

EXPERIMENTO CON MODIFICACIONES PARA POSTES ELECTRICOS EN EL PARQUE NACIONAL DE DOÑANA

S. REGIDOR¹, C. SANTOS¹, M. FERRER¹ y J. J. NEGRO¹

RESUMEN

En el Parque Nacional de Doñana se han ensayado una serie de modificaciones para postes eléctricos en un tendido (de 16 Kv) fuera de servicio. Sobre el diseño básico se colocaron tirantes y/o posaderos en forma de «T» para evitar que las aves se electrocuten. Las modificaciones no resultan ser una buena solución, al menos para postes con este tipo de diseño. *Falco tinnunculus* utiliza más el tendido que *Milvus migrans*. Estas especies presentan diferentes patrones de uso del mismo: la primera usa con preferencia las partes internas e inferiores y la segunda las externas y superiores.

INTRODUCCION

Las líneas eléctricas de alta tensión constituyen un peligro para las aves de presa, debido principalmente al problema de la electrocución (HAAS, 1980; OLENDORFF, 1981; FERRER y DE LA RIVA, 1984). Dado el gran número de dichas aves que mueren por esta causa en el Parque Nacional de Doñana (ESSRICH y HUTTENLAUCH, 1980; FERRER y DE LA RIVA, 1984; *Quercus*, 15, oct-nov. 1984) un tendido de 10 km fue enterrado en el año 1986 y otro desconectado en enero de 1987. Sobre este último se ensayan las modificaciones estudiadas en el presente trabajo. El tendido modificado se sitúa al N-NE del Parque (37°7' y 36°48' de latitud norte y 6°12' y 6°30' de longitud oeste) en el ecotono Alcornocal-Marisma, orientado un tramo en dirección NO-SE y otro contiguo en dirección O-E. El diseño básico consiste en postes entre 8 y 12 m de altura con celosía de hierro forjado, crucetas al tresbolillo y aisladores rígidos. Sobre ellos se han colocado posaderos metálicos en forma de «T», cubiertos de material aislante en la parte más alta, con el fin de que las rapaces se posen allí (dimensiones: 0,70 m de altura, 0,98 m de longitud de brazo, 1,25" de diámetro y protección aislante de 3-5 mm de grosor) y tirantes de material plástico, colocados desde el extremo de una cruceta hasta la

base de la inmediatamente superior, para evitar que se posen en ellas. En el caso de coincidir en un poste ambas modificaciones se colocaron también tirantes desde el extremo de la cruceta más alta hasta la parte superior del posadero (Figura 1).

Con este trabajo se pretendía básicamente:

- 1.º Conocer los patrones de utilización del tendido por parte de aves de presa de mediano y pequeño tamaño.
- 2.º Valorar la eficacia de las supuestas medidas protectoras.

MATERIAL Y METODOS

El seguimiento se realizó, durante los meses de julio y septiembre de 1987, sobre 26 postes en los que se colocaron alternativamente: tirantes, nada, posadero y posadero-tirantes. En los posaderos se distinguen dos orientaciones diferentes: paralelos a los conductores (P_{||}) o perpendiculares a ellos (P_⊥).

Se registraron, a lo largo de noventa horas de observación, el lugar del tendido en que se situaba el ave, la especie y la hora del día. Simultáneamente se tomaron datos de rapaces en vuelo y posadas en árboles, estacas o en el suelo.

Cada media hora se censaron las rapaces presentes en la zona, anotando las observadas en el campo de visión de los prismáticos alrededor de nuestro

¹ Estación Biológica de Doñana. Avda. María Luisa, s/n. (Pabellón del Perú). 41013 Sevilla.

