
- vi) Tener información de primera fuente para difusión a la comunidad sobre la diversidad e importancia de las rapaces en el Cajón del Maipo. Esto permitirá apoyar actividades educativas y de docencia local, de impresión de libros de difusión, guías de campo, folletería, muestra itinerante de insectos o fotografías, etc.).
- vii) Formar, con la base de datos que se posee sobre la biodiversidad, tesis de pregrado de carreras ligadas a las ciencias ambientales, y post grado (Magíster y Doctorado).

# **MONITOREO CONTINUO DE ELECTROCUCIÓN Y COLISIÓN DE AVES VOLADORAS DE GRAN TAMAÑO Y DE LAS MEDIDAS TOMADAS**

## **1. INTRODUCCIÓN**

La rápida industrialización global durante el último siglo ha llevado a un gran desarrollo de una red de líneas de distribución eléctrica en todos los continentes (Dixon et al. 2013). El suministro de electricidad es fundamental para el desarrollo económico y social de los países, y la salud y bienestar social de las comunidades pueden ser mejorados si es que ellas están conectadas a un sistema eléctrico confiable (Chaurey et al. 2004). Este desarrollo ha implicado que el efecto que tiene el tendido eléctrico sobre las poblaciones de aves se haya convertido en un importante problema de conservación, especialmente para las aves rapaces (Bevanger 1998; Janss & Ferrer 1999; APLIC 2006; Lehman et al. 2007). Las aves son vulnerables a la colisión con un gran número de estructuras, como edificios, tendido eléctrico y turbinas eólicas (Rioux et al. 2013). La infraestructura eléctrica, especialmente el tendido eléctrico, causa millones de muertes de aves anualmente en Estados Unidos (Erickson et al. 2001; Longcore et al. 2012; Loss et al. 2012) y afecta negativamente a poblaciones de aves en diversos ecosistemas en todo el mundo, contribuye al riesgo de poblaciones de aves rapaces y afecta negativamente a las empresas eléctricas produciendo pérdidas de millones de dólares producto de la interrupción del suministro y reparación de equipos (Lehman et al. 2007; Dwyer et al. 2013). El daño que produce el tendido eléctrico no es solo por el efecto de electrocución, sino que también se produce por medio de la colisión de las aves con este tipo de estructuras (Bevanger 1998; Janss 2000; APLIC 2012). Además, las aves pueden ser afectadas por el campo electromagnético que produce el tendido eléctrico (Tryjanowski et al. 2014). El efecto de los tendidos eléctricos sobre las poblaciones de aves ha sido estudiado desde 1970 (APLIC 2006; Lehman et al. 2007). La electrocución de aves en tendidos eléctricos es el resultado de tres elementos que interactúan entre sí: la biología de la especie, el medio ambiente y la estructura del tendido, particularmente de los postes (APLIC 2006; Lehman et al. 2007; Dixon et al. 2013). El tamaño es una de las características más importantes que hacen susceptibles a ciertas especies a la electrocución. El hábitat es un factor clave que influencia el uso de los postes por parte de las aves. En áreas abiertas, con una escasez natural de perchas, los postes proveen un sustrato ideal para la caza, alimentación, descanso o nidificación (APLIC 2006). Hábitats con una abundancia alta de presas pueden atraer a las aves de presa. Por último, la

configuración de los conductores o fases con escasa separación y cables a tierra son más propensos a electrocutar aves (APLIC 2006; Dixon et al. 2013; Dwyer et al. 2013). Con respecto al tendido eléctrico, son las líneas de distribución las que producen mayores efectos negativos sobre las aves (APLIC 2006; Dixon et al. 2013). Esto ocurre porque el voltaje generalmente es bajo (3 a 60 kV) y por lo tanto el aislamiento que se requiere es menor, lo que significa que los conductores necesitan una menor separación con respecto a la cruceta de la cual están suspendidos (Dixon et al. 2013). Además, la proximidad de los conductores entre sí implica que las aves de gran tamaño pueden resultar electrocutadas mediante el contacto simultáneo con dos fases o mediante el contacto con una fase y un contacto a tierra (Prinsen et al. 2011). En general, los postes con conductores situados sobre la cruceta son los que presentan una alta mortalidad (Olendorff et al. 1981; Ferrer & Hiraldo 1991; APLIC 2006). La mortalidad de aves por electrocución y/o colisión en líneas eléctricas ha sido considerada como un problema de conservación para algunas especies de aves, especialmente aves rapaces (Janss 2000; Janss & Ferrer 2001; APLIC 2006; Shaw et al. 2010; Kaluga et al. 2011; Lehman et al. 2007; Dwyer et al. 2013). Los esfuerzos de conservación pueden reducir los efectos pero estos deben estar enfocados en programas que incluyan efectividad y costos (Dwyer et al. 2013). Las aves rapaces han sido el foco de este tipo de estudios debido a que son más propensas por su gran tamaño, conducta y porque eventos persistentes de electrocución han implicado un descenso de las poblaciones de algunas especies en Europa, Asia y África (Sergio et al. 2004; Kemper et al. 2013).

