



# 7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios  
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia  
Cáceres, Extremadura

---

---

7CFE01-360

---

---

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales  
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017  
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

## Primera aproximación general al impacto provocado por la electrocución de aves rapaces: incidencia sobre las aves e impacto económico asociado.

M<sup>a</sup> Ángeles Soria<sup>1</sup>, Guil Celada, Francisco<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> Subdirección General de Medio Natural, Dirección General de Calidad, Evaluación Ambiental y Medio Natural. MAPAMA.

<sup>2</sup> Gerencia de Calidad, Evaluación Ambiental y Medio Natural. TRAGSATEC.

### Resumen

Se ha efectuado una extrapolación de diversas tasas de la mortalidad que sufren las aves rapaces a las 11 CC.AA. que han determinado o aportado información sobre los apoyos que no cumplen las características técnicas exigidas en el marco del Real Decreto 1432/2008. En función del empleo de tasas de desaparición, el número de rapaces que se electrocutan en los tendidos eléctricos que deben ser objeto de corrección oscila entre algo más de 11.000 y casi 33.000, lo que corrobora la electrocución como la principal causa moduladora de las poblaciones de gran cantidad de rapaces. El impacto económico asociado dichas electrocuciones ha resultado variable en función de los valores iniciales empleados. Para obtener los impactos globales se han obtenido los valores actuales netos, para lo que se han capitalizado los importes anuales estimados al 3% (precio legal del dinero para 2016). En función del origen de las valoraciones de las especies, se han estimado desde 700 M€ hasta 5.000 M€.

Los enormes impactos económicos generados justifican sobradamente la puesta en marcha de programas de corrección de tendidos eléctricos, como los estimados al amparo del R.D. 1432/2008.

### Palabras clave

Aves, rapaces, electrocución, MORA

### 1. Introducción

Las aves interactúan con las infraestructuras humanas. En el caso de las interacciones entre fauna e infraestructura eléctrica hay interacciones positivas, puesto que constituyen lugares de nidificación, así como posaderos y oteaderos, lo que favorece a numerosas especies. Pero también hay interacciones negativas, y estas parecen tener un mayor peso. Se trata de mortalidad directa ocasionada por colisión, enganche y electrocución.

Las interacciones negativas entre tendidos eléctricos y aves son conocidas desde el siglo XIX. En España los primeros datos proceden del Parque Nacional de Doñana, pues a finales de los 70 se encuentran varios cadáveres de águilas imperiales ibéricas (*Aquila adalberti*). Desde entonces y hasta ahora, la interacción con las líneas eléctricas se ha revelado como una de las principales causas de mortalidad de la avifauna española. Así, para 24 especies de aves figura como una de sus principales amenazas, de acuerdo con el Libro Rojo de las Aves de España. En el caso del águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*), el águila perdicera (*Aquila fasciata*) o la avutarda hubara canaria (*Chlamydotis undulata fuerteventurae*), todas ellas en peligro de extinción, la interacción con los tendidos eléctricos es su principal causa de mortalidad.

En los últimos años la interacción con tendidos eléctricos supone más del 50% de las muertes para el águila imperial ibérica, el águila más amenazada del mundo y endémica de la Península Ibérica. Sólo en Castilla-La Mancha ha supuesto más de 120 muertes entre 1988 y 2013, lo que supone eliminar buena parte de los ejemplares juveniles. El caso del águila perdicera es aún más grave, ya que en dicha región han sido más de 250 los ejemplares muertos en el mismo periodo.

Pero a pesar de estas cifras parciales, se desconocen datos globales para el conjunto de España, por lo que existe un importante baile de cifras acerca del nivel de afección de los tendidos eléctricos a las aves rapaces.

## 2. Objetivos

El presente trabajo tiene por objeto obtener las primeras cifras aproximativas a la mortalidad de las aves rapaces por electrocución en tendidos eléctricos en el conjunto de España basadas en datos objetivos.

## 3. Metodología

En primer lugar, a partir de datos de seguimiento de campo de líneas muestreadas en más de una ocasión se estiman tasas de mortalidad anuales e impactos económicos anuales. Posteriormente, estos resultados se extrapolan a las 11 CCAA que han determinado o aportado información sobre los apoyos que no cumplen las características técnicas exigidas en el marco del Real Decreto 1432/2008. Finalmente se hace una valoración económica de las pérdidas.

