

ALTO MAIPO

PROPUESTA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA EVITAR POSIBLES EVENTOS DE ELECTROCUCIÓN DE AVES EN EL TENDIDO ELÉCTRICO DE MEDIA TENSIÓN DEL PROYECTO ALTO MAIPO

Junio de 2014

Rev 0

Propuesta de medidas de mitigación para evitar posibles eventos de electrocución de aves en el tendido eléctrico de media tensión del Proyecto Alto Maipo

ÍNDICE

1	ANTECEDENTES GENERALES	3
2	PROPUESTA DE MEDIDAS	11
3	BIBLIOGRAFÍA	15

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1-1. Especies con riesgo potencial de electrocución detectadas en el área del proyecto.....	7
---	---

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1-1. Localización general del proyecto.....	5
Figura 1-2. Envergadura alar de los principales grupos de especies propensas a electrocución. De arriba hacia abajo, el segundo, cuarto y quinto grupo corresponden a especies que pueden encontrarse en el área del proyecto.	6
Figura 1-3. Tipos de estructuras presentes en la LMT, sector El Volcán.....	8
Figura 1-4. Estructura tipo A y J ubicada en el sector de El Volcán. Se observan los aisladores ubicados sobre la cruceta.....	9
Figura 1-5. Distancias entre conductores estructura tipo A.	9
Figura 2-1. Sistemas disuasivos. A, B y C cumplen la función de disuadir el uso de la parte terminal del poste como posadero. D, E y F componentes utilizados para evitar el uso de aisladores como posadero.	11
Figura 2-2. Diferentes sistemas disuasivos para evitar el uso de la cruceta, poste y aisladores como posadero. Este tipo de componentes debe ser utilizado en conjunto para maximizar su efectividad.	12
Figura 2-3. Diferentes sistemas de aislación utilizados para proteger el tendido y aisladores.	13
Figura 2-4. Individuo juvenil de Águila mora posado sobre estructura T.	14

1 ANTECEDENTES GENERALES

Los efectos de los tendidos eléctricos sobre las poblaciones de aves han sido ampliamente estudiados desde 1970 (Avian Power Line Interaction Committee – APLIC, 2006; Lehman *et al.*, 2007). La electrocución y/o colisión en estructuras de energía afecta negativamente a poblaciones de aves en diversos ecosistemas alrededor de todo el mundo, aumenta el riesgo de las poblaciones de aves rapaces y, por otra parte, produce impactos económicos al provocar cortes eléctricos (Bevanger 2008; Dwyer *et al.*, 2013). Es así, como en Estados Unidos los costos legales y de reparación superan el billón de dólares (Hunting, 2002). 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). 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. Los individuos juveniles son más susceptibles a electrocutarse. Por último, la configuración de los conductores o fases con escasa separación y cables a tierra son más propensos a electrocutar aves (APLIC, 2006).

Los eventos de electrocución ocurren con mayor frecuencia en tendidos de media tensión (<60 kV) debido a la estructura que presenta este tipo de tendidos (APLIC, 2006; Dwyer *et al.*, 2013). Un evento de electrocución ocurre cuando un ave simultáneamente entra en contacto con dos fases o con una fase y un contacto a tierra. La separación entre conductores energizados y/o un contacto a tierra son los principales factores que influyen en un evento de electrocución. Además, la electrocución puede ocurrir de forma horizontal cuando la separación entre conductores es menor a la envergadura alar del ave, o de forma vertical cuando la separación es menor a la altura del ave (APLIC, 2006). Las estructuras de una, dos o tres fases construidas en base a madera, concreto, metal o fibra de vidrio pueden representar un riesgo si no cumplen con los requisitos de separación mínimos. Es por esto que los tendidos eléctricos debiesen ser diseñados en base a los conceptos de aislación y aislamiento. El concepto de aislación hace referencia a la distancia mínima entre las estructuras del poste, y el aislamiento se refiere al recubrimiento (aislante) de las partes energizadas y tierra expuestas con el fin de prevenir los contactos de estas partes con las aves (APLIC, 2006; Dwyer, 2004; Janss & Ferrer, 2001). En general, los postes con conductores situados sobre la cruceta son los que presentan una alta mortalidad (Olendorff *et al.*, 1981; Ferrer *et al.*, 1991; APLIC, 1996). Por otra parte, las características del hábitat como por ejemplo: el suelo, tipo de vegetación, densidad de presas, cercanía a fuentes de agua, clima, etc., también pueden afectar la tasa de mortalidad (Ferrer *et al.*, 1991; Janss, 2000). La identificación de estos factores es útil para el diseño de postes que presenten un menor riesgo de electrocución.