Estudios sobre electrocución en Chile no existen, así como tampoco existe un sistema de monitoreo con respecto a los eventos de electrocución. Una acción efectiva para disminuir las muertes de aves por electrocución consiste en evaluar el número de electrocuciones y colisiones de estas y aplicar medidas que permitan reducir el número de eventos.

El Objetivo General de este capítulo es desarrollar una metodología de evaluación y monitoreo del efecto del tendido eléctrico sobre aves voladoras de gran tamaño (rapaces y no rapaces). Los objetivos específicos son:

1. Realizar línea base de las poblaciones de gran tamaño que permita determinar la riqueza y abundancia de estas en el área del proyecto.
2. Cuantificar el potencial efecto de las líneas de transmisión (eventos de electrocución o colisión) sobre las poblaciones de aves de gran tamaño presentes en el área del proyecto.

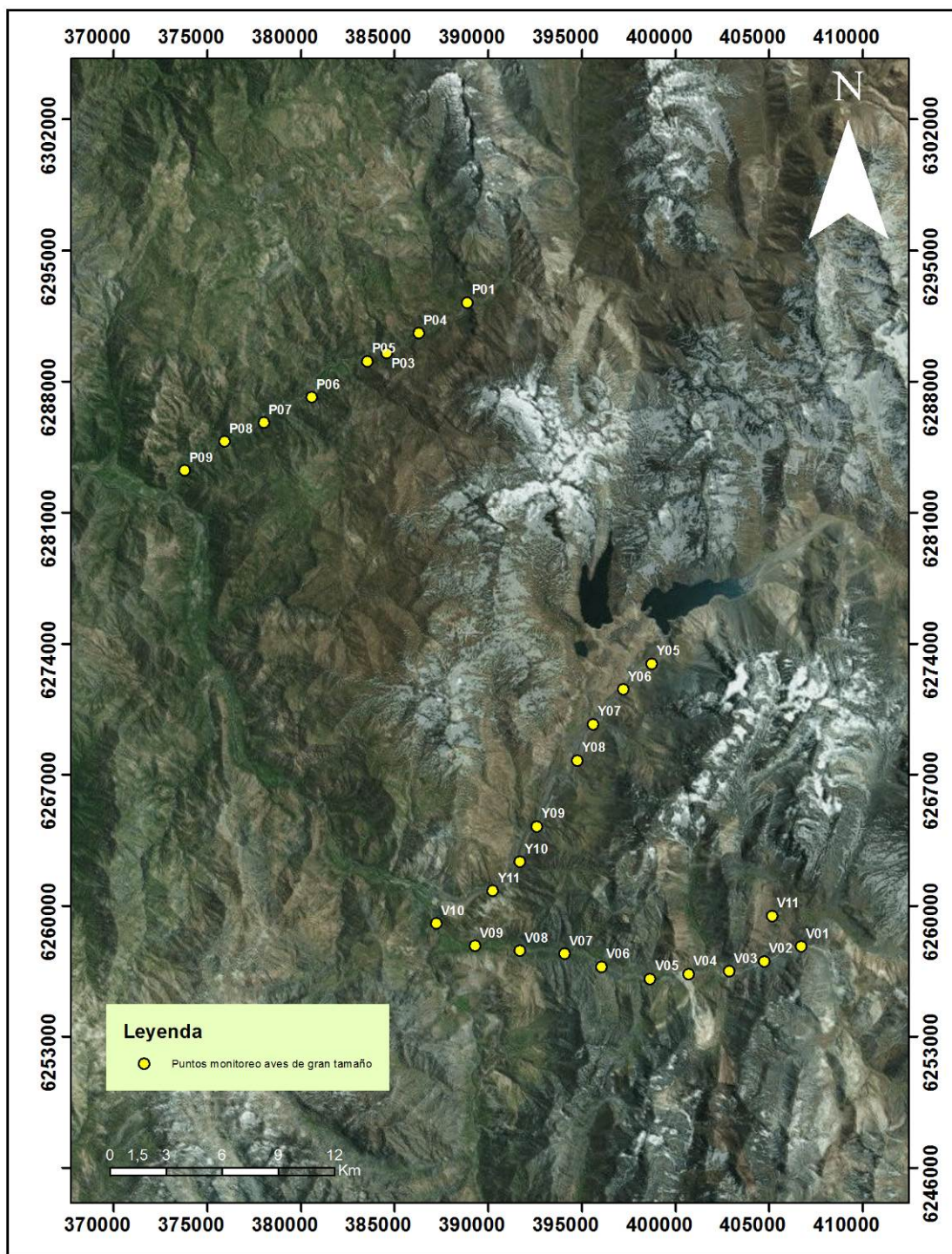
## **2. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **2.1 Diversidad de aves rapaces y no rapaces de gran tamaño**