Para el cálculo de las mortalidades se han estimado las tasas anuales de mortalidad por presencia de rapaces. Entre 2010 y 2016 se ha efectuado un seguimiento de la mortalidad por electrocución en diversos tendidos eléctricos de Castilla-La Mancha, Castilla y León, Comunidad Valenciana y Extremadura, en áreas favorables a la presencia de rapaces. Se han seguido tanto tendidos eléctricos que no cumplen el R.D. 1432/2008 como otros que sí lo cumplen. Las estimas de los impactos se harán para ambos tipos de redes. Cuando de una misma línea haya varios muestreos e emplearán los valores de mortalidad más recientes. Una vez que se conoce la mortalidad final para cada línea (es decir, la encontrada entre dos muestreos) se considera el valor por poste y año a través de una regla de 3, a partir de la fórmula:

$$Lin_x(Ex/a \cdot a) = \sum_{i=1}^n \frac{(Sp_i) \cdot 365}{d \cdot n}$$

Donde:

- $Lin_x$  es el impacto económico de una línea eléctrica X medido en € por apoyo y año
- $Sp_i$  es el nº de ejemplares de la especie i detectados durante el último muestreo
- d es el nº de días transcurridos entre muestreos
- n es el número de apoyos de la línea eléctrica X

De esta forma, en una línea eléctrica de 90 apoyos donde transcurridos 300 días entre muestreos en el último se hubiesen encontrado 2 ejemplares de águila imperial ibérica y 3 ejemplares de búho real, se obtendría un impacto de 0,067 ejemplares por apoyo y año:

$$Lin_x(Ex/a\cdot a) = \sum_{i=1}^n \frac{(Sp_i) \cdot 365}{d \cdot n} = \frac{(2+3) \cdot 365}{300 \cdot 90} = \frac{5 \cdot 365}{300 \cdot 90} = 0,0676ex/a\cdot a$$

Para efectuar la estima del valor de las especies se han considerado las valoraciones que las distintas CC.AA. con normativa en vigor hacen para distintas especies de avifauna (en este caso se han analizado las rapaces, al ser el grupo más afectado). Dado lo dispar de la normativa en el tiempo, se han actualizado las valoraciones mediante el IPC a diciembre de 201, obtenido de la página del INE (<http://www.ine.es/varipc/index.do>).

Los datos referidos al valor de las aves se han obtenido únicamente de Castilla-La Mancha y Extremadura. Se han seguido tanto tendidos eléctricos que no cumplen el R.D. 1432/2008 como otros que sí lo cumplen. Las estimas de los impactos se harán para ambos tipos de redes. Cuando de una misma línea haya varios muestreos e emplearán los valores de mortalidad más recientes. Una vez que se conoce la mortalidad final para cada línea (es decir, la encontrada entre dos muestreos) se considera el valor por poste y año a través de una regla de 3, a partir de la fórmula:

$$Lin_x(€/a\cdot a) = \sum_{i=1}^n \frac{(Sp_i \cdot v_i) \cdot 365}{d \cdot n}$$

Donde:

- $Lin_x$  es el impacto económico de una línea eléctrica X medido en € por apoyo y año
- $Sp_i$  es el nº de ejemplares de la especie i detectados durante el último muestreo
- $V_i$  es el valor de la especie i en € de 2014
- $d$  es el nº de días transcurridos entre muestreos
- $n$  es el número de apoyos de la línea eléctrica X

De esta forma, en una línea eléctrica de 90 apoyos donde transcurridos 300 días entre muestreos en el último se hubiesen encontrado 2 ejemplares de águila imperial ibérica (a la que a efectos del ejemplo se asigna un valor de 25.000 €) y 3 ejemplares de búho real (con un valor a efectos de ejemplo de 3.000 €), se obtendría un impacto de 797,59 € por apoyo y año:

$$Lin_x (\text{€}/a\cdot a) = \sum_{i=1}^n \frac{(Sp_i \cdot v_i) \cdot 365}{d \cdot n} = \frac{(2 \cdot 25.000 + 3 \cdot 3.000) \cdot 365}{300 \cdot 90} = \frac{59.000 \cdot 365}{300 \cdot 90} = 797,59 \text{€}/a\cdot a$$

Aunque diversos autores lo recogen como relevante (Guil et al. 2015), no se han considerado las tasas de desaparición en la estima inicial, puesto que se considera que se deben calcular de forma específica para cada zona y no se pueden hacer extrapolaciones. De esta forma, las estimas que se efectúen serán mínimas para cada área y se podrá conocer su corrección correspondiente con posterioridad.