La mortalidad de aves por electrocución y/o colisión en líneas eléctricas ha sido considerada como un problema de conservación par algunas especies de aves, especialmente aves rapaces (Janss 2000; Janss & Ferrer, 2001; APLIC, 2006; Lehman *et al.*, 2007; Shaw *et al.*, 2010; Kaluga *et al.*, 2011; Dwyer *et al.* 2013). Millones de muertes son causadas anualmente por este tipo de estructuras (Loss *et al.*,

2012; Dwyer *et al.*, 2013). Más aún, las aves pueden verse afectadas no solo por el contacto con las líneas eléctricas, sino que también por el campo electromagnético que estas producen (Balmori, 2005; Fernie & Reynolds, 2005). 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; Shaw *et al.*, 2010; Kemper *et al.*, 2013). Existen estudios en especies “bandera” o “flagship” como el Águila Imperial española, en la cual se ha demostrado el severo impacto que tienen las líneas eléctricas sobre la población de esta especie, registrándose una mortalidad del 42,1% de los individuos inmaduros marcados con radio-transmisores (Janss & Ferrer, 2001).

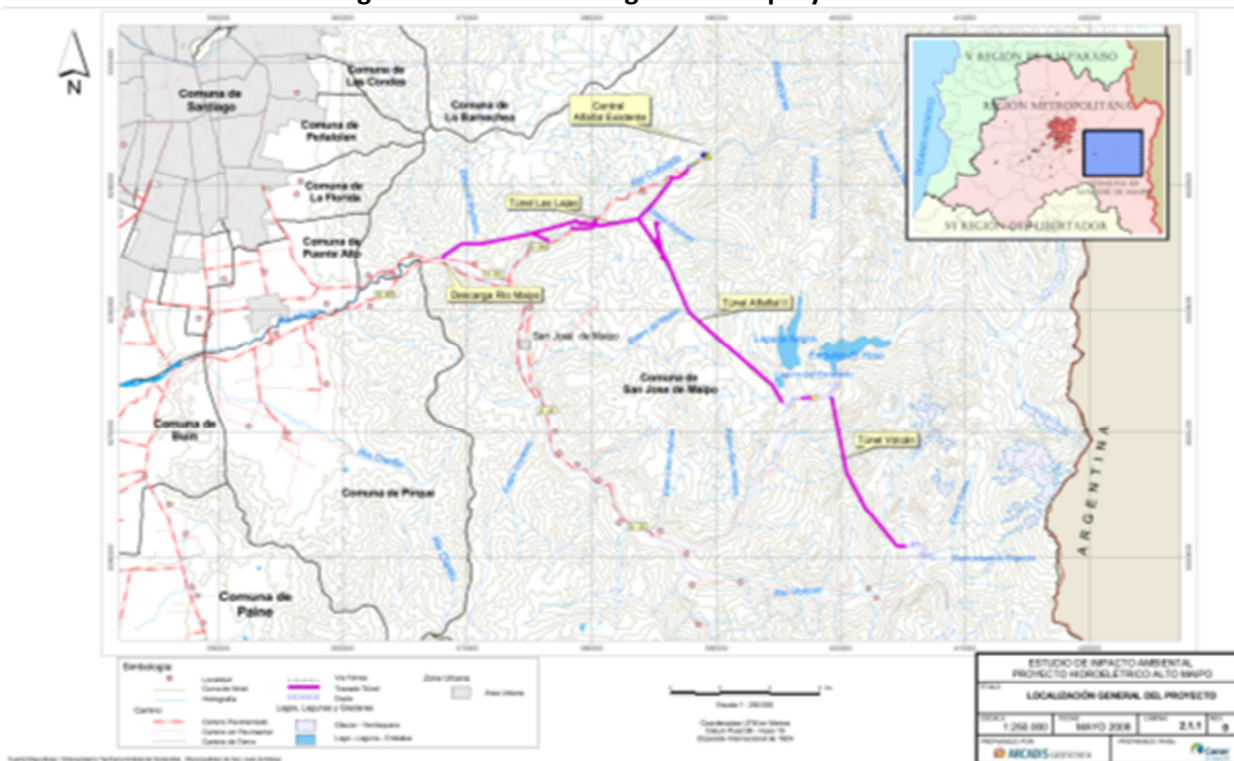
Estudios sobre electrocución en Chile no existen, así como tampoco existe un sistema de monitoreo con respecto a los eventos de electrocución. Una acción efectiva para disminuir las muertes de aves por electrocución consiste en evaluar el número de electrocuciones y colisiones de estas y aplicar medidas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

