

## TENDIDOS ELECTRICOS Y CONSERVACION DE AVES EN ESPAÑA

Miguel FERRER\*  
Juan José NEGRO\*

**RESUMEN.**—*Tendidos eléctricos y conservación de aves en España.* Las líneas eléctricas representan un grave peligro para las aves. En el Parque Nacional de Doñana aves de numerosas especies, incluyendo la amenazada Aguila Imperial Ibérica, han sido encontradas muertas por electrocución. En este artículo se ofrece información acerca del peligro que pueden representar las líneas eléctricas para las poblaciones de aves. Se examinan los accidentes por electrocución y por colisión contra los conductores, así como el caso particular del Aguila Imperial. La electrocución es la primera causa de muerte conocida para esta especie. La mortalidad por electrocución difiere de forma significativa dependiendo del diseño del poste y del hábitat. Se discute la eficacia de las medidas de protección, así como las líneas de investigación futuras.

**Palabras clave:** Aguila Imperial, aves, colisión, conservación, electrocución, España, mortalidad, tendidos eléctricos.

**SUMMARY.**—*Electric power lines and bird conservation in Spain.* Electric power lines pose a real danger to bird populations. In Doñana National Park birds of many species, including the endangered Spanish Imperial Eagle (*Aquila adalberti*), have been electrocuted on power lines. In this paper we offer information about the danger that power lines pose to bird populations. Electrocution and collision against wires are examined. The special case of the Spanish Imperial Eagle mortality is analyzed. Electrocution is the first known cause of death for this species. Mortality changes significantly among pylons of different designs and among habitats. Effective protective measures and new research directions are discussed.

**Key words:** Birds, collision, conservation, electrocution, mortality, power lines, Spain, Spanish Imperial Eagle.

### 1. INTRODUCCIÓN

Las consecuencias que las alteraciones humanas del paisaje pueden tener para la conservación de las especies silvestres son, a menudo, insospechadas y dramáticas. El trazado de una línea eléctrica genera el establecimiento de numerosas relaciones con las comunidades animales y vegetales que atraviesa. Así, normalmente va acompañado de la pérdida de una franja de cubierta vegetal, lo que favorece la aparición de determinadas especies. Los postes eléctricos son utilizados de muy variadas formas: zorros y otros carnívoros emplean sus bases como lugar ideal para depositar excrementos; ciervos y gamos los utilizan para el desmogue, y ciertas ara-

ñas proliferan enormemente entre la maraña de metal de sus vástagos. Sin embargo, son probablemente las aves las que con mayor frecuencia y peor fortuna se relacionan con las líneas eléctricas. Los postes son usados como posaderos por infinidad de especies, nidificando en ellos desde cuervos y cernicállos hasta cigüeñas e incluso, Águilas Imperiales. Pero los cables con frecuencia constituyen importantes causas de mortalidad.

### 2. MORTALIDAD E IMPACTO EN POBLACIONES

La importancia que para la conservación de las aves podía tener la mortalidad en tendidos eléctricos empezó a ser considerada

\* Estación Biológica de Doñana, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Avda. M.<sup>a</sup> Luisa, s/n, Pabellón del Perú. 41013 Sevilla.

en varios países a finales de los años 70, aunque en España los primeros estudios rigurosos no se realizaron hasta 1982. Numerosos trabajos pondrían luego de manifiesto las proporciones alarmantes que, en determinadas condiciones, pueden alcanzar las mortandades ocasionadas por líneas eléctricas. A título de ejemplo citaremos 700 aves muertas por kilómetro de tendido y año en una zona húmeda de Holanda (Heijnis, 1980), más de un millón de aves muertas al año en Francia (Faure, 1988), 611 aves muertas en 10 vanos en Venezuela (McNeil *et al.*, 1985), más de 2.000 aves muertas por año en 100 km de tendidos en el Parque Nacional de Doñana (Ferrer & de la Riva, 1984), y 586 Cigüeñas Comunes muertas en Alemania Federal en los últimos 40 años (Fiedler & Wissner, 1980).

Como es sabido, existen dos tipos fundamentales de accidentes de aves en tendidos eléctricos: la electrocución en el poste y la colisión contra los cables. La electrocución se puede producir de dos formas: por contacto con dos conductores o, lo que es más frecuente, por contacto con un conductor y derivación a tierra a través del poste metálico, lo que deja en el ave características marcas del paso de la corriente (Hass, 1980; Olendorff, 1981; Ferrer *et al.*, 1991). Dadas las dimensiones de los apoyos, la separación de los conductores y la longitud de los aisladores, las electrocuciones sólo son frecuentes en líneas inferiores a los 45 kV.