Para estimar la mortalidad se van a distinguir entre los tendidos que cumplen y los que no cumplen las exigencias técnicas establecidas en el R.D. 1432/2008. El número de los segundos se considera a partir de los listados elaborados por las CC.AA. en cumplimiento del mismo (según la disposición adicional primera). Cuando no se han publicado los citados listados se van a estimar a partir de cifras consensuadas con los técnicos de las eléctricas dominantes en cada provincia.

Se ha seguido la clasificación de Guil et al. (2015) para las provincias, que las reparte en 5 categorías según la incidencia de la electrocución para las aves anilladas. En la siguiente figura se representan las citadas provincias con una coloración más o menos rojiza según las tasas de electrocución encontradas.

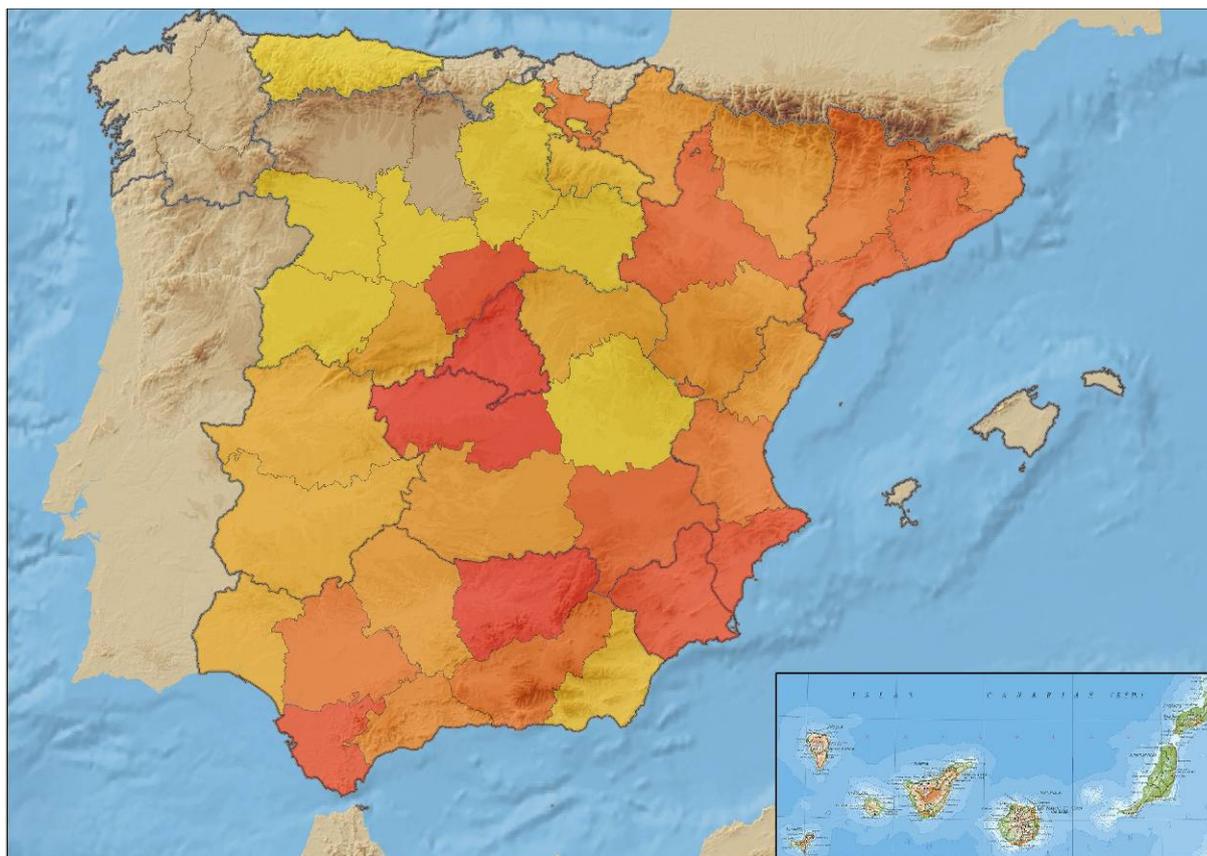


Figura 1. Categorías de incidencia de la electrocución en rapaces anilladas, estandarizada por la superficie provincial. En rojo provincias con muy alta incidencia, en naranja fuerte las provincias con alta incidencia, en naranja las provincias con incidencia media, en amarillo fuerte las de baja incidencia

De esta forma, las provincias quedan clasificadas como sigue:

Tabla 1. Clasificación de las provincias según la incidencia de la electrocución para las rapaces anilladas, de acuerdo con Guil et al. (2015). Cuando no hay datos sobre las tasas de electrocución se han considerado como muy bajas