1.1 Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo

El proyecto se localiza al sur-este de la ciudad de Santiago, en la Comuna de San José de Maipo, Provincia de Cordillera, Región Metropolitana, en la cuenca alta del río Maipo. El proyecto comprende las centrales Alfalfal II y Las Lajas, las que estarán dispuestas en serie en el sector alto del Río Maipo y considera el aprovechamiento de las aguas provenientes de la zona alta del Río Volcán, del Río Yeso, de las aguas turbinadas por la central Alfalfal y de la cuenca intermedia del Río Colorado (Figura 1-1).

La nueva central “Alfalfal II” se localizará en la subcuenca del río Colorado, aguas abajo de la actual Central Hidroeléctrica Alfalfal I, mientras que la segunda central “Las Lajas” se ubicará en la ribera sur del río Colorado, sector El Sauce. La central Alfalfal II aprovechará las aguas provenientes de la zona alta del río Volcán y del río Yeso, 700 m aguas abajo de la descarga del embalse, mientras que la Central “Las Lajas” aprovechará las aguas provenientes de las descargas de las centrales Alfalfal I y II, más los aportes de la hoya intermedia del río Colorado y subcuenca del estero Aucayes.

Figura 1-1. Localización general del proyecto.

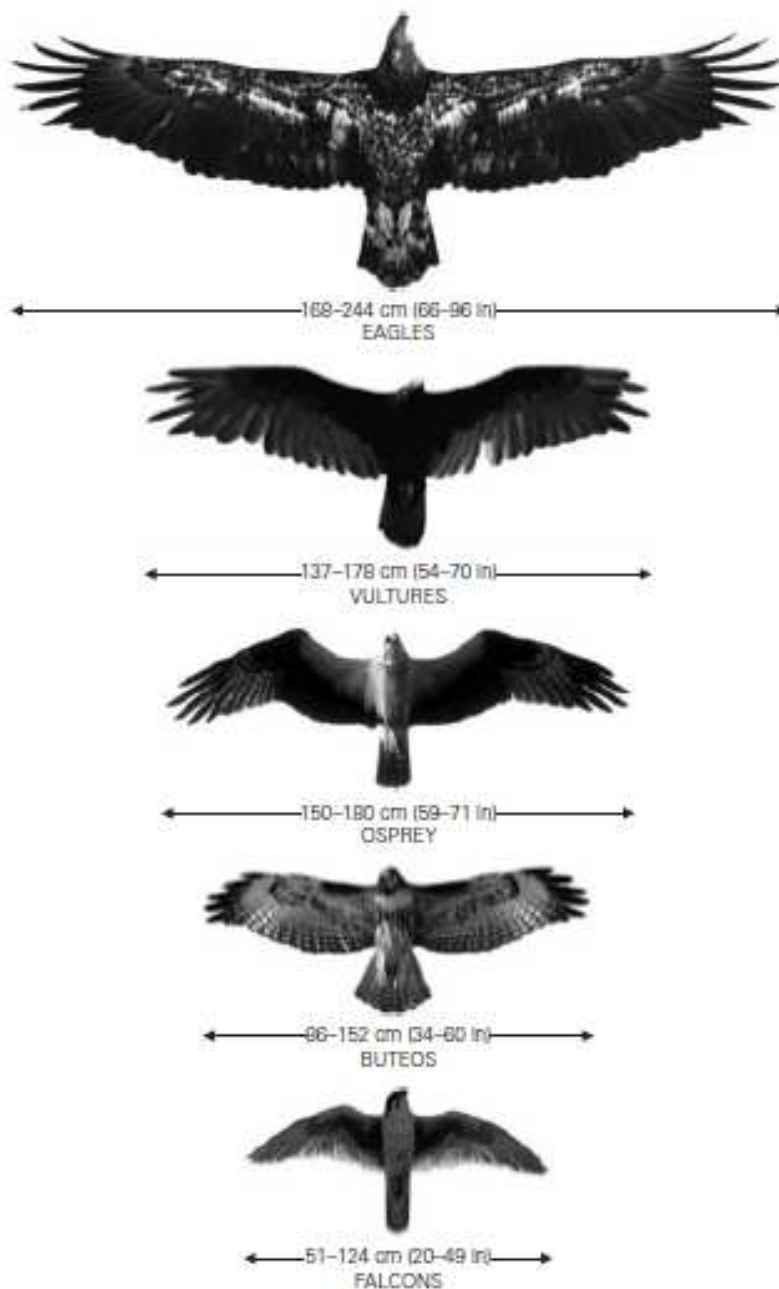


Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo, 2008.

1.2 Especies susceptibles a sufrir electrocución en el Área del Proyecto

Las aves con envergadura alar de gran tamaño (Cóndor, Águila, Aguilucho), pueden hacer contacto entre los conductores ubicados de forma horizontal sobre la cruceta. Además, las especies con una altura considerable (Cóndor, Águila, Aguilucho, Carancho cordillerano) pueden hacer contacto entre los diferentes conductores ubicado de forma vertical en los postes. Debido a que las plumas secas proveen de aislación, las aves deben hacer contacto con la estructura mediante su piel para que ocurra un evento de electrocución (APLIC, 2006; Lehman *et al.