

Prácticas Recomendadas para la Protección de las Aves en Líneas Eléctricas:

Los últimos adelantos en el 2006



PIER FINAL PROJECT REPORT CEC-500-2006-022



EDISON ELECTRIC
INSTITUTE



Avian
Power
Line
Interaction
Committee

ESTA PÁGINA SE DEJA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

Prácticas Recomendadas para la Protección de las Aves en Líneas Eléctricas: Los últimos adelantos en el 2006

PIER FINAL PROJECT REPORT CEC-500-2006-022

Por:

APLIC: Avian Power Line Interaction Committee



**EDISON ELECTRIC
INSTITUTE**



Avian
Power
Line
Interaction
Committee

Copias adicionales de este libro pueden obtenerse a través de:

Avian Power Line Interaction Committee
www.aplic.org

Edison Electric Institute
www.eei.org

y

California Energy Commission
www.energy.ca.gov

Este libro debe citarse de la forma siguiente:

Avian Power Line Interaction Committee, APLIC. 2006. *Prácticas Recomendadas para la Protección de las Aves en Líneas Eléctricas. Los últimos adelantos en el 2006*. Edison Electric Institute, APLIC, y California Energy Commission, Washington, DC y Sacramento, CA.

Fotos de portada por: Jerry y Sherry Liguori. Fotos del encabezamiento de sección por: Jerry y Sherry Liguori.

Traducido por Puentes, No Muros: Uniendo a América Palabra por Palabra. Bridges_NotWalls@yahoo.com

Derechos de Autor © Avian Power Line Interaction Committee, Edison Electric Institute, California Energy Commission.

Renuncia de responsabilidad

Este reporte fue preparado como resultado del trabajo patrocinado por la Comisión de Energía de California. No representa necesariamente los puntos de vista de la Comisión de Energía, de sus empleados o del estado de California. La Comisión de Energía, el estado de California, sus empleados, contratistas y subcontratistas no dan garantía, expresa o implícita y no asumen ninguna responsabilidad legal por la información en este reporte, tampoco ninguna parte representa que los usos que se den a esta información no infringirán derechos privados. Este reporte no ha sido aprobado ni desaprobado por la Comisión de Energía de California ni este se ha ratificado la exactitud o la suficiencia de la información en este reporte.

CONTENIDOS

Resumen		xí
Prólogo		xv
Agradecimientos		xvii
Dedicatoria: Morley Nelson (1917-2005)		xix
Capítulo 1	Introducción	I
	Propósito y Alcance	I
	Organización de este Documento	2
Capítulo 2	El Problema	5
	Reportes Iniciales	7
	Prácticas Recomendadas: 1975, 1981 y 1996	8
	Problemas de Electroculión hasta la Actualidad	10
	Perspectivas	18
Capítulo 3	Normas y Cumplimiento	21
	Panorama de las Leyes Existentes	21
	Permisos	23
Capítulo 4	Aspectos Biológicos de la Electroculión de las Aves	27
	Susceptibilidad de Diferentes Aves a la Electroculión	28
	Factores que Influyen en el Riesgo de Electroculión	40
	Identificación de Evidencia de Electroculión	56
	Tasas de Traslado de Cadáveres por Animales Carroñeros	57
Capítulo 5	Prácticas Recomendadas: El Diseño de Líneas Eléctricas y la Seguridad de las Aves	59
	Introducción a los Sistemas Eléctricos	60
	Electroculiones de Aves y el Diseño de Líneas Eléctricas	63
	Prácticas Recomendadas	67
	Resumen	116
Capítulo 6	El Uso de Estructuras de Líneas Eléctricas para Posarse, Pernoctar, y Anidar	117
	El Uso de las Líneas Eléctricas por las Aves	117
	Manejo de Nidos	130
	Problemas de Confiabilidad	141

CONTENIDOS

Capítulo 7	Desarrollo de un Plan de Protección para Aves (PPA)	I47
	Selección de la Herramienta Adecuada—MDEs y PPAs	I48
	Componentes de un PPA	I48
	Implementación de un Plan de Protección para Aves (PPA)	I52
Apéndice A:	Literatura Citada y Bibliografía	I55
Apéndice B:	Historia de Acción de las Agencias	I95
Apéndice C:	Lineamientos del Plan de Protección para Aves	I99
	Política Corporativa	200
	Entrenamiento	201
	Cumplimiento de Permisos	207
	Estándares de Diseño de Construcción	207
	Manejo de Nidos	208
	Sistema de Reporte de Aves	210
	Metodología de Evaluación de Riesgo	214
	Medidas para Reducir la Mortalidad	214
	Opciones de Mejoramiento para Aves	215
	Control de Calidad	215
	Conciencia Pública	216
	Recursos Claves	217
Apéndice D:	Glosario	219
Apéndice E:	Lista de Acrónimos	225

ILUSTRACIONES

FIGURA		PAGINA
2.1	Comparación de mortalidad de aves causada por humanos	7
2.2	Águila real aterrizando en poste seguro para aves	9
2.3	Aguililla ártica posada en un aislador	12
2.4	Bandada de estorninos pintos en líneas eléctricas	13
2.5	Dispositivos desalentadores de perchado en un poste de distribución	19
4.1	Aguililla real despegando desde un poste de distribución	28
4.2	Cernícalo americano con una presa en un alambre	30
4.3	Águila pescadora	31
4.4	Águila real posada en la punta de un poste	32
4.5	Nido de búho cornudo en un banco de transformadores	33
4.6	Nido de cuervo común en una configuración de espoleta	37
4.7	Tirano pálido posado en una línea eléctrica	39
4.8	Cotorras argentinas	39
4.9	Hábitat abierto con línea eléctrica	40
4.10	Dimensiones críticas de un águila real	46
4.11	Comparaciones de envergadura de alas de una selección de rapaces	47
4.12	Comparaciones de envergadura de alas de una selección de aves	48
4.13	Comparaciones de alturas de aves posadas	49
4.14	Águila real joven a punto de posarse en un poste de distribución que no es seguro para aves	51
4.15	Cuervos comunes durante temporada de cría	53
4.16	Pareja de aguilillas de Swainson posada en un poste de distribución	53
4.17	Aguililla de Swainson a la sombra de un poste eléctrico	55
5.1	Esquema de sistema eléctrico desde la generación hasta el cliente	60
5.2	Forma de onda de la corriente trifásica	61
5.3	Forma de onda del voltaje trifásico	62
5.4	Ejemplos de estructuras de transmisión	65
5.5	Ejemplos de configuraciones de distribución típicas	66
5.6	Problema de configuración monofásica con clavija de punta a tierra	70
5.7	Soluciones para configuración monofásica con clavija de punta a tierra	71
5.8	Problema de configuración monofásica con cruceta y elevado	72
5.9	Soluciones para configuración monofásica con cruceta y neutro elevado	73
5.10	Nueva construcción monofásica segura para aves	74
5.11	Problema de diseños de cruceta trifásica con y sin sistema de tierra	75
5.12	Soluciones de diseños de cruceta trifásica con y sin sistema de tierra	76
5.13	Construcción trifásica segura para aves para diferentes longitudes de crucetas	77

ILUSTRACIONES

FIGURA		PAGINA
5.14	Solución para cruceta trifásica utilizando un dispositivo desalentador de perchado	78
5.15	Problema de configuración trifásica de poste terminal doble con cables puente expuestos	79
5.16	Solución para configuración trifásica de poste terminal doble con cables puente expuestos	80
5.17	Problema de diseño trifásico compacto	81
5.18	Solución para diseño trifásico compacto	82
5.19	Diseños trifásicos compactos seguros para aves para nuevas construcciones	83
5.20	Problema de diseños de aislante de poste horizontal de distribución	84
5.21	Solución para aislante de poste horizontal de distribución	85
5.22	Problema de configuración trifásica de esquina de distribución	86
5.23	Solución para trifásica de esquina de distribución	87
5.24	Configuración de esquina vertical trifásica—conductor de tierra elevado en la parte superior del poste	88
5.25	Configuración de esquina vertical trifásica—neutro debajo de las fases	89
5.26	Configuración de distribución monofásica típica en un poste de madera o fibra de vidrio	91
5.27	Problema de configuración monofásica en un poste de acero o de hormigón armado	92
5.28	Soluciones para configuración monofásica en un poste de acero o de hormigón armado	93
5.29	Problema de configuración trifásica en un poste de acero o de hormigón armado	94
5.30	Solución para la configuración trifásica en un poste de acero o de hormigón armado usando envoltura termoplástica	95
5.31	Solución para la configuración trifásica en un poste de acero o de hormigón armado usando dispositivos para desalentar el perchado	96
5.32	Solución para la configuración trifásica en un poste de acero o de hormigón armado usando coberturas de fase	97
5.33	Configuración trifásica en un poste de acero o de hormigón armado con aislantes suspendidos	98
5.34	Problema de diseño de aislador de poste horizontal de 69 kV	99
5.35	Soluciones para el diseño de aislador de poste horizontal de 69 kV	100
5.36	Problema de diseño de espoleta	101
5.37	Solución para el diseño de espoleta	102
5.38	Construcción de espoleta segura para aves	103
5.39	Configuración de suspensión segura para aves	104
5.40	Problema de diseño con bayoneta de acero a tierra	105
5.41	Solución para diseño con bayoneta de acero a tierra	106
5.42	Problema de diseños de transmisión	107

ILUSTRACIONES

FIGURA		PAGINA
5.43	Soluciones para diseños de transmisión	I08
5.44	Problema de banco de transformadores trifásico	I09
5.45	Problema de banco de transformadores monofásico	I10
5.46	Solución para banco de transformadores trifásico	I11
5.47	Solución para banco de transformadores monofásico	I12
5.48	Interruptores montados en postes	I13
5.49	Interruptores montados en postes	I14
5.50	Interruptores montados en postes	I15
6.1	Halcón peregrino con presa en un poste de distribución	I18
6.2	Nido de águila pescadora en cruceta doble de poste no energizado	I21
6.3	Nido de aguililla cola roja en una escalera de acero de una torre de transmisión	I21
6.4	La plataforma Morley Nelson para nidos de rapaces	I23
6.5	Alcaudón verdugo posado en conductor	I25
6.6	Nido de cuervo común en construcción inferior de distribución de una estructura de transmisión	I27
6.7	Nido de tirano pálido en transformador	I27
6.8	Nidos de cotorra argentina en torre de transmisión	I28
6.9	Nido de cotorra argentina en poste de distribución	I28
6.10	Plataforma de anidación para águila pescadora construida de un carrete de madera para cable	I30
6.11	Plataforma de anidación usando crucetas para extenderla sobre los conductores	I30
6.12	Detalles de una plataforma de anidación para águila pescadora	I31
6.13	Foto de plataforma de anidación descrita en la Figura 6.12	I32
6.14	Plataforma de anidación para águila pescadora construida a partir de una paleta	I32
6.15	Plataforma de anidación para rapaces utilizada por águilas pescadoras y algunas aguilillas	I33
6.16	Nido de águila pescadora en Wyoming sobre un poste terminal doble	I34
6.17	Nido de águila real en una torre de transmisión	I34
6.18	Plataforma de anidación para águila pescadora	I35
6.19	Tubo de anidación de cernícalo instalado en una torre de transmisión en Georgia	I36
6.20	Tubo de anidación de cernícalo instalado en una torre de transmisión en Georgia	I36
6.21	Dispositivo para desalentar anidación	I37
6.22	Nido de águila pescadora reubicado sobre la plataforma en una estructura de marco H	I38
6.23	Segmento de tubería plástica instalado en un poste terminal en Oregon para desalentar anidación de águilas pescadoras	I38

ILUSTRACIONES

FIGURA		PAGINA
6.24	Tubería montada sobre los conductores para desalentar la anidación	I38
6.25	Nido de aguililla cola roja en poste con triángulos para desalentar el perchado	I39
6.26	Nido de águila pescadora construido sobre poste con búho plástico para asustar a las aves	I39
6.27	Nido de águila pescadora sobre un poste con púas plásticas	I39
6.28	Aguililla cola roja expulsando excretas	I44
6.29	Marcas de quemaduras en estructuras de transmisión asociadas con arco eléctrico provocado por excretas	I45
7.1	Personal de la compañía eléctrica instalando una plataforma de anidación para rapaces	I50
7.2	Reestructuración de una cruceta para prevenir la electrocución de aves	I51
7.3	Voluntarios y personal de la compañía eléctrica trabajando de conjunto para crear plataformas de anidación	I51

TABLAS

TABLAS	PAGINA
4.1	Medidas de distancia de muñeca a muñeca, envergadura de alas y altura para una selección de aves
4.2	Por ciento de águilas reales juveniles en estudios de electrocución
5.1	Rangos de voltaje de diferentes clases de líneas eléctricas
5.2	Sumario de figuras y páginas para configuraciones problemáticas y soluciones recomendadas
5.3	Separación recomendada para conductores de líneas eléctricas de transmisión
6.1	Reportes de especies de rapaces anidando en estructuras de transmisión, postes de distribución, y subestaciones
6.2	Ejemplos de especies no rapaces anidando en estructuras de líneas eléctricas

ESTA PÁGINA SE DEJA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

RESUMEN

PROPÓSITO Y USO DE LA PUBLICACIÓN

A principios de los años setenta, una investigación sobre reportes de disparos y envenenamientos contra águilas en Wyoming y otros estados del oeste condujo a la evidencia de que las águilas también se estaban electrocutando en las líneas eléctricas. Desde entonces, la industria eléctrica, las agencias de recursos de vida silvestre, los grupos de conservación y los fabricantes de productos para la protección de aves han trabajado en conjunto para entender las causas de la electrocución de rapaces y para desarrollar e implementar soluciones al problema. Esos esfuerzos han mejorado nuestro entendimiento de los factores biológicos que atraen a las rapaces y a otras aves a las líneas eléctricas y las circunstancias que conducen a la electrocución de aves.

Esta publicación, *Prácticas Recomendadas para la Protección de las Aves en Líneas Eléctricas: Los últimos adelantos en el 2006*, resume la historia y los éxitos de más de tres décadas de trabajo. Esta versión surge de tres ediciones previas de *Prácticas Recomendadas para la Protección de Rapaces en Líneas Eléctricas*; ha sido expandida y actualizada para apoyar a los interesados en cumplir las leyes federales concernientes con la protección y aumento de las poblaciones de aves y en mantener la confiabilidad de las redes de energía eléctrica.

EL PROBLEMA

El descubrimiento de un gran número de rapaces electrocutadas en el inicio de los años 70 a las compañías de electricidad y agencias del gobierno a iniciar esfuerzos para identificar las causas y desarrollar soluciones para este problema. La literatura los años 80 y 90 documentó electrocuciones de rapaces en todo el mundo. Actualmente también se publican reportes de electrocuciones de aves no rapaces y los impactos de las interacciones

de las aves en la confiabilidad del suministro eléctrico se hacen más evidentes.

NORMAS Y CUMPLIMIENTO

Existen tres leyes federales en los Estados Unidos protegen a casi todas las especies de aves nativas y prohíben “tomarlas” o matarlas. La Ley del Tratado de Aves Migratorias protege más de 800 especies nativas de aves migratorias norteamericanas. La Ley de Protección del Águila Americana y Real, provee protección adicional a estas aves. La Ley de Especies en Peligro de Extinción se aplica a especies que están listadas federalmente como amenazadas o en peligro. Las compañías de electricidad deben trabajar con el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los EE.UU. (U.S. Fish and Wildlife Service) y las agencias de recursos estatales para obtener permisos e identificar procedimientos que podrían ser requeridos para el manejo de anidación, recuperación de cuerpos de animales muertos u otros propósitos de manejo de aves.

ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LA ELECTROCUCIÓN DE AVES

La electrocución de aves en líneas eléctricas resulta de tres elementos que interactúan: biología, medioambiente e ingeniería. Los componentes biológicos y medioambientales que influyen en el riesgo de electrocución incluyen el tamaño del cuerpo, el hábitat, las presas, el comportamiento, la edad, la estación del año y el clima.

De las 31 especies de rapaces diurnas y las 19 especies de búhos que se reproducen de forma regular en Norteamérica, 29 han sido reportadas como víctimas de electrocución. También se han reportado electrocuciones en más de 30 especies no rapaces norteamericanas incluyendo cuervos, urracas, charas, cigüeñas, garzas, pelícanos, gaviotas, pájaros carpinteros, gorriónes, tiranos, tordos, estorninos y palomas.

RESUMEN

PRACTICAS RECOMENDADAS: DISEÑO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS Y SEGURIDAD DE AVES

Las electrocuciones de aves ocurren típicamente en líneas eléctricas con voltajes menores de 60 kilovoltios (kV). La electrocución puede ocurrir cuando un ave contacta simultáneamente equipo eléctrico ya sea fase a fase o fase a tierra.

La separación entre partes energizadas o conectadas a tierra influye en el riesgo de electrocución que presenta una estructura. La electrocución ocurrirá donde la separación horizontal sea menor a la distancia de muñeca a muñeca (vértice flexor del ala) de la envergadura de un ave o donde la separación vertical sea menor a la longitud de la cabeza a las patas. En este documento se recomienda una separación horizontal de 150 cm (60 in) y 100 cm (40 in) de separación vertical para prevenir la electrocución en águilas. Las compañías de electricidad pueden escoger adoptar estas recomendaciones o modificar sus estándares de diseño basándose en especies y condiciones particulares.

Las instalaciones monofásicas, bifásicas o trifásicas construidas en madera, concreto, metal, fibra de vidrio u otros materiales pueden representar un riesgo de electrocución si carecen de una separación segura para aves. En particular, las estructuras con transformadores u otros equipos expuestos y energizados causan un gran número de electrocuciones de aves.

Para disminuir el riesgo de electrocución de aves se deben utilizar tanto construcciones seguras nuevas como estructuras ya existentes modificadas. Se deben considerar los principios de aislamiento físico y aislamiento eléctrico cuando se diseña o se modifica una estructura.

El aislamiento físico provee una separación adecuada para permitir el uso de las estructuras por parte de las aves y debe ser empleado donde una construcción nueva requiere el diseño seguro para aves. El aislamiento eléctrico se refiere a cubrir las partes energizadas o conectadas a tierra para prevenir su contacto con

las aves. Aunque el equipamiento que se cubre con materiales diseñados específicamente para la protección de aves puede prevenir las muertes de aves, no debe ser considerado como aislamiento eléctrico para la protección humana.

USO DE ESTRUCTURAS EN LÍNEAS ELÉCTRICAS POR PARTE DE AVES PARA POSARSE, PERNOCTAR Y ANIDAR

En los hábitats donde los substratos naturales de nidos son escasos, las estructuras de las líneas eléctricas pueden proveer sitios de anidamiento para rapaces y otras aves. De la misma manera, muchas aves utilizan postes y líneas eléctricos para posarse, pernoctar o cazar.

Los nidos de aves en las estructuras de las líneas eléctricas pueden reducir la confiabilidad de éste. El manejo de nidos, incluyendo el diseño y la instalación de plataformas sobre o cerca de las estructuras eléctricas, puede fomentar el anidamiento y a la vez minimizar el riesgo de electrocución, el daño a los equipos y el corte del servicio. Las compañías de electricidad están motivadas a coleccionar datos sobre cortes de energía relacionados con aves para cuantificar el impacto de las aves en los sistemas eléctricos y para desarrollar medidas para prevenir la muerte de aves y los cortes de energía asociados.

DESARROLLANDO UN PLAN DE PROTECCIÓN PARA AVES (PPA)

En el 2005, el Comité para la Interacción de las Aves con Líneas Eléctricas y el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los EE.UU. anunciaron sus *Lineamientos del Plan de Protección para Aves* (Lineamientos) que fueron desarrollados conjuntamente. Estos Lineamientos tienen por objetivo ayudar a las compañías de electricidad a diseñar sus propios Planes de Protección para Aves (PPAs) para manejar problemas de aves/líneas eléctricas. Un PPA debe proporcionar el marco de trabajo necesario para implementar un programa para reducir la muerte de aves, documentar acciones por parte de la compañía de electricidad y



RESUMEN

mejorar la confiabilidad del sistema. Puede incluir los siguientes elementos: política corporativa, entrenamiento, cumplimiento de condicionantes en permisos, estándares de diseño de construcción, manejo de nidos, sistema de reporte de aves, metodología de evaluación de riesgos, medidas de reducción de la mortalidad, opciones de fomento de aves,

control de calidad, conciencia pública y recursos claves. Los Lineamientos presentan un panorama detallado de estos elementos. Aunque cada compañía tendrá un PPA diferente, el objetivo general de reducir la mortalidad de aves será el mismo para todos. Un PPA debe ser un “documento viviente” cuyas modificaciones mejoran su efectividad.

ESTA PÁGINA SE DEJA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

PRÓLOGO

La interacción de las aves con las líneas eléctricas—incluyendo electrocuciones, colisiones y construcción de nidos—se ha documentado desde el inicio de 1900 cuando las compañías de electricidad comenzaron a tender líneas eléctricas en áreas rurales. Sin embargo, no fue hasta el comienzo de los años 70 que los biólogos, los ingenieros, las agencias de recursos y los conservacionistas comenzaron a identificar la extensión del problema y a solucionarlo. Estos investigadores y autores pioneros deben ser encomiados por abordar un tema polémico y construir una base de credibilidad y cooperación que se mantiene hoy en día.

El Servicio de Pesca y Vida Silvestre de EE.UU. (USFWS) y el Comité para la Interacción de las Aves con Líneas Eléctricas (APLIC) tienen una larga historia de trabajo conjunto en los problemas de aves y las líneas eléctricas. Estos esfuerzos comenzaron en 1983 con un grupo *ad hoc* que trató colisiones de grullas americanas con líneas eléctricas en las Rocky Mountains (Montañas Rocallosas). Continuaron con el lanzamiento de los Lineamientos del Plan de Protección para Aves (Lineamientos) en Abril del 2005, y han producido ahora esta edición de 2006 de las *Prácticas Recomendadas*.

En 1975, la primera edición de *Prácticas Recomendadas para la Protección de Rapaces en Líneas Eléctricas* tenía 2½ páginas de texto y 15 dibujos expuestos. Resumen, "... estudios conducidos en el occidente de Estados Unidos documentan

pérdidas por electrocución de garzas, cuervos, pavos salvajes y rapaces, siendo el 90% de las víctimas de electrocución águilas reales". El documento concluía, "esta pérdida de águilas es significativa, pero la contaminación por pesticidas, la pérdida del hábitat y la caza ilegal siguen siendo los problemas que más amenazan a todas las rapaces". El tema de reducir las electrocuciones de rapaces en líneas eléctricas con énfasis en diseños seguros para águilas se mantuvo a través de las ediciones de 1975, 1981 y 1996.

Las compañías de electricidad han reconocido que las interacciones de las aves migratorias con las instalaciones eléctricas pueden crear riesgos de operación, preocupaciones de seguridad y salud y muertes o daños a las aves. El USFWS comprende estos problemas y es también responsable por conservar y proteger los recursos de fideicomiso norteamericanos¹ bajo las leyes y regulaciones que incluyen la



Firma de los Lineamientos del Plan de Protección para Aves, Abril 2005. En la foto de izquierda a derecha: arriba- Jim Burruss (PacifiCorp), John Holt (National Rural Electric Cooperative Association), Quin Shea (Edison Electric Institute); abajo – Jim Lindsay (Florida Power and Light), Paul Schmidt (U.S. Fish and Wildlife Service).

© EDISON ELECTRIC INSTITUTE

¹ Los recursos de fideicomiso son la flora y fauna silvestre, tales como las aves migratorias, que pertenecen al fideicomiso público y se manejan y protegen por parte de las agencias federales y estatales.

PRÓLOGO

Ley del Tratado de Aves Migratorias, la Ley de Protección del Águila Americana y Real, y la Ley de Especies en Peligro de Extinción. En la edición de 2006 de las *Prácticas Recomendadas*, el APLIC y el USFWS han expandido el enfoque en los problemas de aves y líneas eléctricas de las rapaces a otras aves migratorias protegidas como aves acuáticas, aves canoras y córvidos.

Con esta edición de las *Prácticas Recomendadas* y los Lineamientos voluntarios, las compañías de electricidad tienen una caja de herramientas con lo último en ciencia y tecnología para ajustar a su medida un Plan de Protección para Aves (PPA) que cumpla con sus necesidades específicas y a la vez proteja a las aves migratorias. La edición de las *Prácticas Recomendadas* de 2006 representa una actualización

significativa respecto a la edición de 1996. El APLIC y el USFWS esperan que usted utilice esta edición de las *Prácticas Recomendadas* junto a los Lineamientos para ayudar a las compañías de electricidad a mejorar la confiabilidad del sistema, implementar los PPA y contribuir a la conservación de las aves migratorias.

Paul Schmidt
USFWS, Director Asistente
Programas de Aves Migratorias

Jim Burruss
APLIC, Presidente Anterior

Jim Lindsay
APLIC, Presidente

AGRADECIMIENTOS

APLIC reconoce a los pioneros en la investigación de las interacciones entre aves y líneas eléctricas y a aquellos cuyas contribuciones han hecho posibles las ediciones anteriores de las *Prácticas Recomendadas*: Allan Ansell, Erwin Boeker, Monte Garrett, Robert Lehman, Dean Miller, Morley Nelson, Richard “Butch” Olendorff y Dick Thorsell.

La edición de 2006 de las *Prácticas Recomendadas* ha sido posible gracias a las contribuciones de muchos individuos:

John Acklen (PNM) preparó la sección sobre excretas de aves y fallas de líneas. *George Bagnall* (RUS) contribuyó al Capítulo 5. *Mike Best* (PG&E) contribuyó a la discusión sobre interrupciones eléctricas relacionadas con aves del Capítulo 6. *Dave Bouchard* (AEP) aportó la revisión editorial y técnica para todo el documento. *John Bridges* (WAPA) contribuyó al Capítulo 7. *Carl Brittain* (APS) contribuyó al Capítulo 5. *Jim Burruss* (PacifiCorp) aportó la revisión técnica del documento y formó parte del grupo directivo. *Larry Claxton* (Excel Energy) aportó los dibujos CAD originales de 1996. *Chris Damianakes* (PG&E) contribuyó al Capítulo 5. *Horacio de la Cueva* revisó la edición Español. *Dawn Gable* (University of California) apoyó y supervisó la administración. *Kevin Garlick* y *Marty Hernández* (USFWS) prepararon el Capítulo 3. *Rick Harness* (EDM) compiló la información sobre temas internacionales de electrocución y preparó las secciones sobre postes de concreto/acero. *Karen Hill* (Pandion Systems, Inc.) ayudó en la edición y las búsquedas bibliográficas para el Capítulo 6. *W. Alan Holloman* (Georgia Power Co.) aportó fotos de tubos de anidación de cernícalos americanos. *Jim Kaiser* (USGS) contribuyó al Capítulo 6 y aportó fotografías. *Rob Knutson* (PG&E) aportó información para el Capítulo 7 sobre el desarrollo de un PPA. *Bob Lehman* (USGS) contribuyó

en la revisión técnica del documento. *Jerry Liguori* ayudó con la revisión bibliográfica, contribuyó al Capítulo 6, contribuyó a la revisión técnica del documento y aportó fotografías. *Sherry Liguori* (PacifiCorp) compiló literatura actualizada, preparó secciones sobre temas de electrocución en Norteamérica, preparó los aspectos biológicos de las electrocuciones para especies de aves, contribuyó al Capítulo 5, preparó secciones sobre anidación e interrupciones eléctricas, aportó fotografías, trabajó en el grupo directivo y revisó el documento. *Jim Lindsay* (FP&L) aportó información sobre la cotorra argentina y especies del este de Norteamérica, aportó fotografías y formó parte del grupo directivo. *Rick Loughery* (EEI) formó parte del grupo directivo y dio apoyo administrativo. *Brad Loveless* (Westar Energy) aportó información para el desarrollo de un PPA para el Capítulo 7 y formó parte del grupo directivo. *Al Manville* (USFWS) contribuyó con la revisión técnica del documento. *Jerry McMullan* (FP&L) contribuyó al Capítulo 5. *Jim Newman* (Pandion Systems, Inc.) aportó información sobre cotorra argentina, contribuyó a la revisión bibliográfica para el Capítulo 6 y preparó secciones sobre anidación. *Dan Pearson* (SCE) formó parte del grupo directivo. *John Parrish* (Georgia Southern University) aportó información sobre los tubos de anidación para cernícalos americanos. *John Pavek* (RUS) contribuyó al Capítulo 5. *Mike Pehosh* (NRECA) contribuyó al Capítulo 5, formó parte del grupo directivo y revisó el documento. *Dennis Rankin* (RUS) contribuyó al Capítulo 5. *Hector Riojas* (APS) contribuyó al Capítulo 5 y preparó los dibujos CAD. *Jerry Roberts* (Entergy Corp.) aportó información sobre electrocuciones de córvidos y zancudas. *Linda Spiegel* (California Energy Commission) revisó el documento y apoyó y supervisó la administración. *Kari Spire* (APS)

AGRADECIMIENTOS

contribuyó al Capítulo 5 y en los dibujos CAD. *Mark Stalmaster* (Stalmaster and Associates) contribuyó a la revisión bibliográfica para el Capítulo 6. *Chris van Rooyen* (EWT) contribuyó con la revisión técnica del documento y datos sobre asuntos internacionales. *Mel Walters* (PSE) contribuyó al Capítulo 5. *Brian Walton* (University of California) apoyó y supervisó la administración. *Shaun Whitey* (APS) contribuyó al Capítulo 5 y en los dibujos CAD. *Mark Wilson* (California Energy Commission) ayudó en la revisión editorial del documento.

Florida Power and Light, Idaho Power Company, PacifiCorp, el U.S. Fish and Wildlife Service Alaska y Nebraska y Chris van Rooyen (Endangered Wildlife Trust) proporcionaron datos no publicados sobre electrocución de aves. Los datos sobre las medidas de las aves fueron provistos por City of Lawrence (KS) Prairie Park Nature Center, HawkWatch International, Kansas Department of Wildlife and Parks Milford Nature Center, Operation Wildlife, Inc., Oregon Zoo, PacifiCorp, Rocky Mountain Raptor Program, Stone Nature

Center y Utah Wildlife Rehabilitation. La revisión por pares de este manual fue provista por compañías de electricidad miembros de la APLIC, USFWS y expertos técnicos incluyendo a John Acklen (PNM), George Bagnall (RUS), Mike Best (PG&E), Dave Bouchard (AEP), John Bridges (WAPA), Jim Burruss (PacifiCorp), Jim Candler (Georgia Power Co.), Amy Dierolf (Progress Energy), Bret Estep (Georgia Power Co.), Marcelle Fiedler (PNM), Kevin Garlick (USFWS), Marty Hernandez (USFWS), Peggy Jelen (APS), Carl Keller (BPA), Rob Knutson (PG&E), Jerry Liguori, Sherry Liguori (PacifiCorp), Jim Lindsay (FP&L), Brad Loveless (Westar Energy), Al Manville (USFWS), Sam Milodragovich (NorthWestern Energy), Jim Newman (Pandion Systems, Inc.), Dan Pearson (Southern California Edison), Rocky Plettner (NPPD), Dennis Rankin (RUS), Jerry Roberts (Entergy Corp.), Mel Walters (Puget Sound Energy) y Joe Werner (Kansas City Power and Light Co.)

Esta publicación fue patrocinada por la California Energy Commission y APLIC.

ESTA PUBLICACIÓN ESTÁ DEDICADA A LA MEMORIA DE

Morley Nelson

(1917 – 2005)



“Un hombre nacido con el corazón y el alma de un águila”

Morley Nelson dedicó su vida a promover la conservación de las rapaces y a educar al público sobre su importancia. Lo logró a través de su afán personal trabajando con rapaces y de sus habilidades cinematográficas. Los logros de Morley incluyen: filmes premiados sobre rapaces, el establecimiento del Área Nacional de Conservación de las Aves de Presa del Snake River*, la rehabilitación de rapaces, las conferencias públicas que ayudaron a educar a los estadounidenses sobre la importancia de las rapaces y la investigación que conformó los fundamentos de las recomendaciones hechas a la industria eléctrica para reducir las electrocuciones de rapaces.

Un maestro de la cetrería, Nelson concientizó al público sobre las aves de presa a través de docenas de películas y especiales de TV, donde sus águilas, aguilillas y halcones son los protagonistas—incluyendo siete filmes para Disney. Su amor por las rapaces comenzó cuando era un niño creciendo en una granja

de North Dakota. Se muda a Boise después de servir en la Segunda Guerra Mundial y comenzó sus esfuerzos por la conservación de las rapaces junto a la rehabilitación y el entrenamiento de aves.

La investigación de Morley sobre las rapaces y las líneas eléctricas se convirtió en el foco para la cooperación entre los grupos conservacionistas, las agencias de recursos y las compañías de electricidad. Su legado de aunar conocimiento y recursos para la conservación de las rapaces se refleja en este documento.

Para honrar la memoria de Morley, la APLIC presentará periódicamente el Premio Morley Nelson a individuos que contribuyan significativamente a la conservación de las rapaces. Los individuos deberán demostrar un compromiso a largo plazo a los recursos naturales, una historia consistente de investigación o manejo de los problemas de recursos naturales que enfrentan las compañías de la industria eléctrica y éxito en el desarrollo de soluciones innovadoras.

* Snake River Birds of Prey National Conservation Area

ESTA PÁGINA SE DEJA EN BLANCO INTENCIONALMENTE



CAPÍTULO I

Introducción

EN ESTE
CAPÍTULO

● Propósito y Alcance

● Organización de este Documento

Este libro da a conocer a ingenieros, biólogos, planificadores de las compañías de electricidad y al público, un recurso exhaustivo para disminuir las electrocuciones de aves en instalaciones eléctricas.² Delinea la importancia del problema, describe métodos para evitar o mitigar los problemas de electrocución y resalta las opciones de manejo y alianzas cooperativas.

PROPÓSITO
Y ALCANCE

A principios de los años 70, una investigación sobre reportes de disparos y envenenamientos contra águilas en Wyoming y otros estados del oeste condujeron a la evidencia de que las águilas también se estaban electrocutando en las líneas eléctricas (Olendorff *et al.* 1981.) Desde entonces, la industria eléctrica, las agencias de recursos de vida silvestre, los grupos de conservación y los fabricantes de productos para la protección de aves han trabajado conjuntamente para entender las causas de la electrocución de rapaces y para desarrollar maneras de evitarla. Esos esfuerzos han mejorado nuestro entendimiento de los factores biológicos que atraen a las rapaces y a otras aves a las líneas eléctricas y las circunstancias que conducen a la electrocución de aves.

Esta publicación, *Prácticas Recomendadas para la Protección de las Aves en Líneas Eléctricas: Los últimos adelantos en el 2006*, resume la historia

y los logros de más de tres décadas de trabajo. Esta versión sigue a tres ediciones previas y ha sido expandida y actualizada para ayudar a los interesados en cumplir las leyes federales estadounidenses concernientes con la protección y aumento de las poblaciones de aves y en mantener la confiabilidad de las redes de energía eléctrica.

Los primeros intentos para entender los aspectos de ingeniería de la electrocución de rapaces condujeron a la primera edición de *Prácticas Recomendadas* (Miller *et al.* 1975). La edición de 1975 fue seguida por la edición de 1981 (Olendorff *et al.* 1981), la cual exploró los aspectos biológicos y eléctricos de la electrocución, aportó una guía para reducir las muertes de aves y además contó con una bibliografía detallada y comentada.

La edición de 1996 (APLIC 1996) amplió y refinó las recomendaciones para los diseños de estructuras de líneas eléctricas y

² Este libro se enfoca en las electrocuciones de aves, no en las colisiones. Los lectores que busquen información acerca de la colisión de aves con líneas eléctricas pueden consultar *Mitigar las Colisiones de Aves con Líneas Eléctricas: Los Últimos Avances hasta 1994* (Comité para la Interacción de Aves con Líneas Eléctricas [APLIC] 1994) o la edición actual de este manual.

modificaciones para proteger las rapaces, incluyendo resultados actualizados de investigaciones, e ilustró la efectividad de los esfuerzos cooperativos.

Aunque las rapaces continúan siendo un punto focal en los temas de electrocución, las compañías de electricidad han encontrado que muchas otras aves también interactúan con las estructuras eléctricas, y pueden disminuir la confiabilidad en el suministro eléctrico.

De acuerdo con esto, esta edición 2006 de las *Prácticas Recomendadas* es más amplia que las ediciones anteriores al incluir especies de aves adicionales. Esta edición también refleja los esfuerzos de compañías de electricidad para mejorar los diseños de configuración y evaluar la efectividad de varias opciones de modificación.

La edición 2006 incluye las siguientes adiciones o actualizaciones:

- Un nuevo capítulo sobre normas y permisos relacionados con aves migratorias,
- Perspectivas biológicas e información de riesgos de electrocución para especies de aves no rapaces, incluyendo zancudas, córvidos³ y aves canoras,

- Consideraciones del Código Nacional de Seguridad Eléctrica de los Estados Unidos (National Electric Safety Code, NESC) relativa a las prácticas recomendadas,
- Una visión general de los riesgos de electrocución y medidas de mitigación asociada con postes de acero y concreto,
- Recomendaciones actualizadas para configuraciones instaladas en postes,
- Una discusión sobre desalentadores de perchado y su uso adecuado,
- Una visión general de nuevos dispositivos⁴ de protección de aves así como sus usos e instalación,
- Una revisión de cortes de energía relacionados con aves,
- Una bibliografía actualizada y una revisión de la literatura (Apéndice A),
- Un apéndice conteniendo los Lineamientos del Plan de Protección para Aves (Lineamientos) voluntarios desarrollados por APLIC y el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos (United States Fish and Wildlife Service, USFWS) en el 2005, así como sugerencias para desarrollar e implementar un Plan de Protección para Aves (PPA).

ORGANIZACIÓN DE ESTE DOCUMENTO

Este libro está dirigido a las compañías de electricidad, agencias de recursos y científicos de todo el mundo. Se incluye literatura internacional, pero está enfocado principalmente a Norteamérica. A continuación se lista una sinopsis de cada capítulo.

Capítulo 2: El Problema

Define el problema de la electrocución de aves; sigue su historia y revisa las investigaciones más recientes sobre la electrocución de aves y su prevención.

Capítulo 3: Normas y Cumplimiento

Revisa las leyes federales más importantes relacionadas con las aves migratorias e identifica requisitos potenciales para obtener permisos.

Capítulo 4: Aspectos Biológicos de la Electroculión de las Aves

Describe el rango de las interacciones entre las aves y las líneas eléctricas y discute los factores biológicos y ambientales que influyen sobre el riesgo de electrocución de las aves.

³ La familia de los córvidos incluye cornejas, cuervos, urracas, arrendajos.

⁴ Ver el sitio Web de APLIC (www.aplic.org) para una lista actual de fabricantes de productos para la protección de las aves.

Capítulo 5: **Prácticas Recomendadas: El Diseño de Líneas Eléctricas y la Seguridad de las Aves**

Presenta al lector con los antecedentes necesarios para entender la electrocución de aves desde el punto de vista de ingeniería: la construcción y diseño de instalaciones de energía eléctrica. Sugiere maneras para modificar instalaciones existentes y diseñar nuevas instalaciones para prevenir o minimizar el riesgo de electrocución de aves.

Capítulo 6 **El Uso de Estructuras de Líneas Eléctricas para Posarse, Pernoctar, y Anidar**

Explora los beneficios de las líneas eléctricas para las rapaces y otras aves y propone estrategias para reubicar nidos o proveer sitios de anidación alternativos que minimicen el riesgo de electrocución y a la vez mantengan el servicio eléctrico seguro y

confiable. Discute el uso de los dispositivos utilizados para desalentar el perchado contra la modificación de estructuras para que sean seguras para aves. Provee un panorama de las interrupciones eléctricas relacionadas con aves y sus impactos en la confiabilidad y los costos de operación.

Capítulo 7 **Desarrollo de un Plan de Protección para Aves (PPA)**

Presenta los elementos de un PPA y provee una guía para la implementación del PPA

Para citas de la literatura del texto y otras referencias útiles adicionales, ver el [Apéndice A](#) Sección de Literatura Citada y Bibliografía. El [Apéndice B](#) contiene una historia de las primeras acciones de las agencias que enfrentaron el problema de la electrocución; el [Apéndice C](#): los Lineamientos del Plan de Protección para Aves; el [Apéndice D](#): un glosario, y el [Apéndice E](#): una lista de acrónimos.

ESTA PÁGINA SE DEJA EN BLANCO INTENCIONALMENTE



CAPÍTULO 2

El Problema

EN ESTE
CAPÍTULO

- Reportes iniciales
- Prácticas Recomendadas:
1975, 1981 y 1996

- Problemas de electrocución
hasta la actualidad
- Perspectivas

Este capítulo define el problema de la electrocución, sigue su historia, revisa la literatura, presenta las investigaciones más recientes y discute enfoques para resolver el problema. Se enfatizan los estudios completados después de la edición de Prácticas Recomendadas (1996). Este capítulo también incluye una perspectiva general del problema de electrocución de aves en otros países.

Las rapaces (aves de presa) son ecológicamente importantes y sensibles a sustancias tóxicas, alteraciones y destrucción del hábitat y persecución por parte de los humanos. Pueden ocurrir daños involuntarios donde humanos y rapaces interactúan. La importancia biológica y la sensibilidad medioambiental de las rapaces han conducido a los académicos y al público a un interés sustancial en estas aves y en el problema de la electrocución. Esto ha conllevado una mejor protección y manejo para las rapaces y sus hábitats.

El problema de la electrocución comenzó con las rapaces porque su tamaño, estrategias de caza y preferencias de anidación las hacen particularmente vulnerables. Sin embargo, décadas de investigación han encontrado que otros especies de aves también incorporan las

estructuras eléctricas a sus ciclos de vida. Las interacciones causadas por las aves al posarse, descansar, pernoctar y anidar pueden provocar electrocuciones o interrupciones eléctricas, las cuales están recibiendo mayor atención por parte de las compañías de electricidad, las agencias de recursos de vida silvestre y el público.

En los Estados Unidos, el gobierno federal brinda protección a las aves migratorias a través de varias leyes (ver [Capítulo 3](#)). Las más prominentes entre estas son la Ley de Protección al Águila Americana y Real (Bald y Golden Eagle Protection Act, BGEPA) (16 U.S.C. 668-668C), la Ley del Tratado de Aves Migratorias (Migratory Bird Treaty Act, MBTA) (16 U.S.C. 703-712), y la Ley para Especies en Peligro de Extinción (Endangered Species Act, ESA) (16 U.S.C. 1531-1543).

*Tomar*⁵ un ave protegida según lo definen estas leyes puede resultar en multas y/o prisión. Dado que las electrocuciones son consideradas *tomas* ante la ley, muchas compañías de electricidad han actuado voluntariamente y otras bajo coacción para reducir la mortalidad por electrocución.

Otra motivación importante para la acción es el impacto en la red eléctrica. Las interrupciones eléctricas causadas por aves reducen la confiabilidad e incrementan los costos de distribución de la energía. (Ver [Interrupciones Eléctricas Relacionadas con las Aves, Capítulo 6](#)). Algunas interrupciones pueden afectar unos pocos clientes temporalmente, pero aun así pueden afectar la confiabilidad del servicio y las garantías al cliente. Las interrupciones más grandes pueden tener consecuencias dramáticas. Por ejemplo, en 2004, varios incidentes relacionados con aves provocaron interrupciones eléctricas en el aeropuerto Internacional de Los Ángeles, las cuales causaron demoras en los vuelos y amenazaron la seguridad del aeropuerto. Se estima que las interrupciones atribuidas a la vida silvestre, solamente en California, cuestan cada año entre millones y miles de millones de dólares (Hunting 2002; Singer 2002; Energy and Environmental Economics, Inc. 2005). En una cultura que depende de dispositivos electrónicos, las interrupciones eléctricas pueden causar inconvenientes a los clientes del sector residencial, riesgos de muerte a aquellos que necesitan electricidad para calentarse o para sistemas de soporte vital y pérdidas de producción considerables para los clientes comerciales e industriales.

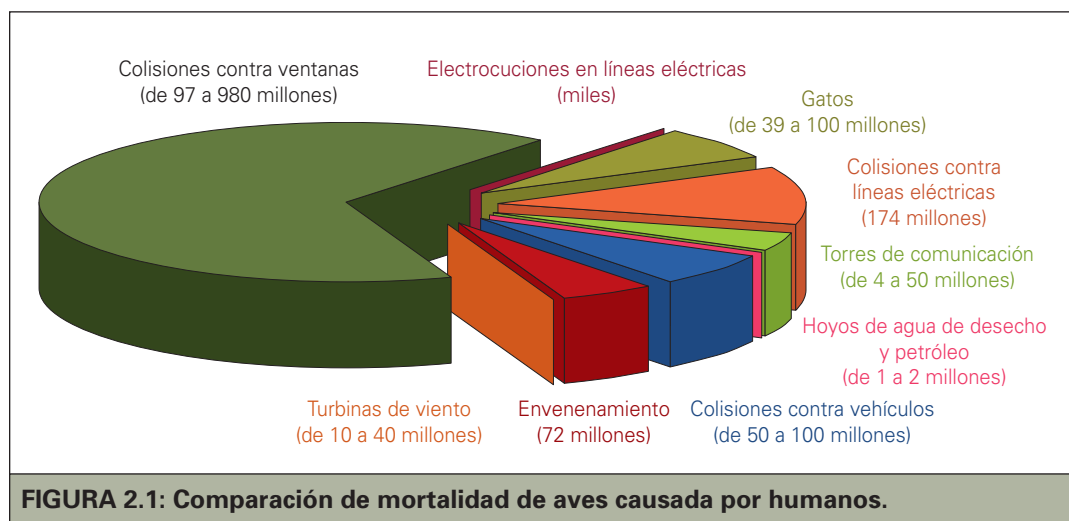
El impacto de electrocuciones en las poblaciones de rapaces, y poblaciones de aves en general, no se comprende a cabalidad. Newton (1979:212) resumió las dificultades para estimar los impactos en la población de rapaces:

La importancia de las diferentes causas de mortalidad se entiende mal, en parte porque es difícil encontrar una muestra que sea representativa de toda la población y en parte por la operación de causas predisponentes. La inanición, la depredación y las enfermedades son todas registradas como causas de muerte de rapaces, así como varios accidentes y colisiones, electrocuciones, disparos, atrapado y envenenamiento. Las recuperaciones (de anillos) y los análisis post-mortem, los cuales proporcionan la mayor información, están inevitablemente predispuestos hacia las muertes que ocurren provocadas por la acción humana o alrededor de las comunidades humanas.

Los factores de mortalidad tanto directa como indirecta deben ser considerados cuando se estudia la dinámica de las poblaciones de rapaces. Además de la electrocución, Postivit y Postivit (1987) identificaron otras ocho actividades humanas que afectan a las aves de presa: (1) persecución,⁶ (2) uso de pesticidas y contaminación, (3) desarrollo agrícola, (4) tala de árboles, (5) construcción de presas y manejo de aguas, (6) desarrollo de industrias de energía y minería, (7) urbanización y (8) recreación. Kochert y Steenhof (2002) identificaron las amenazas principales a las águilas reales (*Aquila chrysaetos*) en los Estados Unidos y Canadá con los impactos adversos de la actividad humana, incluyendo colisiones, electrocuciones, disparos y envenenamiento por plomo o pesticidas agrícolas. Otras fuentes de mortalidad relacionadas con humanos para aves en general incluyen colisiones contra ventanas y vehículos, depredación por parte de gatos domésticos y salvajes y colisiones con líneas de energía, torres de comunicación, e instalaciones de generación eólica (National Wind Coordinating Committee [NWCC])

⁵ En 50 CFR 10.12, *tomar* significa “perseguir, cazar, disparar, herir, matar, atrapar, capturar, o coleccionar o intentar perseguir, cazar, disparar, herir, matar, atrapar, capturar, o coleccionar”

⁶ El término *persecución* fue usado por Postivit y Postivit (1987) para significar disparar. Persecución puede también incluir envenenamiento y atrapado directo.



2001). Los estimados de mortandad de aves debida a estas causas alcanzan los millones anualmente, mucho mayores que el número estimado de aves muertas por electrocución (Figura 2.1).⁷ Se considera que la destrucción del hábitat causa reducciones más grandes en las poblaciones de aves y otros animales silvestres que cualquier otro factor y sigue siendo la amenaza más seria a largo plazo (Newton 1979; Wilcove et al. 1998; USFWS 2002).

Sin embargo, la electrocución en instalaciones eléctricas sigue siendo una preocupación

legítima y una causa de muerte que puede ser reducida. Las electrocuciones pueden ser minimizadas a través de una variedad de medidas de mitigación que incluyen aplicar diseños “seguros para aves”⁸ en las nuevas construcciones y modificar líneas ya existentes que constituyan un riesgo de electrocución. A los planificadores de servicios públicos, biólogos, e ingenieros les conviene familiarizarse con el problema y sus alcances, y planear e implementar medidas que identifiquen y rectifiquen problemas de electrocución existentes o potenciales.

REPORTES INICIALES

Antes de los años 70, las electrocuciones de rapaces habían sido notadas por varios investigadores (Hallinan 1922; Marshall 1940; Dickinson 1957; Benton y Dickinson 1966; Edwards 1969; Coon et al. 1970), aunque no se conocía el alcance del problema. Durante los años 70 estudios en Wyoming y Colorado

encontraron cerca de 1200 muertes de águilas debidas a envenenamiento, disparos desde aviones y electrocución. Aunque a la mayoría de estas águilas se les había disparado, otras habían sido electrocutadas por contacto con líneas no diseñadas pensando en la seguridad de las águilas. En el noroeste de Colorado, 17

⁷ Figura 2.1 Se generó utilizando estimados de mortalidad de aves de NWCC 2001 Curry y Kerlinger LLC: What Kills Birds? (<http://www.currykerlinger.com/birds.htm>) y de USFWS: Migratory Bird Mortality (<http://www.fws.gov/birds/>). Los índices de mortalidad de aves asociados con la electrocución se presentan para varias especies en el Capítulo 4. Los números proporcionados en la Figura 2.1 son cálculos aproximados recogidos utilizando diferentes técnicas y niveles de exactitud, por tanto este gráfico tiene por objetivo solo proporcionar una perspectiva relativa de varias fuentes de mortalidad de aves.

⁸ El término *seguro para rapaces* se ha utilizado en ediciones previas de las *Prácticas Recomendadas* para identificar postes que están diseñados o modificados para prevenir electrocuciones de aves. Debido a que esta edición de las *Prácticas Recomendadas* incluye a muchas especies de aves, se utiliza el término *seguro para aves*.

águilas reales, I aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*) y I búho cornudo (*Bubo virginianus*) se encontraron muertos—todos probablemente electrocutados, a lo largo de 5,6 kilómetros (km) (3,5 millas [mi]) de línea de conducción (Olendorff 1972a). Cinco águilas reales y 4 águilas de cabeza blanca (*Haliaeetus leucocephalus*) se encontraron muertas debajo de una línea eléctrica en el condado de Toole, Utah, y otras 47 águilas electrocutadas se encontraron a lo largo de una línea eléctrica en el condado de Beaver, Utah (Richardson 1972; Smith y Murphy 1972). De 60 águilas reales a las que se les practicó autopsia en Idaho, 55% habían sido electrocutadas (M. Kochert, com. pers. en Snow 1973). En junio de 1974, 37 águilas reales y un búho cuerno corto (*Asio flammeus*) fueron encontrados muertos debajo de una línea al suroeste de Delta, Utah (Benson 1977, 1980). En una revisión sobre la mortalidad del águila de cabeza blanca de 1960 a 1974, 4% de las muertes de águilas fueron atribuidas a electrocución (no se da el tamaño total de la muestra) (Meyer 1980). Problemas de electrocución similares fueron

descritos en New Mexico (Denver Post 1974), Oregon (White 1974), Nevada (U.S. Fish and Wildlife Service 1975a), Louisiana (Pendleton 1978) e Idaho (Peacock 1980).

Mucha de la información de principios de los años 70 fue resumida por Boeker y Nickerson (1975). Este resumen de 1971 documentó la muerte de 37 águilas reales a lo largo de una línea eléctrica de tan sólo 88 postes en el condado de Moffat, Colorado. Se encontraron cadáveres y esqueletos de 416 rapaces a lo largo de 24 secciones de 8 km (5 mi) de líneas eléctricas en 6 estados del oeste (Benson 1981). En Utah, los empleados del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de EE.UU. (USFWS) encontraron los restos de 594 rapaces (algunas muertas desde hacía 5 años) debajo de 36 líneas de distribución diferentes (a lo largo aproximadamente de 400 km [250 mi.]). De estos cadáveres, 64 estaban lo suficientemente frescos como para determinar la causa de la muerte: 87.5% habían sido electrocutados (R. Joseph, com. pers. en Avian Power Line Interaction Committee [APLIC] 1996).

PRÁCTICAS RECOMENDADAS: 1975, 1981 Y 1996

Las muertes de águilas documentadas en el oeste de los Estados Unidos durante los años 70 provocaron una preocupación seria sobre las rapaces y las instalaciones de energía eléctrica. La industria, el gobierno y las organizaciones conservacionistas comenzaron a trabajar unidas para identificar y resolver el problema de la electrocución de rapaces.⁹ Las agencias involucradas incluían la Administración de Electrificación Rural (Rural Electrification Administration, REA; actualmente el Servicios Públicos Rurales [Rural Utilities Service, RUS]), el Servicio de Bosques de EE.UU. (U.S. Forest Service (USFS), el Buró de Manejo de Tierras (Bureau of Land Management (BLM), USFWS, Servicio de Parques

Nacionales (NPS) y el Buró de Asuntos Indígenas (BIA). La USFWS comenzó a buscar las líneas letalmente peligrosas, mientras que la REA comenzó a desarrollar métodos de modificación de líneas para minimizar las electrocuciones de águilas. La Sociedad Nacional Audubon y el Instituto de Electricidad Edison (Edison Electric Institute, EEI) iniciaron talleres, buscaron la participación de las compañías de electricidad, reunieron fondos, y comenzaron a desarrollar maneras de enfrentar el problema. En 1972, la REA publicó un boletín describiendo las causas de la electrocución de rapaces que resultaban de ciertas prácticas de aterrizar las líneas y separación entre conductores. Este boletín (6I-10) se revisó

⁹ El Apéndice B presenta una historia de las contribuciones de individuos y agencias.

en 1975 y de nuevo en 1979 para incorporar investigaciones conducidas después de cada edición anterior, incluyendo revisiones de los espacios recomendados entre fases (Figura 2.2) (U.S. REA 1979).¹⁰ En los años 70, el USFWS también inició un banco de datos de mortalidad de rapaces para dar seguimiento a las electrocuciones.

A medida que se recopilaban datos sobre la magnitud de los números de las electrocuciones de rapaces a principios de los años 70, se celebraron reuniones regionales para familiarizar al personal de la industria y las agencias con el problema. Varias compañías de electricidad, sobresaliendo la Idaho Power Company, habían contratado a Morley Nelson¹¹ de Boise, Idaho, para comenzar a probar la seguridad de los nuevos diseños de líneas eléctricas y para promover modificaciones a las líneas existentes. Estas pruebas fueron instrumentales en la formación de la base para el primer trabajo definitivo en la materia: *Prácticas Recomendadas para la Protección de Rapaces en Líneas Eléctricas* (*Suggested Practices for Raptor Protection on Power Lines*, Miller et al. 1975). Esta publicación circuló y fue utilizada ampliamente por parte de la industria y el gobierno (Damon 1975; EEI 1975). Por ejemplo, el BLM y otras agencias comenzaron a exigir construcciones “seguras para rapaces” como condición para otorgar permisos de derecho de vía en territorio federal y estipularon explícitamente la concordancia de tales acciones con las *Prácticas Recomendadas* (Olendorff y Kochert 1977).



FIGURA 2.2: Águila real aterrizando en poste seguro para aves. Las investigaciones iniciales sobre electrocuciones de aves y modificaciones de postes se enfocaron mayormente en las águilas reales.

© SHERRY AND JERRY LIGUORI

Las pruebas de campo de las recomendaciones contenidas en la edición de 1975 de las *Prácticas Recomendadas* provocaron la necesidad de mayor documentación y evaluación, ya que algunas de las dimensiones recomendadas eran inadecuadas. Por ejemplo, los 61 centímetros (cm) (24 pulgadas [in]) de altura sugeridos para la percha elevada era demasiado alto, y se necesitó reducirlo a 41 cm (16 in) para evitar que las aves se posaran debajo de la percha. También se desarrollaron nuevos materiales de recubrimiento y esquemas de soporte de conductores. En la edición de 1981 de las *Prácticas Recomendadas* (Olendorff et al. 1981), se corrigieron y actualizaron recomendaciones anteriores y se proporcionó una revisión completa de la literatura y una bibliografía anotada. Esta edición de *Prácticas Recomendadas* fue adoptada (incorporada por referencia en 7 CFR 1724.52(a)) por la REA como su estándar para la protección de rapaces. Las *Prácticas Recomendadas* se continúan utilizando por parte del RUS como recurso para mitigar problemas en áreas que involucran aves.

¹⁰ REA Bulletin 61-10 fue el precursor de la serie de *Prácticas Recomendadas*.

¹¹ Morley fue un cinematógrafo y pionero en la cetrería norteamericana. Él filmó águilas, aguilillas y halcones entrenados para estudiar y demostrar sus comportamientos en una variedad de configuraciones de postes de electricidad.

A mediados de los años noventa, se seguía reduciendo el riesgo de la electrocución de rapaces. Muchas compañías habían adoptado o participaban en programas de fomento o protección de rapaces (Blue 1996). Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, las electrocuciones continuaban en Norteamérica y se mantenían las preocupaciones internacionales sobre electrocución (Lehman 2001). La edición de 1996 de las *Prácticas Sugeridas* refinó las recomendaciones respecto a ediciones anteriores, actualizó la revisión de la literatura, ofreció sugerencias para acciones cooperativas entre las agencias y las compañías de electricidad y comenzó a identificar problemas de electrocución de aves fuera de Norteamérica.

En la última década se han dado grandes avances en la prevención de las electrocuciones de aves. Muchas compañías de electricidad incluyen la seguridad para aves dentro de las nuevas construcciones y continúan modificando los postes existentes que representan un riesgo de electrocución. La variedad de productos y materiales fabricados para la protección de aves aumenta (ver www.aplic.org). Una conciencia más grande dentro de las compañías eléctricas ha mejorado las acciones de reporte de electrocuciones y de corrección. En 2005, las compañías de electricidad miembros de la APLIC fueron encuestadas para obtener información sobre sus programas, los

niveles de electrocución, las interrupciones eléctricas relacionadas con aves y los progresos alcanzados en la protección de las aves. Del total encuestado ($n=13$), la mayoría de las compañías tenían o un plan de protección de aves (69%) o una política (77%) (APLIC 2005). A los encuestados se les pidió comparar los esfuerzos para la protección de las aves de sus compañías con respecto a los de 10 y 20 años anteriores. Actualmente todas las compañías encuestadas modifican postes para la protección de aves, sin embargo, dos décadas atrás sólo el 31% modificaba postes para las aves. De igual manera, la cantidad de dinero invertida en los esfuerzos de protección de aves se ha incrementado sustancialmente. Veinte años atrás, la mitad de las compañías encuestadas no contaban con un presupuesto para protección de aves; mientras que actualmente todas las compañías encuestadas invierten dinero en la protección de aves. Además de expandir sus esfuerzos de protección de aves, muchas compañías notaron una mejoría en las relaciones con las agencias de recursos naturales. Hace 20 años la comunicación con las agencias se consideró adecuada por parte de la mayoría de las compañías (45%), mientras que el 58% consideró la comunicación como buena hace 10 años y el 58% reportó que actualmente tienen una comunicación excelente con las agencias de recursos de vida silvestre.

PROBLEMAS DE ELECTROCUCIÓN HASTA LA ACTUALIDAD

PROBLEMAS DE ELECTROCUCIÓN Y AVANCES EN NORTEAMÉRICA.

La literatura reciente indica que la electrocución continúa siendo una causa de muerte para varios rapaces en Norteamérica—particularmente águilas y algunas aguilillas y búhos. Gracias al aumento en el conocimiento del problema, las electrocuciones de aves no rapaces también están siendo documentadas. Sin embargo, el número reducido de estudios de campo extensos, limita nuestro conocimiento sobre la mortalidad por electrocución. Las

diferencias en los alcances de los estudios sobre electrocución y el tipo de datos recogidos hacen difícil comparar la información histórica con la actual. Adicionalmente, existe poca información que cuantifique el riesgo de electrocución respecto a otras causas de mortalidad en aves. Las evaluaciones que usan subconjuntos de datos o reportes fortuitos para extrapolar resultados basados en un número estimado de postes, son inexactas porque el riesgo de electrocución no está distribuido uniformemente. Aunque es bastante difícil de

lograr, los estudios sistemáticos sobre grandes áreas pueden proveer estimados de electrocución más exactos.

Varios estudios recientes han cuantificado las tasas de electrocución de aves. En un muestreo de más de 70,000 postes en Utah y Wyoming en 2001 y 2002, se encontraron 547 aves muertas—32% de las cuales fueron cuervos comunes (*Corvus corax*), 21% aguilillas buteos, 19% águilas, 6% paserinos/ aves pequeñas, 4% búhos, 2% halcones, 2% aves acuáticas y un 14% no identificado (Liguori y Burruss 2003). En un muestreo de 3,120 postes en Colorado, se descubrieron 68 cadáveres, incluyendo águilas (53%), aguilillas (23%) y córvidos (7%) (Harness 2001). En un estudio de 4,090 postes en Montana, se documentaron electrocuciones de águilas reales en el 4.4% de los postes, 20 de los cuales habían electrocutado a más de un águila (Schomburg 2003). En Chihuahua, México, estudios en 2000 y 2001 documentaron un nivel promedio de electrocuciones anuales de 1 ave por cada 6.5 postes de concreto en áreas no urbanas (Cartron *et al.* 2005). En el norte de California y el sur de Oregon, se documentaron electrocuciones confirmadas y probables de aves en el 0.9% de los postes inspeccionados ($n=11,869$) en 2004 y 2005 (PacifiCorp, datos no publ.). De estas mortalidades, fueron 48% aguilillas buteos, 27% búhos, 11% águilas, 5% córvidos, 5% rapaces no identificados, 2% buitres, 1% gavilanes rastreros y 1% garzas.

Los estudios que han documentado las electrocuciones a través de reportes de incidentes sin estudios sistemáticos de postes proveen estimados conservadores de los niveles de electrocución. Harness y Wilson (2001) documentaron 1,428 electrocuciones de rapaces en una revisión de registros de muertes provenientes de las compañías en el oeste rural de los Estados Unidos desde 1986 hasta 1996. De 1988 hasta 2003, se documentaron en Nebraska 210 electrocuciones

de rapaces (USFWS/ Nebraska, datos no publ.). En Montana, 32 mortalidades de águilas reales se confirmaron de 1980 hasta 1985 (O'Neil 1988). Desde 1978 a 2004, cerca de 800 electrocuciones se reportaron por compañías de electricidad de Alaska al USFWS (USFWS/Alaska, datos no publ.). Antes del año 2000, la mayoría de las electrocuciones reportadas en esta base de datos fueron de águilas de cabeza blanca, que sumaron el 83% de los reportes desde 1978 hasta inicios de 2005. Otras aves reportadas en Alaska incluyen cornejas, urracas, cuervos, búhos, gaviotas, águilas pescadoras (*Pandion haliaetus*) y garzas morenas (*Ardea herodias*).

Las águilas reales y de cabeza blanca continúan siendo un foco en la investigación de electrocución en Norteamérica, donde en varios estudios la electrocución es responsable desde el <1% hasta el 25% de las muertes de águilas. El Centro Nacional de Salud de la Vida Silvestre (National Wildlife Health Center, 1985) del Servicio Geológico de los EE.UU. (U.S. Geological Survey, USGS) reportó que el 9.1% de las 1,429 águilas de cabeza blanca muertas examinadas desde 1963 hasta 1984 fueron electrocutadas. En un resumen de mortalidades de águilas desde inicios de los 60 hasta mediados de los 90, las electrocuciones fueron responsables del 25% de las muertes de águilas reales y del 12% de las muertes de águilas de cabeza blanca (Franson *et al.* 1995). La electrocución fue responsable del 0.5% de las muertes en un estudio de mortalidad de rapaces ($n=409$) en California desde 1983 hasta 1994 (Morishita *et al.* 1998). De las águilas de cabeza blanca anilladas en el área de Yellowstone ($n=49$), el 20% murió por electrocución o por colisión con líneas eléctricas (Harmata *et al.* 1999). En la Florida, 17% de las mortalidades de águilas de cabeza blanca ($n=309$) desde 1963 hasta 1994 se debieron a la electrocución (Forrester y Spalding 2003). La electrocución también fue responsable del

6% de las muertes de águilas ($n=274$) de una base de datos de rehabilitación en la Florida desde 1988 hasta 1994 (Forrester y Spalding 2003). La electrocución fue la causa de muerte del 11.5% de las águilas reales y a de cabeza blanca evaluadas ($n=546$) desde 1986 hasta 1998 en el oeste de Canadá (Wayland *et al.* 2003). Entre 1994 y 1997, de las 61 águilas muertas en Diablo Mountain Range de la instalación de energía eólica Altamont Pass Wind Resource Area, California, 16% fueron electrocutadas (Hunt *et al.* 1999). De las aves admitidas en el Laboratorio de Enfermedades de Vida Silvestre (Wildlife Disease Laboratory) del Departamento de Recursos Naturales de Michigan (Michigan Department of Natural Resources, MDNR), el número de electrocutadas fue bajo respecto a otras causas de muerte, y mayoritariamente involucró águilas de cabeza blanca, águilas pescadoras y búhos cornudos (MDNR 2004; T. Cooley, com. pers.).

La frecuencia de las electrocuciones de aves y las interrupciones eléctricas asociadas se ha reducido dramáticamente en áreas donde se han llevado a cabo esfuerzos concertados para modificar o sustituir postes peligrosos. La Klamath Basin del sur de Oregon y el norte de California atrae una de las mayores concentraciones de rapaces a invernar en los 48 estados contiguos. En Butte Valley, un área de la cuenca de Klamath usada extensivamente por rapaces, se encontraron 90 águilas electrocutadas entre 1986 y 1992 (PacifiCorp, datos no publ.). Durante los años 90, se completó en el área una modificación extensiva de postes, utilizando recomendaciones de las ediciones previas de las *Prácticas Recomendadas*. Subsecuentemente, en 2004 en un muestreo detallado de postes en Butte Valley, se encontraron sólo 4 cadáveres de águilas (PacifiCorp, datos no publ.). De igual forma, siguiendo esfuerzos extensivos de modificación en Worland, Wyoming, el número de electrocuciones de águilas cayó de 49 aves en

tres años a sólo un ave en tres años (PacifiCorp, datos no publ.). En las islas Queen Charlotte Islands de Canadá donde la protección para aves se instaló en una gran proporción de los postes, el número de interrupciones eléctricas relacionadas con aves bajó de 41 a 16 en dos años (BC Hydro 1999). De la misma manera, al año siguiente de instalar dispositivos protectores en circuitos problemáticos en Vermont, las interrupciones eléctricas provocadas por animales y aves declinó en un 56% (Central Vermont Public Service 2002). Los índices de electrocución del aguililla rojinegra (*Parabuteo unicinctus*) cerca de los nidos en Tucson, Arizona, cayeron de 1.4 electrocuciones por nido en 2003 a 0.2 en 2004 (Dwyer 2004).

Las muertes de otras rapaces, particularmente de aguilillas buteos, continúan ocurriendo en Norteamérica. La mayoría de las compañías de electricidad miembros de la APLIC encuestadas en 2005 citaron a las aguilillas cola roja como uno de sus especies más comúnmente electrocutados (APLIC 2005). Los registros de Southern California Edison indican que las aguilillas cola roja constituyen alrededor del 75% de las rapaces



FIGURA 2.3: Aguililla ártica posada en un aislador.

electrocutadas encontradas a lo largo de sus líneas de distribución (D. Pearson, com. pers.). Las aguilillas buteos constituyeron el 21,4% de las rapaces electrocutadas encontradas en Utah y Wyoming ($n=547$), incluyendo aguilillas cola roja (7,5%), aguilillas de Swainson (5,9%) (*Buteo swainsoni*), aguilillas reales (1,6%) (*B. regalis*), aguililla ártica (0,2%) (*B. lagopus*) y aguilillas no identificadas (6,2%) (Liguori and Burruss 2003) (Figura 2.3). En un muestreo de postes en 2004 en el Butte Valley de California, las aguilillas representaron el 50% de las electrocuciones supuestas ($n=18$), 5 de las cuales fueron aguilillas cola roja (PacifiCorp, datos no publ.).

El águila pescadora, una especie que la edición de 1996 de las *Prácticas Sugeridas* consideró “sorprendentemente rara” en los registros de electrocución, ha incrementado mucho su población en las últimas décadas (Sauer *et al.* 2004). Aunque los reportes de electrocuciones de águilas pescadoras continúan siendo infrecuentes, estas están anidando en postes de energía en un número creciente (USGS 2003; Wisconsin Department of Natural Resources 2003). Consecuentemente, muchas compañías eléctricas de toda Norteamérica están invirtiendo un esfuerzo considerable en el manejo de nidos de águilas pescadoras (ver Capítulo 6).

Los pelícanos y las aves zancudas, como garzas, garcetas, ibises, y cigüeñas, han recibido una mayor atención por parte de las compañías de electricidad, particularmente en el Sureste de los Estados Unidos. La gran envergadura y altura de estas aves las ponen en riesgo de electrocución. Como otras grandes aves, ellas pueden ser electrocutadas si vuelan entre dos líneas y crean un puente entre dos conductores.

Aunque las aves acuáticas concurren en grandes concentraciones en el sureste de los Estados Unidos y a lo largo de la Gulf Coast, las especies comunes y ampliamente distribuidas, como la garza morena, se pueden encontrar en toda Norteamérica.

Aunque las electrocuciones de rapaces ocurren típicamente en áreas remotas o rurales, hay una conciencia creciente sobre las electrocuciones de aves y las interrupciones eléctricas en localidades urbanas y suburbanas. En muchos casos, estas interacciones involucran especies que no están protegidas por el MBTA i.e., estorninos pintos (*Sturnus vulgaris*), gorrións caseros (*Passer domesticus*) o palomas domésticas, (*Columba livia*) (Figura 2.4). Independientemente de su estatus, las interrupciones eléctricas causadas por estas especies pueden resultar en costos substanciales a las compañías de electricidad y sus clientes. Otras especies protegidas—como las charas, los cuervos, las urracas, los tiranos y los pájaros carpinteros—pueden ser comunes en áreas urbanas y puede interactuar con líneas de energía. En la región suburbana de Tucson, Arizona, se han incrementado las poblaciones de aguilillas rojinegras y grupos familiares de estas aves



FIGURA 2.4: Bandada de estorninos pintos en líneas eléctricas.

perchan o anidan sobre o cerca de los postes. En la última década la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*), introducida desde Sudamérica ha representado un problema creciente para las compañías de electricidad en los Estados Unidos. Sus grandes nidos comunales pueden causar electrocuciones, interrupciones eléctricas e incendios (ver [Capítulo 6](#)).

Una conciencia mayor sobre las electrocuciones de aves ha conducido a mejorar los reportes sobre aves protegidas por el MBTA. De las compañías miembros de la APLIC que fueron encuestadas en 2005 ($n=13$), el 77% actualmente registra las electrocuciones de todas las especies protegidas (APLIC 2005). En contraste, diez años antes, la mayoría de estas compañías sólo documentaban las electrocuciones de águilas, rapaces u otras especies grandes, con solo el 25% de las compañías reportando las electrocuciones de todas las especies protegidas. Independientemente de la especie, llevar a cabo medidas proactivas para resolver el problema traerá los beneficios de disminuir la mortalidad y mejorar la confiabilidad.

Desde la edición de 1996 de las *Prácticas Sugeridas*, los investigadores han comenzado a identificar el riesgo de electrocución y cuantificar los niveles de electrocución en partes de México (Cartron *et al.* 2000, 2005, en prensa; Manzano-Fischer 2004). En 1999 después de detectar numerosas rapaces y cuervos electrocutados bajo líneas de distribución construidas recientemente en el norte de México, comenzaron los esfuerzos para enfrentar este problema. Se hicieron sondeos para estimar el alcance del problema y para evaluar posibles soluciones a lo largo de líneas en el noroeste de Chihuahua, donde permanece el complejo más grande de madrigueras de perros llaneros cola negra (*Cynomys ludovicianus*) de Norteamérica (Cartron *et al.* 2000, 2005). El uso de postes de hormigón armado con crucetas de acero en esta área, unido a las poblaciones de rapaces y cuervos atraídas por las madrigueras de perros llaneros, incrementó

el riesgo de electrocución. Debido a que los postes y las crucetas de acero están conectados a tierra, las aves que perchan en ellos pueden ser electrocutadas al tocar un conductor (ver [Capítulo 5](#)). Además, el voltaje de líneas de distribución en México es ms grande que el de los Estados Unidos, lo cual puede crear un riesgo de electrocución por arco. Los postes terminales dobles representan un riesgo particular cuando se montan sobre las crucetas cables puente energizados. El problema para las rapaces como las aguilillas cola roja, aguilillas reales y las águilas reales es mayor durante el otoño y el invierno y en áreas con grandes colonias de perros llaneros (Cartron *et al.* 2005). Para el cuervo llanero (*Corvus cryptoleucus*), la especie más frecuentemente electrocutada en esta área, las electrocuciones ocurren durante todo el año y tienen un máximo durante la anidación y después que los volantones abandonan el nido (J-L. Cartron, com. pers.).

Con el incentivo adicional de reducir las interrupciones eléctricas, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) comenzó a sustituir crucetas de acero conductoras por crucetas de madera en postes de concreto localizados dentro de la colonia de perros llaneros. No se encontraron aves muertas en los postes de concreto que fueron modificados en un muestreo posterior de esta área (Cartron *et al.* en prensa). En 2002, las organizaciones no gubernamentales (ONGs), las instituciones académicas, las agencias de gobierno y la CFE tomaron parte en un taller, *Electrocuciones de Aves en Líneas Eléctricas en México, 1er Taller*, para tratar el problema de la electrocución en México y desarrollar soluciones INE-SEMARNAT (2002). El taller fue la primera reunión de su tipo en México, e identificó las electrocuciones de aves en líneas de distribución, colisiones con líneas de transmisión, construcción de nidos y contaminación fecal de líneas eléctricas y cables de fibra óptica como los principales problemas relacionados con aves.

Aunque se ha implementado la modificación de líneas peligrosas en Chihuahua y Sonora, las electrocuciones aun continúan a lo largo de otras líneas y la extensión del problema de electrocución tiene aun que ser determinado en otras partes del país (Cartron *et al.*, en prensa; Manzano-Fischer *et al.*, en prensa). La Agrupación Dodo desarrolla actualmente un manual de entrenamiento para los empleados de mantenimiento de la CFE.

A partir de esto esperan mejorar la recolección de datos sobre aves electrocutadas. Para apoyar acciones correctoras más eficientes toda la información futura será concentrada en una base de datos nacional para ayudar a identificar las áreas y postes problemáticos. La CFE también ha comenzado a instalar dispositivos para desviar el vuelo de las aves en algunas líneas de transmisión en áreas costeras para minimizar las colisiones de aves y ha instalado dispositivos en las torres de transmisión para prevenir la contaminación fecal de los aisladores por los buitres que se posan.

En Canadá, las compañías de electricidad han documentado electrocuciones de aves y típicamente modifican los postes de alto riesgo según la necesidad. Manitoba Hydro ha estudiado los postes y las líneas eléctricas para documentar el uso de estos por parte de las aves y estimar los niveles de mortalidad por electrocución y colisión (C.M. Platt, com. pers.). ATCO Electric ayudó a financiar un estudio sobre electrocución con la Universidad de Alberta (Platt 2005). Los objetivos de este estudio eran cuantificar las tasas de electrocución de rapaces, determinar las especies afectadas e identificar las configuraciones de postes que presentan el mayor riesgo.

Desde la edición de 1996 de las *Prácticas Sugeridas*, varios hitos sobre el tema de la electrocución de aves han sucedido: (1) una compañía de electricidad ha sido procesada por electrocuciones de aves, (2) se ha llegado a acuerdos sobre las electrocuciones de aves entre las compañías de electricidad y el

USFWS, (3) se desarrollaron Lineamientos para el Plan de Protección para Aves mediante la colaboración de las compañías de electricidad y el USFWS y (4) se amplió el enfoque sobre los problemas de electrocución para incluir especies no rapaces. En 1999 el USFWS procesó a Moon Lake Electric Association (MLEA) por violaciones del MBTA y del BGEPA. En Colorado por la electrocución de 12 águilas, 4 aguilillas y 1 búho, la MLEA fue sentenciada a tres años de prueba por seis violaciones del MBTA y siete violaciones del BGEPA. Además, MLEA pagó una multa de \$50,000, donó \$50,000 para los esfuerzos de conservación de rapaces, firmó un Memorando de Entendimiento (Memorandum of Understanding, MOU) con el USFWS y desarrolló un plan para reducir el riesgo de electrocución de aves en sus instalaciones. El caso de la MLEA incrementó la atención a los problemas de electrocución de aves tanto por parte de las compañías como de las agencias. Antes del caso de MLEA, se habían impuesto multas a dos compañías de electricidad, una en 1993 y la otra en 1998 por violaciones del MBTA y del BGEPA.

En 2005, la APLIC y el USFWS publicaron los Lineamientos del Plan de Protección para Aves (Lineamientos) voluntarios, para ayudar a las compañías de electricidad en el desarrollo de programas, políticas y procedimientos para reducir la mortalidad de aves en líneas de energía y a la vez aumentar la confiabilidad del servicio (ver [Capítulo 7](#) y [Apéndice C](#)). Así como los Lineamientos fueron desarrollados de forma cooperativa, de la misma manera se tiene la intención de que la creación de Planes de Protección para Aves (PPAs) sea voluntaria pero abierta a la colaboración con el USFWS y otras agencias.

ESFUERZOS INTERNACIONALES

Talleres

Las interacciones de las aves con las líneas de energía son problemas globales. En años recientes, la conciencia sobre estos problemas

se ha incrementado y varias conferencias internacionales sobre las aves han dedicado sesiones especiales a las interacciones entre las aves y las líneas de energía. En 1996, la Fundación de Investigación de Rapaces (Raptor Research Foundation) organizó la *2da Conferencia Internacional sobre Rapaces* en Urbino, Italia. Esta conferencia fue especial porque incluyó un simposio sobre desarrollo de energía con presentaciones sobre electrocuciones de aves por parte de Sudáfrica, España, Australia, Rusia e Italia. También se presentaron estudios sobre energía eólica, colisiones de aves y campos eléctricos y magnéticos.

En 1998, la *5ta Conferencia sobre Aves de Presa y Búhos* se celebró en Sudáfrica e incluyó una sesión sobre el impacto de las instalaciones de las compañías de electricidad sobre las rapaces. En 2001, el *4to Congreso Euroasiático sobre Rapaces* se celebró en Sevilla, España, también con una sesión especial sobre electrocuciones de aves. Las presentaciones identificaron problemas de electrocución en México, Rusia y España. Se reportaron influencias positivas de la anidación en las estructuras eléctricas en Mongolia y España. Se realizó un viaje al Parque Nacional de Doñana donde las líneas de energía se han modificado para prevenir electrocuciones de las águilas imperiales ibéricas (*Aquila adalberti*). En 2003, la *6ta Conferencia sobre Aves de Presa y Búhos* se celebró en Hungría donde se presentaron estudios sobre electrocuciones de aves en Eslovaquia, Bulgaria y Hungría.

Tratamiento del Problema

Los retos enfrentados fuera de los Estados Unidos son a menudo dispares. Con frecuencia, a escala internacional la construcción de líneas de distribución incluye el uso de postes de metal y concreto conectados a tierra con crucetas de metal que presentan un alto riesgo de electrocución para las aves y que pueden ser difíciles de modificar. Adicionalmente, algunos países carecen de los recursos para construir líneas eléctricas que minimicen el riesgo

de electrocución de aves, lo que provoca un incremento de los contactos de los animales y las interrupciones eléctricas. Al igual que los Estados Unidos, muchos otros países tienen programas diseñados para enfrentar las electrocuciones que van desde reactivos a proactivos.

Un programa modelo de tratamiento de las electrocuciones de aves en líneas de energía es el de Sudáfrica, con una colaboración entre Eskom, el suministrador nacional de energía eléctrica, y el Fondo para la Vida Silvestre en Peligro de Extinción (Endangered Wildlife Trust, EWT) (C.S. van Rooyen, com. pers.). Esta colaboración se ocupa específicamente de las colisiones de aves, las electrocuciones, la contaminación por aves y sus excrementos y las interrupciones eléctricas causadas por nidos. El EWT actúa como asesor de la compañía de electricidad, centrándose en reducir las interacciones negativas entre la fauna silvestre y las estructuras eléctricas, manejando sistemáticamente los problemas de interacción con aves. El personal de Eskom resuelve los problemas encontrados en las tareas rutinarias de la compañía de acuerdo con las recomendaciones del EWT. También se sustenta un programa de investigación detallada que incluye evaluaciones del riesgo de electrocución de rapaces en las líneas eléctricas existentes, investigaciones sobre las fallas en los mecanismos, y el impacto de las líneas eléctricas en especies de aves sujetas a riesgos. Se invierten anualmente varios millones de dólares en los programas combinados de investigación y mitigación de Eskom. La colaboración también ha iniciado programas en otras partes de África que ayudan con evaluaciones de los impactos de nuevas líneas en Namibia y Botswana. Se está entrenando al personal a cargo del medio ambiente de otras compañías de electricidad en la Comunidad para el Desarrollo del África Austral (Southern African Development Community) para establecer otras iniciativas de manejo cooperativo en África.

La modificación de las líneas eléctricas en el Parque Nacional de Doñana para prevenir electrocuciones de águilas imperiales ibéricas es una de las historias de conservación exitosas de España. Entre 1991 y 1999, las torres de líneas de energía con alto riesgo fueron modificadas, reduciendo considerablemente el número de electrocuciones de rapaces. Actualmente el Ministerio de Medio Ambiente de España está preparando un Real Decreto para establecer medidas de protección para prevenir las colisiones de aves (A.C. Cardenal, com. pers.). Existen 17 gobiernos locales en España y la mayoría tiene acuerdos de cooperación con sus compañías eléctricas para reducir el impacto de las líneas de transmisión en las aves. Los planes de recuperación para especies en peligro, como el águila perdicera (*Hieraetus fasciatus*) y el quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*), incluyen medidas para mitigar la interacción con las líneas eléctricas. Otro ejemplo cercano, al principio de los años 90, Portugal comenzó un programa para manejar grandes números de cigüeñas blancas (*Ciconia ciconia*) en torres de transmisión, evitando la anidación en áreas peligrosas y fomentando la anidación en plataformas colocadas cuidadosamente en las torres (J. Amarante, com. pers.).

En el año 2002, Alemania respondió a las electrocuciones de aves aprobando una Ley Federal de Conservación de la Naturaleza para proveer protección a las aves (D.G. Haas, com. pers.). Esta regulación declara, “*todo poste eléctrico y estructura técnica recién erigidos dentro del rango medio de voltaje tiene que diseñarse para proteger a las aves. Los postes eléctricos y equipo técnico de voltaje medio que se encuentre en uso y represente un riesgo para las aves serán modificados para excluir la amenaza de electrocución dentro de los próximos 10 años*”. Los estándares de construcción apropiados para rapaces también han sido publicados por NABU-Sociedad Alemana para la Conservación de la Naturaleza en las *Prácticas Recomendadas para la Protección de las Aves en Líneas de Eléctricas* (NABU 2002). El folleto contiene

los estándares técnicos necesarios para la construcción segura para aves así como las medidas de mitigación para los voltajes medios. Aunque las electrocuciones sí ocurren en el Reino Unido (J. Parry-Jones, com. pers.) y en Europa del norte (K. Bevanger, com. pers.), se conoce menos sobre sus esfuerzos de solución.

Los países de Europa del Este también están tratando los riesgos de electrocución de aves. The Nature Conservancy Estatal de la República Eslovaca (SR) coopera con las tres compañías de electricidad eslovacas para mejorar las estrategias de mitigación y desarrollar estándares de configuraciones seguras para aves para las nuevas construcciones (M. Adamec, com. pers.). La SR también revisa las líneas eléctricas para ayudar a identificar las áreas que necesitan modificaciones proactivas y está preparando una estrategia a largo plazo para Eslovaquia del Este para modificar todas las estructuras de voltaje medio en los próximos 10 años. En Hungría, MME BirdLife-Hungary está trabajando con las compañías de electricidad para identificar y mitigar los problemas y para diseñar configuraciones más seguras (I. Demeter, com. pers.). La electrocución de aves es reconocida como un problema serio en Bulgaria, donde el 50% de los postes representan riesgos para las rapaces (S. Stoychev, com. pers.). La Sociedad Búlgara para la Protección de las Aves (Bulgarian Society for the Protection of Birds/ BirdLife Bulgaria, BSPB) está enfrentando el problema. La BSPB está trabajando con algunas de las compañías de electricidad búlgaras, proveyendo información sobre los territorios de cría y alimentación de especies de aves raras, las rutas de migración y las posibles soluciones para reducir los problemas de electrocución. Se están desplegando dispositivos de protección como parte de un programa piloto para determinar su efectividad en la reducción de la mortalidad y las interrupciones eléctricas asociadas. En el 2004, la BSPB también implementó un estudio sobre electrocución en varias “Áreas Importantes para Aves” (AIAs).

Se conoce menos sobre los problemas de electrocución de aves en Rusia y Asia. En Rusia, se ha reportado la existencia de líneas eléctricas de alto riesgo y que han sido electrocutadas águilas, especialmente en los desiertos y estepas de Kazajstán. Un reporte estima que el 10% de la población de la URSS de águila de las estepas (*Aquila nipalensis*), principalmente aves juveniles y subadultas, es electrocutado cada año en las áreas norteñas del Caspio (V. Moseikin, com. pers.). Dado estos reportes, es vital determinar el alcance del problema y desarrollar estrategias cooperativas con las compañías de electricidad locales. También se han reportado interacciones de aves con líneas eléctricas en Australia (B. Brown, com. pers.) y Nueva Zelanda. Aunque Tasmania Hydro participó en la producción del video sobre electrocución *Rapaces en Peligro*, se conoce poco sobre el alcance del problema en Australia.

Excepto en Israel, el alcance de las electrocuciones de aves es relativamente desconocida

en el Medio Oriente. El Proyecto de Conservación e Investigación de Aves de Presa de Israel (Israel Birds of Prey Research and Conservation Project), la Corporación Eléctrica de Israel, la Autoridad para Parques y Reservas Naturales de Israel y la Sociedad para la Protección de la Naturaleza en Israel trabajan muy de cerca para enfrentar los problemas de electrocución (O. Bahat, com. pers.). A través de sus esfuerzos, las “zonas calientes” de electrocución han sido identificadas y modificadas, reduciendo significativamente las electrocuciones de aves y mejorando también la confiabilidad del servicio. Actualmente desarrollan un programa basado en el Sistema de Información Geográfica (SIG) para evitar la ubicación de futuras líneas en las AIAs.

Hay poca información disponible sobre los esfuerzos de modificación en América del Sur y Central, aunque las interacciones de aves con líneas eléctricas se han documentado en Brasil (P. Américo, com. pers.).

PERSPECTIVAS

Desde la primera edición de las *Prácticas Recomendadas* en 1975, ha habido un progreso considerable en la identificación de peligros de electrocución y el desarrollo de soluciones. En la década desde la edición de 1996, las compañías de electricidad y las agencias de recursos han logrado avances significativos en la comunicación y la colaboración en los problemas de interacción entre líneas eléctricas y aves. Un producto de esta colaboración fue el desarrollo de los Lineamientos para el Plan de Protección para Aves por parte del APLIC y el USFWS en el 2005 ([Apéndice C](#)). Los Lineamientos, los cuales deben ayudar a las compañías de electricidad a desarrollar sus propios PPAs, se enfocan en reducir la mortalidad de aves y mejorar la confiabilidad del sistema de energía a través de la identificación de políticas y prácticas claves para lograr estos objetivos. La cooperación voluntaria entre las compañías de electricidad y las agencias a mejorado la comunicación y beneficiará

a los participantes al reducir el riesgo de afectación por aves y mejorar la confiabilidad del suministro.

Como en 1996, la mortalidad de aves, particularmente la mortalidad de rapaces, continúa jugando un papel importante en las decisiones de manejo de tierra federal. Las medidas de protección para aves son a menudo obligatorias como parte de los requerimientos para licencias y permisos por parte de la mayoría de las agencias federales en los Estados Unidos, incluyendo la BLM, el USFS y el USFWS. Además, la Comisión Federal Regulatoria de la Energía (Federal Energy Regulatory Committee, FERC) rutinariamente incluye artículos especiales ordenando la protección de rapaces en líneas eléctricas en licencias para proyectos hidroeléctricos (FERC 1992).

Aunque las compañías de electricidad han trabajado durante varias décadas para hacer que las líneas ubicadas en territorios federales

sean seguras para el uso de las rapaces, estas compañías enfrentan un reto interesante en las áreas con gallos de salvia (*Centrocercus* spp.), gallos de las praderas (*Tympanuchus* spp.), chorlos llaneros (*Charadrius montanus*), perritos de la pradera de Utah (*Cynomys parvidens*) y tortugas del desierto (*Gopherus agassizii*). En algunos casos, las agencias de manejo de tierras han solicitado que se desaliente el perchado de rapaces y córvidos en las líneas eléctricas donde se encuentran estas especies raras o en peligro (Figura 2.5). El objetivo de estos esfuerzos es reducir la depredación, aunque el impacto real de las rapaces cazando desde los postes sobre poblaciones de estas especies no ha sido estudiado, cuantificado o verificado adecuadamente. Las compañías de electricidad que intentan desalentar a las rapaces del uso de segmentos de una línea de energía, así como las agencias que requieren tales acciones, deben estar conscientes de varios puntos importantes: (1) los dispositivos para desalentar el perchado tienen por objetivo mover a las aves de un lugar peligroso a uno seguro y no a *prevenir* el perchado, (2) la depredación puede ocurrir sin importar la presencia de

una línea eléctrica, (3) las rapaces y los córvidos cazan mamíferos depredadores del gallo de salvia y de los perritos de las praderas y (4) el riesgo de electrocución puede incrementarse si los desalentadores de perchado se instalan en segmentos consecutivos extensos sin proveer sitios de perchado alternativos (porque esto puede provocar que las aves se posen en equipos expuestos montados en el poste). Las compañías de electricidad y las agencias deben trabajar conjuntamente para identificar riesgos de depredación sobre especies sujetas a riesgo que resulten del uso de los postes por parte de las rapaces y los córvidos; determinar métodos de modificación que sean apropiados, efectivos y acordes con el nivel de riesgo y desarrollar las mejores prácticas o lineamientos de manejo.

A medida que la población humana crece y se incrementa la demanda de energía, inevitablemente se construirán nuevas líneas de energía. Ya que se seguirán construyendo líneas aéreas de electricidad en el hábitat de las aves, y debido a que el perchado en las estructuras de líneas eléctricas involucra cierto grado de riesgo, en el futuro continuarán sucediendo



FIGURA 2.5: Dispositivos desalentadores de perchado se han instalado en los postes eléctricos para prevenir que las rapaces o los córvidos tomen presas de especies sensibles. Sin embargo, esto no se recomienda, ya que los desalentadores de perchado tienen por objetivo influir sobre dónde se posan las aves, no evitarlo completamente.

electrocuciones. Además, el aumento en Norteamérica de las poblaciones de algunas especies de aves, como las águilas de cabeza blanca, las águilas pescadoras, las cotorras argentinas y algunos córvidos, conllevan una creciente necesidad de manejo de electrocuciones o de nidos en los postes por parte de las compañías de electricidad. Los problemas de electrocución pueden ser más severos en esos continentes que contienen poblaciones humanas grandes y en expansión (África, Sudamérica y Asia) (Bevanger 1994a). Es una prioridad y un reto para las organizaciones de conservación incrementar la conciencia global sobre los problemas de electrocución de aves. Para las compañías de electricidad, el uso de diseños y técnicas de construcción seguros para aves (ver [Capítulo 5](#)) para los sistemas de distribución ayudará a reducir los problemas

futuros de electrocución. Aun queda mucho trabajo de modificación en líneas de alto riesgo existentes en todo el mundo.

Esta edición del 2006 de las *Prácticas Recomendadas* contiene una nueva sección sobre [postes de acero y concreto](#). Estos postes pueden representar un peligro serio de electrocución y se está incrementando su uso en todo el mundo. Además, la traducción al Español de las prácticas Recomendadas tiene la intención de proveer este recurso a aquellos en países de habla hispana.

Los autores esperan que las *Prácticas Recomendadas* continúen promoviendo una conciencia de las interacciones de las aves con las instalaciones de electricidad y proporcionando una gama de soluciones de prevención de electrocuciones que puedan ser utilizadas en todo el mundo.



CAPÍTULO 3

Normas y Cumplimiento

EN ESTE
CAPÍTULO

● Panorama de las Leyes Existentes

● Permisos

Existen tres leyes federales en los Estados Unidos que protegen casi todas las especies de aves nativas y prohíben “tomar”, o matar estas aves. La Ley del Tratado de Aves Migratorias (MBTA) protege más de 800 especies de aves migratorias norteamericanas nativas. La Ley de Protección del Águila Americana y Real (BGEPA) provee protección adicional a ambas. La Ley de Especies en Peligro de Extinción (ESA) se utiliza con especies que están listadas federalmente como amenazadas o en peligro. Este capítulo provee un panorama de cada una de estas leyes y los permisos que pueden ser requeridos para el manejo de nidos, recuperación de cadáveres u otro propósito de manejo de aves.