Se efectuaron tres campañas durante la temporada de invierno. Durante los meses de Julio, Agosto y Septiembre se recorrió las subcuencas de El Colorado, El Yeso y El Volcán.

Los conteos de aves se realizaron mediante puntos de observación (Mañosa et al. 2003, Zilio et al. 2014), distribuidos de forma semi-aleatoria dentro del área de estudio. Siguiendo la metodología de puntos de observación según Whitacre et al. (1992) los puntos se distribuyeron con una separación mayor a 2 km (Mapa 1). Se utilizaron puntos de observación con límite, debido a que en éstos se reduce la sobreestimación de la abundancia de las aves de gran tamaño y no existen mayores problemas al momento de determinar distancias variables (Figura 1). Para la observación a distancia se utilizaron binoculares de 8x40 y 8x50 aumentos. Dos observadores, con experiencia en identificación de aves rapaces, realizaron los conteos por cada punto durante 5 minutos, maximizando la probabilidad de avistamientos. Se registró a todas las aves rapaces y no rapaces de gran tamaño que se observaron o escucharon en cada punto (área de muestreo= 3.14 km<sup>2</sup>; Zilio et al. 2014). Con el fin de evitar el doble conteo se prestó atención a la ausencia de plumas, marcas de coloración naturales o patrón de coloración específico, ya que son las únicas formas de identificar individuos cuando no están marcados con radiocollares, anillos u otro. Cuando esto ocurría o se sospechaba que las aves fueron contadas previamente, sólo se consideró un registro (Piana & Mardsen 2012).

**Mapa 1.** Puntos de muestreo para aves de gran tamaño



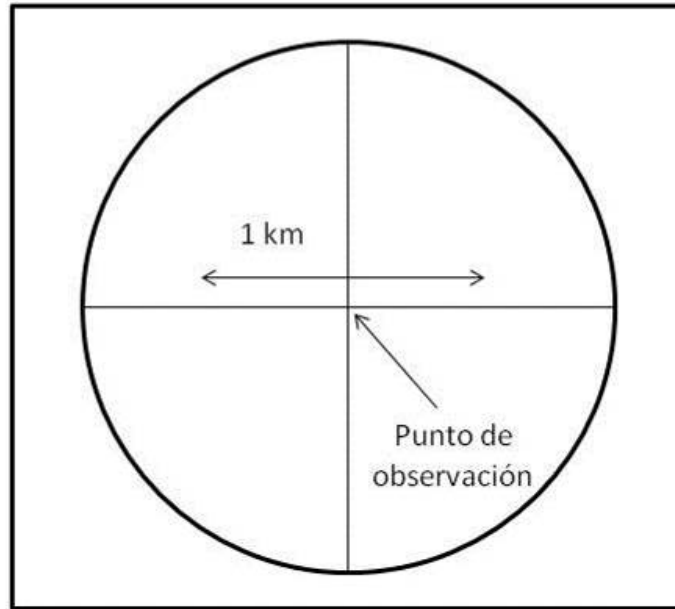


Figura 1. Metodología de observación. Campo visual de 360° y 1 km. de profundidad.

En cada registro, además de la especie y número de individuos, se registró la edad y sexo cuando fue posible, lugar de avistamiento y conducta. Los conteos se realizaron principalmente en horas del día entre 09:00 y 15:00 para aprovechar las horas de mayor visibilidad y probabilidad de detectar aves (Fuller and Mosher 1987, Mañosa et al. 2003, Andersen 2007), además estas horas coinciden con la actividad de las aves rapaces y de las corrientes térmicas que estas utilizan. Adicionalmente, también se registraron a aquellos individuos que no fueron registrados en los puntos de observación pero que fueron observados incidentalmente durante el recorrido entre puntos. En este caso se registró la conducta, estructura sobre la que se encontraba posado y sus coordenadas geográficas.