*, 2007). El comité para la interacción entre aves y tendidos eléctricos (APLIC) recomienda una distancia horizontal (ancho) mínima entre conductores de 150 cm. y una distancia vertical (altura) mínima entre conductores de 100 cm. Se debe tener especial consideración en zonas en donde habitan cóndores puesto que las distancias mínimas entre conductores deben ser mayores para esta especie. Estas distancias mínimas fueron calculadas para especies que habitan en Europa principalmente, en promedio las especies de los países europeos son de mayor tamaño que las especies que habitan en Chile. De todas formas, esto no aplica en el caso del cóndor, puesto que esta especie es de mucho mayor tamaño siendo solo comparable con el Cóndor de California.

Figura 1-2. Envergadura alar de los principales grupos de especies propensas a electrocución. De arriba hacia abajo, el segundo, cuarto y quinto grupo corresponden a especies que pueden encontrarse en el área del proyecto.



Fuente: APLIC, 2006.

Las principales especies con riesgo de sufrir electrocución en el sector de El Volcán, son las siguientes:

Tabla 1-1. Especies con riesgo potencial de electrocución detectadas en el área del proyecto.

Clase	Familia	Nombre científico	Nombre común	Criterios de Protección según artículo 3° Ley de Caza			
				B	S	E	EC
Aves	Threskiornithidae	<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	B			V
	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 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
	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 *; Inadecuadamente conocida (I); Fuera de peligro (F); sin clasificación (S/C).

1.3 Tendido Eléctrico

El tendido eléctrico prospectado para esta propuesta corresponde al instalado en la subcuenca del río Volcán. Son 3 los principales tipos de postes que existen en este trazado: estructuras tipo A (Figura 1-3 a), J (Figura 1-3 b) y P (Figura 1-3 c y d).

Figura 1-3. Tipos de estructuras presentes en la LMT, sector El Volcán.