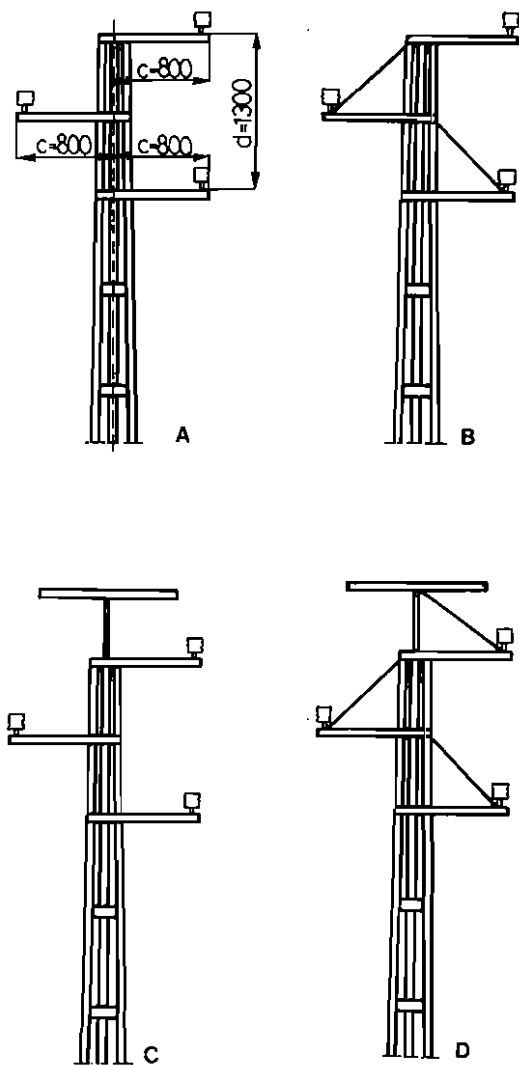


Fig. 1. Diseños de postes del tendido eléctrico experimental. A) Poste básico —PT—. B) Modificado con tirantes —PT—. C) Modificado con posadero —PT—. D) Con ambas modificaciones —PT—. En C y D existen dos orientaciones del posadero: perpendicular a los conductores (Pi) o paralelo a ellos (Pu).

punto de observación, tanto en vuelo como posadas.

Los ritmos de actividad se estudiaron exclusivamente en *Milvus migrans* y *Falco tinnunculus*. Se utilizó la media de las observaciones de estas especies

para cada hora del día, tanto para los individuos posados en el tendido como para los censados. Para el resto de los análisis se incluyen, en tamaño mediano a Milano Negro (*Milvus migrans*), Ratónero Común (*Buteo buteo*), Aguila Calzada (*Hieraeus pennatus*) y Milano Real (*Milvus milvus*); en tamaño pequeño se incluye sólo al Cernícalo Vulgar (*Falco tinnunculus*).

La adjudicación de las partes del poste a las categorías arriba-abajo y dentro-fuera, para el estudio del uso de postes, se realizó de acuerdo a una valoración subjetiva por parte de los autores.

Puesto que el total de postes con cada modificación es distinto, para el análisis de varianza se relativizó el número de observaciones obteniendo como variable el «número de rapaces por poste».

Por otra parte, dado que la línea se desconectó, el grado de peligrosidad de las zonas del apoyo utilizadas como posadero se asignó de acuerdo a estudios anteriormente realizados (OLENDORFF, 1981; FERRER y DE LA RIVA, 1984; NEGRO, 1987).

RESULTADOS

Uso de postes

Se ha calculado la relación número de individuos posados en el tendido/número total de individuos observados en la zona, para *F. tinnunculus* y *M. migrans*. Los resultados obtenidos (2.611 y 0.229, respectivamente) indican un mayor uso de estas estructuras por *F. tinnunculus*.

Se han representado las medias horarias de las observaciones de *F. tinnunculus* (Figura 2) y *M. migrans* (Figura 3) posados en el tendido, junto con las medias obtenidas a partir de los datos de censo. De esta forma pretendíamos: a) Poner de manifiesto las variaciones en el uso de los postes a lo largo del día. b) Reflejar las fluctuaciones del número de individuos en el área de estudio. c) Comparar los patrones de utilización de postes con los de presencia en la zona.