## 2.2 Eventos de mortalidad causados por electrocución o colisión.

Una vez al mes, y de forma simultánea al conteo de aves, se recorrió la mayor cantidad posible de postes de electricidad, en función de su accesibilidad, en busca de aves electrocutadas. Esta metodología se utilizó en las subcuencas de El Colorado, El Yeso EL Volcán. En el caso de encontrar carcasas de aves electrocutadas en la base o alrededor de un poste, estas serán removidas para evitar el doble conteo de individuos (Mañosa 2001,

Ferrer et al. 2013). Cada carcasa que pudiese ser encontrada se revisará y se buscarán signos de electrocución y/o colisión para determinar la causa de muerte.

Mediante observación directa (aves aperchadas) e indirecta (postes con presencia de fecas) se determinó el uso que le dan las aves a los postes. Variables como el diseño de los postes y topografía del sector serán registradas para evaluar la probabilidad de cada poste de ser seleccionado como percha.

Se revisó la literatura en busca de métodos para evitar colisión y/o electrocución de aves con el tendido eléctrico.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. Riqueza y abundancia de aves**

Combinando las observaciones realizadas en los puntos de observación y los registros puntuales, se registró un total de 6 especies de aves de gran tamaño. Dentro del grupo de las rapaces se registró un total de 5 especies: Cóndor (*Vultur gryphus*), Águila (*Geranoaetus melanoleucus*), Carancho cordillerano (*Phalcoboenus megalopterus*), Tiuque (*Milvago chimango*) y Cernícalo (*Falco sparverius*). La otra especie registrada fue el Queltehue (*Vanellus chilensis*). Las especies más comunes fueron el Cóndor (72% del total de individuos observados), el Águila (10% del total de individuos observados) y el Queltehue (6,7% del total de individuos observados) (Figura 2 y 3).

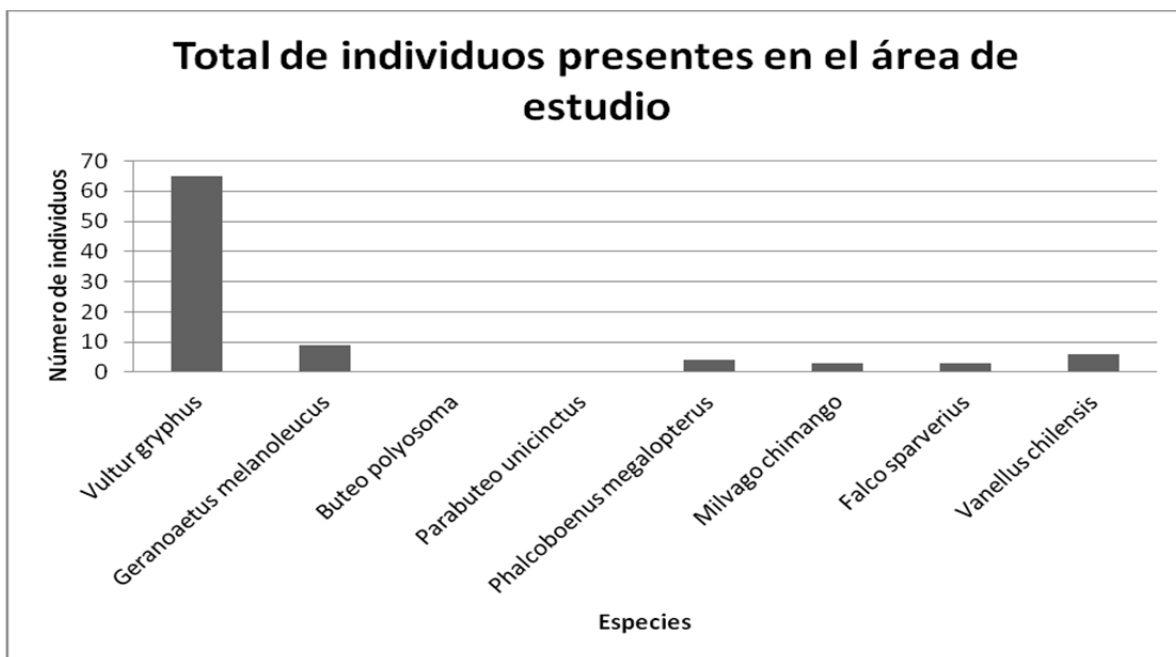


Figura 2. Total de individuos por especie observados en el área de estudio durante la campaña de invierno 2016.