PANORAMA
DE LAS LEYES
EXISTENTES

La Ley del Tratado de Aves Migratorias (MBTA) (16 U.S.C. 703–712), la cual es administrada por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los EE.UU. (USFWS), es la piedra angular de la conservación y la protección de las aves migratorias en los Estados Unidos. La MBTA implementa cuatro tratados que proveen protección internacional a las aves migratorias. Es un estatuto de responsabilidad estricta, lo que significa que no se necesita prueba de intento para procesar por la violación de “tomar”.¹² La mayoría de las acciones cuyo resultado es tomar o poseer (permanentemente o temporalmente) una especie protegida pueden considerarse violaciones.

La MBTA establece: “Solo y excepto cuando es permitido por las regulaciones...siempre

será ilegal por cualquier medio o de cualquier modo perseguir, cazar, tomar, capturar, matar... poseer, ofrecer en venta, vender... comprar... embarcar, exportar, importar... transportar o causar el transporte... de cualquier ave migratoria, cualquier parte, nido o huevos de cualquiera de estas aves o cualquier producto... compuesto del todo o en parte, de cualquiera de estas aves o cualquier parte, nido o huevo...”

Una enmienda en 1972 a la MBTA proporcionó protección legal a las aves de presa (e.g. águilas, aguilillas, halcones, búhos) y córvidos (e.g. cuervos). Actualmente la MBTA protege 836 especies de aves migratorias, incluyendo aves acuáticas, aves playeras, aves marinas, aves zancudas, rapaces y aves canoras.

¹² “Tomar” en este contexto significa perseguir, cazar, disparar, herir, entrapar, capturar, o recolectar, o intentar perseguir, cazar, disparar, herir, entrapar, capturar, o recolectar.

Generalmente, la MBTA protege todas las aves nativas de Norteamérica, y excluye los gorriones caseros (*Passer domesticus*), estorninos pintos (*Sturnus vulgaris*), palomas domésticas (*Columba livia*), cotorras argentinas (*Myiopsitta monachus*), cualquier otra especie publicada en el Registro Federal, y aves de caza de altura no migratorias (i.e. Phasianidae). La lista de las especies de aves migratorias protegidas bajo la MBTA aparece en el Título 50 del Código de Regulaciones Federales parte 10.13 (50 CFR 10.13) y está disponible en línea en www.access.gpo.gov/nara/cfr/waisidx_03/50cfr10_03.html.

Un individuo que viola la MBTA al tomar un ave migratoria puede ser multado hasta con \$15,000 (dólares americanos) y/o sentenciado a prisión hasta por 6 meses por un delito menor.¹³ Un individuo que concientemente toma cualquier ave migratoria con la intención de vender, ofrecer en venta, intercambiar, u ofrecer como intercambio esta ave o concientemente vende, ofrece en venta, intercambia, u ofrece en intercambio cualquier ave migratoria está cometiendo un delito grave con multas de hasta \$250,000 (dólares americanos) y/o sentencias de prisión de hasta dos años.

Bajo la autoridad de la Ley de Protección del Águila Americana y Real de 1940 (BGEPA) (16 U.S.C. 668–668d), las águilas de cabeza blanca (*Haliaeetus leucocephalus*) y reales (*Aquila chrysaetos*) reciben protección legal adicional. Tomar está definido bajo la BGEPA como “perseguir, disparar, disparar contra, envenenar, herir, matar, capturar, entrapar, recoger, acosar o molestar.” Los violadores de la disposición sobre tomar de la Ley pueden ser multados con hasta \$100,000 (dólares americanos) y/o sentenciados con hasta un año de prisión. La BGEPA tiene disposiciones adicionales donde, en caso de una segunda o

subsiguiente condena, pueden ser impuestas penas de hasta \$250,000 (dólares americanos) y/o sentencias de dos años de prisión.

La Ley de Especies en Peligro de Extinción (ESA) (16 U.S.C. 1531–1544) se aprobó por el Congreso de los EE.UU. en 1973 para proteger los animales y las plantas nativas de los Estados Unidos que estaban en peligro de extinción y para conservar sus hábitats. Las agencias federales tienen la obligación de utilizar su autoridad para conservar las especies listadas, así como las especies “candidatas”¹⁴ y asegurar que sus acciones amenacen la existencia de estas especies. La ley es administrada por dos agencias, (1) el USFWS y (2) el Servicio Nacional de Pesca Marina (National Marine Fisheries Service, NMSF) del Departamento de Comercio. El USFWS tiene la responsabilidad principal sobre los organismos terrestres y dulceacuícolas, mientras que el NMSF es el responsable principal de la vida marina. Estas dos agencias trabajan con otras agencias para planificar o modificar proyectos federales para minimizar los impactos sobre las especies listadas y sus hábitats. La protección también se logra a través de colaboraciones con los estados, con asistencia financiera federal y un sistema de incentivos que estimule la participación de los estados. El USFWS también trabaja con dueños de tierras privados proporcionando asistencia financiera y técnica en el manejo de tierras para el beneficio de las especies listadas y otras especies protegidas. Para obtener una lista de todas las aves listadas federalmente (amenazadas o en peligro), ó todas las plantas y animales listadas federalmente, consulte 50 CFR partes 17.11 y 17.12. Esta lista está disponible en línea en www.fws.gov/endangered/wildlife.html.

La Sección 9 de la ESA hace ilegal para una persona tomar una especie listada.

¹³ Un delito menor es un crimen punible con menos de un año de prisión. Un delito grave es un crimen punible con encarcelamiento por más de un año.

¹⁴ Especies candidatas son aquellas que pueden ser añadidas a la lista de especies amenazadas o en peligro en el futuro cercano.

Tomar bajo la ESA está definido como "...acosar, dañar, perseguir, cazar, disparar, herir, matar, entrapar, capturar o recoger o intentar cualquiera de estas conductas". Las regulaciones definen el término "dañar" como "un acto que realmente mata o hiere un ser silvestre al afectar significativamente los patrones esenciales de comportamiento, incluyendo criarse, alimentarse o protegerse". A diferencia de la MBTA y la BGEPA, la ESA autoriza al USFWS a emitir permisos para "toma incidental" (toma que resulta de una actividad legal en los demás casos).

La Sección 10 de la ESA permite "Planes de Conservación de Hábitat" para especies en peligro en terrenos privados o para el mantenimiento de instalaciones en terrenos privados. Esta disposición ayuda a los propietarios de tierras a incorporar medidas de conservación para las especies listadas dentro de sus planes de desarrollo de tierras y/o aguas. Los propietarios de tierras que desarrollen e implementen planes de conservación de hábitat aprobados pueden recibir permisos de toma incidental que les permitan proceder con su desarrollo.

Además de las normas federales, cada estado también puede tener normas de protección

de aves. Una compañía de electricidad debe consultar con sus respectiva(s) agencia(s) de recursos estatales para determinar que normas se aplican y si se requieren permisos.

Aunque la MBTA y la BGEPA no tienen una disposición para permitir las tomas, el USFWS sabe que algunas aves morirán incluso si se ponen en práctica todas las medidas razonables para evitarlo. La Oficina de Ejecución de la Ley del USFWS lleva a cabo su misión de proteger a las aves migratorias a través de investigaciones e imposiciones, así como fomentando relaciones con individuos, compañías e industrias que tengan programas para minimizar sus impactos sobre las aves migratorias. Dado que una toma no puede ser autorizada, no es posible absolver a individuos, compañías o agencias de la responsabilidad incluso si han implementado medidas para evitar la mortalidad de aves o medidas de conservación similares. Sin embargo la Oficina de Imposición de la Ley puede imponer la ley con discreción y se enfoca en aquellos individuos, compañías o agencias que toman aves migratorias sin considerar sus acciones y la ley, especialmente cuando las medidas de conservación se han desarrollado pero no se han implementado.

PERMISOS

Puede que se requieran permisos estatales o federales para actividades relacionadas con especies protegidas por el MBTA, BGEPA, ESA, o leyes estatales. Una compañía de electricidad debe consultar con las agencias de recursos para determinar si se requieren permisos para actividades de operación que puedan tener impacto en especies de aves protegidas. Se requieren permisos de Propósito Especial u otros relacionados para actividades como reubicación de nidos, posesión temporal, depredación, recuperación/eliminación y colecta científica. Se invita a las compañías de electricidad a contactar a la Oficina de Permisos

para Ave Migratoria del USFWS para identificar los requerimientos de los permisos y obtener solicitudes de permisos (Ver [Lineamientos del Plan de Protección para Aves, Apéndice C](#), para información del contacto). Además, las compañías de electricidad deben obtener información sobre los permisos estatales requeridos por parte de la agencia de recursos estatal.

PERMISOS PARA AVES MIGRATORIAS

Las oficinas regionales del USFWS administran los permisos para los siguientes tipos de actividades: cetrería, propagación de rapaces,

colecta científica, rehabilitación, educación para la conservación, propagación de aves cinegéticas migratorias, recuperación, toma de aves depredadoras, taxidermia, y venta y eliminación de aves acuáticas. Estas oficinas también administran los permisos autorizados por la BGEPA.

La División de Manejo de Aves Migratorias (Division of Migratory Bird Management) desarrolla la política de permisos para aves migratorias y los permisos son emitidos por las Oficinas Regionales de Permisos para Aves Migratorias. Las normas que gobiernan los permisos para aves migratorias pueden encontrarse en 50 CFR parte 13, General Permit Procedures (www.access.gpo.gov/nara/cfr/waisidx_03/50cfr13_03.html), and 50 CFR part 21, Migratory Bird Permits (www.access.gpo.gov/nara/cfr/waisidx_03/50cfr21_03.html).

En 2003, el USFWS publicó un memorando sobre la destrucción de nidos de especies protegidas bajo el MBTA (ver [Apéndice C](#) o www.fws.gov/permits/mbpermits/PolicieHandbooks/MBPM-2_nest.pdf). La nota esclarecía que la definición de toma bajo la MBTA se aplica a nidos activos (que contengan huevos o pollos). La recolección, posesión y la transferencia de posesión de nidos de aves inactivos son también ilegales bajo la MBTA; sin embargo, la destrucción de nidos que no contengan huevos o aves no es ilegal. Esto, sin embargo, no aplica para las águilas o las especies listadas bajo la ESA, cuyos nidos activos o inactivos no pueden ser destruidos. El memo también establece que el USFWS puede emitir permisos para la eliminación de nidos ocupados cuando la seguridad del público está en riesgo.

PERMISOS PARA ÁGUILAS

Bajo la BGEPA, el USFWS emite permisos para tomar, poseer y transportar águilas reales y de cabeza blanca para propósitos científicos, educacionales, propósitos religiosos de las indígenas americanas, depredación y cetrería

(águilas reales). Ningún permiso autoriza la venta, la compra, el intercambio, el comercio, la importación o exportación de águilas, plumas de águilas, o ninguna de sus partes, nidos o huevos. Las normas que gobiernan los permisos para águilas pueden encontrarse en 50 CFR parte 13, General Permit Procedures (www.access.gpo.gov/nara/cfr/waisidx_03/50cfr13_03.html) y 50 CFR parte 22, Eagle Permits (www.access.gpo.gov/nara/cfr/waisidx_03/50cfr22_03.html).

PLANES DE CONSERVACIÓN DE HÁBITAT/CONSULTAS A LA ESA

Cuando las compañías de electricidad proponen construir en tierras federales instalaciones de generación o transmisión de electricidad o equipo accesorio, deben primero consultar con el USFWS por medio de la Sección 7 de la ESA. Antes de iniciar una acción, la agencia federal que posee el terreno o el solicitante no federal del permiso (e.g. una compañía de electricidad), tiene que pedir al USFWS una lista de especies amenazadas, en peligro, propuestas y candidatas a la lista y de los hábitats críticos designados que puedan estar presentes en el área del proyecto. El USFWS ha desarrollado un manual que describe el proceso de consulta en detalle, el cual está disponible en www.fws.gov/endangered/consultations.

Cuando durante actividades no federales (actividades fuera de tierras federales y/o sin un nexo federal tales como fondos federales o permiso federal) se tomarán especies amenazadas o en peligro, se requiere un Permiso de Toma Incidental (ITP) bajo la Sección 10 de la ESA. Algunos estados también pueden tener normas que requieran permisos o planes de conservación. La aprobación de un ITP emitido en conjunto con un Plan de Conservación del Hábitat (HCP) requiere que el Secretario del Interior verifique, después de una oportunidad para recibir comentarios del público, que entre otras cosas, la toma de las especies protegidas por la ESA será incidental y que el solicitante minimizará y mitigará, a la

mayor medida posible, los impactos de tal toma. La solicitud para un ITP debe estar acompañada de un HCP. El HCP asociado con el permiso asegura que las medidas de conservación son adecuadas para evitar poner en peligro a las especies. Se puede obtener

información sobre las consultas y el HCP en la Oficina Regional de Servicios Ecológicos del USFWS más cercana, generalmente localizada en cada estado. Una lista de estas oficinas y sus números telefónicos puede encontrarse en www.fws.gov/info/pocketguide.

ESTA PÁGINA SE DEJA EN BLANCO INTENCIONALMENTE



CAPÍTULO 4

Aspectos Biológicos de la Electroculión de las Aves

EN ESTE CAPÍTULO

- Susceptibilidad de Diferentes Aves a la Electroculión
- Factores que Influyen en el Riesgo de Electroculión

- Identificación de Evidencias de Electroculión
- Tasas de Traslado de Cadáveres por Animales Carroñeros

Para minimizar las electroculiones de aves se requiere entenderlos factores biológicos, de ingeniería y ambientales que influyen en el riesgo. Este capítulo identifica las causas de las electroculiones de aves y se enfoca sobre los factores que predisponen a las rapaces a la electroculión.

Las electroculiones de aves en líneas eléctricas resultan de la interacción de tres elementos: la biología, el medio ambiente y la ingeniería. Los componentes biológicos y ambientales que influyen en el riesgo de electroculión incluyen las dimensiones del cuerpo, el hábitat, las presas, el comportamiento, la edad, la estación y el clima.

Las dimensiones del cuerpo son de las características más importantes que hacen que ciertas especies sean susceptibles a la electroculión. Las alas extendidas u otras partes del cuerpo que alcancen la distancia entre los conductores energizados agrandan el riesgo de electroculión en las aves grandes; sin embargo, las aves pequeñas pueden ser electrocutadas en equipo energizado con espacios reducidos, como lo son los transformadores.

- El hábitat es una influencia clave sobre el uso de los postes por parte de las aves. En áreas abiertas con perchas naturales escasas,

los postes eléctricos proporcionan sitios para cazar, alimentarse, descansar, pernoctar o anidar.

- Los hábitats con presas abundantes también pueden atraer a las aves depredadoras.
- Las características de comportamiento territoriales, de anidación u otras pueden atraer muchas aves a un poste, incrementando el riesgo de electroculión.
- Las aves jóvenes pueden ser más propensas a la electroculión porque no tienen experiencia y son menos ágiles al despegar y aterrizar en los postes.
- Los cambios locales en la distribución de las especies y la abundancia durante la cría, la migración o el invierno pueden resultar en una variación estacional de los niveles de electroculión.
- El clima húmedo puede incrementar el riesgo de electroculión, ya que las plumas húmedas son mejores conductores eléctricos que las plumas secas.

- Finalmente, es más fácil que las aves funcionen como puente conductor en las configuraciones con conductores de fase energizados y cables de tierra cercanos, causando su electrocución (ver [Capítulo 5](#)).

De las 31 especies de rapaces diurnas y las 19 especies de búhos que regularmente

se reproducen en Norteamérica, 29 han sido reportadas como víctimas de electrocución. También se han reportado electrocuciones en más de 30 especies norteamericanas de aves no rapaces, incluyendo cornejas, cuervos, urracas, charas, cigüeñas, garzas, pelícanos, gaviotas, pájaros carpinteros, gorriónes, tiranos, zorzales, estorninos, palomas y otras.

SUSCEPTIBILIDAD DE DIFERENTES AVES A LA ELECTROCUCIÓN

RAPACES Accipítridos

Los tres accipítridos norteamericanos—gavilán pecho rufo (*Accipiter striatus*), gavilán de Cooper (*A. cooperii*) y gavilán azor (*A. gentilis*)—típicamente habitan áreas boscosas. Debido a que las perchas abundan en estos hábitats, es más probable que los accipítridos perchen en árboles que en las perchas expuestas proporcionadas por las instalaciones de transmisión y distribución eléctrica.

Consecuentemente, los hábitats boscosos generalmente tienen menos reportes de electrocuciones de rapaces que los hábitats abiertos (Switzer, 1977; Benson 1981). En un estudio de más de 70,000 postes eléctricos en varios hábitats en Utah y Wyoming, no se encontraron electrocuciones en los 2,500 postes estudiados en áreas boscosas (PacifiCorp, datos no publ.).

De los 2,711 registros de electrocución combinados de seis estudios (O'Neil 1988; Harness 1996; Idaho Power Co., datos no publ.; Harness y Wilson 2001; Dwyer 2004; USFWS/Nebraska, datos no publ.), cuatro electrocuciones fueron gavilanes azores y cuatro fueron gavilanes de Cooper. De 40 gavilanes de Cooper marcados con radiotransmisores en Arizona, 1 (un macho) fue electrocutado (Mannan *et al.* 2004). Los

gavilanes azores fueron <5% de las muertes de rapaces en Alemania ($n=567$) y Francia ($n=686$) (Bayle 1999). En España, los gavilanes azores formaron <10% de las electrocuciones en varios estudios: el 0.4% de las electrocuciones documentadas por Ferrer *et al.* (1991) ($n=233$), 1.1% de las electrocuciones documentadas por Janss (2000) ($n=467$), y entre el 5% y el 10% de las electrocuciones documentadas por Bayle (1999) ($n=1,282$).

Aguilillas

Las aguilillas comprenden el grupo más grande de rapaces diferentes a las águilas que sufre electrocuciones en líneas eléctricas. En particular, el aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*), la real (*B. regalis*), la de Swainson (*B. swainsoni*) y la ártica (*B. lagopus*) se encuentran en hábitats



FIGURA 4.1: Aguililla real despegando desde un poste de distribución.

abiertos y se posan comúnmente en postes de energía y torres (Figura 4.1). La mortalidad combinada por electroculación de estas cuatro aguilillas ha variado entre el 8% y el 48% de las electrocuciones reportadas en varios estudios (e.g. Ansell y Smith 1980; Peacock 1980; Benson 1981; O'Neil 1988; PacificCorp, datos no publ.; USFWS/Nebraska, datos no publ.). En Utah y Wyoming, las electrocuciones de aguilillas superaron a las de águilas (21% vs. 19%; $n=547$) (Liguori y Burruss 2003). En este estudio las aguilillas cola roja fueron las aguilillas más comúnmente electrocutadas (7.5%) seguidas por las aguilillas de Swainson (5.9%), las aguilillas reales (1.6%) y la aguililla ártica (0.2%). En Nebraska, las aguilillas cola roja sumaron el 11% de las electrocuciones ($n=199$) entre 1988 y 2003 (USFWS/ Nebraska, datos no publ.). Además, las aguilillas árticas fueron el 0.5% de las electrocuciones en este conjunto de datos. Las aguilillas cola roja fueron el 37% de las muertes de aves ($n=103$) en el norte de California y el sur de Oregón entre 2004 y 2005 (PacificCorp, datos no publ.). En Chihuahua, México, el aguililla cola roja fue la segunda especie más frecuentemente electrocutada (después del Cuervo llanero [*Corvus cryptoleucus*]), sumando el 15% de las muertes ($n=178$) (Cartron *et al.* 2005).

Aunque estas cuatro aguilillas forman una proporción grande de las aves electrocutadas, su nivel de mortalidad por electroculación es bajo comparado con otras causas de muerte y ha variado entre el 3% y el 13% en estudios diferentes. Por ejemplo, en un análisis de 163 cadáveres de aguilillas cola roja, el 4% murió por electroculación (Franson *et al.* 1996). La electroculación fue la causa de muerte del 13% de los aguilillas árticas ($n=8$), el 11% de las aguilillas reales ($n=9$), 3% de las aguilillas de Swainson ($n=37$) y de ningún de las aguilillas cola roja ($n=31$) que fueron admitidas en el Hospital de Enseñanza Veterinaria de la Universidad Estatal de Colorado (Wendell *et al.* 2002). El nivel total de electroculación bajo

(3%) de las aves en este estudio ($n=409$) se atribuyó a dos factores: es poco probable que las aves electrocutadas sobrevivan, sean detectadas y llevadas a una instalación de rehabilitación; y la frecuencia de electrocuciones puede estar declinando debido a la modificación de los postes eléctricos.

Los registros de electroculación para otras aguilillas son poco comunes. Se han documentado electrocuciones del aguililla pecho rojo (*Buteo lineatus*) en Florida (J. Lindsay, com. pers.) y California (M. Best, com. pers.). Aunque ha sido documentada, la electroculación del aguililla negra menor (*Buteogallus anthracinus*) es rara (Schnell 1980, 1994). El aguililla rojinegra (*Parabuteo unicinctus*) es una rapaz social que vive en grupos familiares de varios individuos y comúnmente utiliza postes eléctricos (Bednarz 1995). Whaley (1986) reportó ocho casos de electroculación en el Desierto de Sonora en el sur de Arizona, pero el autor pensó que probablemente ocurrieron otras electrocuciones que no fueron reportadas. En Tucson, Arizona y sus alrededores, entre 1991 y 1994, el 63% de las muertes de las aguilillas rojinegras con causa conocida ($n=177$) se debieron a electrocuciones (Dawson y Mannan 1994). Se sospecha que la electroculación fue la causa de muerte de otros 44 cadáveres. En 2003 y 2004, se encontraron 75 aguilillas rojinegras electrocutadas en el área metropolitana de Tucson, 29 de ellas a menos de 300 metros (m) (1,000 pies [ft]) de un nido (Dwyer 2004). Después de modificar los postes peligrosos de esta área, la tasa de electroculación por nido cayó de 1.4 en 2003 a 0.2 en 2004.

Otras Rapaces Diurnas

Las rapaces diurnas pequeñas (e.g., cernícalo americano (*Falco sparverius*), halcón esmerejón (*F. columbarius*) y la mayoría de los milanos) con envergadura de alas de menos de 102 centímetros (cm) (40 pulgadas [in]) generalmente no pueden alcanzar la distancia entre dos conductores eléctricos (ver en las Figura 4.11 y 4.12 y la Tabla 4.1 para una ilustración de

las envergaduras de alas de las aves). Sin embargo, la electrocución de las rapaces más pequeñas pudiera subestimarse ya que se notan menos que las grandes aves y porque los carroñeros pueden devorarlas o moverlas antes de que se encuentren. Las rapaces pequeñas corren más riesgo en los postes con transformadores u otros equipos donde sólo hay unos centímetros de espacio entre las partes energizadas y las conectadas a tierra. Aunque poco comunes, sí existen registros de electrocución de las rapaces más pequeñas, incluyendo al cernícalo americano (Figura 4.2) (Ellis *et al.* 1978; Harness y Wilson 2001; Smallwood y Bird 2002; Wendell *et al.* 2002; Cartron *et al.* 2005; Idaho Power Co., datos no publ.; USFWS/Nebraska, datos no publ.; Pacific Corp, datos no publ.) y halcones esmerejones (Bayle 1999). De las electrocuciones de aves identificadas por especies en el oeste de los Estados Unidos entre 1986 y 1996 ($n=555$), seis fueron cernícalos americanos (Harness y Wilson 2001). De igual manera los cernícalos comprendieron el 1.1% de las muertes en Utah y Wyoming entre 2001 y 2002 ($n=547$) (Liguori y Burruss 2003). Los halcones esmerejones representaron <5% de las muertes de rapaces en Francia ($n=686$) (Bayle 1999).

Hay pocos registros de electrocución disponibles para los halcones grandes. A pesar de su tamaño y el uso frecuente de postes eléctricos, son raras las electrocuciones del halcón peregrino (*F. peregrinus*) y el halcón mexicano (*F. mexicanus*). De un total de 547 electrocuciones en Utah y Wyoming entre 2001 y 2002 se documentaron tres halcones mexicanos (Liguori y Burruss 2003). Antes de esto, habían sido documentadas muy pocas electrocuciones de halcones mexicanos (Benson 1981; Harmata 1991; Harness y Wilson 2001; Idaho Power Company, datos no publ.). Las electrocuciones de halcones peregrinos han sido reportadas por Cade y Dague (1977), Burnham (1982), Cade (1985), McDonnell y Levesque (1987), Powell *et al.* (2002),



FIGURA 4.2: Cernícalo americano con una presa en un alambre.

© SHERRY AND JERRY LIGUORI

White *et al.* (2002) y el State of Michigan (2005). De las electrocuciones de aves en el oeste de los Estados Unidos de 1986 a 1996 ($n=555$), sólo seis fueron halcones peregrinos (Harness y Wilson 2001). También hay cifras bajas de electrocuciones de peregrinos en otros países, como Francia, donde <5% de las electrocuciones de rapaces ($n=686$) fueron peregrinos (Bayle 1999) y Sudáfrica, donde los peregrinos sumaron 1.4% de las electrocuciones ($n=147$) entre 1996 y 1998 (Kruger 2001a). De igual forma, en España, los peregrinos han sumado el 0.4%, 0.9% y <5% de las electrocuciones ($n=233$), ($n=467$) y ($n=1,282$) en estudios conducidos por Ferrer *et al.* (1991), Janss (2000) y Bayle (1999). Se documentó una electrocución de un volantón de carancho norteño (*Caracara cheriway*) de un nido en una subestación en Florida (J. Lindsay, com. pers.). Aunque los halcones fajados (*F. femoralis*) pueden anidar en postes eléctricos, no han sido documentadas electrocuciones en los Estados Unidos. Hay un registro de una su- puesta electrocución de un halcón fajado en México (A. Montoya, com. pers.). Los registros de halcones gerifaltes (*F. rusticolus*) electrocutados son raros y típicamente incluyen casos de aves de cetrería más que aves salvajes

(Chindgren 1980; Harness y Wilson 2001; USFWS/ Nebraska, datos no publ.).

Los gavilanes rastreros de las Américas (*Circus cyaneus hudsonius*) se electrocutan con una frecuencia baja ya que raramente se posan en postes, pero existen algunos registros (Williams y Colson 1989; APLIC 1996). En Alemania, el gavilán rastrero de Eurasia (*C. cyaneus cyaneus*) sumó <5% de las electrocuciones de rapaces ($n=567$) (Bayle 1999).

Aunque las águilas pescadoras (*Pandion haliaetus*) comúnmente anidan en postes eléctricos (ver Capítulo 6), las electrocuciones de estas especies son poco comunes (Figura 4.3). De entre las compañías de electricidad miembros del Comité para la Interacción de las Aves y Líneas Eléctricas (APLIC), encuestadas en el 2005, varias en el noroeste y sureste [de los EE.UU.], señalaron problemas con las águilas pescadoras, particularmente en referencia al manejo de nidos (APLIC 2005). Poole y Agler (1987) reportaron que <4% de las águilas pescadoras anilladas ($n=451$) recuperadas entre 1972 y 1984 murieron por electrocución, colisiones con líneas de energía y torres de TV y radio y enredadas con equipos de pesca. De las águilas pescadoras admitidas en los centros de rehabilitación para la vida silvestre en Florida de 1988 a 1995, 9%

($n=284$) fueron electrocutadas (Forrester y Spaulding 2003). Otras muertes de águilas pescadoras se han sido documentadas por Dunstan (1967, 1968), Yager (1978), Fulton (1984), Williams y Colson (1989), Munoz-Pulido (1990), Harness (1996), Poole *et al.* (2002), State of Michigan (2005) y la Idaho Power Company (datos no publ.). En el oeste de los Estados Unidos, 11 electrocuciones identificadas a especies ($n=555$) entre 1986 y 1996 fueron de águilas pescadoras (Harness y Wilson 2001). En Francia, las águilas pescadoras fueron <5% de las muertes de rapaces ($n=686$) (Bayle 1999).

Durante las últimas décadas las poblaciones de águilas pescadoras se han incrementado en partes de su distribución en Norteamérica (Sauer *et al.* 2004). El crecimiento de las poblaciones de águilas pescadoras en Canadá ha sido atribuido al suministro de plataformas de anidación artificiales, el incremento en los esfuerzos de estudio y la prohibición del DDT (Kirk y Hyslop 1997). En el Willamette Valley de Oregón, donde el número de águilas pescadoras anidando se ha duplicado en seis años desde finales de los años 90 a inicios de los 2000, la mayoría de los nidos se localizan en postes de distribución o en plataformas de anidación adyacentes (Henny *et al.* 2003; USGS 2003). Las poblaciones de águilas pescadoras en el área de la Chesapeake Bay se han más que duplicado desde los años 70 a mediados de los años 90 ya que el uso de sustratos de anidación artificiales, particularmente marcadores de navegación, también ha aumentado (Watts *et al.* 2004).

En esta región, durante los años 70 el 68% de los nidos de águilas pescadoras fueron ubicados en estructuras hechas por el hombre, comparado con el 93% en los años 90. Los tipos de estructuras hechas por el hombre utilizadas durante los años 90 incluyeron ayudas de navegación (53.5%), plataformas de anidación (12.1%), escondrijos de caza (9.7%) y otras estructuras hechas por el hombre



© SHERRY AND JERRY LIGUORI

FIGURA 4.3: Águila pescadora.



© SHERRY AND JERRY LIGUORI

FIGURA 4.4: Águila real posada en la punta de un poste.

(17.6%; incluyendo botes hogar, chimeneas, muelles, barcos, postes de energía, puentes, torres de telefonía celular y pilotes. En New Jersey, el número de parejas de águilas pescadoras se incrementó de 68 en 1975 a más de 200 a mediados de los 80, a 340 en el 2001 (Liguori 2003). Muchos de estos nidos están situados sobre plataformas en ciénagas costeras.

Águilas

La proporción de águilas reales (*Aquila chrysaetos*) electrocutadas ha variado dramáticamente entre varios estudios conducidos durante las tres últimas décadas (Figura 4.4). La investigación sobre la electrocución en los 70, se enfocó en las causas de muerte de las águilas, lo cual puede ser la causa de la gran proporción de águilas reales documentadas en estos estudios. Por ejemplo, las águilas reales sumaron entre el 89% y el 93% de las electrocuciones documentadas por Olendorff (1972a), Smith y Murphy (1972) y Boeker y Nickerson (1975). Los estudios mas recientes sobre electrocución han documentado una proporción mucho menor de águilas reales. Las águilas reales sumaron el 17% de las electrocuciones en Utah y Wyoming ($n=547$) y 5% de las electrocuciones en Oregón y California ($n=103$)

descubiertas durante estudios sistemáticos de líneas que investigaron electrocuciones de todas las especies de aves (Liguori y Burruss 2003; PacifiCorp, datos no publ.). Los datos recogidos de las compañías de electricidad en el oeste de los Estados Unidos desde 1986 a 1996 documentaron 748 águilas de 1,428 registros de electrocución (Harness y Wilson 2001). De estas águilas, el 36% fueron águilas reales, 16% fueron águilas de cabeza blanca (*Haliaeetus leucocephalus*) y el 48% fueron águilas no identificadas.

Las electrocuciones de águilas de cabeza blanca son menos comunes que las electrocuciones de águilas reales. En Idaho, las águilas de cabeza blanca sumaron el 2% ($n=91$) y 5% ($n=133$) de las electrocuciones (Ansell y Smith 1980; Peacock 1980). En Colorado, 5% de las electrocuciones ($n=300$) fueron águilas de cabeza blanca (Boeker 1972). De igual forma, las águilas de cabeza blanca sumaron el 5% de todas las electrocuciones de aves ($n=103$) documentadas en Oregón y California en el 2004 y 2005 (PacifiCorp, datos no publ.). En Utah y Wyoming, <1% de las electrocuciones ($n=547$) fueron águilas de cabeza blanca (Liguori y Burruss 2003). De las águilas de cabeza blanca admitidas en los centros de rehabilitación para la vida silvestre en Florida entre 1988 y 1994, el 6% ($n=274$) fueron electrocutadas (Forrester y Spaulding 2003).

Aunque durante varias décadas la electrocución ha sido documentada como causa de muerte de las águilas reales, la frecuencia de las electrocuciones de águilas puede estar declinando, probablemente debido a los esfuerzos de las compañías de electricidad para prevenir electrocuciones. De 1980 a 1984, de las águilas reales encontradas a lo largo de las líneas de energía en el oeste de los Estados Unidos cuya causa de muerte es conocida ($n=375$), el 80% murió por electrocución (Phillips 1986). Desde principios de los 60 a mediados de los 90, las electrocuciones fueron responsables del 25% de las muertes de

águilas reales en Norteamérica (Kochert y Steenhof 2002). Más recientemente, en California entre 1994 y 1997, la electroculción fue documentada como la causa de muerte en el 16% de las águilas reales equipadas con radiotransmisores y recuperadas ($n=61$) (Predatory Bird Research Group 1999). A pesar del aumento en los esfuerzos de detección, el número de electrocuciones de águilas documentadas por PacifiCorp (datos no publ.) en los estados del oeste ha declinado en un 22% desde principios de los 90 hasta principios de los 2000. De las compañías de electricidad miembros de la APLIC encuestadas en el 2005 ($n=13$), sólo el 38% citó a las águilas entre las especies con problemas en su área (APLIC 2005).

Búhos

El búho cornudo (*Bubo virginianus*) es el búho más comúnmente electrocutado en Norteamérica (Figura 4.5). En el oeste de los Estados Unidos, 95% de los búhos electrocutados identificados ($n=91$) entre 1986 y 1996 fueron búhos cornudos (Harness y Wilson 2001). De igual manera, los búhos cornudos sumaron el 90% de las electrocuciones de búhos ($n=20$) en Utah y Wyoming en 2001 y 2002 (Liguori y Burruss 2003). Aunque los búhos cornudos suman la mayoría de las electrocuciones de búhos, las muertes de esta especie son de frecuencia baja en comparación con muchas especies diurnas. Stewart (1969), Houston (1978), Benson (1981) y Harmata (1991) reportaron números bajos de búhos cornudos en los registros de electroculción. Los búhos cornudos sumaron el 4% de las muertes ($n=113$) en Idaho entre 1972 y 1979 (Ansell y Smith 1980). Algunos estudios han documentado porcentajes mayores de búhos cornudos en los registros de electroculción. Por ejemplo, entre 1986 y 1996, de



FIGURA 4.5: Nido de búho cornudo en un banco de transformadores.

© SHERRY AND JERRY LIGUORI

las especies identificadas, los búhos cornudos representaron el 15% de las electrocuciones de aves ($n=555$) en el oeste de los Estados Unidos (Harness y Wilson 2001), de 1980 a 1985, el 20% de las electrocuciones ($n=61$) en Montana (O'Neil 1988) y de 1988 al 2003 el 33% de las electrocuciones ($n=210$) en Nebraska (USFWS/ Nebraska datos no publ.). De las compañías de electricidad miembros de la APLIC ($n=13$), el 69% reportó electrocuciones de búhos, con el 54% específicamente listando búhos cornudos como una de las especies más frecuentemente electrocutadas en sus áreas (APLIC 2005). La electroculción fue una causa de muerte <1% de las muertes de búhos cornudos ($n=207$) en Saskatchewan (Gillard 1977). De igual manera, el 2% de los búhos cornudos admitidos en los centros de rehabilitación para la vida silvestre en Florida entre 1988 y 1995 ($n=174$) fueron electrocutados (Forrester y Spaulding 2003). La electroculción fue responsable de entre el 6% y el 7% de las muertes de búhos cornudos evaluadas en Colorado de 1995 a 1998 ($n=85$) (Wendell *et al.* 2002) y por el Centro Nacional de Salud para la Vida Silvestre de 1975 a 1993 ($n=132$) (Franson y Little 1996).

En Norteamérica, la lechuza de campanario (*Tyto alba*) es el segundo búho más electrocutado. Entre 2001 a y 2002 las lechuzas de campanario representaron el 10% de las electrocuciones de búhos ($n=20$) en Utah y Wyoming (Liguori y Burruss 2003).

Las electrocuciones de lechuzas de campanario también han sido documentadas por Williams y Colson (1989), Harness y Wilson (2001) y USFWS/Nebraska (datos no publ.). En un estudio de lechuzas de campanario en el noreste de los Estados Unidos, la electrocución se reportó como una causa de muerte, aunque no se consideró un factor limitante para la población (Blodget 1989). En Hawaii, de 1992 a 1994 ($n=81$) el 1% de las lechuzas de campanario estudiadas para su causa de muerte murieron por electrocución (Work y Hale 1996). De las lechuzas de campanario admitidas en los centros de rehabilitación para la vida silvestre en Florida entre 1988 y 1995, el 5% ($n=63$) fue electrocutado (Forrester y Spaulding 2003).

Las electrocuciones de lechuzas de campanario no se limitan a Norteamérica. De las lechuzas de campanario marcadas y recuperadas en Inglaterra ($n=171$), el 5.8% murió por electrocución (Meek *et al.* 2003). En un estudio de cadáveres de lechuzas de campanario ($n=627$) en Bretaña entre 1963 y 1989, la electrocución se documentó como la causa de muerte de <1% de las aves (Newton *et al.* 1991). Las lechuzas de campanario fueron <5% de las electrocuciones de rapaces en Alemania ($n=567$) y entre el 5% y el 10% de las muertes en Francia ($n=686$) (Bayle 1999). En España, las lechuzas de campanario fueron el 3% de las electrocuciones ($n=233$) documentadas por Ferrer *et al.* (1991) y <5% de las electrocuciones de rapaces ($n=1,282$) documentadas por Bayle (1999). En Sudáfrica, las lechuzas de campanario representaron el 6% de las electrocuciones ($n=147$) documentadas entre 1996 y 1998 (Kruger 2001a).

Los registros de electrocución de otros búhos norteamericanos son raros. Como con los accipítridos, muchas especies de búhos habitan áreas boscosas y casi nunca se posan en postes eléctricos. No se encontraron registros del búho manchado (*Strix occidentalis*). Se han documentado electrocuciones del búho listado (*S. varia*) en postes con transformadores en Washington (M. Walters, com. pers.). En Florida, de los búhos listados admitidos en los centros de rehabilitación para la vida silvestre desde 1988 a 1995 ($n=330$), el 1.2% fueron electrocutados (Forrester y Spaulding 2003). Bull y Duncan (1993) citan la electrocución como la causa de muerte de un cárabo lapón (*S. nebulosa*). Las electrocuciones de estas especies son probablemente poco comunes, ya que <1% de los registros de electrocución ($n=301$) reportados por cuatro estados del oeste fueron cárabos lapones (Harness 1996). Los registros de otros búhos que habitan en bosques también son escasos, aunque han sido documentadas electrocuciones de tecolote oriental (*Otus asio*) (APLIC 1996, 2005), tecolote occidental (*O. kennicottii*) (Harness 1996; Harness y Wilson 2001; APLIC 2005), y búho cara café (*Asio otus*) (APLIC 1996). Harness y Wilson (2001) documentaron 3 tecolotes occidentales entre las especies de aves electrocutadas ($n=555$) en el oeste de los Estados Unidos entre 1986 y 1996. De los tecolotes orientales admitidos en centros de rehabilitación para la vida silvestre en Florida entre 1988 y 1995 ($n=1319$), <1% fue electrocutado (Forrester y Spaulding 2003). En Alemania ($n=567$) y Francia ($n=686$), <5% de las electrocuciones de rapaces fueron búhos cara café (Bayle 1999). Los registros de electrocución de búhos navales (*Nyctea scandiaca*) también son escasos (Parmalee 1972; Gillard 1977; Williams y Colson 1989; Parmalee 1992). Smith y Ellis (1989) listaron la electrocución como causa de muerte para los búhos navales aunque no cuantificaron las tasas de electrocución para

esta especie. Los búhos nivales se encuentran principalmente en regiones árticas sin estructuras eléctricas, aunque las aves que invernan en áreas menos remotas del norte de los Estados Unidos y el sur de Canadá pudieran encontrarse con líneas eléctricas. La electroculción fue la causa de muerte en el 5.6% de los búhos nivales ($n=71$) que invernarón en Alberta, Canadá (Kerlinger y Lein 1988).

Al igual que el búho nival, el tecolote llanero (*Athene cunicularia*) y el búho cuerno corto (*Asio flammeus*) anidan y se posan en la tierra y, consecuentemente, su electroculción es poco probable. No se conocen registros de electroculciones para el tecolote llanero. Los registros de electroculciones del búho cuerno corto son escasos (Williams y Colson 1989; APLIC 1996; Harness 1997; Harness y Wilson 2001; Cartron *et al.* 2005). En Francia, <5% de las electroculciones de rapaces ($n=686$) fueron búhos cuerno corto (Bayle 1999).

LOS BUITRES Y EL CÓNDOR

A pesar de su gran tamaño, los registros de electroculción de buitres norteamericanos y cóndores californianos (*Gymnogyps californianus*) no son tan comunes como los de búteos y águilas. Hasta el 2005, el 6% de los cóndores californianos ($n=144$) que habían sido liberados desde 1992 murieron por electroculción (Energy and Environmental Economics, Inc. 2005). Las colisiones con líneas eléctricas han sido una amenaza mayor para los cóndores californianos que las electroculciones. Antes de la liberación de los cóndores por el método de reintroducción por habituación al medio, las aves llevan un entrenamiento donde se les ofrecen árboles muertos y otros posaderos naturales e imitaciones de postes eléctricos para generar rechazo a postes eléctricos (Snyder y Schmitt 2002). Si se posan sobre las imitaciones de postes eléctricos, reciben una descarga leve.

Las electroculciones de buitres también son poco comunes, con los zopilotes auras (*Cathartes aura*) representando sólo el 2% de las

electroculciones ($n=210$) en Nebraska entre 1988 y 2003 (USFWS/Nebraska, datos no publ.), el 2% de las electroculciones ($n=113$) en Arizona entre 2003 y 2004 (Dwyer 2004) y el 2% de las electroculciones ($n=51$) en el norte de California entre 2001 y 2004 (PacifiCorp, datos no publ.). En el oeste de los Estados Unidos, los buitres representaron el 1% de las electroculciones ($n=1,428$) entre 1986 y 1996 (Harness y Wilson 2001). Hallinan (1922) describió electroculciones de zopilotes auras en líneas trifásicas de 13-kV con crucetas metálicas en Florida. En el sur de Florida, se documentaron 14 electroculciones confirmadas de zopilotes auras y zopilotes comunes (*Coragyps atratus*) en un período de seis años (J. Lindsay, com. pers.). También se han reportado electroculciones de zopilotes auras en Chihuahua, México (Cartron *et al.* 2005). Williams y Colson (1989) notaron interacciones entre zopilotes auras y líneas eléctricas, incluyendo electroculciones. Se documentaron electroculciones tanto de zopilotes auras como de zopilotes comunes en Texas (Harness 1997).

Las electroculciones de buitres del Viejo Mundo son mucho más comunes. En Sudáfrica, el 42% de los registros de electroculción de aves desde abril de 1996 a noviembre de 2005 ($n=1,018$) fueron buitres (C.S. van Rooyen, datos no publ.). Las grandes envergaduras (hasta 2.7 m [8.9 ft]) de estas especies, unidas a su hábito de perchar juntas en un poste, es responsable de este elevado riesgo de electroculción (C.S. van Rooyen, com. pers.).

AVES ACUÁTICAS

Las electroculciones de aves acuáticas, tales como cigüeñas, garzas, garcetas, ibises, pelícanos y gaviotas, pueden ocurrir en áreas donde estas aves perchen sobre postes que no provean el espacio suficiente para acomodar las envergaduras, relativamente grandes o su altura (ver Figuras 4.12, 4.13 y Tabla 4.1). Aunque la construcción y modificación segura para aves pueden proteger la mayoría de las especies de aves acuáticas, podría ser necesario aumentar

la separación vertical para acomodar sus alturas mas grandes. Como otras aves, las aves acuáticas pueden ser electrocutadas cuando vuelan entre postes y tocan dos conductores (Lano 1927; Pomeroy 1978; PacifiCorp, datos no publ.).

Las cigüeñas tienen envergaduras grandes (aprox. 1.5 m [5 ft]) y miden aproximadamente 102 cm (40 in) de la cabeza a las patas. La cigüeña americana (*Mycteria americana*) habita en el sudeste de Estados Unidos y está actualmente (2006) listada como especie en peligro de extinción bajo la Ley de Especies en Peligro de Extinción. Las electrocuciones de cigüeñas americanas pueden resultar de colisiones con líneas eléctricas o por contactos en los postes eléctricos (Forrester y Spaulding 2003; J. Newman, com. pers.).

Se han documentado electrocuciones de otras especies de cigüeñas fuera de Norteamérica (Pomeroy 1978; Haas 1980; Bevanger 1998; Janss 2000). En España la cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*) fue la segunda especie más comúnmente electrocutada, sumando el 13% de las muertes ($n=279$) (Janss y Ferrer 1999). Las cigüeñas blancas formaron el 6% de las electrocuciones de aves ($n=100$) en el sudeste de Francia (Bayle 1999).

Se han documentado registros de electrocución de la garza morena (*Ardea herodias*) en muchos estados, esta especie se es común en la mayor parte de la Norteamérica subártica, (Lano 1927; O'Neil 1988; Harness 1997; Forrester y Spaulding 2003; PacifiCorp, datos no publ.). Las garzas morenas sumaron el 3% de las electrocuciones ($n=61$) en Montana entre 1980 y 1985 (O'Neil 1988). Se han identificado electrocuciones de espátulas rosadas (*Ajaia ajaja*), muy seguramente asociadas con colisiones con líneas eléctricas (Forrester y Spaulding 2003; J. Roberts, com. pers.). Se han documentado electrocuciones de garzas y garcetas fuera de Norteamérica (Pomeroy 1978). Las Ciconiiformes, incluyendo la cigüeña blanca y la garza ganadera

(*Bubulcus ibis*) sumaron cerca del 10% de las electrocuciones de aves ($n=600$) en el sudoeste de España entre 1990 y 1994 (Janss y Ferrer 2001).

Las Investigaciones a lo largo de las líneas y los estudios sobre aves cerca de Port Arthur, Texas, revelaron que una variedad de aves zancudas y costeras habían muerto por electrocución o por golpes contra las líneas eléctricas (J. Roberts, com. pers.). Las espátulas rosadas fueron mas impactadas que otras aves acuáticas, con más de 40 individuos muertos en dos años. En esta área también se incluyeron entre las aves muertas o heridas por líneas eléctricas la garza ganadera, la garceta pie-dorado (*Egretta thula*) y los cormoranes oliváceos (*Phalacrocorax brasilianus*). Los resultados preliminares de un estudio continuo sugieren que muchas de las muertes y heridas causadas por colisión ocurrieron en aves juveniles sin mucha habilidad para volar. Sin embargo, el examen de cadáveres ha indicado que algunas de las aves fueron electrocutadas.

Las electrocuciones de gaviotas son poco comunes pero han sido documentadas (Bevanger 1998). Harness (1997) reportó electrocuciones de cuatro gaviotas de Franklin (*Larus pipixcan*) en un estudio de electrocuciones en el oeste de Estados Unidos entre 1986 y 1996. En Alaska, las gaviotas representaron el 3.4% de los registros de muertes ($n=264$) de 2000 a 2004 (USFWS/Alaska, datos no publ.). PacifiCorp (datos no publ.) ha documentado electrocuciones de gaviotas en postes con transformadores en el oeste de Estados Unidos. Dickinson (1957) registró electrocuciones de gaviotas en un vertedero en North Carolina. En el sudeste de Francia, el 3% de las electrocuciones de aves ($n=100$) fueron gaviotas y charranes (Bayle 1999). Además, entre las electrocuciones y las colisiones en la misma región, el 16% fueron gaviotas y charranes, el 43% fueron garzas y el 4% fueron flamencos americanos (*Phoenicopterus ruber*).

Se han reportado electrocuciones tanto de grullas grises (*Grus canadensis*) (Harness 1997; Forrester y Spaulding 2003) y grullas blancas (*G. americana*) (Forrester y Spaulding 2003), aunque estas ocurrieron probablemente como resultado de colisiones en el tendido entre postes. De 115 grullas blancas marcadas con radiotransmisores que murieron o desaparecieron entre 1993 y 1999, el 4.3% fue electrocutado como resultado de colisiones con líneas eléctricas (Forrester y Spaulding 2003). Aunque las grullas norteamericanas no son propensas a perchar en las estructuras eléctricas, las grullas coronadas (*Balearica regulorum*) en Sudáfrica sí se posan en los postes y han sido electrocutadas (C.S. van Rooyen, com. pers.).

Se ha documentado la electrocución de pelícanos pardos (*Pelecanus occidentalis*) en los Estados Unidos (Harness 1997; Forrester y Spaulding 2003; APLIC 2005; J. Roberts, com. pers.). Se han documentado numerosas electrocuciones a lo largo de la Costa del Golfo donde se concentran grupos grandes de pelícanos pardos, (J. Roberts, com. pers.). Estas electrocuciones ocurrieron cuando aves jóvenes se congregaron sobre las líneas eléctricas cerca de granjas de peces y causaron que la línea descendiera, haciendo que las aves entraran en contacto con el cable neutro. El cable neutro ha sido eliminado y desde entonces no ha habido electrocuciones. En Georgia, se encontró una gallareta americana (*Fulica americana*) dentro de una subestación donde se sospecha fue electrocutada como resultado del contacto con el equipo (B. Estep, com. pers.).

CÓRVIDOS

Hasta hace poco, los cuervos y las urracas eran considerados plagas por las cuales algunos estados ofrecieron recompensas. Hasta la enmienda de 1972 la Ley del Tratado de Aves Migratorias (MBTA) de 1918 no ofrecía protección a



FIGURA 4.6: Nido de cuervo común en una configuración de espoleta.

© SHERRY AND JERRY LIGUORI

córvidos y aves de presa. En años recientes se ha incrementado la conciencia de que los córvidos están protegidos bajo la MBTA y que pueden tener un impacto considerable en la confiabilidad del sistema eléctrico, particularmente en áreas suburbanas y agrícolas donde sus poblaciones se están incrementando. Las electrocuciones de córvidos han recibido menos atención que las electrocuciones de rapaces, por lo que se conoce menos sobre las tasas de electrocución de córvidos. Debido a su gran tamaño y su uso frecuente de los postes eléctricos, los cuervos son probablemente electrocutados más veces de las documentadas actualmente. Aunque mortalidad de córvidos no debe tener impacto en sus poblaciones, sus electrocuciones y sus nidos pueden afectar la confiabilidad del servicio eléctrico (Figura 4.6).

Se reportaron electrocuciones de córvidos en 1921, cuando se documentaron electrocuciones de cuervos en Florida (Hallinan 1922). Dickinson (1957) reportó que los cuervos anidaban en postes en North Dakota, causando fallos en las líneas, particularmente durante días de precipitación¹⁵. En Montana,

¹⁵ Se montaron efigies de tiranos arriba de las líneas para disuadir a los cuervos de que anidaran. Estos desalentadores se consideraron exitosos, ya que los cuervos dejaron de construir nidos en los postes.

los cuervos comunes (*Corvus corax*) formaron el 2% de los registros de electrocución ($n=61$) (O'Neil 1988).

Los estudios mas recientes muestran un número creciente de córvidos en los registros de electrocución, debido posiblemente a las mejoras en los reportes, el número creciente de estructuras de compañías de electricidad o el incremento de poblaciones de algunas especies de córvidos. Bridges y Lopez (1995), Harness (1997) y Boarman y Heinrich (1999) citaron la electrocución como causa de muerte del cuervo común. Los cuervos comunes fueron la especie más frecuentemente electrocutada en Utah y Wyoming, ocurriendo en un número mayor que el de las águilas y aguilillas y sumando el 32% de las muertes ($n=547$) (Liguori y Burruss 2003). Las urracas de pico negro (*Pica hudsonia*) también aportaron el 2% de las electrocuciones documentadas en este estudio. De igual forma, el 2% de las muertes en el norte de California y el sur de Oregon entre 2004 y 2005 ($n=103$) fueron urracas (PacifiCorp, datos no publ.). En un estudio de 3,120 postes en Colorado, los córvidos sumaron el 7% de las muertes (Harness 2001). De 156 electrocuciones en Arizona, el 4% correspondió a cuervos comunes (Dwyer 2004). Los cuervos representaron aproximadamente el 40% de los registros de electrocución para una compañía de electricidad de Arizona (P. Jelen, com. pers.). En Chihuahua, México, el cuervo llanero fue la especie más frecuentemente electrocutada, sumando el 69% de las muertes ($n=178$) (Cartron *et al.* 2005). En Arkansas y Louisiana, son raros los reportes de electrocuciones de cuervos americanos (*C. brachyrhynchos*), aunque en cuatro ocasiones se han observado cuervos muertos en las subestaciones (J. Roberts, com. pers.). Los cuervos muertos se encontraron en grupos de dos a cinco y no se han determinado las circunstancias de las electrocuciones. Aunque poco comunes, las electrocuciones de arrendajos también se han documentado (PacifiCorp, datos no publ.). De las compañías de electricidad

miembros de la APLIC que fueron encuestadas y reportaron muertes de cualquiera de las especies protegidas ($n=10$), el 50% listaron a los córvidos como aves con problemas en su área y el 30% citó a los cuervos como las aves más frecuentemente electrocutadas en su área (APLIC 2005).

Las electrocuciones de córvidos no se limitan a Norteamérica (Bevanger 1998). En España, los cuervos comunes sumaron del 10% al 25% de las electrocuciones ($n=279$, Janss y Ferrer 1999; $n=467$, Janss 2000). Juntos, el cuervo común y la grajilla (*C. monedula*) sumaron aproximadamente un cuarto (16% y 10.2%, respectivamente) de las muertes de aves ($n=600$) encontradas en el suroeste de España entre 1990 y 1994 (Janss y Ferrer 2001). En el sureste de Francia, los córvidos representaron el 45% de las electrocuciones de aves ($n=100$) (Bayle 1999). Las electrocuciones de córvidos se consideran bastante comunes en Sudáfrica (C.S. van Rooyen, com. pers.).

AVES CANORAS Y OTRAS AVES PEQUEÑAS

Aunque a menudo no son consideradas, las electrocuciones de aves canoras han sido documentadas a lo largo del siglo XX. La electrocución de golondrinas azulnegras (*Progne subis*) agrupadas en líneas eléctricas fue notada durante los inicios del siglo veinte (Anderson 1933). Se electrocutaron Alcaudones verdugo (*Lanius ludovicianus*) en Florida cuando intentaron ensartar presas en alambres de empate (Hallinan 1922). Se reportó un bolsero de Baltimore (*Icterus galbula*) electrocutado en Ohio durante los años 50 (Dexter 1953). En India, las cotorras de Kramer (*Psittacula krameri*) se electrocutaron cuando con sus cuerpos unieron dos conductores muy cercanos (Dilger 1954). Su hábito de escalar postes enganchándose en cables diferentes con sus patas y picos los hace más vulnerables a la electrocución que a otras aves pequeñas. Es interesante que Dilger también notó que los murciélagos frugívoros grandes

(*Pteropus*) también murieron en estos postes. Los reportes de electrocuciones de aves canoras se vuelven más comunes a medida que las compañías eléctricas, las agencias y el público aumentan su conciencia sobre las interacciones de las aves pequeñas con las líneas eléctricas.

Los registros de tales electrocuciones, a menudo asociados con interrupciones eléctricas, involucran especies tales como los estorninos, pájaros carpinteros, arrendajos (mencionados con los córvidos), mirlos, palomas, tiranos, zorzales, alcaudones, gorriones, golondrinas, bolseros y tordos (Bevanger 1998; Michigan Dept. Natural Resources 2004; APLIC 2005; PacifiCorp, datos no publ.) (Figura 4.7). Aunque es poco frecuente, algunas interrupciones eléctricas son causadas por especies domésticas o mascotas no protegidas por la MBTA (PacifiCorp, datos no publ.).

En algunas circunstancias, las aves canoras pueden causar interrupciones eléctricas cuando grandes bandadas despegan a la vez, provocando que las líneas galopen o se junten. En México, los grupos de golondrinas azulnegras descansando son tan grandes que rompen las líneas eléctricas (Brown 1997). Las bandadas de aves pequeñas posadas pueden unir a las

fases entre sí o a tierra, provocando que la corriente pase a través de muchos individuos. Esto puede provocar interrupciones eléctricas y electrocuciones. Las aves pequeñas individuales pueden no estar en riesgo de contacto de conductor a conductor, sin embargo pueden ser vulnerables a la electrocución en transformadores u otro equipo expuesto donde las separaciones entre los elementos energizados y conectados a tierra son considerablemente menores. En los postes donde se han instalado cubiertas protectoras en las boquillas de los transformadores, protectores o aisladores, las aves insectívoras pueden intentar extraer insectos del interior de las cubiertas.

LA COTORRA ARGENTINA

Las cotorras argentinas (*Myiopsitta monachus*) fueron traídas a finales de los 60 a los Estados Unidos desde Sudamérica para comenzar a venderse como mascotas. Las aves que han escapado han establecido poblaciones a lo largo de gran parte de los Estados Unidos y su número continúa creciendo (Pruett-Jones *et al.* 2005). Las cotorras argentinas construyen nidos en áreas urbanas y suburbanas sobre árboles y estructuras de las compañías de electricidad (Figura 4.8; ver también el Capítulo 6). Pueden ocurrir incendios e interrupciones eléctricas cuando el material de los nidos de las cotorras argentinas se pone en contacto con partes energizadas, o por la actividad de



FIGURA 4.7: Tirano pálido posado en una línea de energía.

© SHERRY AND JERRY LIGUORI



FIGURA 4.8: Cotorras argentinas.

© FLORIDA POWER AND LIGHT

anidación de las aves. Las cotorras argentinas dan mantenimiento continuo a sus nidos y, consecuentemente, algunos individuos se han electrocutados al intentar tejer el material del nido (ramitas) en el nido (J. Lindsay, com. pers.). Además de representar un riesgo de interrupciones eléctricas e incendios, los nidos

de las cotorras argentinas sobre las estructuras de las compañías de electricidad atraen depredadores y comerciantes de mascotas que violan los límites intentando cazarlas, resultando en potenciales electrocuciones de aves y humanos (Newman *et al.* 2004).

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RIESGO DE ELECTROCUCIÓN

EL USO DE LOS POSTES POR PARTE DE LAS AVES

Las rapaces, las aves acuáticas y las aves pequeñas utilizan los postes eléctricos para cazar, descansar, pernoctar y anidar—particularmente en hábitats donde los árboles, acantilados u otros substratos naturales son escasos (Figura 4.9). Para las aves acuáticas, los postes y líneas eléctricas pueden proveer sitios para perchar mientras secan sus plumas. Las águilas y otras rapaces tienden a usar “postes preferidos” que facilitan el éxito de la caza. La caza desde la percha conserva energía, si el hábitat apropiado para la presa está a la vista. Los postes preferidos típicamente proveen

elevación sobre el terreno circundante, un campo de visión amplio y un despegue fácil (Boeker 1972; Boeker y Nickerson 1975; Nelson y Nelson 1976, 1977; Benson 1981). Cuando el diseño de un poste preferido no es seguro para aves, pueden ocurrir muchas electrocuciones. Los investigadores han encontrado hasta una docena de cadáveres o esqueletos de águilas bajo un mismo poste (Dickinson 1957; Benton y Dickinson 1966; Edwards 1969; Olendorff 1972a; Nelson y Nelson 1976, 1977; Manosa 2001).

Benson (1981) confirmó que la altura de una percha sobre el terreno circundante influía en la frecuencia de electrocuciones de



FIGURA 4.9: En hábitats abiertos con pocas alternativas naturales, los postes eléctricos pueden proveer sitios de perchado, anidación, caza y descanso para las rapaces y otras aves.

águilas. Ya que la altura de los postes varía entre 1.2 y 3 m (4 y 10 ft), no hubo una diferencia significativa en las alturas de los postes con o sin águilas electrocutadas. Sin embargo, los postes que proveían la mayor altura sobre el terreno circundante, e.g., aquellos sobre promontorios y montículos, tuvieron una mayor probabilidad de causar electrocuciones.

La diversidad del hábitat juega un papel importante en la preferencia de un poste. En un estudio (Pearson 1979), las rapaces usaron postes en ambientes heterogéneos más frecuentemente que aquellos en ambientes homogéneos. De hecho, una mayor diversidad del hábitat es sólo una causa indirecta de una mayor utilización. Una causa más directa es una mayor cantidad de tipos de presas y su densidad, típico de los hábitats más diversos. Las águilas y otras rapaces dedican más tiempo a cazar en áreas que ofrecen una mayor posibilidad de captura exitosa. Es razonable esperar que un poste no recibirá más uso que el siguiente en hábitats uniformes, no obstante otros factores (Ansell y Smith 1980). Por lo tanto, el concepto de “poste preferido” no puede ser válido cuando tratamos un problema de electrocución en hábitats homogéneos o “áreas preferidas”.

La elección de la presa también puede influir en el riesgo de electrocución. Benson (1981) encontró diferencias altamente significativas tanto en el uso por parte de las águilas como en las muertes de águilas a lo largo de líneas de distribución eléctricas en áreas agrícolas respecto a las no agrícolas en seis estados del oeste. Hubo más uso y muertes en terrenos con arbustos nativos, principalmente por las variaciones en la distribución y disponibilidad de conejos. En particular, se electrocutan más águilas reales donde había conejos de cola de algodón (*Sylvilagus* spp.) que donde sólo había liebres americanas (*Lepus* spp.). En el hábitat de la liebre americana, alrededor del 14% de los postes tenían cadáveres de águilas debajo, comparado con casi el 37% en el hábitat de

los conejos de cola de algodón. Allí donde estaban presentes tanto los conejos de cola de algodón como las liebres americanas, alrededor del 22% de los postes tenían cadáveres de águilas debajo. El 25% más letal de las líneas estudiadas fue en áreas dominadas por la artemisa donde se concentraban ambos tipos de conejos en gran número. En este estudio no se encontró correlación entre la densidad de población de roedores y la incidencia de electrocución de rapaces.

Otros estudios también han documentado una correlación entre poblaciones de presas y el riesgo de electrocución de rapaces. La atracción de las águilas hacia las áreas con grandes poblaciones de conejos y el aumento del riesgo de electrocución fue resaltada por Olendorff (1972a) cerca del Pawnee National Grassland en Colorado. Kochert (1980) concluyó que la incidencia de electrocuciones de águilas en el Área de Aves de Presa del Snake River en el sudoeste de Idaho era proporcional a la densidad de águilas de mediados de invierno que a su vez estaba fuertemente relacionada con la densidad de liebres americanas. Las densidades mas grandes de liebres americanas en el sudoeste de Idaho ocurren en el matorral nativo (Smith y Nydegger 1985); de acuerdo con esto, se electrocutaron más águilas en estos hábitats.

En el Butte Valley del norte de California, los ardillones y otros mamíferos pequeños son mantenidos por campos agrícolas irrigados y estos, a la vez, atraen un gran número de rapaces. En estos hábitats, particularmente en postes terminales con transformadores sin protección para aves, las rapaces corren el riesgo de electrocutarse. Antes de los esfuerzos extensivos de modificación en esta región, águilas, aguilillas y búhos habían sido electrocutados en gran número (PacifiCorp, datos no publ.).

Las concentraciones de rapaces invernando, incluyendo aguilillas reales y águilas reales, son atraídas hacia el mayor complejo de perros llaneros del continente en Chihuahua, México, donde numerosas aves habían sido

electrocutadas antes de los esfuerzos de modificación (Manzano-Fischer 2004; Cartron *et al.* 2005).

En Alaska, la abundancia de fuentes de alimento provenientes de instalaciones de desperdicios municipales, enlatadoras y estaciones de limpieza de pescado atrae águilas de cabeza blanca que han sido electrocutadas en los postes eléctricos cercanos (Harness 2004).

La investigación sobre la proximidad de águilas de cabeza blanca anidando cerca de la actividad humana en Florida sugiere que los volantones de águilas de sitios de anidación “suburbanos” tienen un mayor riesgo de muerte por actividades humanas, incluyendo la electrocución, que sus contrapartes “rurales” (Millsap *et al.* 2004).

Las áreas agrícolas atraen palomas, tordos y estorninos. Las grandes bandadas de estas aves posadas sobre los cables pueden estirarlos bajo su peso, provocando que galopen cuando levantan el vuelo. Como con las rapaces, estas especies más pequeñas son vulnerables a la electrocución en postes de transformadores y las interrupciones eléctricas relacionadas pueden afectar las actividades en las granjas.

TAMAÑO

Las aves con gran envergadura, como las águilas, pueden cubrir la distancia entre conductores en crucetas horizontales, mientras que las aves altas, tales como las garzas y cigüeñas, pueden contactar simultáneamente diferentes conductores en postes de construcción vertical. Las águilas reales tienen una gran envergadura, que va de 1.8 a 2.3 m (6 a 7.5 ft) (Figura 4.10, Tabla 4.1). La altura de un águila real va de 46 a 66 cm (18 a 26 in) de la cabeza a las patas. Las águilas de cabeza blanca tienen dimensiones similares a las águilas reales, con envergaduras de 1.7 a 2.4 m (5.5 a 8 ft) y alturas de 46 a 71 cm (18 a 28 in). Como con la mayoría de las rapaces, las águilas hembras son más grandes que los machos.

Debido a que las plumas secas son aislantes eléctricos, típicamente las aves tienen que contactar equipamiento eléctrico con sus partes carnosas conductoras para que ocurra la electrocución. Las partes carnosas incluyen las patas, la boca, el pico y las muñecas a partir de donde se originan las plumas primarias. Para un águila real grande con una envergadura de 2.3 m (7.5 ft), la distancia entre las puntas carnosas de las muñecas puede medir 107 cm (42 in). Estas distancias son importantes cuando se consideran las separaciones fase a fase o fase a tierra de las líneas eléctricas y la susceptibilidad de las águilas a la electrocución (ver Capítulo 5).

El estándar de separación de 150 cm (60 in) entre las partes energizadas y las conectadas a tierra busca dar espacio suficiente para la distancia muñeca a muñeca de las águilas (APLIC 1996; ver Capítulo 5). El uso de este estándar también protegerá a las aves con envergaduras menores que las de las águilas, ver Tabla 4.1 y Figuras 4.10, 4.11 y 4.12). En las áreas donde no hay águilas, un estándar de 102 cm (40 in) puede proveer una separación adecuada para las demás rapaces. En las áreas con cóndores, una separación de 150 cm (60 in) pudiera no ser adecuada. La envergadura de los cóndores californianos va de 2.5 a 3 m (8.2 a 9.8 ft)¹⁶ y los cóndores miden de 120 a 130 cm (46 a 53 in) de alto (Snyder y Schmitt 2002; Wheeler 2003). Las compañías de electricidad en áreas con cóndores deben considerar el gran tamaño de esta especie en peligro de extinción cuando se diseñen o modifiquen las líneas eléctricas.

Para especies altas, la distancia vertical puede jugar un papel tan importante como la horizontal. Debido a que la altura (cabeza a patas) puede alcanzar hasta 66 cm (26 in) para un águila real y 71 cm (28 in) para un águila de cabeza blanca, se recomienda una separación vertical suficiente para acomodar águilas perchadas en áreas con estas especies.

¹⁶ No se pudo documentar las medidas muñeca a muñeca del cóndor californiano.

Las aves zancudas de patas largas, como las garcetas, garzas, ibises y cigüeñas, pueden también electrocutarse en postes donde la separación vertical entre conductores o entre conductor y tierra es insuficiente. En las áreas donde estas especies están en riesgo, se puede

necesitar una separación vertical de 120 cm (48 in) o mayor para acomodar las alturas de estas especies¹⁷. Las alturas de una selección de aves se muestran en la Tabla 4.I y la Figura 4.I3.

“60 pulgadas” ... ¿De Dónde Salió?

La edición de 1981 de *Prácticas Recomendadas* sugería una separación de 150 cm (60 in) para proveer el espacio adecuado para un águila grande con una distancia muñeca a muñeca de 140 cm (54 in). Esta medida fue calculada sustrayéndole las longitudes de las plumas primarias externas (estimadas en 46 cm [18 in] cada una) a la envergadura total de una águila real hembra grande de 230 cm (90 in).

En la preparación de la edición del 2006 de *Prácticas Recomendadas*, las dimensiones de muchas especies fueron obtenidas de la literatura y de medir aves vivas. Esta investigación generó algunas preguntas interesantes y ha identificado la necesidad de más investigación. Las mediciones de aves vivas han mostrado que sustraer la longitud de las plumas primarias a la envergadura total no es una medida precisa de la distancia muñeca a muñeca (APLIC, datos no publ.). Aunque los tamaños de muestra son pequeños, las mediciones de muñeca a muñeca obtenidas de águilas reales vivas fueron mucho menores que la distancia de 140 cm (54 in) identificada en ediciones previas de *Prácticas Recomendadas*. Incluso en aves de 200 cm (80 in) o más, las mediciones de muñeca a muñeca fueron menores a 110 cm (43 in). Las mediciones de muñeca a muñeca fueron mucho menores en águilas de cabeza blanca; aunque las águilas de ca-

beza blanca pueden tener envergaduras mayores que las de las águilas reales, sus plumas primarias son más largas y representan una mayor proporción de su envergadura.

La APLIC continúa recomendando una separación horizontal de 150 cm (60 in) para la protección de águilas en esta edición de *Prácticas Recomendadas*. Esta edición también recomienda una separación vertical de 100 cm (40 in) para águilas. Sin embargo las compañías de electricidad pueden escoger la implementación de estándares de diseños utilizando separaciones diferentes basadas en las especies o condiciones específicas. Para mejorar la protección de aves en líneas eléctricas, la APLIC fomenta la que los investigadores recolecten datos de medidas de aves grandes de la separación carne a carne, vertical y horizontal. Esta información ayudará a las compañías de electricidad a adaptar sus esfuerzos de protección de aves. Por ejemplo, en áreas sin águilas o en localidades urbanas, una compañía de electricidad puede diseñar líneas eléctricas para proteger aves grandes como aguilillas cola roja y búhos cornudos; en áreas con cóndores californianos, las compañías de electricidad podrían diseñar estructuras para acomodar estas grandes aves; y en áreas costeras, las compañías de electricidad podrían considerar la gran altura de las aves zancudas cuando diseñen las líneas.

¹⁷ Esta distancia se basa en la altura de una garza morena, aproximadamente 1.2 m (46 in).

TABLA 4.1: Medidas de distancia de muñeca a muñeca, envergadura de alas y altura para una selección de aves.*			
Especies	Muñeca a muñeca cm (in) [tamaño de la muestra] †	Envergadura de alas cm (in)	Altura cm (in) [tamaño de la muestra] §
Zopilote Aura	58–61 (23–24) [n=2]	165–178 (65–70)	36–53 (14–21) [n=3]
Zopilote Común		137–160 (54–63)	
Cóndor Californiano		249–300 (98–118)	120–130 (46–53)
Águila Pescadora		150–180 (59–71)	
Águila de Cabeza Blanca	79–86 (31–34) [n=4]	168–244 (66–96)	46–71 (18–28) [n=5]
Aguililla Rojinegra	43 (17) [n=1]	103–119 (41–47)	28–43 (11–17) [n=2]
Aguililla de Swainson	41–58 (16–23) [n=2]	112–137 (44–54)	33–41 (13–16) [n=2]
Aguililla Cola Roja	36–58 (14–23) [n=10]	107–142 (42–56)	34–56 (13.5–22) [n=9]
Aguililla Real	56 (22) [n=1]	135–152 (53–60)	48 (19) [n=1]
Aguililla Ártica		122–142 (48–56)	
Águila Real	79–107 (31–42) [n=10]	183–229 (72–90)	46–66 (18–26) [n=11]
Cernícalo Americano	20–25 (8–10) [n=4]	51–61 (20–24)	15–20 (6–8) [n=4]
Halcón Esmerejón		53–69 (21–27)	
Halcón Peregrino	33–51 (13–20) [n=2]	94–117 (37–46)	28–38 (11–15) [n=3]
Halcón Mexicano	41 (16) [n=1]	91–112 (36–44)	33 (13) [n=1]
Lechuza de Campanario	38–51 (15–20) [n=4]	104–117 (41–46)	25–38 (10–15) [n=4]
Búho Cornudo	43–64 (17–25) [n=8]	114–130 (45–51)	31–41 (12–16) [n=8]
Espátula Rosada		127 (50)	81 (32)
Cigüeña Americana		155 (61)	102 (40)
Pelicano Blanco		244–290 (96–114)	157 (62)
Pelicano Pardo		203 (80)	130 (51)

Continuación

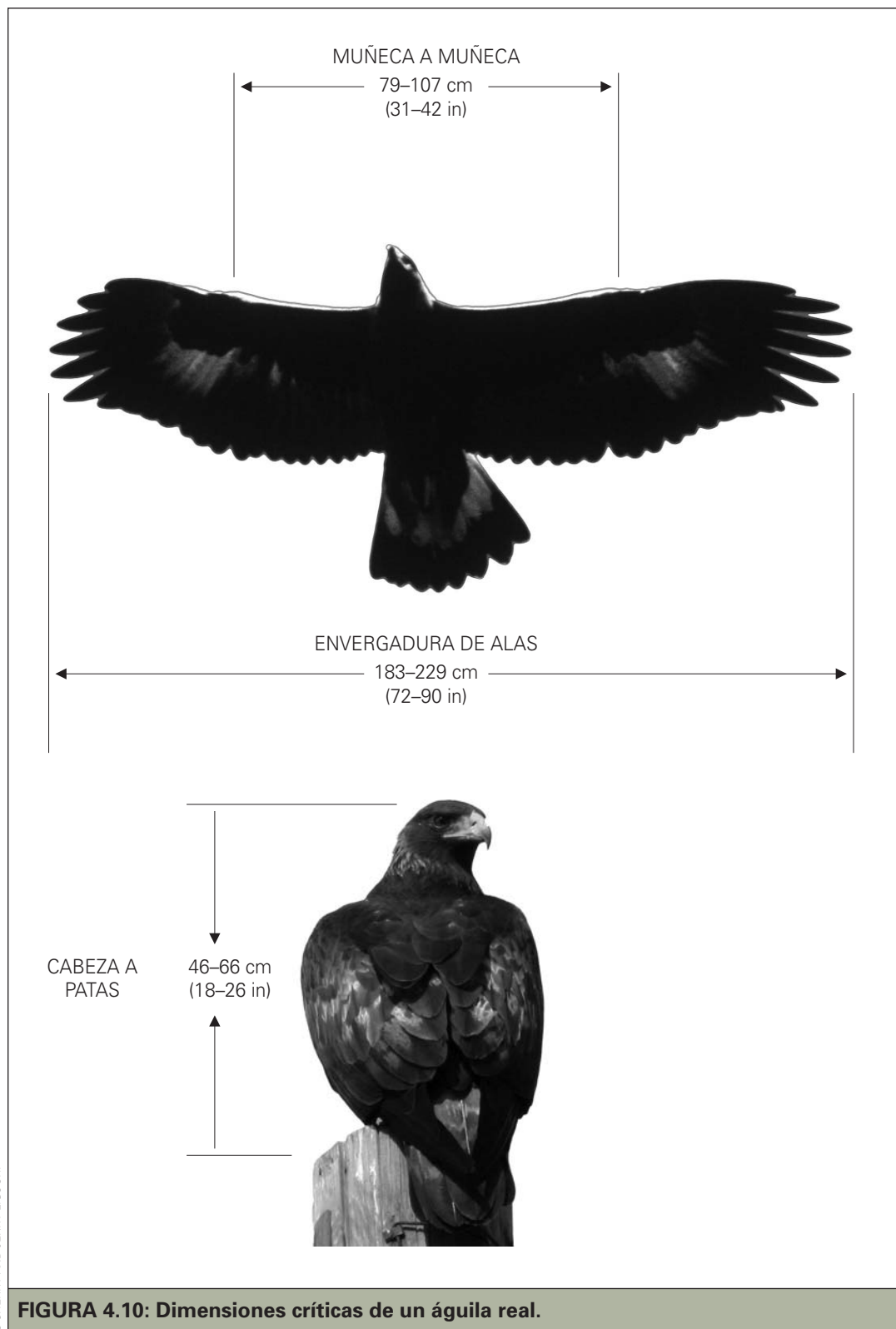
TABLA 4.1: Medidas de distancia de muñeca a muñeca, envergadura de alas y altura para una selección de aves.* (cont.)

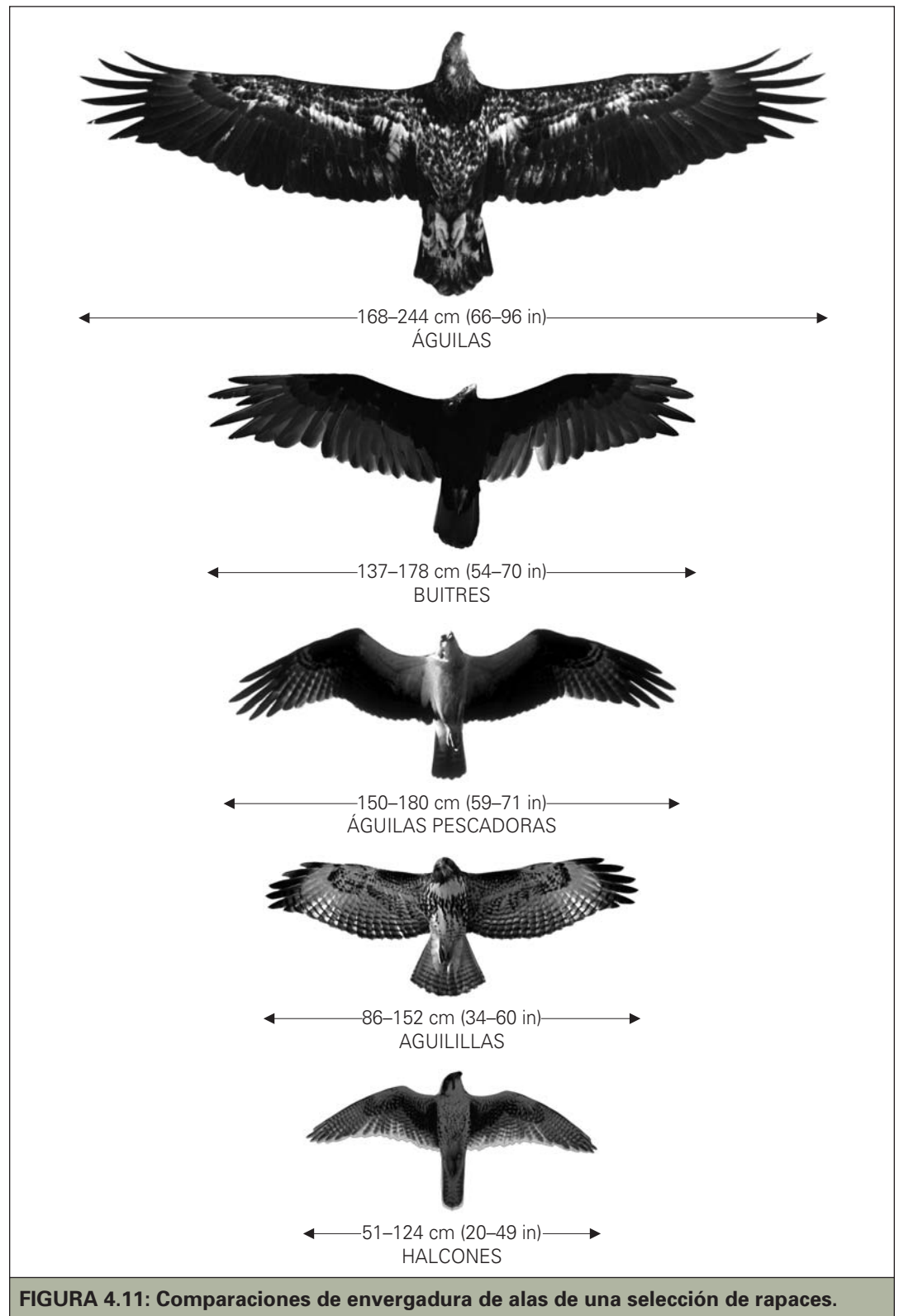
Especies	Muñeca a muñeca cm (in) [tamaño de la muestra] †	Envergadura de alas cm (in)	Altura cm (in) [tamaño de la muestra] §
Garzas		66–130 (26–51)	46–100 (18–39)
Garza Morena		183 (72)	117 (46)
Ibis		91–97 (36–38)	58–64 (23–25)
Cormoranes		132–160 (52–63)	
Cuervo Común		135 (53)	41 (16) [n=1]
Cuervo Llanero		112 (44)	
Cuervo Americano		99 (39)	
Urracas		64 (25)	
Arrendajo		48 (19)	
Pájaros Carpinteros		31–53 (12–21)	
Ictéridos		28–58 (11–23)	

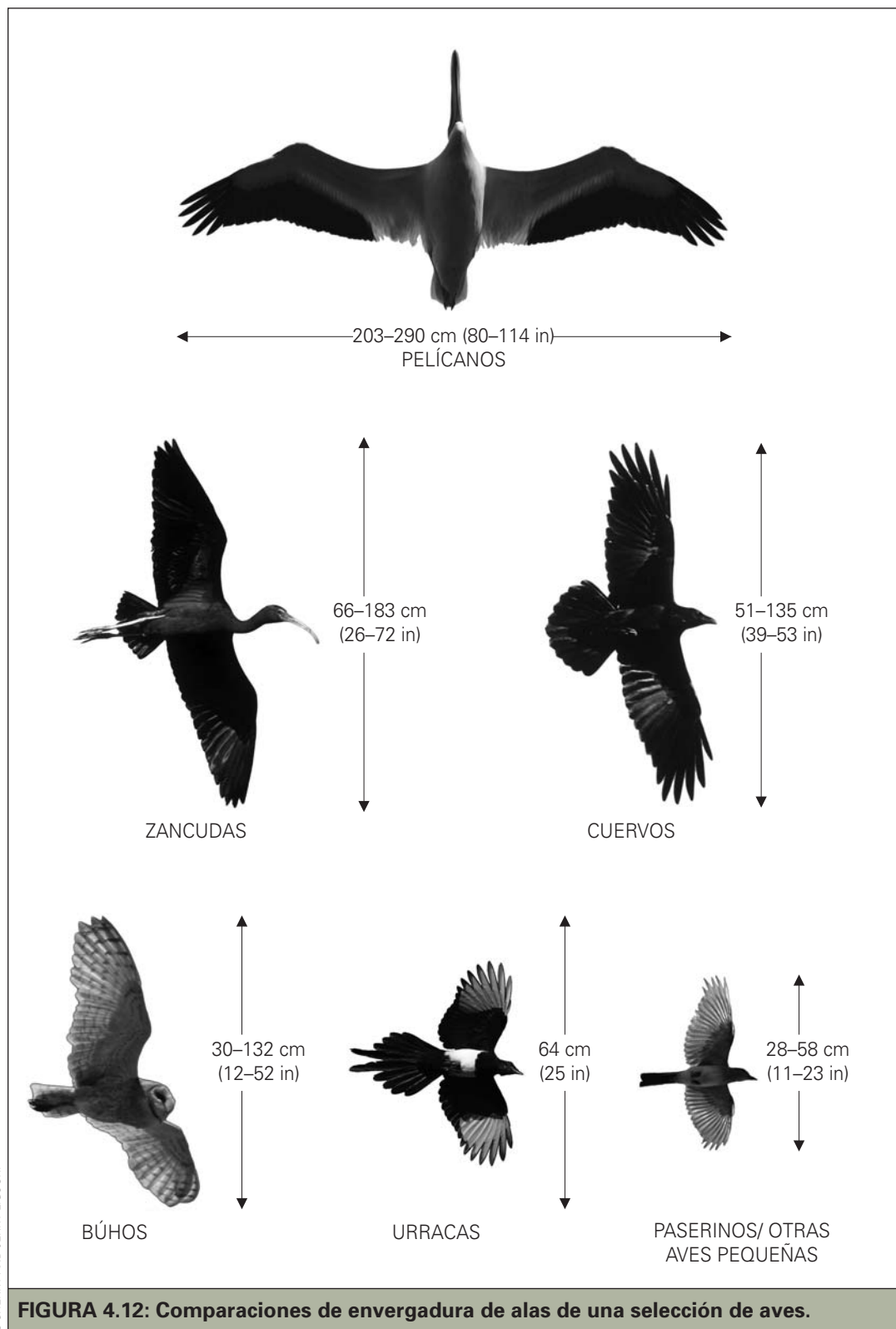
* Fuentes: Johnsgard 1988, 1990; Sibley 2000; Wheeler 2003; Birds of North America; City of Lawrence (KS) Prairie Park Nature Center (datos no publ.); HawkWatch International (datos no publ.); Kansas Department of Wildlife and Parks Milford Nature Center (datos no publ.); Operation WildLife, Inc. (datos no publ.); Oregon Zoo (datos no publ.); PacifiCorp (datos no publ.); Rocky Mountain Raptor Program (datos no publ.); Stone Nature Center (datos no publ.); y Utah Wildlife Rehabilitation (datos no publ.).

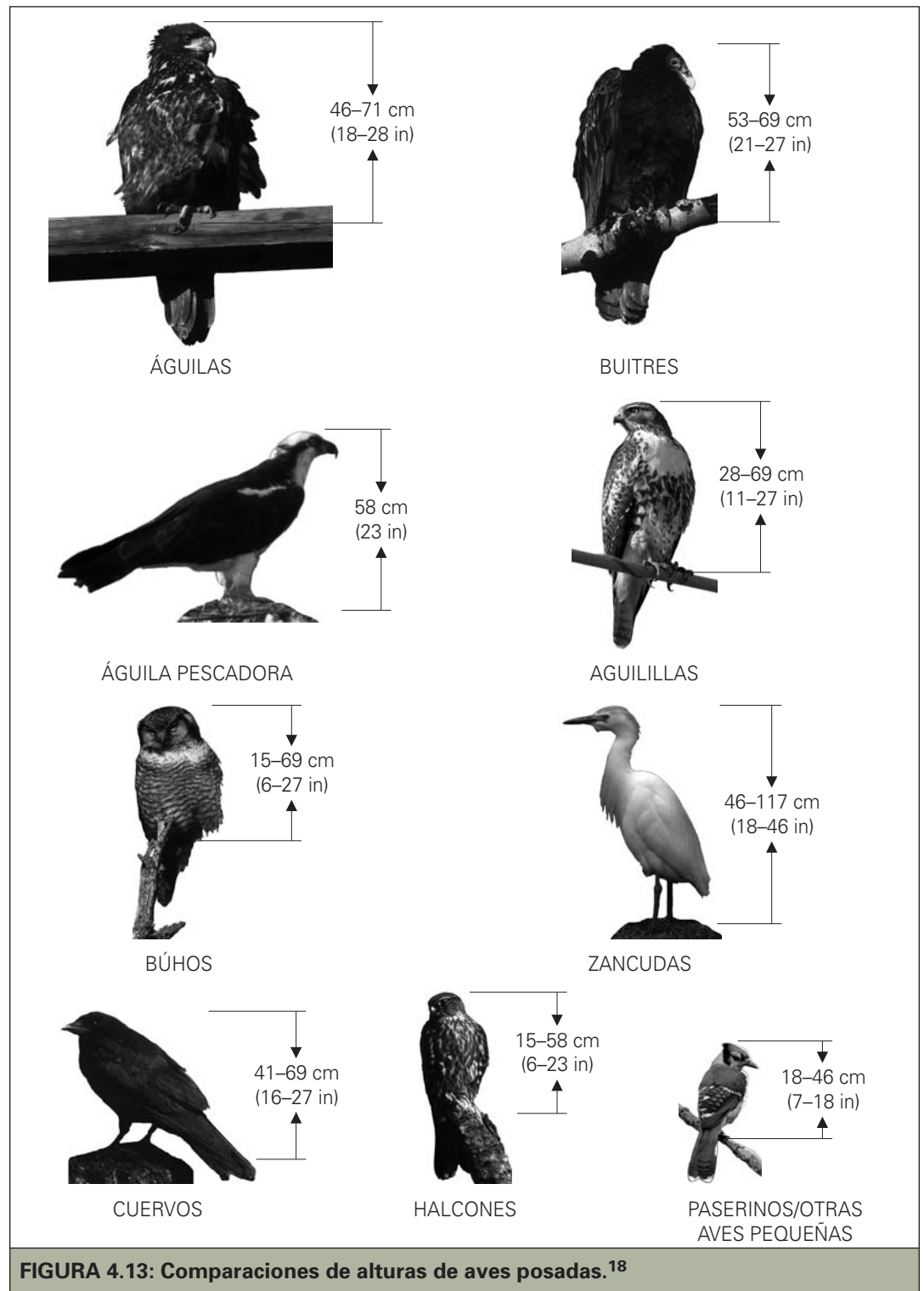
† Debido a que las medidas muñeca a muñeca y cabeza a pata de la mayoría de las especies típicamente no están disponibles en la literatura, las medidas se obtuvieron de rehabilitadores de vida silvestre y manejadores así como de aves muertas. Los tamaños de la muestra se dan para las aves que fueron medidas y el espacio en blanco en este campo indica que los datos no están disponibles actualmente. Se alienta a los investigadores de aves a registrar estas medidas cuando recojan otros datos morfométricos.

§ La altura dada es de la punta de la cabeza a las patas. Ver también pie de página †, arriba.









¹⁸ Los rangos de alturas mostrados vienen de varias fuentes y pueden incluir tanto las mediciones cabeza a pata y cabeza a cola. Ver Tabla 4.I para más información sobre mediciones de altura.

TABLA 4.2: Por ciento de águilas reales juveniles en estudios de electrocución.

Estudio	Por ciento de juveniles	Tamaño de la muestra
Benson (1981)	94.2%	52
Boeker and Nickerson (1975)	90.0%	419
Schomburg (2003)	87.9%	132
Harness and Wilson (2001)	66%	90
USFWS/Nebraska (datos no publ.)	63%	27

LA EDAD

Las investigaciones sobre águilas reales sugieren que las aves juveniles pueden ser más susceptibles a la electrocución que las adultas (Tabla 4.2). Las aves que anidan en postes eléctricos pueden ser electrocutadas, particularmente si la envergadura conjunta y la conducta de aleteo simultáneo de varias aves jóvenes provocan que provoquen un corto circuito entre conductores de fase energizados o un conductor y equipo a tierra. Los juveniles volantes pueden experimentar un riesgo mayor comparado con los adultos porque son menos ágiles al aterrizar o al despegar desde los postes. Las acciones correctivas para prevenir electrocuciones se deben mantener iguales sin importar la edad del ave electrocutada.

La susceptibilidad de las águilas reales juveniles a la electrocución involucra varios factores, pero ninguno parece ser tan importante como la experiencia. Las aves sin experiencia parecen ser menos aptas al aterrizar y despegar, lo cual incrementa el riesgo. La inexperiencia también puede afectar como cazan las aves juveniles. Las aves juveniles pudieran aprender a volar y cazar desde una percha, particularmente en un llano, donde las corrientes ascendentes son menos comunes. El aprender a volar involucra vuelos cortos y frecuentes entre percha y percha. Los primeros intentos de caza involucran cambios frecuentes de perchas luego de persecuciones sin éxito. Se observó un águila real juvenil realizando 20 intentos fallidos de caza de conejos de cola de algodón

desde un poste de distribución (Benson 1981). Si la línea no hubiera sido segura para aves y las condiciones climáticas pobres, la posibilidad de electrocución hubiera sido alta.

Cientos de horas de observaciones y análisis de películas en cámara lenta de 16 mm hechas por Nelson a principios de los 70 demostraron que las águilas juveniles son menos aptas para las maniobras que las adultas, especialmente cuando aterrizan o despegan (Nelson 1979b, 1980b; Nelson y Nelson 1976, 1977). Se filmaron águilas entrenadas aterrizando sobre imitaciones de postes eléctricos no energizadas de diferentes configuraciones tanto en condiciones climáticas calmas como inclementes. Las águilas no se posaron en los cables (conductores) y raramente se posaron sobre los aisladores de porcelana de la punta del poste que tendían a ser demasiado pequeños, suaves o lisos para un agarre cómodo. En vez de esto utilizaron las puntas de los postes y las crucetas que ofrecían un apoyo más firme. Por ejemplo, cuando un águila adulta se aproximaba a la cruceta de un poste eléctrico de tres cables, el ave típicamente se deslizaba bajo el cable exterior, giraba hacia arriba entre los cables con las alas plegadas y paraba su vuelo sobre la percha. El aterrizaje, cuando tenía el viento en contra, era habilidoso y agraciado, con muy poco aleteo.

En contraste, las aves juveniles, a menudo trataron de asentarse sobre una cruceta desde arriba, extendiendo las alas para disminuir su velocidad de descenso. En ocasiones se aproximaban diagonalmente, volaban al punto más alto—quizás un aislador—y trataban de aterrizar. A menudo las aves resbalaban del aislador o trataban a mitad de vuelo de cambiar a la cruceta—maniobras logradas con mucho aleteo que incrementaba su riesgo de electrocución. Algunas veces, las aves juveniles comenzaban la acción correctiva a distancia de los postes, particularmente cuando la aproximación era demasiado rápida o con un ángulo



FIGURA 4.14: Águila real joven a punto de posarse en un poste de distribución que no es seguro para aves.

© SHERRY AND JERRY LIGUORI

inapropiado. Si se aproximaban paralelas a las líneas, a menudo se asentaban a través de dos conductores o trataban de volar hacia arriba entre los conductores, aumentando su riesgo de electrocución (Figura 4.14). Durante los aterrizajes, las aves juveniles contactaban los cables de los postes imitación haciendo contacto piel a piel cerca de las muñecas. Ocasionalmente, también había contacto al batir hacia abajo las alas durante el despegue. En líneas energizadas, el tocar simultáneamente cables de fase diferentes o una fase y una tierra con las partes carnosas del cuerpo o con las plumas mojadas puede provocar una electrocución.

Las águilas juveniles pueden utilizar los postes como perchas de caza más que los adultos. Benson (1981) atribuyó las diferencias en el riesgo de electrocución entre aves adultas y juveniles al hecho de que la caza aérea (en oposición a la caza desde percha) fue la táctica principal usada por águilas reales adultas para capturar liebres. Para capturar liebres con alguna consistencia se requiere experiencia y tenacidad en persecuciones en vuelo largas. Las aves jóvenes encuentran más éxito en saltar sobre conejos de cola blanca u

otra presa desde perchas estacionarias como los postes eléctricos. Esto incrementa su exposición al riesgo de electrocución.