Del análisis de las Figuras 2 y 3 se deduce que:

— *Milvus migrans* (datos obtenidos en julio) utiliza el tendido sobre todo al amanecer y al anochecer, coincidiendo con la mayor abundancia de individuos en el área de estudio. En las horas cen-

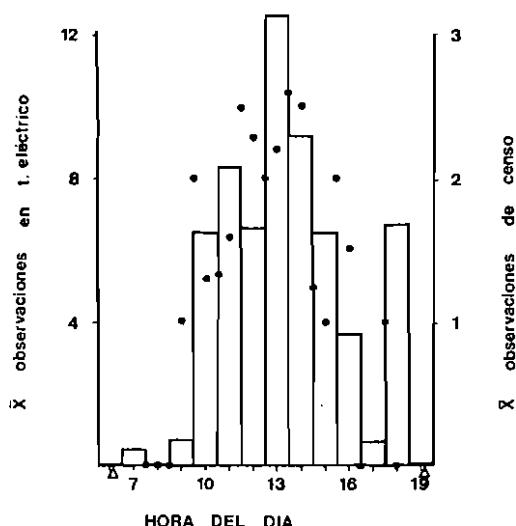


Fig. 2. Medias horarias de observaciones de *Falco tinnunculus* posados en el tendido (histograma) representadas junto con las medias obtenidas a partir de los datos de censo (diagrama de puntos). Datos del mes de septiembre. Las puntas de flecha indican las horas de salida (6:04) y puesta del sol (19:12) en esa fecha.

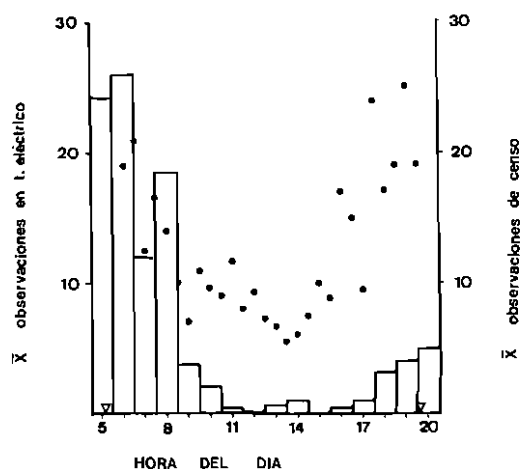


Fig. 3. Medias horarias de observaciones de *Milvus migrans* posados en el tendido (histograma) representadas junto con las medias obtenidas a partir de los datos de censo (diagrama de puntos). Datos del mes de julio. Las puntas de flecha indican las horas de salida (5:02) y puesta del sol (19:42) en esa fecha.

trales del día, los valores totales de individuos posados en el tendido y presentes en la zona son mínimos.

— *Falco tinnunculus* (datos obtenidos en septiembre) en las primeras horas de luz apenas se observan individuos posados; conforme avanza el día aumentan las observaciones en el tendido y decrecen al atardecer. Este mismo patrón aparece en la gráfica obtenida a partir de los datos de censo.

Por otra parte, se estudió la utilización diferencial de cada uno de los lugares del tendido. Dividiendo éste teóricamente en tres partes: «cogolla» (desde la cruceta inferior hasta la parte superior del poste), «cables» (conductores) y «celosía» (desde la cruceta inferior hasta el suelo), obtuvimos el porcentaje de utilización de cada una de ellas (Tabla I) resultando ser la cogolla la más utilizada para posarse, tanto en rapaces de mediano tamaño como pequeño. Puesto que es en esa zona del poste donde se producen las electrocuciones (NEGRO, 1987), se aplicó un análisis de varianza para los factores que pensamos podían afectar a nuestra variable, X: «número de rapaces posadas por poste». Los factores estudiados fueron:

A. «Tipo de modificación en el poste». Con seis niveles: sin modificación ($\bar{P}\bar{T}$), sólo tirantes ($\bar{P}T$), sólo posadero (con las dos orientaciones, $P_1\bar{T}$ y $P_{11}\bar{T}$) y posadero-tirantes (con las dos orientaciones, P_1T y $P_{11}T$).