C.A.	Provincia	Incidencia	C.A.	Provincia	Incidencia
Andalucía	Almería	Muy baja	Cataluña	Barcelona	Media
	Cádiz	Alta		Gerona	Media
	Córdoba	Baja		Lérida	Media
	Granada	Alta		Tarragona	Media
	Huelva	Baja	Ceuta	Ceuta	Muy baja
	Jaén	Muy alta	Comunidad de Madrid	Madrid	Muy alta

	Málaga	Media	Comunidad Foral de Navarra	Navarra	Baja
	Sevilla	Media		Alicante	Alta
Aragón	Huesca	Baja	Comunidad Valenciana	Castellón	Baja
	Teruel	Baja		Valencia	Media
	Zaragoza	Media	Extremadura	Badajoz	Baja
Cantabria	Cantabria	Muy baja		Cáceres	Baja
Castilla y León	Ávila	Baja	Galicia	La Coruña	Muy baja
	Burgos	Muy baja		Lugo	Muy baja
	León	Muy baja		Orense	Muy baja
	Palencia	Muy baja		Pontevedra	Muy baja
	Salamanca	Muy baja	Islas Canarias	Las Palmas	Muy baja
	Segovia	Alta		Santa Cruz de Tenerife	Muy baja
	Soria	Muy baja	Melilla	Melilla	Muy baja
	Valladolid	Muy baja	País Vasco	Álava	Media
	Zamora	Muy baja		Guipúzcoa	Muy baja
		Vizcaya		Muy baja	
Castilla-La Mancha	Albacete	Media			
	Ciudad Real	Baja	Principado de Asturias	Asturias	Muy baja
	Cuenca	Muy baja	Islas Baleares	Islas Baleares	Muy baja
	Guadalajara	Baja	La Rioja	La Rioja	Muy baja
	Toledo	Muy alta	Región de Murcia	Murcia	Alta

A cada una de las anteriores clasificaciones se asignará un impacto económico para líneas que cumplen el R.D. y para líneas que no, de forma que se pueda efectuar una estima para el conjunto de la red eléctrica española. Dado que no se dispone de datos para el conjunto de la red de distribución existente en las distintas provincias, el cálculo se efectuará para los apoyos que no cumplen el R.D.

de los que se dispone de información, mientras que el resto queda apuntado y se efectuará una estima para el conjunto de España.

#### 4. Resultados

A partir del seguimiento de los tendidos efectuado, se han obtenido unas estimas anuales de mortalidades por poste y año (sin considerar tasas de desaparición), que en promedio son:

*Tabla 2. Resultados de mortalidad por apoyo y año promedio estimada en cada provincia, tanto para aves en general como para rapaces y nº total de apoyos muestreados, sin considerar tasas de desaparición*

Provincia y categoría	¿Cumplen R.D.?	Promedio general	Promedio rapaces	N
Alicante (Muy alta)	No	0,06246	0,0532	196
Toledo (Muy alta)	No	0,1466	0,1451	2.917
Albacete (Alta)	No	0,2084	0,2042	185
Ciudad Real (Media)	No	0,1368	0,1218	447
Cáceres (Baja)	No	0,00331	0,00331	710
Badajoz (Baja)	No	0,00491	0,00443	480
Salamanca (Muy baja)	No	0,01084	0,00447	112
Cuenca (Muy baja)	Sí	0	0	43

De esta manera, se puede considerar una tabla de las afecciones promedio que sea la siguiente, donde se ponderan proporcionalmente al nº de apoyos considerados la incidencia:

*Tabla 3. Resultados de mortalidad por apoyo y año promedio estimada en cada tipo de provincia, tanto para aves en general como para rapaces y nº total de apoyos muestreados, sin considerar tasas de desaparición*

Categoría	¿Cumplen R.D.?	Promedio general	Promedio rapaces	N
Muy alta	No	0,141302	0,139314	3.113
Alta	No	0,2084	0,2042	185

Media	No	0,1368	0,1218	447
Baja	No	0,003955	0,003762	1190
Muy baja	No	0,01084	0,00447	112

A partir de la tabla anterior se calcula el impacto ambiental de cada uno de los postes, en base a las estimas de mortalidad obtenidas. Se obtienen resúmenes por provincia, en función de la incidencia. Se ha efectuado un promedio ponderado por el número de apoyos de cada línea.