Florida tiene la mayor población reproductiva de águilas de cabeza blanca en los 48 estados contiguos, con más de 1,000 parejas conocidas anidando (Nesbitt 2003). Entre 1963 y 1994, el 16% de las muertes conocidas de águilas de cabeza blanca en Florida ($n=309$) fueron por electrocución. Al contrario a los datos mencionados previamente, estas electrocuciones se distribuyeron de manera casi igual entre aves adultas (55%) y juveniles (45%). De igual manera, el 45% de las electrocuciones de águilas de cabeza blanca de edad conocida en Nebraska ($n=22$) fueron aves juveniles (USFWS/Nebraska, datos no publ.).

Las tasa de muertes totales (considerando todas las causas de muerte) son mayores para las aves juveniles que para las adultas. Las águilas reales anilladas recuperadas mostraron mortalidad en el 50% de la población con una edad de hasta 31 meses (Harmata 2002). Aunque las diferencias relacionadas con la edad en el riesgo de electrocución son típicamente mal comprendidas para especies que

no sean águilas, es probable que los individuos jóvenes de otras especies puedan correr un riesgo mayor que las adultas debido a la inexperiencia y a tasas de mortalidad totales más grandes. Por ejemplo, los juveniles representaron el 61% de las electrocuciones de las aguilillas rojinegras ($n=75$) en Tucson, Arizona (Dwyer 2004).

PATRONES ESTACIONALES

Los riesgos de electrocución pueden variar con la estación. Muchas muertes de águilas reales a lo largo de las líneas eléctricas (cerca del 80% en el estudio de Benson de 1981) ocurren durante el invierno. De las electrocuciones de águilas en el oeste de los Estados Unidos con fechas de muerte conocidas ($n=96$), el 39% ocurrió de enero a marzo; de los cadáveres de águilas descubiertos de los cuales la fecha de muerte era desconocida ($n=516$), el 55% se encontró entre enero y abril (Harness y Wilson 2001). De igual manera, la mayoría (65%) de las muertes de águilas reportadas durante las actividades rutinarias de las compañías de electricidad entre 2001 y 2004 en el oeste de los Estados Unidos por PacifiCorp (datos no publ.) ocurrieron de diciembre a abril. La frecuencia mayor de electrocuciones durante el invierno puede ser atribuida a las mayores concentraciones de estas aves en áreas abiertas con líneas eléctricas durante los meses de invierno. De igual manera, las águilas pueden ser atraídas por las altas concentraciones estacionales de presas que pueden ocurrir coincidentemente cerca de líneas no seguras para aves. Además, las águilas probablemente cazan más desde perchas que en otras épocas del año. En Florida, donde hay águilas de cabeza blanca todo el año, las electrocuciones se dieron en todos los meses del año (Forrester y Spaulding 2003). Sin embargo, la mayoría ocurrió entre octubre y abril, el período en que comienza la época de cría cuando la abundancia del águila es la mas grande en Florida y cuando ocurren la dispersión y la migración.

Las tasas de electrocución de otras especies también pueden aumentar con las estaciones debido al comportamiento reproductivo y a la presencia de crías. Un incremento de las electrocuciones de rapaces, particularmente de aguilillas rojinegras, correspondió a la actividad de anidamiento en Tucson, Arizona (Dwyer 2004). De las fechas de electrocución conocidas para los aguilillas ($n=119$) en el oeste de los Estados Unidos entre 1986 y 1996, el 57% ocurrió entre julio y septiembre (Harness y Wilson 2001). En Chihuahua, México, la mortalidad de las aguilillas cola roja tuvo un máximo entre septiembre y noviembre (Cartron *et al.* 2005). De igual manera, las electrocuciones de aguilillas en el oeste de Estados Unidos entre 2001 y 2004 tuvieron un máximo entre julio y noviembre, con un 16% de las muertes anuales ocurriendo en julio y agosto, el 14% en septiembre, el 11% en octubre y el 7% en noviembre (PacifiCorp, datos no publ.). Estos picos estacionales probablemente corresponden con incrementos de las poblaciones de aguilillas debido a la dispersión de los volantones durante la época de cría y entradas de aves durante la migración de otoño. Este conjunto de datos también mostró un pequeño incremento en la mortalidad de aguilillas por electrocución durante marzo y abril (cada uno con el 8% de la mortalidad anual), probablemente relacionado con la migración de primavera.

Como con los aguilillas, las muertes de búhos en el oeste de los Estados Unidos tuvieron un máximo al final del verano, particularmente agosto y septiembre (Harness y Wilson 2001). De igual manera, las electrocuciones de búhos águilas (*Bubo bubo*) en los Alpes italianos tuvo un máximo durante el período de dispersión de juveniles en septiembre (Rubolini *et al.* 2001). En el oeste de los Estados Unidos, las electrocuciones de búhos entre 2001 y 2004 tuvieron un máximo durante el verano y principios del otoño, con junio, julio, agosto y septiembre sumando el 26%, 24%, 7% y 12%,

respectivamente, de la mortalidad anual (PacifiCorp, datos no publ.).

Las electrocuciones de otras especies también exhiben patrones estacionales. Los registros de electrocuciones de córvidos en el oeste de Estados Unidos entre 2001 y 2004 tuvieron un máximo de abril a agosto, con los números mas altos en junio (16%), julio (22%) y agosto (15%) (PacifiCorp, datos no publ.). Estos meses están correlacionados con la época

local de cría de estas especies, particularmente en los momentos cuando los polluelos o volantones están presentes (Figura 4.15). Las electrocuciones de cuervos en Chihuahua, México también tuvieron un máximo en agosto y septiembre (Cartron *et al.* 2005). Las electrocuciones de aves canoras en el oeste de Estados Unidos están correlacionadas con los meses de verano, ya que el 69% de las electrocuciones ocurrieron de junio a agosto (PacifiCorp, datos no publ.). Las compañías de electricidad miembros de la APLIC censadas documentaron diferencias estacionales en los índices de electroculación y notaron incrementos totales durante la anidación y la migración de otoño (APLIC 2005). Además, se detectaron patrones estacionales específicos por especie para las águilas (invierno) y las aves canoras (primavera).

COMPORTAMIENTO

La anidación, el cortejo y el comportamiento territorial de las rapaces y otras aves pueden hacerlas susceptibles a la electroculación (Figura 4.16; ver también el [Capítulo 6](#)). El comportamiento social gregario de algunas aves, como las aguilillas rojinegras o los buitres, también puede incrementar el riesgo de electroculación cuando muchas aves perchan juntas en un poste.

Benson (1981) encontró que casi el 46% de las electrocuciones de aguilillas cola roja ocurrió durante el cortejo y el anidamiento. La mayoría de estas aves eran adultas. Benson también notó que cerca del 30% de las aguilillas electrocutadas durante el final de la primavera y principios del verano eran volantones. Dawson y Mannon (1994) reportaron que el 37% de 112 aguilillas rojinegras en el sur de Arizona eran aves que habían abandonado el nido recientemente. De igual manera, Dwyer (2004) encontró que el 63% de las aguilillas rojinegras juveniles electrocutadas ($n=46$) murieron en las tres semanas posteriores al abandono del nido. De las electrocuciones de rapaces y cuervos en Tucson, el 79% estaban a



FIGURA 4.15: Un gran número de aves posadas sobre un poste puede incrementar el riesgo de electroculación. En la foto: Cuervos comunes durante temporada de cría.



FIGURA 4.16: Pareja de aguilillas de Swainson posada en un poste de distribución.

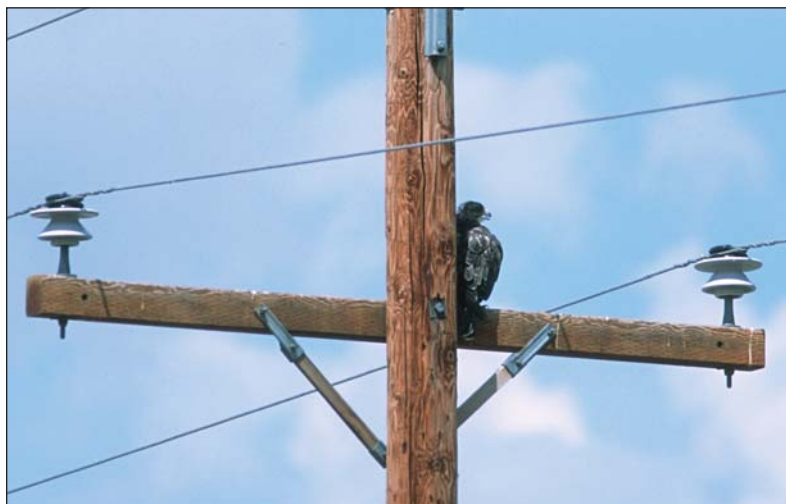
menos de 300 m (1,000 ft) de un nido ($n=56$) (Dwyer 2004). Un aguililla de Swainson fue encontrada electrocutada en el sur central de Washington poco después de abandonar el nido (Fitzner 1978) y se encontraron 2 búhos cornudos volantes electrocutados cerca de nidos en Saskatchewan (Gillard 1977). Grupos de dos a tres cuervos comunes han sido electrocutados en Utah y Wyoming, muy posiblemente debido a que un grupo de varias aves estuvo en contacto con conductores simultáneamente (PacifiCorp, datos no publ.).

Se han reportado muchos casos de electrocuciones de aves llevando presas o material de nidos. Una presa o una rama colgante puede ayudar a cubrir la distancia entre conductores de fase o entre un conductor energizado y uno a tierra, electrocutando un ave que regresa al nido (Switzer 1977; Fitzner 1978). Un búho cornudo joven fue encontrado electrocutado con una liebre americana (*Lepus americanus*) a su lado (Gillard 1977). Brady (1969) y Hardy (1970) registraron incidentes similares. En Utah, se descubrió un búho cornudo electrocutado con cuatro pollos de tirano pálido (*Tyrannus verticalis*) en sus garras, probablemente tomados de un nido de tirano detrás del transformador que mató al búho (S. Liguori, obs. pers.). En Wyoming se electrocutaron águilas reales transportando presas grandes en postes que de otra manera serían seguros para aves (PacifiCorp, datos no publ.). Dos aguilillas cola roja adultas fueron electrocutadas en diferentes nidos en Wyoming, probablemente mientras transportaban material para el nido (Benson 1981). Un par de aguilillas cola roja electrocutadas fueron encontradas bajo un poste en Utah, ambas aves con material para nidos en sus garras (S. Liguori, obs. pers.). Se han electrocutado águilas pescadoras cuando transportaban algas (New York Times 1951) y alambre de púas (Electric Meter 1953) a sus nidos. Los nidos y los pollos también pueden ser destruidos si el material del nido yace sobre los conductores,

provocando un arco y un incendio (Vanderburgh 1993).

Durante el período de anidación, a menudo las aves se enfrentan en el cortejo y la defensa territorial. En tales demostraciones, las rapaces entrecruzan sus garras, incrementando grandemente sus envergaduras efectivas. Si estas actividades toman lugar cerca de una línea eléctrica, las aves pueden electrocutarse. Por ejemplo, en Montana, se presenció la electrocución de un águila real subadulto durante un encuentro agresivo con un águila adulta (Schomburg 2003). Benson (1981) documentó un par de águilas electrocutadas bajo un poste, las garras de cada ave clavadas en el pecho de la otra. En Oregon, se encontraron dos aguilillas cola roja electrocutadas bajo un poste, la garra del adulto clavada en el pecho de la juvenil (S. Liguori, obs. pers.). La agresión interespecífica también puede tener resultados similares, e.g., en Wyoming se encontró la garra de un búho cornudo agarrando el cuerpo de una aguililla cola roja (S. Liguori, pers. obs.). De igual manera, en Arizona, un aguililla rojinegra y otra cola roja fueron electrocutadas juntas durante un encuentro agresivo (Dawson y Mannan 1994). En áreas de Montana donde invernan grandes concentraciones de águilas, las interacciones agresivas entre las aves han conducido a la electrocución de dos aves a la vez (S. Milodragovich, com. pers.). En la Northern Cape Province en Sudáfrica, se electrocutaron buitres en postes configurados verticalmente cuando sus interacciones agresivas provocaron que las aves resbalaran de los aisladores y cayeran sobre los conductores (Kruger *et al.* 2003).

Las rapaces y otras aves pueden usar los postes eléctricos para protegerse de los elementos. Durante el clima cálido en ambientes abiertos y áridos, las aves que buscan sombra pueden perchar en las crucetas más bajas o perchar cerca del poste (Figura 4.17). Las aves también pueden usar las porciones más bajas de los postes eléctricos durante la lluvia o la



© SHERRY AND JERRY LIGUORI

FIGURA 4.17: Aguililla de Swainson a la sombra de un poste eléctrico.

nieve. Aunque los postes eléctricos no parecen ofrecer mucha protección de los elementos, pueden proveer alguna cobertura, particularmente en hábitats con poco abrigo natural.

EL CLIMA Y LA INFLUENCIA DE LAS PLUMAS MOJADAS

El clima inclemente (particularmente la lluvia, la nieve y el viento) incrementa la susceptibilidad de las aves a la electrocución. Las plumas mojadas incrementan la conductividad, y las aves tienen mayor dificultad para aterrizar en postes eléctricos con vientos fuertes. Debido a que las plumas secas proveen aislamiento, la mayoría de las electrocuciones son causadas por el contacto simultáneo piel a piel, pata a piel, o pico a piel con dos conductores energizados o un conductor y una tierra.

Nelson (1979b, 1980b) condujo experimentos para determinar la conductividad de un águila viva instalando electrodos en la piel de las alas y a los dedos de las patas. Aunque no se determinaron los voltajes y corrientes letales, estos experimentos demostraron que a 280 voltios (V) y una corriente de 6.3 miliamperes (mA), la respiración del águila se incrementaba. De 400 a 500 V y una corriente

de 9 a 12 mA, el águila convulsionaba. Las plumas mojadas se quemaron de 5,000 a 7,000 V, pero no hubo una corriente apreciable a través de una pluma seca a 70,000 V. Los contactos piel a piel fueron unas 10 veces más peligrosos que el contacto entre un águila mojada y dos conductores y unas 100 veces más peligrosos que los contactos entre conductores y plumas secas. Una pluma seca es casi tan buen aislante como el aire, pero una pluma mojada tiene una conductividad demostrablemente mayor. Las conclusiones principales de Nelson (1979b, 1980b) fueron las siguientes:

- Para voltajes de hasta 70,000 V y con electrodos separados al menos 17.8 cm (7 in), no hay un flujo de corriente apreciable (no hay conductividad) a través de una pluma seca.
- No existe o es muy baja la posibilidad de electrocución de águilas secas por contactos de la punta del ala con dos conductores eléctricos.
- Las plumas mojadas conducen mejor la corriente que las secas y son capaces de conducir amperajes peligrosos para las águilas a partir de unos 5,000 V.
- El peligro para las aves mojadas es mucho mayor que para las aves secas, y se incrementa aun más ya que las aves mojadas pierden algo de su capacidad de vuelo y control.

La cantidad de corriente conducida por plumas mojadas también depende de la concentración de sales y minerales en el agua. A mayor contenido de electrolitos en el agua, mayor será la conductividad. Que las plumas se mojen incrementan aun más el riesgo al incentivar la extensión de las alas de las aves estudiadas (Nelson 1979b), supuestamente para secar las plumas. Aunque esta investigación se llevó a cabo en águilas, tiene implicaciones en otras especies. Las aves que pasan mucho de tiempo

en o cerca del agua, como las garzas, garcetas, ibises, cigüeñas, pelícanos, cormoranes y águilas pescadoras pueden tener un riesgo de electrocución mas grande. Además, la costumbre de extender las alas exhibida comúnmente por los cormoranes o los buitres puede incrementar el riesgo de electrocución. Un Plan de Protección para Aves (PPA) de una compañía de electricidad debe incluir estándares de diseño apropiados para las especies y condiciones específicas. Sin embargo, las electrocuciones nunca se eliminarán durante las condiciones de precipitación debido a que las plumas y la madera mojadas pueden ser conductoras, con la probabilidad de causar electrocuciones en postes benignos normalmente.

Finalmente, la dirección predominante del viento en relación a la cruceta también puede influir en el riesgo de electrocución. Los postes con crucetas perpendiculares al viento predominante producen menos muertes de águilas (Boeker 1972; Nelson y Nelson 1976, 1977). Cuando se comparan con los postes con crucetas diagonales o paralelas al viento, se encontraron alrededor de la mitad de las aves bajo postes con crucetas perpendiculares al viento, (Benson 1981). Esta diferencia se relacionó probablemente con el efecto del viento sobre la habilidad de las águilas juveniles para aterrizar en postes sin tocar las partes energizadas.

IDENTIFICACIÓN DE EVIDENCIA DE ELECTROCUCIÓN

Debido a que no todas las aves muertas bajo las líneas eléctricas tienen que haber muerto por electrocución, es importante determinar con precisión la causa de muerte para poder ejecutar la acción adecuada. En los estudios invernales sobre las muertes de rapaces en Montana, Olson (2001) encontró 126 cadáveres al borde del camino, 88 de los cuales fueron enviadas a necropsia. De estas aves, sólo el 9% fue electrocutado, mientras que a la mayoría (84%) le habían disparado. A la mayoría de las aves encontradas al borde del camino que estaban directamente bajo los postes también le habían disparado, y sólo el 15% habían sido electrocutadas (Olson 2001).

La evidencia de electrocución puede incluir marcas de quemaduras en plumas, patas, garras, carne o pico. Estas quemaduras pueden ser obvias y extensas, o disimuladas e invisibles a simple vista. Las aves electrocutadas también pueden exhibir garras deformadas o dañadas

que aparecen partidas, torcidas o incineradas (Olson 2001). En algunos casos, las patas, los dedos o las garras son desprendidas por la electrocución (PacifiCorp, datos no publ.). Aunque la mayoría de las víctimas de la electrocución muere, algunos individuos sobreviven. De 89 aguilillas cola roja vivas que se capturaron en Arizona, el 9% exhibía heridas evidentes de choque eléctrico (Dwyer 2004). De igual manera, el 20% de las electrocuciones de aguilillas rojinegras documentadas en Arizona ($n=112$) fueron mas bien heridas que muertas (Dawson y Mannan 1994).

La evidencia de disparos difiere de la de electrocución. Las aves a las que se les ha disparado exhiben plumas de vuelo rasgadas en vez de plumas chamuscadas (EDM International, Inc. 2004). Otros signos de disparos incluyen huesos hechos añicos, contusiones, hematomas, sangre rociada o salpicada, y heridas de bala (Olson 2001).

TASAS DE TRASLADO DE CADÁVERES POR ANIMALES CARROÑEROS

Debido a que ha habido pocos estudios a gran escala que cuantifiquen las tasas de electrocución de aves, en algunos casos los datos existentes se han usado para extrapolar las tasas de electrocución en áreas más extensas. Desalentamos fuertemente el uso de la extrapolación, ya que el riesgo de electrocución no se distribuye uniformemente entre todos los postes en todas las áreas geográficas. La tasa de recuperación de cuerpos obtenida de estudios de aves no rapaces también se ha utilizado para extrapolar los índices de remoción de los cuerpos de rapaces electrocutadas. De nuevo, se debe ser cauteloso ya que las tasas de eliminación de cuerpos por carroñeros varían grandemente entre estudios y pueden ser influenciadas por las poblaciones de carroñeros, el hábitat, la estación, la parcialidad del observador y las especies de los cadáveres. De manera particular, es menos posible que los carroñeros remuevan un cadáver de un rapaz que un cadáver de otra especie. En un estudio sobre eliminación de cadáveres en Colorado y Wyoming, los cadáveres pequeños fueron eliminados entre las primeras 24 y 48 horas (Kerlinger *et al.* 2000). En contraste, las aves grandes (p.ej. aguilillas reales, búhos cornudos y aguilillas árticas) se quedaron por más de dos meses. Orloff y Flannery (1993) no observaron la eliminación de cadáveres por carroñeros ($n=14$) durante una sola prueba de 7 días. También Howell y Noone (1992) descubrieron que los cadáveres de las rapaces grandes se mantenían más tiempo que los de rapaces pequeñas. Janss y Ferrer (2001) asumieron que la tasa de eliminación de cadáveres de águilas por carroñeros es considerablemente menor que la de los conejos. Ellis *et al.* (1969) notaron que de los cadáveres de rapaces encontrados a lo largo de líneas eléctricas

en Utah (los disparos fueron la principal causa de muerte), la mayoría de los cadáveres se mantuvieron intactos y raramente fueron dispersados por los carroñeros. Olson (2001) también encontró poca evidencia de eliminación de restos de rapaces por carroñeros bajo las líneas eléctricas en Montana. A lo largo de una línea eléctrica en Wyoming en 1992, los cadáveres de águilas electrocutadas fueron recogidos por investigadores, aunque no se hizo un gran esfuerzo por eliminar todos los huesos y plumas (Harness y Garrett 1999). Durante un estudio subsiguiente de la línea en 1997, se descubrieron huesos viejos, blanqueados y dispersos de 24 cadáveres y se supuso fueran los restos de las águilas muertas varios años atrás (Harness y Garrett 1999)¹⁹. De igual forma, cerca de la mitad de los cadáveres encontrados en Utah y Wyoming fueron huesos viejos blanqueados de cadáveres disecados, muchos de los cuales parecían no haber sido tocados (PacifiCorp, datos no publ.). Además, casos específicos de cadáveres individuales que no se recuperaron ni enterraron durante el descubrimiento inicial, se encontraron de nuevo en los mismos postes varios años después. En el área urbana de Tucson, Arizona, la mayoría de los cadáveres que se eliminaron fueron tomados por la gente, más que por los carroñeros (Dwyer 2004). En un estudio de tasas de eliminación de cadáveres por carroñeros en Chihuahua, México, el 25% de los cadáveres de cuervos ($n=72$) se eliminó dentro del mes posterior a su descubrimiento (Cartron *et al.* 2005). En contraste, el 95% de los cadáveres que no eran cuervos (rapaces) ($n=21$) estaba presente después de un mes, pero sólo el 63% se mantenía después de dos meses.

¹⁹ Una guía para la identificación de restos de varias especies de rapaces (EDM International, Inc. 2004) se puede obtener en www.energy.ca.gov/pier/final_project_reports/CEC-500-2005-001.html.

ESTA PÁGINA SE DEJA EN BLANCO INTENCIONALMENTE



CAPÍTULO 5

Prácticas Recomendadas: El Diseño de Líneas Eléctricas y la Seguridad de las Aves

EN ESTE CAPÍTULO

-  [Introducción a los Sistemas Eléctricos](#)
-  [Electrocuciones de Aves y el Diseño de Líneas Eléctricas](#)
-  [Prácticas Recomendadas](#)
-  [Resumen](#)

Este capítulo considera las preocupaciones sobre electrocución de aves desde la perspectiva de la ingeniería del diseño, la construcción, las operaciones y el mantenimiento. Describe las formas de diseñar nuevas instalaciones y modificar las instalaciones existentes para que sean “seguras para aves”.

A medida que las comunidades crecen se incrementa su demanda de electricidad. Se deben construir más líneas eléctricas para suministrar la energía adicional. Mientras más millas de líneas eléctricas existen, es mas grande el potencial para que las aves interactúen con las instalaciones eléctricas y aumentan los peligros inherentes.

Los biólogos y los planificadores deben tener una comprensión básica de los sistemas de energía, de los diseños de líneas eléctricas y la terminología relacionada para identificar e implementar soluciones exitosas a las electrocuciones de aves. Este capítulo analiza las líneas eléctricas norteamericanas y los diseños y configuraciones que presentan riesgos de electrocución de aves. Para referencia adicional, se proporciona un glosario de términos en el [Apéndice D](#).

Esta edición 2006 de las *Prácticas Recomendadas* sustituye las recomendaciones incorporadas en la edición de 1996 e incluye actualizaciones basadas en la experiencia de campo más extensa y las pruebas del desempeño de productos. A pesar de los esfuerzos para presentar recomendaciones con “los últimos adelantos”, los usuarios de este manual deben tener en cuenta que muchos productos de protección a la vida silvestre no han sido probados o calificados desde un punto de vista ingenieril.²⁰ Un Grupo de Trabajo de la IEEE bajo el proyecto PI656 se encuentra escribiendo una guía titulada *Guía para Comprobar el Rendimiento Eléctrico, Mecánico y la Durabilidad de Dispositivos de Protección de la Vida Silvestre Instalados en Sistemas Aéreos de Distribución de Energía de hasta 38kV* (*Guide for Testing the Electrical, Mechanical, and Durability Performance of Wildlife*

²⁰ Sin embargo, las recomendaciones proporcionadas en este manual han sido probadas en campo por las compañías de electricidad y algunos resultados han sido publicados en revistas científicas y de ingeniería.

Protective Devices Installed on Overhead Power Distribution Systems Rated up to 38 kV). La guía proveerá orientación técnica para probar protectores para la vida silvestre y deberá estar disponible en 2006. Se alienta a las compañías

de electricidad a compartir o publicar información sobre las experiencias de construcción y modificación de líneas eléctricas seguras para aves que pueda ser utilizada para mejorar las ediciones futuras de las *Prácticas Recomendadas*.

INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS

DISTINCIONES ENTRE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN Y DE DISTRIBUCIÓN

Las líneas eléctricas son clasificadas y categorizadas, en parte, por los niveles de voltaje a los cuales se energizan. Debido a que las magnitudes de voltaje utilizadas por la industria eléctrica son grandes, el voltaje se especifica frecuentemente con la unidad de kilovoltio (kV) donde 1kV es igual a 1,000 voltios (v). Generalmente, desde el punto de origen hasta el final de un sistema eléctrico, el voltaje de línea es utilizado para designar cuatro clases o tipos de líneas eléctricas (Tabla 5.1)

TABLA 5.1: Rangos de voltaje de diferentes clases de líneas eléctricas.

Designación	Rango de voltaje
Planta de generación	12 V a 22 kV
Transmisión	60 kV a 700+ kV
Distribución	2.4 kV a 60 kV
Utilización	120 V a 600 V

Además del nivel de voltaje, la clasificación de líneas eléctricas depende del propósito al cual sirven (como se muestra en la Figura 5.1). Esta publicación se interesa por los peligros de electrocución que las líneas de distribución y transmisión eléctrica puedan representar para las aves. En este manual, las líneas energizadas a voltajes ≥ 60 kV se consideran líneas de transmisión y las líneas energizadas a voltajes < 60 kV se consideran líneas de distribución, sin embargo, esto puede variar entre las diferentes compañías de electricidad. La experiencia del desempeño indica que las líneas de voltaje bajo (secundarias)—también llamadas instalaciones de uso (≤ 600 v)—no están involucradas frecuentemente en electrocuciones de aves.

SISTEMAS DE CORRIENTE DIRECTA Y ALTERNA

Aunque hay algunos sistemas eléctricos de corriente directa (CD) donde la corriente fluye por los conductores del sistema en una sola dirección, la mayoría de los sistemas eléctricos comerciales en los Estados Unidos utilizan corriente alterna (CA). En los sistemas de CA, la corriente fluye en los conductores del sistema en una dirección durante $1/120$ vo de segundo, yendo de cero amperes a un valor pico de amperes y regresando a cero amperes. Después la corriente revierte la dirección y, durante otro $1/120$ vo de segundo, fluye en los conductores del sistema en la dirección opuesta, de nuevo yendo de cero amperes a una magnitud pico y de regreso a cero amperes. Entonces cambia de dirección de nuevo y se repite el ciclo. Si se proyecta en un gráfico, la corriente aparecería como una curva sinusoidal como se representa en la Figura 5.2, que muestra al menos dos ciclos completos

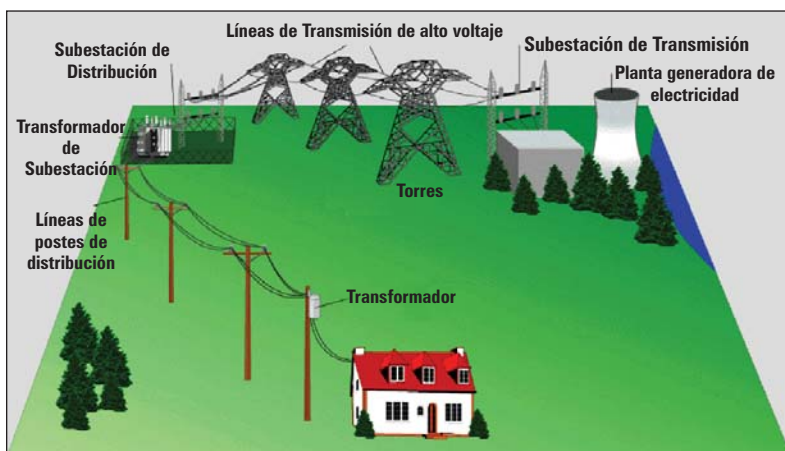


FIGURA 5.1: Esquema de sistema eléctrico desde la generación hasta el cliente.

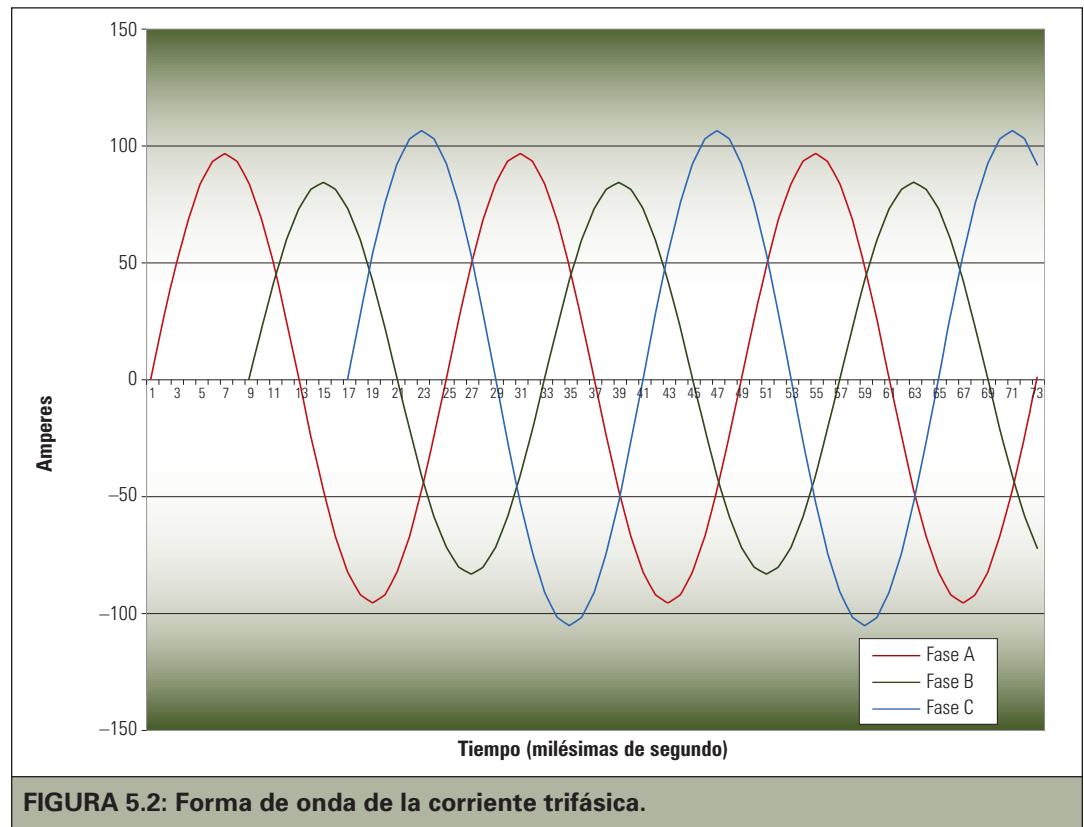


FIGURA 5.2: Forma de onda de la corriente trifásica.

del flujo de corriente en las fases A, B y C de un circuito trifásico. En los Estados Unidos se producen 60 de estos ciclos cada segundo (también referido como 60 hertz). Existen más sistemas de CA que de CD porque las compañías de electricidad pueden transmitir una mayor cantidad de energía a grandes distancias en líneas de transmisión de alto voltaje y pueden aprovechar los campos magnéticos alternos asociados con los sistemas de CA.

SISTEMAS AÉREOS CONTRA SUBTERRÁNEOS

Las compañías de electricidad construyen instalaciones aéreas o subterráneas, dependiendo de muchos factores y preocupaciones. Algunos factores claves incluyen las necesidades del cliente, las restricciones del terreno y del medio ambiente, los costos y los requisitos de los códigos. El costo es una preocupación importante ya que las compañías de electricidad tienen la

responsabilidad de proveer a los clientes el servicio eléctrico confiable con alta calidad al costo más razonable posible. Aunque hay instalaciones bajo tierra en muchas áreas en todo el país donde las compañías de electricidad lo han considerado posible técnica y financieramente, hay muchas más áreas donde las compañías de electricidad han determinado que hacer instalaciones bajo tierra no es factible, por lo que se instalan líneas aéreas. Si todas las líneas pudieran ser instaladas bajo tierra, las aves tendrían poca exposición a los peligros de electrocución y esta publicación no sería muy necesaria. Sin embargo, no es ni práctico ni factible instalar o convertir todas las líneas aéreas a líneas bajo tierra y se vuelve menos práctico mientras más alto es el voltaje de la línea. Por lo tanto, el enfoque de esta publicación es proveer diseños y modificaciones de líneas eléctricas aéreas que minimicen el riesgo de electrocución para las aves.

SISTEMAS AÉREOS SIMPLES, DOBLES Y TRIFÁSICOS.

La mayoría de las líneas eléctricas aéreas comerciales de CA utilizan alguna forma de estructura de soporte donde se sujetan los aisladores y los conductores eléctricos. Las estructuras de soporte pueden tener postes de madera tratada con conservadores, estructuras de acero de celosía o huecas, postes de hormigón armado o postes de materiales compuestos hechos de fibra de vidrio u otros materiales. Los aisladores se hacen de porcelana o materiales polímeros que normalmente no conducen la electricidad. Los conductores eléctricos se fabrican usualmente de cobre o aluminio.

El circuito más común de las compañías eléctricas es el circuito trifásico que tiene estructuras, como se describe arriba, que soportan al menos tres conductores eléctricos de fases con o sin un conductor neutro (o a tierra). Los conductores de fase separados se

energizan con el mismo nivel de voltaje pero están desfasados 120° uno del otro (ver Figura 5.3 para un diagrama de los voltajes de las tres fases y su relación en el tiempo). Debido a esta diferencia eléctrica de fase, a los conductores se les llaman conductores de fase. En la ingeniería eléctrica, el término “fase” tiene varios significados importantes, sin embargo en esta publicación se utiliza para referirse a un conductor eléctrico energizado con las características eléctricas descritas anteriormente. Los sistemas trifásicos se utilizan tanto para líneas de distribución como de transmisión. Uno de los beneficios principales de los sistemas trifásicos es la habilidad de entregar grandes cantidades de energía a grandes distancias. La mayoría de los sistemas eléctricos comienzan con instalaciones trifásicas y, a lo largo de la ruta de la línea eléctrica, cambian de trifásicas a bifásicas (es decir fase V) o a instalaciones monofásicas.

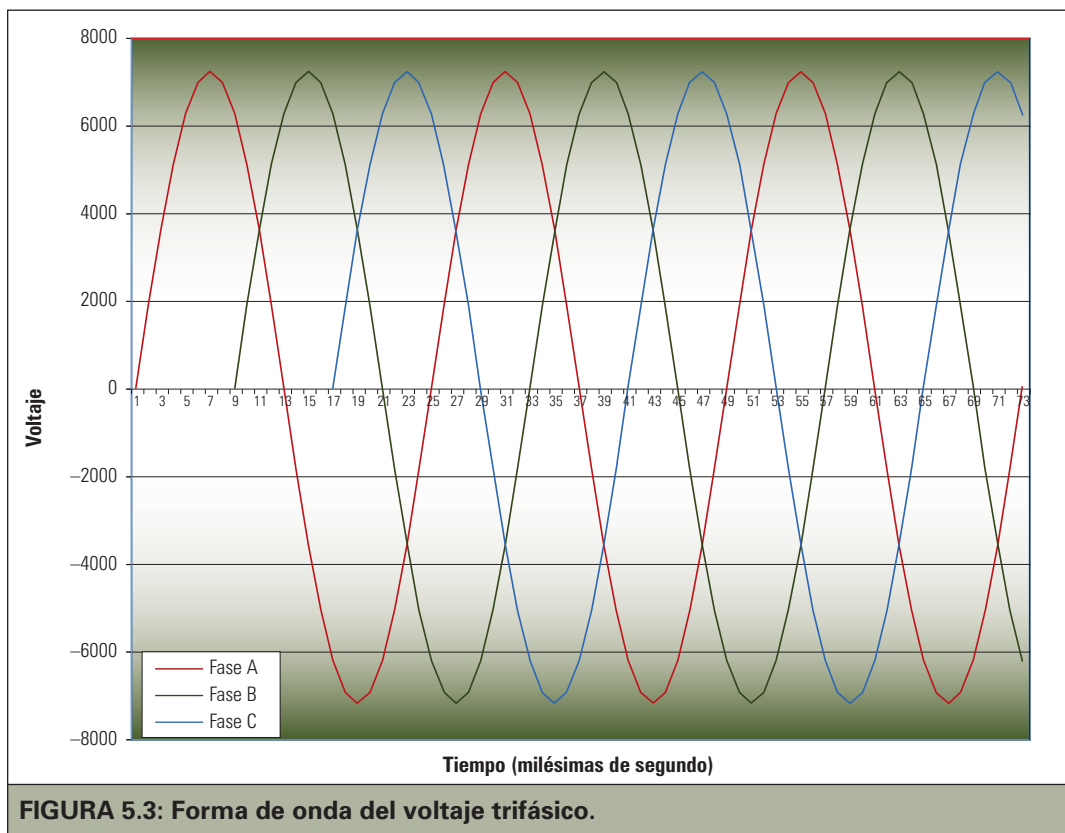


FIGURA 5.3: Forma de onda del voltaje trifásico.

Debido a la disponibilidad limitada de los derechos de vía (DDV, right-of-way, ROW) y la necesidad de entregar cantidades importantes de energía, algunas estructuras de líneas eléctricas pueden llevar muchos circuitos trifásicos. En algunos casos, la estructura sostiene dos o más circuitos de transmisión trifásicos en la parte superior mientras que la porción más baja tiene varios circuitos de distribución trifásicos. Las estructuras también pueden tener circuitos que utilicen bajo voltaje para el alumbrado de las calles o el servicio eléctrico a casas y negocios. A los circuitos de distribución instalados en la porción más baja de una estructura de transmisión se les conoce como distribución de “construcción inferior”.

Las estructuras de líneas de transmisión siempre tienen al menos un circuito trifásico. Tienen tres conductores energizados (más si se agrupan), y pueden tener uno o dos conductores a tierra (usualmente referidos como *cables estáticos*) instalados sobre los conductores de fase para protección contra rayos. De nuevo, puede haber más de un circuito trifásico instalado en las mismas estructuras.

Las estructuras de líneas de distribución pueden llevar una variedad de configuraciones

de conductores. Una línea de distribución puede constar solamente de tres conductores de fases, o tres conductores de fase separados y un solo conductor neutro (a tierra). El conductor neutro puede ser el conductor superior de la estructura de soporte o puede colocarse debajo o incluso con los conductores de fase. Las líneas de distribución también pueden constar de sólo dos conductores de fase o dos conductores de fase y un conductor neutro, de nuevo con el conductor neutro estando arriba, abajo o incluso con los conductores de fase. Una línea de distribución también puede tener sólo un conductor de fase y un conductor neutro con el neutro estando arriba, abajo o incluso con el conductor de fase. La mayoría de las líneas de distribución en los Estados Unidos tienen el conductor neutro situado debajo de los conductores de fase. El conductor neutro es utilizado para completar el circuito eléctrico y sirve como parte del recorrido de conducción para la corriente de fase fluyendo desde el cliente de regreso a la subestación donde el circuito se origina. El terreno mismo sirve como la otra parte del recorrido de la corriente de retorno.

ELECTROCUCIONES DE AVES Y EL DISEÑO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS

Las aves pueden ser electrocutadas al entrar en contacto simultáneo con estructuras energizadas o a tierra, conductores, las estructuras o el equipo. Las electrocuciones pueden ocurrir por una combinación de factores biológicos y de diseño eléctrico. Los factores biológicos son aquellos que influyen en el uso de los postes por parte de las aves, tales como el hábitat, las presas y las especies de aves (ver [Capítulo 4](#)). El factor de diseño eléctrico más importante en las electrocuciones de aves es la separación física entre las estructuras, conductores, o equipo energizados o a tierra que puede ser puenteado por las aves para completar

el circuito. Como regla general, la electrocución puede ocurrir en estructuras que consisten de:

- Conductores de fases separados una distancia menor que de muñeca a muñeca o cabeza a patas (piel a piel) de un ave (ver [Capítulo 4, Tamaño](#));²¹
- La distancia entre las estructuras conectadas a tierra (p. ej., cables a tierra, aparatos de metal) y cualquier conductor de fase energizado que esté a una distancia menor que la de muñeca a muñeca o cabeza a patas (piel a piel) de un ave.

²¹ La muñeca es la articulación hacia el medio del borde frontal del ala. La piel que cubre la muñeca es la parte carnosa más exterior del ala de un ave.

En los años 70, Morley Nelson evaluó el riesgo de electrocución de las águilas para identificar las configuraciones y voltajes que podrían electrocutar aves (Nelson 1979b, 1980b; Nelson y Nelson 1976, 1977; ver [Capítulo 4](#)). Debido a que las plumas de las aves proveen aislamiento cuando están secas, típicamente el contacto tiene que ocurrir con partes carnosas, como la piel, las patas, o el pico. Nelson determinó que es necesario un espaciamiento de 150 centímetros (cm) (60-pulgadas [in]) para acomodar la distancia de muñeca a muñeca de un águila. Como resultado, desde la edición de 1975 de las *Prácticas Recomendadas* se ha aceptado una separación de 150 cm (60 in) como el estándar para la protección de águilas. Aunque la envergadura de las alas puede alcanzar hasta 2.3 metros (m) (7.5 pies [ft]) para las águilas reales (*Aquila chrysaetos*) y 2.4 m (8 ft) para las águilas de cabeza blanca (*Haliaeetus leucocephalus*), la distancia entre las partes carnosas (muñeca a muñeca) es menos de 150 cm (60 in) para ambas especies (ver [Capítulo 4, Tamaño](#)). Por tanto en condiciones secas, una separación de 150 cm (60 in) debe proveer un espaciamiento adecuado para que un águila perche de manera segura. Las aves más grandes como los cóndores y las cigüeñas requieren una consideración especial por parte de las compañías de electricidad. Las compañías de electricidad en áreas sin poblaciones de águilas pueden escoger desarrollar estándares diferentes de construcción específicos por especies, al igual que las compañías en regiones con climas húmedos o gran concentración de contaminantes del aire. El Plan de Protección para Aves (PPA) de una compañía de electricidad debe identificar las especies protegidas dentro del área de operaciones de la compañía e incluir los estándares de diseños apropiados para las especies y condiciones en cuestión (ver [Capítulo 7](#)). Un PPA también debe identificar las

circunstancias donde la construcción segura para aves debe ser utilizada (es decir en áreas utilizadas por aves, como parte de las condiciones para el permiso de DDV, etc.).

Aunque la construcción segura para aves minimiza el riesgo de electrocución, las electrocuciones nunca pueden ser eliminadas del todo. Debido a que las plumas húmedas y la madera húmeda son conductoras, las aves pueden ser electrocutadas durante circunstancias de precipitación en postes normalmente benignos.

Al entender cómo las aves pueden ser electrocutadas en líneas eléctricas, las compañías de electricidad pueden seleccionar diseños que sean seguros para aves y ayudar a evitar y mitigar los riesgos eléctricos de las aves. El voltaje, la separación entre conductores y las prácticas de conexión a tierra deben ser una preocupación especial cuando se diseñen estructuras seguras para aves, sin embargo, la seguridad pública, regida en todos los Estados Unidos por el Código Nacional de Seguridad Eléctrica actual (National Electric Safety Code, NESC), es la consideración principal del diseño. Los gobiernos estatales y locales también pueden tener códigos que rijan el diseño de las líneas eléctricas y su construcción.²²

SEPARACIONES

El NESC y los códigos de algunas jurisdicciones locales dictan las separaciones fase a fase de las líneas eléctricas y la altura desde el suelo de los componentes de línea. De acuerdo con el NESC, la distancia entre los conductores de fase y la distancia al suelo a la cual cuelgan los conductores se basa en el voltaje de la línea y la actividad que se lleva o pudiera llevarse a cabo en el área de la línea eléctrica. En estos requerimientos del código se consideran las distancias y separaciones mínimas necesarias para asegurar que las instalaciones no serán perjudiciales al público general o al personal que tiene que operar y

²² Por ejemplo, la Orden General 95 de la Comisión de Compañías de Electricidad Públicas de California (California Public Utility Commission, CPUC) establece las reglas para la construcción de líneas eléctricas aéreas en California.

mantener las líneas. Los requerimientos del código no tienen por objetivo proveer seguridad a las aves y otros animales que entran en contacto con los montajes superiores de las estructuras eléctricas.

Las líneas de distribución se construyen con menor separación que la utilizada en las líneas de transmisión entre los conductores energizados y entre los conductores y el equipo energizado y los componentes conectados

a tierra de la línea. Por consiguiente, el riesgo de electrocución de aves es mayor en las líneas de distribución.

Los conductores de transmisión se separan entre sí generalmente de 1 a 9.1 m (3 a 30 ft) y se montan en postes o torres que tienen de 15.2 a 36.6 m (50 a 120 ft) de altura. Una sola torre de transmisión puede tener más de un circuito. Ver la Figura 5.4 para ejemplos de estructuras de transmisión.

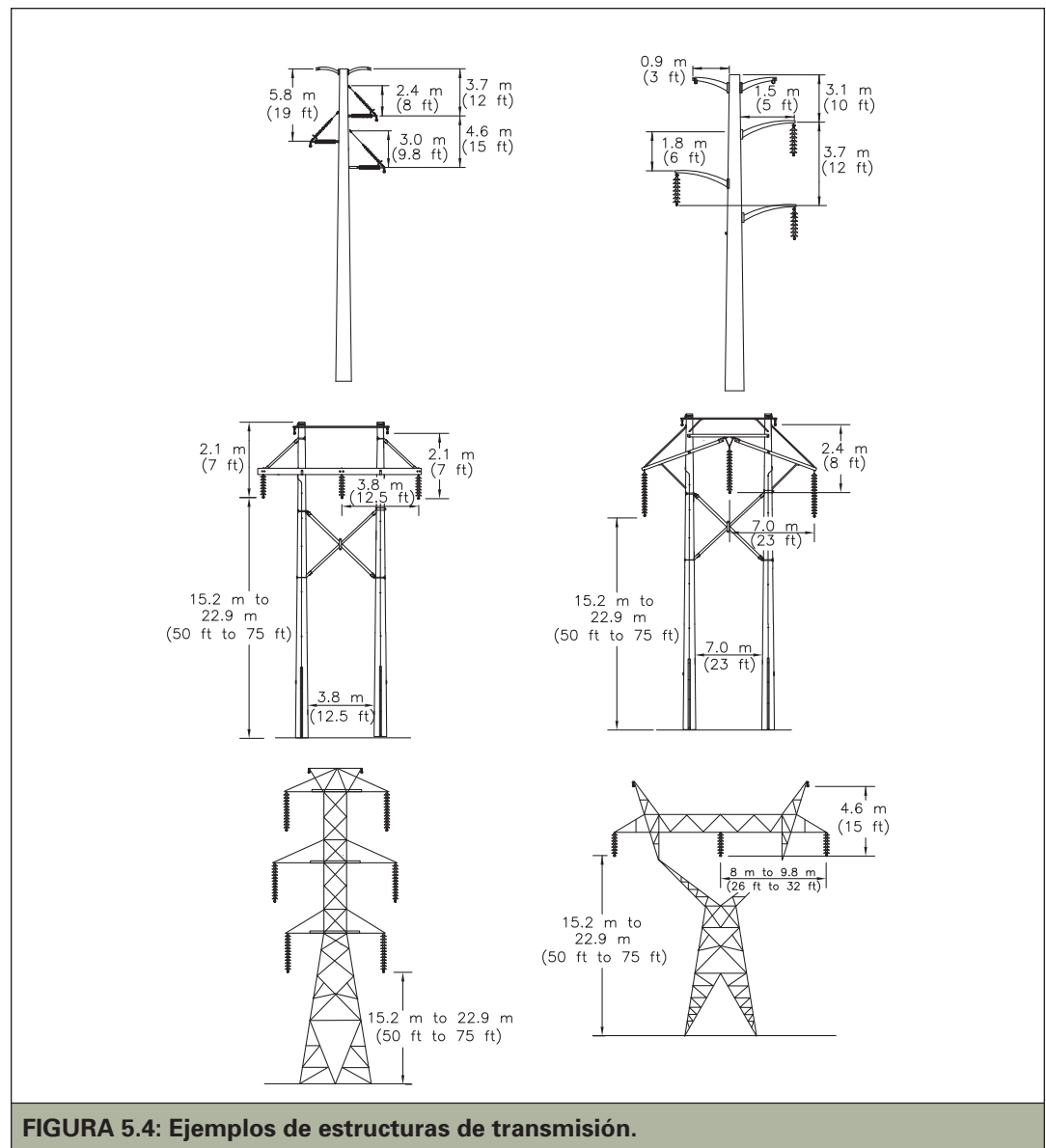


FIGURA 5.4: Ejemplos de estructuras de transmisión.

Los conductores de *líneas de distribución* generalmente están separados entre sí de 0.6 a 1.8 m (2 a 6 ft) y se montan en postes de madera, acero, materiales compuestos o concreto que tienen de 9.1 a 19.8 m (30 a 65 ft) de altura (Figura 5.5). Como con las torres y postes de transmisión, los postes de distribución pueden llevar más de un circuito (Figura 5.5). La adición de cables puente, transformadores, interruptores y dispositivos de protección eléctrica (fusibles, reconectores y otro

equipo para seccionar circuitos), así como equipos conectados a tierra en ensambles encima de los postes, incrementa el potencial para las electrocuciones de aves debido a la poca separación entre las partes energizadas y las conectadas a tierra.

UNIONES Y CONEXIONES A TIERRA

Las uniones conectan eléctricamente todas las estructuras de apoyo de metal o reforzadas con metal—incluyendo postes de alumbrado,

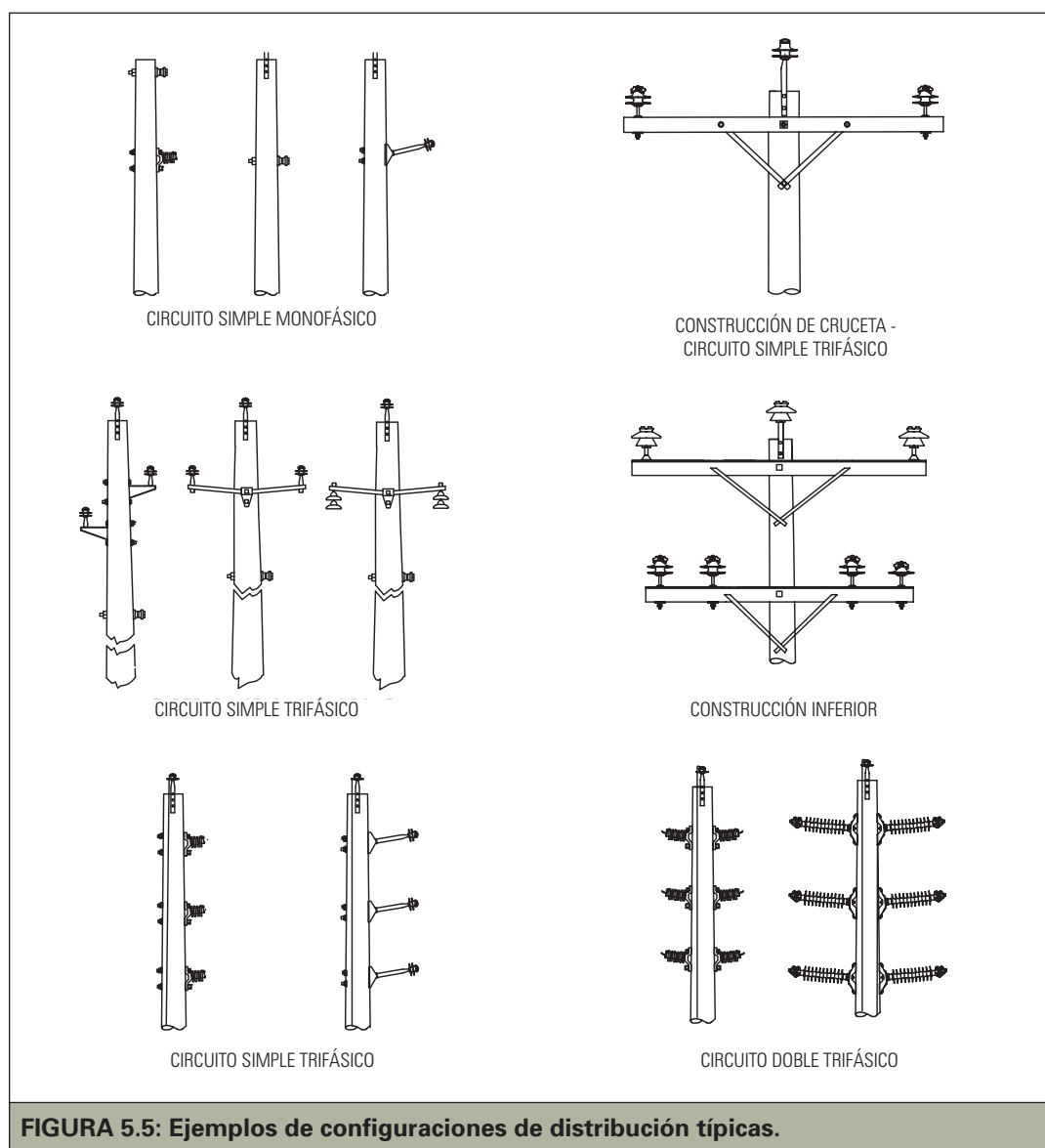


FIGURA 5.5: Ejemplos de configuraciones de distribución típicas.

conductos metálicos y canalizaciones, fundas de cables, mensajeros, marcos de metal, cajas, ganchos o fijadores para equipos y mangos de interruptores de metal y palancas de operación. En la mayoría de los casos estos elementos de los equipos unidos están conectados a tierra de acuerdo con el NESC Regla 215 CI.²³ El NESC requiere que estos elementos metálicos estén conectados a tierra para ayudar a mantener el metal al mismo voltaje que la tierra a la cual se conecta. Las uniones son particularmente necesarias en áreas (locales industriales, agrícolas, o costeras con sal, partículas u otra materia en el aire) donde, en presencia de humedad, las corrientes fugadas pueden causar quemaduras alrededor de los elementos metálicos. En los sistemas de energía con un neutro multi-tierra, el neutro se

conecta a tierra con un electrodo a tierra (barra a tierra) instalado en el terreno en la base de un poste al menos cuatro veces por cada milla de línea. Para las aves, las uniones y las conexiones a tierra proveen vías para entrar en contacto con conductores energizados o equipo energizado con elementos metálicos que están conectados a tierra.

La posición del neutro depende del nivel isokeráunico del área o de las prácticas de la compañía de electricidad. Para algunas compañías, el neutro sirve como un cable aéreo a tierra (cable estático) para protección contra rayos. Si se utiliza este tipo de construcción, el diseñador debe proveer una separación segura para aves y asegurar que se usan las cubiertas apropiadas en los conductores a tierra y el equipo unido eléctricamente.

PRÁCTICAS RECOMENDADAS

El resto de este capítulo presenta configuraciones que pueden presentar un riesgo de electrocución de aves y recomienda prácticas para modificar estas configuraciones problemáticas (Tabla 5.2). Las recomendaciones se basan en proveer una separación de 150 cm (60 in) para la protección de las águilas. Otras especies de aves pueden requerir más o menos separación, dependiendo del tamaño y

el comportamiento del ave (ver [Capítulo 4, Tamaño](#)). También se dan recomendaciones para modificaciones seguras para aves en instalaciones ya existentes, y diseños seguros para aves en instalaciones nuevas. Estas prácticas proporcionan a las aves un lugar más seguro para aterrizar o buscan desalentar el perchado de las aves sobre partes de la estructura donde la separación óptima no puede proveerse.

TABLA 5.2: Sumario de figuras y páginas para configuraciones problemáticas y soluciones recomendadas.

Configuración	Problemas	Soluciones	Pages
Monofásica	Figuras 5.6, 5.8	Figuras 5.7, 5.9, 5.10	69–74
Trifásica	Figuras 5.11, 5.15, 5.17, 5.20	Figuras 5.12, 5.13, 5.14, 5.16, 5.18, 5.19, 5.21	75–85
Postes de esquina	Figura 5.22	Figuras 5.23, 5.24, 5.25	85–89
Postes de distribución de acero/ hormigón armado	Figuras 5.27, 5.29	Figuras 5.28, 5.30, 5.31, 5.32, 5.33	90–98
Problema de diseños de transmisión	Figuras 5.34, 5.36, 5.40, 5.42	Figuras 5.35, 5.37, 5.38, 5.39, 5.41, 5.43	99–108
Transformadores y otros equipos	Figuras 5.44, 5.45	Figuras 5.46, 5.47	109–112

²³ En algunas jurisdicciones, los cables de enlace no se conectan a tierra si las instalaciones cumplen con las excepciones de la Regla 215CI del NESC.

Se deben considerar dos principios básicos cuando se intenta construir una estructura segura para aves: aislamiento *físico* y aislamiento *eléctrico*. El término aislamiento *físico* se refiere a proveer una separación mínima de 150 cm (60 in) entre los conductores de fase o entre un conductor de fase y elementos o conductores conectados a tierra.²⁴ El principio de aislamiento físico puede ser usado principalmente en estructuras nuevas o reconstruidas en áreas donde el riesgo de electrocución de aves es una preocupación. El término aislamiento *eléctrico* se refiere a cubrir las fases o las tierras donde la separación física adecuada no es viable. Aunque el equipo cubierto con materiales específicamente diseñados para la protección de aves puede prevenir la mortalidad de las aves, no debe considerarse como aislamiento para la protección de humanos. Algunos ejemplos de estas cubiertas son las cubiertas de fase, las cubiertas de transformadores, las cubiertas de pararrayos, las cubiertas de interruptores automáticos, las mangueras para cables puente y los conductores cubiertos. Además, los desalentadores de perchado pueden ser utilizados para evitar que las aves aterricen en lugares con postes peligrosos (para las aves) donde el aislamiento físico, las cubiertas u otras técnicas de aislamiento no puedan ser usadas. Muchos postes de equipo necesitan que se utilice una combinación de técnicas para hacerlos seguros para aves.

Tanto las modificaciones de estructuras existentes como las nuevas construcciones seguras para aves deben ser empleadas si las circunstancias indican que son necesarias. En áreas con poblaciones de rapaces conocidas u otras aves de interés, las líneas nuevas deben ser diseñadas con la separación adecuada para las aves. Dada la diversidad de diseños de líneas y voltajes utilizados por las compañías

de electricidad, es imposible que existan lineamientos y estándares generales. No es realista esperar poder eliminar todos los peligros que afectan a las aves. Sin embargo, es viable poder reducir los peligros conocidos y potenciales.

LA MODIFICACIÓN DE INSTALACIONES EXISTENTES

Al recomendar acciones que resuelvan un problema particular se pueden hacer las siguientes generalizaciones:

- En áreas con poblaciones de aves vulnerables, las líneas eléctricas construidas según estándares anteriores de construcción pueden presentar peligros serios para las aves. Tales líneas se caracterizan por componentes energizados separados por poco espacio que incluyen conductores desnudos, boquillas de equipos, terminaciones de transición primaria, pararrayos y los extremos superiores de los interruptores automáticos. Además, todas estas fuentes energizadas pueden estar cerca de fijadores de acero conectados a tierra, fijadores de crucetas metálicas, conductores o tensores de sostén.
- La separación fase a fase y fase a tierra de la mayoría de las líneas de transmisión es típicamente mayor a 150 cm (60 in) y, por tanto, la probabilidad de ocurrencia de electrocuciones a voltajes mayores de 60kV es baja.
- Debe darse prioridad a los postes que tengan un alto riesgo de electrocución y sean preferidos por las rapaces u otras aves.
- Las rapaces pueden usar cualquier poste situado en áreas homogéneas de hábitat apropiado. En estas áreas, los postes de configuración igual pueden presentar riesgos de electrocución similares. Estas áreas

²⁴ Los dibujos y el texto en este capítulo se refieren a proveer una separación de 150 cm (60 in) para la protección de águilas. Las dimensiones pueden modificarse para otras especies (ver [Tabla 4.1](#) para medidas de otras especies de aves). El PPA de una compañía de electricidad puede incluir estándares de construcción aprobados para la protección de aves; esto puede ser particularmente necesario para los diseños que no proveen la separación de 150 cm (60 in).

pueden ser evaluadas para priorizar estructuras para acciones correctivas.

- Las electrocuciones que han ocurrido en líneas de distribución con construcción de crucetas deben ser evaluadas con cuidado. Aunque se deben tomar acciones que alivien el problema en estructuras donde ocurran muertes de aves, generalmente no se recomiendan las modificaciones de secciones enteras de líneas como respuesta a una electrocución, que puede ser un evento aislado. Se deben efectuar evaluaciones de riesgo para determinar la probabilidad de electrocuciones múltiples en una sección de línea dada e identificar los postes que representan el riesgo. Pueden incluirse en los criterios de evaluación el haber encontrado aves electrocutadas cerca de un poste, la disponibilidad de presas, la proximidad a nidos activos, las ventajas del terreno y el uso consistente de postes preferidos para perchar o cazar desde la percha.
- Los postes que tienen equipos eléctricos adicionales (p. ej. transformadores e interruptores) son más propensos a provocar electrocuciones en áreas utilizadas por las aves (Olen-dorff *et al.* 1981; APLIC 1996; Harness y Wilson 2001; Liguori y Burruss 2003; Idaho Power Co., datos no publ.). La modificación de estas estructuras puede reducir el riesgo de electrocución de las aves y mejorar la confiabilidad del servicio eléctrico.

DISEÑO DE INSTALACIONES NUEVAS SEGURAS PARA AVES

Los conceptos utilizados para modificar líneas eléctricas existentes también se utilizan en las construcciones nuevas. Una vez más, dos consideraciones básicas son la separación entre conductores y los procedimientos de conexión a tierra. Al igual que en las modificaciones, el

objetivo es proveer una separación de 150 cm (60 in) entre los conductores o el equipo energizado y los conductores o el equipo a tierra. Si no es posible lograr la separación adecuada, pueden utilizarse las cubiertas apropiadas para prevenir el contacto simultáneo entre las instalaciones energizadas y conectadas a tierra.

Cuando se planea la construcción de líneas eléctricas nuevas, es importante considerar la seguridad del público y del personal de las compañías de electricidad, los aspectos biológicos, los requerimientos de permiso del DDV, la confiabilidad del servicio y otros factores económicos y políticos. Aunque la importancia biológica no puede despreciarse, puede que no sea posible ubicar las líneas fuera de los hábitats de alta calidad para las aves. En muchas instancias los permisos del DDV en tierras federales requerirán construcciones seguras para aves. Los biólogos y los ingenieros deben considerar de manera cooperativa todos los factores cuando desarrollen recomendaciones para prevenir los problemas de mortalidad de aves.

PROBLEMAS DE DISEÑO ESPECÍFICO Y SUS SOLUCIONES

Distribución

POSTES DE MADERA

Líneas Monofásicas

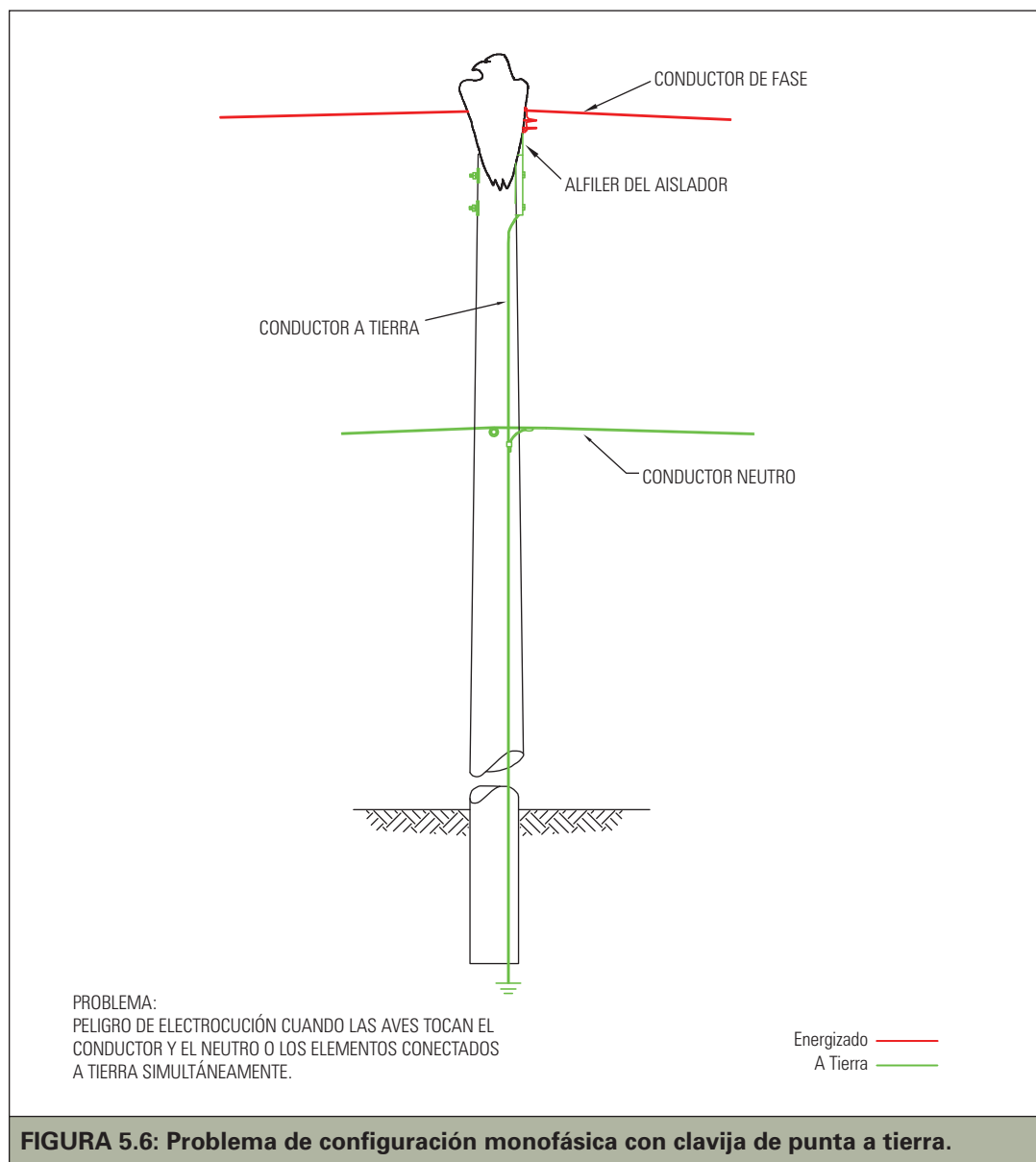
La Figura 5.6 muestra una línea monofásica típica con el conductor de fase montado en la parte superior y el neutro montado en el lado del poste.²⁵ En este ejemplo, el enlace del poste (conductor a tierra) se extiende hasta la punta del poste para conectar a tierra el fijador de metal. Con esta configuración, las patas de un ave grande perchada en la punta del poste podría tocar el conductor a tierra o el alfiler a tierra del aislador, mientras que su pecho o

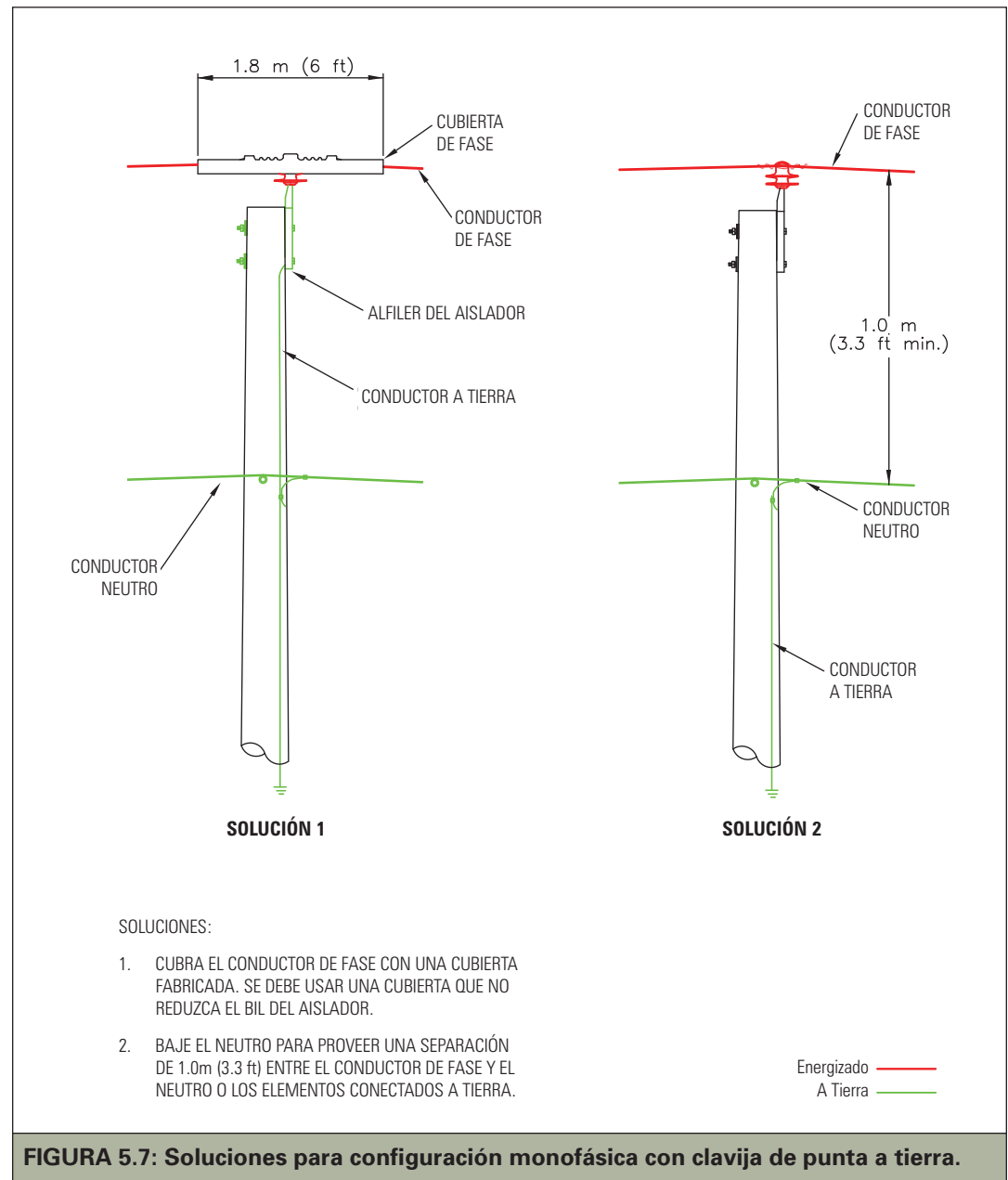
²⁵ Nótese que en esta figura y las subsiguientes, los conductores y elementos conectados a tierra se muestran en color verde y los conductores y elementos energizados en rojo. Los diseños presentados en esta sección son para postes de naturaleza no conductora (i.e. madera o fibra de vidrio). Ver [Postes de Acero y Concreto](#) para encontrar diseños de postes de acero y concreto o seguros para aves.

partes de su cuerpo tocan el conductor de fase. En 1971, se encontraron 17 águilas muertas bajo postes con esta configuración en los pastizales Pawnee National Grasslands y áreas adyacentes en Colorado, donde el hábitat y las presas atrajeron águilas durante el invierno (Olendorff 1972a). Una de las opciones de modificación de esta configuración es

poner una cubierta fabricada para este propósito sobre el conductor de fase para ayudar a prevenir el contacto simultáneo fase a tierra (Figura 5.7, Solución I). Para más información sobre el uso de productos de recubrimiento ver [Precauciones](#) (página 112).

Si el enlace del poste o el conductor a tierra no se extienden sobre el conductor neutro

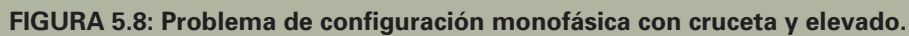




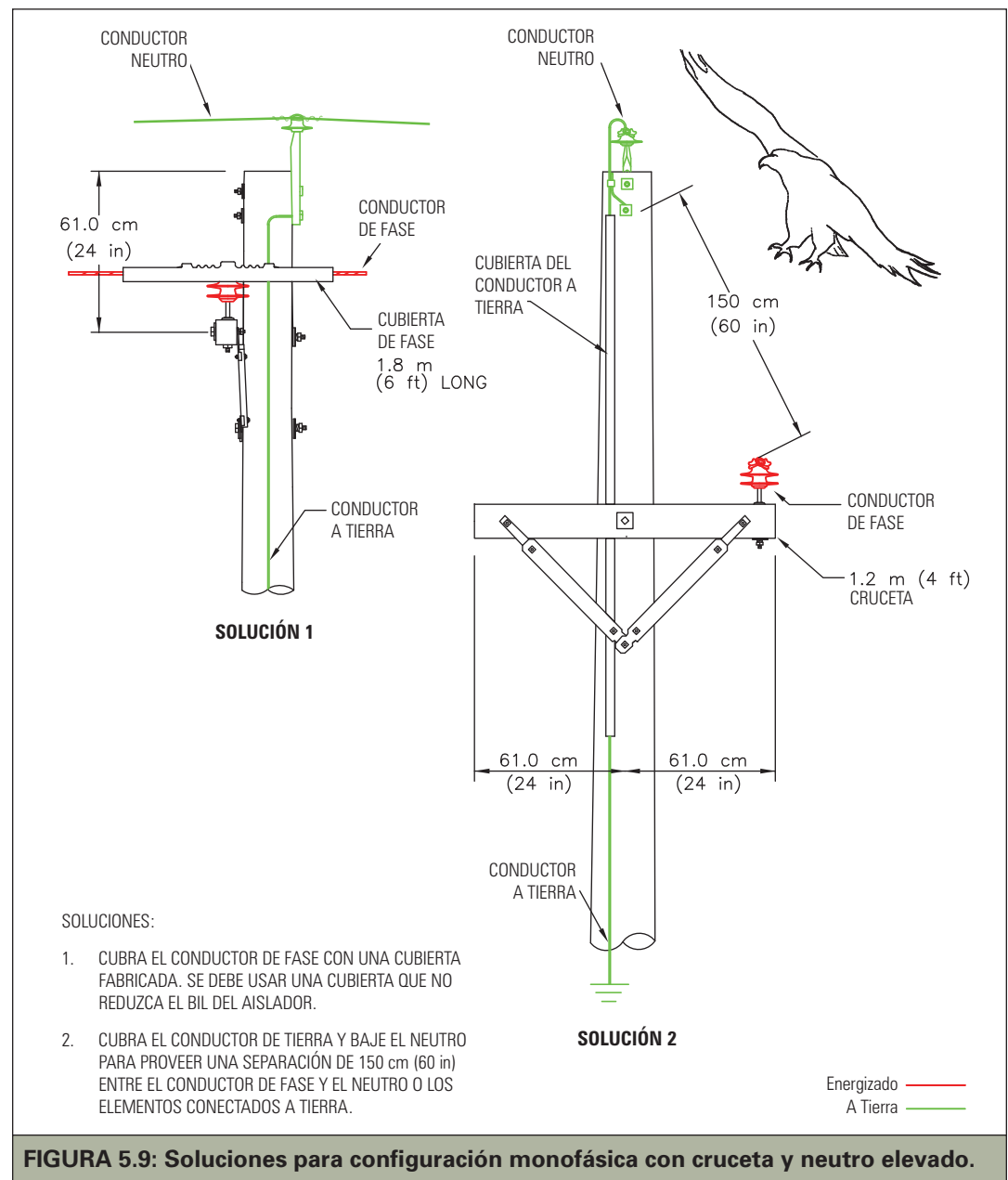
y hay al menos 100 cm (40 in) de separación vertical entre los conductores de fase y el neutro, entonces no se necesitará ninguna acción adicional para proteger las aves (Figura 5.7, Solución 2).

La Figura 5.8 muestra otra línea monofásica problemática, donde un conductor neutro en

la punta del poste se montó 61 cm (24 in) por encima del conductor energizado que estaba colocado en una cruceta de 1.2 m (4 ft). En 1992, se encontraron 17 águilas muertas bajo postes con esta configuración a lo largo de un segmento de 24 kilómetros (km) (15 millas [mi]) de línea de distribución en el



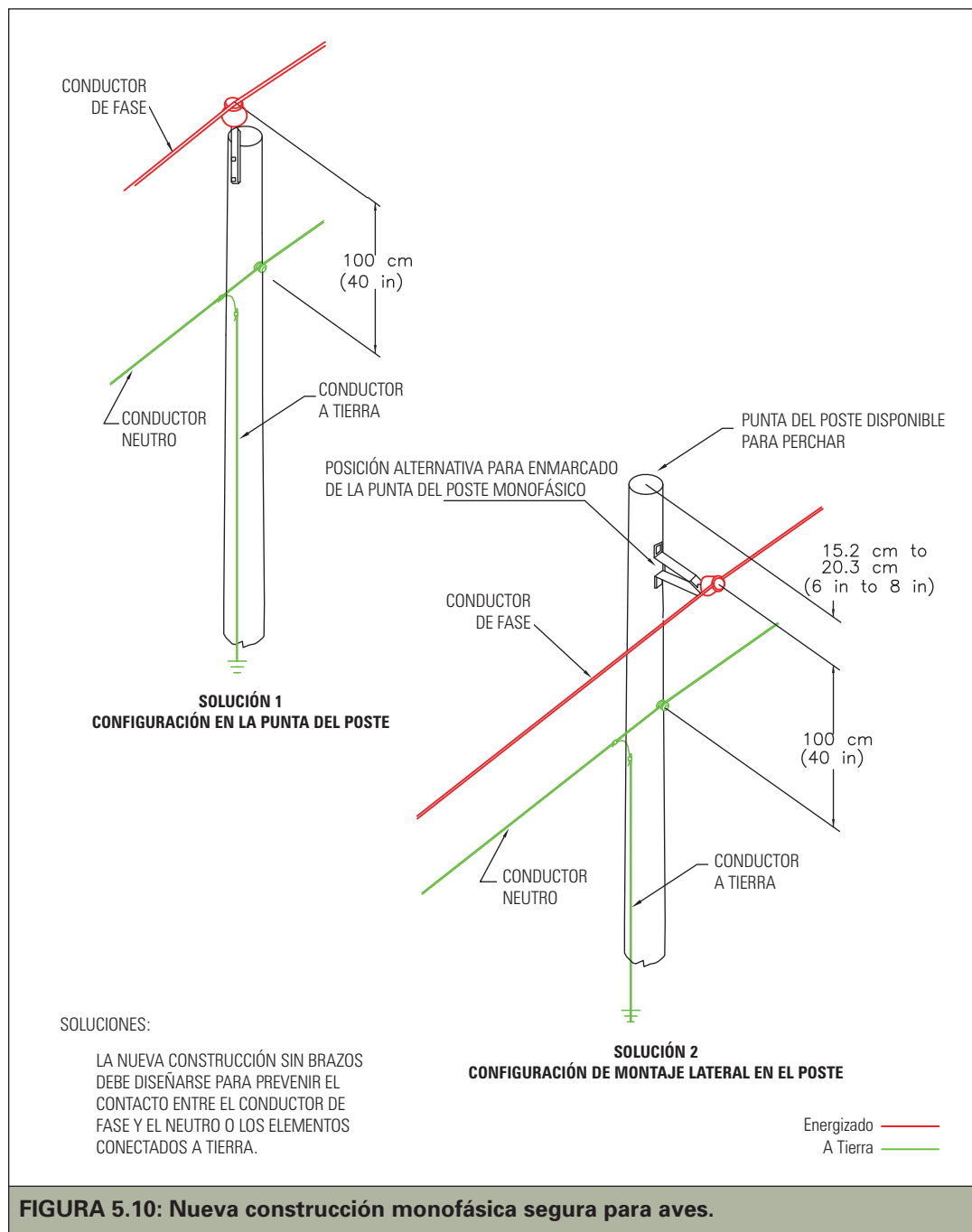
que, aunque esta configuración es ya poco común (sólo 3.9% de los 10,946 postes estudiados), fue responsable por un número desproporcionado (6.4%) de las muertes de rapaces ($n=94$) (PacifiCorp, datos no publ.). En esta configuración monofásica de cruceta (Figura 5.8), el conductor de fase puede ser



cubierto para prevenir electrocuciones de aves (Figura 5.9, Solución 1). Otra opción es bajar la cruceta y cubrir el conductor a tierra para lograr una separación fase a tierra segura para aves (Figura 5.9, Solución 2).

Cuando se construyen líneas monofásicas nuevas sin brazos en áreas de concentración

de aves, las estructuras deben ser diseñadas para prevenir el contacto entre los conductores de fase o equipos energizados y los conductores o equipos conectados a tierra (Figura 5.10). Si el enlace del poste y el conductor a tierra no se extienden sobre el conductor neutro y hay un espacio de 100 cm (40 in) entre el



conductor de fase y el conductor neutro, entonces no se necesitará ninguna protección adicional para las aves (Figura 5.10, Solución 1). La Figura 5.10 (Solución 2)

muestra una configuración monofásica con el conductor de fase montado al costado del poste. Esto convierte a la punta del poste en una percha.

Líneas Trifásicas

Las crucetas de 1.8 o 2.4 m (6 o 8 ft) típicamente son utilizadas en la mayoría de las configuraciones trifásicas de un solo poste (Figura 5.II). Las crucetas pueden proporcionar oportunidades de perchado entre las fases excelentes para las rapaces pero la separación entre conductores de fase a menudo es insuficiente para alcanzar la distancia muñeca a muñeca de las aves grandes. La utilización por parte de las compañías de electricidad de fijadores²⁶ de crucetas de acero conectadas a tierra puede reducir aún más la separación entre fase y tierra, incrementando el riesgo de electrocución de aves. Aunque las especificaciones

de la Administración de Electrificación Rural (REA)²⁷ fueron cambiadas en 1972 para incrementar la separación entre conductores e incluir el uso de fijadores de cruceta de madera (U.S. REA 1972; ver Apéndice B) aún existen muchos postes anteriores a 1972. La fase central se monta en un aislador de clavija en la cruceta (Figura 5.II, Problema 1) o en un aislador de clavija unido a la punta del poste (Figura 5.II, Problema 2).

Existen varias medidas correctivas para lograr una separación segura para aves entre las fases o entre la fase y la tierra donde todo el equipo está unido (como se muestra en la Figura 5.II):

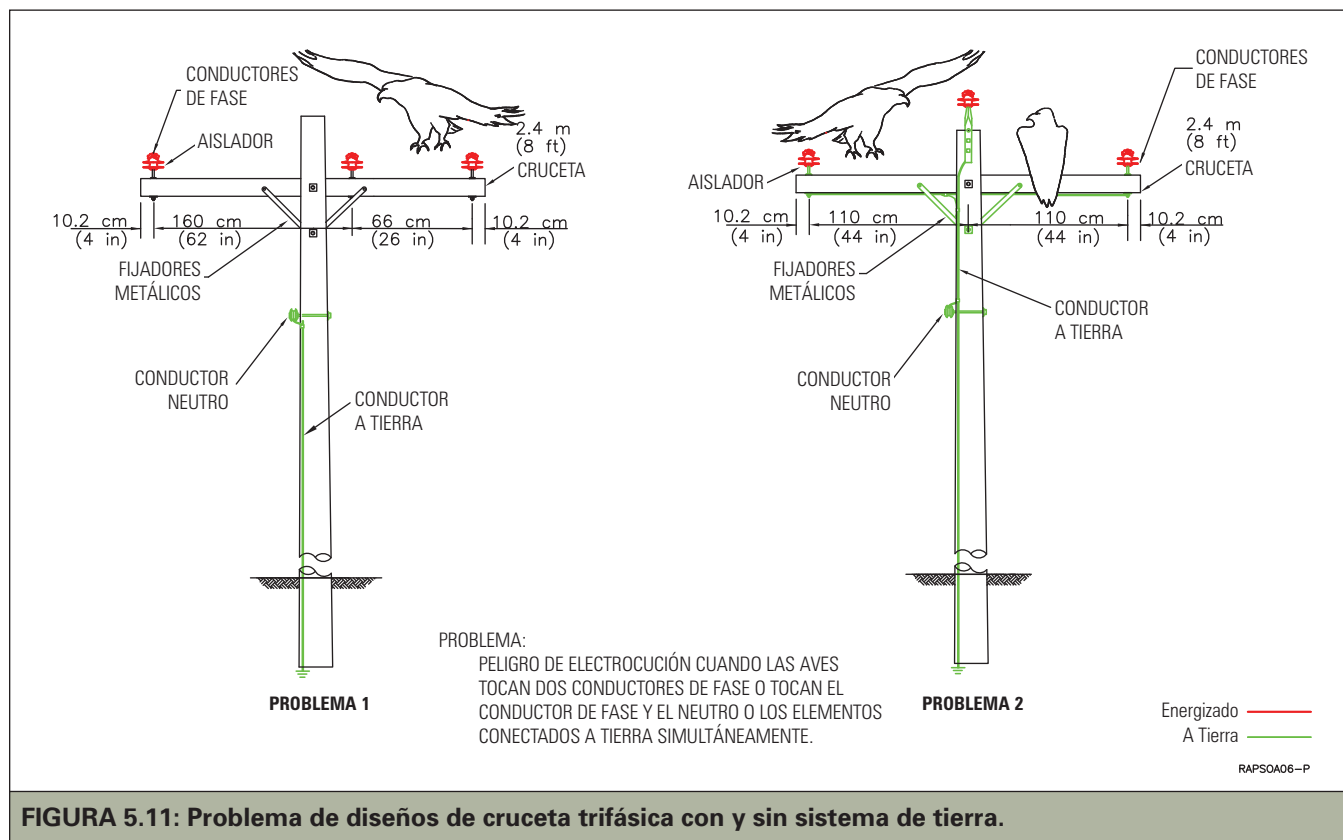


FIGURA 5.11: Problema de diseños de cruceta trifásica con y sin sistema de tierra.

²⁶ Conectado a tierra para prevenir incendios en los postes resultantes de las corrientes en fuga de los aisladores.

²⁷ REA, el predecesor del Servicio de Compañías de Electricidad Rurales (Rural Utilities Service, RUS), provee asistencia financiera a las compañías de electricidad rurales que estén de acuerdo con montar instalaciones en concordancia con los estándares y especificaciones establecidas por la REA y la RUS.

- Instalar cubiertas sobre el aislador y el conductor en la fase central y eliminar la unión hacia el neutro (Figura 5.12, Solución 1). Para mayor información acerca del uso de los productos de recubrimiento, ver [Precauciones](#) (página 112).
- Si las uniones no se eliminan, instalar cubiertas de fase sobre los tres aisladores y conductores (Figura 5.12, Solución 2).
- Para la construcción con clavija en la punta del poste, la cruceta puede ser bajada o reemplazada con una cruceta más larga (Figura 5.13).²⁸ Una cruceta de 2.4 m (8 ft) debe ser bajada 104 cm (41 in) para lograr una separación entre conductores de 150 cm (60 in). Una cruceta de 3-m (10 ft) puede montarse 55 cm (21.5 in) por debajo del extremo del poste para proveer

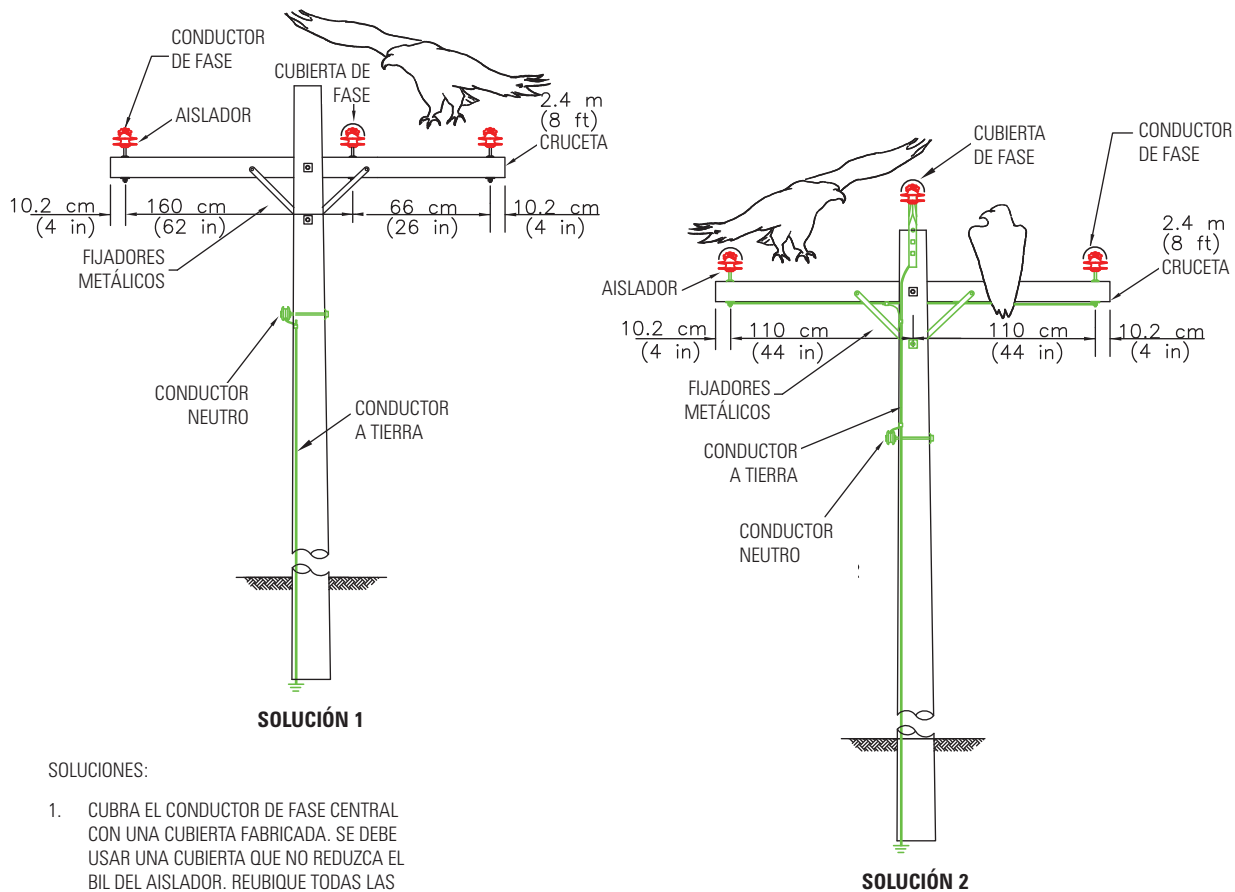
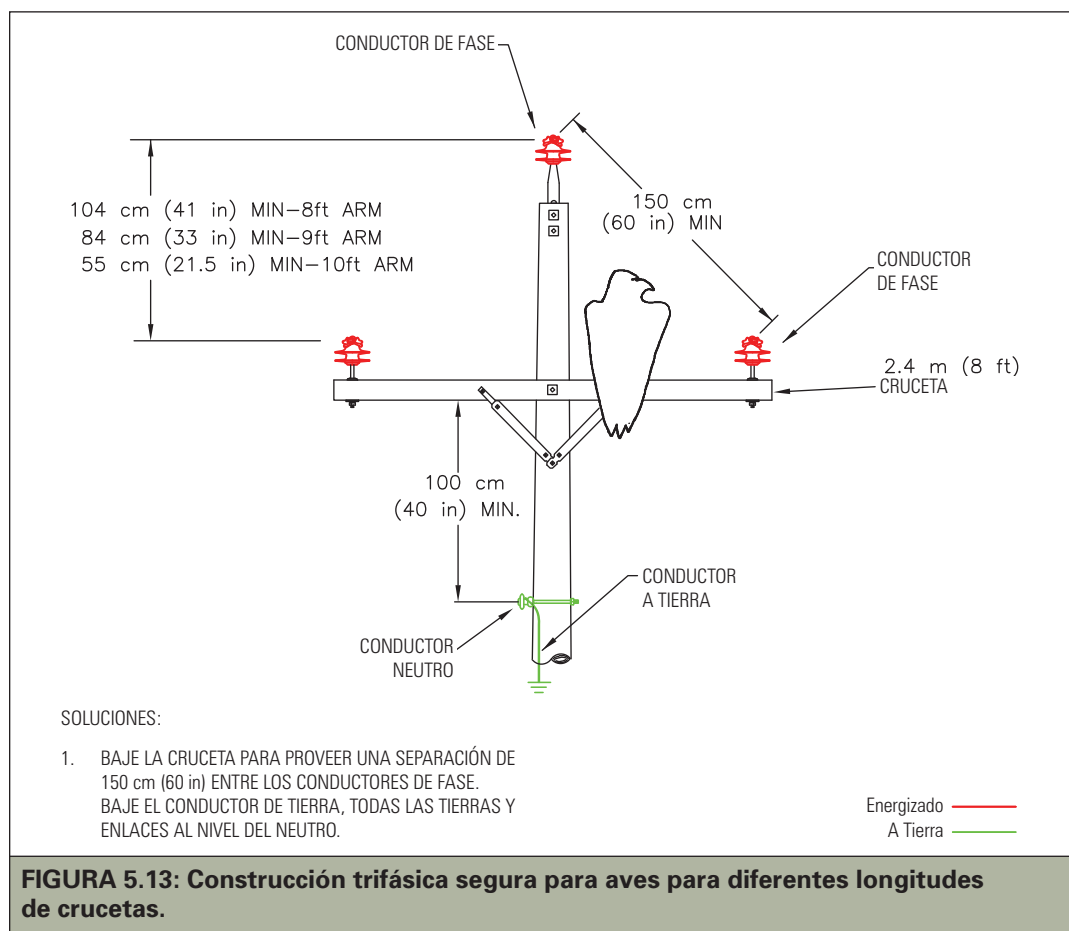


FIGURA 5.12: Soluciones de diseños de cruceta trifásica con y sin sistema de tierra.