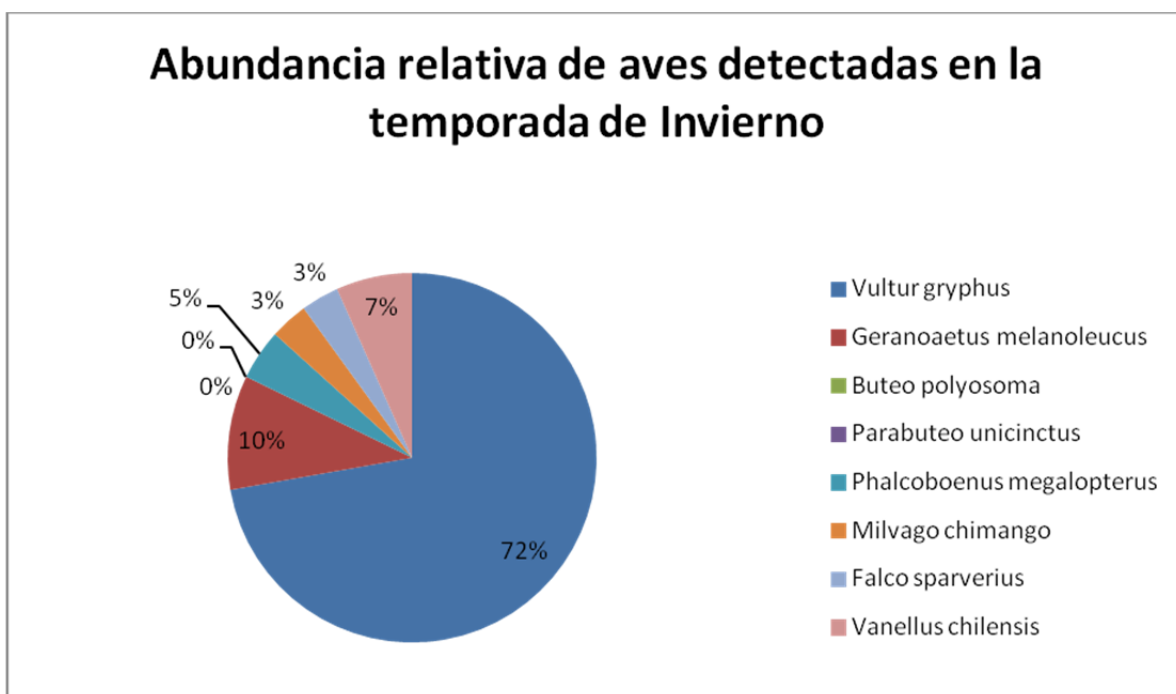


Figura 3. Abundancia relativa de las especies detectadas durante la campaña de invierno 2016.

La riqueza de especies por subcuencas fue idéntica en Maitenes/Alfalfal y El Yeso, las que presentaron una riqueza de 4 especies, mientras que la subcuenca de El Volcán presentó una mayor riqueza especies ( $n=5$ ) (Figura 4). Estas tres subcuencas comparten 3 especies de aves rapaces (Cóndor, Águila y Cernícalo). Las especies que fueron detectadas exclusivamente en El Volcán fueron el Carancho cordillerano y el Queltehue.