Tabla 4. Estima del nº de aves en general y del nº de rapaces muertas por electrocución, por provincia, sin considerar tasas de desaparición

C.A.	Provincia	Incidencia	Tasa general	Tasa rapaces	Nº apoyos	Nº provincial	Rapaces provincial
Andalucía	Almería	Muy baja	0,01084	0,00447	0	0	0
	Cádiz	Alta	0,2084	0,2042	90	19	18
	Córdoba	Baja	0,00395538	0,00376176	0	0	0
	Granada	Alta	0,2084	0,2042	0	0	0
	Huelva	Baja	0,00395538	0,00376176	164	1	1
	Jaén	Muy alta	0,1413024	0,13931381	133	19	19
	Málaga	Media	0,1368	0,1218	86	12	10
	Sevilla	Media	0,1368	0,1218	209	29	25
Aragón	Huesca	Baja	0,00395538	0,00376176	14.845	59	56
	Teruel	Baja	0,00395538	0,00376176	8.651	34	33
	Zaragoza	Media	0,1368	0,1218	26.711	3654	3253
Cantabria	Cantabria	Muy baja	0,01084	0,00447	6.447	70	29
Castilla y León	Ávila	Muy baja	0,01084	0,00447	13.691	148	61
	Burgos	Muy baja	0,01084	0,00447	19.133	207	86
	León	Muy baja	0,01084	0,00447	14.633	159	65
	Palencia	Muy baja	0,01084	0,00447	11.186	121	50

	Salamanca	Muy baja	0,01084	0,00447	23.703	257	106
	Segovia	Alta	0,2084	0,2042	9.035	1883	1845
	Soria	Muy baja	0,01084	0,00447	3.483	38	16
	Valladolid	Media	0,1368	0,1218	7.499	1026	913
	Zamora	Muy baja	0,01084	0,00447	11.999	130	54
Castilla-La Mancha	Albacete	Media	0,1368	0,1218	2.699	369	329
	Ciudad Real	Media	0,1368	0,1218	8.209	1123	1000
	Cuenca	Muy baja	0,01084	0,00447	2.019	22	9
	Guadalajara	Baja	0,00395538	0,00376176	4.024	16	15
	Toledo	Muy alta	0,1466	0,1451	5.516	809	800
Cataluña	Barcelona	Media	0,1368	0,1218	723	99	88
	Gerona	Media	0,1368	0,1218			
	Lérida	Media	0,1368	0,1218			
	Tarragona	Media	0,1368	0,1218			
Comunidad Valenciana	Alicante	Alta	0,2084	0,2042	400	83	82
	Castellón	Baja	0,00395538	0,00376176	200	1	1
	Valencia	Media	0,1368	0,1218	247	34	30
Galicia	La Coruña	Muy baja	0,01084	0,00447	20.595	223	92
	Lugo	Muy baja	0,01084	0,00447			
	Orense	Muy baja	0,01084	0,00447			
	Pontevedra	Muy baja	0,01084	0,00447			
La Rioja	La Rioja	Muy baja	0,01084	0,00447	1.935	21	9
Principado de Asturias	Asturias	Muy baja	0,01084	0,00447	2.737	30	12
Región de Murcia	Murcia	Alta	0,2084	0,2042	9.830	2049	2007

Es decir, en conjunto se estima un impacto anual de unas 12.745 aves y 11.114 rapaces electrocutadas en los apoyos que han sido consignados como no acordes con el R.D. 1432/2008

Si se consideran tasas de desaparición los datos van a ascender de forma relevante. Se van a considerar tasas calculadas a partir de datos propios en Extremadura y Castilla-La Mancha, con una tasa de desaparición del 9,38% a los 30 días. Al emplear las tasas de desaparición, se obtiene la siguiente tabla de mortalidades por tipo de provincia.

Tabla 5. Resultados de mortalidad por apoyo y año promedio estimada en cada tipo de provincia, tanto para aves en general como para rapaces y nº total de apoyos muestreados, al considerar tasas de desaparición

Categoría	¿Cumplen R.D.?	Promedio general	Promedio rapaces	N
Muy alta	No	0,38675	0,37382	3.113
Alta	No	0,72746	0,71856	185
Media	No	0,36110	0,30780	447
Baja	No	0,02105	0,02048	1190
Muy baja	No	0,04040	0,01670	112

De donde se obtendrá la siguiente tabla de mortalidades por provincia, que arroja una estima de 38.791 aves y 32.936 rapaces

Tabla 6. Estima del nº de aves en general y del nº de rapaces muertas por electrocución, por provincia, al considerar tasas de desaparición