²⁸ Si los requerimientos del NESC puedan ser cubiertos.



150 cm (60 in) de separación entre el conductor de fase central y el conductor de fase más exterior. Además, el cable de unión debe bajarse a la posición del neutro. Esta configuración de brazo reubicado también puede usarse para construcciones nuevas seguras para aves.

En una construcción trifásica con cruceta donde no hay un conductor a tierra sobre el neutro y la fase central está en la cruceta, puede instalarse un desalentador de perchado para prevenir el perchado entre los conductores de fase muy cercanos entre sí (Figura 5.14). Si hay menos de 150 cm (60 in) entre las fases

central y exterior (opuesta al desalentador de perchado), deberá ser instalada una cubierta de fase en la fase central en vez de utilizar el desalentador de perchado. Debe considerarse un diseño para alcanzar los espacios mínimos requeridos por NESC en la estructura soporte (poste, cruceta, aislador y desalentador de perchado).²⁹ Se requiere una distancia apropiada entre el desalentador de perchado y el conductor de fase, la cual aumenta si el voltaje aumenta. Además, para prevenir que las aves perchén entre el desalentador de perchado y el conductor de fase, no debe haber más de 12.7 cm (5 in) entre el desalentador de perchado y la falda del aislador. Cuando estos

²⁹ NESC Regla 235E, Tabla 235-6.

dos parámetros entran en conflicto, el desalentador de perchado no es una herramienta de mitigación aceptable. Por ejemplo, en los sistemas donde el voltaje los 18.7 kV fase a fase, la separación eléctrica requerirá más de 12.7 cm (5 in), lo cual excede el espaciado físico máximo seguro para aves y no sería efectivo. Si el espaciado y el voltaje del sistema no son compatibles con un desalentador de

perchado, en su lugar se debe usar una cubierta de fase. Ver la [página 19](#) para una discusión de los usos apropiados de los desalentadores de perchado para disuadir a las aves.

Las estructuras de distribución terminales permiten cambios de dirección, terminaciones de líneas y derivaciones laterales. Estas estructuras manejan cargas mas grandes, usualmente usan anclajes y arreglos de cables tensores, y

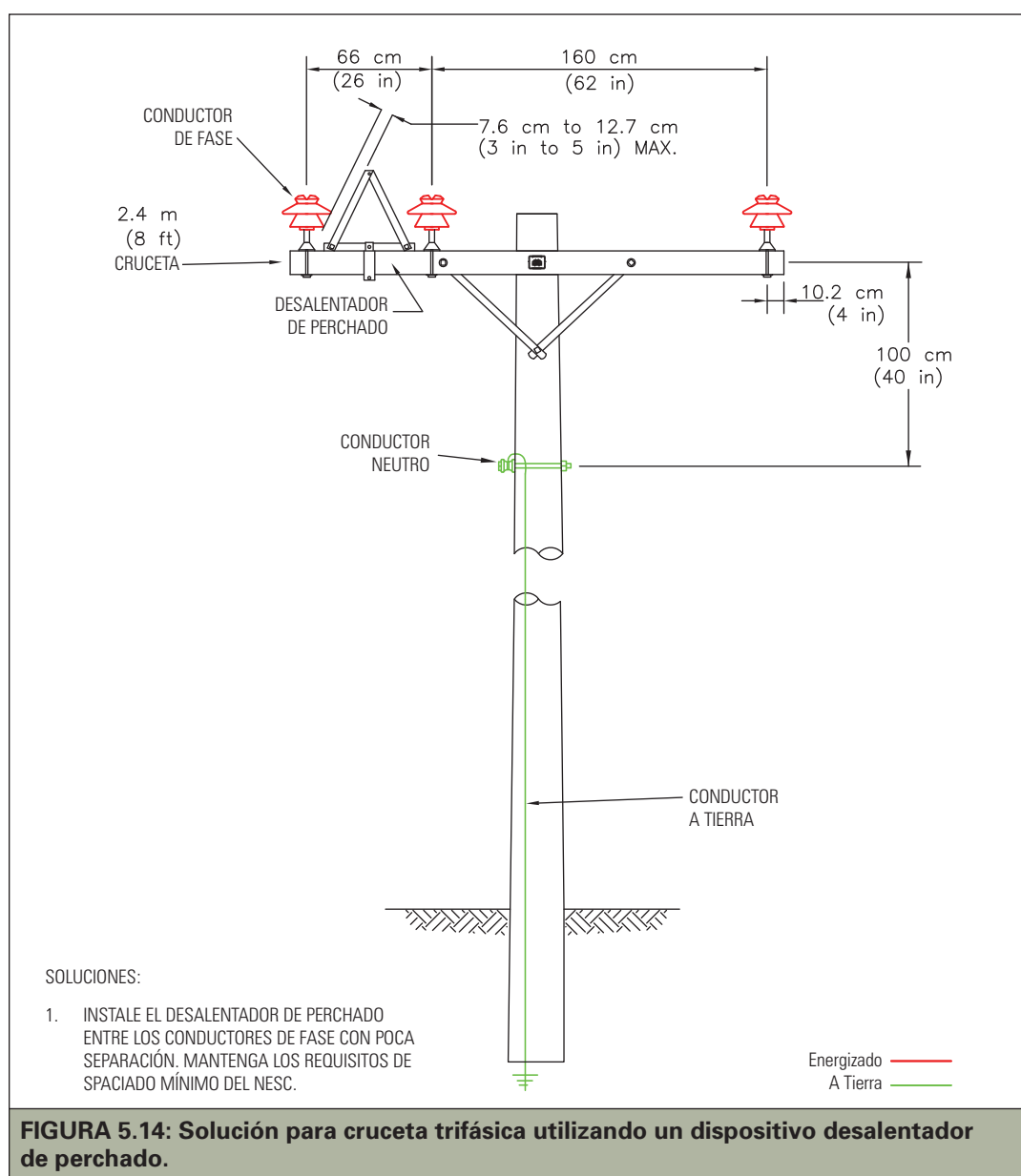
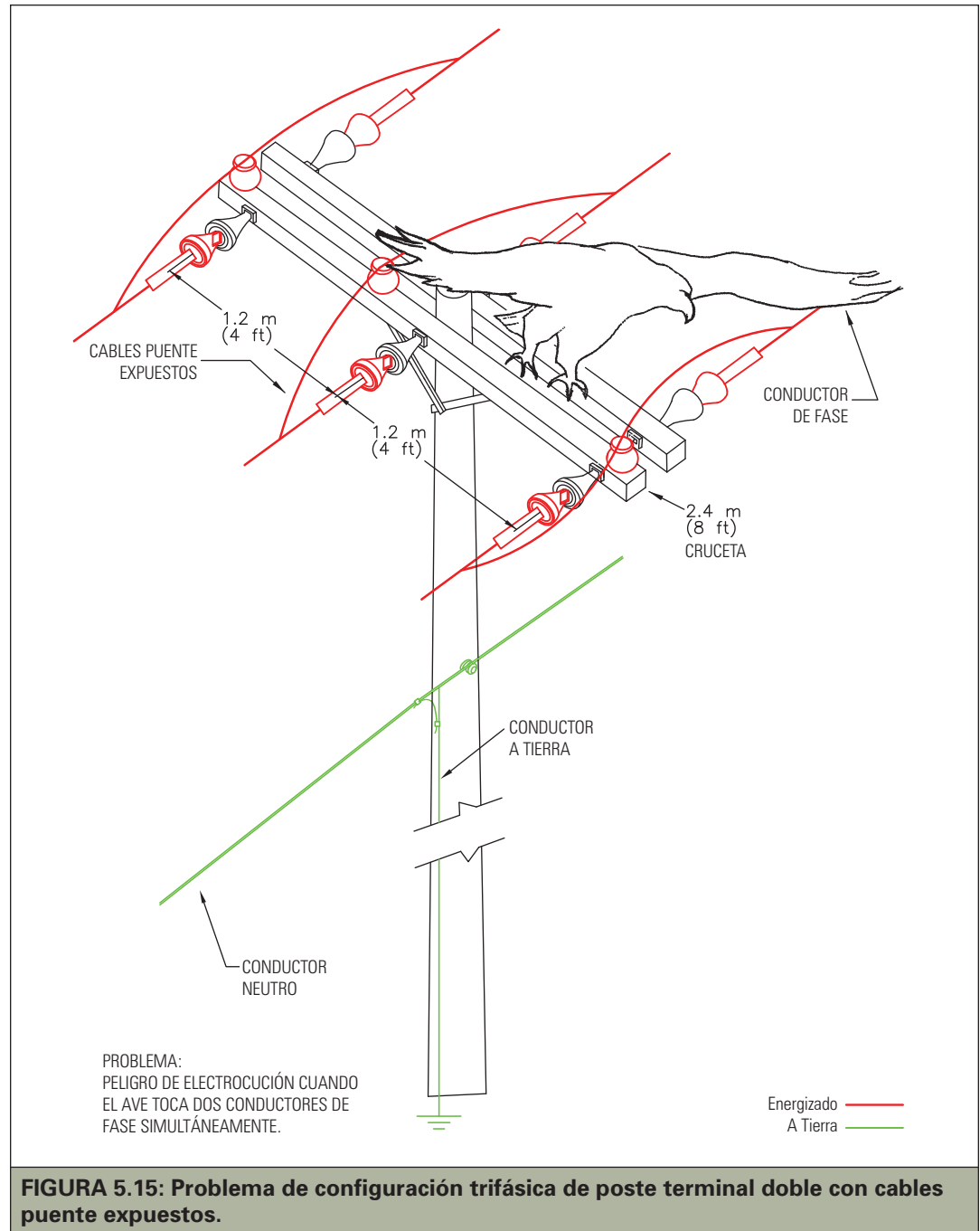


FIGURA 5.14: Solución para cruceta trifásica utilizando un dispositivo desalentador de perchado.

tienen cables puente energizados. Estas características pueden representar riesgos de electrocución para las aves. La Figura 5.15 representa un poste terminal trifásico doble en el cual los cables puente se extienden sobre la

cruceta. En una configuración así, un ave puede ser electrocutada al tocar simultáneamente dos de los cables puente. Para reducir este riesgo, se deben utilizar cubiertas terminales en ambos lados del conductor central, y cubrir el



cable puente de la fase central con un material diseñado para este propósito. También se puede utilizar un conductor cubierto (Figura

5.16), así como uniones aisladas o aisladores que muevan el conductor energizado a 91 cm (36 in) del centro del poste.

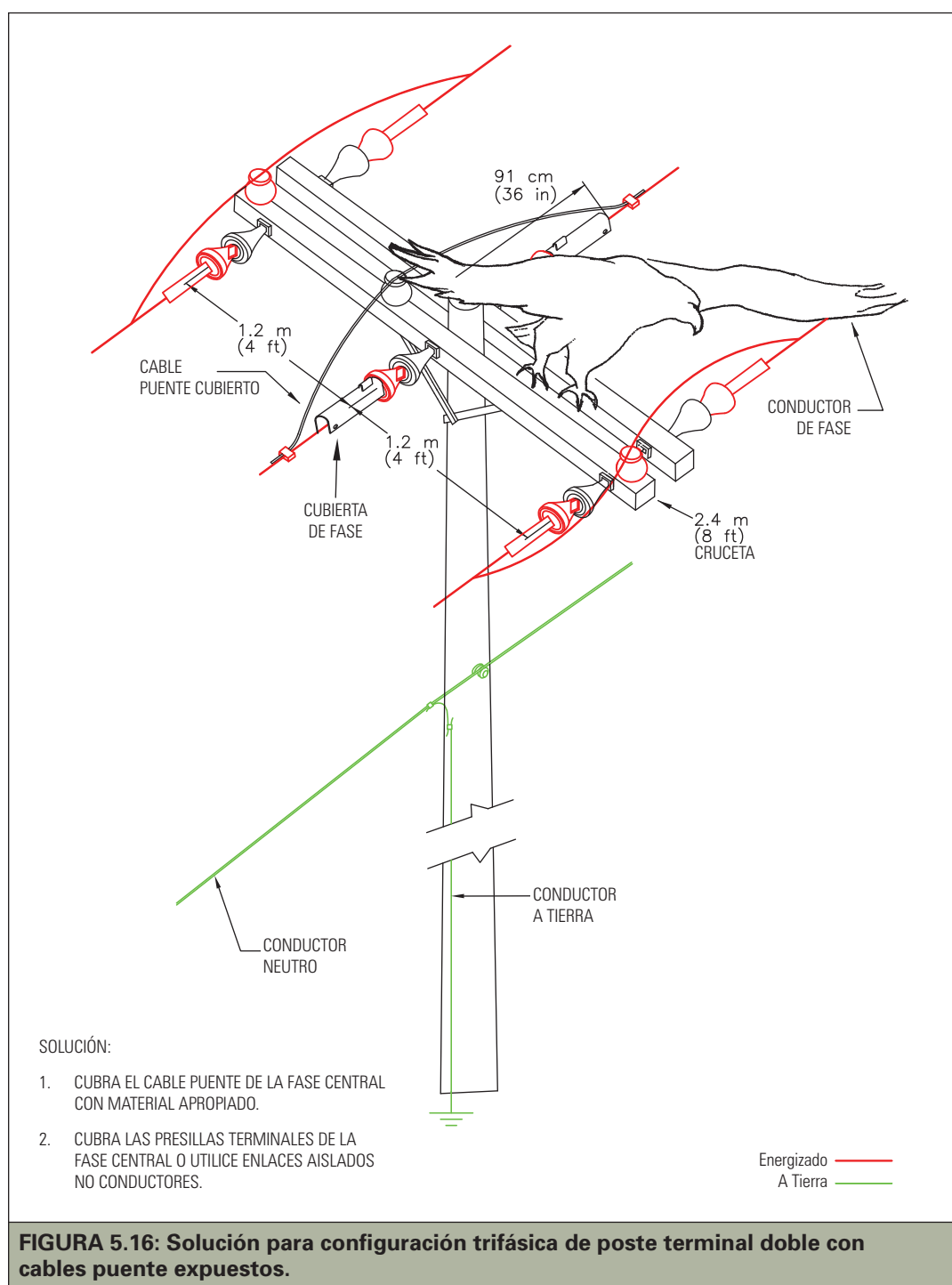


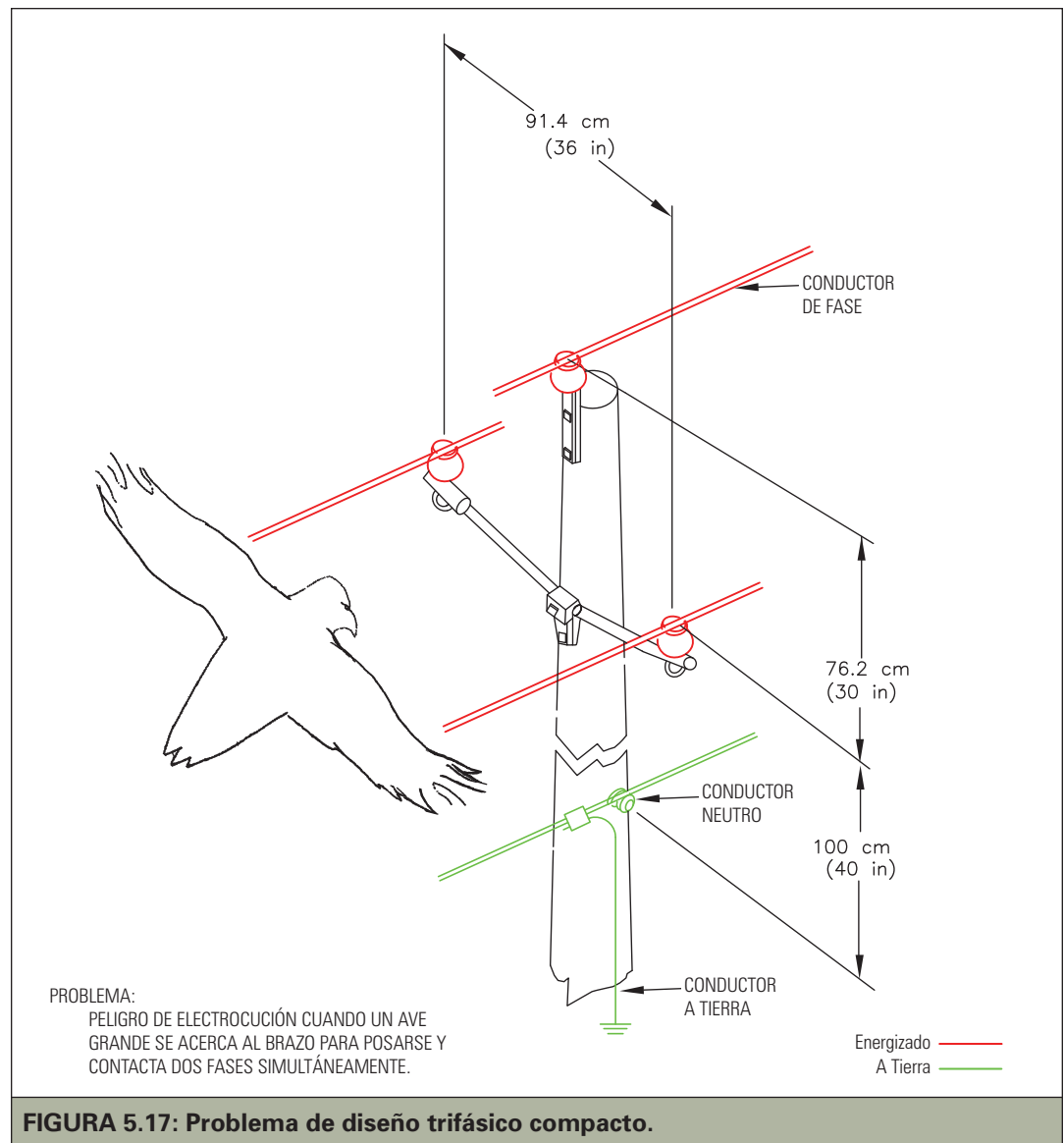
FIGURA 5.16: Solución para configuración trifásica de poste terminal doble con cables puente expuestos.

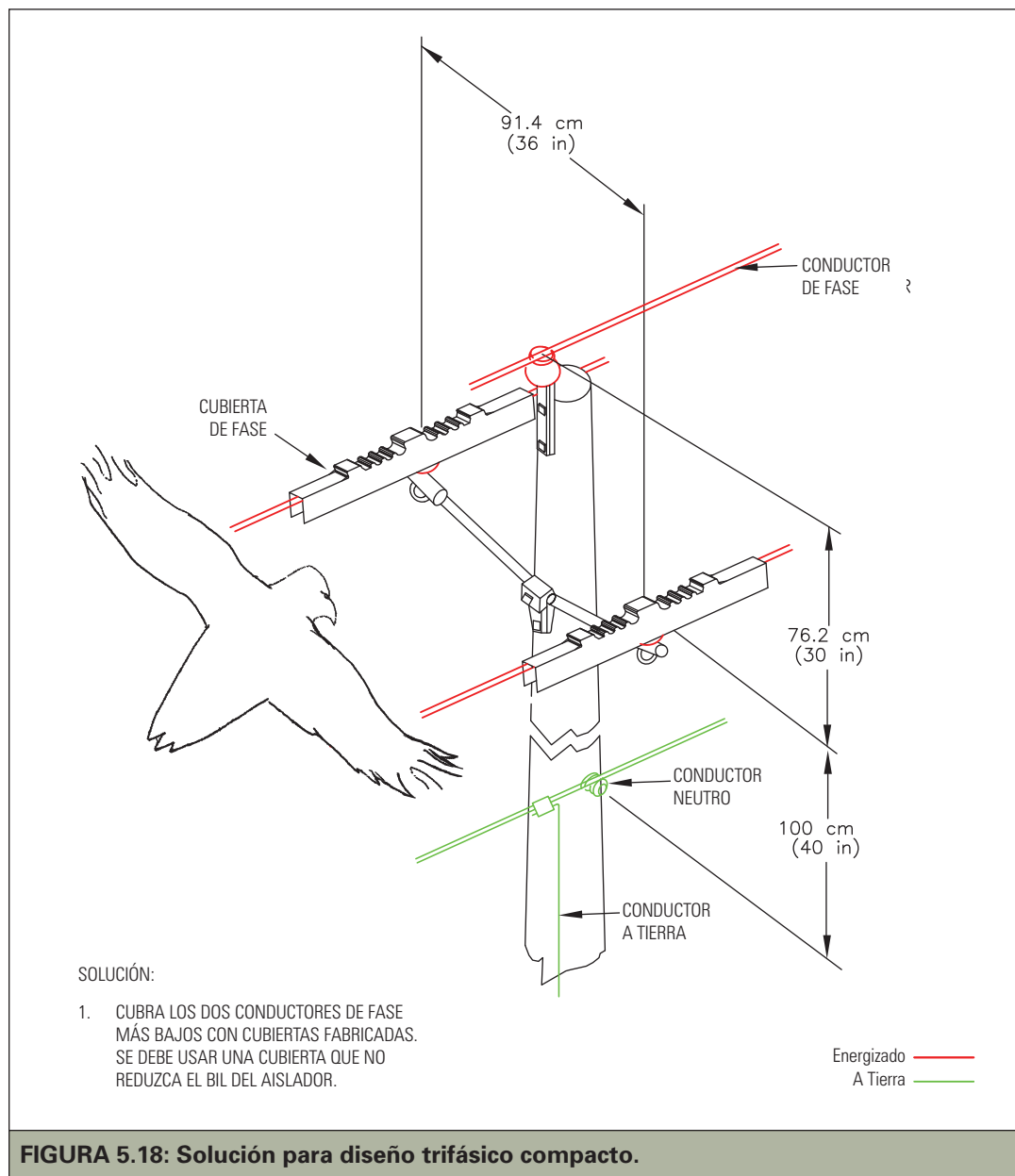
Diseños Compactos

Originalmente el diseño trifásico compacto mostrado en la Figura 5.17 no fue considerado una configuración de alto riesgo (Olen-dorff *et al.* 1981; APLIC 1996). Sin embargo, las rapaces y otras aves grandes pueden electrocutarse cuando intentan perchar en los brazos cortos de fibra de vidrio que sostienen los conductores de fase. Es interesante que esta configuración fue un problema importante de electrocución de águilas en una línea

en el sur de Utah, mientras que una línea cercana con el mismo diseño no electrocutó a ningún águila (PacifiCorp, datos no publ.). En general, los postes delgados sumaron el 10% de los postes estudiados en Utah y Wyoming entre 2001 y 2002 ($n=74,020$) y representaron el 13% de las muertes de aves ($n=547$) (Liguori y Burruss 2003).

Las soluciones para el problema del diseño compacto mostradas en la Figura 5.17 incluyen las siguientes:

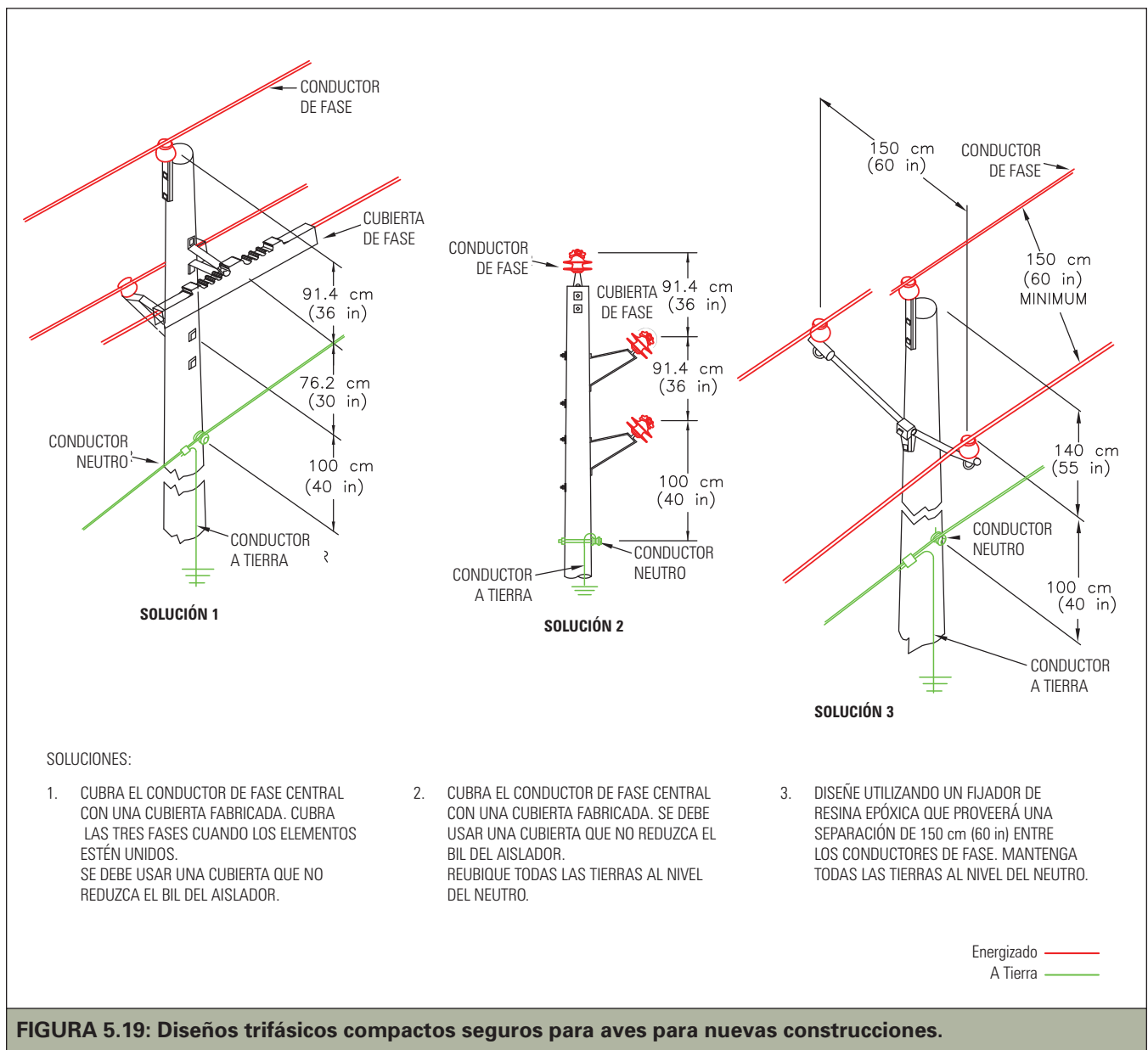




- Instalar cubiertas de fase sobre los conductores de fase inferiores exteriores (Figura 5.18). Nótese que las cubiertas de fase pueden no ajustarse a los diseños compactos con conductores laterales fijos o aisladores en ángulo.
- Reemplazar el fijador de resina epóxica existente por un fijador más largo y bajarlo

para lograr una separación de 150 cm (60 in) (ver Figura 5.19, Solución 3).

Además existen varias opciones de diseño seguro para aves para las construcciones nuevas que pueden ser usadas donde las restricciones del DDV requieren configuraciones compactas en áreas que atraen aves grandes (Figura 5.19).



Antes de determinar el diseño final se deben obtener datos de inventarios de poblaciones de aves, fuentes de alimento, lugares preferidos por las aves, configuraciones alternativas, requerimientos de confiabilidad eléctrica y otros.

Para las líneas de distribución se puede usar la configuración sin brazos, en la cual los

conductores se montan en aisladores horizontales de poste (Figura 5.20). En las áreas de servicio de las compañías eléctricas expuestas a altos niveles de descargas eléctricas, la protección contra rayos en dichas líneas puede incluir un conductor aéreo que tendrá que conectarse a tierra. En algunas instalaciones con postes de madera, las compañías de electricidad,

particularmente en áreas con spray de sal u otro contaminante, pueden unir las bases de los aisladores de poste al conductor a tierra para prevenir incendios en el poste. Un ave perchada en el aislador se puede electrocutar si toca el conductor energizado y la base del aislador a tierra o el conductor de unión. Las soluciones para los diseños de poste horizontal

seguros para aves se muestran en la Figura 5.2I. Las opciones de solución incluyen:

- Cubrir el conductor a tierra vertical desde la abrazadera del conductor a tierra aéreo hasta 30 cm (12 in) por debajo de la fase más inferior y desconectar las uniones fijadoras del aislador (Figura 5.2I, Solución I);

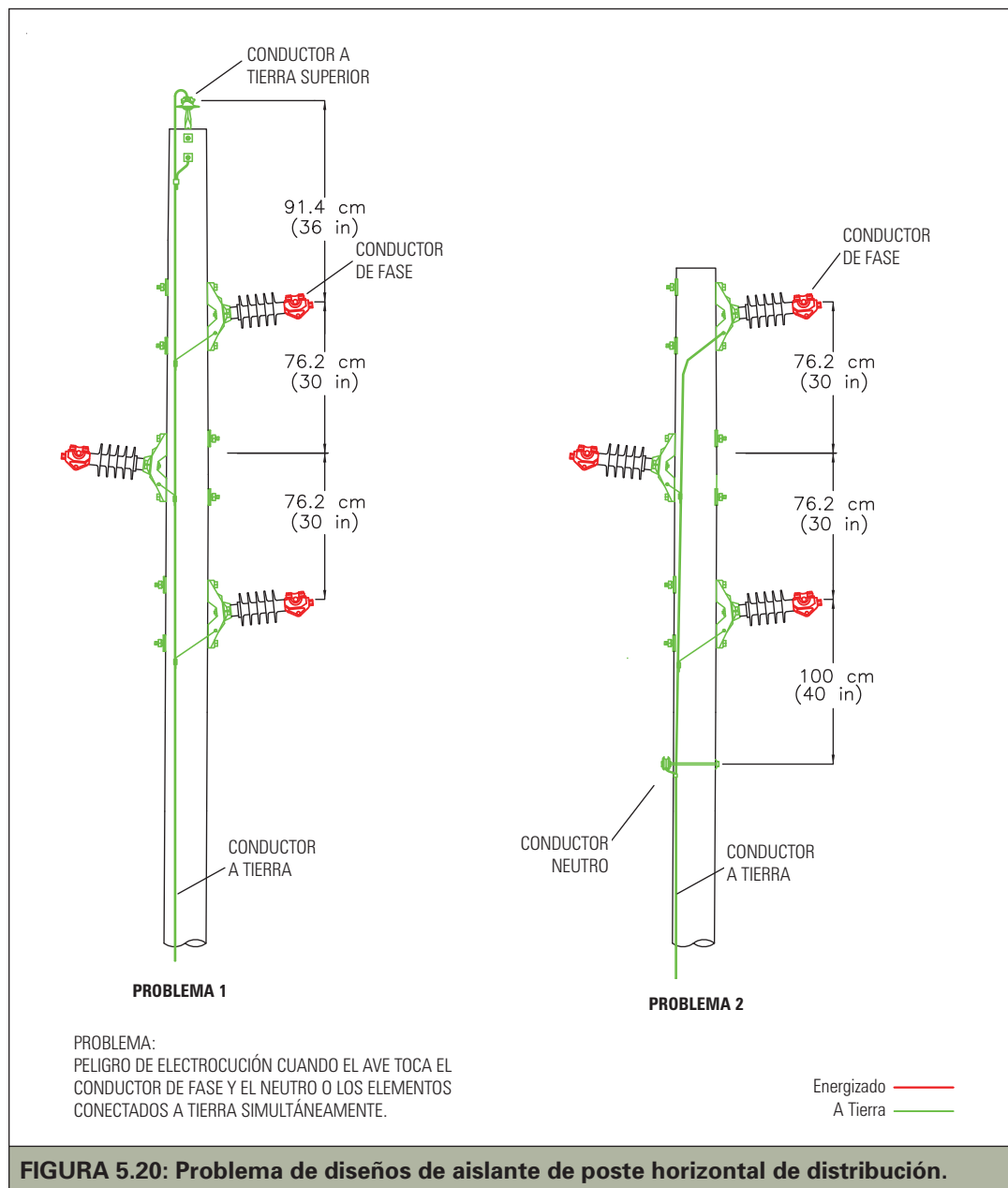


FIGURA 5.20: Problema de diseños de aislante de poste horizontal de distribución.

- Eliminar todas las uniones y el conductor a tierra al neutro (Figura 5.21, Solución 2); o
- Instalar cubiertas de fase en las tres fases si algún elemento está unido y el conductor a tierra está descubierto.

Postes de Esquina

Los postes diseñados para realizar cambios de dirección en las líneas eléctricas (Figura 5.22) pueden crear peligros para las aves. En estos postes, normalmente los cables puente se usan descubiertos para completar las conexiones

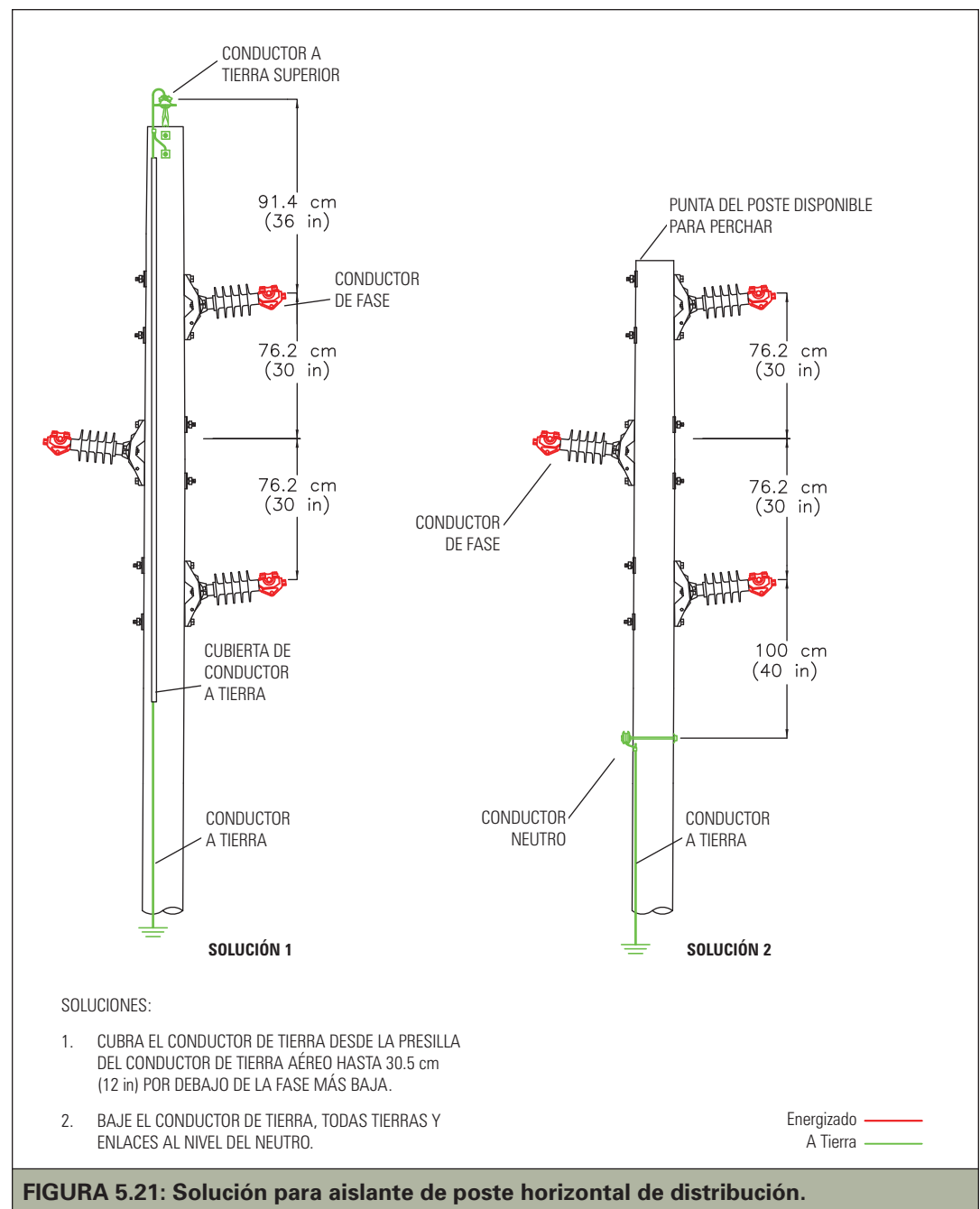


FIGURA 5.21: Solución para aislante de poste horizontal de distribución.

eléctricas y conectar los conductores de fase. En este caso la separación horizontal típica de 110 cm (42 in) o menor es insuficiente para proteger a las aves grandes. El riesgo de electrocución de aves puede incrementarse aún más si existen elementos de crucetas metálicas

conectados a tierra, elementos de tensores conectados a tierra y conductores a tierra descubiertos.

En los postes de esquina, para prevenir el contacto por las aves el conductor de fase central puede unirse a las crucetas superiores

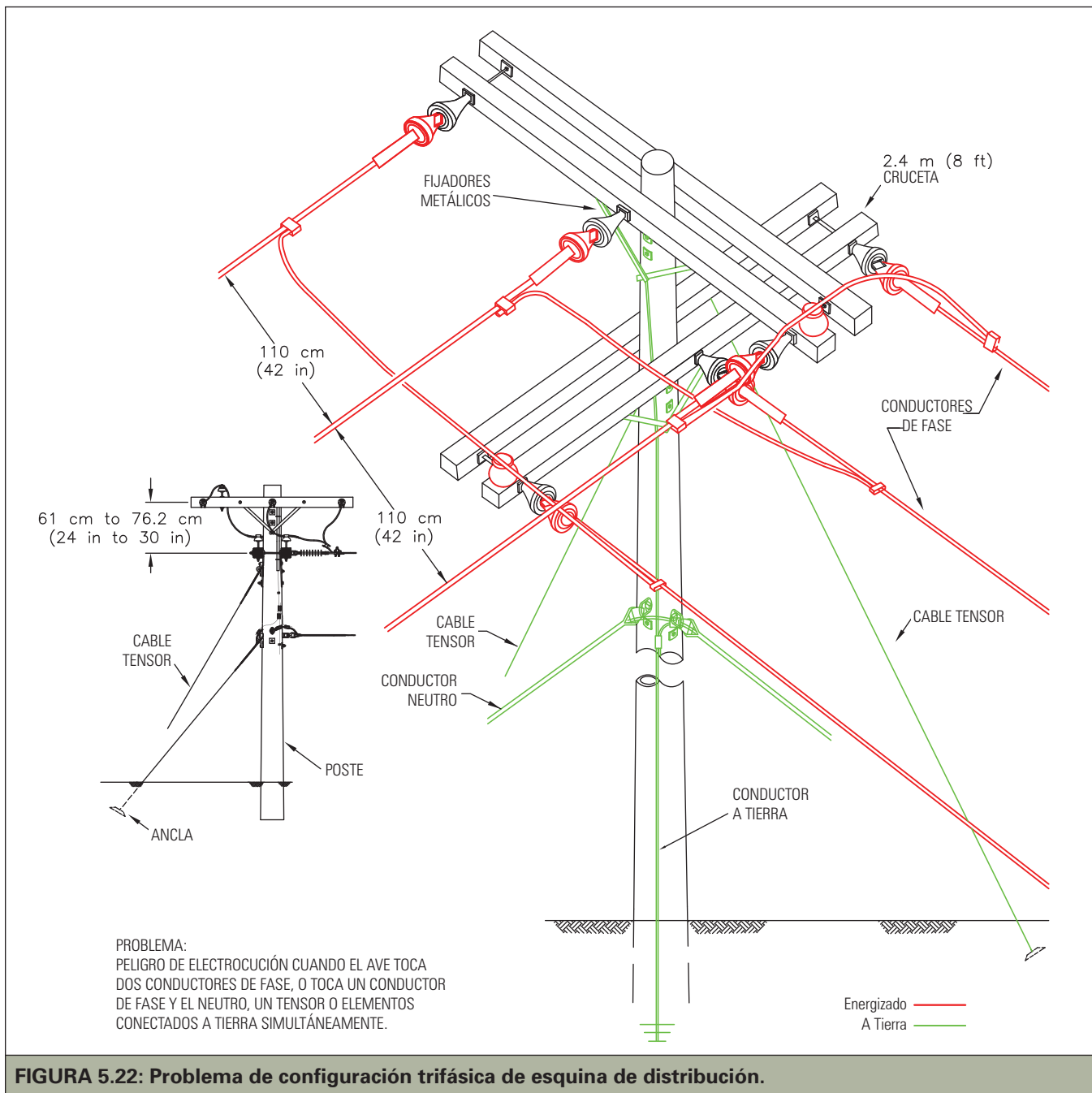


FIGURA 5.22: Problema de configuración trifásica de esquina de distribución.

con aisladores adicionales o con una unión de extensión no conductora. Una alternativa al uso de la unión de extensión puede ser instalar una cubierta de fase en la fase central (Figura 5.23). La unión de extensión o la cubierta de fase deben extenderse 91 cm (36 in)

desde el poste hasta el conductor. Los cables puente desnudos deben cubrirse con un material diseñado con este propósito o ser reemplazados por conductores cubiertos. Además todos los tensores deben tener aisladores de tensión para prevenir que actúen como tierras.

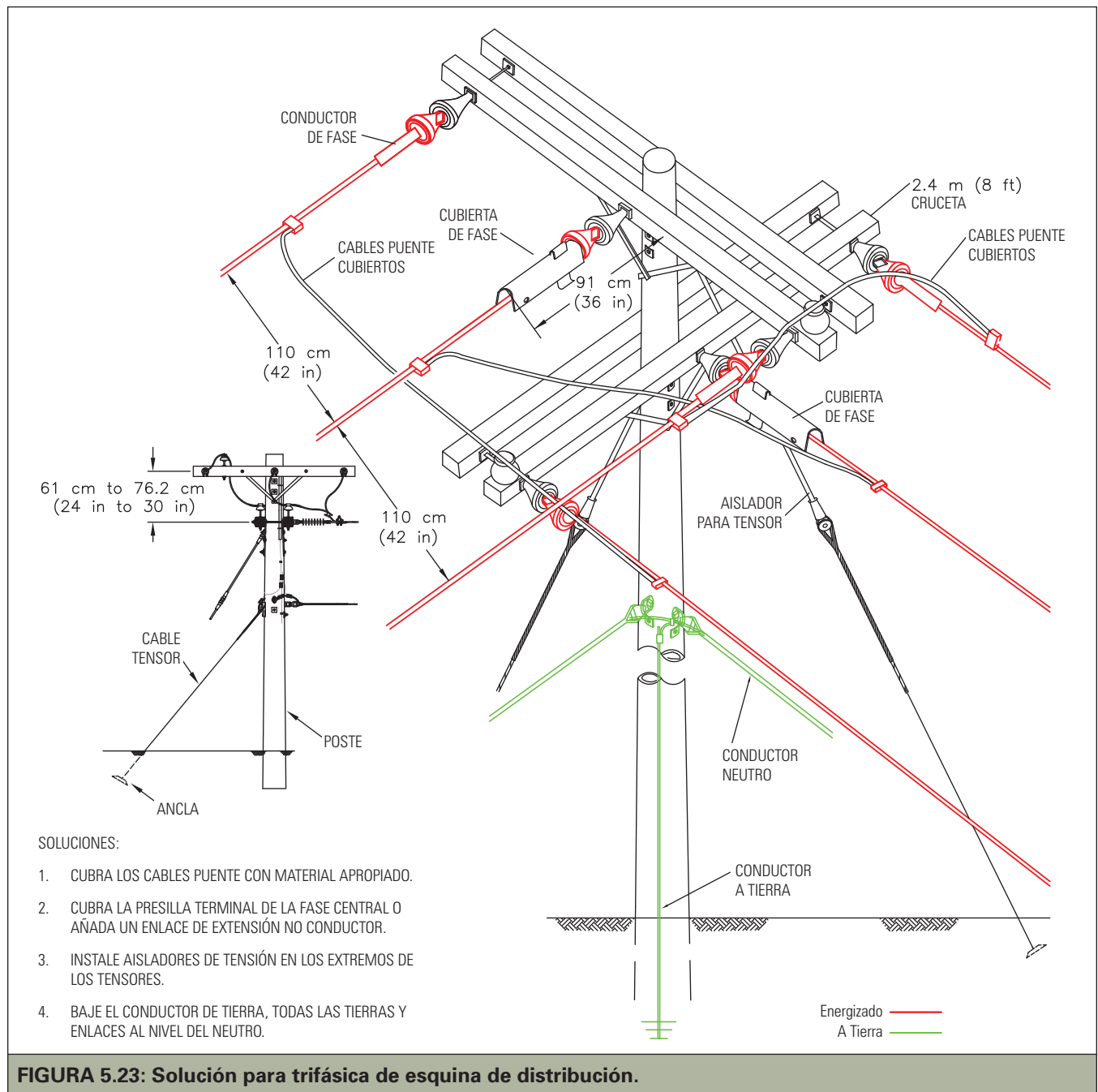


FIGURA 5.23: Solución para trifásica de esquina de distribución.

Para las estructuras nuevas los postes de esquina pueden construirse con crucetas más bajas (es decir 104 cm [41 in] de la punta del postes si se usan brazos de 2.4 m [8 ft]) que proveen una separación fase a fase de 150 cm (60 in). Los postes de esquina convencionales

pueden ser contruidos de la manera que se muestra en la Figura 5.23. Otras alternativas son los diseños verticales mostrados en las Figuras 5.24 y 5.25, las cuales previenen el contacto simultáneo por las aves. En la Figura 5.24, el conductor a tierra debe cubrirse con

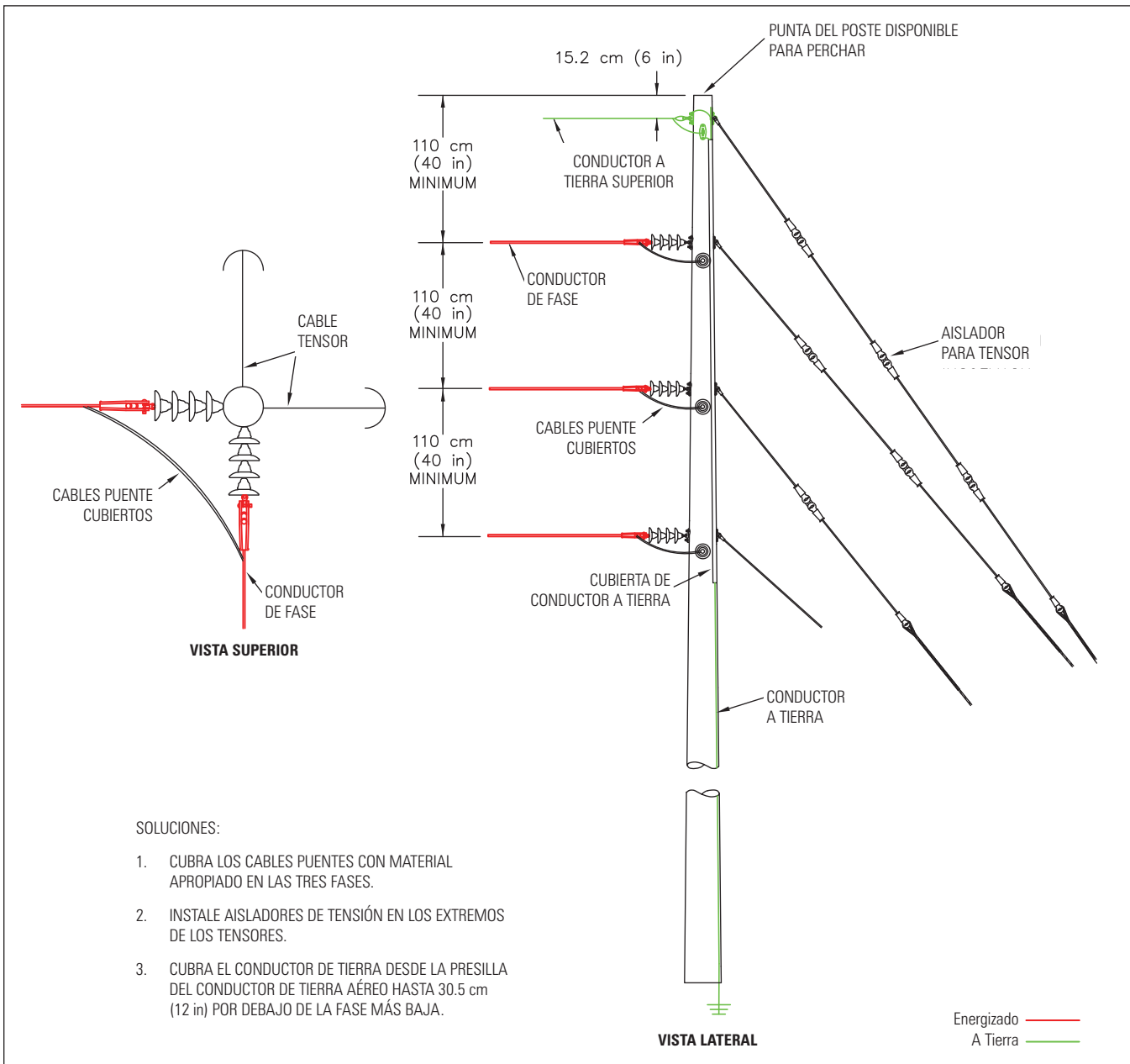


FIGURA 5.24: Configuración de esquina vertical trifásica—conductor de tierra elevado en la parte superior del poste.

un material apropiado para la protección de aves. Usualmente se requieren postes más altos pero los diseños de esquina verticales seguros para aves eliminan las crucetas y los

arreglos de cables puente de difícil manejo. Estos también pueden tener conductores a tierra aéreos.

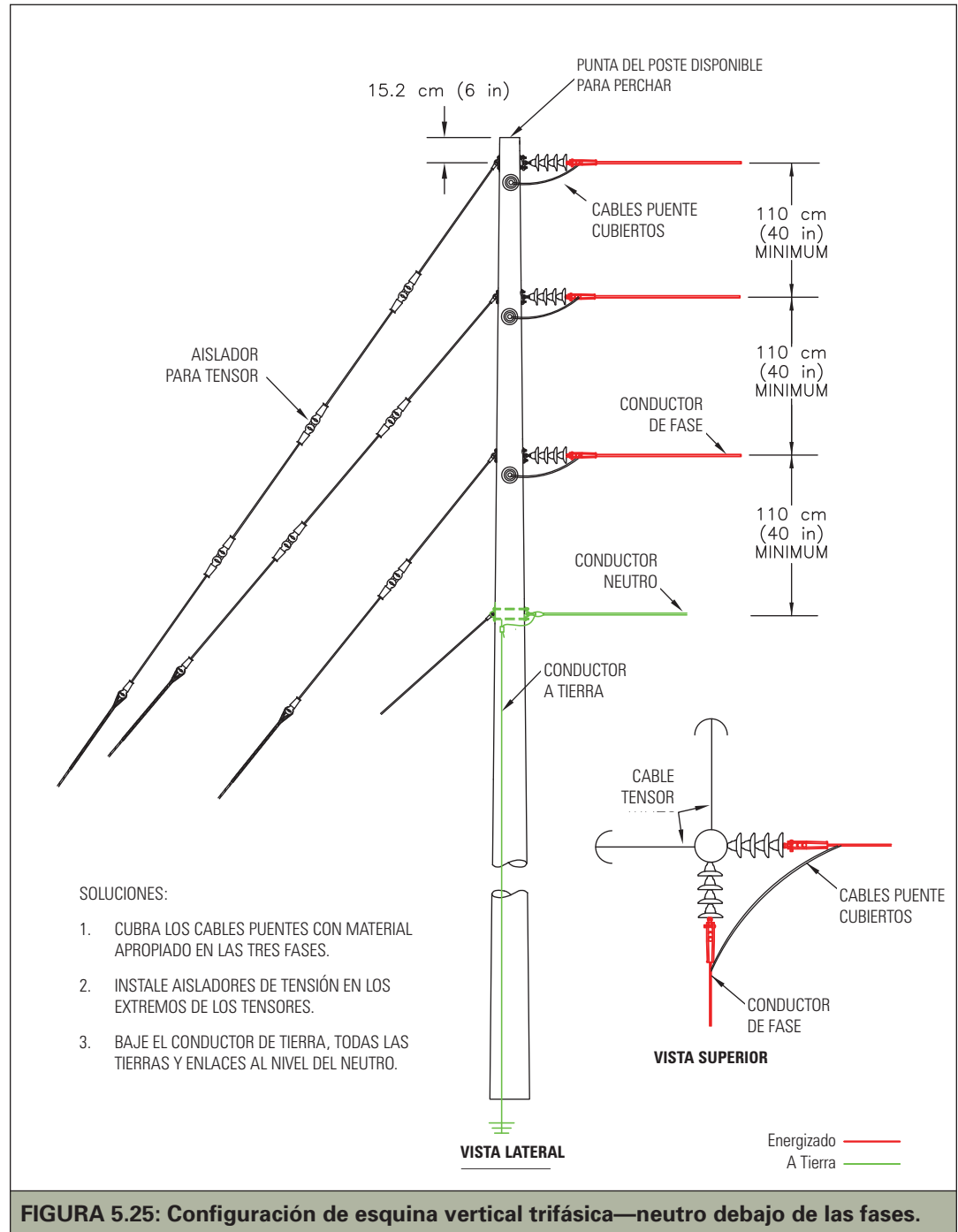


FIGURA 5.25: Configuración de esquina vertical trifásica—neutro debajo de las fases.

POSTES DE CONCRETO Y ACERO

La Construcción de Postes de Concreto y Acero en el Mundo.

La mayoría de los postes de distribución eléctrica en Estados Unidos están hechos de madera, un material no conductor.³⁰ En contraste, los postes de concreto y acero se utilizan comúnmente en la construcción de líneas de distribución en Europa y otras partes del mundo. En Europa Occidental se estima que el 90% de los postes de distribución son metálicos con crucetas de metal conectadas a tierra (Janss y Ferrer 1999). En tales configuraciones, las electrocuciones pueden ocurrir de conductor de fase a poste o de conductor de fase a cruceta de metal, poniendo en riesgo tanto a aves grandes como pequeñas (Bayle 1999; Negro 1999; Janss y Ferrer 1999). Debido a esto, los métodos de mitigación para la electrocución europeos difieren de los métodos en los Estados Unidos porque las medidas efectivas para los postes de madera no han resuelto los problemas en postes conductores (Janss y Ferrer 1999). Sin embargo, cubrir conductores con un material dieléctrico apropiado para la protección de aves es típicamente más efectivo para prevenir electrocuciones que el manejo de perchado, sin importar si el poste es de madera, acero o concreto (Negro 1999). El método preferido en Europa es cubrir los conductores en postes de concreto o acero, nuevos o modificados (Janss y Ferrer 1999).

Los postes de concreto con su estructura de soporte interno de varilla de metal, representan riesgos similares de electrocución a los de metal. Los postes de concreto también proveen una vía a tierra, incrementando aún más el riesgo de electrocución, especialmente cuando están húmedos o tienen crucetas conductivas. El complejo existente mas grande de colonias de perros llaneros cola negra (*Cynomys ludovicianus*) en Norteamérica está en el noroeste de Chihuahua, México (Ceballos *et al.* 1993). Este complejo mantiene una alta densidad de

rapaces y las líneas eléctricas cercanas tienen postes de hormigón armado con crucetas de acero. En el año 2000 se estudiaron 1,826 postes eléctricos y se encontraron 49 aves electrocutadas, incluyendo cuervos llaneros (*Corvus cryptoleucus*), aguilillas reales (*Buteo regalis*), aguilillas cola roja (*B. jamaicensis*), halcones mexicanos (*Falco mexicanus*), cernícalos americanos (*F. sparverius*) y águilas reales. Este número de electrocuciones llevó a los investigadores a concluir que estos postes representan un riesgo serio para las rapaces invernantes (Cartron *et al.* 2000). El reemplazo subsiguiente de las crucetas de acero por brazos de madera en más de 200 postes en esta área redujo significativamente el riesgo de electrocución de estas estructuras (Cartron *et al.* 2005).

La Construcción de Postes de Concreto y Acero en los Estados Unidos

Históricamente, las compañías de electricidad en los Estados Unidos han utilizado principalmente la madera para los postes de distribución y las crucetas. De esta manera, muchas técnicas actuales de modificación para aves se diseñan para usarse en estructuras de madera. Por diferentes razones se están utilizando más postes de fibra de vidrio, concreto y acero en la construcción de líneas de distribución. En ocasiones se utilizan postes que no son de madera porque no pueden ser dañados por los pájaros carpinteros. En algunas regiones de los Estados Unidos, el daño ocasionado por los pájaros carpinteros es la causa de deterioro de postes más importante (Abbey *et al.* 1997). Los postes de acero y concreto son más difíciles de escalar por animales como ardillas, mapaches y gatos. Al mantener estos animales alejados de las estructuras, las compañías de electricidad ayudan a disminuir los cortes en el servicio eléctrico. Los postes que no son de madera también pueden ser utilizados porque no son susceptibles a daños por hongos, bacterias o insectos.

³⁰ El valor de aislamiento de los postes y crucetas de madera varía de acuerdo con la edad, la condición, la contaminación y la humedad.

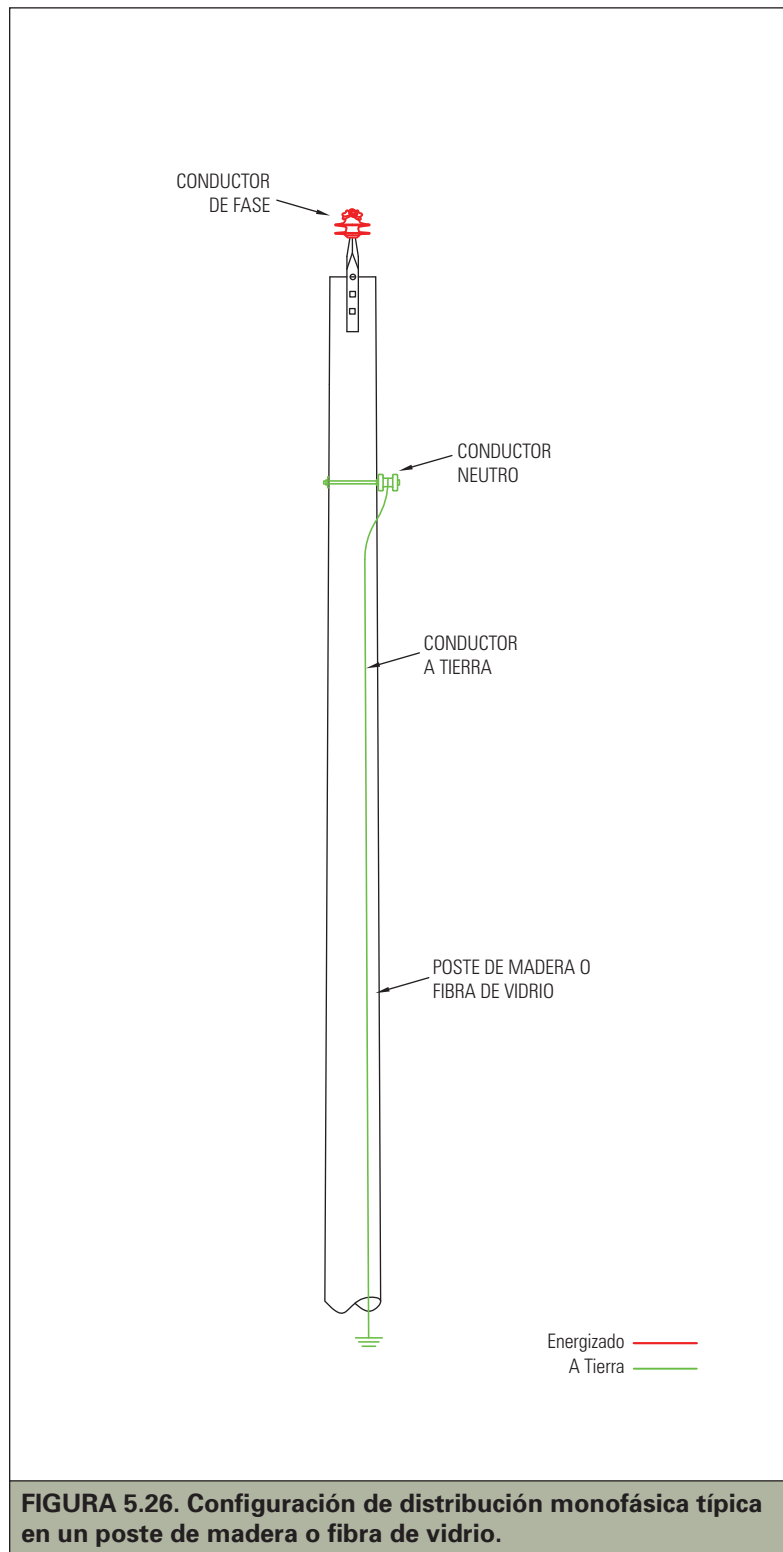


FIGURA 5.26. Configuración de distribución monofásica típica en un poste de madera o fibra de vidrio.

Las líneas de distribución construidas con postes de concreto o acero que utilizan las configuraciones estándares de las compañías de electricidad pueden reducir significativamente las separaciones entre las fases y la tierra. Los postes de fibra de vidrio tienen una mayor resistencia aislante que los postes de acero, concreto y madera.

Las líneas monofásicas se construyen usualmente sin crucetas y llevan un solo conductor de fase energizado en un aislador en la punta del poste. Las estructuras de distribución de madera o fibra de vidrio, sin tierra en la punta del poste ni equipo montado en el poste, generalmente proveen una separación adecuada para las aves (Figura 5.26).

Cuando se utilizan postes de acero o concreto (Figura 5.27), un ave perchada en la punta del poste puede tocar con su cuerpo el conductor y al mismo tiempo tocar con las patas la punta del poste o el equipo conectado a tierra, resultando en una electrocución. Una solución para este problema es instalar una cubierta de fase (Figura 5.28, Solución 1). Otra solución es un proceso de dos pasos: (1) colocar el conductor de fase en un aislador instalado en una clavija reforzada de fibra de vidrio extendida en la punta del poste para aumentar la separación entre el conductor de fase y la punta del poste, (2) instalar en el poste un casco para disuadir a las aves de perchar en la punta (Figura 5.28, Solución 2). En las pruebas con rapaces cautivas en el Programa de Rapaces de las Montañas Rocallosas (Rocky Mountain Raptor Program), un casco de poste con la superficie pulida desalentó el perchado de las aves (Harness 1998).

Cuando se utilizan postes de acero o concreto para estructuras multifase, las separaciones críticas para las aves son la de fase a fase y la de fase a poste (es decir, fase a tierra) (Figura 5.29). Aunque los problemas de fase a fase son los mismos que los encontrados en los postes de madera, el problema de fase a poste es diferente.

Como en la estructura monofásica (Figura 5.28, Solución 2), debe proveerse una separación adicional para el conductor central de fase de la punta del poste colocándolo sobre una clavija reforzada de fibra de vidrio extendida

en la punta del poste y añadiendo un casco al poste para desalentar el perchado. Además, deben usarse crucetas de madera o fibra de vidrio. Deben evitarse las crucetas de acero montadas en postes de acero debido a que sus

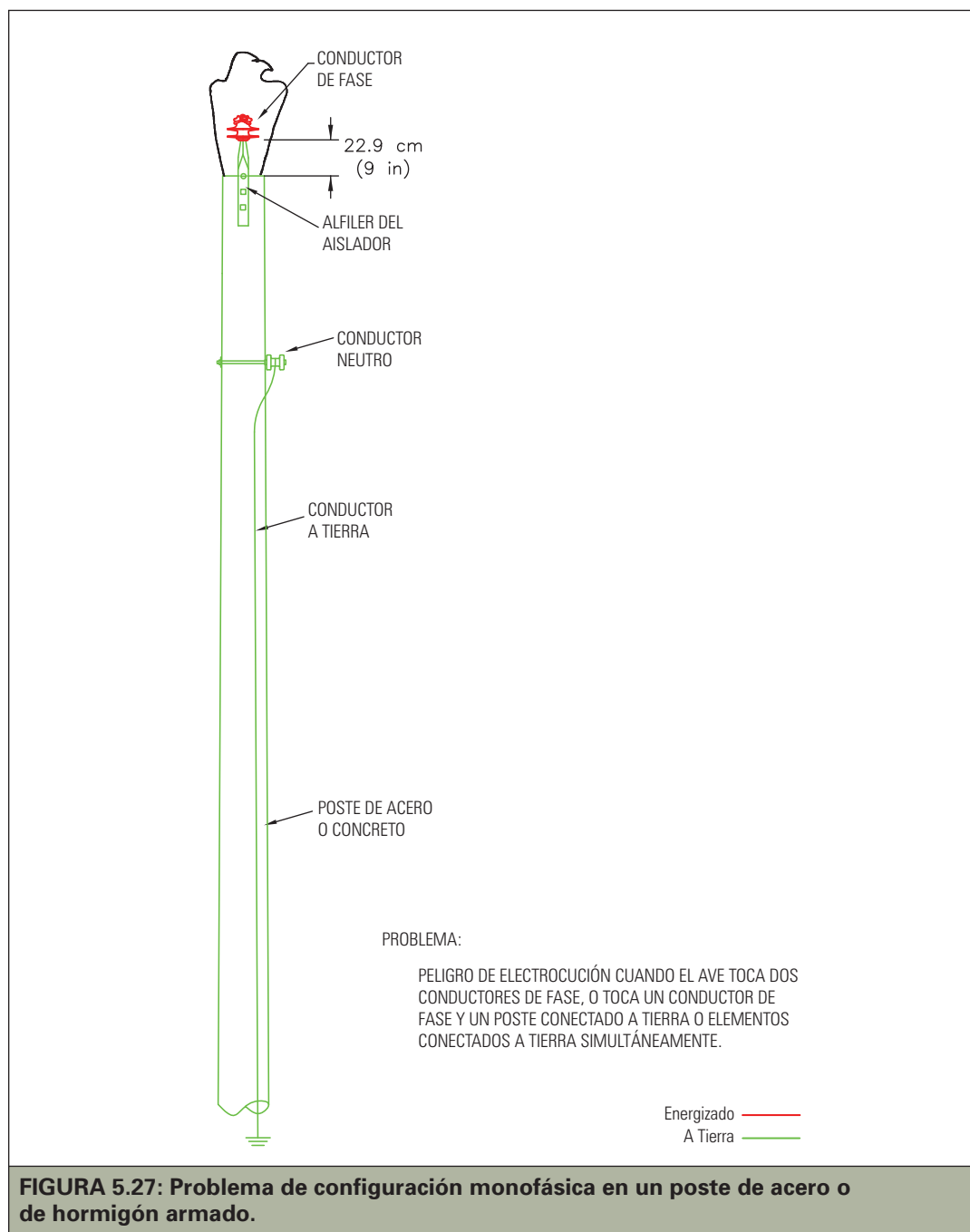
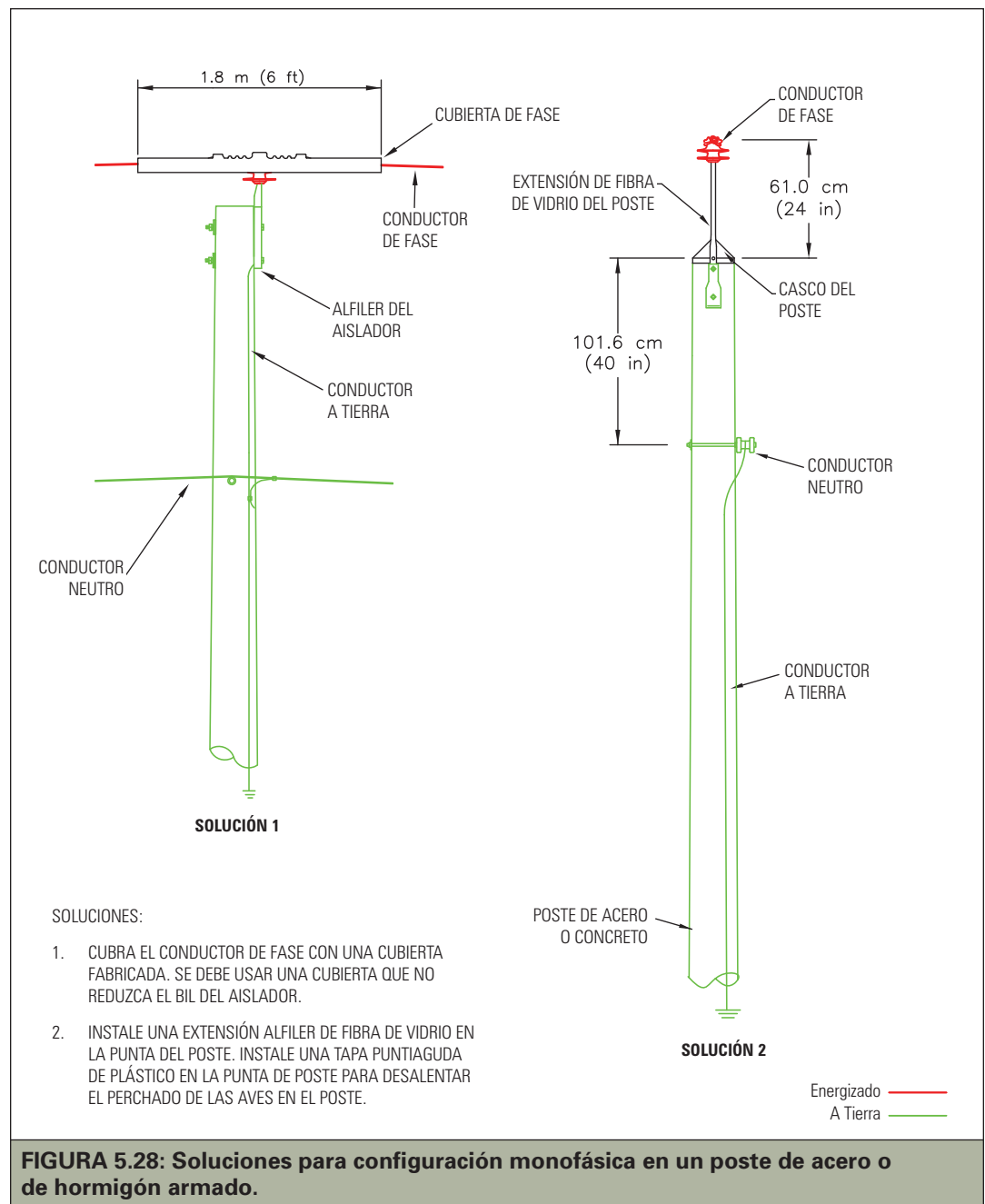
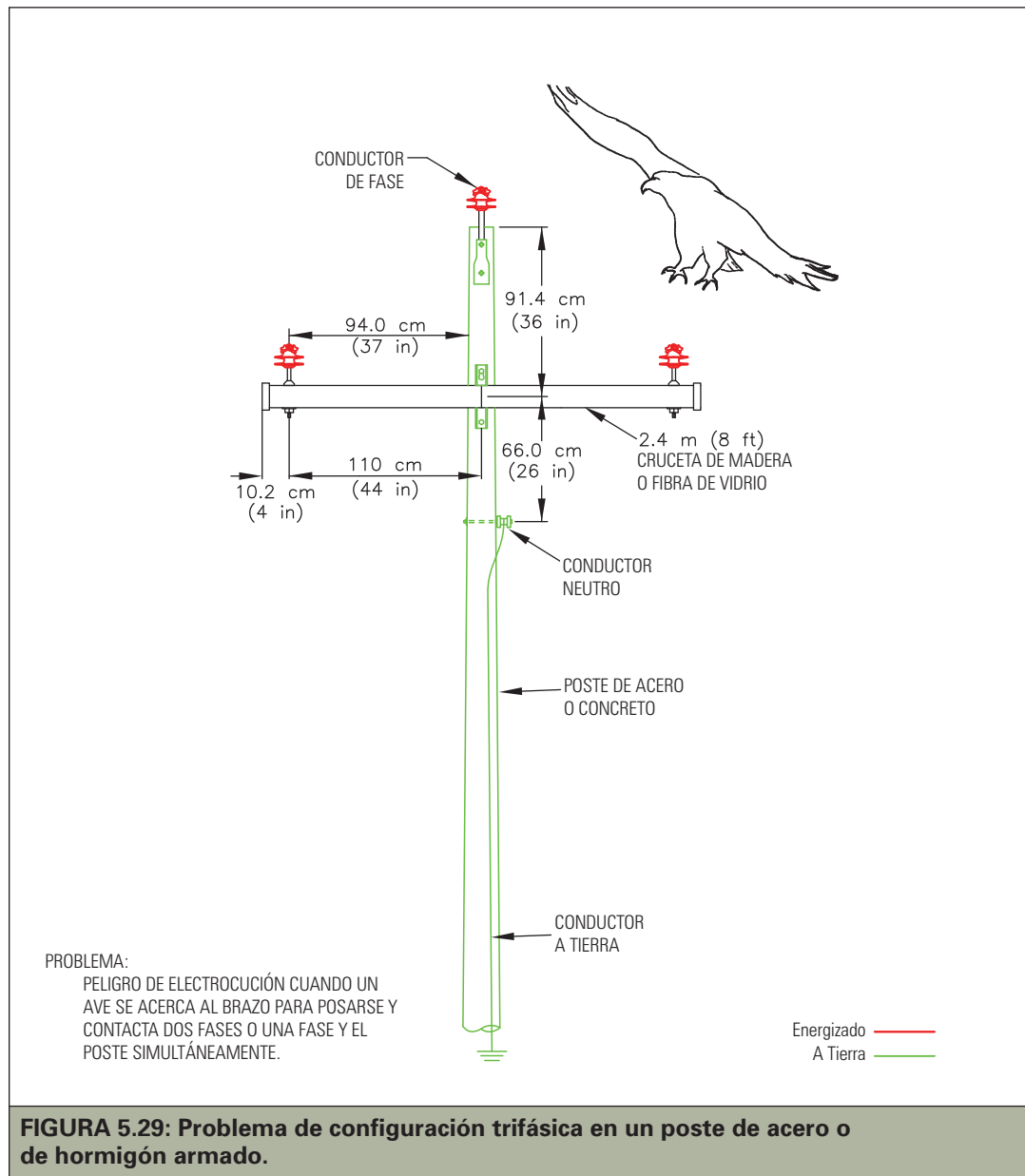


FIGURA 5.27: Problema de configuración monofásica en un poste de acero o de hormigón armado.

separaciones de fase a tierra son mínimas y esto las hace extremadamente peligrosas. Las aves que se posan en los brazos de acero conectados a tierra quedan conectadas a tierra y sólo necesitan tocar un conductor energizado u otro elemento para ser electrocutadas.

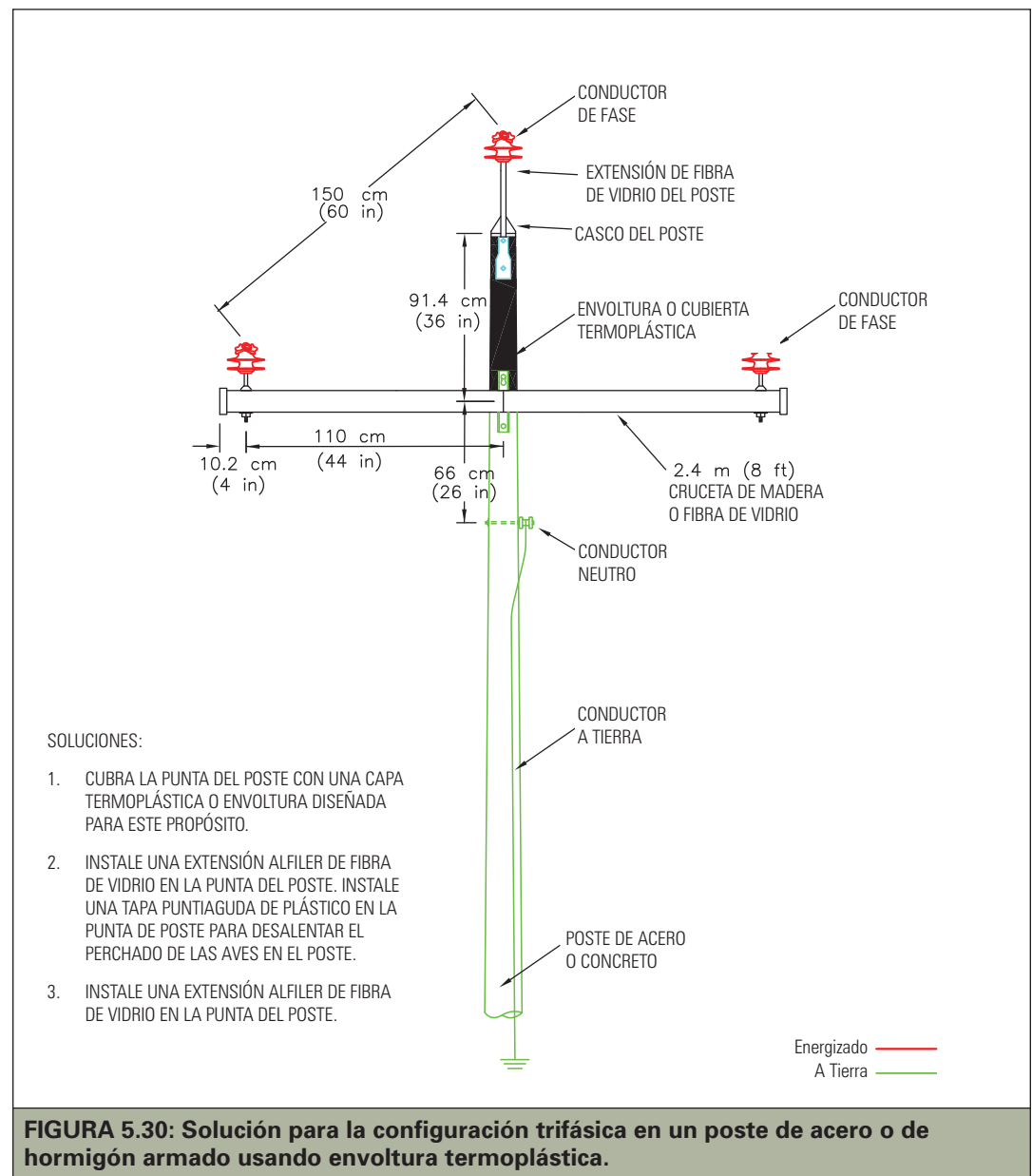
Las separaciones reducidas fase a tierra encontradas en los postes de acero o concreto existentes pueden ser mitigadas de varias maneras. Un método es cubrir el poste desde la cruceta a la punta del poste con un material diseñado para esto (Figura 5.30).





Esto puede lograrse envolviendo alrededor del poste desde la cruzeta hasta la punta, incluyéndola, una banda de membrana de polímero termoplástico de 40 mil que tenga un adhesivo sensible a la presión o rociando esta área con una cubierta protectora con

suficiente resistencia dieléctrica. Una compañía de electricidad llevó a cabo una prueba dieléctrica de una envoltura termoplástica, y determinó que una pieza de 46 x 167 cm (18 x 66 in) no permite un escape de corriente apreciable a 35kV durante tres minutos. La



envoltura termoplástica también puede incrementar efectivamente las separaciones fase a tierra en configuraciones de perfil estrecho.

Como alternativa a envolver la punta del poste, pueden montarse desalentadores de perchado en la cruceta para disuadir a las aves

de perchar en la cruceta (Figura 5.31). Las crucetas con desalentadores de perchado son efectivas para reducir, pero no eliminar totalmente, la mortalidad de las aves (Harness y Garrett 1999). Los desalentadores de perchado también pueden conducir a las aves a

otros postes que pudieran no ser más seguros. Para orientación sobre el uso de los desalentadores de perchado desde una perspectiva biológica e ingenieril, ver las páginas 19 y 77.

Otro método adecuado para reducir el riesgo de electrocución de aves es cubrir los

dos conductores de fase más externos para prevenir los contactos fase a poste (es decir, fase a tierra) (Figura 5.32). También debe instalarse en la fase central, una cubierta de fase o un casco de poste con una clavija de extensión.

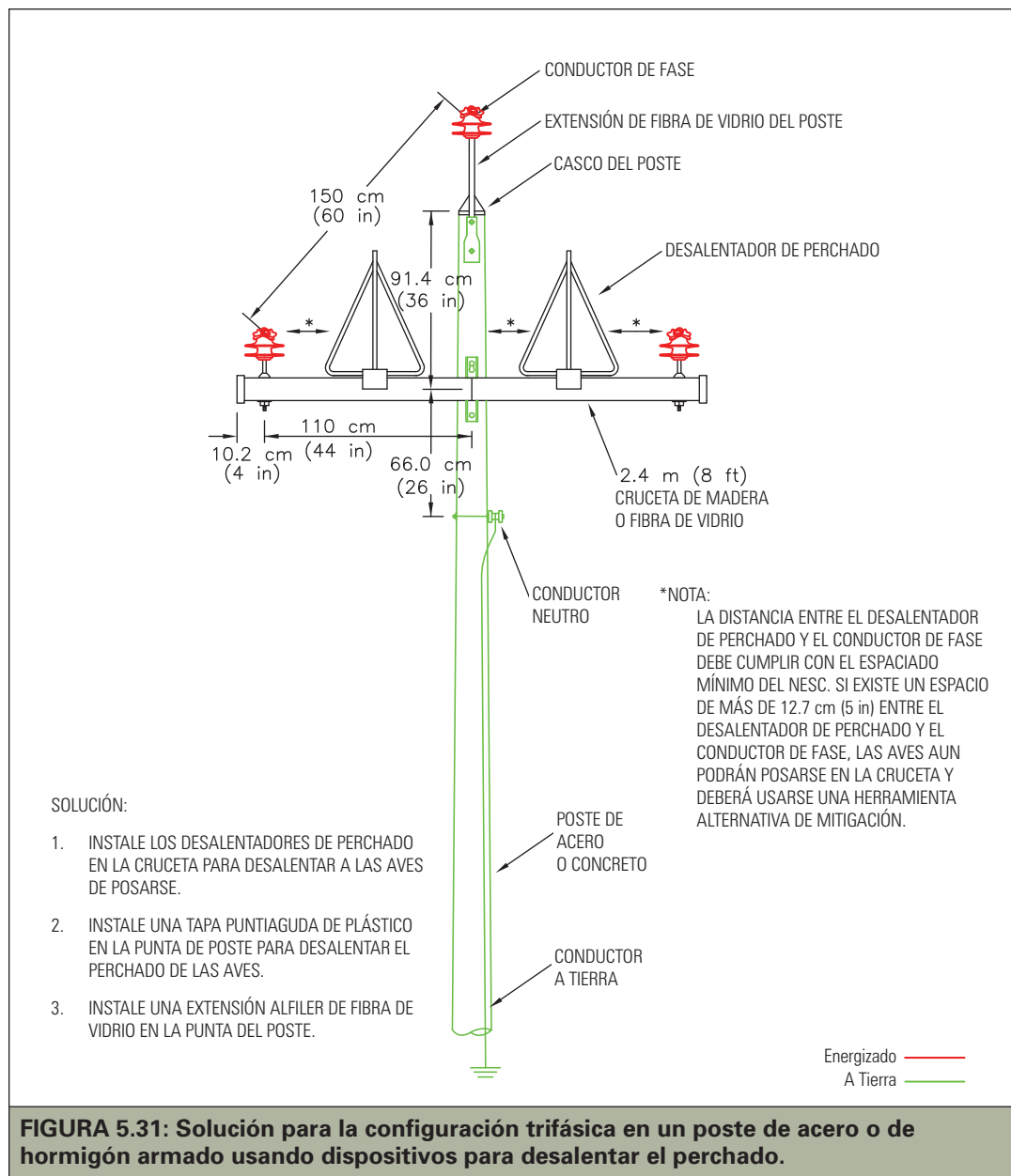
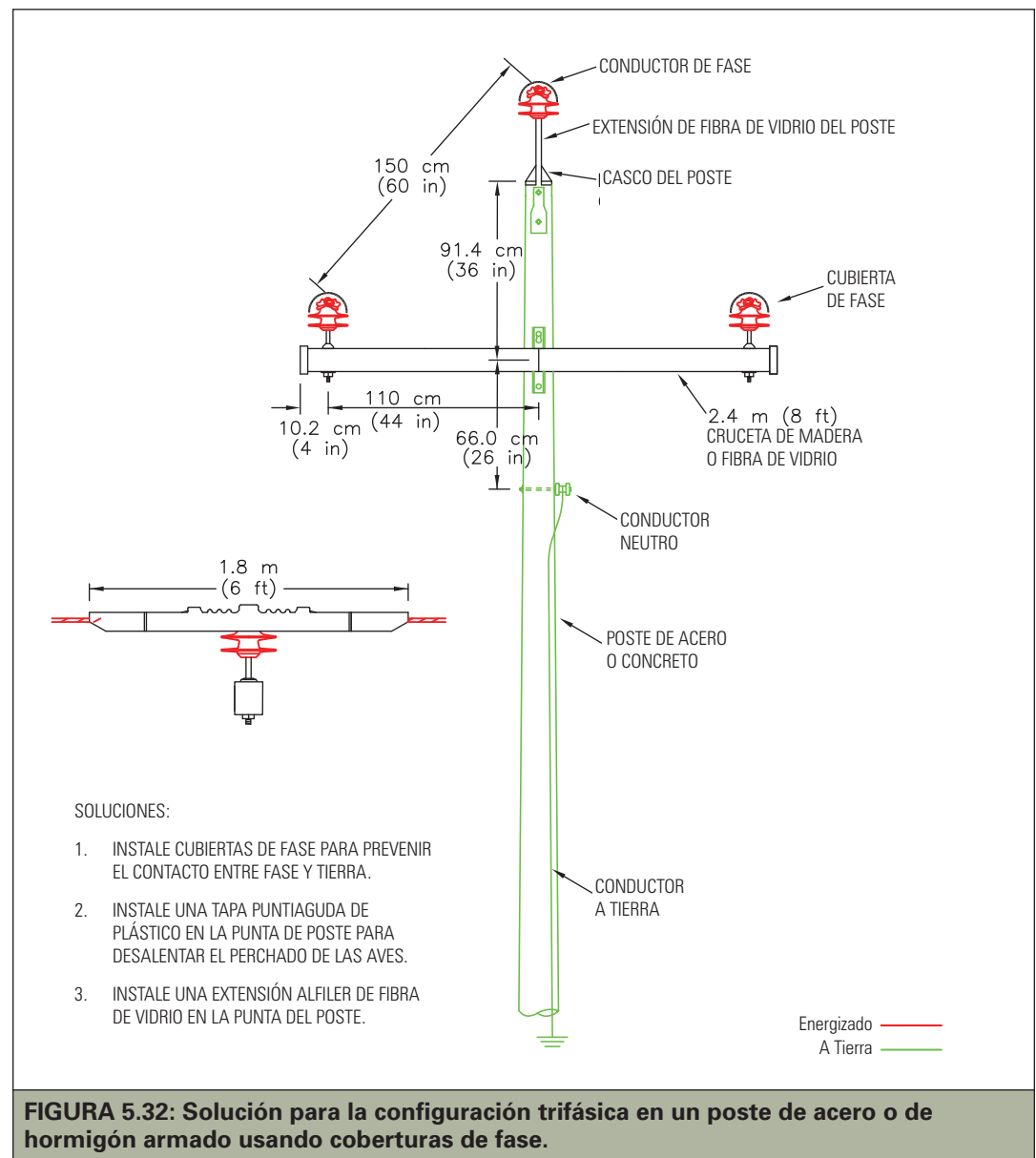
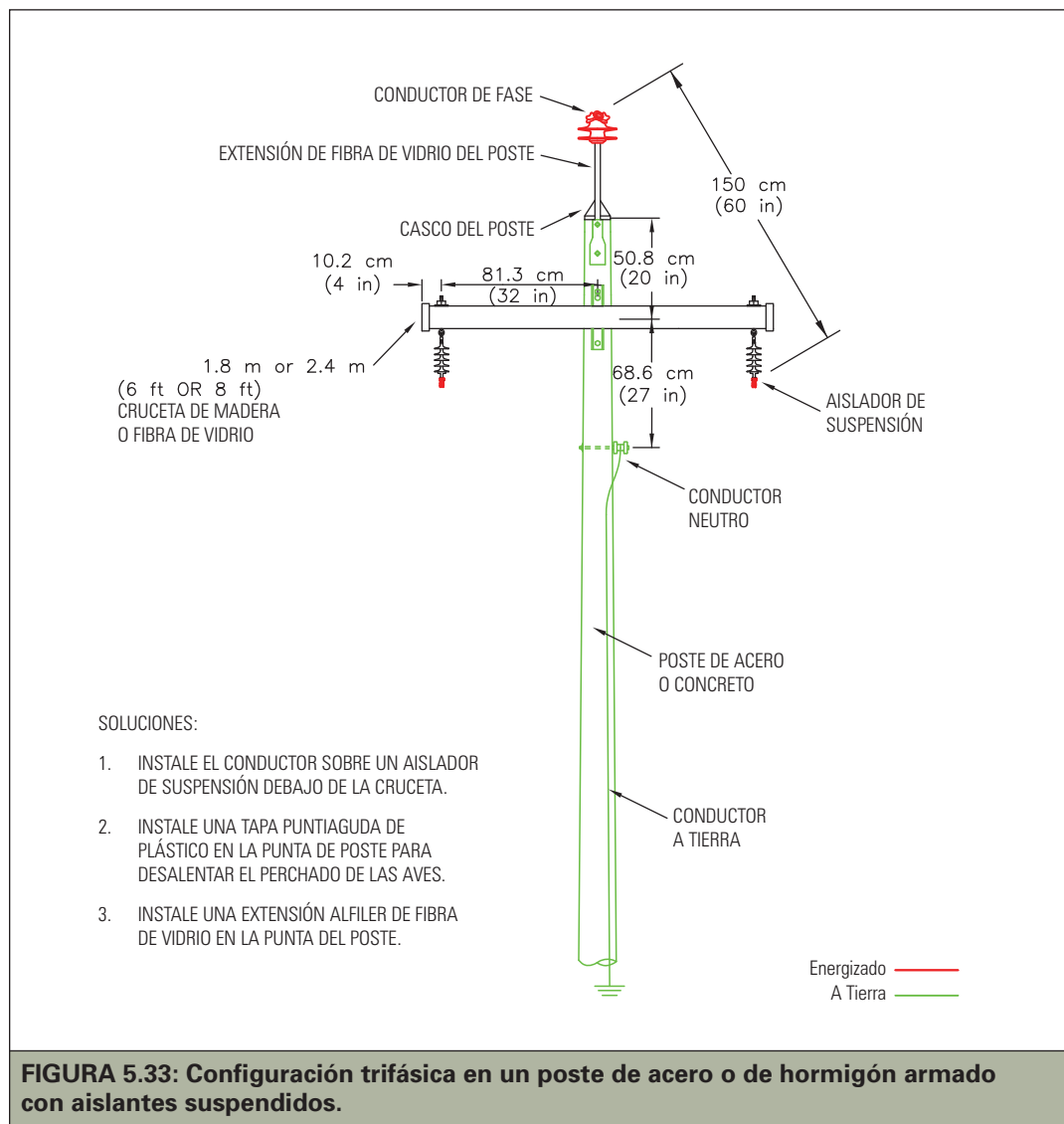


FIGURA 5.31: Solución para la configuración trifásica en un poste de acero o de hormigón armado usando dispositivos para desalentar el perchado.



Otra opción es suspender dos de los conductores energizados desde la cruceta en vez de sostenerlos sobre los brazos (Figura 5.33). El suspender los conductores permite a las aves perchar en la cruceta sin tocar conductores energizados. Aun así debe utilizarse un casco de poste y una clavija aisladora de fibra

de vidrio reforzada extendida para desalentar a las aves de perchar en la punta del poste para prevenir el contacto con la fase central. El suspender los aisladores y conductores también permitirá a las compañías de electricidad lograr la separación de 150 cm (60 in) con crucetas de 1.8 o 2.4 m (6 o 8 ft) (como



se muestra en la Figura 5.33). Si se usa una construcción vertical con postes de acero u hormigón armado, deben instalarse cubiertas de fase en los tres conductores.