La muerte se suele producir por el paso de la corriente, aunque, en algunos casos en que la descarga no ha sido mortal, puede ocurrir por la caída del ave desde lo alto de la torreta (Hass, 1980). Así pues, la electrocución es especialmente frecuente en aves de mediana o gran envergadura que usualmente se posen en los apoyos. Desgraciadamente esta descripción corresponde de lleno a todo el grupo de las aves de presa que, además, son especies en general escasas y muchas de ellas amenazadas de extinción. El número de especies afectadas es siempre mayor en accidentes de colisión que en electrocuciones (Negro, 1987). Hábitos gregarios, vuelos crepusculares, reacciones de huida de los bandos, etc., hacen que distintas especies de patos, limícolas, avutardas, grullas y otras aves, resulten muy afectadas por las líneas eléctricas. La mayoría de las colisiones se

producen contra el cable de tierra en las líneas de alta tensión.

### 3. EL CASO DE UNA ESPECIE AMENAZADA: EL AGUILA IMPERIAL

El Aguila Imperial Ibérica *Aquila adalberti*, es en la actualidad el águila más escasa del continente y una de las siete aves de presa más amenazadas del planeta. La población total de la especie se cifra en poco más de 120 parejas, distribuidas únicamente por el cuadrante suroccidental de la Península Ibérica (González *et al.*, 1987). El Parque Nacional de Doñana alberga 15-16 parejas en unas 20.000 ha, la población de mayor densidad conocida. A partir de 1979 dicha población empezó a manifestar síntomas preocupantes, que evidenciaban dificultades para el automantenimiento. Así, comenzaron a ser frecuentes las parejas de reproductores con algún miembro en plumaje juvenil, y se registraron demoras de más de un año en la sustitución del miembro desaparecido de alguna pareja (Ferrer & Calderón, 1990).

Estos hechos, junto con una aparente menor productividad, motivaron el inicio de investigaciones destinadas a la identificación de los factores limitantes de la población. En 1982 la Estación Biológica de Doñana (CSIC), comenzó un estudio sobre la mortandad que originaban las líneas eléctricas en el Parque Nacional y su entorno, con la intención de evaluar su efecto sobre la avifauna y, en particular, sobre el Aguila Imperial. Los resultados obtenidos tras año y medio de registro de una muestra de 100 km, permitieron calcular una mortalidad anual superior a 2.000 aves en esos 100 km de líneas eléctricas de distribución (16-22 kV). De aquellas aves 400 eran rapaces, y una de las especies más afectadas resultaba ser el Aguila Imperial, en la que un 60 % de las muertes registradas desde 1974 se debía a electrocución en torretas de distribución. La electrocución en las Águilas Imperiales, además de ser la mayor causa de muerte conocida para la especie, posee una peculiaridad que la hace aún más grave, que es el sesgo en la mortalidad por sexos. Pese a ser 1:1 la razón de sexos en los nacimientos, la proporción en las águilas

electrocutadas era de 3,57 hembras por cada macho (Ferrer & Hiraldo, 1992).

Como consecuencia de estos estudios la Compañía Sevillana de Electricidad procedió, en 1986, a la desconexión de una de las líneas que causaban mayor mortalidad, así como a la instalación, en colaboración con el ICONA, de sistemas de protección experimentales. Dado el escaso éxito obtenido con dichos sistemas (Ferrer *et al.*, 1986; Regidor *et al.*, 1988; Negro *et al.*, 1988; Ferrer & De le Court, 1988), el ICONA, con el asesoramiento del CSIC, procedió a la transformación de las líneas que aún quedaban en servicio, utilizando cable trenzado aislado, en 1987 (Cadenas & Máñez, 1988).

Con esa transformación los problemas de electrocución en el núcleo reproductor quedaron prácticamente solucionados. Los resultados de estas acciones fueron espectaculares. La supervivencia durante los primeros seis meses de vida de las jóvenes Águilas Imperiales pasó del 17,6 % en los años 1986 y 1987, al 80 % en 1988 y 1989 (Ferrer & Hiraldo, 1991). La eliminación de los tendidos peligrosos en Doñana ha sido, sin duda, la medida más eficaz que se ha adoptado para la conservación de la especie desde la declaración de Doñana como espacio protegido (Ferrer, 1992).