B. «Lugar del poste donde se posa el ave». Con siete niveles: arriba/posadero (mutuamente excluyentes, AR/P); aisladores superiores (A3), medio (A2) e inferior (A1) y crucetas superior (B3), media (B2) e inferior (B1).

TABLA I
PORCENTAJE DE UTILIZACION DE LAS DIFERENTES PARTES DEL TENDIDO OBTENIDO PARA AVES DE PRESA MEDIANAS Y PEQUEÑAS

Tamaño ave	Parte poste	Números posados	%
Mediano	Celosía	0	0
	Cables	4	2,7
	Cogolla	143	97,3
Pequeño	Celosía	37	11,4
	Cables	26	7,76
	Cogolla	272	81,20

TABLA II

NUMERO DE AVES DE PRESA DE TAMAÑO MEDIANO POSADAS EN CADA LUGAR DEL APOYO, PARA LOS DISTINTOS TIPOS DE POSTE, OBTENIDOS DURANTE LOS MESES DE JULIO Y SEPTIEMBRE DE 1987

Lugar del poste	P	AR	A3	B3	A2	B2	A1	B1	TOTAL
Tipo poste:									
P $\bar{T}$	--	33	7	1	4		2	1	48
P $\bar{T}$	--	21	10	2			1		34
Pi $\bar{T}$	11	--	7				2		20
Pu $\bar{T}$	11	--						1	12
PiT	12	--	3		1		1		17
PuT	11	--	1						12
	45	54	28	3	5	0	6	2	143

P $\bar{T}$: sin modificación; P $\bar{T}$: sólo tirantes; Pi $\bar{T}$: sólo con posadero perpendicular a los conductores; Pu $\bar{T}$: sólo con posadero paralelo a los conductores; PiT: tirantes y posadero perpendicular a los conductores; PuT: tirantes y posadero paralelo a los conductores; P: posadero; AR: arriba; A3: aislador superior; A2: a. medio; A1: a. inferior; B3: cruceta superior; B2: c. media; B1: c. inferior.

TABLA III

NUMERO DE AVES DE PRESA DE TAMAÑO PEQUEÑO POSADAS EN CADA LUGAR DE APOYO, PARA LOS DISTINTOS TIPOS DE POSTE, OBTENIDO DURANTE LOS MESES DE JULIO Y SEPTIEMBRE DE 1987

(Abreviaturas igual que en Tabla II)

Lugar del poste	P	AR	A3	B3	A2	B2	A1	B1	TOTAL
Tipo de poste:									
P $\bar{T}$	--		1		4	8	12	39	64
P $\bar{T}$	--				1	10	10	38	59
Pi $\bar{T}$	--					4	3	12	19
Pu $\bar{T}$	--	1	2	12	6	22	20		63
PiT	--	1	1			4	3	18	27
PuT	--		1	5	10	5	19		40
	0	0	3	4	22	42	55	146	272

C. «Tamaño de la rapaz». Con dos niveles: mediano y pequeño, en los que se incluyen las especies citadas en el capítulo Material y Métodos.

Las observaciones de rapaces de mediano y pequeño tamaño se resumen en las Tablas II y III, respectivamente.

De acuerdo con los análisis realizados, sólo resultaron ser significativas la variabilidad debida al fac-

tor B (24.826%) y a la interacción BC (55,59%). Quedó un residuo del 5,129%, indicador de que nuestros factores explican bastante bien la variabilidad en las observaciones.

Por tanto, las rapaces no se posan por igual en todos los lugares de la cogolla del poste y esto depende fuertemente del tamaño del ave. Las rapaces no tienen preferencia por ningún tipo de poste y las modificaciones de éstos no influyen en las zonas donde se posan aquéllas.