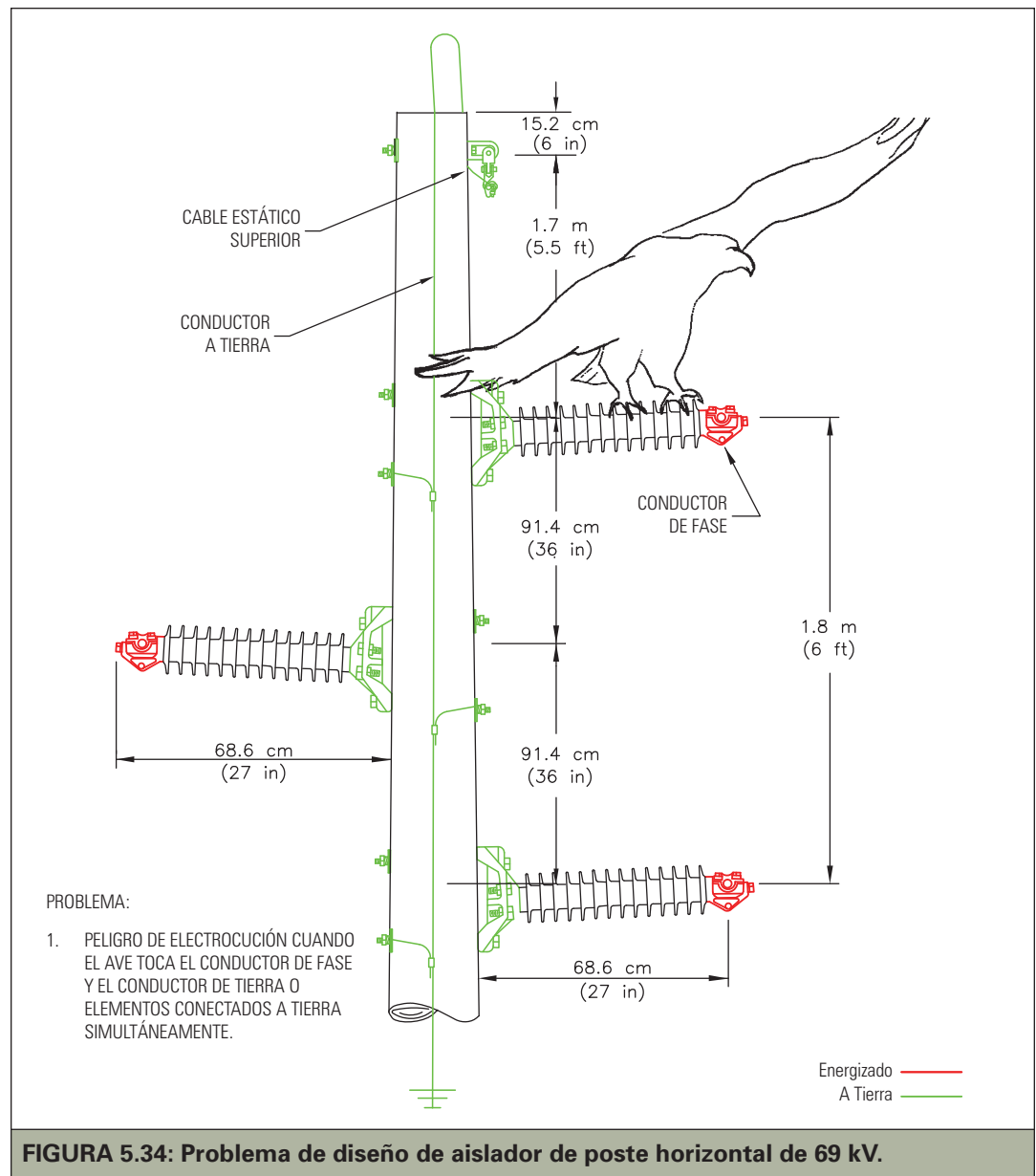
Se puede lograr una separación segura para aves en postes de acero y hormigón armado, de esquina o terminales, instalando uniones de extensión de fibra de vidrio o agregando más aisladores entre los aisladores de suspensión terminales primarios y el poste. Esta solución es similar a

las recomendadas para las configuraciones trifásicas de distribución de esquina y terminales utilizando postes y crucetas de madera (Figuras 5.16 y 5.23). Comúnmente se cables puente desnudos para conectar los conductores que llegan con los que salen, haciendo virajes o derivaciones del circuito principal. El cubrir los cables puentes con un material adecuado para la protección de aves o reemplazarlos por conductores cubiertos reducirá el riesgo de electrocución.

Diseños de Transmisión Problemáticos

Aunque las líneas de transmisión raramente electrocutan aves, existen algunas excepciones, particularmente en líneas de transmisión de voltaje más bajo (es decir, 60 ó 69 kV).³¹ La configuración sin brazos, comúnmente utilizada para líneas de distribución (ver Figuras 5.20 y

5.21), en la que los conductores se montan en aisladores de poste horizontales, también puede ser utilizada para algunas líneas de transmisión por debajo de 115 kV (Figura 5.34). En áreas sujetas a niveles altos de descargas eléctricas, la protección contra rayos puede incluir un cable estático aéreo que tiene que



³¹ Si existe una construcción inferior en una estructura de transmisión, se deben utilizar las recomendaciones mostradas previamente para configuraciones de distribución para hacer la construcción inferior segura para aves.

conectarse a tierra. En las instalaciones con postes de madera, las compañías de electricidad, particularmente en áreas con spray de sal u otro contaminante, pueden unir las bases de los aisladores de poste al conductor a tierra para prevenir incendios en el poste. Un ave perchada en el aislador puede ser electrocutada

si toca el conductor energizado y la base del aislador a tierra o el conductor de unión. Entre 1991 y 1993, más de 30 águilas reales fueron electrocutadas a lo largo de aproximadamente 32 km (20 mi) de una línea de 69 kV con esta configuración en el centro de Wyoming (PacifiCorp, datos no publ.)

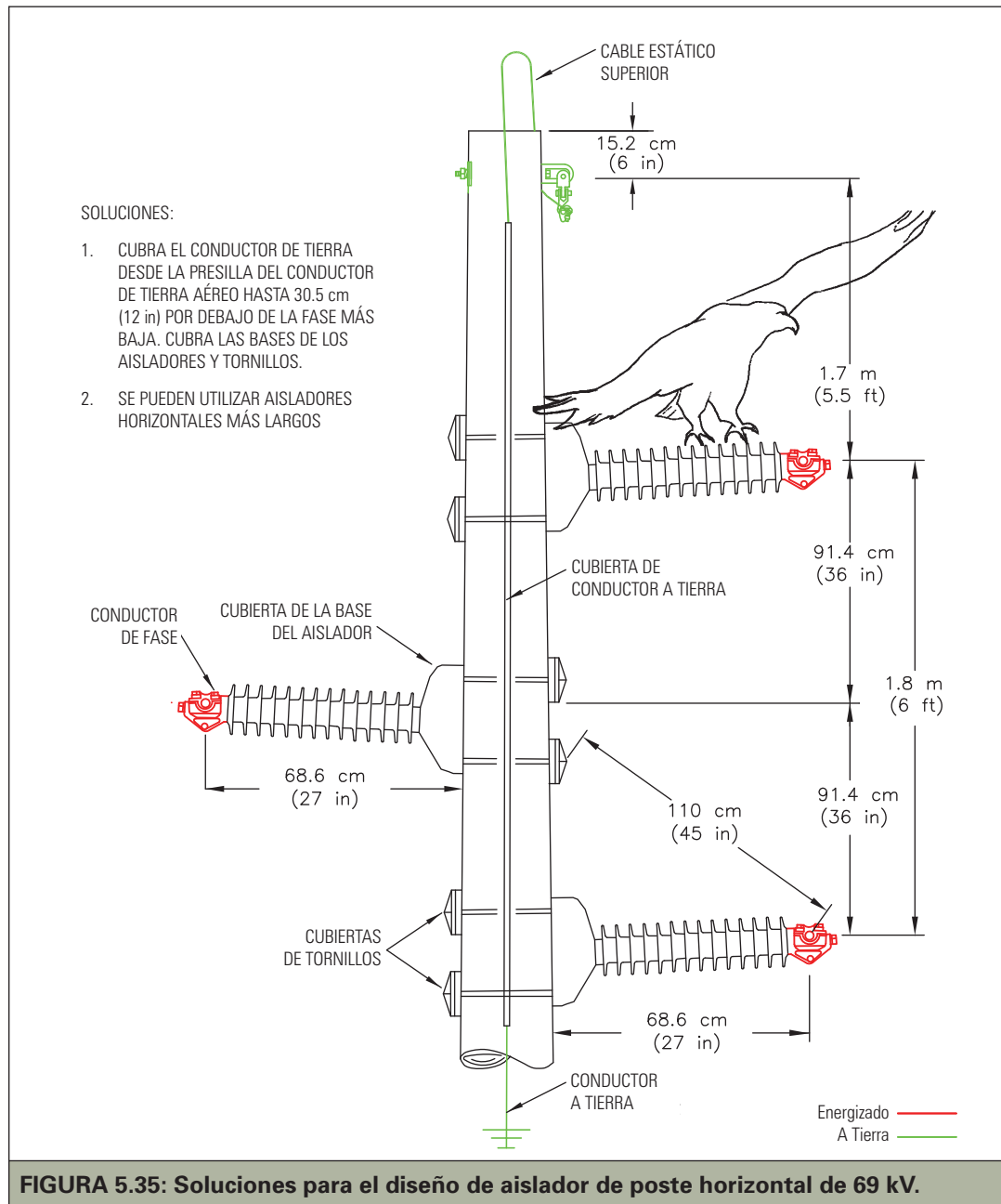
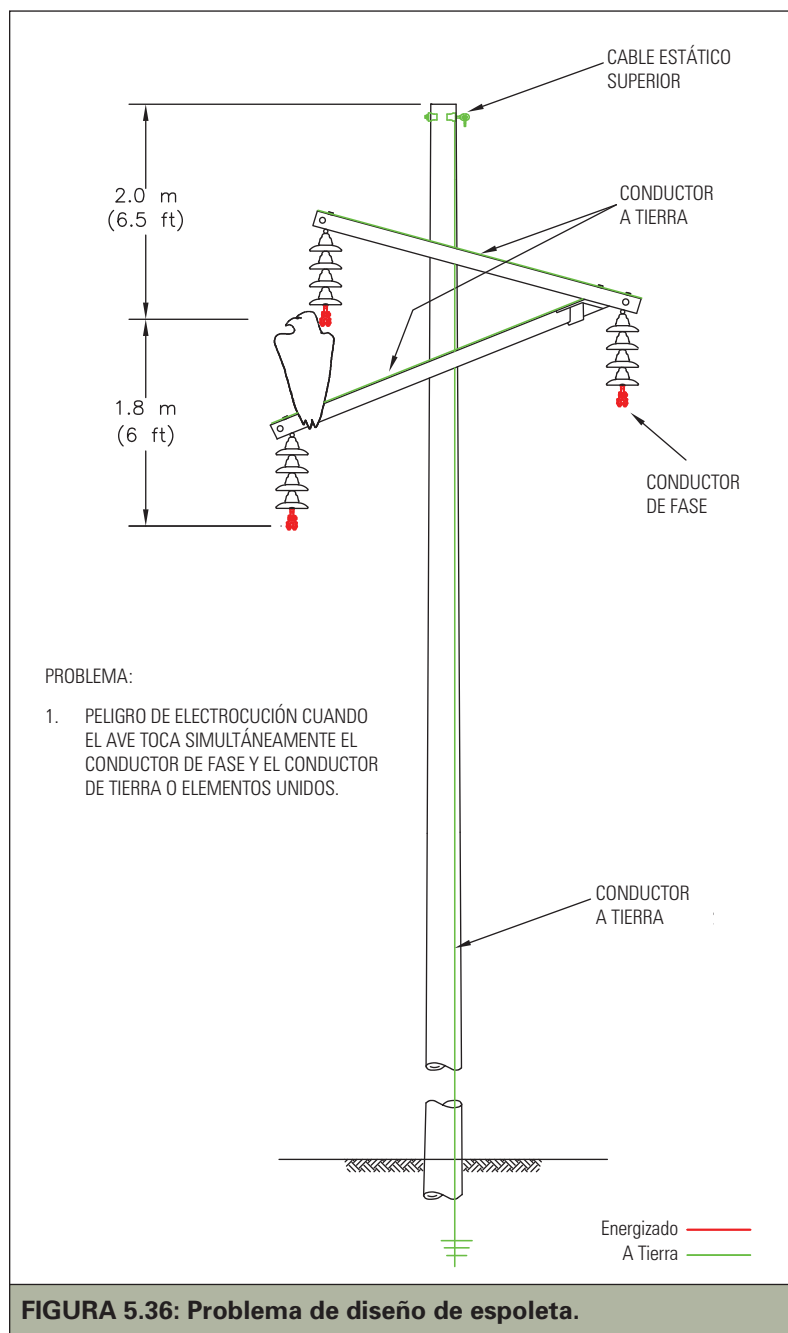


FIGURA 5.35: Soluciones para el diseño de aislador de poste horizontal de 69 kV.

Esta configuración se consideró segura para aves durante un tiempo porque se creyó que las aves percharían en la punta del poste en vez de sobre los aisladores. La edición 1996 de las *Prácticas Recomendadas* sugirió instalar desalentadores de perchado en los aisladores



para prevenir electrocuciones. Sin embargo, debido a que las aves aun podían caber entre el desalentador de perchado y el conductor, se ha sido determinado como ineficaz el uso de los desalentadores de perchado por sí solos (PacifiCorp, datos no publ.).

Las compañías de electricidad están probando diferentes opciones (Figura 5.35) para reducir el riesgo de electrocución en construcciones de postes horizontales. Estas opciones incluyen:

- Cubrir las bases del aislador y los tornillos con material protector diseñado para este propósito. Instalar un conductor aislado tierra de poste, o cubrir el conductor a tierra de poste con un material cobertor apropiado o molduras de plástico o madera. El conductor a tierra debe cubrirse al menos 30.5 cm (12 in) por debajo del conductor energizado más bajo.
- Reemplazar los aisladores de poste de 60 kV ó 69 kV por aisladores más largos (es decir, 115 o 138 kV) para proveer la separación necesaria de 150 cm (60 in). Aunque esta puede ser una opción de modificación costosa, puede ser utilizada en construcciones nuevas.

La configuración de espoleta (Figura 5.36) comúnmente se utiliza para líneas de 34 kV a 69 kV. La distancia desde la fase superior al brazo de abajo puede ser menos de 1 m (3.3 ft), lo cual representa un peligro de electrocución cuando aves grandes como las águilas o las zancudas tocan con sus cabezas el conductor energizado mientras están posadas en el conductor a tierra o en elementos unidos en la cruceta.

Para prevenir el contacto fase a tierra en el diseño de espoleta, el conductor a tierra y los elementos unidos deben cubrirse. Esto se puede lograr:

- instalando una cubierta dieléctrica en la cruceta más baja (Figura 5.37) y

- cubriendo el conductor a tierra con una moldura de plástico o madera, o un tubo de plástico. También puede usarse un cable a tierra cubierto. El conductor a tierra debe cubrirse al menos 30.5 cm (12 in) por debajo del conductor energizado más bajo.

Los elementos unidos en la cruceta más baja también deben cubrirse con un material apropiado para la protección de aves.

Para construcciones nuevas, puede utilizarse un diseño de espoleta que provee la separación

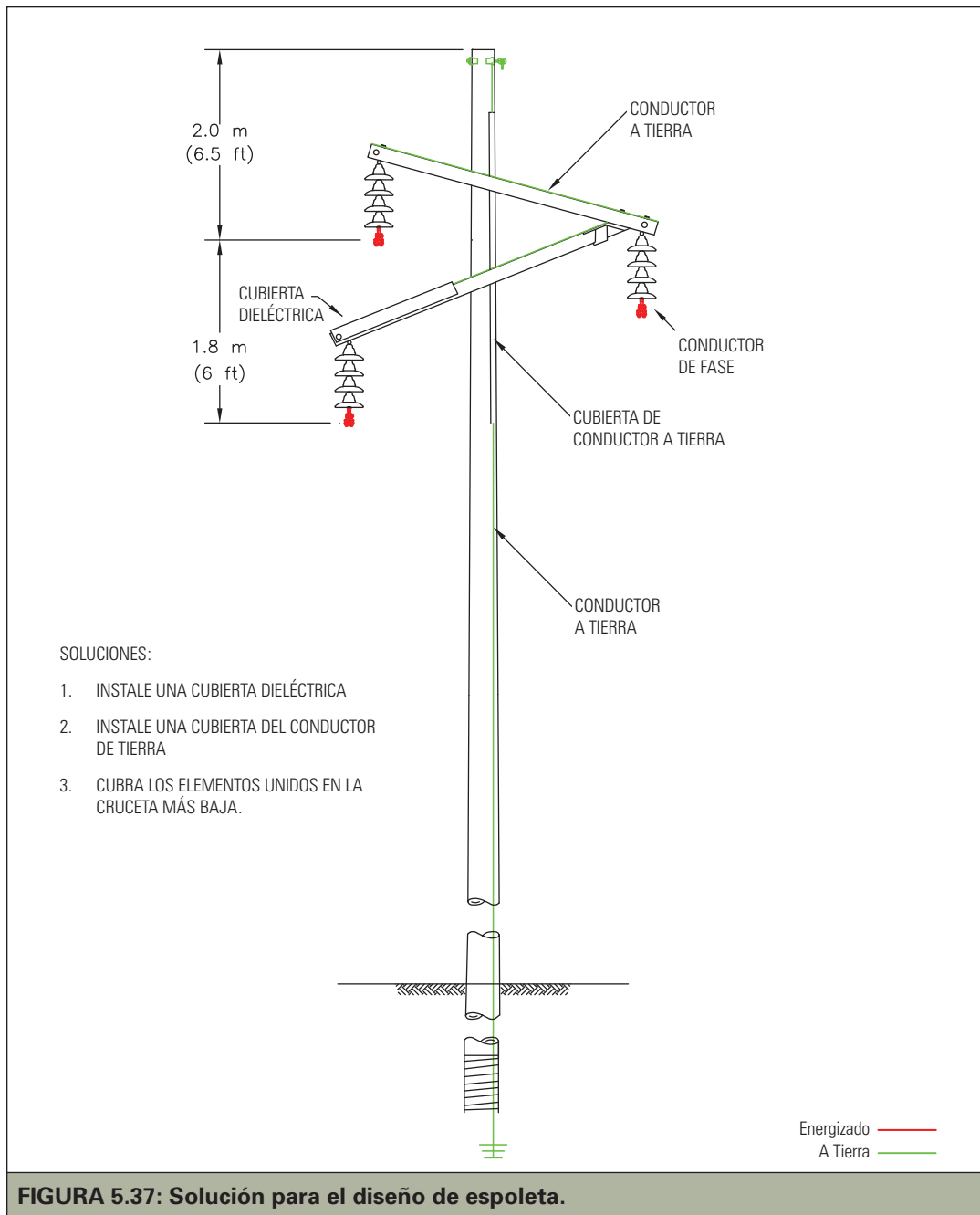


FIGURA 5.37: Solución para el diseño de espoleta.

adecuada para las aves grandes (Figura 5.38). Como alternativa a los diseños de poste horizontal o de espoleta de construcciones nuevas, también puede utilizarse una configuración de suspensión segura para aves (Figura

5.39). Esta configuración de suspensión provee una separación adecuada entre las fases y acomoda el perchado en los brazos de sostén. El soporte del conductor a tierra aéreo con alfiler de punta puede ser sustituido por un

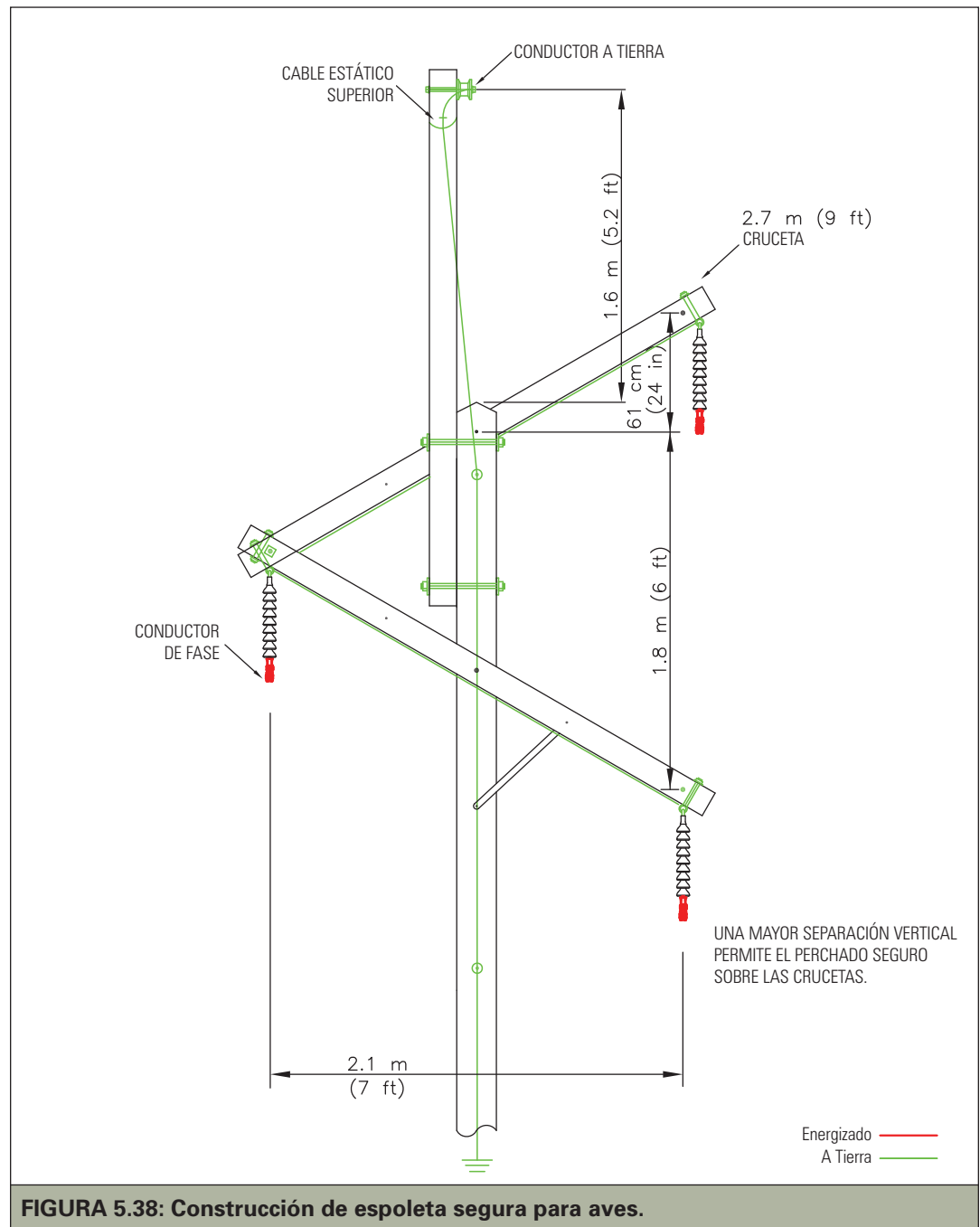


FIGURA 5.38: Construcción de espoleta segura para aves.

arreglo de suspensión lateral de manera que la punta del poste también esté disponible para perchar. Aunque esta construcción puede reducir las electrocuciones, también puede contribuir a los problemas de las heces de las aves

perchando en un brazo de sostén que defequen sobre el conductor o el aislador de abajo.

La Figura 5.40 ilustra un diseño de 69 kV con una bayoneta de acero agregada como barra pararrayos. Esta barra está conectada a

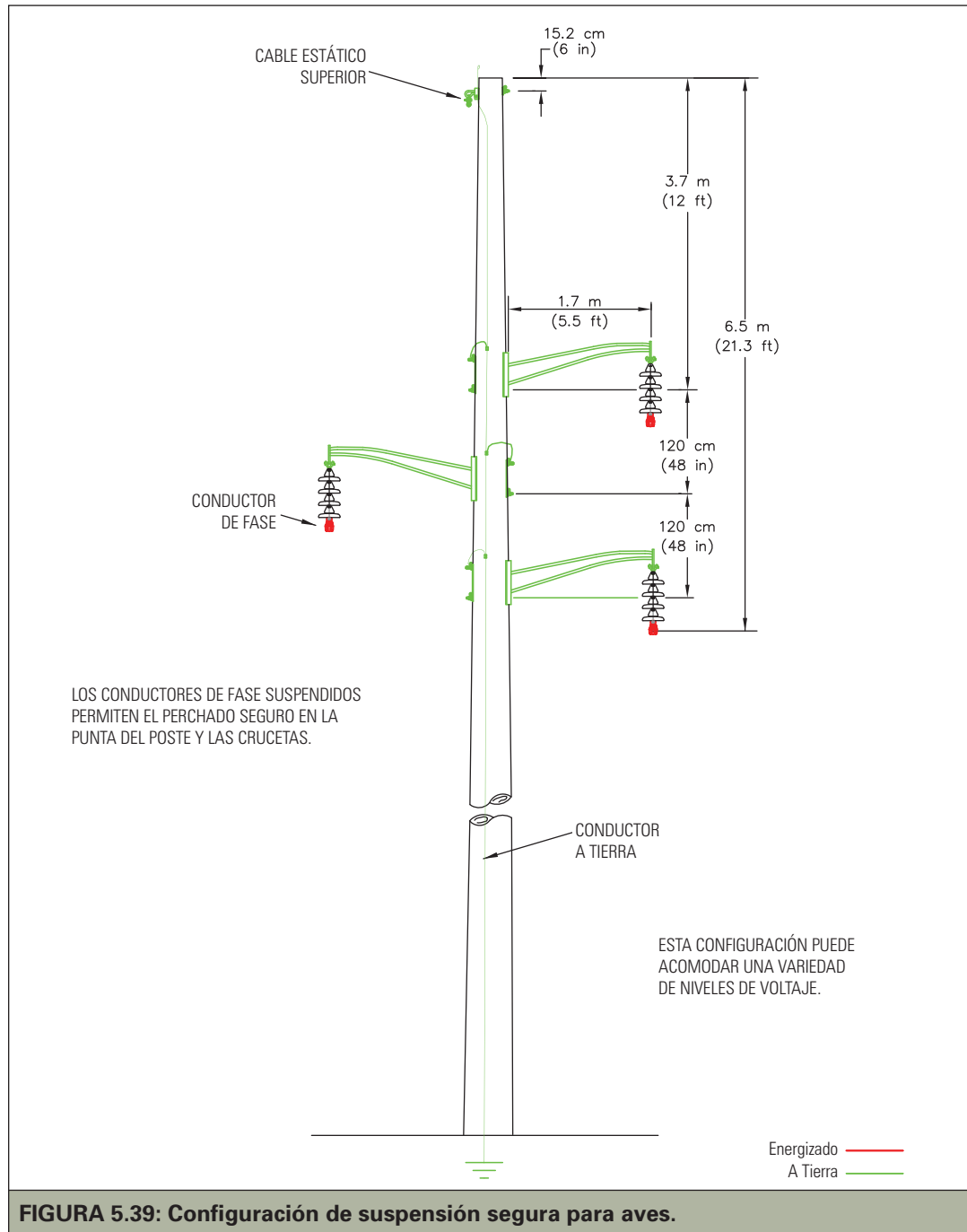
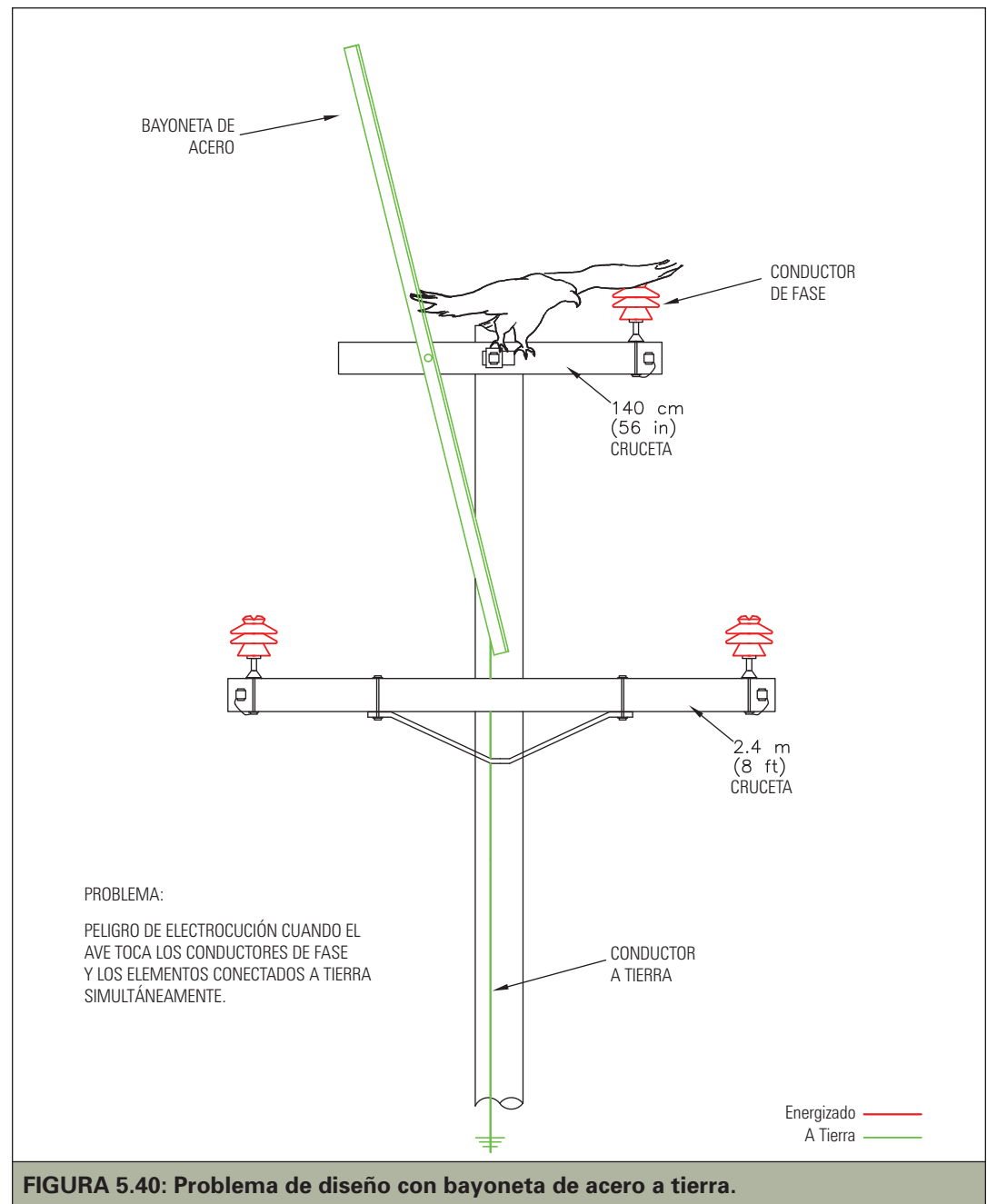
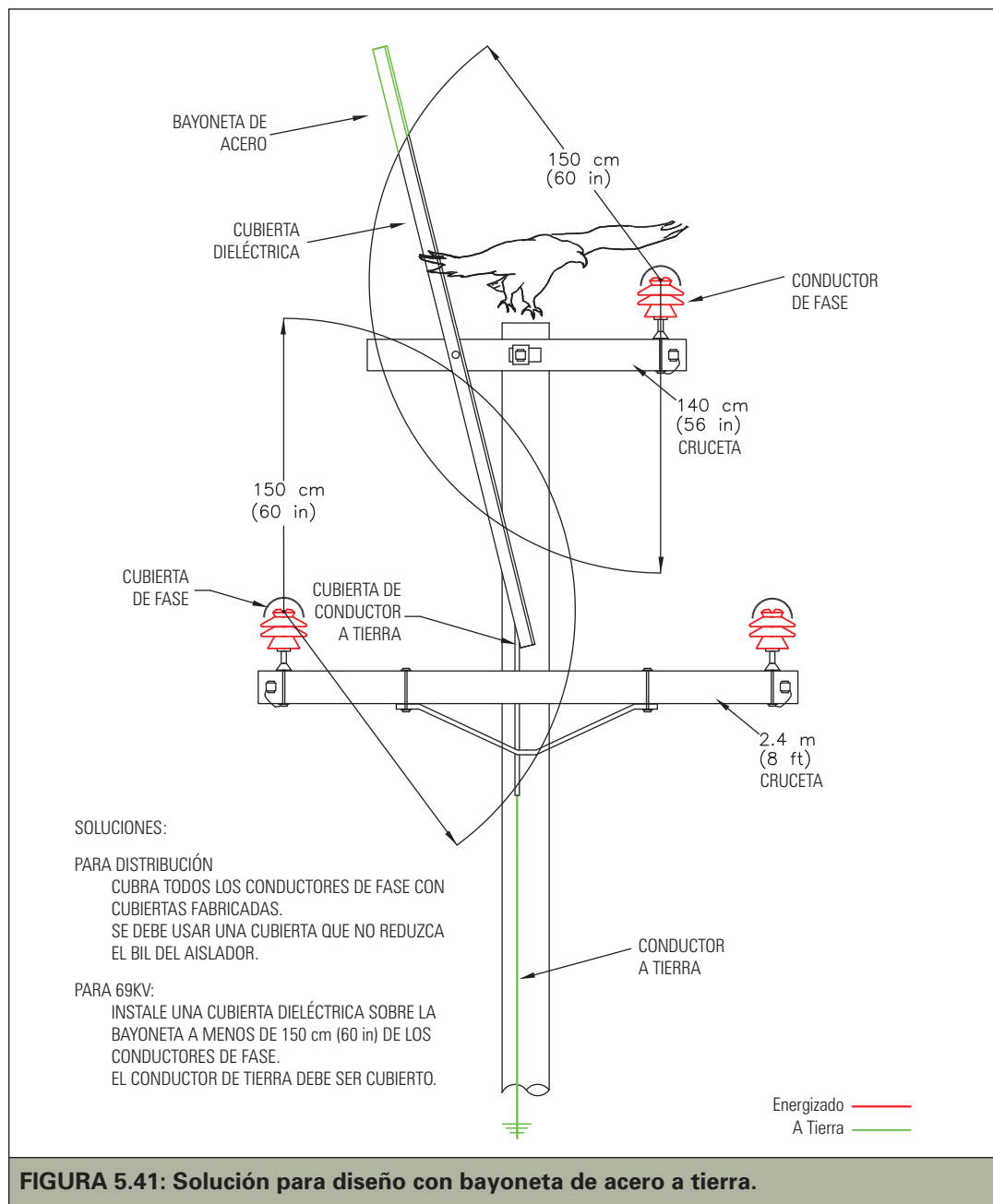


FIGURA 5.39: Configuración de suspensión segura para aves.

tierra y reduce significativamente la separación entre los elementos energizados y ella. Esta configuración puede representar un riesgo de electrocución fase a tierra para las aves que intentan aterrizar o perchar en las crucetas. En un año, 69 cadáveres de rapaces

fueron recuperados debajo de una línea con esta configuración en el sur de Idaho (Idaho Power Co., datos no publ.) Si esta configuración se utiliza para una línea de distribución, se pueden instalar cubiertas de fase en las tres fases para prevenir las electrocuciones (Figura





5.41). Si se quiere corregir una línea de transmisión con esta configuración, la bayoneta debe ser cubierta con material dieléctrico a 150 cm (60 in) de los conductores de fase. El conductor a tierra también debe cubrirse.

En la estructura de esquina que se muestra en la Figura 5.42 (Problema I), las aves grandes

pueden ser electrocutadas haciendo contacto simultáneo con los cables puente de las fases que estén descubiertos y con la estructura conectada a tierra. Una solución para este problema es instalar aisladores de poste horizontales para alejar los cables puente de fases de la tierra (Figura 5.43, Solución I).

Ha habido muertes de rapaces en los diseños de torres de transmisión de doble circuito con espacios insuficientes para percha de rapaces entre el enganche de la cruceta central conectado a tierra (también llamado miembro de tensión a tierra o fijador de viento) y la fase superior (E. Colson, Colson y Associates, com. pers. en APLIC 1996) (Figura 5.42,

Problema 2). Las electrocuciones en esta configuración pueden ser remediadas cubriendo los miembros de tensión conectados a tierra con material dieléctrico (Figura 5.43, Solución 2). También es posible reemplazar el miembro de tensión con un material no conductor que cumpla con los requerimientos estructurales (p. ej., fibra de vidrio).

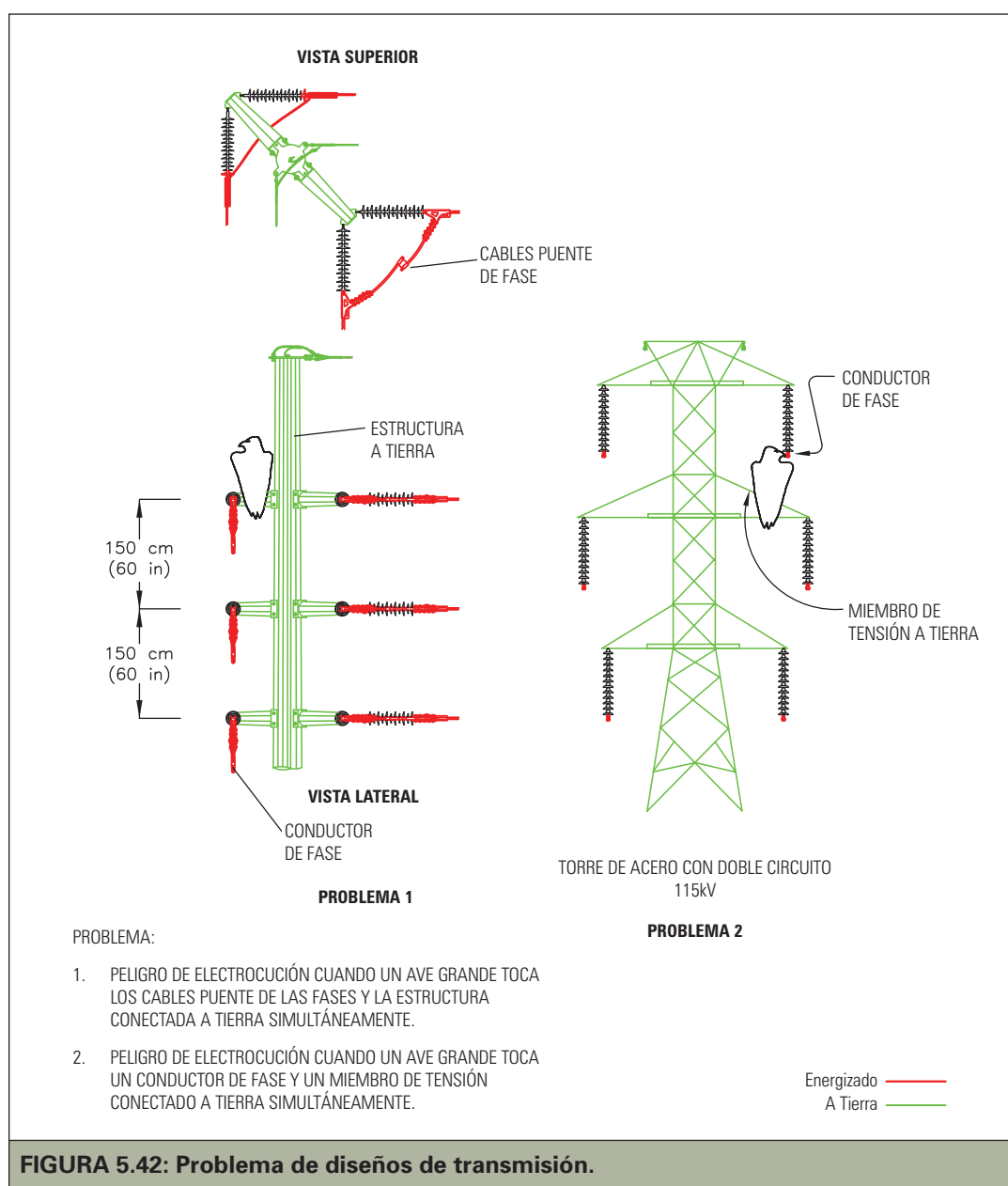
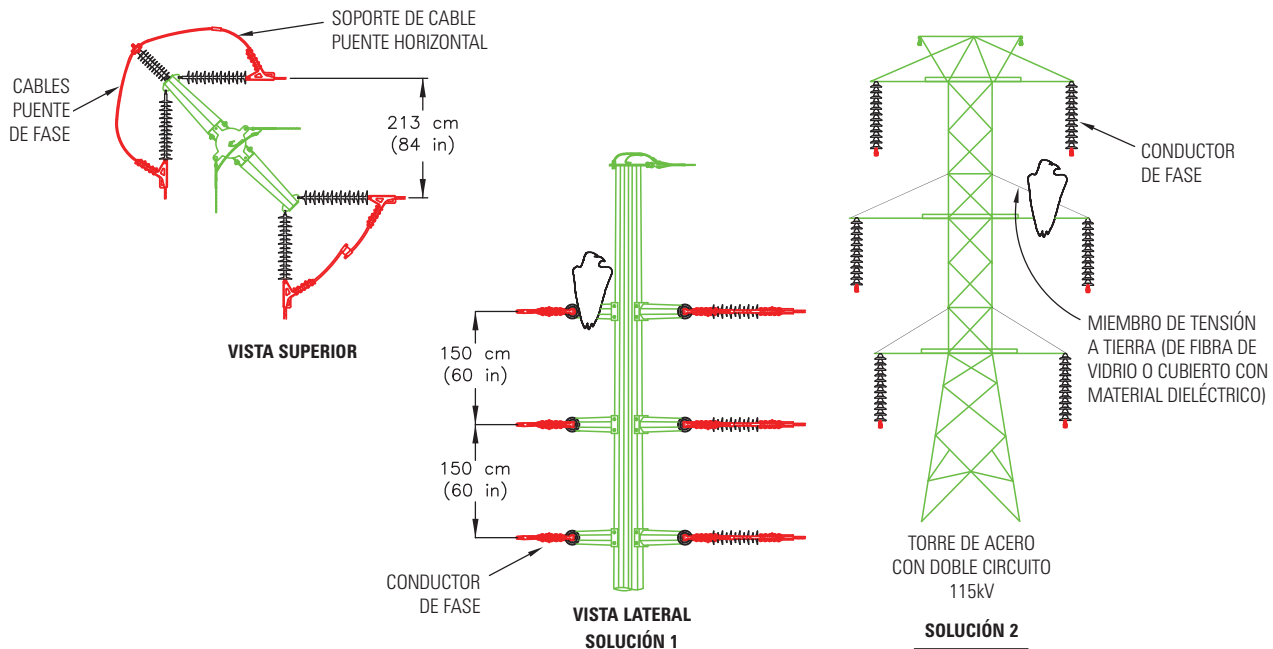


FIGURA 5.42: Problema de diseños de transmisión.

Las líneas de transmisión pueden producir arcos, cuando la corriente salta en arco desde un conductor a un ave en la estructura. Aunque la separación entre conductores en líneas de alto voltaje es suficiente para evitar esto, puede ocurrir en las líneas de transmisión de voltajes mas bajos y espaciamentos mas pequeños. Para prevenir los arcos inducidos por aves en líneas de transmisión con espaciamentos mas pequeños, la separación entre conductores debe aumentar de los 152 cm (60 in) en incrementos de 0.5 cm (0.2 in) por cada kV arriba de los 60 kV (ver Tabla 5.3).

TABLA 5.3: Separación recomendada para conductores de líneas de transmisión eléctricas >60 kV.

kV	Espaciamiento Horizontal	Espaciamiento Vertical
69 kV	157 cm (62 in)	106 cm (42 in)
115 kV	180 cm (71 in)	130 cm (51 in)
138 kV	192 cm (76 in)	141 cm (56 in)



SOLUCIONES:

1. INSTALE UN SOPORTE HORIZONTAL PARA CABLE PUENTE PARA INCREMENTAR LA SEPARACIÓN ENTRE LA FASE Y LA ESTRUCTURA CONECTADA A TIERRA
2. REEMPLACE LOS MIEMBROS DE TENSIÓN POR FIBRA DE VIDRIO O MATERIALES NO CONDUCTORES, O CUBRA LOS MIEMBROS DE TENSIÓN CON MATERIAL DIÉLECTRICO

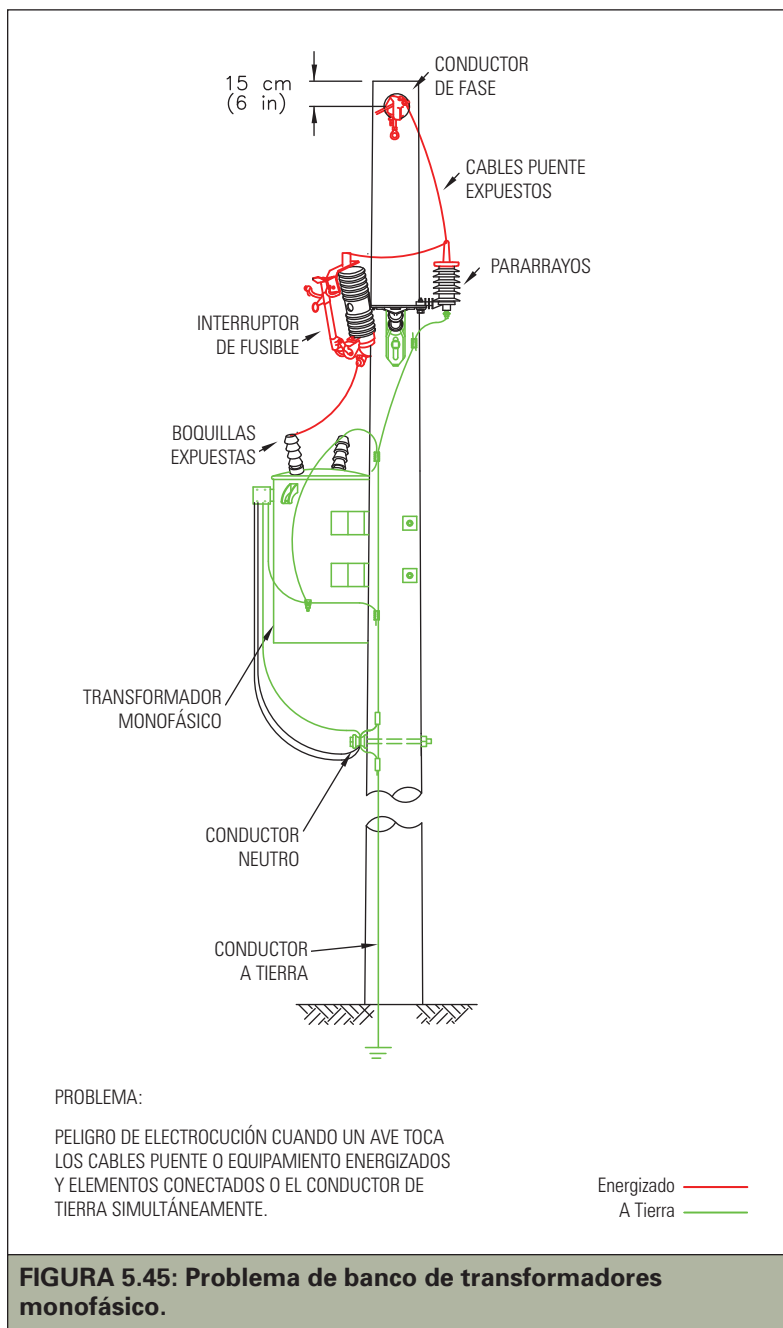
Energizado ————
A Tierra ————

FIGURA 5.43: Soluciones para diseños de transmisión.

Los postes de equipo son postes que tienen transformadores, bancos de capacitores, conectores, reguladores, interruptores de conexión, interruptores automáticos, protectores o transiciones de aéreo a subterráneo (frecuentemente llamados postes elevadores). Los postes de equipo presentan mas riesgos de

Si una línea se localiza en un área de gran actividad de descargas eléctricas, algunas compañías de electricidad pueden instalar un cable estático aéreo (a tierra), lo que requiere la instalación de un conductor a tierra hasta la punta de algunas o todas las estructuras. Para garantizar la seguridad del personal de líneas y del





público en general, el NESC demanda que todo el equipo eléctrico como transformadores, interruptores, protectores contra rayos, etc., también tiene que estar conectado a tierra. Esta conexión a tierra usualmente reduce la separación entre las partes del sistema energizadas y las conectadas a tierra.

En un estudio de electrocuciones de rapaces de 58 compañías de electricidad en el oeste de Estados Unidos entre 1986 y 1996, más de la mitad de las electrocuciones se asoció con transformadores (Harness y Wilson 2001). El cincuenta y tres por ciento de las electrocuciones confirmadas ($n=421$) se asociaron con transformadores, sin embargo sólo un cuarto de los postes en estas áreas tenían transformadores. Los bancos de transformadores monofásicos o trifásicos fueron asociados con el 41% de las muertes de águilas ($n=748$), el 59% de las muertes de aguilillas ($n=278$) y el 52% de las muertes de búhos ($n=344$). En Utah y Wyoming, los postes con equipo expuesto representaron sólo el 32% de todas las estructuras estudiadas ($n=74,020$), sin embargo el 53% de los postes asociados a muertes ($n=457$) tenía equipo expuesto (Liguori y Burruss 2003). En particular, los transformadores estuvieron presentes en el 16% de las estructuras estudiadas, sin embargo estaban en el 36% de los postes asociados con muertes. Las aves pequeñas (incluyendo estorninos, urracas y aves canoras), cuervos y búhos, fueron electrocutadas más frecuentemente en postes con transformadores u otro equipo que en postes sin equipo.

Las compañías de electricidad deben asegurarse de estudiar el riesgo de electrocución de todo poste cuando modifican o diseñan postes con equipo. El riesgo de electrocución en postes con equipo modificados o nuevos se puede reducir usando una variedad de materiales de recubrimiento incluyendo conductores recubiertos, molduras, cables puente recubiertos, cubiertas de protectores, cubiertas de boquillas, cubiertas de interruptor cortacircuitos, cubiertas de fase y otras cubiertas para prevenir que las aves hagan contacto simultáneo entre los conductores o elementos conectados a tierra y los energizados (Figuras 5.46, 5.47). Ver la discusión sobre materiales de recubrimiento en la sección de *Precauciones* (abajo). Cuando se instalan pararrayos en una cruceta de madera en combinación con interruptores automáticos

de fusible, el cable a tierra del pararrayos normalmente se une bajo el brazo conectando la base de los pararrayos a tierra sin enlace ni contacto con los fijadores del pararrayo.

No se recomienda el uso de desalentadores de perchado solos sobre o cerca de los postes

con equipo, ya que los desalentadores de perchado pueden disuadir a las aves de aterrizar en la cruceta, dejando los brazos con equipo o transformadores como perchas alternativas. Sin embargo, los desalentadores de perchado pueden usarse si se proporciona una percha

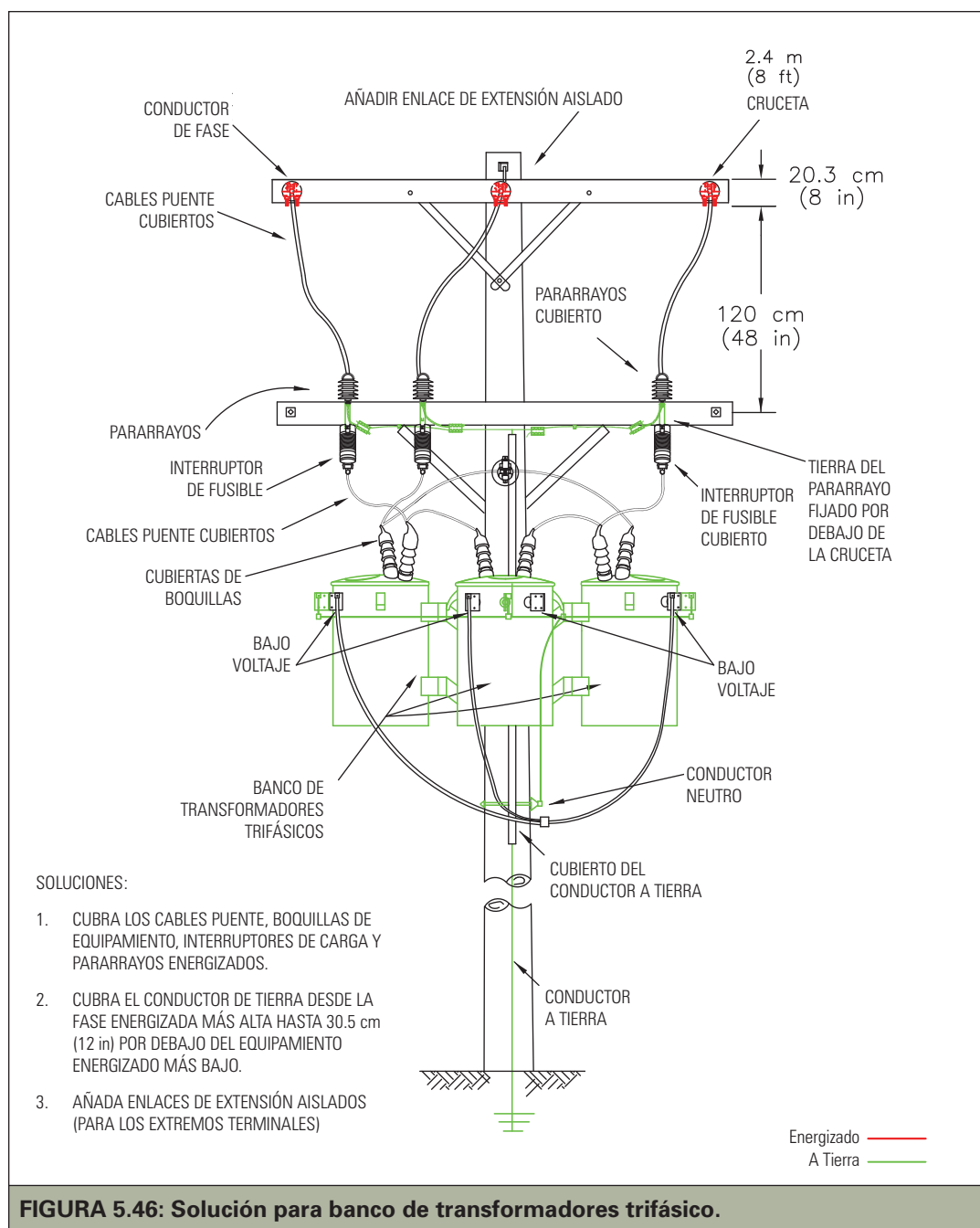
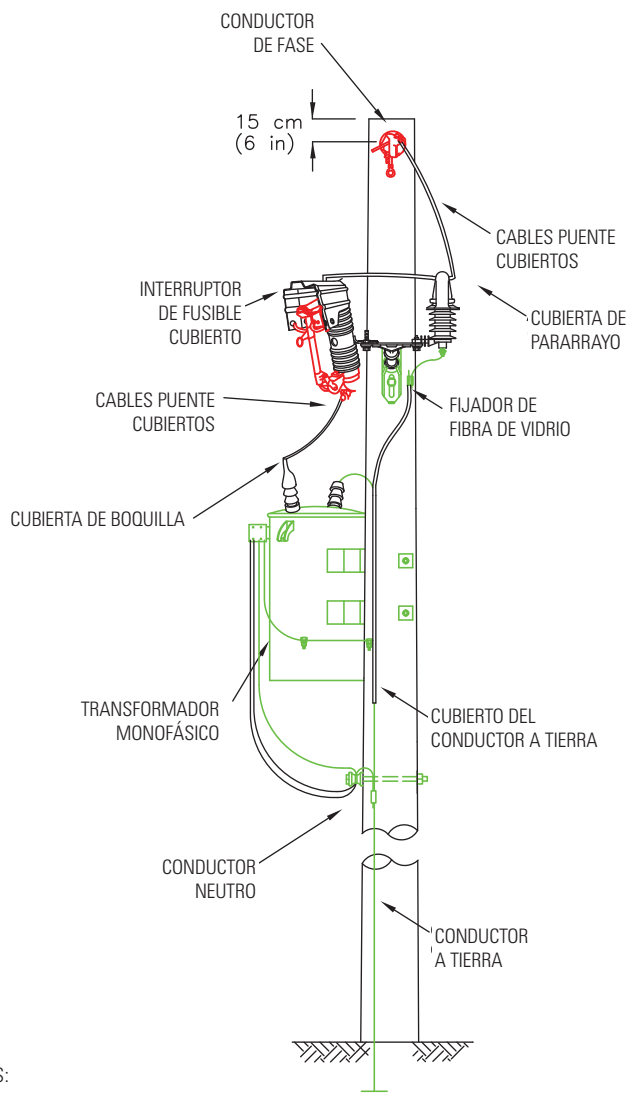


FIGURA 5.46: Solución para banco de transformadores trifásico.



SOLUCIONES:

1. CUBRA LOS CABLES PUENTE, BOQUILLAS DE EQUIPAMIENTO, INTERRUPTORES DE CARGA Y PARARRAYOS ENERGIZADOS.
2. CUBRA EL CONDUCTOR DE TIERRA DESDE LA FASE ENERGIZADA MÁS ALTA HASTA 30.5 cm (12 in) POR DEBAJO DEL EQUIPAMIENTO ENERGIZADO MÁS BAJO.
3. SE MUESTRA UN FIJADOR DE FIBRA DE VIDRIO PERO SE PUEDEN UTILIZAR OTROS FIJADORES (DE MADERA O ACERO) SI NO HAY RIESGO DE CONTACTO ENTRE FASE Y TIERRA PARA LAS AVES. EL ENLACE Y LA CONEXIÓN A TIERRA DEL FIJADOR VARÍA CON LA COMPAÑÍA ELÉCTRICA.

Energizado ———
A Tierra ———

FIGURA 5.47: Solución para banco de transformadores monofásico.

alternativa y se cubre el equipo expuesto con dispositivos apropiados para la protección de aves.

PRECAUCIONES

Cuando una compañía de electricidad utiliza productos de recubrimiento en equipo, debe tomar en cuenta varios puntos importantes. Primero, estos productos tienen por objetivo sólo la protección de la vida silvestre y **no la protección de humanos**. Segundo, actualmente no existen protocolos estandarizados para probar estos productos (ver [página 59](#) para mayor información sobre las pruebas). Se recomienda a las compañías de electricidad evaluar los productos que seleccionen en cuanto a durabilidad, efectividad, facilidad de instalación, etc. Finalmente, los productos para la protección de la vida silvestre pueden ser ineficaces o pudieran causar problemas si se instalan de manera incorrecta. Las cubiertas de boquillas y protectores deben ajustarse entre la primera y segunda camisa de la boquilla o el protector. De igual manera, las cubiertas de fase deben asentarse sobre la camisa superior del aislador y no extenderse a la cruzeta. Si las cubiertas se empujan demasiado abajo, pueden causar cortos, interrupciones eléctricas o incendios. Las cubiertas de los cortacircuitos también deben evaluarse para asegurar que no interferirán la operación de los cortacircuitos o el uso de la herramienta de corte de carga. Los recubrimientos de cables puente deben cubrir todo el cable puente, debido a que los tramos expuestos pueden representar un riesgo de electrocución. Ver el sitio Web de APLIC (www.aplic.org) para una lista actualizada de fabricantes de productos para la protección de aves.

INTERRUPTORES

Se utilizan muchos tipos de interruptores para aislar circuitos o redireccionar la corriente para la operación y mantenimiento de un sistema de distribución. Se muestran varios ejemplos en las Figuras 5.48, 5.49 y 5.50. Puede ser

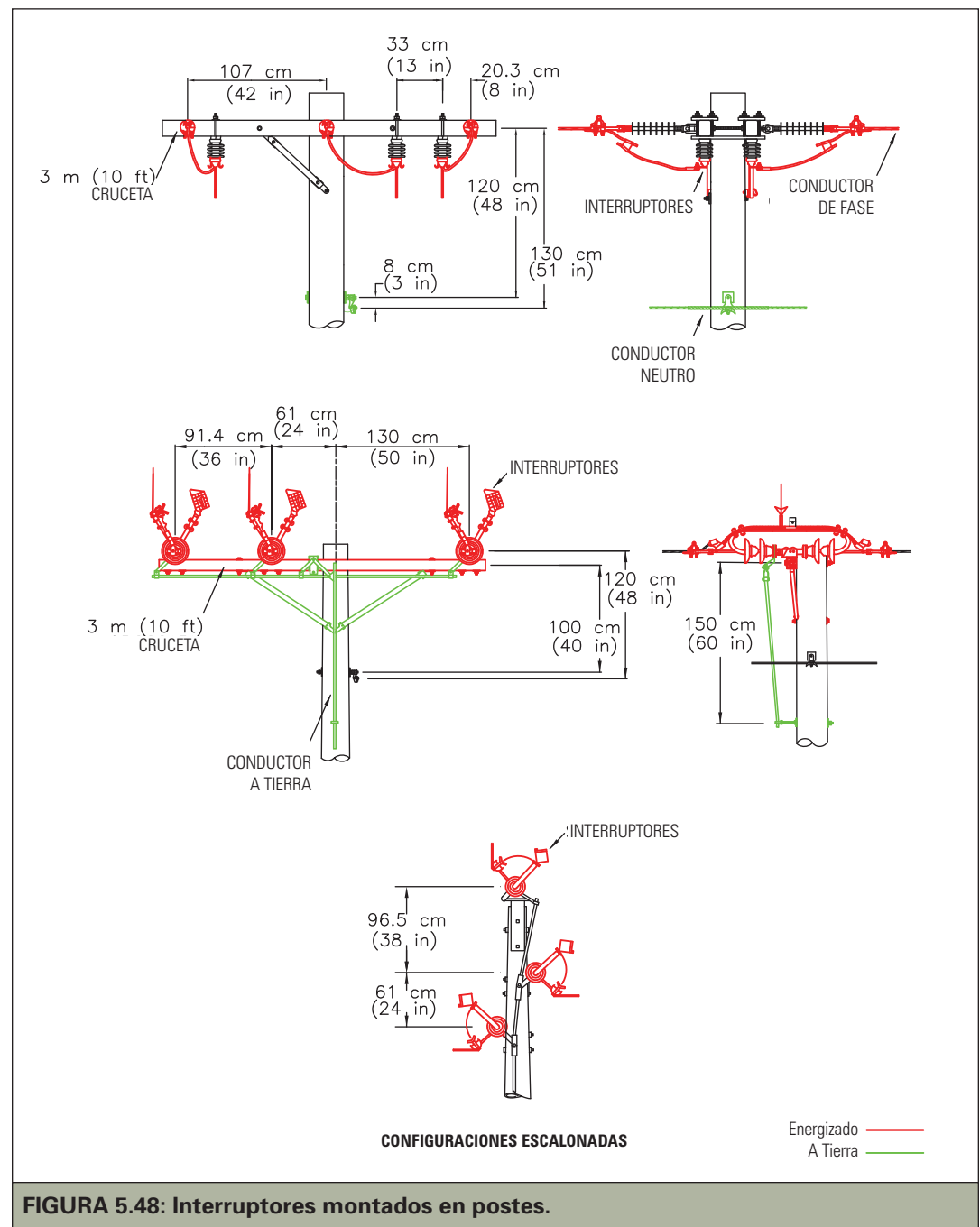


FIGURA 5.48: Interruptores montados en postes.

difícil mitigar las electrocuciones en estos postes debido a la proximidad de los interruptores. Se pueden proveer sitios de perchado seguros para las aves en postes adyacentes o hacer postes de interruptores menos peligrosos

para las aves. Tratamos de disuadir de la instalación de postes de interruptores sin protección en áreas utilizadas por rapaces debido al riesgo de electrocución y a la dificultad para lograr que estos postes sean seguros para aves. Donde

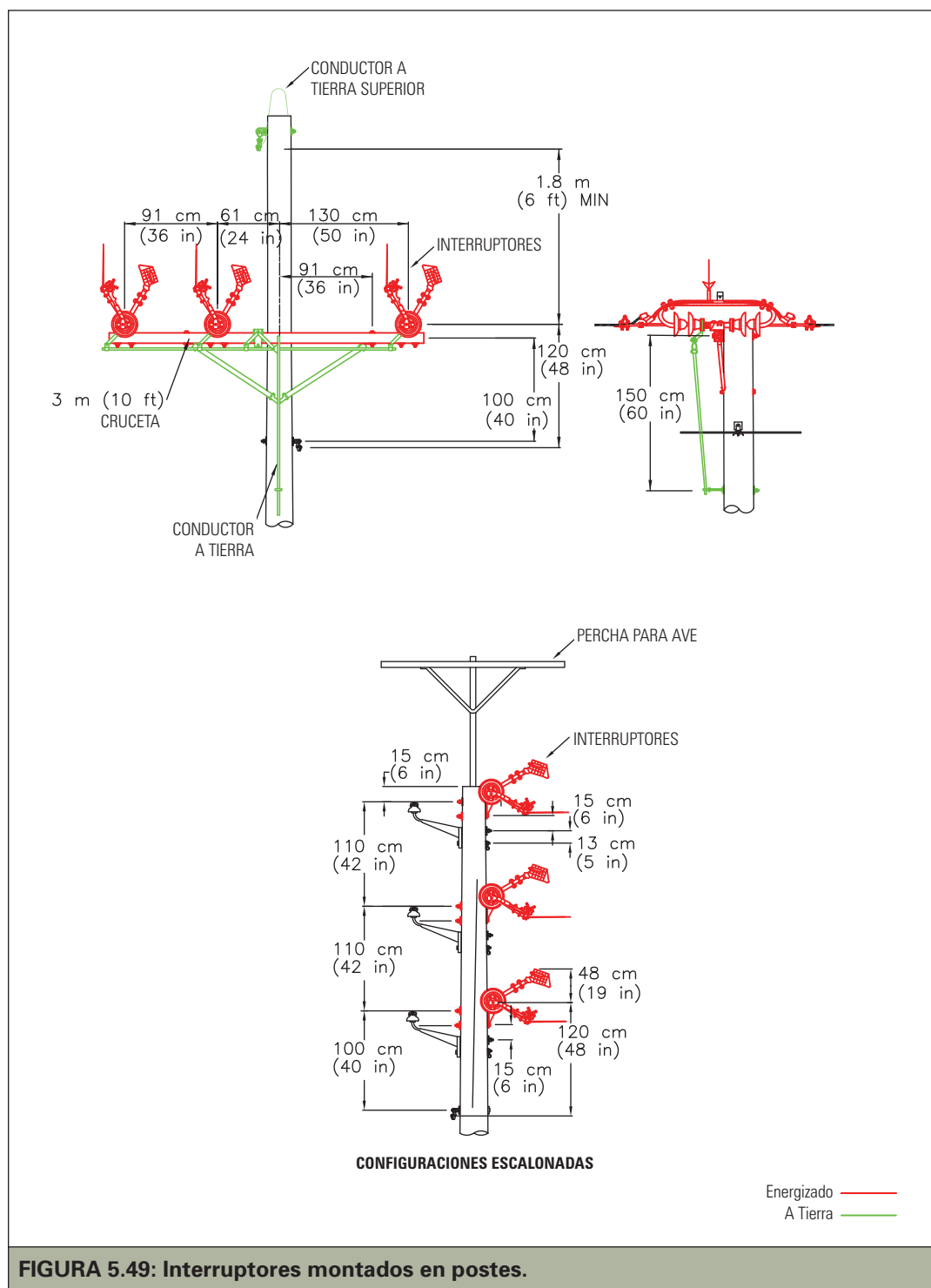
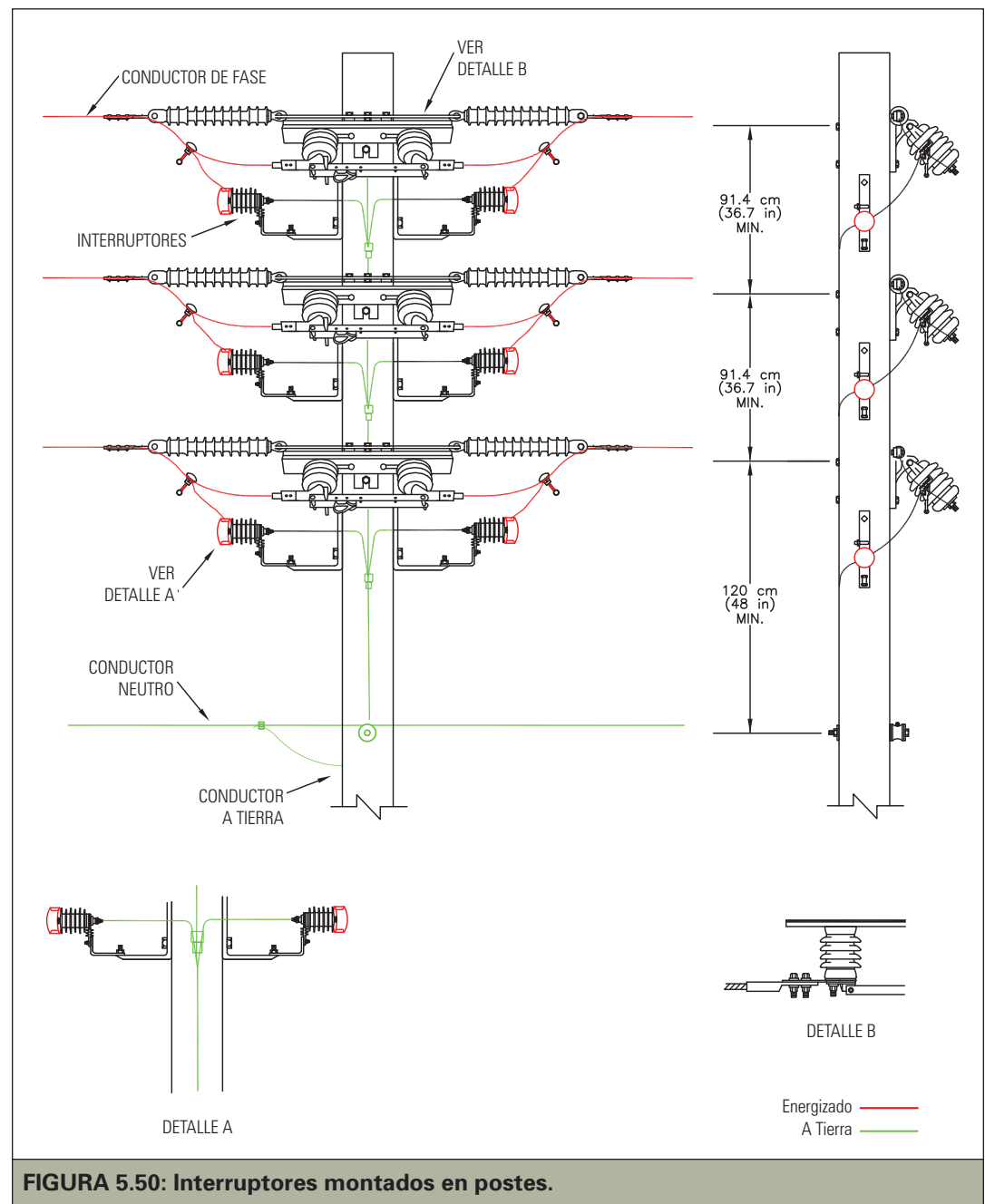


FIGURA 5.49: Interruptores montados en postes.



se instalen interruptores, se puede lograr un sitio de perchado más seguro con configuraciones de interruptores verticales escalonados o con una percha alternativa sobre el interruptor superior (ver Figura 5.49). La separación es fundamental para lograr que estas estructuras

sean más seguras para las aves. Deben utilizarse recubrimientos diseñados para este propósito en todos los componentes energizados en que sea posible. La utilización de brazos de fibra de vidrio para los interruptores también puede ayudar a reducir las electrocuciones.

DISEÑO Y MODIFICACIÓN DE SUBESTACIONES

Las subestaciones son puntos de transición en el sistema de transmisión y distribución. Mientras que las electrocuciones de rapaces en las subestaciones son poco comunes, las aves más pequeñas como las aves canoras y los córvidos pueden posarse, pernoctar o anidar en las subestaciones, causando riesgos de electrocución e interrupciones eléctricas. Muchas especies de aves han causado interrupciones eléctricas en subestaciones, incluyendo el búho cornudo (*Bubo virginianus*), el cernícalo americano, la urraca de pico negro (*Pica hudsonia*), el estornino pinto (*Sturnus vulgaris*), el águila real y la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) (PacifiCorp, datos no publ.; Florida Power and Light, datos no publ.). En un período de 18 meses, se documentaron 18 interrupciones eléctricas causadas por aves en subestaciones de seis estados del oeste, las cuales afectaron a

más de 50,000 clientes (PacifiCorp, datos no publ.).

Con el transcurso de los años se han utilizado numerosas técnicas para prevenir los contactos de aves y animales en las subestaciones. Tales técnicas incluyen modificación del hábitat, barreras físicas, desalentadores pirotécnicos, odoríferos, visuales y sonoros, así como la remoción de animales. Muchas de estas prácticas han tenido un éxito limitado o tienen un costo prohibitivo o son imprácticas. El método más efectivo para prevenir el contacto de las aves en las subestaciones incluye las prácticas usadas para las estructuras de transmisión y distribución: aislar eléctrica y físicamente (ver [página 59](#)). Para las subestaciones nuevas, una combinación de montaje y recubrimiento puede prevenir los contactos de las aves y otros animales. Para hacer seguras para aves las subestaciones existentes, pueden instalarse materiales de recubrimiento diseñados para este propósito.

RESUMEN

Las estructuras de las líneas eléctricas pueden presentar peligros de electrocución para las aves cuando existe una separación menor que la adecuada entre los conductores energizados o entre los conductores y elementos energizados y los conectados a tierra. Este documento recomienda una separación de 150 cm (60 in) para las águilas. Se pueden utilizar otras separaciones de acuerdo con las especies afectadas. Se pueden lograr instalaciones seguras para aves mediante una o más de estas medidas:

- incrementar las separaciones para lograr la separación adecuada para las especies involucradas

- cubrir partes energizadas y cubrir partes conectadas a tierra con materiales apropiados para proveer protección a las aves en contactos accidentales
- aplicar técnicas de manejo de perchas.

Un Plan de Protección para Aves de una compañía de electricidad (ver [Capítulo 7](#)) debe identificar los diseños de construcciones nuevas, opciones de modificación, dispositivos de protección para aves aprobados, técnicas apropiadas de instalación y otros procedimientos relacionados con la protección de aves.



CAPÍTULO 6

El Uso de Estructuras de Líneas Eléctricas para Posarse, Pernoctar y Anidar

EN ESTE CAPÍTULO

- El Uso de las Líneas Eléctricas por las Aves
- Manejo de Nidos
- Problemas de Confiabilidad

Este capítulo examina como las aves utilizan las estructuras de las líneas eléctricas. Considera las ventajas y desventajas que los equipos eléctricos presentan para las aves, así como los efectos de las aves en la confiabilidad de la red eléctrica.

Para algunas especies de aves las estructuras de las líneas eléctricas proveen substratos para posarse, pernoctar y anidar. Esto es especialmente cierto para las rapaces que habitan áreas abiertas donde los substratos naturales están limitados. El manejo de nidos, incluyendo a las plataformas instaladas sobre o cerca de las estructuras eléctricas, puede proveer sitios de anidación

para varias especies protegidas y a la vez minimizar los riesgos de electrocución, daños al equipo, o interrupciones eléctricas. El manejo de nidos también puede incluir el control de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*), una especie sudamericana introducida, la cual construye nidos comunales grandes, a menudo sobre estructuras de líneas eléctricas, causando problemas importantes de confiabilidad.

EL USO DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS POR LAS AVES

LAS RAPACES Perchado

Las estructuras de las líneas eléctricas en áreas relativamente despobladas de árboles se han constituido en millones de kilómetros de un hábitat apropiado para que las rapaces cacen desde una percha (Olendoff *et al.* 1980). Los postes eléctricos ofrecen a las rapaces una vista muy amplia del terreno circundante mientras buscan discretamente una presa debajo (ver Figura 4.9). La caza desde una percha también permite a las rapaces conservar

energía al minimizar la actividad de vuelo (Figura 6.1). Las águilas pescadoras (*Pandion haliaetus*) cazan perchadas desde postes de electricidad situados cerca de humedales sin árboles u otros cuerpos de agua.

Hay una asociación importante entre la actividad de las rapaces y los derechos de vía de las compañías de electricidad (Williams and Colson 1989). Después de la construcción en Colorado en 1974 de una línea de transmisión de 230 kV, la densidad de rapaces cerca de la línea se incrementó de 4 a 13 rapaces por

kilómetro cuadrado (km^2) (de 10 a 34 por milla cuadrada [mi^2]) a entre 21 y 32 rapaces/ km^2 (entre 54 y 83/ mi^2) (Stahlecker 1978).

Aunque las torres de transmisión representaban sólo el 1.5% de las perchas disponibles en el área, durante los estudios el 81% de las rapaces observadas las utilizaban como perchas. Los aguilillas árticas (*Buteo lagopus*), las águilas reales (*Aquila chrysaetos*) y los halcones mexicanos (*Falco mexicanus*) utilizaron las torres más que cualquier otra percha disponible (e.g., postes de distribución, postes de cercas, árboles, molinos de viento, etc.). Craig (1978) notó que casi el 78% de todas las rapaces posadas a lo largo de una ruta de estudio de 18 km (116 mi) en Idaho utilizaron postes eléctricos o cables. Durante un estudio de tres años en el sur de New Mexico, Kimsey y Conley (1988) encontraron que los terrenos abiertos atravesados por torres de transmisión eran más usados por las rapaces que las áreas similares sin torres. En Wyoming, las águilas reales y otras rapaces se posaban en postes de distribución durante el invierno para explotar una fuente de comida local abundante (Harness y Garrett 1999).

Pernoctación

Las rapaces también utilizan las estructuras de líneas eléctricas para pernoctar. Estos dormitorios pueden ser seleccionados por su protección contra depredadores y el clima inclemente, o por su proximidad a las fuentes de alimento. Las rapaces que anidan en las estructuras de las compañías de electricidad muchas veces también usan estos nidos como dormitorios. Pueden pernoctar solas (e.g., águilas pescadoras, aguilillas), o en grupo (e.g., aguilillas rojinegras [*Parabuteo unicinctus*] o las águilas de



FIGURA 6.1: Halcón peregrino con presa en un poste de distribución.

© SHERRY AND JERRY LIGUORI

cabeza blanca invernantes [*Haliaeetus leucocephalus*]). Las aves pueden cubrir la distancia entre fases o fase a tierra cuando están posadas una al lado de la otra, lo cual incrementa el riesgo de electrocución y de interrupciones eléctricas. También los excrementos de muchas aves pueden crear riesgos de interrupciones eléctricas al contaminar el equipo.

Craig y Craig (1984) encontraron que las águilas reales invernando en Idaho a menudo pernoctaban en grupo sobre varios tipos de estructuras de las líneas eléctricas. Estas estructuras permitían a las águilas explotar poblaciones locales de liebres y les proporcionaban abrigo del clima adverso. Las águilas y las aguilillas pueden usar las partes más bajas de las torres de transmisión, las cuales proporcionan cierto grado de cobertura al pernoctar en áreas áridas (Smith 1985). En España, las subestaciones de transmisión sirven como sitios de descanso para congregaciones de cernícalos primilla (*Falco naumanni*). Estos sitios pueden jugar un papel importante en la conservación de estas especies que sus números disminuyen (Arevalo et al. 2004).

Anidación

La observación casual testifica, y muchos estudios han documentado, que las rapaces anidan en las estructuras de distribución y transmisión (ver Tabla 6.1). Aunque la mayoría de las especies que anidan en las estructuras de las líneas eléctricas habitan áreas abiertas y áridas,

TABLA 6.1: 1 Reportes de especies de rapaces anidando en estructuras de transmisión (T), postes de distribución (D), y subestaciones (S).*

Especies	Referencia
Águila perdicera (<i>Hieraaetus fasciatus</i>)	Tarboton and Allan 1984 (T); Allan 1988 (T)
Cernícalo americano (<i>Falco sparverius</i>)	Illinois Power Company 1972 (T); Blue 1996 (P); Georgia Power Company, datos no publ. (T)
Halcón aplomado (<i>Falco femoralis</i>)	The Peregrine Fund 1995 (T); D. Bouchard, com. pers. (T)
Águila de cabeza blanca (<i>Haliaeetus leucocephalus</i>)	Keran 1986 (T); Bohm 1988 (T); Hanson 1988 (T); Marion et al. 1992 (T); J. Swan, com. pers. (T)
Águila culebrera (<i>Circaetus gallicus</i>)	Brown and Lawson 1989 (T)
Águila cafre (<i>Aquila verreauxii</i>)	Boshoff and Fabricus 1986 (T); Ledger et al. 1987 (T); Jenkins et al. 2005 (T)
Culebrera sombría (<i>Circaetus cinereus</i>)	Brown and Lawson 1989 (T)
Carancho Norteño (<i>Caracara cheriway</i>)	J. Lindsay, com. pers. (S)
Cernícalo Comú (<i>Falco tinnunculus</i>)	Boshoff et al. 1983 (T)
Águililla real (<i>Buteo regalis</i>)	Nelson and Nelson 1976 (T); Gilbertson 1982 (T); Gilmer and Stewart 1983 (T); Gaines 1985 (T); Bridges and McConnon 1987 (T); Electric Power Research Institute 1988 (T); Fitzner and Newell 1989 (T); Steenhof et al. 1993 (T); Olendorff 1993a (T); Bechard and Schmutz 1995 (P); Blue 1996 (T); Erickson et al. 2004 (T)
Águila real (<i>Aquila chrysaetos</i>)	Anderson 1975 (T); Nelson and Nelson 1976 (T); Herron et al. 1980 (T); Electric Power Research Institute 1988 (T); Steenhof et al. 1993 (T); Blue 1996 (P); Kochert et al. 2002 (T); PacifiCorp, datos no publ. (S, T)
Búho cornudo (<i>Bubo virginianus</i>)	Gilmer and Wiehe 1977 (T); Steenhof et al. 1993 (T); Blue 1996 (P); PacifiCorp, datos no publ. (D, S)
Cernícalo Ojiblanco (<i>Falco rupicoloides</i>)	Kemp 1984 (T); Hartley et al. 1996 (P)
Águililla rojinegra (<i>Parabuteo unicinctus</i>)	Ellis et al. 1978 (D); Whaley 1986 (T); Bednarz 1995 (T); Blue 1996 (P)
Halcón lanario (<i>Falco biarmicus</i>)	Tarboton and Allan 1984 (T); Hartley et al. 1996 (P)
Águila marcial (<i>Polemaetus bellicosus</i>)	Dean 1975 (T); Boshoff and Fabricus 1986 (T); Hobbs and Ledger 1986 (T); Boshoff 1993 (T); Jenkins et al. 2005 (T)
Carancho andino (<i>Phalcoboenus megalopterus</i>)	White and Boyce 1987 (P)
* Nótese que algunos estudios se refieren solamente al anidamiento sobre estructuras de líneas eléctricas (P).	

Continuación

TABLA 6.1: 1 Reportes de especies de rapaces anidando en estructuras de transmisión (T), postes de distribución (D), y subestaciones (S).* (cont.)

Especies	Referencia
Águila Pescadora (<i>Pandion haliaetus</i>)	Melquist 1974 (D); Detrich 1978 (T); Henny et al. 1978 (T, D); Prevost et al. 1978 (T); Henny and Anderson 1979 (D); van Daele et al. 1980 (D); Jamieson et al. 1982 (D); Austin-Smith and Rhodenizer 1983 (T); Fulton 1984 (T); Keran 1986 (T); Hanson 1988 (T); Vanderburgh 1993 (D); Blue 1996 (P); Ewins 1996 (T, D); Henny and Kaiser 1996 (T, D); Meyburg et al. 1996 (P); Poole et al. 2002 (P); Henny et al. 2003 (T, D); Henny and Anderson 2004 (D)
Azor Lagartijero Claro (<i>Melierax canorus</i>)	Brown and Lawson 1989 (T)
Halcón Peregrino (<i>Falco peregrinus</i>)	Bunnell et al. 1997 (T); White et al. 2002 (T); PacifiCorp, datos no publ. (T)
Halcón Mexicano (<i>Falco mexicanus</i>)	Roppe et al. 1989 (T); Blue 1996 (P); Bunnell et al. 1997 (T)
Aguililla Cola Roja (<i>Buteo jamaicensis</i>)	Nelson and Nelson 1976 (T); Ellis et al. 1978 (T); Fitzner 1980a (T); Gilbertson 1982 (T); Brett 1987 (T); Electric Power Research Institute 1988 (T); Fitzner and Newell 1989 (T); Steenhof et al. 1993 (T); Knight and Kawashima 1993 (P); Blue 1996 (T); Stout et al. 1996 (D); Brubaker et al. 2003 (P)
Aguililla Artica (<i>Buteo lagopus</i>)	Bechard and Swen 2002 (P)
Aguililla de Swainson (<i>Buteo swainsoni</i>)	Olendorff and Stoddart 1974 (D); Fitzner 1978 (D); Fitzner and Newell 1989 (T); Blue 1996 (P); England et al. 1997 (P, T)
Águila rapaz (<i>Aquila rapax</i>)	Dean 1975 (T); Tarboton and Allan 1984 (T); Jenkins et al. 2005 (T)
Buitre dorsiblanco africano (<i>Gyps africanus</i>)	Ledger and Hobbs 1985 (T)
Aguililla aura (<i>Buteo albonotatus</i>)	Blue 1996 (P)
* Nótese que algunos estudios se refieren solamente al anidamiento sobre estructuras de líneas eléctricas (P).	

una excepción notable es el águila pescadora (Figura 6.2). Las águilas pescadoras utilizan las estructuras de las compañías de electricidad para anidar más que ninguna otra rapaz norteamericana. Típicamente seleccionan los postes situados cerca o sobre las aguas donde abundan los peces. Para proteger a las águilas pescadoras y al sistema eléctrico, se han instalado plataformas de anidación sobre o cerca de las torres de transmisión y los postes de distribución de manera que el material de los nidos y los excrementos no contaminarán las

líneas. Además, los postes eléctricos que se dejan en pie cuando las líneas son retiradas pueden proveer sitios para anidar y posarse. En Michigan durante un período de 11 años fue ocupado un promedio del 55% de las plataformas de anidación disponibles para águilas pescadoras (Postupalsky 1978). En el lago Hurón en Canadá, el 82% de las plataformas artificiales fueron ocupadas dentro del primer año de su instalación (Ewins 1996). En 1995, cerca del 46% de los nidos de águilas pescadoras estudiados en Finlandia



FIGURA 6.2: Nido de águila pescadora en cruceta doble de poste no energizad.

© PACIFICORP



FIGURA 6.3: Nido de aguijilla cola roja en una escalera de acero de una torre de transmisión.

© SHERRY AND JERRY LIGUORI

($n=951$) se localizaban en estructuras artificiales y en el sur de Finlandia, hasta el 90% de los nidos ocupados ($n=79$) estaban sobre plataformas artificiales (Saurola 1997).

La ubicación de nidos sobre estructuras eléctricas puede variar por especie y por tipo de estructura. En substratos naturales, las águilas pescadoras anidan típicamente sobre el plano superior de los árboles muertos y las copas trucas de árboles vivos. De manera similar, en las estructuras eléctricas las águilas pescadoras prefieren las partes superiores de las torres de transmisión o los extremos superiores de los postes de distribución. Las aguijillas cola roja, de Swainson (*Buteo swainsoni*) y real (*B. regalis*) generalmente prefieren alturas de anidación relativamente altas, moderadas, y bajas, respectivamente. Prefieren las secciones de las torres donde la celosía de acero es relativamente densa, ya que proveen más apoyo a los nidos (Figura 6.3). En New Mexico, la configuración de dos postes soportando cuatro parejas de crucetas fue la más utilizada por las rapaces (Brubaker *et al.* 2003). A lo

largo de Norteamérica, los postes de distribución terminales dobles y simples (ver Figuras 5.15, 5.16, 6.2, 6.23, 6.24, 6.25, y 6.26 para ejemplos) son las configuraciones de distribución más comúnmente utilizadas por las águilas pescadoras y algunas otras rapaces.

Steenhof *et al.* (1993) reportaron una tasa de éxito del 89% para nidos de aguililla real en plataforma ($n=19$), mayor que el éxito de anidamiento en acantilados (58%, $n=38$) u otros sustratos naturales (20%, $n=5$). De igual manera, en Wyoming el éxito de anidamiento del aguililla real fue mayor en plataformas artificiales que en sustratos naturales (Tigner *et al.* 1996). Bechard y Schmutz (1995) afirmaron que las plataformas de anidación pueden ser beneficiosas para las aguilillas reales, especialmente en hábitats ocupados previamente donde el número de sitios para nidos naturales declina. Recomiendan ubicar las plataformas fuera de la vista de otros nidos de aguilillas.

Las plataformas para las águilas de cabeza blanca proveen soporte para los nidos débiles o colapsados, atraen aves que buscan un sitio para la reproducción, fomentan la reutilización de sitios usados anteriormente, y sirven para reubicar nidos de áreas con actividad humana o desarrollo pendientes (Postupalsky 1978; Hunter *et al.* 1997). En Florida se ha reportado un número creciente de nidos de águilas de cabeza blanca en estructuras hechas por el hombre. En el 2003, hubo 24 nidos de águilas de cabeza blanca sobre estructuras hechas por el hombre con un 46% en torres de transmisión (J. Swan, com. pers.). En 2004 y 2005, el número de nidos en las torres se incrementó debido a la pérdida de árboles para anidar causada por huracanes en 2004 (S. Nesbitt, com. pers.).

VENTAJAS DE LAS RAPACES PARA LA ANIDACIÓN EN ESTRUCTURAS ELÉCTRICAS

Las estructuras eléctricas pueden proveer sustratos de anidación en hábitats donde los sitios naturales son escasos, pueden facilitar la

expansión del rango geográfico de algunas especies, y ofrecer un poco de protección a los elementos. Además, algunas rapaces han incrementado su éxito de anidación y su productividad en las estructuras de las líneas eléctricas.

En New Mexico, las rapaces usaron los postes telefónicos en desuso y los postes eléctricos energizados para anidar (Brubaker *et al.* 2003). Treinta y dos de 338 postes fueron usados por las rapaces para anidar, incluyendo 27 parejas de aguilillas de Swainson, 3 parejas de aguilillas cola roja y 2 parejas de búhos cornudos (*Bubo virginianus*). En Wisconsin, aguilillas cola roja anidaron en estructuras artificiales, incluyendo torres de transmisión, ya que en los paisajes alterados por el hombre disminuyó la disponibilidad de sitios de anidación naturales (Stout *et al.* 1996). Entre 1979 y 1988 se revisaron líneas nuevas de 230 kV y 500 kV en la Hanford Reservation en Washington (Fitzner y Newell 1989). Después de la construcción de las líneas en 1979, sólo un nido de aguilillas cola roja apareció en estas estructuras. Para 1988, en las estructuras se encontraron 19 nidos de aguilillas de Swainson, aguilillas reales y aguilillas cola roja. En el sur de California las aguilillas cola roja y los cuervos comunes (*Corvus corax*) anidaron en las estructuras eléctricas en cantidades mayores que las esperadas basadas en la disponibilidad de sustratos potenciales para nidos (Knight y Kawashima 1993). En 1980 y 1981 PacifiCorp construyó la línea de transmisión de 500 kV desde Malin a Midpoint a través del este de Oregon y el sur de Idaho (Steenhof *et al.* 1993). En cooperación con la BLM, la PacifiCorp instaló 37 plataformas de anidación diseñadas por Morley Nelson (Figura 6.4) (Nelson y Nelson 1976; Olendorff *et al.* 1981; Nelson 1982). En un año, las rapaces y los cuervos comenzaron a anidar en estas plataformas. Aunque sólo el 2% de las torres tenían plataformas, el 72% ($n=29$) de los intentos de anidación de las águilas reales y el 48% ($n=52$) de los de

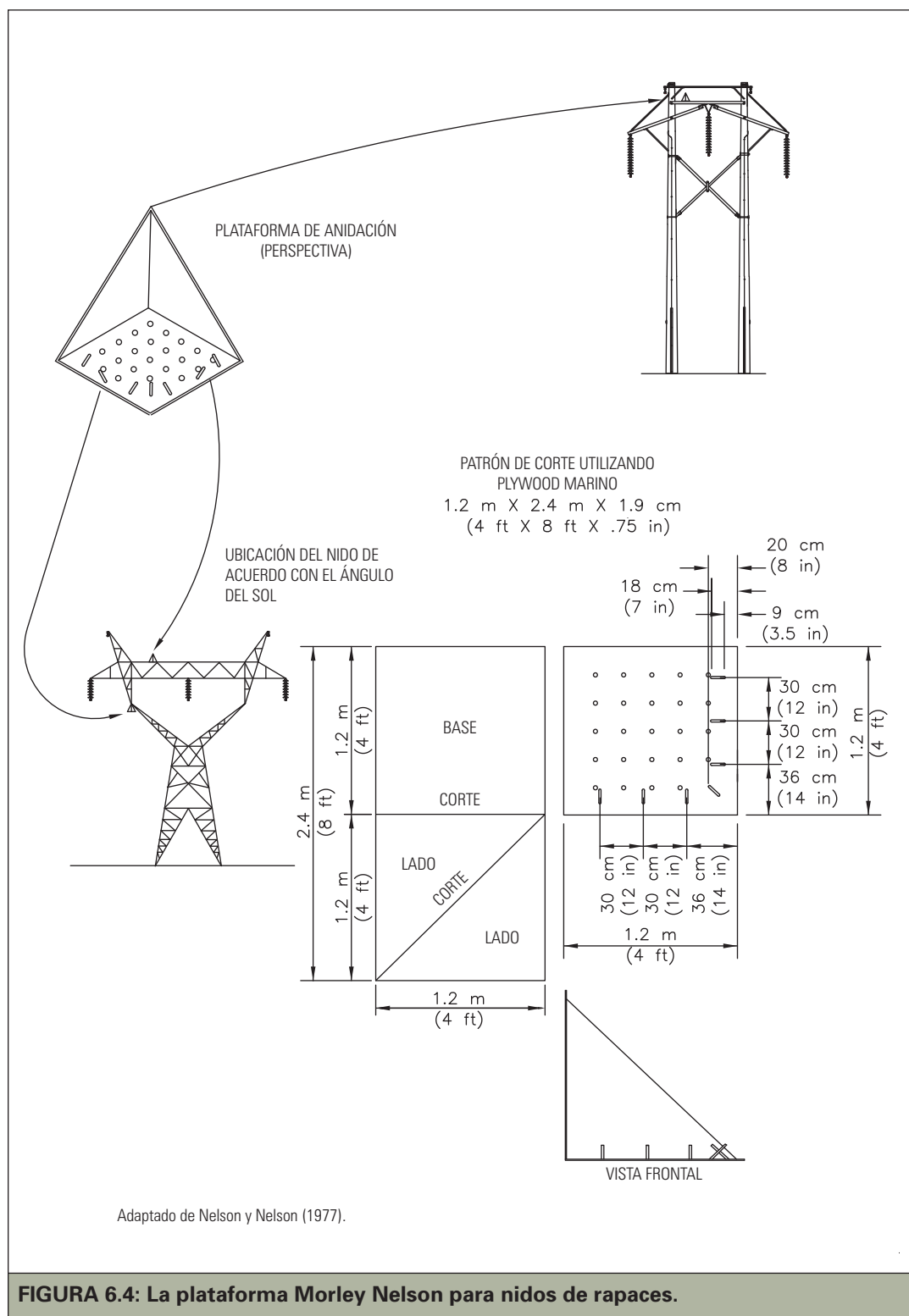


FIGURA 6.4: La plataforma Morley Nelson para nidos de rapaces.

aguilillas reales se realizaron en plataformas artificiales. Diecinueve de las plataformas (51%) fueron utilizadas al menos una vez. Steenhof *et al.* (1993) sugirieron que se debían considerar las necesidades de anidación de las rapaces y fomentar su ayuda durante la construcción de líneas de transmisión, especialmente cuando las líneas atraviesan hábitats sin árboles y la afectación de una especie de presa sensible no es un problema.