No obstante, las investigaciones de la dispersión juvenil del Águila Imperial, realizadas por la Estación Biológica de Doñana desde 1986 a 1989, pusieron de manifiesto la existencia de importantes problemas de mortalidad por electrocución en las áreas de dispersión (Ferrer, 1990). El Águila Imperial comienza su etapa reproductiva al quinto año de vida. Durante esos cinco años de inmadurez su vida transcurre fuera del Parque Nacional, en áreas de dispersión juvenil situadas entre 90 y 150 km. Gracias al estudio de la dispersión se pudo delimitar con precisión cuáles eran dichas áreas. En 1990 la Compañía Sevillana de Electricidad y la Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía financiaron un estudio para la localización de zonas de acumulación de mortalidad en las áreas de dispersión, que fue realizado por la Estación Biológica de Doñana. Para ello, se recorrieron a pie 4.119 apoyos, y se recogieron 453 cadáveres de 24 especies diferente: 249 cadáveres correspon-

dieron a aves de presa de 14 especies, entre ellas el Águila Imperial (Cepeda *et al.*, 1991). Como en otros estudios (Ferrer *et al.*, 1991), en este caso se demostró que los factores fundamentales que determinan la distribución de muertes por electrocución son el diseño de los postes y el hábitat donde éstos se ubican. El diseño del poste tiene una influencia estadísticamente muy significativa sobre la distribución de la mortalidad, siendo los más peligrosos aquellos que poseen puentes flojos por encima de los travesaños, seguidos por los postes con aisladores rígidos y a continuación, los apoyos con aisladores de amarre. Los aisladores suspendidos resultaron ser los más seguros de los habitualmente usados por las compañías eléctricas, particularmente en el diseño al tresbolillo (Ferrer *et al.*, 1991).

#### 4. EFICACIA DE LAS MEDIDAS

En cuanto a las posibles medidas de protección de los apoyos para evitar la electrocución, parece haber dos estrategias diferentes: modificar el uso del poste por parte de las aves, haciendo que se posen en las zonas menos peligrosas, o bien, modificar el poste para que su peligro sea menor. Las medidas del primer grupo suelen ser menos eficaces. Técnicas utilizadas con el propósito de hacer que el ave se pose en zonas menos peligrosas son, por ejemplo, desviadores de diferentes tipos (de forma triangular, de «escobilla», tirantes, etc.), todos los cuales han fracasado, principalmente porque se instalaron sin estudiar previamente el uso del poste por parte de las aves que se pensaba proteger (Hass, 1980; Regidor *et al.*, 1988). La colocación de artefactos para espantar a las aves y que éstas no se posen en ninguna parte del apoyo, tampoco ha obtenido éxito. Así, bolas plateadas, molinetes de viento, cintas de plástico y variados artilugios ruidosos se han demostrado inútiles, sobre todo porque las aves terminan habituándose (Hass, 1980).

La instalación de posaderos elevados ha sido muy afortunada en los Estados Unidos, donde el problema radicaba en la electrocución por contacto ente dos fases, ya que el poste es de madera y la derivación a tierra resulta infrecuente. En esta situación, las

aves afectadas eran principalmente grandes águilas (Olendorff, 1981). En España los postes de líneas de distribución son en su mayoría de celosía de metal, con lo cual las derivaciones a tierra son mucho más frecuentes que los contactos con dos fases. Esto hace que la mayoría de las muertes se produzca entre las más abundantes rapaces de mediano tamaño, como ratoneros y milanos (Ferrer *et al.*, 1986 y 1991).

La sustitución de los muy peligrosos aisladores rígidos por otros suspendidos; la eliminación de bucles de cables por encima de los travesaños en los transformadores de intemperie; el aislamiento de una porción del conductor a ambos lados del aislador; la sustitución de seccionadores en cabecera por otros fijados al vástago del poste, y la sustitución de los puentes flojos de cable por otros de cable aislado («seco»), han sido el único tipo de medidas adoptadas en postes de celosía de metal que han obtenido resultados positivos hasta el momento. En cuanto a sistemas para disminuir los problemas de colisión, se ha probado con relativo éxito la colocación de diferentes tipos de señalizadores para el cable de tierra. Es evidente la necesidad de desarrollar técnicas de protección para los diseños de apoyos peligrosos que nos permitan obtener una sensible reducción de la electrocución a un coste razonable. Tengamos en cuenta que se trata de un problema de gran amplitud geográfica y que afecta a millones de apoyos.

## 5. EL CAMINO A SEGUIR

Actualmente las acciones de protección se encaminan en dos direcciones. En primer lugar, a impedir que se sigan construyendo tendidos con apoyos cuya peligrosidad ha sido constatada. En este sentido ya han sido promulgados decretos en varias Comunidades Autónomas, a las que esperamos se sumen pronto todas las demás. También, a evitar el trazado de líneas de transporte por áreas con concentraciones elevadas de aves particularmente susceptibles a los accidentes de colisión. Y asimismo es necesario acometer la modificación de los actuales reglamentos electrotécnicos. Abordar este problema de forma institucional y reglada facilitaría la homo-

geneización de las diversas normativas, y abriría cauces para obtener financiación de proyectos de transformaciones de líneas ya construidas que posean un alto índice de mortalidad para aves.