a) Tipo A



b) Tipo J



c) Tipo P



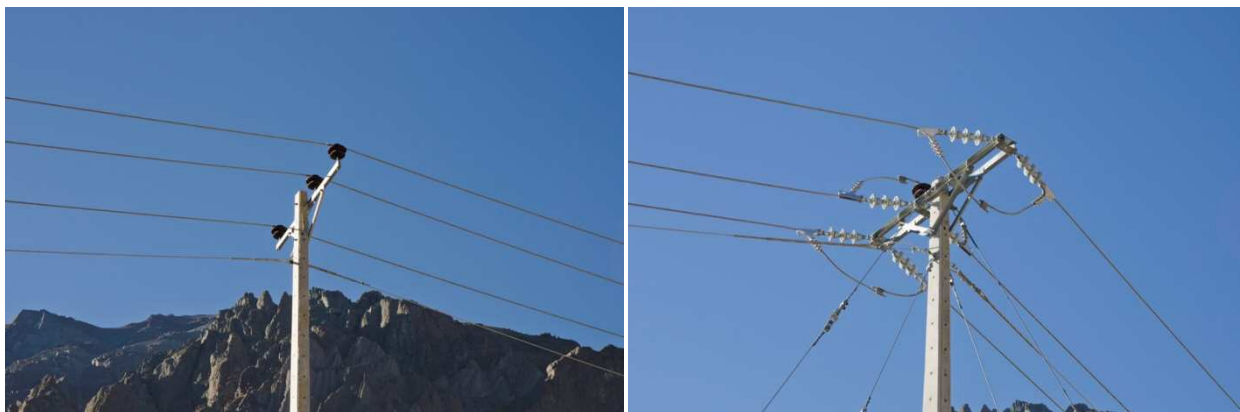
d) Tipo P



Fuente: Elaboración propia.

Un punto relevante en la estructura del tendido es la posición de los aisladores en el poste. Los aisladores ubicados sobre el poste son los que representan mayor riesgo. En el sector de El Volcán, las estructuras tipo A y J, presentan conductores por sobre la cruceta (Figura 1-4). Por su parte, en las estructuras tipo P, los conductores van suspendidos por debajo de la cruceta, permitiendo así una superficie despejada al ave en caso de que esta utilice la cruceta como posadero, presentando menos riesgo para la electrocución de aves..

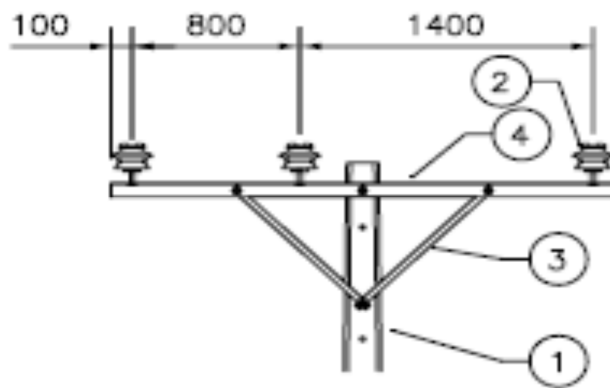
Figura 1-4. Estructura tipo A y J ubicada en el sector de El Volcán. Se observan los aisladores ubicados sobre la cruceta.



Fuente: Elaboración propia.

El otro aspecto relevante, dice relación con la separación de los conductores. En general, una distancia aceptable de separación para el caso de las especies chilenas sería la sugerida por la APLIC (150 cm). En el caso particular del tendido eléctrico ubicado en el área del proyecto, las estructuras tipo P cumplen con las medidas mínimas de separación entre conductores, mientras que los postes tipo A (Figura 1-5) y J poseen una separación mínima de 80 cm entre sus conductores.

Figura 1-5. Distancias entre conductores estructura tipo A.



Fuente: Elaboración propia.

En resumen, considerando que las estructuras tipo A y J de la línea de media tensión del proyecto hidroeléctrico Alto Maipo presentes en el sector de El Volcán poseen una distancia entre conductores y entre conductores y tierra menor a la propuesta por la APLIC (150 cm) para evitar el riesgo de electrocución y que sus conductores se ubican por sobre la cruceta, condición que hace a este tipo de estructuras poco seguras para las aves en general.

En este sentido, en la siguiente sección se presenta una propuesta con medidas que permitan mitigar la posible electrocución de aves en las estructuras tipo A y J existentes en el sector El Volcán.