C.A.	Provincia	Incidencia	Tasa general	Tasa rapaces	Nº apoyos	Nº provincial	Rapaces provincial
Andalucía	Almería	Muy baja	0,01084	0,00447	0	0	0
	Cádiz	Alta	0,72746	0,71856	90	65	65
	Córdoba	Baja	0,0210491	0,0204803	0	0	0
	Granada	Alta	0,72746	0,71856	0	0	0
	Huelva	Baja	0,0210491	0,0204803	164	3	3

	Jaén	Muy alta	0,3867487	0,37382	133	51	50
	Málaga	Media	0,3611	0,3078	86	31	26
	Sevilla	Media	0,3611	0,3078	209	75	64
Aragón	Huesca	Baja	0,0210491	0,0204803	14.845	312	304
	Teruel	Baja	0,0210491	0,0204803	8.651	182	177
	Zaragoza	Media	0,3611	0,3078	26.711	9645	8222
Cantabria	Cantabria	Muy baja	0,0404	0,0167	6.447	260	108
Castilla y León	Ávila	Muy baja	0,0404	0,0167	13.691	553	229
	Burgos	Muy baja	0,0404	0,0167	19.133	773	320
	León	Muy baja	0,0404	0,0167	14.633	591	244
	Palencia	Muy baja	0,0404	0,0167	11.186	452	187
	Salamanca	Muy baja	0,0404	0,0167	23.703	958	396
	Segovia	Alta	0,72746	0,71856	9.035	6573	6492
	Soria	Muy baja	0,0404	0,0167	3.483	141	58
	Valladolid	Media	0,3611	0,3078	7.499	2708	2308
	Zamora	Muy baja	0,0404	0,0167	11.999	485	200
Castilla-La Mancha	Albacete	Media	0,3611	0,3078	2.699	975	831
	Ciudad Real	Media	0,3611	0,3078	8.209	2964	2527
	Cuenca	Muy baja	0,0404	0,0167	2.019	82	34
	Guadalajara	Baja	0,0210491	0,0204803	4.024	85	82
	Toledo	Muy alta	0,3571	0,3515	5.516	1970	1939
Cataluña	Barcelona	Media	0,3611	0,3078	723	261	223
	Gerona	Media	0,3611	0,3078			
	Lérida	Media	0,3611	0,3078			
	Tarragona	Media	0,3611	0,3078			

Comunidad Valenciana	Alicante	Alta	0,828	0,706	400	331	282
	Castellón	Baja	0,0210491	0,0204803	200	4	4
	Valencia	Media	0,3611	0,3078	247	89	76
Galicia	La Coruña	Muy baja	0,0404	0,0167	20.595	832	344
	Lugo	Muy baja	0,0404	0,0167			
	Orense	Muy baja	0,0404	0,0167			
	Pontevedra	Muy baja	0,0404	0,0167			
La Rioja	La Rioja	Muy baja	0,0404	0,0167	1.935	78	32
Principado de Asturias	Asturias	Muy baja	0,0404	0,0167	2.737	111	46
Región de Murcia	Murcia	Alta	0,72746	0,71856	9.830	7151	7063

Para las estimas del impacto económico, se han encontrado las siguientes disposiciones autonómicas sobre valoración de especies protegidas:

- Andalucía: Decreto 23/2012, de 14 de febrero, por el que se regula la conservación y el uso sostenible de la flora y la fauna silvestres y sus hábitats.
- Castilla-la Mancha: Decreto 67/2008, de 13-05-2008, por el que se establece la valoración de las especies de fauna silvestre amenazada.
- Comunidad Foral de Navarra: Orden Foral 574/1988, de 12 de septiembre, del Consejero de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente, por la que se establece para Navarra el baremo de valoración de especies protegidas de la fauna silvestre
- Comunidad de Madrid: Orden de 14 de julio de 1987, de la Consejería de Agricultura y Ganadería, por la que se establece la valoración cinegética de las piezas de caza y especies protegidas de la fauna silvestre en el ámbito territorial de la Comunidad de Madrid.
- Comunidad Valenciana: Orden 25/2012, de 19 de diciembre, de la Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente, para la valoración de las especies de fauna en la Comunitat Valenciana

A partir de las anteriores tablas, las principales especies de rapaces tienen los siguientes valores. Para cada C.A. se da el valor actualizado a diciembre de 2016 con el IPC.