La construcción de plataformas artificiales de anidación, incluyendo las de los postes eléctricos, ha contribuido al crecimiento de la población de águilas pescadoras y su expansión en Norteamérica (Houston y Scott 2001; Henny y Anderson 2004). Aunque desde los años 70 hasta los años 90 el número de águilas pescadoras anidando en sustratos naturales se mantuvo constante en el Willamette Valley, Oregon, el número de nidos activos en estructuras de líneas eléctricas se incrementó de 1 en 1977 a 66 en 1993 (Henny y Kaiser 1996). En 2001, 234 parejas de águilas pescadoras anidaban en esta área, con el 74% ubicados sobre postes eléctricos o plataformas construidas por las compañías de electricidad (Henny *et al.* 2003).

Las estructuras de las líneas eléctricas también pueden ayudar al aumento de poblaciones locales de rapaces (Olendorff *et al.* 1981). En los diez años posteriores a la construcción de una línea de transmisión de 500-kV a través del este de Oregon y el sur de Idaho, 53 parejas de rapaces y cuervos anidaron en estructuras de líneas eléctricas mientras la densidad de nidos sobre sustratos naturales cercanos se mantuvo en los niveles anteriores a la construcción (Steenhof *et al.* 1993). De manera similar, en Sudáfrica los nidos de rapaces no se eliminan a menos que constituyan un riesgo para el suministro eléctrico. Consecuentemente, muchas especies de rapaces anidan regularmente en las torres de transmisión (Ledger *et al.* 1993).

Las torres de transmisión pueden proveer a las rapaces algo de protección contra los elementos. Las vigas y los refuerzos cruzados

proporcionan sombra y barreras contra el viento para las aves que anidan (Anderson 1975). Cuando se comparan con los acantilados, las torres permiten más circulación de aire y menos absorción de calor. Las rapaces que anidan en las torres de transmisión también están más protegidas de los incendios de las praderas (Steenhof *et al.* 1993).

Algunos estudios han documentado una productividad mayor en los sustratos de anidación artificiales que en los naturales (van Daele *et al.* 1980; Gaines 1985; Olendorff 1993a). Las águilas marciales (*Polemaetus bellucosus*) en el sur de África tenían un mayor éxito de cría en las torres de transmisión eléctrica que en cualquier otro sitio (Boshoff 1993). En Alemania, las águilas pescadoras que utilizan sitios artificiales producen más polluelos que aquellas que anidan en árboles (Meyburg *et al.* 1996). Se han encontrado tasas similares de éxito de anidación entre los sustratos naturales y los hechos por el hombre en la Canadian Great Basin y en el sur de Wisconsin (Ewins 1996; Stout *et al.* 1996). En general, el aumento de la productividad en los postes, las torres y otras estructuras artificiales puede atribuirse a la estabilidad de los nidos y la protección contra mamíferos depredadores.

DESVENTAJAS DE LA ANIDACIÓN EN ESTRUCTURAS ELÉCTRICAS PARA LAS RAPACES

Las rapaces que anidan en postes eléctricos enfrentan desventajas que incluyen: mayor riesgo de electrocución y colisión, susceptibilidad a daño a los nidos por el viento y el clima, alteraciones por mantenimiento o construcción de líneas y vulnerabilidad a la caza. Las rapaces que anidan en las estructuras de las líneas eléctricas también pueden impactar algunas especies de presas y pueden reducir la confiabilidad del servicio eléctrico al contaminar el equipo con excrementos o material del nido (ver [Preocupaciones sobre Confiabilidad](#)). Otra posible desventaja es que las rapaces, específicamente las águilas pescadoras,

criadas en nidos sobre postes eléctricos podrían seleccionar solamente postes eléctricos como sustratos de anidación cuando aniden como adultos (Henny y Kaiser 1996).

Las rapaces que anidan en las estructuras eléctricas tienen un riesgo de electrocución mayor si los postes cercanos no son seguros para las aves (ver [Capítulo 5](#)). También pueden enredarse en los cables u otro equipo eléctrico (Olendorff *et al.* 1981). En los Estados Unidos, ocurren colisiones de rapaces con líneas eléctricas pero no de forma tan frecuente como las electrocuciones (Oldendorff y Lehman 1986; Kochert y Olendorff 1999). Aunque las rapaces pueden familiarizarse con las líneas eléctricas en su territorio de reproducción, los vuelos repetidos a través de las líneas eléctricas aumentan el riesgo de colisión, especialmente durante el mal tiempo o la persecución de una presa (Manosa y Real 2001). En Europa, se asociaron las líneas de transmisión cercanas a los nidos con altos índices de fracaso reproductivo de águilas de Bonelli (*Hieraaetus fasciatus*). Se sospechó que las colisiones con líneas eléctricas fue la causa (Manosa y Real 2001).

La trama densa de las torres de transmisión ofrece alguna protección de los elementos, no así los postes de distribución relativamente abiertos. Consecuentemente, los vientos fuertes dañan o destruyen más frecuentemente los nidos sobre los postes de distribución (Gilmer y Wiehe 1977; Postovit y Postovit 1987). Los bordes elevados en las plataformas de anidación pueden ayudar a estabilizar y proteger los nidos durante los vientos fuertes. La destrucción de los nidos por el viento fue una causa común de fracaso de nidos (14%) en las torres de transmisión en Idaho. Los postes con plataformas artificiales ofrecieron más protección del viento que los postes sin plataformas (Steenhof *et al.* 1993). En Florida, un nido de águila de cabeza blanca sobre una estructura de marco H cayó muchas veces durante las tormentas de

viento, hasta que se construyó una plataforma para sostenerlo (Marion *et al.* 1992).

Aunque de duración corta, la actividad y la alteración del hábitat circundante que ocurre durante la construcción de líneas eléctricas pueden perturbar a las rapaces. Las operaciones de mantenimiento también pueden trastornar temporalmente el comportamiento normal de anidación, caza y descanso del ave (Williams y Colson 1989).

Los disparos indiscriminados contra las rapaces pudieran ser más comunes a lo largo de las líneas eléctricas ya que los postes frecuentemente son muy visibles y están cercanos a los caminos de acceso (Williams y Colson 1989).

La incorporación de nidos artificiales para rapaces puede tener un impacto negativo en otros animales (Fitzner 1980a). Por ejemplo, los búhos llaneros (*Athene cunicularia*), que son presas de rapaces mayores, pueden ser más susceptibles a la depredación si se construyen plataformas de anidación en sus territorios. La introducción de búhos cornudos vía plataformas de anidación puede ser una amenaza para los polluelos de las rapaces diurnas de esa área.

OTRAS AVES

Perchado

Muchas otras especies de aves usan los postes de distribución, las torres de transmisión y los conductores para posarse, particularmente



FIGURA 6.5: Alcaudón verdugo (*Lanius ludovicianus*) posado en conductor.

donde en las cercanías hay hábitats apropiados para anidar o buscar alimento (e.g., Yahner *et al.* 2002). Al igual que para las rapaces, las estructuras de líneas eléctricas proveen una vista de los alrededores y facilitan la caza. Desde estas perchas, los martines pescadores buscan peces en los lagos o arroyos y los lanios buscan su presa a lo largo de los pasillos de las líneas eléctricas (Figura 6.5). Comúnmente, las estructuras eléctricas, especialmente los conductores, son utilizadas como perchas por las bandadas de aves, tales como tordos, golondrinas y estorninos pintos (*Sturnus vulgaris*).

TABLA 6.2: Ejemplos de especies no rapaces anidando en estructuras de líneas eléctricas.*

Especies	Fuente
Cormorán orejudo (<i>Phalacrocorax auritus</i>)	PacifiCorp (datos no publ.)
Garza morena (<i>Ardea herodias</i>)	PacifiCorp (datos no publ.)
Ibis hadada (<i>Bostrychia hagedash</i>)	C.S. van Rooyen (com. pers.)
Cigüeña blanca (<i>Ciconia ciconia</i>)	Janss 1998
Ganso del nilo (<i>Alopochen aegyptiaca</i>)	C.S. van Rooyen (com. pers.)
Ganso canadiense (<i>Branta canadensis</i>)	J. Burruss (com. pers.)
Cotorra argentina (<i>Myiopsitta monachus</i>)	J. Lindsay (com. pers.)
Tirano dorso negro (<i>Tyrannus tyrannus</i>)	The Maryland Ornithological Society (http://www.mdbirds.org/atlas/spnotes.html)
Tirano pálido (<i>T. verticalis</i>)	M. Fiedler (com. pers.); PacifiCorp (datos no publ.)
Tirano-tijereta rosado (<i>T. forficatus</i>)	Georgia Ornithological Society (http://www.gos.org/rbas/ga2000/2000-05.html)
Cuervo blanco (<i>Corvus albus</i>)	C.S. van Rooyen (com. pers.)
Cuervo negro (<i>C. capensis</i>)	C.S. van Rooyen (com. pers.)
Cuervo común (<i>C. corax</i>)	Knight and Kawashima 1993; Steenhof et al. 1993
Cuervo llanero (<i>C. cryptoleucus</i>)	Bednarz and Raitt 2002; Brubaker et al. 2003
Tejedor sociable (<i>Philetairus socius</i>)	C.S. van Rooyen (com. pers.)

* Esta tabla incluye especies que han construido nidos o utilizado nidos sobre los postes, no aquellas que pudieran anidar en cavidades dentro de los postes, i.e. pajaros carpinteros, herrerillos etc.

Pernoctación

Las especies como los cormoranes, los buitres y los cuervos utilizan las estructuras de líneas eléctricas para descansar durante la noche. Los buitres, poco adaptados a los ambientes fríos, a menudo buscan perchas de descanso que los protejan del clima severo. Los grifos o buitres del cabo (*Gyps coprotheres*) y, en menor medida, los buitres dorsiblancos africanos (*Gyps africanus*), pernoctan en grandes números sobre torres de transmisión en el sur de África (Ledger y Hobbs 1999). Igualmente, en Norteamérica los zopilotes auras (*Cathartes aura*) y los zopilotes comunes (*Coragyps atratus*) utilizan las torres de transmisión para pernoctar.

Algunas especies de córvidos pernoctan colectivamente o se congregan en las estructuras de las líneas eléctricas. Engel *et al.* (1992b) documentaron el dormitorio comunal de cuervos comunes más grande del mundo que se conozca. En el sudoeste de Idaho había algo así como 2,103 cuervos en torres de transmisión de 500 kV adyacentes. Al parecer las torres eran una alternativa atractiva a los sitios naturales al ofrecer mayor seguridad de los depredadores y mayor cercanía a las fuentes de alimento.

Anidación

También anidan en las estructuras eléctricas un número de especies no rapaces. La trama de las torres de transmisión puede proveer sustrato apropiado para la anidación de cuervos, garzas, cormoranes y otras aves grandes. Los postes de distribución son utilizados por aves más pequeñas que construyen sus nidos en los elementos de apoyo, transformadores o condensadores. La Tabla 6.2 presenta una lista de las especies no rapaces que han anidado en las estructuras de las líneas eléctricas. Esta lista no es exhaustiva, pero ilustra la variedad de especies atraídas por las estructuras eléctricas.

Las aves que construyen nidos de ramas pueden encontrar áreas apropiadas para anidar en las estructuras de transmisión y distribución.

En Europa, la cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*) comúnmente anida en las torres de transmisión y distribución (Janss 1998). Las cormoranes orejados (*Phalacrocorax auritus*) y las garzas morenas (*Ardea herodias*) anidan en las tramas de acero de las torres de transmisión a lo largo del Gran Lago Salado en Utah (PacifiCorp, datos no publ.). En el oeste de los Estados Unidos, los gansos canadienses (*Branta canadensis*) ha anidado en las plataformas construidas para rapaces (J. Burruss, com. pers.).

A menudo los cuervos comunes anidan sobre las estructuras eléctricas (Figura 6.6). A los diez años de la construcción de una línea de transmisión de 500 kV a través de Oregon y Idaho, 81 parejas de cuervos comunes anidaban en las estructuras de transmisión (Steenhof *et al.* 1993). Su éxito fue similar o mayor que el de los nidos sobre substratos naturales. En New Mexico, los cuervos prefieren anidar en la configuración con dos postes soportando cuatro parejas de crucetas (Brubaker *et al.* 2003).

En un área de 45,000 km² (17,375 mi²) del Mojave Desert en el sur de California, 26 parejas de cuervos comunes utilizaron las estructuras de líneas eléctricas para anidar. Había más nidos de lo esperado dada la disponibilidad de los substratos naturales para nidos (Knight y Kawashima 1993).

Algunas especies muestran preferencia por la ubicación del nido en una estructura. Por ejemplo, el 98% de los nidos de cuervos ($n=408$) se encontró en la parte más alta de las torres (Steenhof *et al.* 1993). Los tiranos pálidos a menudo anidan sobre los soportes de los transformadores, los postes de canalización vertical, los interruptores, y las estructuras de transmisión (Figura 6.7) (M. Fiedler, com. pers.; PacifiCorp, datos no publ.).

Se ha reportado que las rapaces usan nidos de no rapaces que se encuentran sobre estructuras de líneas eléctricas. Por ejemplo, se han documentado halcones mexicanos utilizando nidos de cuervos comunes (DeLong y Steenhof 2004), y una pareja de halcones peregrinos



FIGURA 6.6: Nido de cuervo común en construcción inferior de distribución de una estructura de transmisión.

© SHERRY AND JERRY LIGUORI

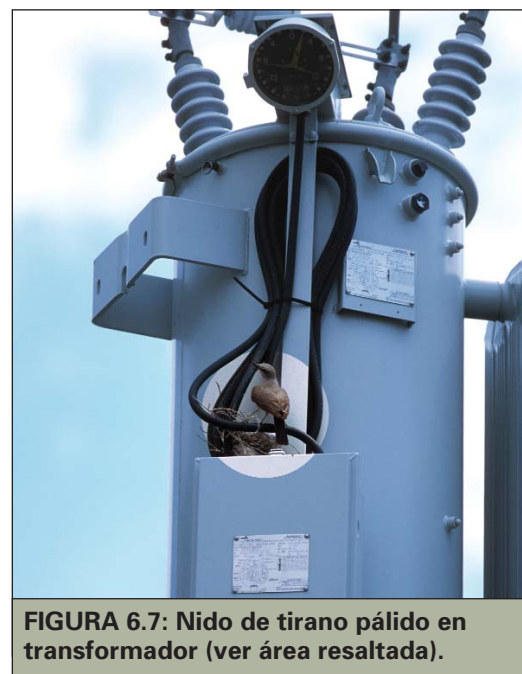


FIGURA 6.7: Nido de tirano pálido en transformador (ver área resaltada).

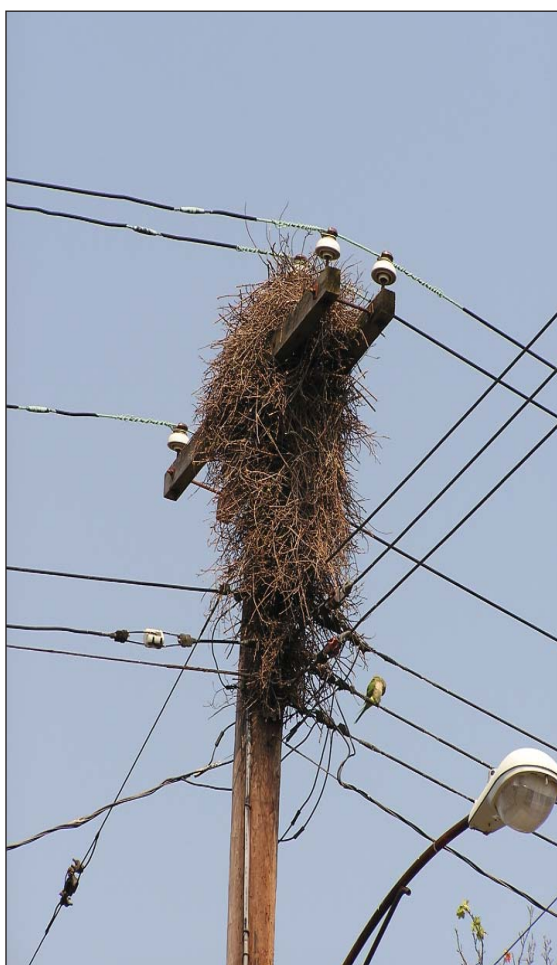
© SHERRY AND JERRY LIGUORI

(*Falco peregrinus*) ocupó un nido de cuervos comunes en una torres de transmisión a lo largo del Gran Lago Salado en Utah (J. Burruss, com. pers.). En el sur de Texas, una pareja de halcones fajados (*Falco femoralis*) utilizó un nido de cuervos comunes sobre una torre de 138 kV de marco H (D. Bouchard, obs. pers.). Aunque el nido fue destruido por el viento, se instaló una plataforma en el mismo lugar y fue exitosa.



© FLORIDA POWER AND LIGHT

FIGURA 6.8: Nidos de cotorra argentina en torre de transmisión.



© JIM NEWMAN

FIGURA 6.9: Nido de cotorra argentina en poste de distribución.

COTORRAS ARGENTINAS

Aunque nativas de Sudamérica, las cotorras argentinas fueron traídas como mascotas a los Estados Unidos a finales de los años 60. Las aves que han escapado se han adaptado bien y han establecido poblaciones desde Florida hasta New York, y desde Texas a Oregon, y en partes del sur de Canadá. En algunos estados las poblaciones han crecido exponencialmente en los últimos 10 a 15 años (Pruett-Jones *et al.* 2005). Las cotorras argentinas construyen nidos voluminosos de ramas en los árboles, los postes eléctricos y las subestaciones (Spreyer y Bucher 1998; Newman *et al.* 2004). El número de nidos puede variar entre algunos en postes de transmisión o distribución a más de 50 en una sola subestación (Figuras 6.8, 6.9). Ya que las cotorras argentinas crían en colonias, el tamaño de sus nidos puede aumentar cada año y alcanzar varios metros de diámetro. Un examen de los patrones de anidación anuales de las cotorras argentinas en el sur de Florida sugiere que se incrementa la preferencia tanto por las estructuras de líneas eléctricas como por las subestaciones (Newman *et al.*, en la prensa).

En Florida la selección del sitio para el nido de las cotorras argentinas sobre las estructuras de líneas eléctricas es bastante predecible, y muestran un comportamiento similar en otros estados (Newman *et al.* 2004). En el sur de Florida, el 82% de los nidos se ubicó sobre postes de distribución con transformadores y bancos de condensadores. La mayoría de estos nidos fueron construidos en los soportes que unen el equipo a los postes. En las torres de transmisión estudiadas, la mayoría de los nidos se localizó en los brazos secundarios, y después en los brazos principales (Newman *et al.*, en prensa). El factor común entre los nidos en subestaciones y en las líneas de transmisión es la preferencia aparente de las cotorras argentinas para anidar sobre soportes con un ángulo de 45°. En las torres de transmisión el 93% de los nidos estaba localizado en los soportes de ángulo de 45°. En las subestaciones

el 44% de los nidos se ubicó en vigas transversales con un ángulo de 45°, seguidos por los interruptores (18%) y soportes verticales (18%) (Newman *et al.*, en prensa). El 20% restante fue sobre soportes principales a 90°, aisladores/interruptores y estructuras de soporte de la subestación.

Los nidos de cotorras argentinas han causado problemas de seguridad, de confiabilidad del servicio eléctrico e incendios, especialmente cuando entran en contacto con las partes energizadas de una estructura eléctrica. Este problema es más grande cuando una estructura sostiene muchos nidos. Las preocupaciones de seguridad relacionadas con los nidos de cotorras argentinas incluyen la pérdida del servicio en instalaciones de pacientes de cuidado intensivo, riesgo de heridas a los equipos de mantenimiento y riesgo de electrocución a los que violan límites de propiedad en su intento de capturar aves silvestres. En áreas de servicio como la ciudad de New York, algunos postes de distribución tienen señales que indican que se necesita un suministro eléctrico continuo para un residente con apoyo médico vital. Los nidos en estos postes o en los alimentadores de distribución cercanos representan un riesgo serio para estos residentes.

La Psitticosis es una enfermedad rara que puede transmitirse por las aves psitácidas (cotorras y aliados) a los humanos. Por eso, las actividades de eliminación de nidos asociados con psitácidas coloniales pueden representar un riesgo para los trabajadores de las compañías de electricidad. Los equipos de las compañías de electricidad también se deben proteger de los materiales de los nidos que pueden contener ácaros e insectos que pueden causar molestias.

EL MANEJO DE LOS NIDOS DE COTORRAS ARGENTINAS

El aumento significativo de la población de cotorras argentinas y los problemas asociados de confiabilidad del servicio eléctrico, los costos de manejo y las preocupaciones de seguridad

demandan estrategias de manejo de nidos a corto y largo plazo. Los objetivos a corto plazo incluyen la eliminación de los nidos de alto riesgo de las estructuras eléctricas y la prevención de la reanidación en estas. Los objetivos a largo plazo incluyen reducir el tamaño de la población y su crecimiento, y la promulgación de leyes para ayudar en el control de esta especie. Debido a las diferencias de operación y estructura entre las líneas de transmisión, las líneas de distribución y las subestaciones, se necesita desarrollar un manejo de nidos y estrategias de control específicos para cada uno (Newman *et al.* 2004). Mucho de lo que se sabe del manejo de las cotorras argentinas ha sido desarrollado a través de pruebas de campo en Florida, donde por más de una década la especie ha sido un reto para las compañías de electricidad (J. Lindsay, com. pers.; Newman *et al.* 2004). Las cotorras argentinas no están protegidas por la Ley del Tratado para Aves Migratorias (MBTA), sin embargo la eliminación de nidos y aves pueden ser recibidas negativamente por el público.

El control a corto plazo de las cotorras argentinas únicamente mediante la eliminación de los nidos es inefectivo y puede incrementar el número de nuevos nidos. A menudo muchas parejas de cotorras argentinas ocupan un mismo nido. Cuando se destruye un nido, la pareja que comenzó el nido no se reunirá nuevamente con sus vecinos. En vez de eso, construirá un nido independiente en la misma estructura u otra cercana. La eliminación simultánea de los nidos y las cotorras argentinas ha sido exitosa en la reducción del número de nidos de alto riesgo y la prevención de la reanidación a corto plazo. Las aves se remueven de los nidos durante la noche y los nidos se eliminan más tarde. Se han diseñado redes para atrapar a las cotorras argentinas en los postes de distribución, pero como las cotorras argentinas son vigilantes y astutas, la eficiencia de captura por nido es aproximadamente del 50% (Tillman *et al.* 2004). La captura y la eliminación de nidos toman mucho

trabajo y conllevan problemas de aceptación por parte del público. El entrapar puede ser efectivo como estrategia a largo plazo para reducir las poblaciones, si estos esfuerzos se mantienen hasta que cesan todas las anidaciones en un lugar particular (Newman *et al.* 2004). El entrapado pasivo con una jaula es más o menos efectivo en las subestaciones. No se han desarrollado técnicas de entrapado para las torres de transmisión.

Florida Power & Light ha investigado un rango amplio de otras estrategias incluyendo controles físicos, de conducta, químicos y biológicos. Actualmente sólo se ha identificado un control a largo plazo. En el laboratorio, el Diazacon, un esterilizador químico, ha sido efectivo en la reducción del número de huevos puestos. Sin embargo, se necesita investigación adicional para determinar si su uso es práctico y efectivo en el campo.

MANEJO DE NIDOS

ESTIMULANDO A LAS AVES A ANIDAR EN LAS ÁREAS DESEADAS.

Los Postes de Distribución

El instalar plataformas de anidación en áreas seguras o cerca de estructuras eléctricas es efectivo tanto para el manejo de nidos como para el mantenimiento de las líneas. De las 88 compañías eléctricas que respondieron a una encuesta sobre rapaces anidando en sus estructuras eléctricas, el 66% tenía proyectos de

mejora a nidos de rapaces (Blue 1996). Las plataformas artificiales de anidación eran las utilizadas más comúnmente ($n=40$) y el 95% de estas compañías eléctricas construyó plataformas para las águilas pescadoras. Generalmente, se necesitan más las plataformas en los postes de distribución que en las estructuras de transmisión ya que separación más pequeña entre los conductores de distribución aumenta el riesgo de electrocución y de interrupciones eléctricas.

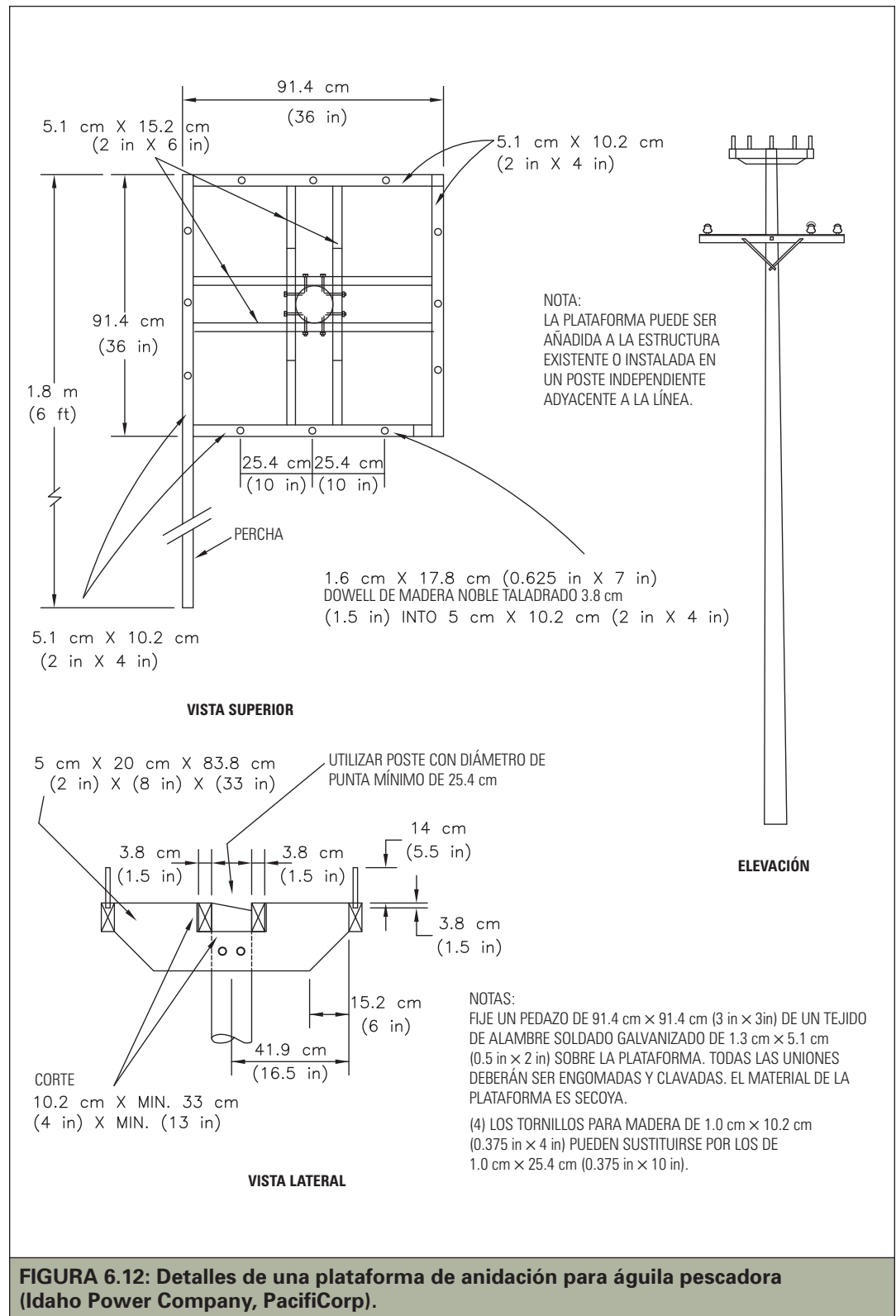
Una estructura para anidación de águilas pescadoras erigida sobre un poste eléctrico debe tener una plataforma bien sujeta y se le

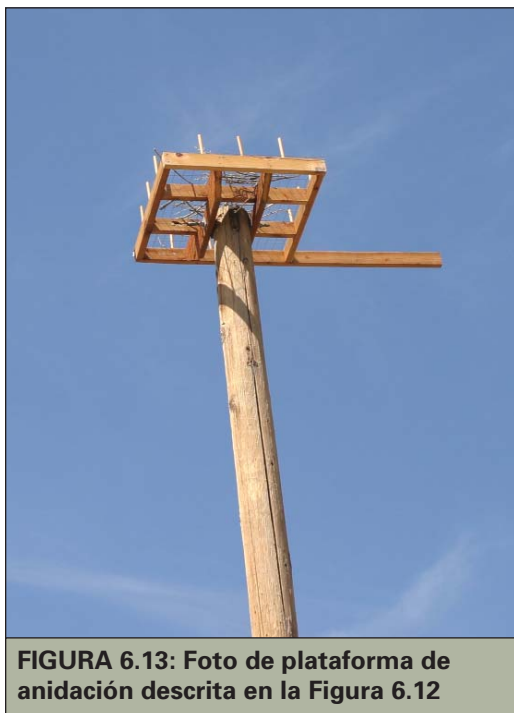


FIGURA 6.10: Diseño de plataforma de anidación para águila pescadora desarrollada por Portland General Electric. La plataforma es construida con el fondo de un carrete de madera para cable de 1.5 metros (m) (5 pies [ft]) de diámetro con un cable forrado en el borde para contener el material del nido. Las compañías de electricidad deben asegurar que las partes y equipamiento energizados bajo el nido están cubiertos para prevenir la electrocución de aves o interrupciones eléctricas provocados por el material del nido. La Consumer's Power, Inc. modificó este poste según los estándares seguros para aves.



FIGURA 6.11: Plataforma de anidación construida sobre un poste usando crucetas para extenderla sobre los conductores. Este diseño también incluye una percha opcional elevada para atraer a las águilas pescadoras. La percha debe ser perpendicular al viento predominante.





© PACIFICORP

FIGURA 6.13: Foto de plataforma de anidación descrita en la Figura 6.12

debe añadir material de anidación para invitar a las aves al sitio nuevo (Figura 6.10). Una percha, situada sobre el nido (Figura 6.11) o extendiéndose desde la plataforma (Figuras 6.12 y 6.13), puede incrementar su atractivo. Las perchas deben orientarse perpendiculares al viento predominante. Las ramas y demás materiales del nido deben arreglarse con cuidado para simular el tamaño y la forma de un nido natural. Las compañías eléctricas a lo largo de los Estados Unidos, Canadá y Europa utilizan varios diseños de plataformas de anidamiento (van Daele *et al.* 1980; Ewins 1994).

Las águilas pescadoras han anidado en plataformas hechas con las bobinas de madera para cable desechadas (Austin-Smith y Rhodenizer 1983) (ver Figura 6.10). El diseño de plataforma lateral desarrollado en Ontario (Ewins 1994:13) es simple y de bajo costo (Figura 6.14). La Figura 6.15 describe otro diseño de plataforma de anidación construida con tarimas que puede utilizarse para algunas aguilillas y



FIGURA 6.14: Una plataforma de anidación saliente, simple y de bajo costo, construida para las águilas pescadoras en Washington. Los palets pueden usarse como plataformas, proporcionando a las águilas pescadoras un área de anidación llana.

© JIM KAISER, USGS

águilas pescadoras. Grubb (1995) provee una guía para los diseños de nidos de águilas.

El manejo de nidos de águilas pescadoras puede incluir la construcción de plataformas de anidación alternativas por arriba de las líneas energizadas, instalar un poste cercano no energizado más alto con una plataforma, o dejar el nido intacto pero modificar el poste (Henny *et al.* 2003).³² Sin embargo, las compañías eléctricas deben tener en cuenta que instalar una plataforma de anidación sobre las líneas o dejar un nido sobre una cruceta puede ocasionar interrupciones eléctricas por el material del nido, excrementos o restos de presas que caerán sobre los conductores o el equipo energizado (Figura 6.16). Estos riesgos se reducen al instalar una plataforma sobre un poste cercano no energizado.

³² Ver [Capítulo 5](#) para recomendaciones de modificaciones

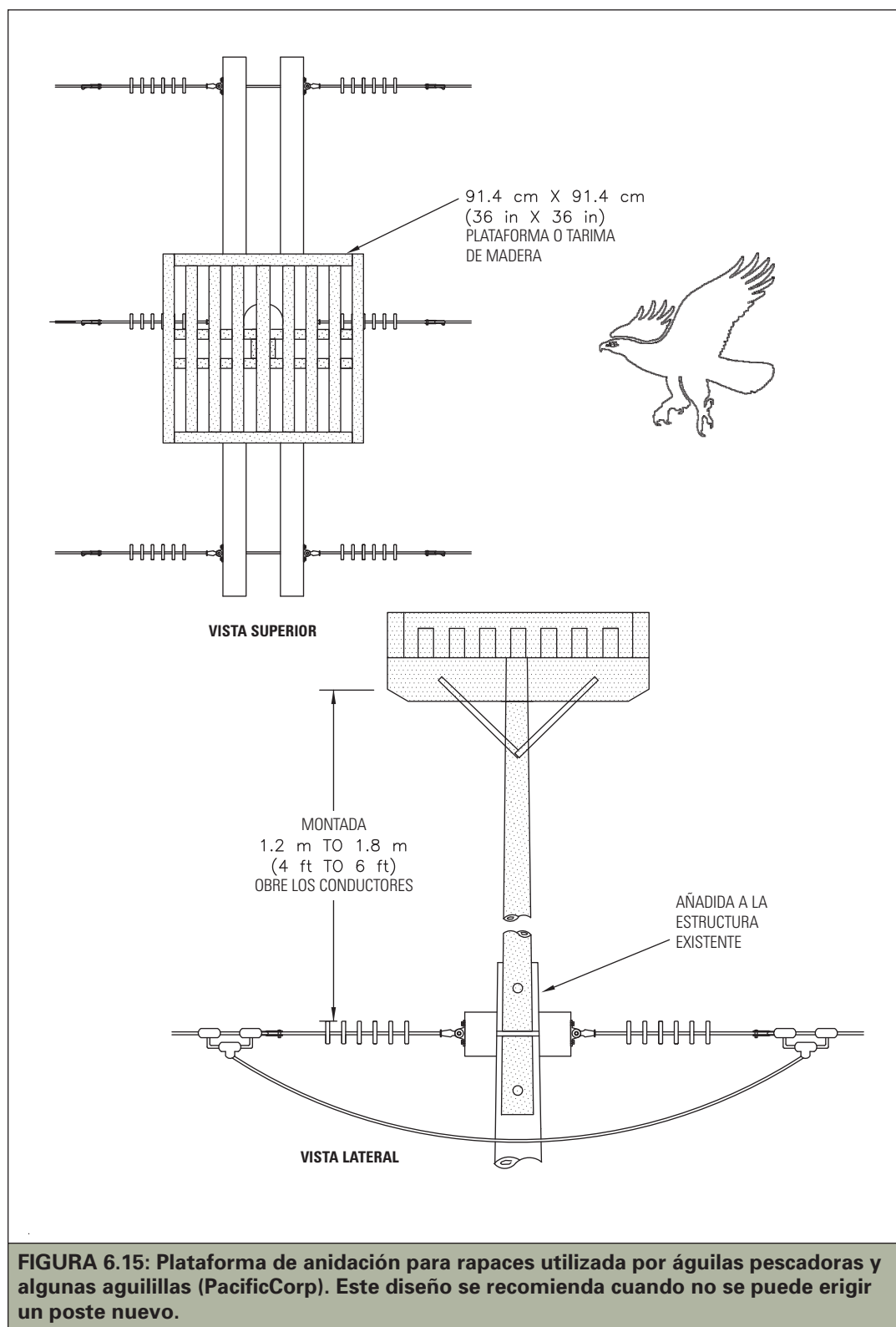




FIGURA 6.16: Nido de águila pescadora en Wyoming sobre un poste terminal doble. El material del nido que pudiera caer sobre los conductores o el equipamiento representa un riesgo de incendio, interrupciones eléctricas y daño al equipamiento.

© SHERRY AND JERRY LIGUORI

Estructuras de Transmisión

La mayor separación entre los conductores en las torres de transmisión generalmente da a las rapaces y otras aves espacio para anidar sin causar problemas a las operaciones eléctricas (e.g., Hobbs y Ledger 1986). La celosía de algunas torres de transmisión de acero provee un soporte adecuado para los nidos sin la ayuda de plataformas (Figura 6.17). Sin embargo, un nido situado sobre los elementos de los aisladores puede causar fallos del equipo debido a contaminación con excremento, restos de presas o materiales del nido.

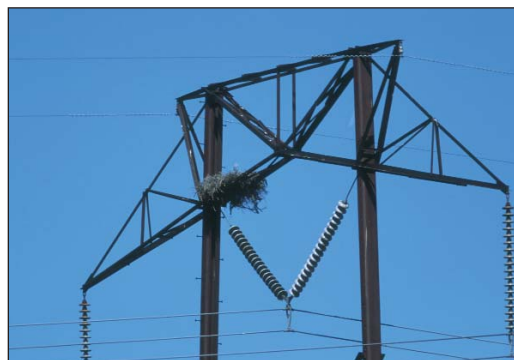


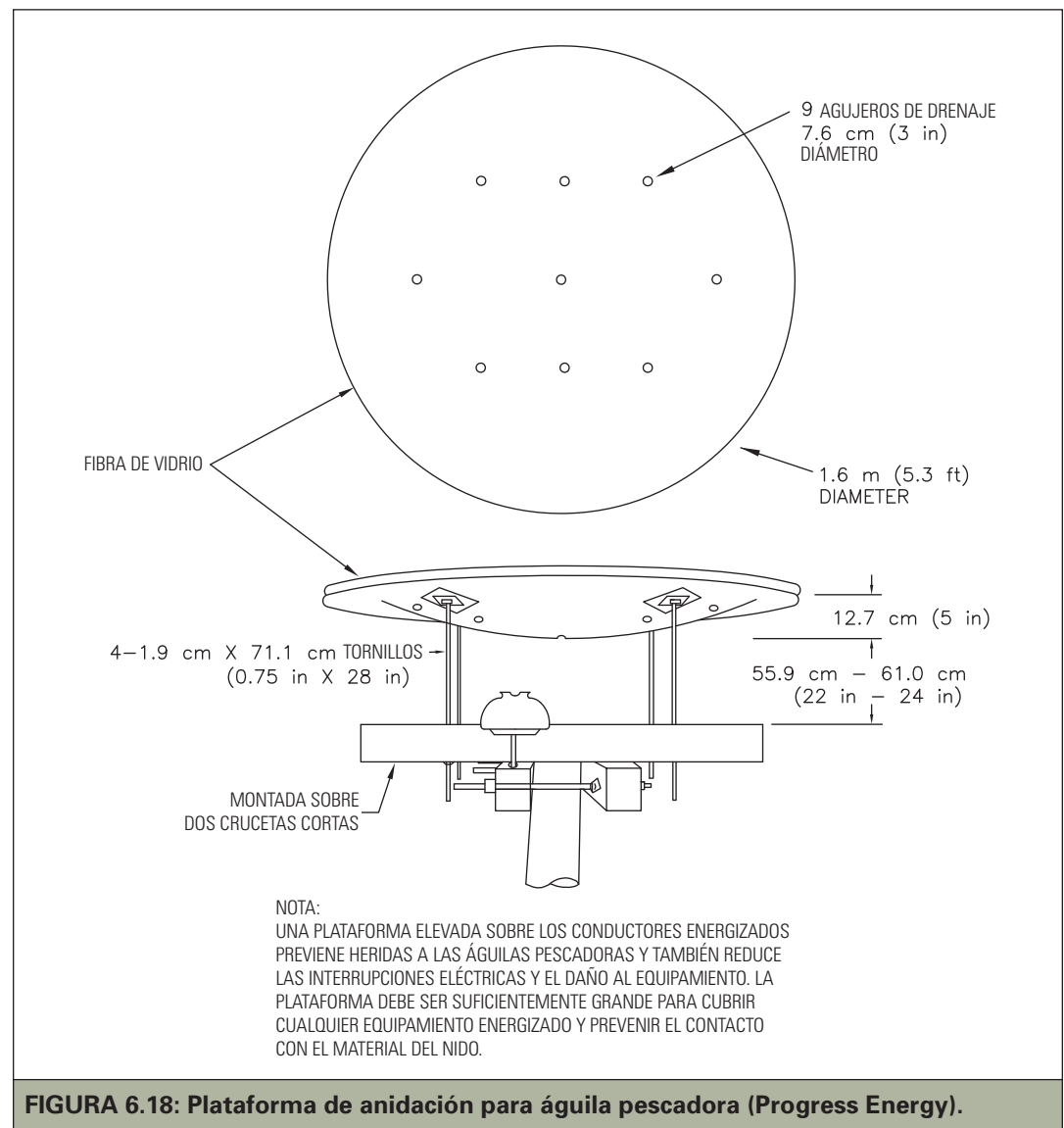
FIGURA 6.17: Nido de águila real en una torre de transmisión.

© SHERRY AND JERRY LIGUORI

En España, para alejar a las cigüeñas blancas de otros sitios en las torres, se ubicaron 12 plataformas de anidación arriba de las torres de transmisión, donde no interfirieran con las operaciones eléctricas (Janss 1998). Las cigüeñas aceptaron las plataformas, pero los nidos originales también se mantuvieron en uso.

La ubicación de una plataforma de anidación también puede influir en el comportamiento de descanso, y puede incrementar o disminuir el riesgo de fallos causados por chorros de excretas (C.S. van Rooyen, com. pers.). En Sudáfrica, las interrupciones eléctricas causadas por chorros de excretas de águilas marciales (*Polemaetus bellicosus*), águilas rapaces (*Aquila rapax*) y águilas de Verreux (*A. verreauxii*) pernoctando, estaban concentradas dentro de un radio de diez torres de transmisión desde los nidos activos. Estas interrupciones eléctricas ocurrieron en configuraciones que eran preferidas tanto para anidar como susceptibles a contaminación por chorros de excretas (Jenkins *et al.* 2005). Por el contrario, las águilas con nidos ubicados bajo los conductores de fase también dormían bajo los conductores, reduciendo la incidencia y el riesgo de interrupciones eléctricas.

Progress Energy redujo sus problemas de nidos de águilas pescadoras sobre estructuras con crucetas dobles instalando plataformas de anidación de fibra de vidrio sobre los conductores (D. Voights, com. pers.) (Figura 6.18).



La Georgia Southern University y la Georgia Power Company han construido cajas y tubos para anidar para los cernícalos americanos en estructuras de transmisión de Georgia (J. Parrish, com. pers.). Los tubos para anidar se construyeron de una tubería de PVC resistente a los rayos ultravioleta y de 30.5 cm (12 in) de diámetro, cortada a 46 o 91 cm (18 o 36 in) de longitud. A todos los tubos se les perforaron agujeros de drenaje en el fondo y ventilación en los lados, y rellenos

con varias pulgadas de paja de pino. La entrada de cada tubo se posicionó de cara al este o al sur. Los tubos de 91 cm (36 in) de longitud incluyen fondos de 30.5 cm (12 in) con un hueco de 7.6 cm (3 in) en el centro de uno de ellos (Figura 6.19). En 2003 y 2004, se montaron de forma horizontal dos de estos tubos en torres de transmisión a una altura de 30.5 m (100 ft). El tubo montado en 2003 se utilizó en 2004, y ambos fueron utilizados por cernícalos anidando en 2005.

El tubo de 46 cm (18 in), que puede montarse tanto horizontal como verticalmente, incluye un agujero de 7.6 cm (3 in) en el fondo o en la cara superior del tubo (Figura 6.20). Estos tubos se instalaron tanto vertical como horizontalmente a una altura de 4.5 m (15 ft). Los cernícalos utilizaron uno de los 4 tubos montados verticalmente en 2005, pero durante ese año no utilizaron ninguno de los tubos montados horizontalmente.

DESALENTANDO LA CONSTRUCCIÓN DE NIDOS

En algunas ocasiones la anidación debe ser desalentada debido a los riesgos para las personas, para las aves que anidan o para el sistema eléctrico. Una tubería de PVC o una tubería de drenaje corrugada unida a las crucetas puede prevenir que las aves aniden en las estructuras de transmisión de marco H (Figura 6.21). Se puede colocar una plataforma de anidación sobre el brazo, lejos de los aisladores (Figura 6.22) o en un poste no energizado cercano. Para desalentar la reconstrucción de nidos en los postes de distribución de donde han sido eliminados se puede instalar una tubería plástica grande sobre la cruceta (van Daele *et al.* 1980). En Montana esto ha sido efectivo para disuadir de anidar a las águilas pescadoras (S. Milodragovich, com. pers.). Sin embargo, en otras áreas este desalentador de anidación no ha sido efectivo (Figura 6.23). Los



FIGURA 6.19: Tubo de anidación de cernícalo (longitud 91 cm [36 in]) instalado en una torre de transmisión en Georgia.

© W. ALAN HOLLOMAN



FIGURA 6.20 Tubo de anidación de cernícalo (longitud 46 cm [18 in]) instalado en una torre de transmisión en Georgia.

© W. ALAN HOLLOMAN

TUBERÍA DE PVC O UNA TUBERÍA DE DRENAJE CORRUGADA DE 30.5cm a 45.5 cm (12 in a 18 in) CORTADA A LA MITAD LONGITUDINALMENTE. EL ANCHO DE LA TUBERÍA DEBE SER AL MENOS EL ANCHO DE AMBAS CRUCETAS. EN CASO DE AMARRARLAS DEBEN USARSE CINTAS DE ACERO INOXIDABLE.

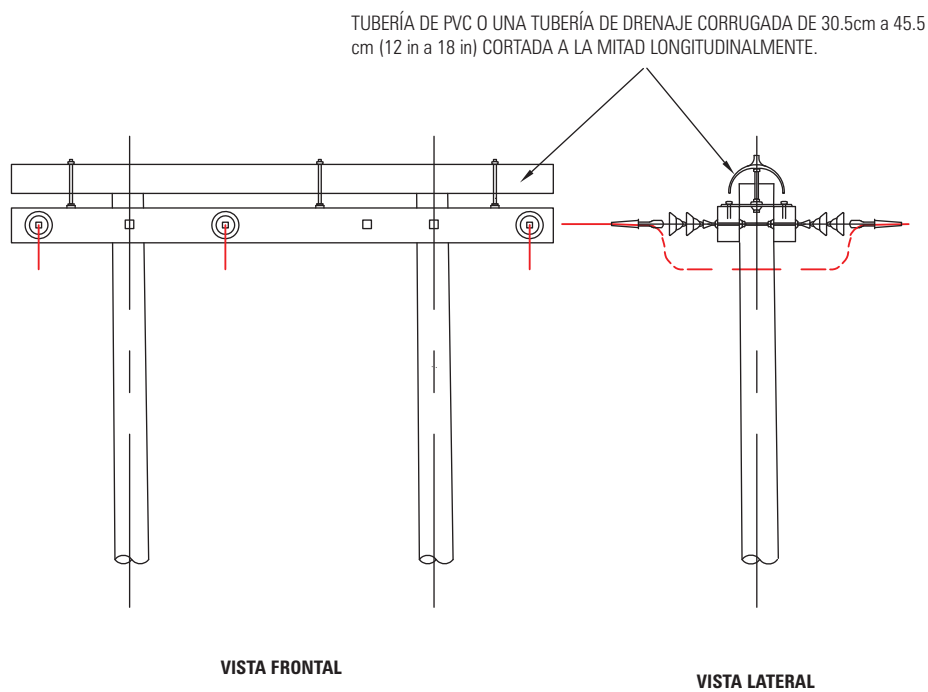


FIGURA 6.21: Dispositivo para desalentar anidación (PacifiCorp).

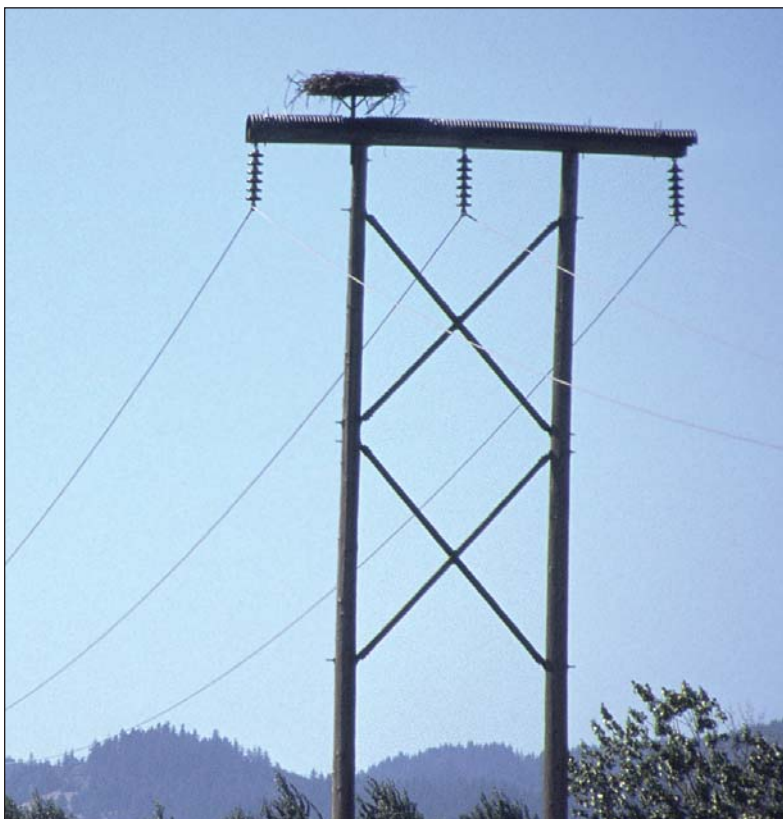


FIGURA 6.22: Este nido de águila pescadora se ubicaba originalmente sobre el conductor central donde se acumulaba contaminación por material caído del nido y excrementos. Se reubicó en la plataforma mostrada. Se instaló la mitad de una tubería corrugada para prevenir la reanidación sobre las crucetas. Se prefiere la reubicación de un nido problemático a una plataforma de anidación sobre un poste adyacente no energizado. Sin embargo, si el coste del poste, las restricciones de derechos de vía, o el acceso limitado imposibilitan la instalación, lo mejor es instalar una plataforma de anidación segura en la estructura existente.

© JIM KAISER, USGS

postes con conductores y aisladores sobre las crucetas requieren un diseño más complicado. Un tubo de PVC posicionado sobre las crucetas y que extienda su longitud con tubos diagonales hacia las crucetas pueden disuadir la anidación. (Figura 6.24) (Henny *et al.* 2003). Estos desalentadores de anidación deben ser instalados lo suficientemente cerca de las crucetas como para prevenir que las aves aniden debajo de ellos. Deben montarse firmemente



FIGURA 6.23: Segmento de tubería plástica instalado en un poste terminal en Oregon para desalentar anidación de águilas pescadoras. Sin embargo, la pareja de águilas pescadoras continuó la construcción del nido después que la tubería fue instalada.

© JIM KAISER, USGS



FIGURA 6.24: Una tubería montada sobre los conductores puede ser utilizada para desalentar la anidación en los postes de distribución con aisladores montados sobre las crucetas. Los triángulos se deben utilizar con precaución, ya que pueden ayudar a acumular material para el nido. Este diseño puede representar un riesgo de electrocución si no se cubren el equipamiento expuesto y los conductores o no se espacian adecuadamente.

© JIM KAISER, USGS



© PACIFICORP

FIGURA 6.25: Nido de aguililla cola roja en poste con triángulos para desalentar el perchado.



© PACIFICORP

FIGURA 6.26: Nido de águila pescadora construido sobre poste con búho plástico para asustar a las aves.

sobre el brazo, y deben instalarse de manera que no reduzcan el BIL (Nivel de Aislamiento Básico) del diseño.

También se han utilizado triángulos, búhos plásticos y púas pequeñas para desalentar la anidación en postes eléctricos. Sin embargo, estos dispositivos a menudo no tienen éxito. Por ejemplo, las aves pueden anidar en los espacios abiertos adyacentes a los triángulos (Figura 6.25), las aves pueden reaccionar inicialmente a los búhos plásticos pero con el tiempo llegan a habituarse a ellos (Figura 6.26), y las púas plásticas pueden ayudar en



© PACIFICORP

FIGURA 6.27: Nido de águila pescadora sobre un poste con púas plásticas.

la acumulación de material de nidos (Figura 6.27). Como se discutió en el [Capítulo 5](#), los materiales utilizados en los postes para desalentar el perchado y la anidación de las aves se degradan con el tiempo, particularmente en áreas con condiciones climáticas extremas. Las compañías eléctricas deben consultar con su personal de estándares e ingeniería para identificar los dispositivos aprobados por la compañía eléctrica antes de la instalación.

RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO Y LA INSTALACIÓN DE PLATAFORMAS DE ANIDACIÓN

Cuando se diseñen e instalen plataformas de anidación, los biólogos, los ingenieros y los trabajadores de líneas deben considerar lo siguiente:

- Las plataformas deben ubicarse donde los conductores y el equipo energizado no será afectado por la caída del material de los nidos, los restos de presas o el excremento.
- Para prevenir electrocuciones, en los postes con plataformas de anidación o cercanos a estas se deben usar diseños, materiales de

modificación y métodos seguros para aves (ver Capítulo 5). Sin embargo, el uso de los desalentadores de perchado debe evitarse cerca de los nidos. Si un nido fracasa, la pareja puede intentar anidar en un poste cercano, seleccionando posiblemente un poste con desalentadores de perchado porque acumula ramas más fácilmente (S. Milodragovich, com. pers.).

- Las plataformas deben ubicarse en áreas con el hábitat y las presas adecuadas para las especies a las cuales se destinan.
- Debe usarse la discreción cuando se instalan plataformas de anidación cerca de sitios con vida silvestre sensible que puede ser presa de las rapaces que anidan, como urogallos de las artemisas, gallos de las praderas o perros llaneros.
- Las plataformas de anidación no son necesarias en todos los tipos de torres de transmisión. Por ejemplo, la celosía de metal de ciertas torres de acero y las crucetas dobles de las construcciones de marco H típicamente proporcionan substratos adecuados para anidar (Lee 1980; Steenhof *et al.* 1993).
- Si es posible y apropiado, las plataformas de anidación pueden instalarse en postes en desuso para alejar la actividad de anidación lejos de las estructuras energizadas.
- Para las águilas pescadoras, una plataforma cuadrada de 1.2 m (4 ft) de lado o una de 1.5 m (5 ft) de diámetro (ver Figura 6.18) pueden ser más efectivas que una plataforma cuadrada de 0.9 m (3 ft) de lado (ver Figuras 6.12 y 6.15) para prevenir la caída de material del nido (J. Kaiser, com. pers.). Un reborde o unas clavijas de varias pulgadas de alto a lo largo del borde también ayudan a que las ramas no caigan fuera de la plataforma. Como alternativa al labio o a las clavijas se pueden utilizar pernos, los cuales deben estar disponibles en los vehículos de mantenimiento. La adición de ramas a una plataforma recientemente construida puede ayudar a atraer a las aves a que

aniden. Es más probable que las aves usen una plataforma de anidación si es más alta que los substratos adyacentes o esta a una distancia razonable de otras alternativas.

- Debe considerarse el peso de una plataforma de anidación bajo condiciones de lluvia o nieve. Si es demasiado pesada para un poste existente, la plataforma debe instalarse sobre un poste apto cercano.
- Se requieren permisos federales y estatales para manejar nidos activos de especies protegidas (ver [Capítulo 3](#)). No se pueden alterar, mover o destruir nidos activos (nidos con huevos o polluelos) sin la autorización apropiada de las agencias responsables. En ningún momento los nidos de águilas y especies en peligro pueden ser alterados, movidos o destruidos sin la autorización apropiada de las agencias responsables. Debido a las características biológicas y de comportamiento de algunas aves (e.g. aves con nidos en el suelo o en colonias), la destrucción de un nido inactivo también puede considerarse una toma (USFWS 2003).
- Si las plataformas son utilizadas para reubicar nidos problemáticos, las distancias de reubicación no deben ser muy grandes; el éxito es directamente proporcional a la proximidad. Las distancias más comunes para las águilas pescadoras están entre 20 y 100 m (66 y 328 ft) (J. Kaiser, com. pers.). Los nidos de águilas reales se han trasladado con éxito hasta 2.6 km (1.6 mi), pero incrementando esta distancia por etapas (Phillips y Beske 1982). La nueva ubicación debe ser visible directamente desde la ubicación original. Se debe consultar a un biólogo para que proporcione asesoría y se deben obtener los permisos apropiados.
- En los postes con nidos en plataformas, se pueden usar barreras contra depredadores para evitar que los mapaches y otros depredadores escalen a los nidos. Un dispositivo de uso común es una lámina de metal de 1.5 m (5 ft) de longitud envolviendo de

manera firme y completa el poste de 1 a 1.5 m (3 a 5 ft) sobre la tierra. Sin embargo, las barreras contra depredadores no deben usarse en postes que serán escalados por personal de las compañías eléctricas.

- El mantenimiento de las plataformas y los soportes de las plataformas extenderá la

vida de las estructuras y minimizará los conflictos futuros con las operaciones de las compañías eléctricas. Las actividades de mantenimiento deben realizarse antes de la temporada de cría para no interferir en los esfuerzos de construcción de los nidos y evitar molestar a los huevos o los polluelos.

PROBLEMAS DE CONFIABILIDAD

Desafortunadamente, a pesar de los beneficios que las estructuras eléctricas proveen a las aves que anidan, también hay algunos efectos negativos. Por ejemplo, el material de los nidos, las aves electrocutadas, los chorros de excretas o los restos de presas pueden ocasionar cortes e interrupciones eléctricas. Durante el proceso de construcción de los nidos las aves pueden dejar caer ramas sobre los conductores provocando arcos (Ledger y Hobbs 1999). De igual manera, los nidos ubicados arriba de equipo energizado expuesto pueden provocar arcos o incendios en los nidos durante condiciones de lluvia y humedad. Los nidos de águilas pescadoras en áreas agrícolas pueden contener alambre o cordel los cuales pueden causar interrupciones eléctricas o enredar a los polluelos (Blem *et al.* 2002; PacifiCorp, datos no publ.). Una presa que cuelgue o que caiga también puede contactar cables energizados (EDM International 2004).

Las compañías eléctricas han enfrentado los problemas de confiabilidad del servicio eléctrico causados por aves de varias maneras. Un concepto de manejo es mantener los nidos cuando se encuentran en lugares deseables (Henny *et al.* 2003; J. Kaiser, com. pers.). El material de los nidos puede recortarse para evitar el contacto con los conductores (Hobbs y Ledger 1986; Toner y Bancroft 1986). Los nidos ocupados reciben mantenimiento por las rapaces, pero los nidos abandonados pueden colapsarse parcial o totalmente, poniendo en peligro el equipo eléctrico (Ledger y Hobbs 1999). El uso de desalentadores de anidación o perchado por si solos puede ser poco efectivo

para prevenir la anidación. En Florida, las cotorras argentinas comenzaron a utilizar desalentadores de perchado para rapaces como substratos de anidación en áreas donde no habían anidado antes (J. Lindsay, com. pers.). En el oeste de los Estados Unidos, las aguilillas cola roja, las águilas pescadoras y los cuervos comunes han construido nidos alrededor de los desalentadores de perchado que se instalaron para desalentar la anidación sobre equipo o postes terminales dobles (J. Burruss, com. pers.) (ver Figuras 6.23 y de la 6.25 a la 6.27).

El colgar por las patas un cadáver o una imitación de buitre en una torre fue un medio efectivo de librar por muchos meses a la estructura de zopilotes auras y zopilotes comunes que pernoctaban juntas (Avery *et al.* 2002). Sin embargo, antes de usar un cadáver para esto, la compañía eléctrica tiene que consultar con las agencias estatales y federales de recursos de vida silvestre sobre los permisos y debe evaluar con cuidado la respuesta del público. Se han utilizado protectores bajo la celosía en torres de transmisión donde pernoctan cuervos para prevenir la acumulación de excrementos sobre los aisladores (Engel *et al.* 1992a). En Sudáfrica, las barreras contra aves hechas con barras soldadas de polietileno de alta densidad (HDPE) han sido efectivas reduciendo los fallos de las líneas (Vosloo y van Rooyen 2001; van Rooyen *et al.* 2003).

INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS RELACIONADAS CON LAS AVES

Las interrupciones eléctricas relacionadas con las aves son una preocupación para muchas

compañías eléctricas. Aunque las interrupciones eléctricas pueden ocurrir como resultado de una colisión o una electrocución, hay algunas otras causas que no resultan en la muerte de las aves, por ejemplo:

- Contacto de material de nidos,
- Contacto entre conductores causado por la oscilación de las líneas provocada por una bandada de aves al levantar el vuelo,
- Caída de una presa sobre los conductores o equipo energizados,
- Chorros de excretas de las aves o contaminación del equipo por heces acumuladas y
- Colisiones de aves con conductores que causan interrupciones eléctricas pero no matan a las aves.

Las electrocuciones de aves no siempre ocasionan interrupciones eléctricas. De las electrocuciones de águilas en el oeste de Estados Unidos con fecha de muerte conocida ($n=612$), sólo el 16% se asoció con una interrupción eléctrica (Harness y Wilson 2001). De igual manera, sólo el 16% de las muertes conocidas de águilas de cabeza blanca en el oeste de Washington de 2000 a 2005 ($n=62$) causaron interrupciones eléctricas (M. Walters, com. pers.). Menos del 10% de las electrocuciones de rapaces documentadas en Arizona se asoció con interrupciones eléctricas (Dwyer 2004). Sin embargo, se han asociado un por ciento mayor de las muertes con interrupciones eléctricas en otras áreas del oeste de los Estados Unidos. Por ejemplo, el 55% de las electrocuciones de aves ($n=327$) resultaron en interrupciones eléctricas en Utah, Wyoming, Idaho, California, Oregon y Washington (PacifiCorp, datos no publ.).

Los cortocircuitos momentáneos, que no causan interrupciones eléctricas, pueden causar problemas a los usuarios con requerimientos de suministro eléctrico de alta calidad y también puede resultar en electrocuciones. Durante estas fluctuaciones, la causa del fallo

sale del circuito antes de que los dispositivos de protección del circuito disparen la alarma de la línea, haciendo difícil identificar la causa. Algunas compañías eléctricas han comenzado a seguir la pista a esta clase de alteraciones, lo que puede arrojar información importante sobre las muertes de aves.

Recolección de Datos de Interrupciones Eléctricas

Dos aspectos clave de la cuantificación de las interrupciones eléctricas causadas por aves son el seguimiento y la verificación. Las compañías eléctricas deben recolectar datos para cuantificar el número de interrupciones eléctricas y sus causas. Estos datos pueden incluir ubicación, duración y causa de la interrupción eléctrica, el equipo asociado y el tipo de poste. Los datos de las interrupciones eléctricas pueden ayudar a identificar las localidades de las interrupciones eléctricas, cuantificar el impacto de las aves en la confiabilidad del sistema eléctrico, identificar las especies asociadas con las interrupciones eléctricas, y guiar la modificación y los esfuerzos para construcciones nuevas para prevenir las interrupciones eléctricas.

Para tratar correctamente una interrupción eléctrica se deben verificar sus causas. Las normas locales requieren que algunas compañías eléctricas listen las causas de todas las interrupciones eléctricas. En algunos casos, se registra a las aves como la causa solo especulativamente. En otros casos, sus cadáveres no se encuentran por varias razones: los carroñeros o la gente los elimina, la víctima cae dentro de vegetación densa, o no se efectúa una búsqueda sistemática. La identificación de las causas de las interrupciones eléctricas es crítica para desarrollar planes correctivos. Las compañías eléctricas deben reconocer que el número de las interrupciones eléctricas causadas por aves puede incrementarse después que se implemente un programa de seguimiento y verificación simplemente porque se identificarán correctamente más interrupciones eléctricas. Por

otra parte, el número total de interrupciones eléctricas causadas por aves en los registros podrían disminuir cuando se corrijan reportes erróneos.

Aunque las causas de las interrupciones eléctricas relacionadas con las aves están bien documentadas, pocos estudios cuantifican las tasas de interrupciones eléctricas relacionadas con las aves. La Asociación Nacional Cooperativa de Electricidad Rural (NRECA) listó a los animales como la tercera causa más importante de interrupciones eléctricas a nivel nacional (Southern Engineering Company 1996). De las compañías eléctricas miembros del Comité para la Interacción de las Aves con Líneas Eléctricas (APLIC) encuestadas en el 2005 ($n=12$), el 58% dio seguimiento a las interrupciones eléctricas causadas por aves (APLIC 2005). De las compañías eléctricas que aportaron datos, las interrupciones eléctricas causadas por aves representaron de <1 a <10% del total de sus interrupciones eléctricas. La mitad de estas compañías eléctricas encuestadas reportaron interrupciones eléctricas importantes causadas por aves. En California, los incidentes causados por animales silvestres sumaron del 10 al 25% de todas las interrupciones eléctricas (Energy and Environmental Economics, Inc. 2005). Durante 2003 la vida silvestre se consideró una causa relacionada con hasta el 20% de las interrupciones eléctricas en Wisconsin (Kysely 2004). Las aves fueron responsables del 23.5% de las interrupciones eléctricas de una compañía de electricidad canadiense de 2002 a 2003 (BC Hydro 2004). En una evaluación de 2,174 interrupciones eléctricas relacionadas con aves documentada en el oeste de los Estados Unidos, el 60% fue causado por especies no protegidas federalmente (e.g. estorninos o palomas), el 21% estuvo asociado con muertes de aves protegidas, el 12% se supuso fue causado por aves aunque no se encontraron cadáveres (e.g., bandadas alzando el vuelo desde las líneas) y el 7% se debió a nidos de aves sin

ningún a muerte asociada (PacifiCorp, datos no publ.). Dentro de este estudio, también se documentaron las tendencias estacionales de las interrupciones eléctricas y se reveló que tuvieron un valor máximo durante el verano y el otoño (probablemente debido a la actividad de anidación y a la migración de otoño).

El Costo de las Interrupciones Eléctricas

Los costos asociados con interrupciones eléctricas relacionadas con aves incluyen los relacionados con:

- Ingresos perdidos,
- Restauración del suministro eléctrico,
- Reparación de equipo,
- Eliminación de nidos y otras medidas de control de daños por animales,
- Tiempo de gestión y administrativo,
- Servicio interrumpido a los usuarios y percepción negativa del público y
- Disminución de la confiabilidad del sistema eléctrico.

Stocek (1981) estimó que el costo anual del daño relacionado con aves a las compañías de electricidad canadienses fue de \$374,600. Los datos recientes de una compañía de electricidad canadiense estimaron que las interrupciones eléctricas provocadas por animales silvestres ($n=2,500$ a 3,500) cuestan \$2 millones anualmente (BC Hydro 1999). Se estima que en California las interrupciones eléctricas relacionadas con animales silvestres cuestan hasta \$3000 millones cada año (Hunting 2002; Singer 2002; Energy and Environmental Economics, Inc. 2005). Una compañía de electricidad documentó que las interrupciones eléctricas relacionadas con aves le costaron \$2 millones anualmente (APLIC 2005). En el sur de Florida durante un período de cinco meses en 2001, 198 interrupciones eléctricas que afectaron a más de 10,000 usuarios fueron asociados con cotorras argentinas. Los ingresos perdidos en las

ventas de servicio eléctrico debido a estas interrupciones eléctricas fueron de \$24,000 (Florida Power & Light, datos no publ.). La reparación de interrupciones eléctricas tuvo un costo mucho más considerable, estimado en \$221,000 anuales. El costo total estimado asociado con las 198 interrupciones eléctricas en esta pequeña parte del área de servicio fue de \$245,000.

LOS CHORROS DE EXCRETAS DE LAS AVES

Las rapaces grandes, los buitres y las garzas pueden expulsar chorros largos de excremento (Figura 6.28). Estos “chorros” pueden causar arcos y cortocircuitos cuando unen conductores energizados y otras estructuras de las líneas. Los arcos son fluctuaciones que se originan en los elementos energizados y viajan por el chorro hasta la estructura. Aunque se pensó por primera vez que los chorros de las aves eran causa de fallos no explicados de las líneas de transmisión en los años 20 (Michener 1924), esta hipótesis ha sido difícil de verificar ya que rara vez se observan los arcos, y la evidencia resultante es difícil de encontrar. Aun así, Burnham (1995) estimó que los chorros de las aves podían causar tantas interrupciones eléctricas en la transmisión en Florida como los rayos y la contaminación de polvo, fecal o industrial. Estudios recientes en Sudáfrica han enfatizado el papel de los chorros de las aves como causa de fallos de líneas (van Rooyen *et al.* 2003).

La evaluación de fallos relacionados con los chorros ha recurrido a la evidencia indirecta. Los estudios llevados a cabo por Burnham (1994), van Rooyen y Taylor (2001), Vosloo y van Rooyen (2001), Vosloo *et al.* (2002) y Acklen *et al.* (2003) documentaron patrones que son indicativos de fallos de transmisión relacionados con chorros y describieron métodos para prevenir las interrupciones eléctricas de este tipo. Existen varios indicadores de fallos causados por chorros; e.g., la presencia de aves grandes a lo largo de líneas de transmisión



FIGURA 6.28: Aguililla cola roja expulsando excretas.

© SHERRY AND JERRY LIGUORI

que sufren fallos (Burnham 1995; van Rooyen *et al.* 2003; van Rooyen y Smallie 2004). Normalmente los fallos relacionados con chorros no son letales para las aves, ya que los chorros a menudo se liberan cuando el ave abandona una estructura. Sin embargo, en algunos casos las muertes por arcos sí ocurren. Los fallos relacionados con chorros ocurren más frecuentemente en estructuras de transmisión de acero de configuración horizontal que proveen espacio para perchar sobre los conductores. Las estructuras con ventanas pequeñas y brechas de aire más pequeñas son particularmente propensas a los fallos (van Rooyen *et al.* 2003), aunque los fallos también pueden ocurrir en estructuras de concreto o madera (Burnham 1995). Los fallos se presentan más en la fase más alta de la torre o en la fase más cercana al espacio de percha preferido en una torre. Tales fallos son menos frecuentes en estructuras de configuración vertical que generalmente proveen poco espacio para perchar sobre los conductores. Se ha podido simular en laboratorio los arcos relacionados con chorros y se pudieron reconocer las marcas de los



© HEIN VOSLOO

FIGURA 6.29: Marcas de quemaduras en estructuras de transmisión asociadas con arco eléctrico provocado por excretas.

destellos en las estructuras y los aisladores (West *et al.* 1971; Burger y Sardurksi 1995). Los arcos generalmente quedan indicados por las marcas de quemaduras en los elementos del aislador o en el anillo de la corona o en la punta de la torre. Las marcas de quemaduras pueden presentarse como hoyos. Estas son brillantes en estructuras de aluminio y negras en estructuras de acero (Figura 6.29). Típicamente los fallos causados por chorros ocurren tarde en la noche y temprano en la mañana. El máximo al final de la noche, usualmente alrededor de las 11 p.m., ocurre cuando las aves

finalizan la digestión de su última comida. De igual manera, se presenta un máximo temprano en la mañana cuando las aves abandonan sus dormitorios (Burnham 1995; van Rooyen *et al.* 2003). A menudo los fallos ocurren en grupos, indicando que concentraciones de aves grandes han sido atraídas por una base con presas favorables o un hábitat apropiado o que hay un incremento estacional de la población.

Los dispositivos diseñados para prevenir la acumulación de excremento en los elementos de los aisladores han tenido un éxito limitado porque no logran evitar la desaparición de la brecha de aire que causan los chorros. Los dispositivos más exitosos crean una barrera que evita que las aves se posen sobre los conductores. Algunos ejemplos de estos dispositivos incluyen barreras contra aves con barras soldadas y conos. El uso más completo de los dispositivos barrera contra aves para prevenir fallos relacionados con chorros se da en Sudáfrica por el Eskom Transmission Group a través de su Proyecto Nacional de Barreras contra Aves (National Bird Guard Project). Eskom ha instalado miles de barreras para aves de HDPE con barras soldadas, las cuales han reducido dramáticamente los fallos (Vosloo y van Rooyen 2001; van Rooyen *et al.* 2003). Además, los desalentadores de perchado instalados sobre los aisladores en líneas en Florida han sido efectivos para reducir los fallos relacionados con chorros (Burnham 1995).

ESTA PÁGINA SE DEJA EN BLANCO INTENCIONALMENTE



CAPÍTULO 7

Desarrollo de un Plan de Protección para Aves

EN ESTE CAPÍTULO

- Selección de la Herramienta Adecuada—MDEs y PPAs
- Componentes de un PPA
- Implementación de un Plan de Protección para Aves

En 2005, el Comité para la Interacción de las Aves con Líneas Eléctricas (APLIC) y el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los EE.UU. (USFWS) anunciaron sus Lineamientos del Plan de Protección para Aves (Lineamientos) desarrollados de manera conjunta, con el propósito de ayudar a las compañías de electricidad a gestionar sus problemas de interacción entre aves y líneas eléctricas. Los Lineamientos ofrecen recursos para desarrollar Planes de Protección para Aves o PPAs (Avian Protection Plan). Un PPA debe proveer el marco necesario para implementar un programa para reducir las muertes de aves, documentar las acciones de las compañías de electricidad y mejorar la confiabilidad del servicio eléctrico. En este Capítulo se resumen los componentes que una compañía de electricidad pudiera querer incluir en su PPA.

La edición 1996 de *Prácticas Sugeridas* incluye un capítulo final, “Manejo Conjunto Del Problema De Electrocutación,” que se enfocó en las relaciones entre las compañías de electricidad y las agencias y ofreció recomendaciones para el reporte de muertes, el entrenamiento, y el establecimiento de prioridades en las acciones remediadoras. Desde 1996, las compañías de electricidad y las agencias han continuado avanzando en la comprensión de las electrocuciones. Los esfuerzos entre el APLIC y el USFWS han culminado en los Lineamientos del Plan de Protección

para Aves (Lineamientos) (ver [Apéndice C](#)). Los Lineamientos son una caja de herramientas de la cual las compañías de electricidad pueden seleccionar y ajustar los componentes para adecuarse a sus necesidades. En este Capítulo, se presenta un panorama de los Lineamientos, junto con las recomendaciones para desarrollar e implementar un Plan de Protección para Aves (PPA). Hay una versión abreviada de los Lineamientos en el [Apéndice C](#). La versión completa se puede obtener tanto del sitio Web del APLIC (www.aplic.org) como del sitio Web del USFWS (www.fws.gov).

SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA ADECUADA—MDEs Y PPAs

Al desarrollar un programa de protección para aves, se han utilizado efectivamente dos herramientas, el Memorando de Entendimiento (MDE) y el PPA. Históricamente, los MDEs han sido iniciados por el USFWS cuando este encuentra que la compañía de electricidad ha violado las leyes de protección para aves y no ha implementado o respetado la ley o un PPA. Los MDEs son firmados tanto por la compañía de electricidad como por el USFWS y establecen los requisitos de programa. Generalmente incluyen una declaración de propósito, la duración del contrato, las definiciones, la necesidad de desarrollar un PPA y los requisitos para permitir, poseer, devolver, rescatar, reportar y mantener los registros.

Aunque los PPAs típicamente son un componente de los MDEs, estos pueden ser iniciados voluntariamente y firmados sólo por la compañía de electricidad. Esto permite mayor flexibilidad al elaborar calendarios y permite a la compañía de electricidad adecuar los componentes a sus necesidades específicas.

Como un PPA representa el compromiso de una compañía de electricidad para reducir su impacto sobre las aves y lo comparte con

el USFWS, se entiende como obligatorio. Como los PPAs emanan de las compañías de electricidad, estos se modifican más fácilmente para tratar problemas nuevos y necesidades no previstas. A pesar del hecho de que los PPAs generalmente son iniciados por las compañías de electricidad, un diálogo cooperativo entre la compañía de electricidad y el USFWS es muy importante durante su desarrollo. Esto establecerá el tono para estas conversaciones que seguirán inevitablemente, mientras se implementa y se refina con el tiempo.

Una compañía de electricidad que implementa los principios contenidos en los Lineamientos reducirá en gran medida el riesgo de electrocución de aves. El desarrollo e implementación de un PPA tiene sentido económico ya que las interrupciones eléctricas causadas por aves y animales pueden ser costosas. Una compañía de electricidad que crea un PPA para resolver sus problemas específicos con las aves se puede beneficiar al disminuir el riesgo normativo, al mejorar la confiabilidad, por recorte de costos y un reconocimiento positivo por parte de los reguladores, sus empleados y usuarios.

COMPONENTES DE UN PPA

Un PPA es un programa específico de cada compañía de electricidad para reducir los riesgos para las aves y en sus operaciones que resultan de las interacciones de las aves con las instalaciones eléctricas. Aunque el PPA de cada compañía de electricidad será diferente, el objetivo general de reducir las muertes de las aves es el mismo. Los Lineamientos proveen el marco de trabajo así como principios y ejemplos para ayudar a la compañía de electricidad a crear el PPA que se ajuste mejor a sus necesidades, promover la conservación de las aves y mejorar la confiabilidad y el servicio a los usuarios. Debido a las circunstancias específicas de cada compañía de electricidad, algunos elementos de los Lineamientos pudieran

no ser necesarios. Los Lineamientos presentan un panorama detallado de los elementos que deben ser considerados cuando una compañía de electricidad desarrolla su propio PPA. Un PPA también debe ser un “documento vivo” que se modifica con el tiempo para mejorar su efectividad. Los principios de un PPA son:

- Política Corporativa
- Entrenamiento
- Cumplimiento de permisos
- Estándares de diseño de construcción
- Manejo de nidos
- Sistema de reporte de aves
- Metodología de evaluación de riesgo

- Medidas para reducir la mortalidad
- Opciones de mejoramiento para aves
- Control de calidad
- Conciencia pública
- Recursos claves

POLÍTICA CORPORATIVA

Un PPA típicamente incluye una declaración que equilibra el compromiso de la compañía para minimizar su impacto sobre aves migratorias y cumplir con las normas de protección para aves con su objetivo de proveer un servicio eléctrico confiable y al menor costo. Para lograr esto, cumplirá con todos los permisos necesarios, controlará los incidentes de muertes de aves y hará esfuerzos razonables para construir y modificar la infraestructura para reducir la incidencia de muertes de aves.

ENTRENAMIENTO

El entrenamiento es un elemento importante de un PPA. Todo el personal necesario de la compañía de electricidad, incluyendo gerentes, supervisores, personal de líneas, de ingeniería, de despacho y de diseño, debe ser entrenado adecuadamente en los problemas de interacción con las aves. Este entrenamiento debe integrar las razones, las necesidades y los métodos para reportar las muertes de aves, seguir los protocolos de manejo de nidos, la eliminación de cadáveres y cumplir con las normas relevantes y comprender las consecuencias potenciales del no cumplirlas. Podrá requerirse un entrenamiento suplementario donde haya cambios en las normas, las condiciones de los permisos o las políticas internas. Anualmente la APLIC patrocina cursos cortos en todos los Estados Unidos, sobre electrocución de aves, colisiones y problemas con nidos. Además, en APLIC (ver www.aplic.org) está disponible una presentación panorámica de dos horas sobre problemas con aves que puede utilizarse para el entrenamiento interno en la compañía de electricidad.

CUMPLIMIENTO DE PERMISOS

Un PPA puede describir el proceso mediante el cual una compañía de electricidad obtendrá y cumplirá con todos los permisos necesarios relacionados con aves. Las actividades que pueden requerir permisos incluyen, pero no se limitan a, reubicación de nidos, posesión temporal, depredación, rescate/eliminación y colecta científica.

ESTÁNDARES DE DISEÑO DE CONSTRUCCIÓN

Las interacciones de las aves con las instalaciones eléctricas pueden ocasionar interrupciones eléctricas y reducir la confiabilidad del sistema. Para mejorar la confiabilidad del sistema, se deben considerar las interacciones con aves cuando se diseñan y se ubican nuevas instalaciones, así como cuando se operan y mantienen instalaciones existentes. Por esas razones, se deben incluir en el PPA los estándares aceptados tanto para nuevas construcciones como las técnicas de modificación. Las compañías de electricidad pueden usar los estándares de construcción recomendados en este documento o pueden desarrollar sus propios estándares que cumplan o sobrepasen estos Lineamientos. Estos estándares pueden ser usados en donde las nuevas construcciones deban ser seguras para las aves, y donde la infraestructura existente deba ser modificada para la seguridad de las aves.

MANEJO DE NIDOS

Un PPA puede incluir procedimientos para manejar nidos en las estructuras de la compañía (Figura 7.I). Esto puede incluir procedimientos para los nidos problemáticos (los que necesitan ser reubicados o eliminados) así como para los sitios seguros para nidos. Estos procedimientos deben ser explicados a los empleados de la compañía de electricidad durante el entrenamiento para asegurar un tratamiento consistente de los problemas con

nidos de aves y el cumplimiento con las normas o permisos relacionados con el manejo de nidos.

SISTEMA DE REPORTE DE AVES

Aunque los reportes de muertes de aves pueden ser una condición para los permisos federales o estatales, una compañía de electricidad puede de forma voluntaria, desarrollando un sistema de reportes interno, llevar un registro de las interacciones relevantes con las aves, incluyendo las muertes. Un sistema bien implementado puede ayudar a señalar los lugares donde ocurren y la cantidad de las muertes. Estos datos pueden limitarse a muertes o heridas de aves, o pudieran expandirse para registrar los problemas con nidos de aves, postes o configuraciones de líneas problemáticas y las acciones de remedio tomadas. Todos los datos deben ser ingresados regularmente en

una base de datos con motor de búsqueda compatible para usarla en análisis adicionales (ver Metodología para la Evaluación de Riesgos, abajo). Algunas compañías de electricidad han desarrollado sus propios sistemas de reporte de interacciones con aves, y el USFWS ha creado un sistema en línea de reportes de electrocución de aves que se haya disponible para las compañías de electricidad (ver [Apéndice C, Sistema de Reportes de Aves](#)).

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE RIESGO

Una compañía de electricidad puede reducir las muertes de aves a un costo eficiente enfocando sus esfuerzos en las áreas de gran riesgo para las aves migratorias. Por lo tanto, un PPA debe incluir un método para evaluar los riesgos específicos que una compañía de electricidad representa para las aves migratorias. Muchas veces, una evaluación de riesgos comenzará con una revisión de los datos disponibles sobre áreas muy utilizadas por aves, muerte de aves, nidos problemáticos, corredores de vuelo, hábitats preferidos, poblaciones de presas, disponibilidad de perchas, efectividad de los procedimientos existentes, acciones de remedio y otros factores que puedan incrementar las interacciones de las aves con las instalaciones de las compañías de electricidad. El sistema de reportes para aves discutido en la sección previa es un componente integral de esta evaluación de riesgo, así como lo es la integración al trabajo de expertos en aves, criadores y biólogos quienes pueden proveer información adicional sobre la distribución de las aves. Una evaluación de riesgos puede usarse para desarrollar modelos que permitirán a una compañía utilizar información de diseño biológico y eléctrico para dar prioridad a los postes que más necesiten modificarse. Una evaluación de riesgos también puede proveer datos sobre las diferentes causas de muerte de aves así como los beneficios que las aves reciben de las estructuras de la compañía eléctrica.



FIGURE 7.1: Personal de la compañía eléctrica instalando una plataforma de anidación para rapaces.



FIGURA 7.2: Reestructuración de una cruceta para prevenir la electrocución de aves.

MEDIDAS PARA REDUCIR LA MORTALIDAD

Después de completar la evaluación de riesgos, una compañía de electricidad puede enfocar sus esfuerzos en áreas de preocupación, asegurar que sus respuestas no son desproporcionadas a los riesgos de las aves migratorias, y determinar si es necesario implementar planes para reducir las muertes de aves (Figura 7.2). Las medidas para reducir la mortalidad de aves pueden ser implementadas a través del PPA utilizando los resultados de la evaluación de riesgos para dirigir la actividad de seguimiento y modificación en el sistema existente, y para dirigir la atención hacia los problemas de aves encontrados durante los proyectos de construcciones nuevas. Si una compañía de electricidad encuentra que es apropiado implementar medidas de protección para aves,



FIGURA 7.3: Voluntarios y personal de la compañía eléctrica trabajando de conjunto para crear plataformas de anidación.

también puede escoger desarrollar un calendario de implementación para estas medidas.

OPCIONES DE MEJORAMIENTO PARA AVES

Además de reducir el riesgo de muerte de aves, un PPA también puede incluir oportunidades para que la compañía de electricidad aumente las poblaciones o mejore los hábitats de las aves. Esto puede incluir la instalación de plataformas de anidación, el manejo de hábitats para beneficiar a las aves migratorias, o trabajar con las organizaciones o agencias en estos esfuerzos (Figura 7.3). Allí donde sea posible, se deben fomentar y explorar nuevas ideas y métodos para proteger aves migratorias.

CONTROL DE CALIDAD

Un PPA también puede incluir un mecanismo para revisar las prácticas existentes y asegurar su eficiencia y efectividad. Por ejemplo, una compañía de electricidad puede examinar la utilidad de su sistema de reportes, o evaluar las técnicas y tecnologías que usa para prevenir las colisiones, las electrocuciones y los nidos problemáticos.

CONCIENCIA PÚBLICA

Un PPA puede incluir un método para educar al público sobre el problema de la electrocución

de aves, el programa de protección para aves de la compañía y sus éxitos en la protección de aves.

RECURSOS CLAVES

Un PPA debe identificar los recursos claves que tratan con los problemas de protección de aves incluyendo una lista de expertos a quienes se pueda llamar cuando se resuelvan problemas relacionados con aves. La lista de expertos puede incluir especialistas de la compañía, consultores, agentes de recursos federales o estatales, facultades universitarias u otros conservacionistas. Los ingenieros pueden descubrir

que el personal de la compañía tales como los especialistas del medioambiente pueden ayudar a encontrar soluciones creativas para los problemas de interacción con aves, y que los miembros de las organizaciones externas como el APLIC también pueden servir como recursos útiles a través de talleres, materiales y contactos. Entender el comportamiento de las aves puede influir de qué manera y cuando se debe aplicar la protección de aves. Un PPA que conecte a los biólogos con los que toman las decisiones en las compañías de electricidad puede reducir las muertes de aves y mejorar la confiabilidad del sistema eléctrico.

IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE PROTECCIÓN PARA AVES

El integrar un PPA dentro de las operaciones de una compañía de electricidad ayudará a la compañía de electricidad a cumplir con las demandas de acceso confiable a la energía eléctrica, al menor costo y compatible con el medioambiente. Una compañía de electricidad que crea y gestiona un PPA se familiarizará rápidamente con la ciencia, la ingeniería, las leyes y la política relacionada con las aves. También necesitará establecer un programa que satisfaga las leyes, a los empleados y los usuarios de la compañía de electricidad, los inversionistas y otros intereses.

La facilidad con la que se implementará un PPA dependerá del tamaño del sistema de transmisión y distribución de la compañía de electricidad, el rango de especies de aves en el área de servicio, y la frecuencia de interacción entre las aves y las líneas eléctricas. La extensión de las interacciones entre las aves y las líneas eléctricas puede no ser claro hasta varios años después de implementar completamente un programa de reporte. Por lo tanto, la implementación y operación de un PPA es un compromiso a largo plazo y un proceso de evaluación y mejora continuos.

Un PPA puede ser la primera iniciativa de cumplimiento medioambiental orientado a especies a la que se enfrentan los empleados

de una compañía de electricidad. El ritmo de adopción variará dependiendo de la cultura de la compañía de electricidad. Un aval de alto perfil endorsado por directivos y gerentes corporativos puede facilitar la adopción del programa. Algunas compañías de electricidad grandes han vinculado el cumplimiento del PPA de manera efectiva con incentivos financieros, y de manera similar a incentivos más comunes, como los de metas de presupuesto, calendario y seguridad. El cumplimiento del PPA reducirá los costos a largo plazo de la compañía de electricidad al mejorar la confiabilidad y reducir el riesgo normativo.

El apoyo de los directivos es crítico para un programa exitoso. Sin embargo, incluso con apoyo de la dirección, es poco probable que se de una implementación exitosa a menos que todas las organizaciones afectadas dentro de la compañía de electricidad también la apoyen. Una manera efectiva de construir un consenso amplio durante la preparación de un PPA es formar un equipo dentro de la compañía de electricidad que incluya representantes de los departamentos de normas, ingeniería, servicios medioambientales, manejo de vegetación, construcción y mantenimiento, relaciones públicas, servicios al cliente y otros que serán afectados por el PPA. Se necesitará

considerable colaboración y asistencia de los miembros del equipo para comprender la mejor manera en que la implementación del PPA

se adecuará a las operaciones de cada departamento. Las soluciones para reducir las muertes de aves pueden desarrollarse de acuerdo a los requisitos de cada unidad funcional. De esta manera, los individuos de cada departamento se sentirán involucrados en las soluciones para reducir la mortalidad de aves las cuales ayudaron a desarrollar y tendrán interés en asegurar la efectividad del PPA.

Más allá de desarrollar y comunicar la política corporativa del PPA, el componente más importante de un PPA es un proceso de reportes obligatorios y consistentes. Un formulario electrónico o de papel para documentar conflictos entre las aves y las líneas eléctricas (e.g., tiempo, espacio, equipo) se transforma en la base para la acción correctiva apropiada—tanto para corregir situaciones peligrosas como para construir un conjunto de datos para guiar las necesidades futuras de ingeniería y construcción. Una función importante de la administración del PPA es el manejo de datos para los propósitos recién mencionados, así como para cumplir con los requisitos de reportes de cualquier agencia federal o estatal. La utilización de la tecnología del Sistema de Información Geográfica (GIS) para dar seguimiento y reportar las muertes de aves, las acciones de remediación, las interrupciones eléctricas y

los riesgos a las aves, permite a la compañía de electricidad identificar los problemas y seguir de cerca la efectividad de su PPA.

El uso de los procesos y sistemas existentes (e.g., reportes de interrupciones eléctricas, revisión medioambiental, manejo de activos y contabilidad) ayudará a controlar los costos de desarrollo e implementación de un PPA. Ya sea que el PPA sea impulsado por el departamento de medioambiente, de operaciones o de ingeniería, será necesaria la cooperación entre todas las líneas departamentales para reducir los conflictos reales o potenciales entre las aves y líneas eléctricas. Como con cualquier proyecto, a mejor planificación mejores resultados. Los objetivos finales de un PPA son una disminución mensurable de las muertes de aves provocadas por líneas eléctricas y un incremento de la confiabilidad del servicio eléctrico.

El PPA de una compañía de electricidad representa la continuación de la cooperación proactiva a largo plazo entre la industria eléctrica, la comunidad conservacionista y el USFWS. Estos planes voluntarios proveerán a las compañías de electricidad con un marco de trabajo para tratar los peligros de electrocución, evaluar el riesgo que sus líneas eléctricas representan para las aves y para trabajar con el USFWS en la conservación de las aves migratorias protegidas federalmente.

ESTA PÁGINA SE DEJA EN BLANCO INTENCIONALMENTE



APÉNDICE A

Literatura Citada
y Bibliografía

- * Abbey, M., A. Stewart, and J. Morrell. 1997. Existing strategies for control/remediation of woodpecker damage. Proc. Workshop on the Mitigation of Woodpecker Damage to Utility Lines. Electric Power Research Institute.
- * Acklen, J.C., Z. Bates, and D. Campbell. 2003. The BB line: evaluating the role of birds in line faults. PNM Environmental Services Dept., Albuquerque, NM.
- * Adamec, M. 2005. Pers. comm. State Nature Conservancy of Slovak Republic.
- Alfiya, H. and R. Be'er. 1994. The Israel Electric Corporation (IEC)—a unique example of cooperation between progress and nature protection. *Torgos* 24:11-13, 90.
- * Allan, D.G. 1988. Raptors nesting on transmission pylons. *African Wildl.* 42:325-327.
- Allen, B.A. 1979. Determination of status and management of the golden eagle. New York Department of Environmental Conservation, Div. of Fish and Wildl. Unpubl. rep. Albany, NY. 4pp.
- * Amarante, J. 2005. Pers. comm. Rede Electrica Nacional, Portugal.
- * Américo, P. 2005. Pers. comm. Enersul, Brazil.
- * Anderson, A.H. 1933. Electrocution of purple martins. *Condor* 35:204.
- Anderson, H.P., and D. Bloch. 1973. Birds killed by overhead wires on some locations in Denmark. (In Danish with English summary). *Dan. Ornithol. Foren. Tidsskr.* 67:15-23.
- Anderson, M.D. 2000. Raptor conservation in the Northern Cape Province, South Africa. *Ostrich* 71:25-32.
- * Anderson, W.W. 1975. Pole changes keep eagles flying. *Transmission Distribution*. November 1975. Pages 28-31.
- * Ansell, A., and W.E. Smith. 1980. Raptor protection activities of the Idaho Power Company. Pages 56-70 in R.P. Howard and J.F. Gore, eds. *Proc. Workshop on Raptors and Energy Developments*. Idaho Chapter, The Wildl. Soc., Boise, ID.
- Anthony, R.G., R.W. Frenzel, F.B. Issacs, and M.G. Garrett. 1994. Probable causes of nesting failures in Oregon's bald eagle populations. *Wildl. Soc. Bull.* 22:576-582.

* Indica referencias citadas en el texto.