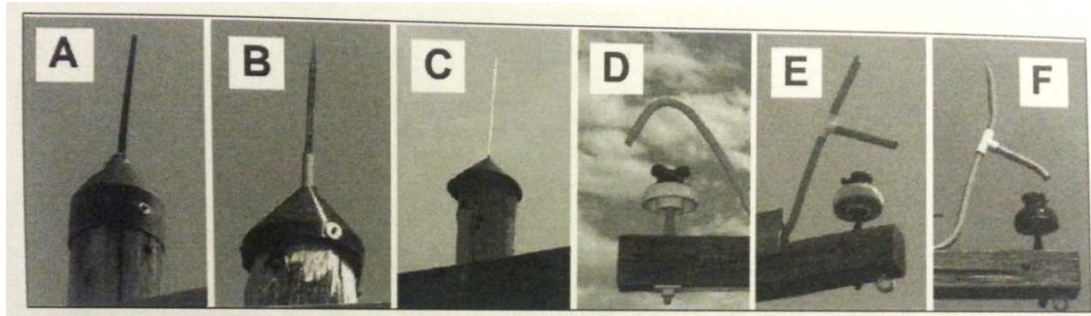
2 PROPUESTA DE MEDIDAS

Considerando que los postes tipo P (portales), presentan una configuración segura para las aves dada la distancia entre sus conductores (APLIC, 2006) y al tener los conductores y aislantes suspendidos bajo la cruceta presentan bajo riesgo de electrocución debido a que la cruceta queda libre para que las aves se puedan posar con un bajo riesgo (Mañosa, 2001); que las estructuras de suspensión (A) y anclaje (J), en los tramos de línea con conductor desnudo, se utilizó crucetas de acero galvanizado de 2,4 metros de longitud y la distancia mínima entre conductores es de 80 centímetros y la máxima es de 140 centímetros, se presenta a continuación, para consideración de la Autoridad, la propuesta de medidas aplicables a las estructuras tipo A y tipo J de la Línea de Media Tensión del sector El Volcán.

2.1 Sistemas disuasivos de posaderos

Los dispositivos para evitar que las aves se posen han sido utilizados ampliamente con el fin de evitar la electrocución en los tendidos eléctricos. Básicamente este tipo de estructuras se instalan en los sectores despejados de la cruceta, sobre los aisladores o sobre la punta del poste para evitar que las aves se posen en la estructura. Existen varios tipos de estructuras y todas tienen una cierta efectividad aunque son pocos los estudios que lo han cuantificado (Figura 2-1; Slater & Smith, 2010).

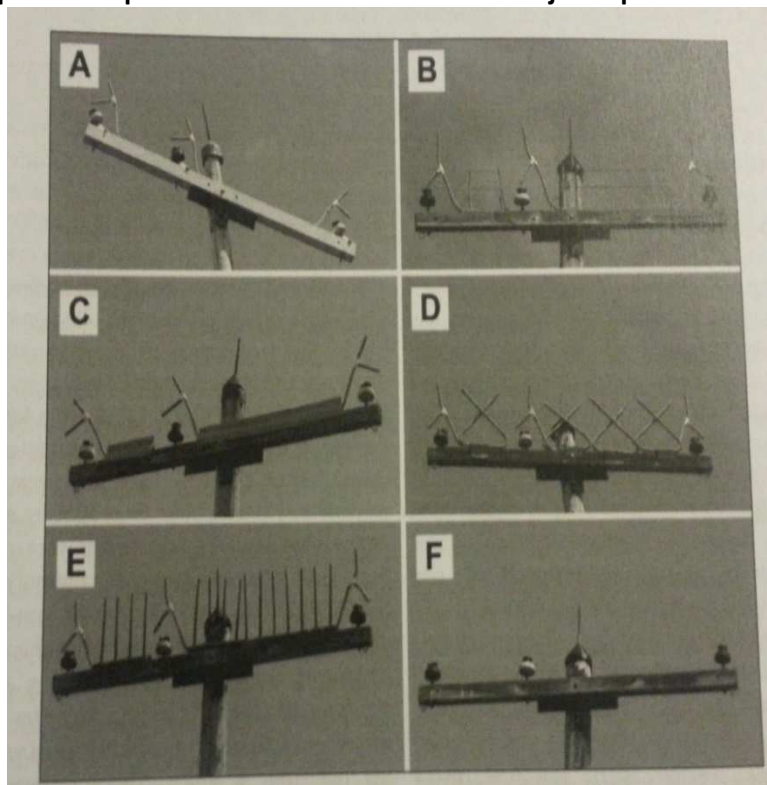
Figura 2-1. Sistemas disuasivos. A, B y C cumplen la función de disuadir el uso de la parte terminal del poste como posadero. D, E y F componentes utilizados para evitar el uso de aisladores como posadero.



Fuente: Dwyer and Doloughan, 2013.

Se ha determinado que los disuasivos reducen la frecuencia de posado, la duración e incluso los eventos de caza desde los postes. Por lo tanto, este sistema de disuasión provee un efecto positivo para el control de eventos de electrocución (Dwyer and Doloughan, 2013). La mayoría de los dispositivos comerciales tienen efectos positivos pero deben usarse en forma conjunta. Estos elementos resultan ser efectivos para especies de tamaño medio o grande, siendo menos efectivo para especies pequeñas como el Cernícalo (Dwyer and Doloughan, 2013). En postes tipo A y J es recomendable instalar disuasivos sobre toda la cruceta que cubran los aisladores y los espacios libres con el objetivo de bloquear toda posibilidad de aperchado de las aves (Figura 2-2).