Tabla 7. Resultados de las valoraciones actualizadas y promedio para las aves consideradas en el análisis

Especie	Promedio	Andalucía	Castilla-La Mancha	Comunidad Valenciana	Madrid	Navarra
Águila imperial ibérica	21.962,17	31.119,66	66.011,40	2.011,78	9.820,35	847,62
Buitre negro	7.312,52	10.373,22	19.803,42	1.005,89	4.532,47	847,62
Alimoche	8.040,61	10.373,22	19.803,42	402,36	6.798,70	2.825,40
Águila perdicera	15.185,45	3.111,97	66.011,40	1.005,89	2.266,23	3.531,75
Águila real	6.163,63	1.037,32	19.803,42	402,36	6.043,29	3.531,75
Águila calzada	3.946,72	1.037,32	13.202,28	402,36	2.266,23	2.825,40
Águila culebrera	3.946,72	1.037,32	13.202,28	402,36	2.266,23	2.825,40
Azor	5.257,13	1.037,32	19.803,42	402,36	1.510,82	3.531,75
Halcón peregrino	6.465,79	1.037,32	19.803,42	402,36	7.554,11	3.531,75
Milano real	5.465,40	5.186,61	19.803,42	402,36	1.510,82	423,81
Búho real	3.296,54	1.037,32	6.601,14	402,36	4.910,17	3.531,75
Cernícalo común	1.419,74	1.037,32	3.300,57	402,36	1.510,82	847,62
Cernícalo primilla	5.125,00	1.037,32	13.202,28	1.005,89	7.554,11	2.825,40
Cigüeña blanca	1.319,31	1.037,32	1.100,19	402,36	2.643,93	1.412,70
Buitre leonado	3.079,74	1.037,32	6.601,14	402,36	4.532,47	2.825,40
Milano negro	1.419,74	1.037,32	3.300,57	402,36	1.510,82	847,62
Otras	952,08	1.037,32	660,11	402,36	1.812,99	847,62

Además, se ha considerado la valoración de las especies conforme a la aportada por la plataforma MORA.

Tabla 8. Resultados de las valoraciones de las aves aportadas por MORA

Especie	Valoración MORA	Especie	Valoración MORA
Águila imperial ibérica	139.290,04	Halcón peregrino	46.430,00
Buitre negro	92.860,02	Milano real*	847,33
Alimoche	46.430,00	Búho real	9.286,00
Águila perdicera	46.430,00	Cernícalo común	391,08
Águila real	92.860,02	Cernícalo primilla	842,60
Águila calzada*	847,33	Buitre leonado	46.430,00
Águila culebrera*	847,33	Milano negro*	847,33
Azor	2.737,55	Otras rapaces*	847,33

\*MORA no aporta valores directos

A partir de las tablas anteriores se calcula el impacto económico de cada uno de los postes, en base a la valoración para cada especie obtenida ambos orígenes. Se obtienen resúmenes por provincia, en función de la incidencia. Se ha efectuado un promedio ponderado por el número de apoyos de cada línea.

Tabla 9. Resultados de impacto económico por apoyo y año estimada en cada tipo de provincia, nº total de apoyos muestreados, sin considerar tasas de desaparición

Provincia y categoría	¿Cumplen R.D.?	Promedio valoraciones	Promedio MORA	N
Albacete (Media)	Aparentemente	0 €/a·a	0 €/a·a	376
	No	551,25 €/a·a	4.567,82 €/a·a	185
Ciudad Real (Baja)	Aparentemente	95,68 €/a·a	690,48 €/a·a	671
	No	1.545,7 €/a·a	10.269,25 €/a·a	458
Toledo (Muy alta)	Aparentemente	164,28 €/a·a	997,64 €/a·a	760
	No	550,12 €/a·a	1.717,84 €/a·a	2.765
Badajoz (Media)	Aparentemente	151,68 €/a·a	446,72 €/a·a	211
	No	5,76 €/a·a	68,5 €/a·a	600

Cáceres (Media)	Aparentemente	31,63 €/a·a	659,41 €/a·a	199
	No	37,19 €/a·a	512,89 €/a·a	602

De acuerdo a la anterior tabla, y de forma análoga a la anterior, las cifras que se van a considerar para el impacto anual de la pérdida de biodiversidad por electrocución de rapaces para los apoyos que no cumplen el R.D. son:

- Incidencia muy alta: el importe de los apoyos que no cumplen de Toledo
- Incidencia alta: el importe de los apoyos que aparentemente cumplen de Badajoz
- Incidencia media: importe promedio de los tendidos que no cumplen de Extremadura
- Incidencia media-baja: la mitad del importe de los tendidos que no cumplen de Extremadura
- Incidencia baja: el importe de los tendidos que no cumplen de Badajoz