Para conocer de qué modo el tamaño de la rapaz influye en el lugar que ocupa en el poste contrastamos, por una parte, el número de observaciones en las zonas altas del poste (P/AR, A3, B3, A2 y B2) frente a las bajas (A1 y B1), y, por otra, las internas (B3, B2 y B1) frente a las externas (P/AR, A3, A2 y A1). La variable estudiada es Y: «número de rapaces posadas» (SMITH, 1985).

Existe una tendencia muy significativa en rapaces de mediano tamaño a posarse en zonas altas ($n=143$, $X^2=36,98$, $p<0,005$) y exteriores ($n=143$, $X^2=93,70$, $p<0,005$). Las rapaces de pequeño tamaño tienden a ocupar zonas bajas ($n=272$, $X^2=273,80$, $p<0,005$) e interiores ($n=272$, $X^2=87,69$, $p<0,005$).

Eficacia de las modificaciones ensayadas

Se utilizó el test de la G de Woolf para contrastar, en tres tablas de contingencia 2×2 , el número de rapaces posadas en diferentes situaciones del poste: a) «con-sin posadero», b) «con-sin tirantes», c) «con-sin tirantes-posadero», frente a «zona de poste» con dos niveles, muy peligroso (aisladores) y otros (arriba/posadero y crucetas). Como resultado se obtuvo:

— Posadero

Rapaces medianas ($n=143$, $G=0,388$, $p>0,01$): la presencia del posadero no produce una variación del número de estas aves posadas en zonas potencialmente muy peligrosas.

Rapaces pequeñas ($n=272$, $G=4,843$, $p<0,01$): esta modificación incrementa significativamente el número de las aves posadas en zonas de mayor riesgo.

— Tirantes

Rapaces medianas ($n=143$, $G=4,73 \times 10^{-1}$, $P>0,01$): la presencia de tirantes no varía la proporción de las rapaces que se posan en zonas de mayor riesgo potencial.

Rapaces pequeñas ($n=272$, $G=10,579$, $p<0,01$): los tirantes disminuyen significativamente el número de estas aves que hacen uso de talles zonas.

— Posadero-tirantes

Rapaces medianas ($n=77$, $G=0,404$, $p>0,01$): como en los casos anteriores no son significativas las diferencias de uso en postes con y sin las modificaciones.

Rapaces pequeñas ($n=135$, $G=0,582$, $P>0,01$): en este caso las diferencias de uso no son significativas.

DISCUSION

Uso de postes

Milvus migrans: Esta especie utiliza los postes como lugar de descanso. Se posa en las zonas superiores y externas que son las más accesibles. La situación del tendido cerca de un dormitorio explica la mayor abundancia de Milanos Negros al amanecer y anochecer. Durante las horas de sol se desplazan a otras zonas, preferentemente a la marisma (DELIBES, 1975).

Falco tinnunculus: Usan los postes para cazar, por ello las observaciones de individuos posados son más abundantes en las horas centrales del día. La preferencia por las zonas inferiores e internas, situadas bajo los cables conductores, se puede interpretar como una selección del posadero que facilita los vuelos de captura de presas. El tendido discurre sobre una franja de terreno transformada en cortafuegos, favoreciendo así la detección de presas tales como insectos y pequeños reptiles, lo que hace aún más atractivo el tendido para *F. tinnunculus*.

Eficacia de las modificaciones ensayadas

Para rapaces medianas, ni los posaderos (a pesar de

ser utilizados) ni los tirantes son eficaces para disminuir el número de las aves posadas en zonas de gran riesgo potencial. En rapaces pequeñas los posaderos incrementan el riesgo y los tirantes lo disminuyen.