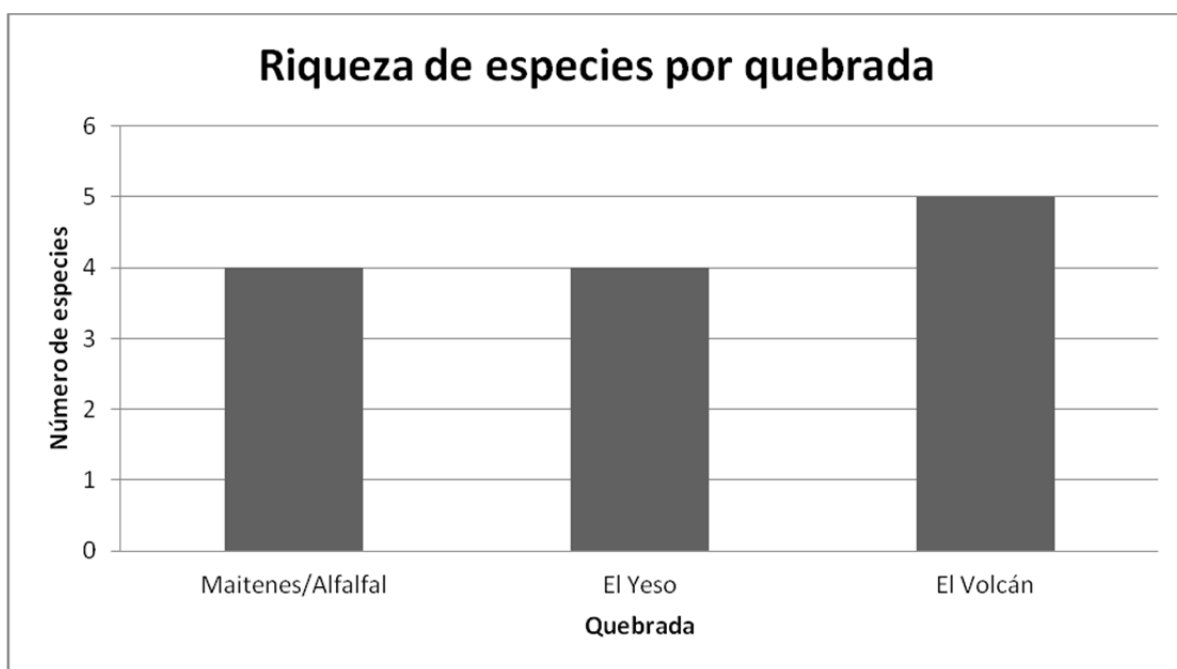


Figura 4. Riqueza de especies por subcuenca durante la campaña de Invierno 2016.

### 3.2. Electrocuci3n y/o colisi3n de aves

No se detectaron individuos electrocutados ni con signos de colisi3n durante los tres meses de estudio. S3lo se utiliz3 la metodol3gía de b3squeda de carcasas (aves muertas) bajo el tendido o postes de f3cil acceso en los sectores de El Volc3n y el Yeso, no se realiz3 recorrido la b3squeda de carcasas en el sector de Maitenes/Alfalfal debido a que el tendido se encuentra casi en su totalidad dentro de terrenos privados.

### 3.3. Uso del tendido eléctrico

Con respecto al uso que le están dando las aves al tendido eléctrico, solo se registró a aves rapaces usando postes, torres y cables como percha. El área del poste o torre utilizada corresponde a la cruceta y los aislantes instalados por la empresa como medidas de mitigación ante posibles eventos de electrocución. Las especies observadas utilizando las estructuras fueron el Tiuque, Cernícalo y Águila. El Tiuque fue observado utilizando la cruceta de los postes como percha de alimentación. Por otra parte, el Cernícalo fue observado utilizando los cables y aislantes sobre los postes, esta especie utiliza estas estructuras principalmente como zona de observación para capturar a sus presas. El Águila fue observada utilizando una torre de alta tensión como percha (individuo adulto). (Figuras 5 y 6).



Figura 5. Ejemplar adulto de Cernícalo (*Falco sparverius*) utilizando los cables como posadero.



Figura 6. Pareja de Tiuques (*Milvago chimango*) utilizando la cruceta de los postes como posadero.

#### 4. DISCUSIÓN

En total se detectaron 6 especies de las 18 posibles que pueden presentar riesgo de electrocución y/o colisión en el área (Tabla 1). Dentro del grupo de las rapaces diurnas no se detectó la presencia de especies como el Halcón perdiguero y el Jote de cabeza roja. Para el caso de las rapaces nocturnas, es probable que la no detección de estas especies se deba a la metodología, la cual está orientada hacia rapaces diurnas, no siendo apropiada para las nocturnas (Fuller and Mosher 1981). A diferencia del periodo anterior (Abril-Junio), se registraron dos especies menos, el Peuco (*Parabuteo unicinctus*) y el aguilucho común (*Buteo polyosoma*). El Aguilucho es una especie que se desplaza entre temporadas por lo que es normal esperar diferencias entre estaciones, por otra parte, el Peuco es una especie difícil de observar debido a su conducta, esto implicaría que la especie puede que esté presente durante esta temporada pero no haya sido registrada.

Las abundancias durante este periodo son menores en comparación con la temporada de otoño. Esta tendencia es normal debido a que la nieve cubre gran parte de los sectores del Volcán y el Yeso lo que implica que las aves deben moverse a alturas menores para poder conseguir sus recursos.