El otro aspecto del problema, de mucho más difícil solución, es qué hacer con los centenares de miles de postes de diseño inadecuado que actualmente están distribuidos por toda la geografía hispana. Evidentemente, la única vía de solución realista pasa por el desarrollo de sistemas que disminuyan el riesgo de electrocución con un coste moderado, ya que se trataría de instalarlos en un elevadísimo número de postes. Por otra parte, dada la distribución extremadamente contagiosa de las muertes por electrocución y el nivel de conocimientos actual sobre los factores determinantes de los accidentes, parece posible plantearse la determinación de las zonas de alto riesgo sin tener que efectuar recorridos anuales completos, proceso lento y costoso. Todos los estudios realizados hasta el momento indican que una proporción muy baja de los postes acumula una alta proporción de los accidentes, por lo que la posibilidad de disminuir sensiblemente la incidencia del problema mediante el arreglo de tendidos es una empresa abordable. Y es, probablemente, lo más eficaz que podemos hacer por la conservación de algunas especies.

## BIBLIOGRAFÍA

- CADENAS, R. & MÁNEZ, M. 1988. Tendidos eléctricos: actuaciones para minimizar el impacto ambiental sobre la avifauna. *Vida Silvestre*, 63: 59-64.
- CEPEDA, J. M.; MIGENS, E. & FERRER, M. 1990. *Reducción de la mortalidad por electrocución del Águila Imperial Ibérica*. Agencia de Medio Ambiente - Compañía Sevillana de Electricidad. Sevilla.
- FAURE, R. 1988. Electricité de France et le génocide des oiseaux. *L'Oiseau*, 10: 16-23.
- FERRER, M. 1990. *Dispersión juvenil de la población de águilas imperiales del Parque Nacional de Doñana*. Tesis doctoral, Universidad de Sevilla.
- 1992. Técnicas de manejo del Águila Imperial. *Quercus*, 81: 6-11.
- FERRER, M. & CALDERÓN, J. 1990. The Spanish Imperial Eagle *Aquila adalberti* at Doñana National Park: a study of population dynamics. *Biological Conservation*, 51: 151-161.

- FERRER, M. & DE LA RIVA, M. 1984. Impacto de los tendidos eléctricos en la avifauna del Parque Nacional de Doñana. *I Jornadas Investigación en Doñana*. Sevilla.
- FERRER, M.; DE LA RIVA, M. & CASTROVIEJO, J. 1986. Impacto de los tendidos eléctricos en las poblaciones de rapaces de Doñana. Comunicación a la *V Conferencia Internacional de Rapaces Mediterráneas*. Evora, Portugal.
- 1991. Electrocution of raptors on power lines in Southern Spain. *Journal of Field Ornithology*, 62: 54-69.
- FERRER, M. & DE LE COURT, C. 1988. Les Aigles Impériaux espagnols menacés d'électrocution. *L'Homme et l'Oiseau*, 4: 231-236.
- FERRER, M. & HIRALDO, F. 1991. Management of the Spanish Imperial Eagle. *Wildlife Society Bulletin*, 19: 436-442.
- 1992. Man-induced sex-biased mortality in the Spanish Imperial Eagle. *Biological Conservation*, 60: 12-17.
- FIEDLER, G. & WISSNER, A. 1980. Overhead electric lines as a mortal danger to storks. *Ecology of Birds*, 2: 59-109.
- GONZÁLEZ, L. M.; GONZÁLEZ, J. L.; GARZÓN, J. & HEREDIA, B. 1987. Censo y distribución del Aguila Imperial Ibérica *Aquila adalberti* en España durante el período 1981-1985. *Boletín de la Estación Central de Ecología*, 31: 99-109.
- HASS, D. 1980. Endangerment of our large birds by electrocution — a documentation. *Ecology of Birds*, 2: 7-57.
- HEIJNIS, R. 1980. Bird mortality from collision with conductors for maximum tension. *Ecology of Birds*, 2: 111-129.
- MCNEIL, R.; RODRÍGUEZ, J. R. & QUELLET, G. 1985. Bird mortality at a power transmission line in northeastern Venezuela. *Biological Conservation*, 31: 153-165.
- NEGRO, J. J. 1987. *Adaptación de los tendidos eléctricos al entorno*. Monografías de Alytes núm. 1. ADENEX, Mérida.
- NEGRO, J. J.; FERRER, M.; SANTOS, C. & REGIDOR, S. 1988. Eficacia de dos métodos para prevenir electrocuciones de aves en líneas eléctricas de distribución. *Ardeola*, 36: 201-206.
- OLENDORFF, R. R. 1981. *Suggested practices for raptor protection on power lines: The state of the art 1981*. Raptor Research Report, número 4.
- REGIDOR, S.; SANTOS, C.; FERRER, M. & NEGRO, J. J. 1988. Experimentos con modificaciones para postes eléctricos en el Parque Nacional de Doñana. *Ecología*, 2: 251-256.