Figura 2-2. Diferentes sistemas disuasivos para evitar el uso de la cruceta, poste y aisladores como posadero. Este tipo de componentes debe ser utilizado en conjunto para maximizar su efectividad.



Fuente: Fuente: Dwyer and Doloughan, 2013.

Dentro de esta categoría es recomendable utilizar las estructuras disuasivas para evitar que las aves se posen entre los aisladores (Figura 2-2 D). El uso de este tipo de disuasivos es útil para los postes tipo A y J. En Power Sentry Line se puede apreciar en detalle las características del aislante¹.

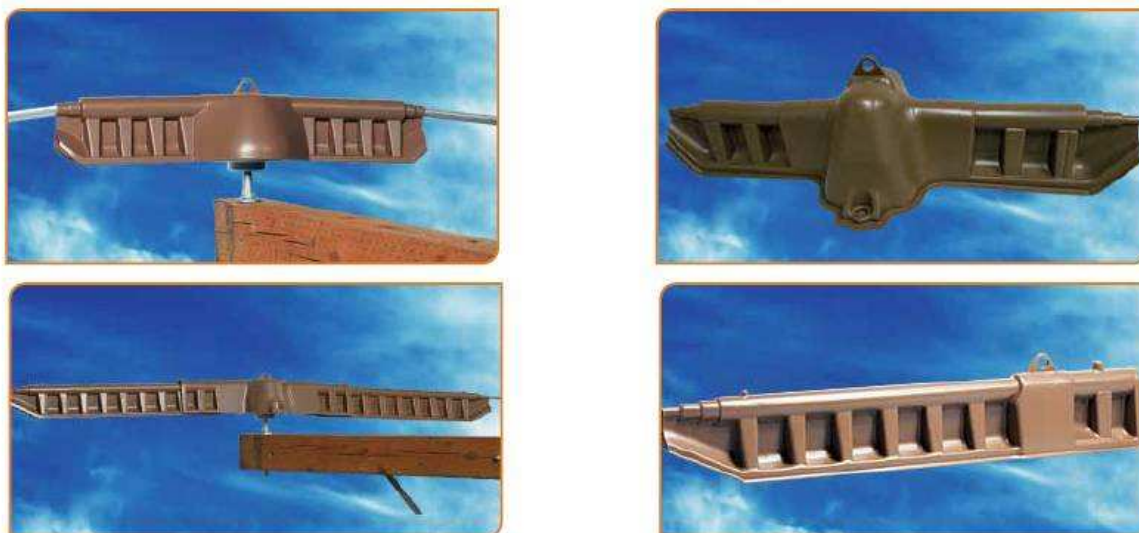
2.2 Sistemas aisladores de conductores (cobertores eléctricos)

Este sistema cumple una función complementaria al sistema de disuasión visto anteriormente. Su función principal es evitar la interacción entre los conductores y el ave (Figura 2-3). Estos elementos son de larga duración puesto que la mayoría de estos elementos están fabricados en PVC. Este sistema de aislación eléctrica es bastante efectivo y bien utilizado disminuye la probabilidad de electrocución. Puede ser complementado con sistemas de disuasión para aumentar su efectividad. La ventaja de este sistema es que puede ser aplicado una vez que el tendido eléctrico está instalado. Para los postes tipo A es recomendable recubrir los 3 conductores y sus respectivos aisladores. En el caso de los postes tipo J, es recomendable recubrir el conductor que pasa por sobre la cruzeta y su

¹ <http://www.powerlinesentry.com/#/distribution/insulation-and-cover-up>

respectivo aislador. En caso de ser necesario se pueden extender los aislantes horizontales o pueden ser aislados mediante componentes de PVC.

Figura 2-3. Diferentes sistemas de aislación utilizados para proteger el tendido y aisladores.



Para los postes tipo A es recomendable utilizar la estructura que cubre el aislante y el conductor como las que se aprecian en la Figura 2-3. En Power Sentry Line se puede apreciar en detalle las características del aislante².

En el caso específico de los postes tipo J, el aislante debería recubrir en especial el conductor que pasa por sobre la cruceta, además de recubrir los demás conductores.