- * Arevalo, J., J. Roig, M. Gil, E. Ursua, J.L. Tella, D. Serrano, M.G. Forero, and K. Hobson. 2004. Use of power transmission substations of Red Electrica by the lesser kestrel (*Falco naumanni*) in Navarra and Aragon (Spain): The importance thereof for the conservation of the species at a state level. Abstract, Environmental Concerns in Rights-of-way Management, 8th International Symp., 12-16 Sept. 2004, Saratoga Springs, NY.
- * Arizona Game and Fish Department. 1976. Wildlife surveys and investigations [raptors]. Spec. Performance Rep. Proj. No. W-53-R-26. 77pp.
- * Austin-Smith, P.J., and G. Rhodenizer. 1983. Osprey (*Pandion haliaetus*) relocate nests from power poles to substitute sites. Can. Field Nat. 97:35-319.
- * Avery, M. L., J. S. Humphrey, E. A. Tillman, K. O. Phares, J. E. Hatcher. 2002. Dispersing vulture roosts on communication towers. J. Raptor Res. 36:45-50.
- * Avian Power Line Interaction Committee (APLIC). 1994. Mitigating bird collisions with power lines: the state of the art in 1994. Edison Electric Institute, Washington, D.C. 78pp.
- * _____. 1996. Suggested practices for raptor protection on power lines: the state of the art in 1996. Edison Electric Institute, Washington, D.C. 125pp.
- * _____. 2005. Avian electrocution issues and utility efforts: a survey of APLIC-member utilities. Edison Electric Institute, Washington, D.C. 13pp.
- * Avian Power Line Interaction Committee (APLIC) and U.S. Fish and Wildlife Service (USFWS). 2005. Avian Protection Plan (APP) Guidelines. April 2005. Washington, D.C. 88pp.
- Baglien, J.W. 1975. Biology and habitat requirements of the nesting golden eagle in southwestern Montana. Master's Thesis. Montana State Univ., Bozeman. 53pp.
- Bagnall, G.B. 1996. Raptor electrocutions on electric utility distribution overhead structures. Pages 19-22 in Summary of Items of Engineering Interest. USDA-Rural Utility Service, Washington, D.C. August 1996.
- * Bahat, O. 2005. Pers. comm. Israel Nature and Parks Authority, Society for the Protection of Nature in Israel.
- Bak, J.M., K.G. Boykin, B.C. Thompson, and D.L. Daniel. 2001. Distribution of wintering ferruginous hawks (*Buteo regalis*) in relation to black-tailed prairie dog (*Cynomys ludovicianus*) colonies in southern New Mexico and northern Chihuahua. J. Raptor Res. 35:124-129.
- Baldrige, F.A. 1977. Raptor nesting survey of southern San Diego County, Spring 1977; with an analysis of impacts of powerlines. U.S. Bur. Land Manage. Unpubl. rep. Riverside, CA. 29pp.
- Barber, J.F. 1995. Raptor electrocutions and how to help prevent them. Colorado Field Ornithol. 29:76.
- * Bayle, P. 1999. Preventing birds of prey problems at transmission lines in western Europe. J. Raptor Res. 33:43-48.
- * BC Hydro. 1999. 1999 BC Hydro Annual Report. British Columbia, Canada. 81pp.
- * _____. 2004. BC Hydro revenue requirement hearing. Transcript Reference Vol. 18, Pg. 3110. June 7, 2004.
- Bechard, M.J., R.L. Knight, D.G. Smith, and R.E. Fitzner. 1990. Nest sites and habitats of sympatric hawks (*Buteo* spp.) in Washington. J. Field Ornithol. 61:159-170.

- * Bechard, M.J. and J.K. Schmutz. 1995. Ferruginous hawk (*Buteo regalis*). In The Birds of North America, No. 172 (A. Poole and F. Gill, eds.). The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA.
- * Bechard, M.J. and T.R. Swem. 2002. Rough-legged hawk (*Buteo lagopus*). In The Birds of North America, No. 641 (A. Poole and F. Gill, eds.). The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA.
- * Bednarz, J.C. 1995. Harris' hawk (*Parabuteo unicinctus*). In The Birds of North America, No. 146 (A. Poole and F. Gill, eds.). The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA.
- * _____ and R.J. Raitt. 2002. Chihuahuan raven (*Corvus cryptoleucus*). In The Birds of North America, No. 606 (A. Poole and F. Gill, eds.). The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA.
- Beecham, J.J., Jr. 1970. Nesting ecology of the golden eagle in southwestern Idaho. Master's Thesis. Univ. of Idaho, Moscow. 48pp.
- _____ and M.N. Kochert. 1975. Breeding biology of the golden eagle in southwestern Idaho. Wilson Bull. 87:506-513.
- Belisle, A.A., W.L. Reichel, L.N. Locke, T.G. Lamont, B.M. Mulhern, R.M. Prouty, R.B. DeWolf, and E. Cromartie. 1972. Residues of organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls, and mercury and autopsy data for bald eagles, 1969 and 1970. Pestic. Monit. J. 6:133-138.
- * Benson, P.C. 1977. Study of powerline utilization and electrocution of large raptors in four western states. Research proposal submitted to the National Audubon Soc. Brigham Young Univ., Provo, UT. 7pp.
- _____. 1980a. Abstract: Large raptor electrocution and power pole utilization: a study in six western states. J. Raptor Res. 14:125-126.
- _____. 1980b. Study of large raptor electrocution and power pole utilization in six western states. Pages 34-40 in R.P. Howard and J.F. Gore, eds. Proc. of a Workshop on Raptors and Energy Developments. Idaho Chapter, The Wildl. Soc., Boise, ID.
- * _____. 1981. Large raptor electrocution and power pole utilization: a study in six western states. Ph.D. dissertation. Brigham Young Univ., Provo, UT. 98pp.
- _____. 1982. Prevention of golden eagle electrocution. Electric Power Research Institute Rep. Ea-2680. Palo Alto, CA. 84pp.
- Bent, A. C. 1937. Life history of North American birds of prey. U.S. Natl. Mus. Bull. 167.
- Benton, A.H. 1954. Relationship of birds to power and communication lines. Kingbird 4:65-66.
- * _____, and L.E. Dickenson. 1966. Wires, poles, and birds. Pages 390-395 in R.P. Howard and J.F. Gore, eds. Birds in Our Lives. U.S. Bur. Of Sport Fisheries and Wildl., Washington, D.C.
- * Best, M. 2006. Pers. comm. Pacific Gas and Electric.
- * Bevanger, K. 1994a. Bird interactions with utility structures: collision and electrocution, causes and mitigating measures. Ibis 136:412-425.
- _____. 1994b. Three questions on energy transmission and avian mortality. Fauna Norv. Ser. 17:107-114.

- * _____. 1998. Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. *Biol. Cons.* 86:67-76.
- * _____. 2005. Pers. comm. Norwegian Institute for Nature Research.
- _____ and K. Overskaug. 1995. Utility structures as a mortality factor for raptors and owls in Norway. Pages 381-392 in R.D. Chancellor, B.U. Meyburg, and J.J. Ferrero, eds. *Holarctic Birds of Prey: Proc. Internatl. Conf. Badajoz, Spain. 17-22 April 1995.* Berlin, Germany.
- Bijleveld, M.F.I.J., and P. Goeldlin. 1976. Electrocutation d'un couple de Buses *Buteo buteo* a Jongny (VD). *Nos Oiseaux* 33: 280-281.
- * Birchell, J. 2005. Pers. comm. U.S. Fish and Wildlife Service.
- Bird, D.M., D.E. Varland, and J.J. Negro, eds. 1996. *Raptors in Human Landscapes: Adaptations to Built and Cultivated Environments.* Academic Press, Inc. San Diego, CA.
- Bisson, I.A., M. Ferrer, and D.M. Bird. 2002. Factors influencing nest-site selection by Spanish imperial eagles. *J. Field Ornithol.* 73:298-302.
- * Blem, C.R., L.B. Blem, and P.J. Harmata. 2002. Twine causes significant mortality in nestling ospreys. *Wilson Bull.* 114: 528-529.
- * Blodget, B.G. 1989. Common barn-owl. Pages 81-87 in *Proc. Northeast Raptor Management Symposium and Workshop.* Natl. Wildl. Fed., Washington, D.C.
- * Blue, R. 1996. Documentation of raptor nests on electric utility facilities through a mail survey. Pages 87-95 in D.M. Bird, D.E. Varland, and J.J. Negro, eds. *Raptors in Human Landscapes: Adaptations to Built and Cultivated Environments.* Academic Press, Inc. San Diego, CA.
- * Boarman, W.I. and B. Heinrich. 1999. Common Raven (*Corvus corax*). In *The Birds of North America*, No. 476 (A. Poole and F. Gill, eds.). The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA.
- * Boeker, E.K. 1972. Powerlines and bird electrocution. U.S. Fish and Wildl. Serv. Unpubl. rep. Denver Wildl. Research Center, Denver Colo. 8pp.
- _____. 1974. Status of golden eagle surveys in the western states. *Wildl. Soc. Bull.* 3:79-81.
- * _____, and P.R. Nickerson. 1975. Raptor electrocutions. *Wildl. Soc. Bull.* 3:79-81.
- Boeker, E.K. and T.D. Ray. 1971. Golden eagle population studies in the southwest. *Condor* 73:463-467.
- Bogener, D.J. 1979. Osprey inventory and management study for Shasta Lake Ranger District (1979). U.S. For. Serv. Unpubl. rep. Redding, CA. 13pp.
- * Bohm, R.T. 1988. Three bald eagle nests on a Minnesota transmission line. *J. Raptor Res.* 22:34.
- Bologna, F.F., A.C. Britten, and H.F. Vosloo. 2001. Current research into the reduction of the number of transmission line faults on the Eskom MTS. 2nd South African Electric Power Research Conference. South Africa, June 13, 2001.

- * Boshoff, A. F. 1993. Density, breeding performance and stability of Martial eagles *Polemaetus bellicosus* breeding on electricity pylons in the Nama-Karoo, South Africa. Proc. VIII Pan-Afr. Orn. Cong. 95-104.
- _____. and B. Basson. 1993. Large raptor fatalities caused by powerlines in the Karoo, South Africa. Gabar 8:10-13.
- * Boshoff, A.F. and C. Fabricus. 1986. Black eagles nesting on man-made structures. Bokmakierie 38:67-70.
- * Boshoff, A.F., C.J. Vernon, and R.K. Brooke. 1983. Historic atlas of the diurnal raptors of the Cape Province (*Aves: Falconiformes*). Ann. Cape Prov. Mus. 14:173-297.
- * Bouchard, D. 2006. Pers. comm. American Electric Power.
- * Brady, A. 1969. Electrocutted great horned owl. Cassinia 51:57.
- * Brett, J. 1987. Regional reports—Northeast region. Eyas 10:18-22. National Wildl. Fed., Raptor Information Center, Washington, D.C.
- Bridges, J.M. 1980. Raptor nesting platforms and the need for further studies. Pages 113-116 in R.P. Howard and J.F. Gore, eds. Proc. Of a Workshop on Raptors and Energy Developments. Idaho Chapter, The Wildl. Soc., Boise, ID.
- _____. 2001. Never say always. Pages 269-275 in R.G. Carlton, ed. Avian interactions with utility and communication structures: Proceedings of a workshop held in Charleston, South Carolina, December 2-3, 1999. Electric Power Research Institute. Palo Alto, CA.
- * _____ and R. Lopez. 1995. Reducing large bird electrocutions on a 12.5-kV distribution line originally designed to minimize electrocutions. Pages 263-265 in G.J. Doucet, C. Seguin, and M. Giguere, eds. 5th International Symposium on Environmental Concerns in Rights-of-way Management. Hydro-Quebec, Montreal, CA. 558pp.
- * Bridges, J.M. and D. McConnon. 1987. Use of raptor nesting platforms in a central North Dakota high voltage transmission line. Pages 46-49 in W.R. Byrnes and H.A. Holt, eds. Fourth Symp. on Environmental Concerns in Rights-of-way Mgmt. Purdue Univ., West Lafayette, IN. 595pp.
- Bromby, R. 1981. Killer lines in Colorado present an electrocution hazard to raptors. Wildl. News 6:2-3. (Colorado Division of Wildl. Denver.)
- * Brown, B. 2005. Pers. comm. Government Threatened Species Section, Tasmania.
- * Brown, C.J., and J.L. Lawson. 1989. Birds and electric transmission lines in South West Africa/Namibia. Madoqua 16:59-67.
- * Brown, C.R. 1997. Purple martin (*Progne subis*). In The Birds of North America, No. 287 (A. Poole and F. Gill, eds.). The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA.
- Brown, L., and D. Amadon. 1968. Eagles, hawks, and falcons of the world. Country Lide Books, London. 945pp.
- * Brubaker, D.L., K. L. Brubaker, and B.C. Thompson. 2003. Raptor and Chihuahuan raven nesting on decommissioned telephone-line poles in the northern Chihuahuan desert. Journal of Raptor Research 37:135-146.

Buckley, N. J. 1998. Interspecific competition between vultures for preferred roost positions. *Wilson Bulletin* 110:122-125.

Buehler, D.A. 2000. Bald eagle (*Haliaeetus leucocephalus*). In *The Birds of North America*, No. 506 (A. Poole and F. Gill, eds.). The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA.

_____, J.D. Fraser, J.K.D. Seegar, G.D. Therres, and M.A. Byrd. 1991. Survival rates and population dynamics of bald eagles on Chesapeake Bay. *J. Wildl. Manage.* 55:608-613.

* Bull, E.L. and J.R. Duncan. 1993. Great gray owl (*Strix nebulosa*). In *The Birds of North America*, No. 41 (A. Poole and F. Gill, eds.). The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA.

* Bunnell, S. T., C. M. White, D. Paul, and S. D. Bunnell. 1997. Stick nests on a building and transmission towers used for nesting by large falcons in Utah. *Great Basin Naturalist* 57:263-267.

* Burger, A.A. and K.J. Sadurski. 1995. Experimental investigation of bird initiated AC flashover mechanisms. *CIGRE SC* 33-95 (WG07).

Burke, H.F., S.F. Swaim, and T. Amalsadvala. 2002. Review of wound management in raptors. *J. Avian Medicine and Surgery* 16:180-191.

* Burnham, J.T. 1994. Bird streamer flashovers on FPL transmission lines. Florida Power and Light, Juno Beach, FL.

* _____. 1995. Bird streamer flashovers on FPL transmission lines. *IEEE Trans. Power Delivery* 10:970-977.

* Burnham, W.A. 1982. Peregrine Fund's Rocky Mountain Program operation report, 1982. The Peregrine Fund, Inc. Unpubl. rep. Fort Collins, CO. 152pp.

* Burruss, J. 2005. Pers. comm. PacifiCorp.

_____, K. Garlick, and A. Manville. 2003. Joint electric utility – conservation group effort is for the birds. *Electric Energy T&D Magazine*. Nov./Dec. 2003: pg. 8.

Butler, C. 2003. Species status review: monk parakeets in Oregon. *Oregon Birds* 29:97-100.

* Cade, T.J. 1985. Peregrine recovery in the United States. Pages 331-342 in Newton, I. and R.D. Chancellor, eds. *Conservation studies on raptors*. ICBP Tech. Publ. No. 5. California Bald Eagle Working Team. 1985. [Minutes of June 5, 1985, Working Team Meeting.]. Sacramento, CA. 4pp.

* _____ and P.R. Dague. 1977. The Peregrine Fund Newsletter No 5. 12pp.

California Department of Fish and Game. 1987. Recovery of a banded bald eagle in Siskiyou County, California, on June 23, 1987. Agency Memorandum from the Wildl. Biol., Nongame Bird and Mammal Section, to the Files, dated 1 December 1987. Sacramento, CA. 3pp.

California Energy Commission. 1992. Final Report. Wind turbine effects on avian activity, habitat use, and mortality in Altamont Pass and Solano County wind resource areas. 1989-1991.

_____. 1995. Avian collision and electrocution: an annotated bibliography.

- Call, M. 1979. Habitat management guides for birds of prey. U.S. Bureau of Land Manage. Tech. Note No. T/N-338. Denver, CO. 70pp.
- * Cardenal, A.C. 2005. Pers. comm. Biological consultant to the local governments of La Rioja and Valencia, Spain.
- * Cartron, J-L.E. 2005. Pers. comm. University of New Mexico, Albuquerque, NM.
- * Cartron, J-L.E., G.L. Garber, C. Finley, C. Rustay, R. Kellermueller, M.P. Day, P. Manzano-Fisher, and S.H. Stoleson. 2000. Power pole casualties among raptors and ravens in northwestern Chihuahua, Mexico. *Western Birds* 31:255-257.
- * Cartron, J-L.E., R. Harness, R. Rogers, and P. Manzano-Fischer. 2005. Impact of concrete power poles on raptors and ravens in northwestern Chihuahua, Mexico. Pages 357-369 in Cartron, J-L.E., G. Ceballos, and R.S. Felger, eds. *Biodiversity, Ecosystems, and Conservation in Northern Mexico*. Oxford Univ. Press: New York.
- * Cartron, J-L.E., R. Rodriguez-Estrella, R.C. Rogers, L.B. Rivera, and B. Granados. In press. Raptor and raven electrocutions in northwestern Mexico: a preliminary regional assessment of the impact of concrete power poles. In R. Rodriguez-Estrella, ed. *Current Raptor Studies in Mexico*. CIB-NOR, La Paz, Mexico.
- * Ceballos, G., E. Mellink, and L.R. Hanebury. 1993. Distribution and conservation of prairie dogs *Cynomys mexicanus* and *Cynomys ludovicianus* in Mexico. *Biol. Cons.* 63:105-112.
- * Central Vermont Public Service. 2002. News release: CVPS 'bird guards' save animal lives, reduce outages. Sept. 18, 2002.
- Chancellor, R.D.(ed). 1977. World conference on birds of prey, report of proceedings. Intern. Counc. For Bird Preserv. Vienna, Austria. 442pp.
- _____ and B.U. Meyburg, eds. 2000. *Raptors at Risk: Proc. V World Conf. on Birds of Prey and Owls*. Midrand, Johannesburg, South Africa. 4-11 August 1998. Hancock House. Berlin, Germany.
- _____ and _____. 2004. *Raptors Worldwide: Proc. VI World Conference on Birds of Prey and Owls*. Budapest, Hungary. 18-23 May 2003. World Working Group on Birds of Prey and Owls, MME/BirdLife. Hungary, Berlin, Budapest.
- * Chindgren, S.R. 1980. Mixing it up. *Hawk Chalk* 19:50-53.
- _____. 1981a. Raptor electrocution. *Hawk Chalk* 20:36-40.
- _____. 1981b. Trained raptor electrocution—a request for information. *Hawk Chalk* 20:59.
- Colson, E.W. 1993. The electric utility industry approach to bird interactions with powerlines- a historical perspective. Pages 3-I – 3-6 in J.W. Huckabee, ed. *Proc.: Avian Interactions with Utility Structures—International Workshop*. Electric Power Res. Inst. Tech. Rep. 103269, Palo Alto, CA.
- Conn. Dep. Of Env. Prot. Wildl. Bur. 1987. Connecticut osprey update. Wildl. Bur. Nongame Ser. No. Ng-3. Burlington. 6pp.
- Conover, A. 1999. To save a falcon. *Smithsonian* 29:102-116.
- Conservation News. 1973. Eagle electrocution study undertaken. 38:10-11. 15 May 1973.

_____. 1976. Power line electrocution-hazards made safer. 41:8-10. 15 November 1976.

Consumers Power Company. 1972. Construction awaits birth of eagles at utility line project. News release dated 27 April 1972. Jackson, MI. 1p.

* Cooley, T. 2005. Pers. comm. Michigan Dept. of Natural Resources Wildlife Disease Laboratory.

* Coon, N.C., L.N. Locke, E. Cromartie, and W.L. Reichel. 1970. Causes of bald eagle mortality, 1960-1965. J. Wild. Dis. 6:72-76.

* Craig, T.H. 1978. Car survey of raptors in southeastern Idaho, 1974-1976. Raptor Res. 12:40-45.

* _____ and E. H. Craig. 1984. A large concentration of roosting golden eagles in southwestern Idaho. Auk 101:610-613.

Crawford, J.E., and L.A. Dunkeson. 1974. Power line standards to reduce raptor losses on the National Resource Lands. (Abstract only.) Page 2:124 in F.N. Hamerstrom, Jr., B.E. Harrell, and R.R. Olendorff, eds. Management of Raptors. Raptor Res. Rep. No. 2:124.

Crawford, R.L. and R.T. Engstrom. 2001. Characteristics of avian mortality at a north Florida television tower: a 29-year study. J. Field Ornithol. 72:380-388.

Cromartie, E., W.L. Reichel, L.N. Locke, A.A. Belisle, T.E. Kaiser, T.G. Lamont, B.M. Mulhern, R.M. Prouty, and D.M. Swineford. 1975. Residues of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls and autopsy data for bald eagles, 1971-72. Pestic. Monit. J. 9:11-14.

Csermely, D. and C.V. Corona. 1994. Behavior and activity of rehabilitated buzzards (*Buteo buteo*) released in northern Italy. J. Raptor Res. 28:100-107.

Curtis, C. 1997. Birds and transmission lines. Blue Jay 55:43-47.

* Damon, J.D. 1975. Report suggests ways to protect eagles perched on power lines. News release dated 20 August 1975. Edison Electric Institute, New York, NY. 3pp.

* Dawson, J.W., and R.W. Mannan. 1994. The ecology of Harris' hawks in urban environments. Report submitted to Arizona Game and Fish Dept. Agreement G20058-A. 56 pp.

_____ and _____. 1995. Abstract: electrocution as a mortality factor in an urban population of Harris' hawks. J. Raptor Res. 29:55.

* Dean, W.R.J. 1975. Martial eagles nesting on high tension pylons. Ostrich 46:116-117.

Dedon, M. 1999. Reducing wildlife interactions with electrical distribution facilities. PIER, California Energy Commission, San Francisco, CA.

Deem, S.L. 1999. Raptor medicine: basic principles and noninfectious conditions. Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian 21:205-214.

* Dell, D. A. and P. J. Zwank. 1986. Impact of a high-voltage transmission line on a nesting pair of southern bald eagles in southeast Louisiana. J. Raptor Research 20:117-119.

* DeLong, J.P. and K. Steenhof. 2004. Effects of Management Practices on Grassland Birds: Prairie Falcon. Northern Prairie Wildlife Research Center, Jamestown, ND. 25 pp.

- * Demeter, I. 2005. Pers. comm. MME BirdLife, Hungary.
- Dennis, J.V. 1964. Woodpecker damage to utility poles: with special reference to the role of territory and resonance. *Bird-Banding* 35:225-253.
- Denver Audubon Society Newsletter. 1971. Action taken on eagle electrocutions. 3:1
- * Denver Post. 1974. Power lines menacing eagles. Newspaper article. 24 March 1974.
- * Detrich, P.J. 1978. Osprey inventory and management study for Shasta Lake Ranger District. U.S. For. Serv. Unpubl. rep. Redding, CA. 17pp.
- _____. 1989. Management recommendations for bald eagles at Lake Cachuma County Park. Unpubl. rep. prepared for the Santa Barbara [California] County Park Department. Ecos, Inc. Sacramento, CA. 17pp.
- * Dexter, R.W. 1953. Electrocution of a Baltimore oriole. *J. Field Ornithol.* 24:109.
- Dickerman, R.W. 2003. Talon-locking in the red-tailed hawk. *J. Raptor Res.* 37:176.
- * Dickinson, L.E. 1957. Utilities and birds. *Audubon* 59:54-55, 86-87.
- * Dilger, W.C. 1954. Electrocution of parakeets at Agra, India. *Condor* 56:102-3.
- DIN VDE 0210/12.85. 1991. Vogelshutz an Starkstrom-Freileitungen mit Nennspannungen über 1-kV (Bird protection on above ground power lines with power over 1-kV).
- Dodge, G. 1975. Engineers' forum: protection against problems of wildlife. *Elec. World*, 1 April 1975. Page 48.
- Donazar, J.A., C.J. Palacios, L. Gangoso, O. Ceballos, M.J. Gonzalez, and F. Hiraldo. 2002. Conservation status and limiting factors in the endangered population of Egyptian vulture (*Neophron percnopterus*) in the Canary Islands. *Biol. Cons.* 107:89-97.
- Dos Santos, J.A. 2004. Storks and transmission finding a middle ground. *Transmission and Distribution World*. June, 2004.
- Doumitt, T.A., M. Szczypinski, and J.K. Gardner. 2000. Reproductive success and nesting chronology of ferruginous hawks in northwestern Utah from 1997-1999. U.S. Dept. Interior, Bureau Land Mgmt., Salt Lake City, UT. 45 pp.
- * Dunstan, T.C. 1967. Study of osprey in Itasca County, Minnesota. Master's Thesis. Univ. of South Dakota, Vermillion. 66pp.
- * _____. 1968. Breeding success of osprey in Minnesota from 1963-1968. *Loon* 40:109-112.
- _____, J.H. Harper, and K.B. Phipps. 1978. Habitat used and hunting strategies of prairie falcons, red-tailed hawks, and golden eagles. U.S. Bur. Of Land Manage., Denver, CO, and Boise, ID. 177pp.
- * Dwyer, J.F. 2004. Investigating and mitigating raptor electrocution in an urban environment. M.S. Thesis, Univ. of Arizona. 71pp.
- Edison Electric Institute (EEI). 1973. [Raptor electrocutions.] Letter to the Associate Director of the Bur. of Land Manage. Dated 16 July 1973. 3pp.
- * _____. 1975. [Distribution of *Suggested Practices for Raptor Protection on Powerlines*.] Letter from the Institute to the Assistant Secretary of the Interior for Fish and Wildl. and Parks. Dated 24 September 1975. 2pp.

_____. 1980a Compatibility of fish, wildlife, and floral resources with electric power facilities and lands: an industry survey analysis. Urban Wildl. Res. Cent., Ellicott City, MD. 130pp.

_____. 1980b [Silver Wires, Golden Wings.] News release dated 17 June 1980. Edison Electric Institute, Washington, D.C. 2pp.

_____. 1980c. Studies/management for raptors. Unpubl. rep. Washington, D.C. 9pp.

_____. 1993. EEI Statistical Yearbook 1993. Edison Electric Institute, Washington, D.C. 9pp.

* EDM International, Inc. 2004. Guide to raptor remains: a photographic guide for identifying the remains of selected species of California raptors. Ft. Collins, CO. 118pp.

* Edwards, C.C. 1969. Winter behavior and population dynamics of American eagles in Utah. Ph.D. Dissertation, Brigham Young Univ., Provo, UT. 142pp.

Electric Meter. 1949. Pampered bird. March 1949, p. 3.

_____. 1951. Homeless hawk happy with rebuilt roost. May 1951. p.1.

* _____. 1953. South Jersey Nemesis. November 1953.

Electric Power Research Institute (EPRI). 1978. Compact Line Design 115-138-kV. Palo Alto, CA. 177pp.

* _____. 1988. A joint utility investigation of unexplained transmission line outages. Final Rep. EL-5735. Palo Alto, CA. 76pp.

Electric Reporter. 1946. Short circuit is isolated. October 1946.

Electric World. 1981. 500k-V towers are for the birds. July 1981.

Electricity Supply Commission of South Africa. 1980. Plea to save Africa's birds from electrocution. Megawatt 63:11-13.

* Ellis, D.H., J.G. Goodwin, Jr., and J.R. Hunt. 1978. Wildlife and electric power transmission. Pages 81-104 in J.L. Fletcher and R.G. Busnel, eds. Effects of Noise on Wildlife. Academic Press, Inc. New York, NY.

* Ellis, D.H., D.G. Smith, and J.R. Murphy. 1969. Studies on raptor mortality in western Utah. Great Basin Nat. 29:165-167.

* Energy and Environmental Economics, Inc. 2005. The cost of wildlife-caused power outages to California's economy. California Energy Commission, PIER Energy-Related Environmental Research. CEC-500-2005-030.

* Engel, K.A., L.S. Young, J.A. Roppe, C.P. Wright, and M. Mulrooney. 1992a. Controlling raven fecal contamination of transmission line insulators. Ebasco Environmental. Unpubl. rep. Bellevue, WA. 19pp.

* Engel, K.A., L.S. Young, K. Steenhof, J.A. Roppe, and M.N. Kochert. 1992b. Communal roosting of common ravens in southwestern Idaho. Wilson Bull. 104:105-121.

* England, A.S., M.J. Bechard, and C.S. Houston. 1997. Swainson's hawk (*Buteo swainsoni*). In The Birds of North America, No. 265 (A. Poole and F. Gill, eds.). The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA.

Erickson, W.A., R.E. Marsh, and T.P. Salmon. 1992. High frequency sound devices lack efficacy in repelling birds. Pages 103-104 in J.E. Borrecco and R.E. March, eds. Proc. 15th Vertebr. Pest Conf. Univ. of California, Davis.

- * Erickson, W., J. Watson, and B. Hubbard. 2004. Cooperative efforts by the Bonneville Power Administration to promote ferruginous hawk nesting on the Department of Energy's Hanford Reservation in Washington State Bonneville Power. Abstract, Environmental Concerns in Rights-of-Way Management, 8th International Symp., 12-16 Sept. 2004, Saratoga Springs, NY.
- * Estep, B. 2005. Pers. comm. Georgia Power Company.
- Estep, J.A. 1989. Avian mortality at large wind energy facilities in California: identification of a problem. California Energy Commission. Unpubl. rep. Sacramento, CA. 30pp.
- * Ewins, P. J. 1994. Artificial nest structures for ospreys: A construction manual. Environment Canada. Canadian Wildlife Service, Downsview, Ontario, Canada.
- * _____. 1996. The use of artificial nest sites by an increasing population of ospreys in the Canadian Great Lakes Basin. Pages 109-123 in D.M. Bird, D.E. Varland, and J.J. Negro, eds. *Raptors in Human Landscapes: Adaptations to Built and Cultivated Environments*. Academic Press, Inc. San Diego, CA.
- Fajardo, I. G. Babiloni, and Y. Miranda. 2000. Rehabilitated and wild barn owls (*Tyto alba*): dispersal, life expectancy and mortality in Spain. *Biol. Cons.* 94:287-295.
- Farquhar, C.C. 1992. White-tailed hawk (*Buteo albicaudatus*). In *The Birds of North America*, No. 30 (A. Poole and F. Gill, eds.). The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA.
- * Federal Energy Regulatory Commission (FERC). 1992. Manual of standard special articles prepared by Edward A. Abrams and James Haines, Div. Of Proj. Rev., Office of Hydropower Licensing, Paper No. DPR-4. Washington, D.C.
- Fernandez, C., and J.A. Insausti. 1990. Golden eagles take up territories abandoned by Bonelli's eagles in northern Spain. *J. Raptor Res.* 24: 125-125.
- Fernie, K. J., D. M. Bird, R. D. Dawson, P. C. Lague. 2000. Effects of electromagnetic fields on the reproductive success of American kestrels. *Physiological and Biochemical Zoology* 73:60-65.
- Ferrer, M., and M. de La Riva. 1987. [Impact of power lines on the population of birds of prey in the Donana National Park and its environments]. *Ricerche di biologia della Selvaggina* 12, 97-98.
- * _____, _____, and J. Castroviejo. 1991. Electrocution of raptors on power lines in southwestern Spain. *J. Field Ornithol.* 62:181-190.
- Ferrer, M. and M. Harte. 1997. Habitat selection by immature Spanish imperial eagles during the dispersal period. *J. Appl. Ecol.* 34:1359-1364.
- Ferrer, M. and F. Hiraldo. 1991. Evaluation of management techniques for the Spanish Imperial eagle. *Wildl. Soc. Bull.* 19:436-442.
- _____, and _____. 1992. Man-induced sex-biased mortality in the Spanish imperial eagle. *Biol. Conserv.* 60:57-60.
- Ferrer, M. and G.F.E. Janss, eds. 1999. *Birds and power lines: collision, electrocution, and breeding*. Quercus. Madrid, Spain.
- * Fiedler, M. 2005. Pers. comm. Public Service Company of New Mexico.
- Fishcer, D.L., K.L. Ellis, and R.J. Meese. 1984. Winter habitat selection of diurnal raptors in central Utah. *J. Raptor Res.* 18:98-102.

Fitzner, R.E. 1975. Owl mortality on fences and utility lines. *J. Raptor Res.* 9:55-57.

* _____. 1978. Behavioral ecology of the Swainson's hawk (*Buteo swainsoni*) in south-eastern Washington. Ph.D. Dissertation. Washington State Univ., Pullman. 194pp.

* _____. 1980a. Impacts of a nuclear energy facility on raptorial birds. Pages 9-33 in R.P. Howard and J.F. Gore, eds. *Proc. Workshop on Raptors and Energy Developments*. Idaho Chapter, The Wildl. Soc., Boise, ID.

_____. 1980b. Behavioral ecology of the Swainson's hawk in southeastern Washington. Battelle Pacific Northwest Lab. Tech. Rep. No. PNL-2754. Richland, WA. 65pp.

* ____, and R.L. Newell. 1989. Ferruginous hawk nesting on the U.S. DOE Hanford site: a recent invasion following introduction of transmission lines. Pages 125-132 in *Issues and Technology in the Management of Impacted Wildlife*. Pacific Northwest Lab., Richland, WA.

Fitzner, R.E., W.H. Richard, L.L. Caldwell, and L.E. Rogers. 1981. Raptors of the Hanford Site and nearby areas of south-central Washington. Battelle Pacific Northwest Lab., Richland, WA.

Fix, A.S. and S.Z. Barrows. 1990. Raptors rehabilitated in Iowa during 1986 and 1987: a retrospective study. *J. Wildl. Diseases* 26:18-21.

* Florida Power and Light. 2005. Unpubl. data.

* Forrester, D.J. and M.G. Spaulding. 2003. *Parasites and Diseases in Wild Birds in Florida*. University of Florida Press, Gainesville, FL. 1152pp.

* Franson, J.C., and S.E. Little. 1996. Diagnostic findings in 132 great horned owls. *J. Raptor Res.* 30:1-6.

* Franson, J.C., L. Sileo, and N.J. Thomas. 1995. Causes of eagle deaths. Page 68 in LaRoe, E.T., G.S. Farris, C.E. Puckett, P.D. Doran, and M.J. Mac, eds. *Our living resources: a report to the nation on the distribution, abundance, and health of U.S. plants, animals, and ecosystems*. U.S. Dept. Interior, Natl. Biol. Service, Washington, D.C. 530pp.

* Franson, J.C., N.J. Thomas, M.R. Smith, A.H. Robbins, S. Newman, and P.C. McCarton. 1996. A retrospective study of postmortem findings in red-tailed hawks. *J. Raptor Res.* 30:7-14.

Freeman, A. 2003. Two wild endangered birds die. *Greenwire*, Feb. 21, 2003.

Frenzel, R.W. 1984. Environmental contaminants and ecology of bald eagles in south central Oregon. Ph.D. Dissertation. Oregon State Univ., Corvallis, OR. 151pp.

Friend, M., J.C. Franson, and USGS-BRD, eds. 1999. *Field manual of wildlife diseases: general field procedures and diseases of birds*. USGS-BRD. Washington, D.C.

Frier, J.A. 1977. Research and management of endangered birds in New Jersey (Ospreys). New Jersey Department of Environmental Protection, Division of Fish, Game, and Wildl. Unpubl. rep. Trenton, NJ. 13pp.

_____. 1978. Research and management of endangered birds in New Jersey (Ospreys). New Jersey Dep. Environmental Protection, Division of Fish, Game, and Wildl. Unpubl. Rep. Trenton, NJ. 14pp.

- * Fulton, J.R. 1984. Ospreys nest at John H. Kerr Reservoir. *Raven* 54:14.
- Fyfe, R.W., and R.R. Olendorff. 1976. Minimizing the dangers of nesting studies to raptors and other sensitive species. *Can. Wildl. Service, Occas. Paper No.23*. 17pp.
- * Gaines, R.C. 1985. Nest site selection, habitat utilization, and breeding biology of the ferruginous hawk in central North Dakota. Master's Thesis. North Dakota State Univ., Fargo. 32pp.
- Garber, D.P. 1972. Osprey study, Lassen and Plumas Counties, California, 1970-1971. California Department of Fish and Game, Wildl. Management Branch Admin. Rep. No. 72-I, Sacramento. 33pp.
- Garrett, M.G. 1993. PacifiCorp program for managing birds on power lines, a case study. Pages 18-1 – 18-5 in J.W. Huckabee, ed. *Proc.: Avian Interactions With Utility Structures—International Workshop*, Electric Power Res. Inst. Tech. Rep. 103269, Palo Alto, CA.
- Garzon, J. 1977. Birds of prey in Spain, the present situation. Pages 159-170 in R.D. Chancellor (ed.). *World Conference on birds of prey*, Report of Proceedings. Intern. Counc. For Bird Preserv. Vienna, Austria.
- Gauthreaux, S.A. 1993. Avian interactions with utility structures, background and milestones. Pages I-I – I-6 in J.W. Huckabee, ed. *Proc.: Avian Interactions with Utility Structures—International workshop*. Electric Power Res. Inst. Tech. Rep. 103269, Palo Alto, CA.
- * Georgia Power Company. 2005. Unpubl. data.
- * Gilbertson, B. 1982. Minnkota Power Co-op and the hawks. *Hawk Chalk* 21:51-54.
- * Gillard, R. 1977. Unnecessary electrocution of owls. *Blue Jay* 35:259.
- Gilliland, J. 1975. Eagle-safe poles praised. Newspaper article. *Idaho Statesman*, Boise, ID. 22 October 1975.
- * Gilmer, D.S., and R.E. Stewart. 1983. Ferruginous hawk populations and habitat use in North Dakota. *J. Wildl. Manage.* 47:146-157.
- * Gilmer, D.S. and J.M. Wiehe. 1977. Nesting by ferruginous hawks and other raptors on high voltage power line towers. *Prairie Natur.* 9:1-10.
- Graham, F., Jr. 2000. The day of the condor. *Audubon*, Jan/Feb 2000: 46-53.
- Gray, L.D. 1988. California Energy Commission informational workshop on wind turbine effects on avian activity and habitat use. Alameda County Planning Department. Unpubl. rep. Hayward, CA. 20pp.
- Grazhdankin, A.V., and V.I. Perverva. 1982. [Causes of mortality of steppe eagles (*Aquila nipalensis*) on the transmission line supports and the ways of their removal.] *Mosuva* 1982:3-10. [English summary]
- Gretz, D.I. 1981. Power line entanglement hazard to raptors. U.S. Fish and Wildl. Serv. Unpubl. rep. Denver, CO. 9pp.
- * Grubb, T. G. 1995. Constructing bald eagle nests with natural materials. USDA Forest Service Research Note RM-RN-535. 8pp.
- Guzman, J. and J.P. Castano. 1998. Raptor mortality by electrocution in power lines in eastern Sierra Morena and Campo del Montiel (Spain). *Ardeola* 45:161-169.

- * Haas, D. 1980. Endangerment of our large birds by electrocution—a documentation. Pages 7-57 in *Okologie der vogel* [Ecology of birds]. Vol. 2. Deutscher bund fur Vogelschutz, Stuttgart. (German with English summary).
- _____. 1993. Clinical signs and treatment of large birds injured by electrocution. Pages 180-183 in P.T. Redig, J.E. Cooper, J.D. Remple, D.B. Hunter, and T. Hahan, eds. *Raptor Biomedicine*. Univ. of Minnesota Press. Minneapolis.
- * _____. 2005. Pers. comm. German Nature Conservation Association.
- Hall, T.R., W.E. Howard, and R.E. Marsh. 1981. Raptor use of artificial perches. *Wildl. Soc. Bull.* 9:296-298.
- * Hallinan, T. 1922. Bird interference on high tension electric transmission lines. *Auk* 39: 573.
- Hannum, G., W. Anderson, and M. [W.] Nelson. 1974. Power lines and birds of prey. Report presented to Northwest Electric Light and Power Assoc., Yakima, WA, 22 April 1974. 23pp.
- * Hanson, K.E. 1988. Managing transmission lines for wildlife enhancement. *J. Arboricult.* 14:302-304.
- * Hardy, N. 1970. Fatal dinner. *Thunder Bay Field Natur. Club Newsletter* 24:11.
- Harlow, D.L., and P.H. Bloom. 1989. Buteos and the golden eagle. Pages 102-110 in B.G. Pendleton, ed. *Proc. Western Raptor Manage. Symp. And Workshop*. Nat. Wildl. Fed. Sci. and Tech. Series No. 12.
- * Harmata, A.R. 1991. Impacts of oil and gas development on raptors associated with Kevin Rim, Montana. Kevin Rim Raptor Study Group. Unpubl. rep. Biol. Dep. Montana State Univ., Bozeman. Prepared for the U.S. Bur. Of Land Manage., Great Falls Resource Area, MT. 98pp.
- * _____. 2002. Encounters of golden eagles banded in the Rocky Mountain West. *J. Field Ornithol.* 73:23-32.
- * _____. G.J. Montopoli, B. Oakleaf, P.J. Harmata, and M. Restani. 1999. Movements and survival of bald eagles banded in the Greater Yellowstone ecosystem. *J. Wildl. Manage.* 63:781-793.
- Harmata, A.R., M. Restani, G.J. Montopoli, J.R. Zelenak, J.T. Ensign, and P.J. Harmata. 2001. Movements and mortality of ferruginous hawks banded in Montana. *J. Field Ornithol.* 72:389-398.
- * Harness, R.E. 1996. Raptor electrocutions on electric utility distribution overhead structures. Pages B4-I – B-4-7 in *Proc. Of the 1996 Rural Electric Power Conference*. Inst. Electr. and Electronic Engineers, New York, NY.
- * _____. 1997. Raptor electrocutions caused by rural electric distribution powerlines. MS Thesis, Colorado State University, Fort Collins, CO. 54pp.
- * _____. 1998. Steel distribution poles—environmental implications. Pages DI-I through DI-5 in *Proc. Rural Electric Power Conference*. Institute of Electrical and Electronics Engineers. New York, NY.
- _____. 1999. Monk parakeets (*Myiopsitta monachus*) nesting in Colorado. *J. Colorado Field Ornithol.* 33:225.

- _____. 2000. Raptor electrocutions and distribution pole types. North Amer. Wood Pole Coalition Tech. Bull. October 2000: I-19.
- * _____. 2001. Reduce raptor mortality by retrofitting power lines. IEEE Industry Applications Magazine. Nov./Dec. 2001: 50-55.
- _____. 2002. Raptors: test to protect. Transmission and Distribution World. March, 2002.
- * _____. 2004. Artificial food sources and bald eagle (*Haliaeetus leucocephalus*) electrocutions in Alaska. Abstract, Environmental Concerns in Rights-of-Way Management, 8th International Symp., 12-16 Sept. 2004, Saratoga Springs, NY.
- _____. 2005. Pers. comm. EDM International.
- * _____ and M. Garrett. 1999. Effectiveness of perch guards to prevent raptor electrocutions. J. Colorado Field Ornithol. 33:215-220.
- * Harness, R.E., and K.R. Wilson. 2001. Electric-utility structures associated with raptor electrocutions in rural areas. Wildl. Soc. Bull. 29:612-623.
- _____ and _____. 1998a. Raptor electrocutions. IEEE Industry Applications Magazine 4:25-31.
- _____ and _____. 1998b. Review of falconers' electrocution data. Hawk Chalk 37:79-81.
- Harris, R.D. 1988. Report of a golden eagle mortality. Memorandum from the Project Manager, LSA Associated, to R.M. Jurek, D.A. Anderson, D.L. Harlow, and R.R. Olendorff, dated 21 December 1988. Richmond, CA. 2pp.
- Harrison, J. 1962. Heavy mortality of mute swans from electrocution. Wildfowl Trust Annual Report 14:164-165.
- Harshbarger, R.M. S.W. Platt, and N.E. Hargis. 1994. Mitigation planning for raptors during mining in southwestern Wyoming. Thorne Ecological Institute: 67-75.
- * Hartley, R.R., K. Hustler, and P.J. Mundy. 1996. The impact of man on raptors in Zimbabwe. Pages 337-353 in D.M. Bird, D.E. Varland, and J.J. Negro, eds. Raptors in Human Landscapes: Adaptations to Built and Cultivated Environments. Academic Press, Inc. San Diego, CA.
- Henderson, C. 1988. Regional reports—midwest. Eys 11:8-10. National Wildl. Fed., Raptor Information Center, Washington D.C.
- * Henny, C.J., and D.W. Anderson. 1979. Osprey distribution, and abundance and status in western North America: III. The Baja California and Gulf of California population. Bull. So. Calif. Acad. Sci. 78:89-106.
- * _____ and _____. 2004. Status of nesting ospreys in coastal Baja California, Sonora and Sinaloa, Mexico, 1977 and 1992-1993. Bulletin Southern California Academy Science 103:95-114.
- * Henny, C.J., D.J. Dunaway, R.D. Mallette, and J.R. Koplin. 1978. Osprey distribution, abundance, and status in western North America: I. The northern California population. Northwest Sci. 52:261-271.
- * Henny, C.J. and J.L. Kaiser. 1996. Osprey population increase along the Willamette River Oregon, and the role of utility structures, 1976-1993. Pages 97-108 in D.M. Bird, D.E. Varland, and J.J. Negro, eds. Raptors in Human Landscapes. Academic Press, London.

- * ____, ____, and R. A. Grove. 2003. Ospreys in Oregon and the Pacific Northwest. U.S.D. I. Geological Survey Fact Sheet 153-02 (rev. 2003), Corvallis, OR. 4pp.
- Herren, H. 1969. Status of the peregrine falcon in Switzerland. Pages 231-238 in J.J. Hickey, ed. *Peregrine Falcon Populations: their Biology and Decline*. Univ. of Wisconsin Press, Madison.
- * Herron, G.B., S.J. Stiver, and R. Turner. 1980. Population surveys, species distribution and key habitats of selected nongame species. Nevada Dept. Wildl. Unpubl. rep. Reno. 21pp.
- Hjortsberg, W. 1979. Morlan Nelson among the raptors. *Rocky Mountain Mag.* May, 1979. Pages 58-67.
- Hlavac, V. 1998. Current results of the program aimed at saving the peregrine falcon (*Falco peregrinus*) and the saker falcon (*Falco cherrug*) in the Czech Republic. *Buteo* 10:125-130.
- * Hobbs, J.C., and J.A. Ledger. 1986. Power-lines, bird-life and the golden mean. *Fauna and Flora* 44:23-27.
- * Houston, C.S. 1978. Recoveries of Saskatchewan-banded great horned owls. *Can. Field-Nat.* 92:61-66.
- _____. 1982. Artificial nesting platforms for ferruginous hawks. *Blue Jay* 40:208-213.
- _____. 1998a. Ferruginous hawk banding in Saskatchewan. *Blue Jay* 56:92-94.
- _____. 1998b. Great horned owl (*Bubo virginianus*). In *The Birds of North America*, No. 372 (A. Poole and F. Gill, eds.). The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA.
- * _____ and F. Scott. 2001. Power poles assist range expansion of ospreys in Saskatchewan. *Blue Jay* 59:182-188.
- Houston, D.C. 1996. The effect of altered environments on vultures. Pages 327-335 in D.M. Bird, D.E. Varland, and J.J. Negro, eds. *Raptors in Human Landscapes: Adaptations to Built and Cultivated Environments*. Academic Press, Inc. San Diego, CA.
- Howard, R.P. 1975. Breeding ecology of the ferruginous hawk in northern Utah and southern Idaho. Master's Thesis. Utah State Univ., Logan. 59pp.
- _____. 1980. Artificial nest structures and grassland raptors. Pages 117-123 in R.P. Howards and J.F. Gore, eds. *Proc. of a Workshop on Raptors and Energy Developments*. Idaho Chapter, The Wildl. Soc., Boise, ID.
- _____, and M.Hilliard. 1980. Artificial nest structures and grassland raptors. *Raptor Res.* 14:41-45.
- Howard, R.R., and J.F. Gore (eds). 1980. *Proc. of a Workshop on Raptors and Energy Developments*. Idaho Chapter, The Wildl. Soc., Boise, ID. 125pp.
- * Howell, J.A. and J. Noone. 1992. Examination of avian use and mortality at a U.S. Windpower, wind energy development site, Montezuma Hills, Solano County, California. Solano Co. Dept. Environmental Management. Fairfield, CA. 41 pp.
- Huckabee, J. W., ed. 1993. *Proceedings: Avian Interactions With Utility Structures —International Workshop*. Electric Power Res. Inst. Tech. Rep. 103268, Palo Alto, CA. 3379pp.

- * Hunt, W.G., R.E. Jackman, T.L. Brown, and L. Culp. 1999. A population study of golden eagles in the Altamont Pass Wind Resource Area: Population trend analysis 1994-1997. Report to National Renewable Energy Laboratory, Subcontracts XAT-5-15174-01, XAT-6-16459-01 to the Predatory Bird Research Group, University of California, Santa Cruz.
- * Hunter, P., N. A. Mahony, P. J. Ewins, D. Baird, and M. Field. 1997. Artificial nesting platforms for bald eagles in southern Ontario, Canada. *Journal of Raptor Research* 31:321-326.
- * Hunting, K. 2002. A roadmap for PIER research on avian power line electrocution in California. PIER Environmental Area. CEC Publication 500-02-072F. December 2002.
- Hutchinson, E. 1973. "...where eagles dare to perch." *Lines*. March 1973. Pages 9-11. (Public Service Co. of Colorado.)
- * Idaho Power Co. 1996. Unpubl. data.
- * Illinois Power Company. 1972. IP helps maintain Sparrow Hawks. *Hi-Lines*, November, 1972:14.
- * INE-SEMARNAT. 2002. Memorias del Primer Taller sobre electrocución de aves en líneas eléctricas de México: hacia un diagnóstico y perspectivas de solución. 6 y 7 de marzo 2002. INE-SEMARNAT. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (IEEE). 2002. National Electric Safety Code (NESC). <http://standards.ieee.org/nesc/index.html>.
- IEEE Task Force on Reducing Bird Related Power Outages. 2004. Preventive measures to reduce bird-related power outages—Part I: Electrocution and collision. *IEEE Transactions on Power Delivery* 19:1843-1847.
- * Investment Dealers' Digest. 1950. One for Ripley. June, 1950.
- Ivanovsky, V.V. 1995. Current status and breeding ecology of the goshawk *Accipiter gentilis* in northern Belarus. Pages 111-116 in R.D. Chancellor, B.U. Meyburg, and J.J. Ferrero, eds. *Holarctic Birds of Prey*. Proc. Internatl. Conf. Badajoz, Spain. 17-22 April 1995. Berlin, Germany.
- * Jamieson, I., N. Seymour, and R.P. Bancroft. 1982. Time and activity budgets of ospreys nesting in northeastern Nova Scotia. *Condor* 84:439-441.
- * Janss, G.F.E. 1998. Nests of white storks on electric utility towers. *Wildlife Society Bulletin* 26:274-278.
- * _____. 2000. Avian mortality from power lines: a morphological approach of a species-specific mortality. *Biol. Cons.* 95:353-359.
- * _____. and M. Ferrer. 1999. Mitigation of raptor electrocution on steel power poles. *Wildlife Soc. Bull.* 96:263-273.
- * _____. and _____. 2001. Avian electrocution mortality in relation to pole design and adjacent habitat in Spain. *Bird Conservation International* 11:3-12.
- Jarvis, M.J.F. 1974. High tension power lines as a hazard to large birds. *Ostrich* 45:262.
- * Jelen, P. 2005. Pers. comm. Arizona Public Service Co.
- Jenkins, A.R. 1998. Soaring into the future: a report on the structure and activities of raptor conservation group, with some ideas for the way ahead. *J. African Raptor Biol.* 13:2-9.

- * _____, C.S. van Rooyen, J.A. DeGoede, and M.T. Matshikiza. 2005. Managing raptor interactions with powerlines in South Africa. Proc. 5th International Conference on Power and Energy Systems. Benalmadena, Spain.
- * Johnsgard, P.A. 1988. North American owls: biology and natural history. Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C. 295pp.
- * _____. 1990. Hawks, eagles, and falcons of North America. Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C. 403pp.
- Jurek, R.M. 1988. Five-year status report—bald eagle. California Dep. of Fish and Game. Unpubl. rep. Sacramento. 15pp.
- Juvvadi, P. 2005. Pers. comm. Wildlife biologist, India.
- Kabouche, B., P. Bayle, and J.-L. Lucchesi. 1996. The short-toed eagle *Circaetus gallicus* mortality on electric wires in southeast France. Faune de Provence (C.E.E.P.) 17:101-103.
- Kaiser, G. 1970. The buzzard as the cause of single-pole breakdowns in high-tension lines. Elektrotechnische Zeitschrift 91:313-331.
- * Kaiser, J. 2005. Pers. comm. U.S. Geological Survey.
- Karyakin, I.V., L.M. Novikova, and A.S. Pazhenkov. 2005. Electrocutions of birds of prey on power lines in the Aral Sea region, Kazakhstan. Raptor Cons. 2005:31-21.
- * Keddy-Hector, D.P. 2000. Aplomado falcon (*Falco femoralis*). In The Birds of North America, No. 549 (A. Poole and F. Gill, eds.). The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA.
- Keister, G.P., Jr., R.G. Anthony, and E.J. O'Neill. 1987. Use of communal roosts and foraging areas by bald eagles wintering in the Klamath Basin. J. Wild. Manage. 51:415-420.
- * Kemp, A.C. 1984. Preliminary description of the dynamics of a Greater Kestrel population. Pages 141-150 in J.M. Mendelsohn and C.W. Sapsford, eds. Proc. 2nd Symp. African Predatory Birds. Natal Bird Club. Durban, South Africa.
- * Keran, D. 1986. Bald eagle nest on a power pole. Loon 58:142.
- * Kerlinger, P., R. Curry, and R. Ryder. 2000. Ponnequin wind energy project: reference site avian study. National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO. 25pp.
- * Kerlinger, P. and M.R. Lein. 1988. Causes of mortality, fat condition, and weights of wintering snowy owls. J. Field Ornithol. 59:7-12.
- * Kimsey, B. and M. R. Conley. 1988. Habitat use by raptors in south-central New Mexico. Pages 197-203 in R.L. Glinski, B. G. Pendleton, M. B. Moss, M. N. LeFranc, Jr., B. A. Millsap, and S. W. Hoffman, eds. Proceedings of the Southwest Raptor Management Symposium and Workshop. Nat. Wildl. Fed. Sci. Tech. Ser. No. 11. Washington, D.C.
- Kingery, H.E. 1971. The spring migration: Great Basin-Central Rocky Mountain region. Amer. Birds 25:774-780.
- * Kirk, D.A. and C. Hyslop. 1997. Population status and recent trends in Canadian raptors: a review. Biol. Cons. 83:91-118.
- Kirk, D.A. and M.J. Mossman. 1998. Turkey vulture (*Cathartes aura*). In The Birds of North America, No. 339. A. Poole and F. Gill, eds. Washington, DC.

- Klem, D., Jr., D.C. Keck, K.L. Marty, A.J. Miller Ball, E.E. Niciu, and C.T. Platt. 2004. Effects of window angling, feeder placement, and scavengers on avian mortality at plate glass. *Wilson Bull.* 116:69-73.
- * Knight, R. L. and J. Y. Kawashima. 1993. Responses of ravens and red-tailed hawk populations to linear right-of-ways. *J. Wildlife Management* 57:266-271.
- Kochert, M.N. 1972. Population status and chemical contamination in golden eagles in southwestern Idaho. Master's Thesis. Univ. of Idaho, Moscow. 102pp.
- _____. 1973. Density, food habits, and reproductive performance of raptors in the Snake River Birds of Prey Natural area. Ann. Progress Rep. U.S. Bur. Land Manage., Boise, ID. 58pp.
- * _____. 1980. Golden eagle reproduction and population changes in relation to jackrabbit cycles: implications to eagle electrocutions. Pages 71-86 in R.P. Howard and J.F. Gore, eds. *Proc. of a Workshop on Raptors and Energy Developments*. Idaho Chapter, The Wildl. Soc., Boise, ID.
- * _____. and R.R. Olendorff. 1999. Creating raptor benefits from powerline problems. *J. Raptor Res.* 33:39-42.
- * Kochert, M.N., and K. Steenhof. 2002. Golden eagles in the U.S. and Canada: status, trends, and conservation challenges. *J. Raptor Res.* 36:32-40.
- * Kochert, M.N., K. Steenhof, C.L. McIntyre, and E.H. Craig. 2002. Golden eagle (*Aquila chrysaetos*). In *The Birds of North America*, No. 684 (A. Poole and F. Gill, eds.). The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA.
- Kostecke, R.M., G.M. Linz, and W.J. Bleier. 2001. Survival of avian carcasses and photographic evidence of predators and scavengers. *J. Field Ornithol.* 72:439-447.
- Krone, O. 2000. Abstract: Causes of mortality in white-tailed sea eagles (*Haliaeetus albicilla*) from Germany. Page 18. Sea eagle, 2000. Bjorko, Sweden. 13-17 September 2000. Swedish Society for Nature Conservation.
- _____, T. Langgemach, P. Sommer, and N. Kenntner. 2002. Diseases and causes of death in the white-tailed eagle (*Haliaeetus albicilla*) in Germany. *Corax* 19:102-108.
- * Kroodsma, R.L. 1978. Evaluation of a proposed transmission line's impacts on waterfowl and eagles. Pages 69-76 in M.L. Avery, ed. *Impacts of Transmission Lines on Birds in Flight*. U.S. Fish and Wildl. Serv., Biol. Serv. Program, Washington, D.C.
- Krueger, T.E., Jr. 1995. The use of electrical transmission pylons as nesting sites by the kestrel *Falco tinnunculus* in north-east Italy. Pages 141-148 in R.D. Chancellor, B.U. Meyburg, and J.J. Ferrero, eds. *Holarctic Birds of Prey: Proc. Internatl. Conf.* Badajoz, Spain. 17-22 April 1995. Berlin, Germany.
- * Kruger, R. 2001a. Raptor electrocutions in South Africa: structures, species, and issues hampering the reporting of incidents and implementation of mitigation measures. Pages 71-82 in R.G. Carlton, ed. *Avian interactions with utility and communication structures: Proceedings of a workshop held in Charleston, South Carolina, December 2-3, 1999*. Electric Power Research Institute. Palo Alto, CA.

_____. 2001b. A risk based approach to the cost of implementing raptor mitigation measures on Eskom distribution networks in South Africa. Pages 229-246 in R.G. Carlton, ed. Avian interactions with utility and communication structures: Proceedings of a workshop held in Charleston, South Carolina, December 2-3, 1999. Electric Power Research Institute. Palo Alto, CA.

_____. 2005. Pers. comm. ESKOM, South Africa.

- * _____, A. Maritz, and C. van Rooyen. 2003. Vulture electrocutions on vertically configured medium voltage structures in the Northern Cape Province, South Africa. Proc. 6th World Conference on Birds of Prey and Owls. Budapest, Hungary. 18-23 May 2003.

Kruger, R. and C.S. van Rooyen. 2000. Evaluating the risk existing powerlines pose to large raptors by utilizing risk assessment methodology: the Molopo Case Study. Pages 757-764 in R.D. Chancellor and B.U. Meyburg, eds. Raptors at Risk: Proc. V World Conference on Birds of Prey and Owls. Midrand, Johannesburg, South Africa. 4-11 August 1998. Hancock House. Berlin, Germany.

Kruger, R., C.S. van Rooyen, and A. Maritz. 2003. Abstract: the electrocution risk posed to vultures by vertically configured medium voltage designs. World Working Group on Birds of Prey and Owls. Germany.

- * Kysely, J. 2004. WE Energies gets a one-two punch in outage control. Transmission and Distribution World. September 2004.

Lacoursiere, B. 2001. European pole-top configuration for raptor protection. Page 83 in R.G. Carlton, ed. Avian interactions with utility and communication structures: Proceedings of a workshop held in Charleston, South Carolina, December 2-3, 1999. Electric Power Research Institute. Palo Alto, CA.

- * Lano, A. 1927. Great blue heron (*Ardea herodias*) electrocuted. Auk 44:246.

Lawson, A.B., and M.J. Wyndham. 1993. A system of monitoring wildlife interactions with electricity distribution installations in a supply region of the Cape Province in Southern Africa. Pages 5-1 – 5-10 in J.W. Huckabee, ed. Proc.: Avian Interactions with Utility Structures—International Workshop. EPRI Tech. Rep. TR-103268.

- * Laycock, G. 1973. Saving western eagles from traps and zaps: bobcat baits and poles take heavy tolls. Audubon 75:133.

Ledger, J.A. 1980. Plea to save Africa's birds from electrocution—focus on ESCOM research committee's research. Megawatt 63:11-13.

_____. 1984. Engineering solutions to the problem of vulture electrocutions on electricity towers. Cert. Engineer 57:92-95.

_____. 1988. Eskom bird identification guide. Eskom, Johannesburg, South Africa. 26pp.

_____, and H.J. Annegarn. 1981. Electrocution hazards to the cape vulture (*Gyps coprotheres*) in South Africa. Biol. Conserv. 20:15024.

- * Ledger, J.A. and J.C. Hobbs. 1985. First record of African white-backed vulture nesting on man-made structures. Bokmakierie 37:99-101.

- * ____ and _____. 1999. Raptor use and abuse of powerlines in southern Africa. *J. Raptor Res.* 33:49-52.
- * Ledger, J.A., J.C. Hobbs, and T.V. Smith. 1993. Avian interactions with utility structures: South African experiences. Pages 4-I – 4-II in J.W. Huckabee, ed. *Proc.: Avian Interactions With Utility Structures—International Workshop*. Electric Power Res. Inst. Tech Rep. I03269, Palo Alto, CA.
- * Ledger, J.A., J.C. Hobbs, and D. van Rensburg. 1987. First record of black eagles nesting on an electricity transmission tower. *Afr. Wildl.* 41:60-63, 65-66.
- Lee, J.M., Jr. 1977. Transmission lines and their effects on wildlife: a status report of research on the BPA system. Paper presented at the annual meeting of the Oregon Chapter of the Wildl. Soc., 19-21 January, 1977. 25pp.
- _____. 1978. A status report on the BPA Biological Studies Program. Bonneville Power Administration, Portland, OR. 9pp.
- * _____. 1980. Raptors and the BPA transmission system. Pages 41-55 in R.P. Howard and J.F. Gore, eds. *Proc. of Workshop on Raptors and Energy Developments*. Idaho Chapter, The Wildl. Soc., Boise, ID.
- * Lehman, R.N. 2001. Raptor electrocution on power lines: current issues and outlook. *Wildl. Soc. Bull.* 29:804-813.
- _____, A.R. Ansell, M.G. Garrett, A.D. Miller, and R.R. Olendorff. 1999. Suggested practices for raptor protection on power lines: the American story. Pages 125-144 in M. Ferrer and G.F.E. Janss, eds. *Birds and power lines: collision, electrocution and breeding*. Quercus, Madrid, Spain.
- Lehman, R.N. and J.S. Barrett. 2000. Raptor electrocutions and associated fire hazards in the Snake River Birds of Prey National Conservation Area. U.S. Dept. Int., Bureau of Land Manage. Tech. Bull. No. 00-2. Boise, ID. 16pp.
- ____ and _____. 2002. Raptor electrocutions and associated fire hazards in the Snake River Birds of Prey National Conservation Area. U.S. Dept. Int., Bureau of Land Manage. Tech. Bull. No. 02-7, Boise, ID. 21pp.
- Leonardi, G. 2001. *Falco biarmicus* Lanner Falcon. *Birds of the Western Palearctic Update* 3:157-174.
- Leshem, Y. 1985. Griffon vultures in Israel—electrocution and other reasons for a declining population. *Vulture News* 13:14-20.
- Lewis, J.C., 1993. The U.S. Fish and Wildlife Service and bird-power line interactions. Pages 2-I – 2-6 in J.W. Huckabee, ed. *Proc.: Avian Interactions With Utility Structures—International Workshop*. Electric Power Res. Inst. Tech. Rep. I03269, Palo Alto, CA.
- Leyhe, J.E. and G. Ritchison. 2004. Perch sites and hunting behavior of red-tailed hawks (*Buteo jamaicensis*). *J. Raptor Res.* 38:19-25.
- * Liguori, S. 2003. Osprey. Pages 80-86 in Beans, B.E. and L. Niles, eds. *Endangered and Threatened Wildlife of New Jersey*. Rutgers University Press. New Brunswick, NJ.
- * _____. 2005. Pers. obs. PacifiCorp.
- * ____ and J. Burruss. 2003. Raptor electrocution reduction program, 2001-2002 report. Prepared by HawkWatch International for PacifiCorp, Salt Lake City, UT. 35pp.

* Lindsay, J. 2005. Pers. comm. Florida Power and Light Co.

Love, O.P. and D.M. Bird. 1997. Raptors in urban landscapes: a review and future concerns. Pages 425-434 in R.D. Chancellor and B.U. Meyburg, eds. *Raptors at Risk: Proc. V World Conference on Birds of Prey and Owls*. Midrand, Johannesburg, South Africa. 4-II August 1998. Hancock House. Berlin, Germany.

Lucid, V.J., and R.S. Slack. 1980. Handbook on bird management and control directorate of environmental planning. Air Force Engineering and Services Center. Tyn-dall Air Force Base, Port St. Joe, FL. 185pp.

MacCarter, D.L., and D.S. MacCarter. 1979. Ten-year nesting status of osprey at Flathead Lake, Montana. *Murrelet* 60:42-49.

Males, R. 1980. Effects of power lines and poles on birds. *EPRI J.* March 1980: 49-50. Electric Power Research Institute, Palo Alto, CA.

* Mannan, R.W., W.A. Estes, and W.J. Matter. 2004. Movements and survival of fledgling Cooper's hawks in an urban environment. *J. Raptor Res.* 38:26-34.

* Manosa, S. 2001. Strategies to identify dangerous electricity pylons for birds. *Biodiversity and Conservation* 10:1997-2012.

* _____ and J. Real. 2001. Potential negative effects of collisions with transmission lines on a Bonelli's eagle population. *J. Raptor Research* 35:247-252.

Manville, A.M., II. 2005. Bird strikes and electrocutions at power lines, communication towers, and wind turbines: state of the art and state of the science—next steps toward mitigation. In C.J. Ralph and T.D. Rich, eds. *Proc. 3rd Internat. Partners in Flight Conf.*, 2002. USDA Forest Service GTR-PSW-191, Albany, CA.

* Manzano-Fischer, P. 2004. Raptor electrocutions in power lines in Mexico: a diagnosis and perspectives for solution. Abstract, *Environmental Concerns in Rights-of-way Management*, 8th International Symp., 12-16 Sept. 2004, Saratoga Springs, NY.

_____. 2005. Pers. comm. Project Wings, Mexico.

* _____, R. List, G. Ceballos, and J.-L.E. Cartron. In press. Avian diversity in a priority area for conservation in North America: the Janos—Casas Grandes prairie dog complex and adjacent habitats in northwestern Mexico. *Biodiversity and Conservation*.

* Marion, W.R., P.A. Quincy, C.G. Cutlip, Jr., and J.R. Wilcox. 1992. Bald eagles use artificial nest platform in Florida. *J. Raptor Res.* 26:266.

Marion, W.R. and R.A. Ryder. 1975. Perch-site preferences of four diurnal raptors in Northwestern Colorado. *Condor* 77:350-352.

Markus, M.B. 1972. Mortality of vultures caused by electrocution. *Nature* 238:228.

* Marshall, W. 1940. "Eagle guard" developed in Idaho. *Condor* 42:166.

Marti, C. 2002. Enhancing raptor populations: a techniques manual. The Peregrine Fund. Boise, ID.

Maser, C.J., J.W. Thomas, I.D. Luman, and R. Anderson. 1979. Wildlife habitat in managed rangelands—the Great Basin of southeastern Oregon. Manmade bird habitats. U.S. For. Serv., La Grande, OR. 40pp.

Maslowski, K., and S. Maslowski. 1974. Power firm acts to save birds from electrocution. Newspaper article. Cincinnati Enquirer. 13 October 1974.

Matsina, A.I. 2005. The estimation and prediction of killed raptors by electrocution on the power lines in the Nizhniy Novgorod district (forest and forest-steppe zones of the center of the European part of Russia). *Raptors Cons.* 2005:33-41.

* McDonnell, J., and H. Levesque. 1987. Peregrine falcon release project in Ottawa, summer, 1987. *Trail and Landscape* 21:104-110.

McGahan, J. 1965. Ecology of the golden eagle. Master's Thesis. Univ. of Montana, Missoula. 78pp.

Medzhidov, R.A., M.V. Pestov, and A.V. Saltykov. 2005. Birds of prey and power-lines —results of project in the Republic of Kalmykia, Russia. *Raptors Cons.* 2005:25-30.

* Meek, W.R., P.J. Burman, M. Nowakowski, T.H. Sparks, and N.J. Burman. 2003. Barn owl release in lowland southern England—a twenty-one year study. *Biol. Cons.* 109:271-282.

Meents, J.K., and M.C. Delesantro. 1979. Use of a 345-kV transmission line by raptors. Public Service Co. of New Mexico. Unpubl. rep. Albuquerque. 13pp.

Melcher, C., and L. Suazo. 1999. Raptor electrocutions: the unnecessary losses continue. *J. Colorado Field Ornithol.* 33:221-224.

* Melquist, W.E. 1974. Nesting success and chemical contamination in northern Idaho and northeastern Washington ospreys. Master's Thesis. Univ. of Idaho, Moscow, 105pp.

_____, and D.R. Johnson. 1975. Osprey population status in northern Washington—1972. Pages 121-123 in J.R. Murphey, C.M. White, and B.E. Harrell, eds. *Population Status of Raptors*. Raptor Res. Rep. No. 3.

Meretsky, V.J., N.F.R. Snyder, S.R. Beissinger, D.A. Clendenen, and J.W. Wiley. 2000. Demography of the California condor: implications for reestablishment. *Cons. Biol.* 14:957-967.

Meyburg, B.U. 1989. The Spanish imperial eagle (*Aquila [heliaca] adalberti*): its biology, status, and conservation. Pages 255-268 in B.U. Meyburg and R.D. Chancellor, eds. *Raptors in the Modern World*. World Working Group on Birds of Prey and Owls. Berlin, Germany.

* _____, O. Manowsky, and C. Meyburg. 1996. The osprey in Germany: Its adaptation to environments altered by man. Pages 125-135 in D. M. Bird, D. E. Varland, and J. J. Negro, eds. *Raptors in human landscapes*, Academic Press, London, UK.

Meyer, J.R. 1979. Northwest Montana/North Idaho transmission corridor bald eagle study. Bonneville Power Administration, Portland, OR. 90pp.

* _____. 1980. Study of wintering bald eagles to assess potential impacts from a proposed 230-kV transmission line. Pages 87-103 in R.P. Howard and J.F. Gore, eds. *Proc. Workshop on Raptors and Energy Developments*. Idaho Chapter, The Wildl. Soc., Boise ID.

- * Michener, H. 1924. Transmission at 220 kV on the Southern California Edison system. AIEE Vol. XLIII:1223-1235.
- _____. 1928. Where engineer and ornithologist meet: transmission line troubles caused by birds. Condor 30:169-175.
- * Michigan Dept. Natural Resources. 2004. 2003 Wildlife Disease Summary. MI DNR Wildlife Disease Laboratory. www.michigan.gov.
- Millar, J.G. 2002. The protection of eagles and the Bald and Golden Eagle Protection Act. J. Raptor Res. 36(Supplement):29-31.
- * Miller, A.D., E.L. Boeker, R.S. Thorsell, and R.R. Olendorff. 1975. Suggested practices for raptor protection on power lines. Edison Electric Institute, Washington, D.C., and Raptor Res. Found., Inc., Provo, UT. 21pp.
- * Millsap, B., T. Breen, E. McConnell, T. Steffer, L. Phillips, N. Douglass, and S. Taylor. 2004. Comparative fecundity and survival of bald eagles fledged from suburban and rural natal areas in Florida. J. Wildlife Management 68:1018-1031.
- * Milodragovich, S. Pers. comm. North Western Energy.
- * Montoya, A. 2005. Pers. comm. The Peregrine Fund.
- Mooney, N. 1997. Conservation of wedge-tailed eagles in Tasmania: the blunderbuss approach. Pages 99-107 in G. Czechura and S. Debus, eds. Australian Raptor Studies II. Birds Australia Monograph 3. Birds Australia, Melbourne, Australia.
- Morishita, T.Y., P.P. Aye, and D.L. Brooks. 1997. A survey of diseases in raptorial birds. J. Avian Medicine and Surgery 11:77-92.
- * Morishita, T.Y., A.T. Fullerton, L.J. Lowenstine, I.A. Gardner, and D.L. Brooks. 1998. Morbidity and mortality in free-living raptorial birds of northern California: a retrospective study, 1983-1994. J. Avian Medicine and Surgery 12:78-81.
- Morrison, M. 2002. Searcher bias and scavenging rates in bird/wind energy studies. National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO. 5pp.
- Morrison, M.L. 1998. Avian risk and fatality protocol. National Renewable Energy Laboratory. Golden, CO.
- * Moseikin, V. 2005. Pers. comm. Russian Bird Conservation Union.
- Mulhern, B.M., W.L. Reichel, L.N. Locke, T.G. Lamont, A.A. Belisle, E. Cromartie, G.E. Bagley, and R.M. Prouty. 1970. Organochlorine residues and autopsy data from bald eagles 1966-68. Pestic. Monit. J. 4:141-144.
- _____. 1978. Management considerations for some western hawks. Transactions of the 43rd North. Am. Wildl. and Nat. Resour. Conf. 43:241-251.
- * Munoz-Pulido, R. 1990. Osprey killed by electrocution. British Birds 83:116-117.
- * NABU. 2002. Caution: electrocution! Suggested practices for bird protection on power lines. Bonn, Germany.
- * National Wildlife Health Laboratory. 1985. Bald eagle mortality from lead poisoning and other causes. USGS National Wildl. Health Lab. Unpubl. rep. Madison, WI. 48pp.

- * National Wind Coordinating Committee (NWCC). 2001. Avian collisions with wind turbines: a summary of existing studies and comparisons to other sources of avian collision mortality in the United States. Western EcoSystems Technology, Inc.
- * Negro, J.J. 1999. Past and future research on wildlife interaction with power lines. Pages 21-28 in M. Ferrer and G.F. Janss, eds. *Birds and Power Lines: Collision, Electrocution, and Breeding*. Quercus, Madrid, Spain.
- _____. 2005. Pers. comm. Estacion Biologica de Donana, Spain.
- _____ and M. Ferrer. 1995. Mitigating measures to reduce electrocution of birds on power lines: a comment on Bevanger's review. *Ibis* 137:423-424.
- Negro, J.J., M. Ferrer, C. Santos, and S. Regidor. 1989. Efficacy of two methods for preventing electrocutions on power lines. *Ardeola* 36:201-206.
- Nelson, M.N. 1974. Eagle nest structure. Personal letter to Mr. Dave Luman (U.S. Bur. Land Manage., Portland, OR). Dated 20 December 1974. 3pp.
- _____. 1976. Constructing electric distribution lines for raptor protection. Proc. of the American Power Conference, Chicago, Illinois, 20-22 April, 1976. Illinois Inst. of Technol., Chicago, IL.
- _____. 1977. Preventing electrocution deaths and the use of nesting platforms on power poles. *Hawk Trust Annual Rep.* 8:30-33.
- _____. 1978. Preventing electrocution deaths and the use of nesting platforms over power poles. Pages 42-46, in T.A. Geer, ed. *Bird of Prey Management Techniques*. British Falconer's Club. Oxford, England.
- _____. 1979a. Impact of Pacific Power and Light Company's 500-kV line construction on raptors. Pacific Power and Light Co. unpubl. rep. Portland, OR. 14pp.
- * _____. 1979b. Power lines progress report on eagle protection research. Unpubl. rep. Boise, ID. 13pp.
- _____. 1980a. Location of nesting platforms on power lines. Unpubl. rep. Boise, ID. 4pp.
- * _____. 1980b. Update on eagle protection practices. Unpubl. rep. Boise, ID. 14pp.
- _____. 1980c. Historic overview of raptor-power line problems and raptor management priorities. Pages 6-8 in R.P. Howard and J.F. Gore, eds. *Proc. Workshop on raptors and Energy Developments*. Idaho Chapter, The Wildl. Soc., Boise, ID.
- _____. 1980d. Utah Power and Light Company—six hazardous structures to eagles. Unpubl. rep. Tundra Films, Boise, ID. 10pp.
- * _____. 1982. Human impacts on golden eagles: A positive outlook for the 1980s and 1990s. *Raptor Res.* 16:97-103.
- * _____. and P. Nelson. 1976. Power lines and birds of prey. *Idaho. Wildl. Rev.* 28:3-7.
- * _____ and _____. 1977. Power lines and birds of prey. Pages 228-242 in R.D. Chancellor, ed. *World Conference on Bird of Prey: Rep. Proceedings. Intern. Counc. For Bird Preserv.* Vienna, Austria.
- * Nesbitt, S.A. 2003. Bald Eagle Monitoring (Project 92912591000). Annual Study Progress Report, Bureau of Wildlife Diversity Conservation. Florida Fish and Wildlife Conservation Commission, Gainesville, FL. 5pp

- * _____. 2005. Pers. comm. Florida Fish and Wildlife Conservation Commission.
- * Newman, J. 2005. Pers. comm. Pandion Systems, Inc.
- * ____, C. M. Newman, J. R. Lindsay, B. Merchant, M. L. Avery, and S. Pruett-Jones. 2004. Monk parakeets: an expanding problem on power lines and other electrical utility structures. The Environmental Concerns in Rights-Of-Way Management 8th International Symposium; Saratoga Springs, NY; September 2004.
- * Newman, J. R., C. M. Newman, J. R. Lindsay, B. Merchant, M. L. Avery, and S. Pruett-Jones. In Press. Monk 8th International Symposium. Environmental Concerns in Rights-of-Way Management. Saratoga Springs, NY. September 2004.
- * Newton, I. 1979. Population ecology of raptors. Buteo Books. Vermillion, SD. 399pp.
- _____. 1991. Population limitation in birds of prey: a comparative approach. Pages 3-12 in C.M. Perrins, J.D. Lebreton, and G.J.M. Hirons, eds. Bird Populations Studies: Relevance to Conservation and Management. Oxford Univ. press, Oxford, UK.
- _____, A.A. Bell, and I. Wyllie. 1982. Mortality of sparrowhawks and kestrels. British Birds 75:195-204.
- * Newton, I., I. Wyllie, and A. Asher. 1991. Mortality causes in British Barn Owls *Tyto alba*, with a discussion of aldrin-dieldrin poisoning. Ibis 133: 162-169.
- Newton, I., I. Wyllie, and L. Dale. 1999. Trends in the numbers and mortality patterns of sparrowhawks (*Accipiter nisus*) and kestrels (*Falco tinnunculus*) in Britain, as revealed by carcass analysis. J. Zool. London 248:139-147.
- * New York Times. 1951. Ospreys flourish on Long Island after quitting nests in Scotland. Newspaper article. 16 August 1951.
- _____. 1972. Hundreds of eagles are killed in west by electric lines. Newspaper article. 11 October 1972.
- _____. 1976. Curb of danger to eagles noted. Newspaper article. 5 September 1976.
- Nikolaus, G. 1984. Large numbers of birds killed by electric power line. Scopus 8:42.
- Nobel, T.A. 1995a. Abstract: Salt River Project's avian protection program. J. Raptor Res. 29:64.
- _____. 1995b. Birds and power lines: Selected interaction and management issues in the electric industry. Master's Thesis. Prescott College. Phoenix, AZ. 132pp.
- * Olendorff, R.R. 1972a. Eagles, sheep and power lines. Colorado Outdoors 2:3-11.
- _____. 1972b. Ecological impact of the electric industry in northern Colorado—a research proposal. Unpubl. proposal. The American Museum of Natural History, New York, NY. 8pp.
- * _____. 1972c. Edison Electric Institute eagle workshop, 6 April 1972. The American Museum of Natural History. Unpubl. Rep. New York, NY. 4 pp. plus appendices.

- _____. 1973. Raptorial birds of the U.S.A.E.C. Hanford Reservation, south-central Washington. Battelle Pacific Northwest Lab. Tech. Rep. No. BNWL-1790 VC-II. Richland, WA. 45pp.
- _____. 1975. Population status of large raptors in northeastern Colorado, 1971-1972 in J.R. Murphy, C.M. White, and B.E. Harrel, eds. Population Status of Raptors. Raptor Res. Rep. No. 3. Pages 185-205.
- * _____. 1993a. Status, biology, and management of ferruginous hawks: a review. Raptor Res. and Tech. Asst. Center, Spec. Rep. U.S. Dep. Inter., Bur. Land Manage., Boise, ID. 84pp.
- _____. 1993b. Eagle electrocution. Pages 6-I – 6-64 in J.W. Huckabee, ed. Proc.: Avian Interactions With Utility Structures—International Workshop. Electric Power Res. Inst. Tech. Rep. 103269, Palo Alto, CA.
- _____, D.D. Biblies, M.T. Dean, J.R. Haugh, and M.N. Kochert. 1989. Raptor habitat management under the U.S. Bureau of Land Management multiple-use mandate. Raptor Res. Rep. 8:1-80.
- * Olendorff, R.R. and M.N. Kochert. 1977. Land management for the conservation of birds of prey. Pages 294-307 in R.D. Chancellor, ed. World Conference on Birds of Prey, Report of Proceedings. Intern. Counc. For Bird Preserv. Vienna, Austria.
- ____ and _____. 1992. Raptor habitat management. U.S. Bur. Land. Manage., Fish and Wildl. 2000 National Strategy Plan Series. Washington D.C. 46pp.
- * Olendorff, R.R. and R.N. Lehman. 1986. Raptor collisions with utility lines: an analysis using subjective field observations. Pacific Gas and Electric Co., San Ramon, CA. 73pp.
- * Olendorff, R.R., A.D. Miller, and R.N. Lehman. 1981. Suggested practices for raptor protection on power lines—the state-of-the-art in 1981. Raptor Res. Rep. No. 4 Raptor Res. Found., St. Paul, MN. 111pp.
- * Olendorff, R.R., R.S. Motroni, and M.W. Call. 1980. Raptor Management: the State of the Art in 1980. U.S. Bur. Land Manage. Tech. Rep. No. T/N-345. Denver, CO. 56pp.
- * Olendorff, R.R. and J.W. Stoddart, Jr. 1974. Potential for management of raptor populations in western grasslands. Pages 47-48 in F.N. Hamerstrom, Jr., B.E. Harrell, and R.R. Olendorff, eds. Management of Raptors. Raptor Res. Rep. No. 2.
- Olsen, J.M and P. Olsen. 1980. Alleviating the impact of human disturbance on the breeding peregrine falcon. II. Public and recreational lands. *Corella* 4:54-57.
- Olsen, V. 1958. Dispersal, migration, longevity, and death causes of *Strix aluco*, *Buteo buteo*, *Ardea cinerea*, *Larus argentatus*. *Acta Vertebra*. 1:91-189.
- * Olson, C.V. 2001. Human-related causes of raptor mortality in western Montana: things are not always as they seem. Pages 299-322 in R.G. Carlton, ed. Avian interactions with utility and communication structures: Proceedings of a workshop held in Charleston, South Carolina, December 2-3, 1999. Electric Power Research Institute. Palo Alto, CA.
- * O'Neil, T.A. 1988. Analysis of bird electrocutions in Montana. *J. Raptor Res.* 22: 27-28.
- Ontario Hydro. 1980. Raptor nests on transmission structures—a review. Environ. Resour. Sect., Sep. Transmission Environm., Toronto.

Ontiveros, D. and J.M. Pleguezuelos. 2000. Influence of prey densities in the distribution and breeding success of Bonelli's eagle (*Hieraetus fasciatus*): management implications. *Biol. Cons.* 93:19-25.

Oregon Wildlife. 1976. Osprey nest "unwires." 31:11.

- * Orloff, S., and A. Flannery. 1993. Wind turbine effects on avian activity, habitat use, and mortality in the Altamont Pass and Solano County Wind Resource Areas. Pages 22-1 – 22-14 in J.W. Huckabee, ed. *Proceedings: Avian Interactions with Utility Structures—International Workshop*. Electric Power Res. Inst. Tech. Rep. 103268, Palo Alto, CA.

Osborn, R.G., K.F. Higgins, R.E. Usgaard, C.D. Dieter, and R.D. Neiger. 2000. Bird mortality associated with wind turbines at the Buffalo Ridge Wind Resource Area, Minnesota. *Am. Midl. Nat.* 143:41-52.

Pacific Gas and Electric (PG&E). 1994. Animal damage control at transformer substations: Problem analysis, 1993. Report by PG&E Res. and Dev. Dep. San Ramon, CA.

- * PacifiCorp. 2005. Unpubl. data.

Page, J.L., and D.J. Seibert. 1973. Inventory of golden eagle nests in Elko County, Nevada. *Trans. Cal-Neva Wildl.* 1973:1-8.

Parker, J.W. 1976. Probable mortality of a Mississippi kite by electrocution. *Kanas Orn. Soc. Bull.* 27:10.

- * Parmalee, D.F. 1972. Canada's incredible arctic owls. *Beaver*. Summer: 30-41.

- * _____. 1992. Snowy owl (*Nyctea scandiaca*). In *The Birds of North America*, No. 10 (A. Poole and F. Gill, eds.). The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA.

- * Parrish, J. 2005. Pers. comm. Georgia Southern University.

- * Parry-Jones, J. 2005. Pers. comm. National Birds of Prey Centre, United Kingdom.

- * Peacock, E. 1980. Power line electrocution of raptors. Pages 2-5 in R.P. Howard and J.F. Gore, eds. *Proc. Workshop on Raptors and Energy Developments*. Idaho Chapter, The Wildl. Soc., Boise, ID.

- * Pearson, D.C. 1979. Raptor protection study, Lanfair Valley—report of findings and recommendations. Company memorandum to files. So. California Edison Co., Rosemead, CA. 7pp.

- * _____. 2005. Pers. comm. Southern California Edison Co.

_____, C.G. Thelander, and M. Morrison. 2001. Assessing raptor electrocutions on power lines. Pages 105-124 in R.G. Carlton, ed. *Avian interactions with utility and communication structures: Proceedings of a workshop held in Charleston, South Carolina, December 2-3, 1999*. Electric Power Research Institute. Palo Alto, CA.

Pedrini, P. and F. Sergio. 2001. Density, productivity, diet, and human persecution of golden eagles (*Aquila chrysaetos*) in the central-eastern Italian Alps. *J. Raptor Res.* 35:40-48.

- * Pendleton, E. 1978. To save raptors from electrocution. *Defenders* 53:18-21.

Pennsylvania Game Commission. 1984. Twelve eagles released in the Keystone State. News release dated 5 September 1984. Harrisburg, PA. 4pp.

- * The Peregrine Fund. 1995. Newsletter No. 27. World Center for Birds of Prey, Boise, ID. 8pp.

- Peterson, C.A., S.L. Lee, and J.E. Elliott. 2001. Scavenging of waterfowl carcasses by birds in agricultural fields of British Columbia. *J. Field Ornithol.* 72:150-159.
- * Phillips, R.L. 1986. Current issues concerning the management of golden eagles in the western U.S.A. Pages 149-156 in R.D. Chancellor and B.U. Meyburg, eds. *Birds of Prey Null.* No. 3. Proc. Western Hemisphere Meeting of the World Working Group on Birds of Prey, Sacramento, CA., 7-8 November 1985.
- * _____ and A. E. Beske. 1982. Resolving conflicts between energy development and nesting golden eagles. Pages 214-219 in R. D. Comer et al. (eds.). *Issues and Technology in the Management of Impacted Western Wildlife*, Steamboat Springs, CO.
- Pinkowski, B.C. 1977. Power line and bald eagle interactions in the Upper Mississippi River Valley. Report for the Northern States Power Co. by Ecol. Sci. Div., NUS Corp., Pittsburgh, PA. 20pp.
- Platt, J.B. 1976. Bald eagles wintering in a Utah Desert. *Amer. Birds.* 30:783-788.
- * Platt, C.M. 2005. Patterns of raptor electrocution mortality on distribution power lines in southeast Alberta. M.S. Thesis, University of Alberta. Edmonton, Alberta. 140pp.
- * _____. 2005. Pers. comm. University of Alberta, Canada.
- * Pomeroy, D.E. 1978. The biology of marabou storks in Uganda. II. Breeding biology and general review. *Ardea* 66:1-23.
- Poole, A.F. 1989. *Ospreys: A Natural and Unnatural History*. Cambridge University Press. New York, NY.
- * _____ and B. Agler. 1987. Recoveries of ospreys banded in the United States, 1914-84. *J. Wildl. Manage.* 51:148-155.
- * Poole, A.F., R.O. Bierregaard, and M.S. Martell. 2002. Osprey (*Pandion haliaetus*). In *The Birds of North America*, No. 683 (A. Poole and F. Gill, eds.). The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA.
- * Postovit, H.R., and B.C. Postovit. 1987. Impacts and mitigation techniques. Pages 1883-213 in B.G. Pendleton, B.A. Millsap, K.W. Cline, and D.M. Bird, eds. *Raptor Management Techniques Manual*. Natl. Wildl. Fed. Sci. and Tech. Series No. 10.
- * Postupalsky, S. 1978. Artificial nesting platforms for ospreys and bald eagles. Pages 35-45 in *Endangered birds: Management techniques for preserving threatened species*. S.A. Temple, ed. University of Wisconsin Press, Madison, WI.
- * Powell, L.A., D.J. Calvert, I.M. Barry, and L. Washburn. 2002. Post-fledging survival and dispersal of peregrine falcons during a restoration project. *J. Raptor Res.* 36:176-182.
- * Predatory Bird Research Group. 1999. A population study of golden eagles in the Altamont Pass Wind Resource Area: Population trend analysis 1994-1997. National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO.
- * Prevost, Y.A., R.P. Bancroft, and N.R. Seymour. 1978. Status of the osprey in Antigonish County, Nova Scotia. *Can. Field Nat.* 92:294-297.
- * Pruett-Jones, S., J. R. Newman, C. M. Newman, and J. R. Lindsay. 2005. Population growth of monk parakeets in Florida. *Florida Field Naturalist* 33:1-14.

Public Service Company of Colorado. 1973. Eagles and us. Newspaper advertisement. Denver Post, 28 January 1973. Denver, CO. Page 7.

Public Service Electric and Gas Company News. 1977. Ospreys nestle up to power towers. 56:I, 4-5, 15 November 1977. Newark, NJ.

Raevel, P. 1990. An eagle owl *Bubo bubo* killed by electrocution in the Nord department. Species status in the region. Le Heron 23:66, 71-75.

Raptor Protection Video Group. 2000. Raptors at Risk. Ft. Collins, CO.

Raptor Research Foundation. 1975. Resolution No. 2 [pertaining to cooperation between the power industry, conservation organizations, and Federal agencies in reducing raptor electrocutions on power lines]. Provo, UT. 1 p.

Raytheon Engineers and Constructors. 1994. Electric distribution systems engineering handbook. McGraw-Hill Energy Information Services Group. New York. 424 pp.

Real, J., J.M. Grande, S. Manosa, and J.A. Sanchez-Zapata. 2001. Causes of death in different areas for Bonelli's eagle *Hieraetus fasciatus* in Spain. Bird Study 48:221-228.

Real, J. and S. Manosa. 2001. Dispersal of juvenile and immature Bonelli's eagles in northeastern Spain. J. Raptor Res. 35:9-14.

Real, J., S. Manosa, G. Cheylan, P. Bayle, J.M. Cugnasse, J.A. Sanchez-Zapata, M.A. Sanchez, D. Carmona, J.E. Martinez, L. Rico, J. Codina, R. del Amo, and S. Eguia. 1996. A preliminary demographic approach to the Bonelli's eagle *Hieraetus fasciatus* population decline in Spain and France. Pages 523-528 in B.U. Meyburg and R.D. Chancellor, eds. Eagle Studies. World Working Group on Birds of Prey and Owls. Berlin, Germany.

Rees, M.D. 1989. Andean condors released in an experiment to aid the California condor. Endangered Species Tech. Bull. 14:8-9.

Rhode Island Division of Fish and Wildlife. 1980. Osprey newsletter. No. 7. 3pp.

* Richardson, G.H. 1972. Raptors and Power lines. U.S. For. Serv. Unpubl. rep. Salt Lake City, UT. 8pp.

* Roberts, J. 2005. Pers. comm. Entergy Corp.

Romer, U. 1986. [Study of birds killed by a power line in West Germany from 1977-1980.] Charadrius 22: 133-134. (English Summary).

Roppe, J.A., and M.N. Nelson. 1982. Raptor use of nesting platforms: a case study. Unpubl. rep. Pacific Power and Light Co. [PacifiCorp], Portland OR. 2pp.

* Roppe, J.A., S.M. Siegel, and S.E. Wilder. 1989. Prairie falcons nesting on transmission towers. Condor 91:711-712.

Roseberry, J.T., and J.A. Gill. 1974. Power transmission lines: an overview of problems, values, and potential for wildlife. Northeast Fish and Wild. Conf. 31:7-14.