Algunas especies, al igual que en la temporada de otoño, fueron observadas utilizando los postes, cables y conductores como posaderos para descansar, como plataformas de alimentación y perchas para caza. Las especies que han sido observadas utilizando las estructuras son el Águila, Tiuque y Cernícalo. Estas especies presentan un tamaño corporal y/o una conducta propicia para sufrir eventos de electrocución y colisión (Bevanger 1998, Lehman et al. 2007). En cuanto al tamaño, el Águila es una especie más propensa a la electrocución debido a su gran tamaño y porque fácilmente abarca la distancia entre los conductores (Janss & Ferrer 1999; Figura 8). El Cóndor es otra especie de gran tamaño pero es poco probable que sufra eventos de electrocución y/o colisión debido a su conducta de volar a gran altitud y preferir como posaderos sitios aislados ubicados lejos del tendido ubicado en la zona de estudio. Se observó de forma ocasional al Águila, Cóndor y Tiuque volando a una altura superior a los 20 metros en distintas direcciones. El Águila y Cóndor son las especies que vuelan a mayor altura utilizando las corrientes térmicas para elevarse y así desplazarse entre corrientes con un mínimo gasto de energía (Gillies et al. 2011). Las especies registradas utilizan las cuencas estudiadas para desplazarse a lo largo de estas y cruzando estas cuencas a gran altura. Las rutas de vuelo son mayormente utilizadas para detectar el efecto negativo que tienen los molinos de viento en las poblaciones de aves, especialmente aves migratorias (APLIC 2012). En el

caso de la colisión con el tendido y/o electrocución, más que las rutas de vuelo se utiliza la presencia del tendido a focos de gran abundancia de aves como lo son humedales y zonas de nidificación (APLIC 2006).

Tabla 1. Especies con riesgo potencial de electrocución y/o colisión que pueden ser detectadas en el área del proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Criterios de Protección según artículo 3° Ley de Caza				Clasificación de Especies según RCE
			B	S	E	EC	
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza grande	B			S/C	-
	<i>Egretta thula</i>	Garza chica	B			S/C	-
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza boyera	B			S/C	-
Threskiornithidae	<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	B			V	-
Anatidae	<i>Chloephaga melanoptera</i>	Piuquén				R	-
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Jote de cabeza colorada	B			S/C	-
	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor	B		E	V	-
Accipitridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila	B		E	S/C	-
	<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho	B		E	S/C	-
	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Peuco	B		E	S/C	-
Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	B	S	E	V	-
	<i>Falco femoralis</i>	Halcón perdiguero	B		E	S/C	-
	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo	B		E	S/C	-
	<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	B		E	S/C	-
	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	Carancho cordillerano	B		E	S/C	-
Strigidae	<i>Bubo magellanicus</i>	Tucúquere	B		E	S/C	-
	<i>Glaucidium nanum</i>	Chuncho	B		E	S/C	-
Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza	B		E	S/C	-

Clasificación según artículo 3° Ley de Caza: beneficioso para la actividad silvoagropecuaria (B); especie con densidades poblacionales reducidas (S); especie beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (E). Estado de conservación (EC): Peligro de extinción (EP); Vulnerable (V); Rara (R); Inadecuadamente conocida (I); Fuera de peligro (F); sin clasificación (S/C).

La mortalidad de aves debida a la electrocución y colisión en tendidos eléctricos ha sido identificada con un problema de conservación para algunas especies de aves, principalmente las rapaces (Janss & Ferrer 2001; Lehman et al. 2007; APLIC 2012). Debido a que la mayoría de las líneas eléctricas se encuentran localizadas en áreas remotas, los reportes de pérdidas de individuos deben ser considerados una medida superficial de lo que realmente ocurre (Bevanger 1998). Las especies antes mencionadas presentan un tamaño corporal y/o una conducta propicia para sufrir eventos de electrocución y colisión (Bevanger 1998, Lehman et al. 2007). Las diferencias entre especies son importantes para el entendimiento de las dinámicas en la electrocución de rapaces. Algunas especies son más propensas a la electrocución debido a su gran tamaño y porque pueden fácilmente abarcar los conductores, y otras son susceptibles porque habitan en áreas en las que escasean las perchas naturales (Janss & Ferrer 1999).