2.3 Posadero Tipo T

Este tipo de medidas es una de las más sencillas y fáciles de aplicar en tendidos eléctricos ya instalados y en funcionamiento. Básicamente consiste en una estructura en forma de T instalada en el poste por sobre el tendido, la cual sirve de posadero a las aves (Figura 2-4).

² <http://www.powerlinesentry.com/#/distribution/insulation-and-cover-up>

Figura 2-4. Individuo juvenil de Águila mora posado sobre estructura T.



Este tipo de medida ha sido utilizada en Chile, no obstante, se ha observado que esta medida de mitigación es de menor eficacia, ya que el espacio que queda bajo la T sigue siendo utilizado por aves y los conductores sin aislación siguen siendo un riesgo importante de electrocución. Además, se ha observado en el campo que las aves rapaces prefieren la cruceta del poste como percha de alimentación (Santander, datos no publicados).

3 BIBLIOGRAFÍA

- Avian Power Line Interaction Committee (APLIC), 2006. Suggested Practices for Avian Protection On Power Lines : The State of the Art in 2006. Edison electric Institute, APLIC, and the California Energy Commission. Washinton, D.C. and Sacramento, CA.
- Balmori, A., 2005. Possible effects of electromagnetic fields from phone masts on a population of White Stork (*Ciconia ciconia*). *Electromagnetic Biology and Medicine*, 24:109-119.
- Bevanger, K., 2008. Optimal design and routing of power lines ; ecological , technical and economic perspectives. *Science And Technology*, (June), pp.1–10.
- Dwyer, J.F., 2004. INVESTIGATING AND MITIGATING RAPTOR ELECTROCUTION IN AN URBAN ENVIRONMENT. Master thesis
- 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.
- Dwyer, J. & Doloughan, W., 2013. Testing systems of avian perch deterrents on electric power distribution poles in sage-brush habitat. *Human-Wildlife Interactions* 7(2):39-55.
- Fernie, K.H. & Reynolds, S.J., 2005. The effects of electromagnetic fields from power lines on avian reproductive biology and physiology: a review. *Journal of Toxicology Environment Health B*, 8(2):127-140.
- Ferrer, M., De La Riva, M. & Castroviejo, J., 1991. Electrocution of raptor son power lines in southern Spain. *Journal of Field Ornithology*, 62(2): 54-69.
- Hunting, K., 2002. A Roadmap for PIER Research on Avian Power Line Electrocution in California. California Energy Commission, Sacramento, CA, USA.
- Janss, G., 2000. Avian mortality from power lines: a morphologic approach of a species-specific mortality. *Biological Conservation*, 95, pp.353–359.
- Janss, G. & Ferrer, M., 2001. Avian electrocution mortality in relation to pole design and adjacent habitat in Spain. *Bird Conservation International*, pp.3–12.
- Kaługa, I., Sparks, T.H. & Tryjanowski, P., 2011. Reducing death by electrocution of the white stork *Ciconia ciconia*. *Conservation Letters*, 4(6), pp.483–487.
- 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.
- Lehman, R., Kennedy, P. & Savidge, J., 2007a. The state of the art in raptor electrocution research: A global review. *Biological Conservation*, 136(2), pp.159–174.
- Lehman, R., Kennedy, P. & Savidge, J., 2007b. The state of the art in raptor electrocution research: A global review. *Biological Conservation*, 136(2), pp.159–174.

- Lloss, S.R., Will, T. & Marra. P. P., 2012. Direct human-caused mortality of birds: improving quantification of magnitude and assessment of population impact. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10:357-364.
- Mañosa, S., 2001. Strategies to identify dangerous electricity pylons for birds. *Biodiversity and Conservation*, 10: 1997-2012.
- Olendorff, R., Miller, A.D., & Lehman, R.N., 1981. Suggested practices for raptor protection on power lines: the state of the art in 1981. Utah: Raptor Research Foundation (Raptor Research Report No. 4)
- 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.
- Shaw, J.M. *et al.*, 2010. A preliminary survey of avian mortality on power lines in the Overberg, South Africa. *Ostrich*, 81(2), pp. 109–113.
- Slater, S.J., & Smith, J.P., 2010. Effectiveness of raptor perch deterrents on an electrical transmission line in Southwestern Wyoming. *Journal of Wildlife Management*. 74:1080-1088.