A partir de datos de estudios anteriores (FERRER, com. pers.), se puede expresar el porcentaje de rapaces de distinto tamaño que murieron en los 26 postes objeto de estudio entre julio de 1982 y octubre de 1983 ($n=87$): grandes, 17,2%, medianas, 80,5%, y pequeñas, 2,3%. El único caso en que disminuye el riesgo de electrocución es en postes con tirantes y sólo afecta a rapaces pequeñas. Puesto que éstas sufren pocas bajas en comparación con el resto, se puede concluir que ni los tirantes ni el posadero son buenas medidas encaminadas a disminuir el riesgo de electrocución en rapaces, al menos para postes con este tipo de diseño.

Hay que señalar, que ya habían sido instalados posaderos (de 0,90 m de altura sobre la cogolla) en una línea en servicio que atraviesa el Parque y Pre-parque, cerca de nuestro área de estudio, y en uno de los postes modificados se electrocutaron dos Águilas Imperiales (*Aquila adalberti*) y un Águila Perdicera (*Hieraaetus fasciatus*) en otoño de 1986 (FERRER *et al.*, 1986).

A pesar de que en este caso los posaderos no resultaron ser eficaces, esta medida se ha empleado con éxito en otros países. En Estados Unidos se ha reducido significativamente la electrocución de Águilas Reales (*Aquila chrysaetos*) (OLENDORFF, 1981). En esta ocasión se disponía de informes previos sobre el uso de los postes, por lo que el diseño e instalación de los posaderos fue óptimo.

AGRADECIMIENTOS

Al ICONA, que expidió los permisos de tránsito por el Parque y aportó los posaderos necesarios para el estudio. A la Compañía Sevillana de Electricidad, por desconectar el peligroso tramo de tendido que atravesaba una zona del Parque Nacional de Doñana y por la instalación de las medidas experimentales. Muy especialmente al doctor Javier Castroviejo, por permitirnos utilizar las instalaciones de la Estación Biológica de Doñana.

SUMMARY

Several measures have been tested on electric poles of a disconnected power line (16 Kv) at the Doñana National Park. Plastic diverters and/or metallic perches were installed to provide higher and safer places for the birds to sit. Measures were useless. *Falco tinnunculus* perches on the power line more often than *Milvus migrans*. These species present different perching patterns, but in each one such patterns are the same on poles with or without modifications.

BIBLIOGRAFIA

- ANÓNIMO, 1984: «Los tendidos eléctricos siguen matando Aguilas Imperiales en el P. N. Doñana». *Quercus*, 15, oct-nov.
- DELIBES, M., 1975: «Alimentación del Milano Negro (*Milvus migrans*) en Doñana». *Ardeola*, 21: 183-207.
- ESSRICH, M., y HUTTENLAUCH, I., 1980: «Informe sobre un control de postes de tensión media situado al S-O del Rocío (Huelva)». Inédito.
- FERRER, M., y DE LA RIVA, M., 1984: «Impact of power lines on the populations of birds of prey in the Doñana National Park and its environment». *IV Coloquio Internacional de Rapaces Mediterráneas*. St. Antioco (Cerdeña).
- FERRER, M.; DE LA RIVA, M., y CASTROVIEJO, J., 1986: «Tendidos en Doñana». *5.ª Conferência Internacional de Rapinas Mediterrâneas*. Univ. de Evora. Evora.
- HAAS, D., 1980: «Endangerment of our large birds by electrocution — a documentation —». In: *Ökologie der vögel (Ecology of birds)*. Vol. 2. Deutscher Bund für Vogelschutz, Stuttgart, pp. 7-57.
- NEGRO, J. J., 1987: *Adaptación de los tendidos eléctricos al entorno*. Monogr. Alytes REC�, 1.
- OLENDORFF, R. R., 1981: «Suggested practices for raptor protection on power lines. The state of art in 1981». *Rap. Res. Rev.*, 4.
- SMITH, 1985: «Perching and roosting patterns of raptors on power transmission towers in southeast Idaho and southwest Wyoming». *Rap. Res., Rev.*, 19: 135-138.