## 5. BIBLIOGRAFIA

- (APLIC), A.P.L.I.C., 2012. *Reducing avian collisions with power lines: the state of the art in 2012*. E. E. I. and APLIC, ed., Washington, D.C. Available at: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Reducing+Avian+Collisions+with+Power+Lines:+The+State+of+the+Art+in+2012#0> [Accessed April 30, 2014].
- (APLIC), A.P.L.I.C., 2006. *Suggested Practices for Avian Protection On Power Lines : The State of the Art in 2006*,
- Bevanger, K., 1998. Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. *Biological Conservation*, 86(1), pp.67–76. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0006320797001766>.
- Dixon, A. et al., 2013. The problem of raptor electrocution in Asia: case studies from Mongolia and China. *Bird Conservation International*, p.doi:10.1017/S0959270913000300. Available at: [http://www.journals.cambridge.org/abstract\\_S0959270913000300](http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0959270913000300).
- Dwyer, J.F., Harness, R.E. & Donohue, K., 2013. Predictive Model of Avian Electrocution Risk on Overhead Power Lines. *Conservation Biology*, 00(0), pp.1–10. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24033371> [Accessed October 23, 2013].
- Ferrer, M. & Hiraldo, F., 1991. Evaluation of management techniques for the Spanish Imperial Eagle. *Wildlife Society Bulletin*, 19(4), pp.436–442. Available at: <http://www.jstor.org/stable/10.2307/3782155> [Accessed September 15, 2013].
- Janss, G., 2000. Avian mortality from power lines: a morphologic approach of a species-specific mortality. *Biological Conservation*, 95, pp.353–359. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320700000215> [Accessed September 15, 2013].
- Janss, G. & Ferrer, M., 2001. Avian electrocution mortality in relation to pole design and adjacent habitat in Spain. *Bird Conservation International*, pp.3–12. Available at: <http://journals.cambridge.org/production/action/cjoGetFulltext?fulltextid=74764> [Accessed September 13, 2013].
- Janss, G. & Ferrer, M., 1999. Mitigation of raptor electrocution on steel power poles. *Wildlife Society Bulletin*, 27(2), pp.263–273. Available at: <http://www.jstor.org/stable/10.2307/3783888> [Accessed September 15, 2013].
- Janss, G.F.E. & Ferrer, M., 2001. Avian electrocution mortality in relation to pole design and adjacent habitat in Spain. *Bird Conservation International*, 11(01), pp.3–12.

Available at: [http://www.journals.cambridge.org/abstract\\_S0959270901001022](http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0959270901001022).

- Kemper, C.M., Court, G.S. & Beck, J. a., 2013. Estimating raptor electrocution mortality on distribution power lines in Alberta, Canada. *The Journal of Wildlife Management*, 77(7), pp.1342–1352. Available at: <http://doi.wiley.com/10.1002/jwmg.586> [Accessed September 17, 2013].
- Lehman, R., Kennedy, P. & Savidge, J., 2007. The state of the art in raptor electrocution research: A global review. *Biological Conservation*, 136(2), pp.159–174. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0006320706004150> [Accessed June 23, 2011].
- Piana, R.. & Mardsen, S., 2012. Diversity, Community Structure, and Niche Characteristics within a Diurnal Raptor Assemblage of Northwestern Peru. *The Condor*, 114(2), pp.279–289. Available at: <http://www.jstor.org/stable/info/10.1525/cond.2012.100163> [Accessed October 16, 2012].
- Rioux, S., Savard, J. & Gerick, A., 2013. Avian mortalities due to transmission line collisions: a review of current estimates and field methods with an emphasis on applications to the Canadian electric network. *Avian Conservation and Ecology*, 8(2). Available at: <http://www.ace-eco.org/vol8/iss2/art7/ACE-ECO-2013-614.pdf> [Accessed June 15, 2014].
- Sergio, F. et al., 2004. Electrocution alters the distribution and density of a top predator, the eagle owl *Bubo bubo*. *Journal of Applied Ecology*, 41(5), pp.836–845. Available at: <http://www3.interscience.wiley.com/journal/118755144/abstract> [Accessed September 23, 2010].
- Tryjanowski, P. et al., 2014. A Paradox for Conservation: Electricity Pylons May Benefit Avian Diversity in Intensive Farmland. *Conservation Letters*, 7(1), pp.34–40. Available at: <http://doi.wiley.com/10.1111/conl.12022> [Accessed April 30, 2014].
- Zilio, F., Verrastro, L. & Borges-Martins, M., 2014. Temporal Fluctuations in Raptor Abundances in Grasslands of Southeastern South America. *Journal of Raptor Research*, 48(2), pp.151–161. Available at: <http://www.bioone.org/doi/abs/10.3356/JRR-13-00060.1> [Accessed June 15, 2014].