- * Rubolini, D., E. Bassi, G. Bogliani, P. Galeotti, and R. Garavaglia. 2001. Eagle Owl *Bubo bubo* and power line interactions in the Italian Alps. *Bird Conservation International* 11:319-324.
- Rue, L.L., II. 1957. High-tension red-tails. *Audubon Mag.* 59:178-181.
- Ryder, R.A. 1969. Diurnal raptors on the Pawnee Site. U.S. International Biological Program, Grassland Biome Tech. Rep. No. 26. Colorado State Univ., Fort Collins. 16pp.
- Sandeen, R. 1975. Boisean's power line design may save eagles world-wide. Newspaper article. *Idaho Statesman*, Boise, ID. Sept 9, 1975.
- Sarria, H.F. 1999. Potential risk of raptor electrocution on powerlines in Garraf Natural Park in Barcelona, Spain. University of Leeds. Leeds, England.
- * Sauer, J. R., J. E. Hines, and J. Fallon. 2004. The North American Breeding Bird Survey, Results and Analysis 1966 - 2003. Version 2004.1. USGS Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, MD.
- Saurola, P. 1978. Artificial nest construction in Europe. Pages 72-80 in T.A. Geer, ed. *Birds of Prey Management Techniques*. British Falconers' Club. Oxford, England.
- * _____. 1997. The osprey (*Pandion haliaetus*) and modern forestry: a review of population trends and their causes in Europe. *J. Raptor Research* 31:129-137.
- Schmidt, E. 1973. Ecological effects of electrical lines and their poles and accessories on birds. *Beitr. Vogelkd.* 19:342-362.
- Schmutz, J.K. and R.W. Fyfe. 1987. Migration and mortality of Alberta ferruginous hawks. *Condor* 89:169-174.
- * Schnell, J.H. 1980. Behavior and ecology of the black hawk (*Buteogallus anthracinus*) in Aravaio Canyon (Graham and Pinal Counties), Arizona. Fifth Progress Rep. U.S. Bur. Land Manage., Safford, AZ. 20pp.
- * _____. 1994. Common black-hawk (*Buteogallus anthracinus*). In *The Birds of North America*, No. 122 (A. Poole and F. Gill, eds.). The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA.
- * Schomburg, J.W. 2003. Development and evaluation of predictive models for managing golden eagle electrocutions. M.S. Thesis, Montana State Univ., Bozeman, MT. 98pp.
- Schroeder, G.J., and D.R. Johnson. 1977. Productivity of northern Idaho osprey populations. Pages 199-203 in J.C. Ogden, ed. *Transactions of the North American Osprey Research Conference*. U.S. Dep. Inter., Nat. Park Serv., Williamsburg, VA.
- Seibert, D.J., R.J. Oakleaf, J.W. Laughlin, and J.L. Page. 1976. Nesting ecology of golden eagles in Elko County, Nevada. U.S. Bur. Land. Mange. Tech. Note no. T/N-281. Denver, CO. 17pp.
- * Septon, G.A., J. Bielefeldt, T. Ellestad, J.B. Marks, and R.N. Rosenfield. 1996. Peregrine falcons: power plant nest structures and shoreline movements. Pages 145-153 in D.M. Bird, D.E. Varland, and J.J. Negro, eds. *Raptors in Human Landscapes: Adaptations to Built and Cultivated Environments*. Academic Press, Inc. San Diego, CA.
- Serr, E.M. 1976. The spring migration: northern Great Plains. *Amer. Birds* 30: 855-858.

- Shank, C.C. 1988. Nesting platforms for ospreys on the Snare transmission line: update for 1985-1987. Northwest Terr. Dep. Renew. Res., Wildl. Mange. Div. Unpubl. rep. Yellowknife, Northwest Territories, Canada. 16pp.
- * Sibley, D.A. 2000. The Sibley Guide to Birds. Alfred A. Knopf. New York.
- Siegel, S. 2001. Safe nesting, protected power lines—use of alternate nesting platforms for raptors. Pages 125-137 in R.G. Carlton, ed. Avian interactions with utility and communication structures: Proceedings of a workshop held in Charleston, South Carolina, December 2-3, 1999. Electric Power Research Institute. Palo Alto, CA.
- Simison, R.L. 1973. Some natural enemies join forces to curb electrocution of eagles. Wall Street J. 89:1, 12. 11 July 1973.
- * Singer, E. 2002. Birds collide with power lines. Monterey County Herald. Dec. 8, 2002.
- * Smallwood, J.A. and D.M. Bird. 2002. American kestrel (*Falco sparverius*). In The Birds of North America, No. 602 (A. Poole and F. Gill, eds.). The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA.
- * Smith, D.G. and D.H. Ellis. 1989. Snowy owl. Pages 97-105 in Proc. Northeast raptor management symposium and workshop. Natl. Wildl. Fed., Washington, D.C.
- * Smith, D.G., and J.R. Murphy. 1972. Unusual causes of raptor mortality. Raptor Res. 6:4-5.
- * Smith, G.W., and N.C. Nydegger. 1985. A spotlight line-transect method for surveying jack rabbits. J. Wildl. Manage. 49:699-702.
- * Smith, J.C. 1985. Perching and roosting patterns of raptors on power transmission towers in southeast Idaho and southwest Wyoming. J. Raptor Res. 19:135-138.
- * Snow, C. 1973. Golden eagle (*Aquila chrysaetos*). U.S. Bur. Land Manage. Tech. Rep. No. T/N-239. Denver, CO. 52pp.
- * Snyder, N.F.R. and N.J. Schmitt. 2002. California condor (*Gymnogyps californianus*). In The Birds of North America, No. 610 (A. Poole and F. Gill, eds.). The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA.
- Snyder, N.F.R., and H.A. Snyder. 1975. Raptors in range habitat. Pages 190-209 in D.R. Smith, ed. Proc. Symp. Management of Forest and Range Habitats for Non-game Birds. U.S. For. Serv., Tucson, AZ.
- ____ and _____. 2000. The California Condor: A Saga of Natural History and Conservation. Academic Press, San Diego, CA.
- Soars, D. 1981. Inter-agency cooperation saves raptors. Wildl. J. 4:1. (Wildl. Rehabilitation Council, Walnut Creek, California.)
- Society for the Preservation of Birds of Prey. 1976. Eagle electrocution reduced. Raptor Rep. 4:13.
- Solt, V. 1980. Raptor mortalities from power lines studies. Fish and Wildl. News. August-September 1980. Pages 2, 16.
- * Southern Engineering Company. 1996. Animal-caused outages. Rural Electric Research (RER) Project 94-5. Prepared for Rural Electric Research, National Rural Electric Cooperative Association, Arlington, VA.

- Spitzer, P. and A. Poole. 1980. Coastal ospreys between New York and Boston: A decade of reproductive recovery 1969-1979. *American Birds* 34:234-241.
- * Spreyer, M. F., and E. H. Bucher. 1998. Monk parakeet (*Myiopsitta monachus*). In *The Birds of North American*, No. 322 (A. Poole and F. Gill, eds.). The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA.
- Stahlecker, D.W. 1975. Impacts of a 230-kV transmission line on great-plains wildlife. Master's Thesis. Colorado State Univ., Fort Collins.
- * ____, 1978. Effect of a new transmission line on wintering prairie raptors. *Condor* 80:444-446.
- ____, 1979. Raptor use of nest boxes and platforms on transmission towers. *Wildl. Soc. Bull.* 7:59-62.
- Stalmaster, M.V. 1987. The bald eagle. Universe Books, New York, NY.
- * State of Michigan. 2005. 2002 Wildlife disease summary. www.michigan.gov.
- Steenhof, K. 1977. Management of wintering bald eagles. U.S. Fish and Wildl. Serv., Coloumbia, MO. 59pp.
- ____, L. Bond, K.K. Bates, and L.L. Lepert. 2002. Trends in midwinter counts of bald eagles in the contiguous United States, 1986-2000. *Bird Populations* 6:21-32.
- * Steenhof, K., M.N. Kochert, and J.A. Roppe. 1993. Nesting by raptors and common ravens on electrical transmission line towers. *J. Wildl. Manage.* 57:271-281.
- Stephenson, A. 2001. Ecology and breeding biology of Lanner falcons in the eastern Cape Province, South Africa. M.S. Zoology Thesis, Rhodes University. Grahamstown, South Africa. 82pp.
- Stephenson, D.E. 1991. Control of animal caused outages at transformer substations. Ontario-Hydro, Toronto, Ontario. 131pp.
- * Stewart, P.A. 1969. Movements, population fluctuations, and mortality among great horned owls. *Wilson Bull.* 81:155-162.
- Stocek, R.F. 1972. Occurrence of osprey on electric power lines in New Brunswick. *New Brunswick Natur.* 3:19-27.
- * _____. 1981. Bird related problems on electric power systems in Canada. Canadian Electrical Assoc. Unpubl. rep. Montreal, Canada. Contract NO. 110 T 210. 119pp.
- Stone, C. P. 1979. Use of cable in ferruginous hawk (*Buteo regalis*) nest. *J. Raptor Research* 13:47.
- Stone, W. 1937. Birds of Old Cape May. Delaware Valley Ornithological Club, Philadelphia, PA. 520pp.
- Stoner, E.A. 1934. Golden eagle electrocuted. *Oologist* 51:12.
- _____. 1939. Western red-tailed hawk nests on high voltage tower. *Condor* 41: 215.
- _____. 1940. Golden eagle electrocuted near Dixon, California. *Gull* 22:48.

- * Stout, W.E., R.K. Anderson, and J.M. Papp. 1996. Red-tailed hawks nesting on human-made and natural structures in southeast Wisconsin. Pages 77-86 in D.M. Bird, D.E. Varland, and J.J. Negro, eds. *Raptors in Human Landscapes: Adaptations to Built and Cultivated Environments*. Academic Press, Inc. San Diego, CA.
- * Stoychev, S. 2005. Pers. comm. BSPB/BirdLife Bulgaria.
- Stuebner, S. 2002. *Cool north wind: Morley Nelson's life with birds of prey*. Caxton Press. Caldwell, ID.
- * Swan, J. 2005. Pers. comm. Florida Fish and Wildlife Conservation Commission.
- Sweeney, S.J., P.T. Redig, and H.B. Tordoff. 1997. Morbidity, survival and productivity of rehabilitated peregrine falcons in the upper midwestern U.S. *J. Raptor Res.* 31:347-352.
- * Switzer, F. 1977. Saskatchewan power's experience. *Blue Jay* 35:259-260.
- * Tarboton, W.R., and D.G. Allan. 1984. The status and conservation of birds of prey in the Transvaal. *Tvl. Mus. Monogr.* No. 3. Transvaal Museum, Pretoria, South Africa.
- Texas Parks and Wildlife Department. 2002. *Northern Aplomado Falcon*. Leaflet. Austin, TX.
- Thomas Reed Associates. 1980. *Biological assessment for endangered species: Cottonwood-Elverta #3 transmission line rehabilitation project, Shasta, Tehama, and Butte Counties, California*. Unpubl. rep. prepared for Western Area Power Administration, Sacramento, CA. 32pp.
- Thompson, L.S. 1978. Transmission line wire strikes: mitigation through engineering design and habitat modification. Pages 27-52 in M.L. Avery, ed. *Impacts of Transmission Lines on Bird Flight*. U.S. Fish and Wildl. Serv., Biol. Serv. Program, Washington, D.C.
- * Tigner, J.R., M.W. Call, and M.N. Kochert. 1996. Effectiveness of artificial nesting structures for ferruginous hawks in Wyoming. Pages 137-144 in D.M. Bird, D.E. Varland, and J.J. Negro, eds. *Raptors in Human Landscapes: Adaptations to Built and Cultivated Environments*. Academic Press, Inc. San Diego, CA.
- * Tillman, E. A., A. C. Genchi, J. R. Lindsay, J. R. Newman, M. L. Avery. 2004. Evaluation of trapping to reduce monk parakeet populations at electric utility facilities. Pages 126-129 in R. M. Timm and W. P. Gorenzel, eds. *Proc. 21st Vertebr. Pest Conf.* Univ. of Calif., Davis. 2004.
- Tishendorf, J., J.E. Brown, K. Hepworth, and E. Wiland. 1995. Raptor electrocutions on the Pawnee National Grasslands. *Colorado Field Ornithol. J.* 29:11-12.
- * Toner, T., and R. Bancroft. 1986. Osprey nesting on transmission lines. I. Nest relocation manual. II. Nest relocation research report. Canadian Electr. Assoc., Montreal. 97pp.
- Turek, F.J. 1960. On damage by birds to power and communication line. *Bird Study* 7: 231-236.
- * Turner, J. 1971. Eagles: vanishing Americans? *Sierra Club Bull.* 56:14-19.

- U.S. Bureau of Land Management (BLM). 1971a. Raptor losses on power lines. Agency memorandum from the State Director, Wyoming, to the Director, Denver Serv. Cent., dated 20 October 1971. 3pp.
- _____. 1971b. Raptor mortality assessment. Agency memorandum from the Director, Denver Service Center, to all BLM State Directors, dated 19 October 1971. 7pp.
- _____. 1974a. Raptor loss coordination meeting. Agency memorandum from State Director, Oregon, to the Director, Washington, D.C., dated 2 May 1974. 8pp.
- _____. 1974b. Possession of dead eagles. Agency memorandum from the State Director, Oregon, to the Director, Washington, D.C., dated 19 July 1974. 2pp.
- _____. 1974c. Information on guidelines for power line rights-of way to benefit raptors. Agency memorandum from the State Director, New Mexico, to the Director, dated 12 August 1974. 3pp.
- _____. 1974d. Power line construction and modifications to prevent raptor losses through electrocution. Agency memorandum from the State Director, Oregon, to the District Managers in that State, Dated 13 August 1974. 3pp.
- _____. 1974e. Study of influence of power transmission lines upon birds of prey habitat. Appendix F (pages 333-343). Greenlee County, Arizona to El Paso, Texas, 345-kV transmission Line Final Environmental Impact Statement. New Mexico State Office, Albuquerque.
- _____. 1975. Power line rights-of-way and bird electrocutions: interim guidelines. Agency memorandum from the State Director, Wyoming, to the Director, Washington, D.C., dated 21 January 1975. 2pp.
- _____. 1976a. Raptor protection on power lines. Agency memorandum from the Associate Director, Washington, D.C., to all BLM Field Officials, dated January 23, 1976. 3pp.
- _____. 1976b. "Suggested Practices for Raptor Protection on Power lines." Agency memorandum from the Associate Director, Washington, D.C., to all BLM Field Officials, dated 23 January 1976. 3pp.
- _____. 1979a. Guidelines for prevention of raptor electrocution on power lines. BLM Manual, Arizona Supplement, Phoenix, AZ. 116pp.
- _____. 1979b. Power line construction—raptor protection. Agency memorandum from State Director, Colorado, to the Director, Washington, D.C., dated 22 March 1979. 2pp.
- _____. 1979c. Transmission line impact paper. Unpubl. rep. Desert Planning Staff, Riverside, CA. 12pp.
- _____. 1980. Snake River Birds of Prey Area Research Project Ann. Rep. Boise, ID. 47pp.
- * U.S. Fish and Wildlife Service (USFWS). 1972. Eagle electrocution problems. Agency memorandum, from the Acting Deputy Director of the Bureau of Sport Fisheries and Wildl. to the Director of the Bureau of Land Management (BLM), dated 28 February 1972. 7pp.

_____. 1974. [Reno Raptor electrocution workshop.] Letter from Portland Regional Office to the BLM, dated 30 August 1974.

* _____. 1975a. Eagle studies helping to prevent electrocution of eagles in Nevada. Agency news release. Portland, OR. 13 January 1975. 3pp.

_____. 1975b. [Collection of eagle carcasses.] Letter from the Acting regional Director (Denver, Colorado) to the Colorado State Director of the U.S. BLM, dated 31 January 1975. 2pp.

_____. 1980a. Eagle electrocutions monitoring program. Agency memorandum from Raptor Biologist and Team Leader, Endangered Species Team, to Area Manager, Salt Lake City, Utah, dated 6 February 1980. 3pp.

_____. 1980b. Eagle electrocution study in Utah. Agency memorandum from Area Manager, Salt Lake City, Utah, to Regional Director, Portland, Oregon, dated 15 December 1980. 5pp.

_____. 1980c. Raptor Mortality data for Utah—July 1, 1970 to May 5, 1980. Unpubl. table. Salt Lake City, UT. 1pp.

_____. 1981. Eagle electrocutions—power line surveys. Agency memorandum from the State Supervision to the Area Manager, Boise, ID. Dated 16 January, 1981. 2pp.

_____. 1982. Pacific Coast Recovery Plan for the American Peregrine falcon. Approved 12 October 1982. Washington, D.C. Unpubl. rep. 122pp.

_____. 1983. Northern states bald eagle recovery plan. U.S. Fish and Wildl. Serv., Washington, D.C. unpubl. rep. 122pp.

_____. 1988. Re: eagle and raptor electrocutions. Letter from C. Vaughn, Jr., Special Agent to all public power suppliers of electricity operating in Nebraska, dated 28 June 1988. Omaha, NE. 4pp.

_____. 1989. Activity report—Endangered Species research program. February 1989. Southwest Res. Group, Patuxent Wildl. Res. Cent. Unpubl. rep. Ventura, CA. 4pp.

* _____. 2002. Migratory bird mortality: many human-caused threats afflict our bird populations. USFWS Div. Migr. Bird Mgmt. Arlington, VA.

* _____. 2003. Migratory bird permit memorandum. April 15, 2003. Washington, D.C.

_____. 2005. Draft list of bird species to which the Migratory Bird Treaty Act does not apply. Fed. Reg. 70:372-377.

* USFWS/Alaska. 2005. Unpubl. data.

* USFWS/Nebraska. 2005. Unpubl. data.

* U.S. Geological Survey (USGS). 2003. Nesting osprey use of electric distribution poles in the Willamette Valley, Oregon: an assessment of nest-management practices and electrocution rates. <http://fresc.usgs.gov>.

U.S. Interior Board of Land Appeals. 1984. [Lower Valley Power & Light, Inc., decision (IBLA 3-755) dated August 22, 1984, concerning denial of a powerline right-of-way application on the Snake River in Wyoming.] U.S. Int. Board of Land Appeals. Unpubl. rep. Arlington, VA. 82 Ibla: 216-225.

* U.S. Rural Electrification Administration (REA). 1972. Power line contacts by eagles and other large birds. U.S. Dept. of Agric. REA Bulletin 6I-10. 27 March 1972. 6pp.

- _____. 1974. Raptor electrocution. Letter to Bureau of Land Management dated 5 July 1974. 5pp.
- * _____. 1979. Powerline contacts by eagles and other large birds. REA Bulletin 61-10.
- U.S. Rural Utilities Service (RUS). 2001. Summary of Items of Engineering Interest—RUS guidelines and approval for use of distribution steel poles (Version 6). USDA, Washington D.C. 6pp.
- Vali, U. and A. Lohmus. 2000. The greater spotted eagle and its conservation in Estonia. *Hirundo* Supplement 3:1-50.
- van Bael, S. and S. Pruett-Jones. 1996. Exponential population growth of monk parakeets in the United States. *Wilson Bull.* 108:584-588.
- van Daele, L.J. 1980. Osprey and power poles in Idaho. Pages 104-112 in R.P. Howard and J.F. Gore, eds. *Proc. of a Workshop on Raptors and Energy Developments*. Idaho Chapter, The Wildl. Soc., Boise, ID.
- * _____. L.J., H.A. van Daele, and D.R. Johnson. 1980. Status and management of ospreys nesting in Long Valley, Idaho. U.S. Water and Power Res. Serv., Boise, ID and Univ. of Idaho, Moscow. 49pp.
- * Vanderburgh, D.C. 1993. Manitoba Hydro accommodates osprey activity. *Blue Jay* 52:173-177.
- van Rooyen, C. 2000a. Raptor mortality on powerlines in South Africa. Pages 739-750 in R.D. Chancellor and B.U. Meyburg, eds. *Raptors at Risk: Proc. V World Conference on Birds of Prey and Owls*. Midrand, Johannesburg, South Africa. 4-11 August 1998. Hancock House. Berlin, Germany.
- _____. 2000b. Vulture electrocutions: still a problem? *Vulture News* 43:3-4.
- * _____. 2005. Pers. comm. Endangered Wildlife Trust, South Africa.
- * _____. 2005. Unpubl. data. Endangered Wildlife Trust, South Africa.
- _____, R. Kruger, P.A. Nelson, and C.A. Fedorsky. 1998. The ESKOM/EWT strategic partnership—the South African approach toward the management of wildlife/utility interactions. Pages 1-15 1998 EEI Natural Resources/Biologist National Workshop. March 22-25. Public Service Company of New Mexico. Albuquerque, NM.
- * van Rooyen, C. and J. Smallie. 2004. Large raptors as a potential source of faulting on high voltage lines in South Africa. Abstract, Environmental Concerns in Rights-of-Way Management, 8th International Symp., 12-16 Sept. 2004, Saratoga Springs, NY.
- * van Rooyen, C. and P. Taylor. 2001. Bird streamers as probable cause of raptor electrocutions in South Africa. Pages 247-264 in R.G. Carlton, ed. *Avian interactions with utility and communication structures: Proceedings of a workshop held in Charleston, South Carolina, December 2-3, 1999*. Electric Power Research Institute. Palo Alto, CA.
- * van Rooyen, C., H. Vosloo, and R. Harness. 2003. Watch the birdie! *IEEE Industry Applications Magazine*. Sept/Oct 2003:55-60.
- Varland, D.E., E.E. Klaas, and T.M. Loughin. 1993. Use of habitat and perches, causes of mortality and time until dispersal in post-fledging American kestrels. *J. Field Ornithol.* 64:169-178.

- * Voights, D. 2005. Pers. comm. Progress Energy.
- * Vosloo, H. and C. van Rooyen. 2001. Guarding against bird outages. *Transmission and Distribution World*. April, 2001.
- * Vosloo, H., C. van Rooyen, and R.E. Harness. 2002. Eliminating bird streamers as a cause of faulting on transmission lines. *Proc. Rural Electric Power Conference*. Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York, NY.
- Walker, L., and M. Walker. 1940. Headlines on eagles. *Nature Mag.* 33: 321-323.
- * Walters, M. 2005. Pers. comm. Puget Sound Energy.
- Watson, J.W. 2003. Migration and winter ranges of ferruginous hawks from Washington. Final Report. Washington Dept. Fish and Wildlife, Olympia, WA.
- * Watts, B.D., M.A. Byrd, and M.U. Watts. 2004. Status and distribution of breeding ospreys in the Chesapeake Bay: 1995-96. *J. Raptor Res.* 38:47-54.
- * Wayland, M., L.K. Wilson, J.E. Elliott, M.J.R. Miller, T. Bollinger, M. McAide, K. Langelier, J. Keating, and J.M.W. Froese. 2003. Mortality, morbidity, and lead poisoning of eagles in western Canada, 1986-98. *J. Raptor Res.* 37:8-18.
- * Wendell, M.D., J.M. Sleeman, and G. Kratz. 2002. Retrospective study of morbidity and mortality of raptors admitted to Colorado State University Veterinary Teaching Hospital during 1995 to 1998. *J. Wildl. Diseases* 38:101-106.
- Wertz, H.J., J.E. Brown, and A.L. Kinyon. 1971. Simulation of EHV transmission line flashovers initiated by bird excretion. *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems (PAS)*. PAS-90: 1627-1630.
- * West, H.J., J.E. Brown, and A.L. Kinyon. 1971. Simulation of EHV transmission line flashovers initiated by bird excretion. *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems (PAS)*. PAS-90: 1627-1630.
- Whaley, W.H. 1979. Ecology and status of Harris' hawk (*Parabuteo unicinctus*) in Arizona. Master's Thesis. Univ. of Arizona, Tucson. 119pp.
- * _____. 1986. Population ecology of Harris' hawk in Arizona. *J. Raptor Res.* 20:1-15.
- * Wheeler, B.K. 2003. Raptors of western North America. Princeton University Press. Princeton, NJ.
- * White, C.M. 1974. Current problems and techniques in raptor management and conservation. *North Am. Wildl. and Nat. Res. Conf.* 39:301-311.
- * _____. and D.A. Boyce. 1987. Notes on the mountain caracara (*Phalcoboenus megalopterus*) in the Argentine Puna. *Wilson Bull.* 99:283-284.
- * White, C.M., N.J. Clum, T.J. Cade, and W.G. Hunt. 2002. Peregrine falcon (*Falco peregrinus*). In *The Birds of North America*, No. 660 (A. Poole and F. Gill, eds.). The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA.
- * Wilcove, D.S., D. Rothstein, J. Dubow, A. Phillips and E. Losos. 1998. Quantifying threats to imperiled species in the United States. *Bioscience* 48:607-615.

Wilcox, J.R. 1979. Florida Power and Light Company and endangered species: examples of coexistence. Pages 451-454 in *The Mitigation Symposium: a National Workshop on Mitigating Losses of Fish and Wildlife Habitats*. U.S. For. Serv., Rocky Mountain Forest and Range Exp. Station, Fort Collins, CO. General Tech. Rep. RM-65.

Wilder, S.E. 1981. Jim Bridger 345-kV line raptor use study. Unpubl. rep. Pacific Power and Light Co. [PacifiCorp], Portland, OR. 21pp.

Willard, D.E., and B.J. Willard. 1978. The interaction between some human obstacles and birds. *Environ. Manage.* 2:331-340.

* Williams, R.D., and E.W. Colson. 1989. Raptor associations with linear rights-of-way. Pages 173-192 in B.G. Pendleton, ed. *Proc. Western Raptor Management Symp. Natl. Wildl. Fed. Scientific and Tech. Series No. 12*. Washington, D.C.

Williams, T. 2000. Zapped! *Audubon* Jan/Feb 2000: 32-44.

* Wisconsin Dept. of Natural Resources. 2003. Wisconsin bald eagle and osprey surveys, 2003. Unpubl. report. 8 pp.

Witt, J. W. 1996. Long-term population monitoring of osprey along the Umpqua River in western Oregon. *J. Raptor Research* 30:62-69.

Wood, P.B., D.A. Buehler, and M.A. Byrd. 1990. Bald eagle. Pages 13-21 in B.G. Pendleton, ed. *Proc. of the Southeast Raptor Management Symposium and Workshop. Natl. Wildl. Fed. Sci. and Tech. Series. No 14*. Washington, D.C.

Woodbridge, B. and M. Garrett. 1993. Abstract: electrocution mortality of golden and bald eagles in an area of high prey concentration. *J. Raptor Res.* 27:85.

* Work, T.M. and J. Hale. 1996. Causes of owl mortality in Hawaii, 1992 to 1994. *J. Wildlife Diseases* 32:266-273.

World Working Group on Birds of Prey and Owls. 1991. Newsletter of the World Working Groups on Birds of Prey and Owls. Newsletter No. 14. June 1991. B.U. Meyburg, ed. Herbertstr. No. 14, D-1000 Berlin 33, Germany. 24pp.

Wrakestraw, G.F. 1973. 1973 Wyoming bald and golden eagle survey. *Amer. Birds* 27:716-718.

* Yager, L. 1978. Factors affecting reproduction of ospreys. New York Dep. Environ. Conserv., Div. Wildl. Unpubl. rep. Albany. 8 pp.

* Yahner, R. H., R. J. Hutnik and S.A. Liscinsky. 2002. Bird populations associated with an electric transmission rights-of-way. *Journal of Arboriculture* 28:123-129.

Yearout, D.R. 1991. Electrocution and high wire accidents in birds. Pages 43-54 in *Proc. 1990 International Wildlife Rehabilitation Council Conference. International Wildlife Rehabilitation Council, Oakland, CA.*

Yoakum, J., W.P. Dasmann, H.R. Sanderson, C.M. Nixon, and H.S. Crawford. 1980. Habitat improvement techniques. Pages 329-410 in S.D. Schemnitz, ed. *Wildlife Management Techniques Manual, 4th Edition*. Wildl. Soc., Inc., Washington, D.C.

Young, D.P., R.E. Good, C.E. Derby, W.P. Erickson, and J.P. Eddy. 2004. Mountain plover (*Charadrius montanus*) surveys, Foote Creek Rim wind plant, Carbon County, Wyoming. Unpubl. report prepared by Western EcoSystems Technology, Inc. for PacifiCorp and SeaWest Windpower. Cheyenne, WY.

Young, L.S. and K.A. Engel. 1988. Implications of communal roosting by common ravens to operation and maintenance of Pacific Power and Light Company's Malin to Midpoint 500 kV transmission line. U.S. Dept. Interior, Bureau Land Mgmt., Boise, ID.

Zimmerman, D.R. 1975. Bald eagle bicentennial blues. *Natur. Hist.* 85: 8-16.

Zitney, G.R., and G.L. Boyle. 1976. Vegetation and wildlife survey, Sonora Area Distribution Project. Prepared for Pacific Gas and Electric Co., San Francisco, California, by Biosystems Associates, Larkspur, CA. 94pp.



APÉNDICE B

Historia de Acción de las Agencias

El capítulo 2 proporciona una historia breve de la respuesta inicial de las agencias y la industria a los problemas de electrocución de rapaces identificados después de descubrirse una campaña sistemática para matar águilas en los inicios de los años 70. Este Apéndice provee detalles adicionales para aquellos interesados en el proceso y la gente involucrada en esta primera respuesta cooperativa.

En mayo de 1971, se descubrieron los cuerpos de 11 águilas de cabeza blanca (*Haliaeetus leucocephalus*) y cuatro águilas reales (*Aquila chrysaetos*) en Jackson Canyon, cerca de Casper, Wyoming, un lugar de estancia tradicional de ambas especies. Eventualmente el número de muertes alcanzó las 24 aves. Los exámenes externos no revelaron heridas de bala y no había líneas eléctricas en el área donde las aves pudieran haberse electrocutado. Se determinó que varios cadáveres de antílopes habían sido rociados con sulfato de talio (un veneno para control de depredadores ampliamente utilizado entonces), y dejados como carnada.

Estudios en Wyoming y Colorado descubrieron una significativa campaña de caza con armas de fuego. Durante agosto de 1971, un piloto de helicóptero de Wyoming, informó al Subcomité de Apropiaciones para Medioambiente del Senado que en los siete meses precedentes había piloteado varias cacerías de águilas donde se mataron aproximadamente 560 águilas. La cacería fue encargada por el suegro del ranchero de ovejas que había envenenado

las águilas en Jackson Canyon. El testimonio revisado del piloto estimó las muertes de águilas en cerca de 800, e implicó al menos otras 12 compañías rancheras de Wyoming. Durante los estudios en Wyoming y Colorado, más de 300 águilas fueron encontradas muertas cerca de líneas eléctricas (Turner 1971; Laycock 1973).

Cuando el incidente de Jackson Canyon, Wyoming y la subsiguiente investigación reveló una conexión cercana entre las muertes de rapaces y las líneas eléctricas, los individuos, las agencias y los grupos interesados colaboraron para estudiar el problema y comenzar la acción correctiva. El 19 de enero de 1972, los representantes de las agencias se reunieron en Washington, D.C. para discutir el problema de la electrocución (US Fish and Wildlife Service 1972). Las agencias incluyeron la Administración de Electrificación Rural (REA, Rural Electrification Administration; actualmente Servicios Públicos Rurales [Rural Utilities Service, RUS]), el Servicio de Bosques de EE.UU. (USFS), el Buró de Manejo de Tierra (BLM), el Servicio de Pesca y Vida

Silvestre de EE.UU. (USFWS), el Servicio de Parques Nacionales (NPS), el Buró de Asuntos Indígenas (BIA). El USFWS coordinó la búsqueda de líneas letales, mientras que el REA comenzó a desarrollar modificaciones de líneas para minimizar las electrocuciones de águilas.

En enero del 1972, Robert K. Turner, Representante Regional de Rocky Mountain Sociedad Nacional Audubon (National Audubon Society), escribió a Thomas Riley de la Pacific Gas and Electric Company llamando su atención a las electrocuciones de aves en Colorado y Wyoming (R. Turner, National Audubon Society, com. pers. en APLIC 1996). La carta, reenviada a Richards S. Thorsell del Instituto Edison de Electricidad (EEI)³³ en la ciudad de New York, se convirtió en el impulso para la participación de las compañías de electricidad, la recolección de fondos y las publicaciones con el objetivo de disminuir los riesgos de las líneas eléctricas para las águilas. Thorsell coordinó a representantes de un grupo de compañías de electricidad del oeste³⁴ para evaluar el problema. Ellos determinaron que las prácticas de conexión a tierra de las líneas de distribución de 4 kV a 69 kV (al igual que ciertas configuraciones de bancos de transformadores, interruptores automáticos de fusible, pararrayos y espaciado entre conductores de fase) podían constituir una causa sustancial de muerte de rapaces. Se desarrollaron entonces soluciones de ingeniería en un esfuerzo cooperativo entre los sectores público y privado para ayudar a resolver el problema de las electrocuciones de aves.

En abril de 1972, el EEI fue el anfitrión de una reunión en Denver, Colorado, del primero de varios talleres sobre electrocuciones

de águilas y su relación con los cortes de energía y otros problemas relacionados (Olendorff 1972c). Asistieron representantes de las compañías de electricidad del oeste, de la REA, agencias de vida silvestre federales y estatales y organizaciones conservacionistas.³⁵ Resultaron tres acciones concretas:

1. Los participantes estuvieron de acuerdo en buscar e implementar modificaciones a las líneas eléctricas y restricciones que fueran viables biológica y económicamente y que redujeran las electrocuciones de rapaces.
2. Se estableció un sistema de reporte de muertes de rapaces, que sería administrado por el USFWS.
3. Los participantes documentarían las modificaciones con dibujos y sugerencias que podrían ser utilizadas por entidades privadas y públicas.

La REA, una agencia del Departamento de Agricultura de los EE.UU., presta dinero a las cooperativas que suministran electricidad principalmente a clientes en las áreas rurales. Como parte de las condiciones para los préstamos, la REA establece los estándares mínimos para el diseño de líneas eléctricas. Incluso antes de la reunión de Denver, se había determinado que las líneas monofásicas y trifásicas más viejas presentaban los problemas de electrocución más serios para las águilas. El Boletín 61-10 de la REA, *Contacto de las Águilas y Otras Grandes Aves con las Líneas Eléctricas* (*Powerline Contacts by Eagles and Other Large Birds*), describe las causas de las electrocuciones de rapaces resultantes de ciertas prácticas de conexión a tierra y espaciado de conductores (U.S. REA 1972). El boletín incluyó sugerencias sobre como las compañías

³³ NoActualmente ubicado en Washington, D.C., el EEI es una asociación de compañías de electricidad en los Estados Unidos, propiedad de los inversionistas, y provee una estructura de comité y coordinación para la industria.

³⁴ Incluyendo Idaho Power Company, Pacific Gas and Electric Company, Public Service Company of Colorado, Tucson Gas & Electric, Pacific Power and Light Company y Utah Power & Light Company (ambas actualmente PacifiCorp).

³⁵ Incluyendo la División de Vida Silvestre de Colorado, la Sociedad Nacional Audubon (Audubon National Society), la Federación Nacional de Vida Silvestre (National Wildlife Federation) y el USFWS.

miembros podían corregir las líneas problemáticas existentes o diseñar nuevas líneas que fueran seguras para las águilas.

El sistema de reporte de electrocuciones de rapaces del USFWS fue instituido en 1973.³⁶ Se encontraron unos 300 cadáveres y esqueletos de águilas entre 1969 y 1972. Posteriormente, el número de muertes de águilas reportadas a lo largo de las líneas eléctricas cayó a 123 en 1973, 88 en 1974 y 65 en 1975. Sin embargo no se pueden extraer conclusiones de estos números porque se involucraron otras variables que afectan la confiabilidad de los datos. Por ejemplo, durante el mismo período,

las poblaciones de águilas reales a mediados del invierno tendieron a bajar en respuesta a una aguda disminución de la población de liebres americanas ocurrida de uno a dos años antes. El número de águilas reales electrocutadas en Idaho declinó durante esos años (Kochert 1980) cuando menos águilas reales juveniles abandonaron el nido. Adicionalmente, las cifras del sistema de reporte fueron contradichas por el hallazgo de un número sustancial de muertes de águilas a lo largo de las líneas eléctricas en algunos estados del oeste (Benson 1981; PacifiCorp, datos no publ.; Idaho Power, datos no publ.).

³⁶ El sistema de reportes del USFWS de los 70 ya no está activo, aunque recientemente el USFWS desarrolló un sistema de reportes basado en Internet (ver Lineamientos del PPA, Apéndice C).

ESTA PÁGINA SE DEJA EN BLANCO INTENCIONALMENTE



APÉNDICE C

Lineamientos del Plan de Protección para Aves

Los Lineamientos del Plan de Protección para las Aves (Lineamientos) fueron desarrollados por el Comité para la Interacción de las Aves con Líneas Eléctricas (APLIC) y el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los EE.UU. (USFWS) en 2005. Este apéndice contiene citas de los Lineamientos. Para descargar una versión completa de los Lineamientos, ver www.aplic.org o www.fws.gov.

Este apéndice provee una guía para la implementación de cada uno de los principios del Plan de Protección para Aves (PPA) listados abajo:

- 1. Política corporativa
- 2. Entrenamiento
- 3. Cumplimiento de permisos
- 4. Estándares de diseño de construcción
- 5. Manejo de nidos
- 6. Sistema de reporte de aves
- 7. Metodología de evaluación de riesgo
- 8. Medidas para reducir la mortalidad
- 9. Opciones de mejoramiento para aves
- 10. Control de calidad
- 11. Conciencia pública
- 12. Recursos claves

1. POLÍTICA CORPORATIVA

El siguiente es un ejemplo de la Política de Manejo de Aves.

EJEMPLO 1: Política de Manejo de Aves.

[Compañía] Política de Manejo de Aves

Las interacciones de las aves con las líneas eléctricas pueden ocasionar heridas y muertes a las aves, las cuales, a su vez, pueden ocasionar interrupciones eléctricas, violaciones de las leyes que protegen a las aves, incendios de pastizales y bosques o despertar preocupaciones en los empleados, las agencias de recursos y el público.

Esta política tiene por objetivo asegurar el cumplimiento de los requisitos legales y a la vez mejorar la confiabilidad del sistema de distribución. [La compañía], su directiva y sus empleados son responsables de manejar las interacciones de las aves con las líneas eléctricas y se comprometen a reducir los efectos negativos de estas interacciones.

Para cumplir este compromiso, [La compañía]:

- Implementará y cumplirá con la totalidad de su Plan de Protección para Aves (PPA).
- Asegurará que sus acciones cumplan con las leyes, normas y permisos relevantes y con los procedimientos del PPA.
- Documentará las muertes de aves, los postes y líneas problemáticos y los nidos problemáticos.
- Proveerá la información, los recursos y el entrenamiento necesarios para mejorar el conocimiento y la conciencia de sus empleados sobre el PPA.
- Construirá en áreas rurales donde sea apropiado (fuera de los límites o más allá de los desarrollos residenciales/comerciales) y de acuerdo a los estándares seguros para aves de [la compañía], todas sus instalaciones nuevas o reconstruidas y en áreas de uso por las aves rapaces.
- Reconstruirá o modificará los postes eléctricos donde haya muerto un ave protegida. Las modificaciones concordarán con los procedimientos del PPA.
- Participará con las organizaciones públicas y privadas en programas e investigaciones para reducir los efectos negativos de las interacciones de las aves con las líneas eléctricas.

Se reforzarán el servicio al cliente y el cumplimiento de las normas por parte de [la compañía] y el riesgo para las aves migratorias se reducirá a través de resoluciones proactivas e innovadoras de las interacciones de las aves con las líneas eléctricas dirigidas por esta política.

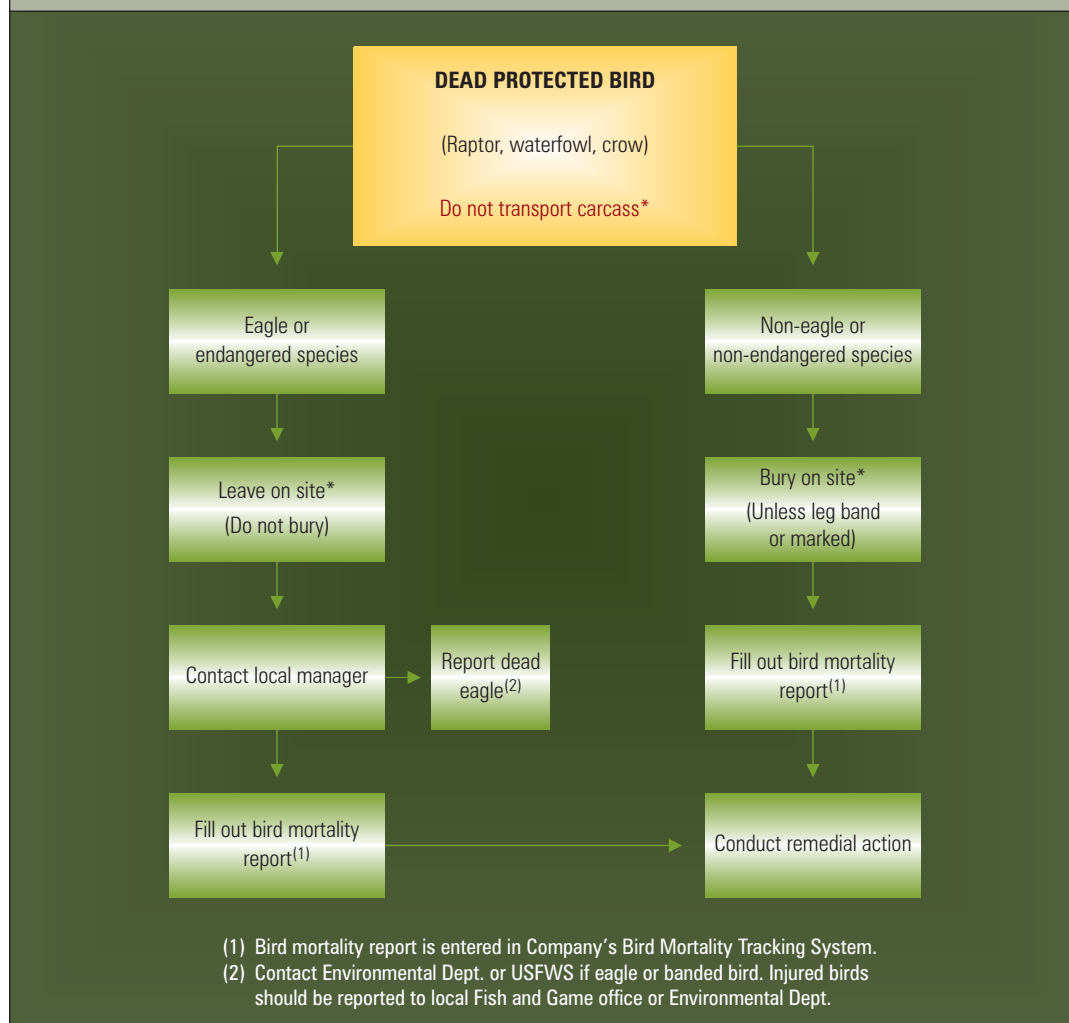
Firma _____ Fecha _____

2. ENTRENAMIENTO El entrenamiento es un componente integral de un PPA. El APLIC (www.aplic.org) y el Edison Electric Institute (EEI, www.eei.org) imparten talleres y cursos cortos sobre interacciones de aves con líneas eléctricas. También está disponible en el sitio Web de APLIC, como parte de la “caja de herramientas” para el PPA y para fines de entrenamiento, un panorama de dos horas sobre las electrocuciones y colisiones de aves.

Los siguientes son ejemplos de materiales de entrenamiento para empleados de PacifiCorp y Southern California Edison, que incluyen:

- Diagramas de flujo de procedimientos de la compañía para el manejo de aves y nidos que pueden ser distribuidos entre el personal de campo como parte del entrenamiento de empleados.

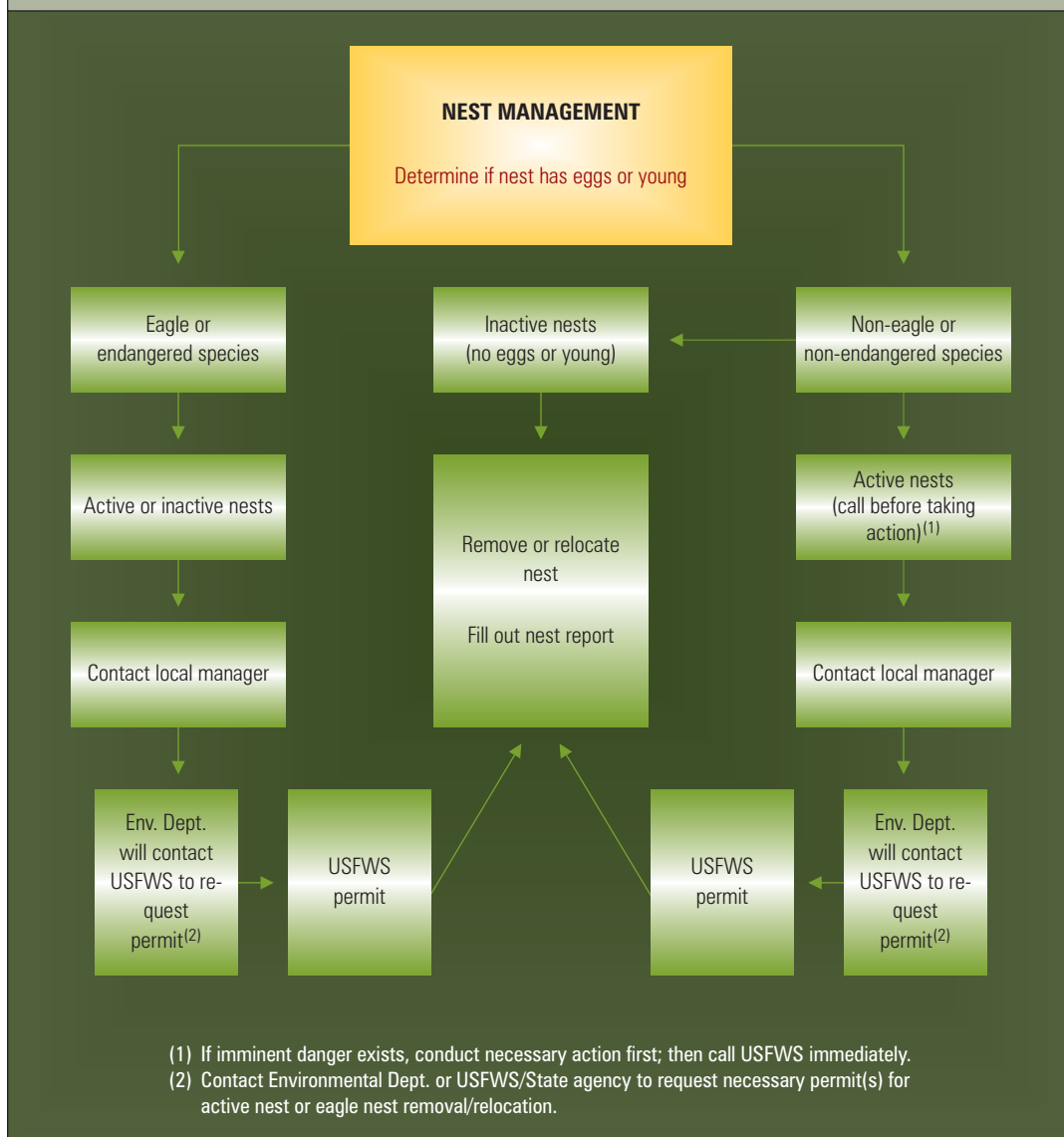
EJEMPLO 2: Diagrama de flujo de las muertes de aves basada en los materiales de entrenamiento de PacifiCorp *



* Los permisos de una compañía eléctrica pueden contener diferentes condiciones respecto al transporte y rescate de las especies protegidas.

- Un folleto describiendo problemas de electrocución y de nidos y los procedimientos de protección de rapaces por parte de la compañía.
- Un folleto describiendo los procedimientos de manejo y protección de nidos.

EJEMPLO 3: Diagrama de flujo del manejo de nidos basado en los materiales de entrenamiento de PacifiCorp *



* Los permisos de una compañía eléctrica pueden contener diferentes condiciones respecto al transporte y rescate de las especies protegidas.

EJEMPLO 4: Folleto del "Programa de Protección de Rapaces", Southern California Edison.

RAPTOR PROTECTION PROGRAM



Raptor Protection Program Goals

Raptors, or birds of prey, are meat-eating birds that include the hawks, eagles, and owls. Most species of raptors are protected under one or more laws and/or regulations.

Edison's Raptor Protection Program is designed to:

1. Reduce impacts to raptors.
2. Ensure compliance with state and federal laws and rules and regulations protecting these species.
3. Gather and provide information from operating divisions within Edison to Environmental Affairs on facility-caused electrocutions. This information will assist Environmental Affairs in responding to regulatory agency inquiries and provide informed responses to concerns expressed by the public.
4. Assist Company biologists in identifying problem areas where raptor protection may be required. Selectively identify and install cost-effective raptor protection devices to ensure Company compliance with existing laws and regulations.
5. Help identify and isolate where bird-caused outages occur so that these can be minimized, providing higher levels of quality service to our customers.



EJEMPLO 4: Folleto del "Programa de Protección de Rapaces", Southern California Edison. (cont.)**Raptor Protection** _____**Electrocutions**

Raptors often perch or nest on transmission or distribution towers or poles. Occasionally, the birds will make accidental contact between phases or phase and ground, causing harm to or electrocuting the bird. These electrocutions are most common on distribution or subtransmission facilities where energized conductors are close together.

The number of electrocutions can be decreased by either designing the line to minimize contact between phases, or by retrofitting existing lines where necessary with a protective device that prevents this contact. Studies have demonstrated that raptors prefer certain poles for nesting and perching. By identifying these preferred poles, we can modify them, and thus greatly diminish the potential for raptor electrocutions in a cost-effective manner.

**Nest Protection**

In the absence of other suitable nest sites, raptors often use transmission towers and distribution poles for nesting. State and federal laws and regulations protect these nests from removal at certain times of the year without necessary permits. It is important that nests not be disturbed when eggs or young birds are in them.

Raptor Protection**Program Procedures** _____

1. All incidents of facility-related raptor mortality should be reported to your supervisor. You should then fill out the raptor mortality report form available in all district offices or from your supervisor. The completed form should be sent to Environmental Affairs in the General Office.
2. From February through June, nests should not be removed or disturbed. Under no circumstances should known eagle nests be disturbed at any time of the year.
3. If a nest is discovered during this February–June period that presents a hazardous situation for the continued safe operation of the line, try to trim the nest rather than remove it. If a nest must be removed, call Environmental Affairs. Environmental Affairs possesses or will obtain the necessary permits for removing nests.
4. If at any time you have questions regarding these procedures, please discuss them with your supervisor or call Environmental Affairs, Dan Pearson at PAX 29562, or Janet Baas at PAX 29541.



What to Do if You Are Working in Sensitive Areas or Find an Active Nest

- Avoid tree or shrub trimming to the extent feasible during the nesting season, especially in sensitive areas (riparian or sage scrub habitats).
- Limit noise during the nesting season to the extent feasible by turning off equipment when not in use and/or using equipment with mufflers.
- If a nest is found, **carefully** determine if the nest is active, that is, if it contains eggs or young. Do not touch the nest or its contents.
- If young are inadvertently knocked out of a nest or are found on the ground after trimming call **Environmental Affairs (EA) immediately**. If the young are small and the nest can be found and is intact, the young may be carefully replaced in the nest (using gloves). If the young are large and active or the nest can not be found or is not intact, the young should be protected and kept warm, if possible. EA will contact a rehabilitation expert for pick up.
- CONTACT EA IF YOU MUST WORK IN A SENSITIVE AREA DURING THE NESTING SEASON OR ENCOUNTER AN ACTIVE NEST THAT MUST BE REMOVED, TRIMMED, OR MAY BE DISTURBED BY VEGETATION CLEARING ACTIVITIES OR TO PROTECT PUBLIC HEALTH AND SAFETY. Note: eagle nests may never be removed or relocated at any time of year without clearance from the US Fish and Wildlife Service and the California Department of Fish and Game. Contact EA if it is necessary to handle an eagle nest in any way.

What to Do if You Have Questions

If you have any questions, such as whether or not you are working in a sensitive area, if there is the potential for sensitive species to be nesting where you will be working, or you find an active bird nest while you are working, contact your supervisor (first) or any of the following EA personnel:

Tracey Alsobrook PAX 27547 or (626) 302-7547
Janet Baas PAX 29541 or (626) 302-9541
Jill Fariss PAX 28545 or (626) 302-8545
Dan Pearson PAX 29562 or (626) 302-9562

Outside of normal business hours, you may contact these people through the Edison operator. All may be contacted by pager.



PROTECTION OF BREEDING BIRD NEST SITES

Why SCE is Concerned About Bird Nests



Screech-owl (Cavity Nest)

Virtually all birds in North America are protected by one or more state or federal laws. SCE must be in compliance with all laws and regulations protecting birds, their habitat, and nest sites. It is illegal to, among other things, pursue, hunt, harass, kill, or collect any migratory or listed bird species, including their eggs or nest. Fines and penalties, including jail, can be substantial for non-compliance.

When and Where Birds Nest

Most birds nest during the period from mid-February through August. The specific timing depends on several factors such as species of bird, its nest location (altitude and latitude), abundance of food, and weather.

Birds nest in a wide variety of habitats, such as riparian areas (along streams, creeks, ponds), forests, beaches, deserts, and foothills. That is, anywhere adequate shelter and food for young can be found. Nesting sites within these habitats include trees, shrubs, holes and cavities in trees or dirt embankments, on cliff ledges, on the ground, and utility poles and towers.



Screech owl
(Cavity nest)



Killdeer
(Ground nest)



Cactus wren
(Twiggy mass in cactus or yucca)



Willow Flycatcher
(Small cup in willow shrubs)



Red-tailed hawk
(Moderately large twiggy nest in tall trees or other elevated locations)

Nest sizes range from very large, obvious structures made by eagles, to very small, inconspicuous, and camouflaged ones used by hummingbirds.



Bald eagle
(Branches in large tree or on rocky outcrop)



Anna's hummingbird
(Tiny cup in a shrub)

How to Locate and Avoid Disturbing Nesting Birds

- Be aware of when birds nest (**generally** mid-February through August).
- Be aware when working in especially sensitive habitats, such as riparian and sage scrub (at least partly natural areas with somewhat woody shrubs, below about 3,000 feet).
- Note any bird activity within shrubs or trees. If a bird appears agitated or reluctant to leave an area, it may indicate a nearby nest.
- Many nests are found between the ground and 10 meters high in shrubs and trees.
- Look for small dark, generally cup-shaped masses among the branches of shrubs or both small and larger masses in trees.
- Prior to trimming or cutting down trees, look for holes or cavities that may contain nests.

3. CUMPLIMIENTO DE PERMISOS³⁷

Una compañía debe trabajar con las agencias de recursos para determinar si se requieren permisos para actividades de operación que pudieran afectar a las especies de aves protegidas. Se debe prestar atención especial a las actividades que pudieran requerir permisos de Propósito Especial o relacionados, incluyendo, pero no limitados a, reubicación de nidos, posesión temporal, depredación, rescate/eliminación y recolección científica.

Aunque se recomienda que al desarrollar un PPA cada compañía eléctrica se familiarice con los diferentes tipos de permisos y sus disposiciones ubicadas en 50 CFR parte 21 (Permisos para Aves Migratorias) (<http://www.fws.gov/permits/mbpermits/regulations/regulations.htm>), se recomienda que la compañía eléctrica se ponga en contacto con el Inspector de Permisos para Aves Migratorias localizado en la

Región del USFWS donde la compañía eléctrica planea implementar su PPA.

Para obtener una solicitud de permiso, contacte a su Oficina de Permisos para Aves Migratorias en la región donde se ubica la oficina central de su negocio o en la región (de ser diferente) donde usted propone implementar el PPA. Se puede acceder a información sobre los límites regionales en <http://permits.fws.gov/mbpermits/birdbasics.html>, a continuación haga clic sobre Oficinas Regionales de Permisos para Aves para encontrar ubicaciones y direcciones. También pudieran requerirse permisos estatales para manejar nidos de aves protegidas o para posesión temporal de especies de aves. La información específica sobre los permisos requeridos debe obtenerse de su agencia de recursos estatal. Al desarrollar su PPA debe consultar tanto las agencias federales como a las estatales.

4. ESTÁNDARES DE DISEÑO DE CONSTRUCCIÓN

En hábitats donde existen instalaciones eléctricas y potencial para las interacciones con aves, el diseño y la instalación de nuevas instalaciones, así como la operación y el mantenimiento de las instalaciones existentes, deben ser seguros para aves. Se recomienda enfáticamente la inclusión en el PPA de los estándares de construcción técnicos aceptados, tanto para las nuevas instalaciones como para las modificadas. Las compañías pueden auxiliarse con los estándares de diseño de construcción de este documento y con la publicación de APLIC Mitigación de las Colisiones de Aves con Líneas Eléctricas: Los últimos adelantos en 1994 (o la edición actual), o pueden desarrollar sus propios estándares internos de construcción que cumplan o sobrepasen estos Lineamientos. Estos estándares deben usarse en áreas donde las construcciones nuevas deban ser seguras para aves, así como donde la infraestructura existente necesite ser modificada. Un PPA puede requerir que todas las líneas nuevas o reconstruidas en áreas usadas por

aves o potencialmente problemáticas sean construidas según los estándares actuales de seguridad para aves. La implementación de estándares de construcción seguros para aves en tales áreas reducirá futuros problemas legales y de relaciones públicas y mejorará la confiabilidad del servicio eléctrico.

CONSTRUCCIONES NUEVAS

Los estándares de construcción de transmisión, distribución y de las subestaciones deben cumplir con los requisitos del Código Nacional de Seguridad Eléctrica (National Electric Safety Code, NESC) y deben proveer información general sobre diseños de construcción especializada para las áreas usadas por aves. La construcción segura para aves, diseñada para prevenir electrocuciones, debe proveer una separación entre conductores de 150 cm (60 in) (o la distancia apropiada para las especies involucradas en el área de la línea) entre los conductores energizados y los elementos conectados a tierra, si no es posible tal espaciamiento

³⁷ Ver Capítulo 3 para mayor información en normatividad y permisos.

las compañías eléctricas deben cubrir el equipo y los elementos energizados.³⁸

MODIFICACIÓN DE INSTALACIONES EXISTENTES

Es necesario modificar instalaciones existentes cuando se encuentran aves heridas o muertas, se identifican líneas de alto riesgo o hay problemas de para cumplir con las leyes. Un “poste problemático” es aquel donde se ha documentando una colisión, una electrocución o un nido problemático; o donde hay un alto riesgo de muerte de aves. Puede haber necesidad de acciones correctivas cuando se identifican postes problemáticos a través de los registros de muertes de aves, estudios de campo o cuando la compañía eléctrica es notificada por representantes de las agencias o usuarios preocupados. También pueden surgir preocupaciones de confiabilidad del servicio debido a interacciones con aves debido a las peticiones de parte del personal de operaciones de campo.

PLANES ESPECÍFICOS POR SITIO

Los factores que crean peligros para las aves cerca de las líneas eléctricas son complejos y a

menudo específicos al sitio. Cuando se identifica un problema, una reunión en el sitio con el personal de ingeniería y operaciones, así como los biólogos de la compañía eléctrica o los consultores, reúne a los expertos para realizar un análisis más efectivo. El margen de tiempo para las acciones se deberá basar en las solicitudes de las agencias, las preocupaciones de la confiabilidad del servicio eléctrico, las relaciones públicas, el presupuesto, las restricciones logísticas y de mano de obra y la biología de las especies afectadas. Las correcciones hechas en unos cuantos postes o en los tramos problemáticos a menudo reducen los problemas de un área más amplia. Por tanto, la solución más eficiente para corregir una línea problemática es un plan específico al sitio que considere las condiciones locales (i.e., topografía, poblaciones de aves, poblaciones de presas, prácticas de uso del suelo, configuración de líneas, tipos de hábitat, áreas de uso histórico por las aves). El plan debe incluir recomendaciones para las acciones correctivas más apropiadas y un calendario para la terminación del trabajo.

5. MANEJO DE NIDOS

Las aves rapaces y otras especies de aves, se benefician de la presencia de estructuras de líneas eléctricas al utilizarlas para anidar.³⁹ Aunque la electrocución de las aves que anidan en las torres de transmisión no es frecuente, los nidos pueden provocar problemas operacionales. La eliminación de los nidos generalmente no soluciona el problema porque la mayoría de las especies se aferran tenazmente al sitio y reconstruyen el nido poco después de su eliminación. También existen componentes normativos y de relaciones públicas en la eliminación de nidos (ver Capítulo 3). Además, las compañías eléctricas pueden recibir beneficios en sus relaciones públicas y de

confiabilidad del servicio eléctrico al proveer lugares seguros para anidar. Todos los nidos activos (aquellos con huevos y polluelos presentes) de las aves migratorias designadas están protegidos por la Ley del Tratado de Aves Migratorias. Puede requerirse un permiso emitido por el USFWS antes de poder manejar un nido activo. Si se espera que surjan problemas con un nido, se pueden evitar los requisitos de permisos al moverlo o eliminarlo mientras está inactivo (excluyendo a las águilas y las especies amenazadas o en peligro). La época de reproducción y actividad de nidos varía según el lugar y la especie, pero para la mayoría de las rapaces norteamericanas se da

³⁸ Ver Capítulo 5 para mayor información en los estándares de diseño de construcción

³⁹ Ver Capítulo 6 para información adicional sobre manejo de nidos.



Departamento del Interior de los Estados Unidos
 SERVICIO DE PESCA Y VIDA SILVESTRE
 Washington, D C 20240
 MBPM-2
 Fecha: ABRIL 15, 2003

MEMORANDO SOBRE PERMISO PARA AVES MIGRATORIAS

ASUNTO: Destrucción de Nidos

PROPÓSITO: El propósito del memorando es aclarar la aplicación de la Ley del Tratado de Aves Migratorias (MBTA) para la destrucción de nidos de aves migratorias y proveer una guía para notificar al público con respecto a este problema.

POLÍTICA: La MBTA no contiene ninguna prohibición que concierna a la destrucción de nidos solitarios de aves migratorias (sin aves ni huevos), provisto que no se de la posesión durante la destrucción. Para minimizar las violaciones de MBTA, los empleados del Servicio deben hacer todo esfuerzo posible por informar al público sobre cómo minimizar el riesgo de tomar especies de aves migratorias cuyas conductas de anidación hacen difícil determinar su estado de ocupación o la continuación de su dependencia del nido.

La MBTA protege específicamente a los nidos de aves migratorias respecto a la *posesión, venta, compra, intercambio, transporte, importación y exportación y toma*. Las otras prohibiciones del MBTA — *captura, persecución, caza y muerte* — no conciernen a los nidos. La definición normativa de *tomar*, como se define en 50 CFR 10.12, es *perseguir, cazar, disparar, herir, entrapar, capturar, o recolectar o intentar cazar, disparar, herir, entrapar, capturar o recolectar*. Sólo *recolectar* es aplicable a los nidos.

Aunque es ilegal recolectar, poseer y transferir por cualquier medio la posesión de cualquier nido de aves migratorias, la MBTA no contiene ninguna prohibición que concierna a la destrucción de un nido de aves solitario (sin aves o huevos), partiendo de que no habrá posesión durante la destrucción. La MBTA no autoriza al Servicio a emitir permisos en situaciones en las cuales las prohibiciones de la Ley no procedan, tales como la destrucción de nidos desocupados. (Algunos nidos desocupados están protegidos legalmente por otras leyes diferentes de la MBTA, incluyendo los nidos de las especies de aves migratorias amenazadas o en peligro de extinción y las águilas reales y de cabeza blanca, dentro de ciertos parámetros).

Sin embargo, se debe advertir al público de que aunque la destrucción misma de un nido no está prohibida bajo la MBTA, la destrucción de nidos que resulten en tomas no permitidas de aves migratorias o sus huevos es ilegal y completamente procesable bajo la MBTA.

Debido a las características biológicas y de conducta de algunas especies de aves migratorias, la destrucción de sus nidos conlleva un alto grado de riesgo de violar la MBTA. Por ejemplo, las aves con nidos coloniales son muy vulnerables a las alteraciones; la destrucción de nidos desocupados durante o cerca de la época de cría puede resultar en un nivel de toma importante. Otro ejemplo involucra especies que anidan en la tierra tales como los tecolotes llaneros y las golondrinas ribereñas, los cuales anidan en cavidades en la tierra, haciendo difícil detectar si sus nidos están ocupados o no por huevos o polluelos o si por otra parte son esenciales para la supervivencia de aves juveniles. El Servicio debe hacer todo el esfuerzo para incrementar la conciencia pública sobre la presencia posible de aves y el riesgo de violar la MBTA, la Ley de Especies en Peligro de Extinción (ESA) y la Ley de Protección del Águila Americana y Real (BGEPA), y debe informar al público de los factores que ayudarán a minimizar la posibilidad de que ocurra una toma al ser destruidos los nidos (i.e., cuando normalmente se presenta la época de anidación).

El Servicio debe también tener cuidado de discernir si las personas que solicitan los permisos de la MBTA para la destrucción de nidos no tengan como objetivo nidos de especies amenazadas o en peligro de extinción o águilas reales o de cabeza blanca, para que el público esté conciente de las prohibiciones de la ESA y la BGEPA contra la destrucción de nidos.

En situaciones donde sea necesario (i.e., por seguridad pública) eliminar (destruir) un nido que está ocupado por huevos, polluelos o que aun es necesario para la supervivencia de un ave juvenil y un permiso está disponible de acuerdo con 50 CFR partes I3 y 2I, el Servicio puede emitir un permiso para tomar aves individuales.


 Director

entre el 1ro de febrero y el 31 de agosto. Sin embargo, un nido se considera activo sólo cuando están presentes huevos o polluelos. Si existen dudas sobre si un nido problemático está activo o inactivo, se debe consultar al personal de medioambiente de la compañía eléctrica, el USFWS o a las agencias estatales para

la vida silvestre. Un memorando del USFWS sobre el manejo y destrucción de nidos se provee en la página siguiente. Este documento también puede accederse en línea en <http://permits.fws.gov/mbpermits/PoliciesHandbooks/MBPM-2.nest.PDF>.

6. SISTEMA DE REPORTE DE AVES

Una parte importante de un PPA es el sistema de reportes para documentar las muertes de aves y las actividades de manejo de nidos. Este sistema debe estar diseñado para cumplir con las necesidades de la compañía eléctrica y ser compatible con otros programas de análisis y manejo de datos. El sistema puede basarse en formularios de papel como los siguientes ejemplos o puede ser un programa interno basado en la Web. La información recolectada debe utilizarse para ayudar a la compañía eléctrica a conducir evaluaciones de riesgo para identificar áreas problemáticas para las aves y estructuras de gran riesgo potencial o conocido. Estos datos pueden ordenarse para acciones correctivas para proteger a las aves y minimizar las interrupciones eléctricas. La información sobre aves recogida por una compañía eléctrica debe ser mantenida internamente. Los datos pueden requerirse como condición para un permiso federal anual para tomas directas de aves o sus nidos. Bajo la autoridad de la MBTA, el USFWS no emite permisos para tomas “accidentales, incidentales o no intencionales”.

En el 2002, el USFWS creó un sistema de reporte de electrocuciones de aves en línea

para las compañías eléctricas (J. Birchell, pers. comm.). Iniciado en Alaska, el sistema fue desarrollado para proveer un depósito central de datos y estimular a las compañías eléctricas a reportar voluntariamente las electrocuciones de aves. El sistema recoge información sobre cómo, dónde y por qué ocurrió una electrocución o colisión de un ave y se utiliza para ayudar a prevenir incidentes futuros. Las compañías eléctricas que utilizan este sistema de reporte mantienen una cuenta en la cual sólo ellos pueden reportar y acceder sus datos. El sistema en línea también ofrece un foro para una discusión abierta entre las compañías eléctricas sobre las medidas de modificación y su efectividad. Aunque su uso va en aumento, la mayoría de los usuarios actuales son compañías eléctricas de Alaska. A partir del inicio del sistema de reportes del USFWS, la cooperación y la comunicación entre las compañías eléctricas de Alaska y el USFWS ha aumentado. Al trabajar conjuntamente para tratar problemas de electrocución, el USFWS puede proteger mejor los recursos de vida silvestre mientras que las compañías eléctricas pueden mitigar los riesgos de electrocución de aves.

EJEMPLO 6: Formulario de reporte de nido/ave muerta.**Formulario nido/Ave Muerta****Área de Operaciones:****Ave Muerta (marque uno)** **o****Nido (marque uno)**

Cuervo/urraca

Activo

Aguilillas/halcones/águila pescadora

Inactivo

Ave pequeña (protegida)

Águila

Búho

Aves Acuáticas

Especie desconocida

Número de Aves _____**Fecha del Hallazgo** _____ **Hora del Hallazgo** _____**Señas de Muerte (marque uno)**

Colisión

Electrocución

Desconocida

Otra _____

Condado _____**Nombre del Descubridor** _____**Teléfono del Descubridor** _____**Nombre de la Línea/Circuito No.** _____**Identificación de Poste, No.** _____**Acción Recomendada (marque uno)***Acciones de las Aves Muertas**Acciones de Nidos*

Cubrir elementos del transformador

Instalar plataforma de anidación

Instalar cubierta(s) de aisladores

Reubicar nidos

Instalar triángulo(s)

Recortar nido

Reenmarcar estructura

Instalar desalentadores de anidación

Reemplazar estructura

Eliminar nido

Eliminar poste

Evaluar para determinar acción apropiada

Desenergizar

Ninguna Acción

Instalar desviadores del vuelo de aves

Continuar la supervisión de la línea (Se requiere justificación)

Ninguna acción (Se requiere justificación)

Comentarios __________

EJEMPLO 7: Formulario de Reporte para Aves Muertas.**Reporte de Muerte de Animal/Ave**

Fecha _____

Nombre _____

Lugar de trabajo _____ Teléfono _____

Describe la especie del animal o el ave que fue herida de muerte (electrocución/colisión)

En caso de algún anillo o marcador por favor regresarlo al Departamento de Medioambiente o escribir aquí número y agencia _____

Describir cómo el animal o el ave fue herida de muerte (el ave contactó transformador, boquilla, etc.)

Condiciones climáticas en el momento de la muerte, si se conocen (e.g. lluvioso y frío, soleado y caliente, etc.) _____

Nombre del circuito y voltaje _____

Ubicación del problema específico (e.g., poste #/dirección/entre calles, etc.)

Descripción del terreno y vegetación en el área (e.g., cerca de área agrícola, área urbana, residencial, etc.)

Acción Correctiva Recomendada

_____*Si es posible, por favor adjuntar foto del ave o animal.*

EJEMPLO 8: Formulario de Reporte de Nido de Ave.**Registro de Rapaz/Ave anidando**

Fecha _____

Nombre _____

Lugar de trabajo _____ Teléfono _____

Especie de la rapaz/ave (si es conocida) _____

Nombre y voltaje del circuito _____

Ubicación específica del nido (poste no.) _____

Condición del nido

_____¿Huevos o polluelos visibles? En caso afirmativo, por favor describir

_____Descripción del terreno y vegetación en el área (e.g., cerca de área agrícola, área urbana, residencial, etc.)

_____Historia de anidación previa en este circuito

_____Historia de electrocuciones/muertes en este circuito

_____Recomendaciones

_____*Si es posible, por favor adjuntar foto del ave y/o del nido.*

7. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE RIESGO

Hay miles de postes de compañías de electricidad ubicados en áreas con un hábitat apropiado para las aves migratorias. Debido a que no son económicamente o biológicamente necesarias las acciones correctivas en todos los postes de estas áreas, se necesita un método para identificar las configuraciones o los lugares de mayor riesgo. Aunque las compañías de electricidad varían en su escala geográfica, los datos disponibles y los recursos de financiamiento, los estudios y modelos de evaluación de riesgos pueden ser utilizados por cualquier compañía de electricidad para proteger más efectivamente a las aves migratorias.

Las evaluaciones de riesgo pueden utilizar fuentes de datos existentes o información nueva recogida específicamente con este propósito.

Los datos de la evaluación de riesgos de electrocución pueden incluir hábitat, topografía, poblaciones de presas, territorios de anidación de aves o áreas de concentración, uso por las aves de los postes, configuración de postes, electrocuciones de aves e interrupciones eléctricas causadas por aves o de causa desconocida. Aunque las capas individuales de datos por sí solas pueden ser inadecuadas para la evaluación de riesgos, cuando todos los datos de la evaluación de riesgos se superponen, los lugares, las configuraciones u otros factores de alto riesgo pueden hacerse más evidentes. Después de una evaluación de riesgos, se puede dar prioridad a acciones correctivas en todo el sistema de distribución y transmisión de la compañía de electricidad.

8. MEDIDAS PARA REDUCIR LA MORTALIDAD

Una compañía de electricidad puede tener un impacto sobre la reducción de mortalidad de aves aunado a los costos más eficientes si enfoca sus esfuerzos en las áreas que representan los mayores riesgos a las aves migratorias.

Una evaluación de riesgos a menudo comenzará con una evaluación de los datos disponibles que versan sobre las áreas de gran uso por parte de las aves, las muertes de aves, los problemas con nidos, las rutas de vuelo establecidas, los humedales cercanos, las poblaciones de las presas, la disponibilidad de perchas y otros factores que pueden incrementar las interacciones de las aves con las instalaciones de la compañía de electricidad. La evaluación también puede incluir información del grado de confianza de los circuitos y de las interrupciones eléctricas. Los planes de reducción de mortalidad deben usar información biológica y de diseño eléctrico para dar prioridad a los postes que más necesiten reparación. Se deben identificar las causas de la muerte de aves y los beneficios a los usuarios de la compañía de electricidad. Para un PPA y un plan de reducción de la mortalidad exitosos

se requiere el apoyo de la dirección de la empresa al igual que lo siguiente:

- Evaluación de las instalaciones para identificar los riesgos
- Asignación de recursos
- Estándares para construcciones nuevas o modificadas seguras para aves
- Presupuesto para operaciones y mantenimiento (O y M) e inversión de capital
- Sistema para seguir las acciones correctivas y los costos asociados
- Implementación a tiempo de medidas correctivas
- Relaciones de trabajo positivas con las agencias.

Los planes de reducción de la mortalidad pueden utilizar estrategias que incluyen medidas preventivas, reactivas y proactivas que se enfoquen en problemas, riesgos y compromisos de la confiabilidad de una compañía de electricidad. Los siguientes son ejemplos de cómo se puede usar este enfoque multifacético.

- Preventiva: Construir todas las líneas nuevas o modificadas en las áreas de gran uso por parte de las aves según los estándares seguros para aves de la Compañía. Asegurar que el PPA cumple con las leyes, las regulaciones y los permisos aplicables.
- Reactiva: Documentar las muertes de las aves y los nidos problemáticos; evaluar los problemas y aplicar las medidas correctivas donde sea apropiado. Notificar a las agencias de recursos de acuerdo con la política y los permisos de la compañía de electricidad.
- Proactiva: Proveer recursos y entrenamiento para mejorar el conocimiento y la conciencia de los empleados. Asociarse con organizaciones que conduzcan investigación sobre

el efecto de las interacciones de las aves con las líneas eléctricas. Evaluar los riesgos de electrocución y colisión de las líneas existentes en áreas de gran uso por parte de las aves y modificar las estructuras donde sea apropiado.

Se debe consultar al USFWS y a las agencias estatales sobre las electrocuciones y las acciones correctivas que se llevaron a cabo. Las compañías de electricidad deben revisar anualmente sus PPA en el contexto de la evaluación de riesgos e incidentes de electrocución y colisión y modificarlos como corresponde, idealmente en cooperación con las agencias.

9. OPCIONES DE MEJORAMIENTO PARA AVES

Aunque un PPA incluirá medidas para reducir la mortalidad de las aves asociada con las operaciones eléctricas, también puede incluir oportunidades para fomentar las poblaciones de aves instalando plataformas de anidación, mejorando los hábitats y colaborando con las agencias y las organizaciones de conservación. El USFWS y las agencias de recursos de vida silvestre estatales, al igual que otros expertos, pueden ser consultados en cuanto a recomendaciones sobre proyectos de mejoras de hábitats. Las plataformas de anidación pueden construirse en postes para aves tales como las águilas pescadoras, las águilas, las aguilillas, los búhos, las garzas y los cormoranes (ver Capítulo 6). Además, pueden construirse cajas

para nidos para las especies que anidan en cavidades tales como los cernícalos, los búhos, los azulejos, las golondrinas, los herrerillos, los carrizos y otros. Estas cajas también pueden beneficiar a los murciélagos y a las ardillas voladoras.

La construcción, el mantenimiento y el control de cajas para nidos pueden realizarse en conjunto con voluntarios, tales como los Boy Scouts y las Girl Scouts (Exploradores y Guías) u organizaciones de conservación de aves. Estos esfuerzos son oportunidades excelentes para educar al público sobre el PPA de la compañía de electricidad y para su asociación con otras entidades

10. CONTROL DE CALIDAD

Se puede y debe incorporar un mecanismo de control de calidad dentro de un PPA para evaluar la efectividad de los procedimientos de la compañía para la protección de las aves. Algunos ejemplos de control de calidad incluyen evaluar:

- la efectividad de las técnicas de acción correctivas para reducir la mortalidad de aves
- los dispositivos de protección de las aves para identificar los productos preferidos para la protección de las aves así como la facilidad de uso y durabilidad

- los procedimientos de reporte de las muertes para asegurar que los descubrimientos de muertes de las aves son debidamente documentados
- la respuesta ante las muertes de aves para asegurar que se toman las acciones apropiadas en el momento adecuado
- el cumplimiento de los procedimientos de la compañía de electricidad para asegurar que el personal sigue de manera consistente los métodos de la compañía de electricidad sobre construcción segura para aves, reporte de muertes, manejo de nidos, etc.
- las opiniones del público y las agencias sobre la confiabilidad del sistema y la protección de las aves

El componente de control de calidad de un PPA es un proceso continuo. La información recopilada durante las evaluaciones de las prácticas existentes debe ser utilizada para mejorar la efectividad y lo oportuno de los esfuerzos de protección de aves, los cuales, a cambio, pueden ayudar a reducir los costos asociados con tales esfuerzos.

11. CONCIENCIA PÚBLICA

Un programa de concientización del público puede ser parte de un PPA. El programa puede utilizarse para mejorar la conciencia y el apoyo públicos hacia el PPA de la compañía. También brinda a los interesados tales como las agencias del gobierno, las tribus, las organizaciones no lucrativas, los rehabilitadores de vida silvestre y otras partes interesadas una oportunidad para proveer aportes al proceso de toma de decisiones, permitiendo a todas las partes trabajar abierta y cooperativamente a favor de las recomendaciones que puedan ser implementadas de manera efectiva. Esta colaboración a menudo conlleva a mejorar las relaciones dentro de la comunidad y a lograr proyectos más eficientes y positivos. Las relaciones desarrolladas a través de este proceso pueden también estimular el reporte de muertes de aves y la búsqueda de asistencia por parte del público para las aves que han sido heridas en accidentes relacionados con líneas eléctricas.

Un PPA puede ser transmitido de manera efectiva a través de una variedad de herramientas

de acercamiento al público, incluyendo fichas descriptivas, boletines de noticias, folletos, videos, sitios Web y presentaciones de oradores al público. Estas herramientas también pueden usarse para registrar los éxitos de un PPA, documentando de este modo los esfuerzos de la compañía y la industria eléctrica para reducir las muertes de aves. El objetivo de estos esfuerzos es transmitir al público que las compañías de electricidad son administradores responsables del medioambiente, que trabajan cooperativamente con las agencias de vida silvestre hacia la reducción de las muertes de aves y a la vez continuar proporcionando electricidad segura, confiable y asequible a sus usuarios.

Muchas compañías de electricidad tienen ejemplos de su preocupación por el medioambiente y de las maneras innovadoras en que han reducido sus impactos medioambientales a través de sus decisiones en sus negocios. Los esfuerzos de una compañía para minimizar las muertes de aves deben compartirse con el público y las agencias de recursos.

12. RECURSOS CLAVES

Los recursos clave pueden incluir personal de la compañía de electricidad o contactos externos. El personal interno puede incluir representantes de los departamentos de medioambiente, estándares, suministro, manejo de interrupciones eléctricas y otros. Los recursos externos pueden incluir biólogos y autoridades competentes de las agencias federales y estatales, así como especialistas de aves de ONGs o universidades, y rehabilitadores de vida silvestre.

Los recursos externos de la industria eléctrica incluyen el APLIC, el Edison Electric Institute (EEI), el Electric Power Research Institute (EPRI), el Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), la National Rural Electric Cooperative Association (NRECA) y el Rural Utilities Service (RUS). La información de contacto y los sitios Web de un número de recursos están disponibles en la versión completa de los Lineamientos del PPA (ver www.aplic.org o www.fws.gov).

ESTA PÁGINA SE DEJA EN BLANCO INTENCIONALMENTE



APÉNDICE D

Glosario

adulto

un ave que ha adquirido su plumaje definitivo.

aislador

material aislante diseñado de forma que pueda soportar físicamente a un conductor y separarlo eléctricamente de otro conductor u objeto. Los aisladores están hechos normalmente de porcelanas o polímeros.

alfiler de punta

la escuadra de apoyo que sostiene el aislador que está colocado en la punta del poste con dos o más tornillos y que soporta conductores energizados o a tierra, dependiendo del diseño de la línea eléctrica.

ampere

unidad de medida de la corriente eléctrica.

anillo anticorona

un dispositivo utilizado en aisladores de suspensión en líneas de transmisión para reducir la tensión del campo eléctrico en los acopladores terminales.

bajante

(ver conductor a tierra).

banco de condensadores

una serie de condensadores conectados entre sí e insertados en un circuito eléctrico para cambiar la eficiencia de uso de la energía.

barra de tierra

generalmente una barra de acero revestida de cobre o de acero galvanizado, clavada en el suelo de manera que el cable de tierra pueda ser conectado físicamente al potencial de tierra.

brecha de aire

el espacio vacío o apertura alrededor de los conductores en una estructura de transmisión de acero. El espacio vacío provee el aislamiento para los conductores. Una falla puede ocurrir cuando algo disminuye de manera suficiente una porción o el total de esta brecha de aire entre la torre de acero y un conductor energizado.

boquilla (transformadores)

un aislador insertado en la parte superior de un transformador para aislar los puntas vivas de los devanados del transformador y el tanque. Las boquillas están hechas por lo general de porcelana y también son usadas en interruptores corta circuitos y bancos de condensadores.

conductor a tierra

un conductor que une todos los tornillos y otros equipos de poste/línea a tierra. En general los conductores a tierra pueden estar revestidos de cobre, ser de cobre puro, o son cables de hebra galvanizados y están unidos a los postes con grapas. Algunas veces se les llama cables bajantes.

capacitancia

la capacidad del condensador de retener una carga eléctrica; la propiedad de un no conductor eléctrico de almacenar energía.

caza perchada

la práctica de cazar desde una percha, opuesta a la cacería en vuelo.

celosía

la combinación de elementos de acero conectados entre sí para formar estructuras completas como torres de transmisión o estructuras de subestaciones.

circuito (sencillo)

un conductor o sistema de conductores a través de los cuales se proyecta que fluya una corriente eléctrica. El circuito estará energizado a un voltaje específico.

circuito (múltiple)

una configuración que soporta más de un circuito.

condensador

dispositivo que consiste de conductores aislados en un medio dieléctrico; cada condensador está acoplado sólo a un lado del circuito. Es utilizado para incrementar la capacidad de un circuito. Los condensadores son construidos en tanques metálicos y tienen boquillas.

conductividad

la capacidad de transmitir energía eléctrica.

conductor

un material (usualmente cobre o aluminio), por lo general en forma de alambre, cable, o barra de concentración, adecuado para conducir una corriente eléctrica.

configuración

el arreglo de partes o equipamiento. Una configuración de distribución incluirá el arreglo necesario de crucetas, soportes, aisladores, etc. para soportar uno o más circuitos eléctricos.

construcción inferior

se refiere a un circuito que está colocado en el mismo poste pero debajo de otro circuito de mayor voltaje. El circuito de abajo es comúnmente llamado “circuito de construcción inferior”.

corriente

un movimiento o flujo de electricidad pasando a través de un conductor. La corriente se mide en amperes.

corte de energía

evento que ocurre cuando la fuente de energía se corta de la carga.

córvido

Refiere a los miembros de la familia Corvidae, incluyendo las cornejas, cuervos, urracas y arrendajos.

cubierta de boquilla

una cubierta instalada sobre la boquilla para prevenir contacto incidental por parte de aves u otros animales.

cruceta

es un elemento de soporte horizontal utilizado para sostener conductores eléctricos y dispositivos con el objetivo de distribuir energía eléctrica. Puede fabricarse de madera, fibra de vidrio, concreto o acero y tener diferentes longitudes.

brazo de sostén

(davit arm) cruceta de los elementos conformada de madera laminada o acero, unida a un poste de madera o acero, utilizada para sostener los conductores eléctricos y cables de tierra aéreos.

desenergizado

cualquier dispositivo conductor de electricidad que no está conectado a una fuente de electricidad.

derecho de vía

la franja de terreno que ha sido adquirida por acuerdo entre dos o más partes con el propósito de construir y mantener la infraestructura de un servicio público.

días con rayos

días con rayos o tormentas. Una o varias tormentas eléctricas en un mismo día serían clasificadas como un día con rayos.

electrodo

un conductor utilizado para establecer contacto eléctrico con una parte no metálica del circuito. Para probar la conductividad de la pluma de un águila, se colocaron electrodos en ambas puntas de la pluma y se paso una corriente eléctrica a través de la pluma.

elemento de tensión –

el elemento de una torre de celosía de acero que sostiene la cruceta desde la parte superior.

energizado

cualquier dispositivo conductor de electricidad conectado a alguna fuente de electricidad.

estructura

un poste o arreglo de celosía que soporta equipo eléctrico para la transmisión o distribución de electricidad.

fallo

una alteración de la energía eléctrica que interrumpe la calidad del suministro eléctrico. Una falla puede tener una variedad de causas incluyendo fuego, tormentas de hielo, rayos, electrocuciones de animales o fallas del equipo.

fase

un conductor eléctrico energizado.

fase-a-fase

el contacto de dos conductores de fase energizados. Las aves pueden causar fallas fase-a-fase cuando una parte carnosa de sus alas u otra parte de cuerpo entra en contacto con dos conductores energizados (fases) al mismo tiempo.

fase-a-tierra

el contacto de un conductor energizado (fase) a un potencial de tierra. Las aves pueden causar fallas fase-a-tierra cuando una parte carnosa de su cuerpo entra en contacto simultáneamente con una fase energizada y una tierra.

fuerza dieléctrica

la capacidad de un material aislante de resistir la tensión de voltaje eléctrico del conductor energizado.

hacking

el proceso de transición de aves criadas en cautiverio a la vida silvestre. El hacking se ha utilizado para fomentar poblaciones de especies en peligro como los halcones peregrinos, los cóndores californianos y las águilas de cabeza blanca.

interruptor

un dispositivo usado para seccionar las fuentes de energía eléctrica.

interruptor automático de fusible

interruptores eléctricos con un fusible de manera que el interruptor se abrirá cuando el límite de corriente del fusible sea sobrepasado. Se utilizan para proteger equipo eléctrico y circuitos de rayos y cortocircuitos causados por alambres, viento, animales o elementos conductores de cualquier tipo.

juvenil

(plumaje)—primer plumaje de un ave.
(ave)—un ave en su primer año de vida.

kilovoltio

1000 voltios, abreviado kV.

línea de distribución

un circuito de cables de bajo voltaje, energizado a voltajes desde 2.4 kV hasta 60 kV y usado para distribuir energía a clientes residenciales, industriales y comerciales.

línea eléctrica

una combinación de conductores usada para transmitir o distribuir energía eléctrica, soportada por lo general por postes.

línea de transmisión

líneas eléctricas diseñadas y construidas para soportar voltajes >60 kV.

modificar

la modificación de la estructura de una línea eléctrica existente para hacerla segura para aves.

muñeca

articulación hacia el medio del borde frontal del ala. La piel que cubre la muñeca es la parte carnosa más exterior del ala de un ave.

neutro (conductor)

un conductor o cable que tiene el potencial de tierra, i.e. conectado a tierra.

**Nivel de Aislamiento Básico
(Basic Insulation Level, BIL)**

la medida de la capacidad de una línea para soportar subidas bruscas de voltaje como las resultantes de rayos. Este aislamiento se logra con porcelana, madera, fibra de vidrio, aire o combinaciones de estos. Si se utilizan los mismos aisladores, una línea montada sobre postes de madera tendrá un BIL mayor que una montada sobre postes de concreto o acero, excepto si las bases de los aisladores estén conectadas a tierra en el poste de madera. El BIL también es afectado por la estructuración del poste. Por ejemplo, si los conductores de las fases y los neutros están ambos montados en cruces de madera, el BIL se reduce.

nivel isokeraúnico

se refiere al número promedio de días con rayos por año presentes en una región. Las líneas eléctricas en áreas con altos niveles por lo general tienen conductores de tierra elevados (alambres estáticos) instalados de manera que las descargas de los rayos en las líneas puedan ser desviadas a tierra sin afectar los conductores de las fases.

pararrayos

un dispositivo eléctrico de protección utilizado para desviar la energía de los rayos a tierra.

planta generadora

una instalación que genera electricidad.

polluelo

un ave joven que aún no ha alcanzado el tamaño suficiente y el nivel de maduración para dejar el nido.

poste

una estructura vertical utilizada para soportar conductores eléctricos y equipo con el objetivo de distribuir energía eléctrica. Puede hacerse de madera, fibra de vidrio, concreto o acero y fabricarse de diferentes alturas.

poste problema

un poste usado por rapaces (usualmente para posarse, nidificar, o pernoctar) que ha electrocutado aves o que tiene un riesgo de electrocución alto.

plumas primarias

(también llamadas **primarias**). Las diez plumas de vuelo más externas que unidas en la muñeca forman la “mano” del ala.

punto

un alambre conductor, normalmente de cobre, usado para conectar diferentes tipos de elementos eléctricos. Los puntos son usados también para dar continuidad a los conductores eléctricos de las líneas cuando es necesario hacer cambios de dirección en la línea. e.g. postes de esquina, postes terminales).

rapaz

ave de presa. Miembros de los órdenes Falconiformes (rapaces diurnos) y Strigiformes (búhos.) Tienen un pico ganchudo y afilado y garras afiladas usadas para matar y comer a la presa.

recursos en fideicomiso

flora y fauna silvestre, incluyendo aves migratorias, que pertenecen al fideicomiso público y son administradas y protegidas por las agencias federales y estatales. Estas agencias de fideicomiso están designadas por estatuto y regulaciones como responsables por mantener la protección, conservación y manejo de estos recursos.

seccionar

se refiere a la práctica de aislar una fuente de energía de una carga. Algunas veces es necesario aislar los sistemas eléctricos (usando interruptores) para operaciones y mantenimiento.

seguro para aves

una configuración de postes de energía eléctrica diseñada para minimizar el riesgo de electrocución de aves al proveer suficiente separación entre fases y entre fases y tierra para acomodar las distancias de muñeca a muñeca o de la cabeza a las patas de un ave. Si dicha separación no puede lograrse, las partes expuestas se cubren para reducir el riesgo de electrocución, se aplica el manejo de perchado. Este término ha sustituido el término “seguro para rapaces” utilizado en la edición de 1996 de las Prácticas Recomendadas.

seguro para rapaces

ver seguro para aves

separación

la distancia física entre elementos conductores y tierras y entre elementos de un mismo tipo.

subadulto

edad de un ave entre juvenil y adulto.

subestación

un punto de transición en el sistema de transmisión y distribución donde aumenta o disminuye el voltaje.

sustrato de anidación

la base sobre la cual se construye un nido, por ejemplo: precipicios, árboles, suelo, postes de energía, cajas, plataformas, etc.

tenacidad al sitio

fuertemente vinculado o atraído por un sitio escogido.

tierra

un objeto que hace una conexión eléctrica con la superficie terrestre.

tirante

asegura la posición vertical del poste y compensa las cargas físicas impuestas por los conductores, el viento, las heladas, etc. Los tirantes generalmente están unidos a anclas aseguradas al suelo para resistir cargas dentro de varios límites.

transformador

un dispositivo utilizado para incrementar o disminuir el voltaje.

volantón

un ave que ha dejado el nido recientemente pero que aún puede depender de sus padres para alimentarse.

voltio

unidad de medida de la tensión eléctrica.

voltaje

fuerza electromotora expresada en voltios.



APÉNDICE E

Lista de Acrónimos

AIA	Áreas Importantes para las Aves	
APLIC	Avian Power Line Interaction Committee	Comité para la Interacción de las Aves con Líneas Eléctricas
APP	Avian Protection Plan	Plan de Protección para Aves (PPA)
BGEPA	Bald and Golden Eagle Protection Act	Ley de Protección del Águila Americana y Real
BIA	Bureau of Indian Affairs	Buró de Asuntos Indígenas
BLM	Bureau of Land Management	Buró de Manejo de Tierras
BSPB	Bulgarian Society for the Protection of Birds	Sociedad Búlgara para la Protección de las Aves
CFE	Comisión Federal de Electricidad	
CFR	Code of Federal Regulations	Código de Regulaciones Federales
DDV	Derechos de Vía	
EEI	Edison Electric Institute	Instituto Edison de Electricidad
EPRI	Electric Power Research Institute	Instituto de Investigación de Energía Eléctrica
ESA	Endangered Species Act	Ley de Especies en Peligro de Extinción
EWT	Endangered Wildlife Trust	Fundo para Vida Silvestre en Peligro de Extinción
FERC	Federal Energy Regulatory Commission	Comisión Federal Regulatoria de la Energía
GIS	Geographical Information System	Sistema de Información Geográfica (SIG)
HCP	Habitat Conservation Plan	Plan de Conservación del Hábitat
IBA	Important Bird Area	Áreas Importantes para las Aves (AIA)

IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
ITP	Incidental Take Permit	Permiso de Toma Incidental
MBTA	Migratory Bird Treaty Act	Ley del Tratado de Aves Migratorias
MDE	Memorando de Entendimiento	
MLEA	Moon Lake Electric Association	Asociación Eléctrica de Moon Lake
MOU	Memorandum of Understanding	Memorando de Entendimiento (MDE)
NESC	National Electric Safety Code	Código Nacional de Seguridad Eléctrica
NGO	Non-governmental organization	Organización no gubernamental
NMFS	National Marine Fisheries Service	Servicio Nacional de Pesca Marina
NPS	National Park Service	Servicio de Parques Nacionales
NRECA	National Rural Electric Cooperative Association	Asociación Nacional Cooperativa de Electricidad Rural
NWCC	National Wind Coordinating Committee	Comité Nacional de Coordinación sobre Energía Eólica
PPA	Plan de Protección para Aves	
REA	Rural Electrification Association	Asociación de Electrificación Rural
ROW	Rights-of-way	Derechos de Vía (DDV)
RUS	Rural Utilities Service	Servicios Públicos Rurales
SIG	Sistema de Información Geográfica	
USC	United States Code	Código de los Estados Unidos
USFS	United States Forest Service	Servicio de Bosques de los Estados Unidos
USFWS	United States Fish and Wildlife Service	Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos
USGS	United States Geological Survey	Servicio Geológico de los Estados Unidos



**EDISON ELECTRIC
INSTITUTE**



**Avian
Power
Line
Interaction
Committee**