Por lo tanto, para las distintas provincias el importe sería el siguiente (en el caso de las provincias que cuentan con datos propios superiores a los considerados por su clasificación, se exponen éstos):

Tabla 10. Resultados de impacto económico por provincia y año, sin considerar tasas de desaparición

C.A.	Provincia	Incidencia	Nº apoyos		Importe MORA
Andalucía	Almería	Muy baja	-	-	-
	Cádiz	Alta	90	13.651,20	40.204,80
	Córdoba	Baja	-	-	-
	Granada	Alta	-	-	-
	Huelva	Baja	164	1.761,36	29.826,68
	Jaén	Muy alta	133	73.165,96	228.472,72
	Málaga	Media	86	1.847,28	31.280,78
	Sevilla	Media	209	4.489,32	76.019,57
Aragón	Huesca	Baja	14.845	159.435,30	2.699.879,87
	Teruel	Baja	8.651	92.911,74	1.573.295,72
	Zaragoza	Media	26.711	573.752,28	9.715.675,88

Cantabria	Cantabria	Muy baja	6.447	37.134,72	441.619,50
Castilla y León	Ávila	Baja	13.691	147.041,34	2.490.045,78
	Burgos	Muy baja	19.133	110.206,08	1.310.578,27
	León	Muy baja	14.633	84.286,08	1.002.373,36
	Palencia	Muy baja	11.186	64.431,36	766.211,21
	Salamanca	Muy baja	23.703	136.529,28	1.623.650,16
	Segovia	Alta	9.035	1.370.428,80	4.036.315,40
	Soria	Muy baja	3.483	20.062,08	238.595,65
	Valladolid	Media	7.499	161.078,52	513.693,71
Zamora	Muy baja	11.999	69.114,24	821.898,62	
Castilla-La Mancha	Albacete	Media	2.699	1.487.823,75	12.327.600,69
	Ciudad Real	Baja	8.209	12.688.651,30	84.297.291,56
	Cuenca	Muy baja	2.019	11.629,44	138.328,77
	Guadalajara	Baja	4.024	43.217,76	731.924,95
	Toledo	Muy alta	5.516	3.034.461,92	9.474.816,66
Cataluña	Barcelona	Media	723	15.530,04	262.976,79
	Gerona	Media		-	
	Lérida	Media		-	
	Tarragona	Media		-	
Comunidad Valenciana	Alicante	Alta	400	60.672,00	178.688,00
	Castellón	Baja	200	2.148,00	36.374,00
	Valencia	Media	247	5.305,56	89.841,31
Galicia	La Coruña	Muy baja	20.595	118.627,20	1.410.757,50
	Lugo	Muy baja		-	
	Orense	Muy baja		-	

	Pontevedra	Muy baja		-	
La Rioja	La Rioja	Muy baja	1.935	11.145,60	132.547,50
Principado de Asturias	Asturias	Muy baja	2.737	15.765,12	187.484,50
Región de Murcia	Murcia	Alta	9.830	1.491.014,40	4.391.257,60

Es decir, en conjunto se estima un impacto económico anual por pérdida de biodiversidad de 22.107.319,03 € si se calcula a partir de las valoraciones de las CC.AA. y de 141.299.527,51 € si se calcula por MORA. Al capitalizar esta cantidad con tipo de interés del 3 % (interés legal del dinero en 2016) tendremos unas pérdidas globales de 736.910.634,33 a 4.709.984.250,33 €.

## 5. Discusión

Por primera vez para España, se han obtenido cifras basadas en datos objetivos para la mortalidad producida a las aves por la electrocución en tendidos eléctricos que no cumplen los requisitos técnicos del R.D. 1432/2008. La cifra es especialmente variable en función de si se aplican o no tasas de desaparición.

Sin aplicar tasas de desaparición se han obtenido 12.745 aves y 11.114 rapaces, mientras que al aplicar tasas consideradas moderadas (puesto que por ejemplo Ponce et al. (2010) las calculan 4 veces superiores) se obtendrían respectivamente 38.791 aves y 32.936 rapaces. Dichas cifras únicamente se corresponden a los tendidos eléctricos que no cumplen los requisitos del R.D. 1432/2008 y que como tal han sido designados por las CC.AA. (con el desigual grado de designación existente).

El cumplimiento de lo establecido en el *Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión* debe permitir minimizar la afección de los tendidos eléctricos a las aves y por tanto de las pérdidas en biodiversidad que estas interacciones generan.

## 6. Agradecimientos

El presente trabajo es fruto del “Estudio de integración de las necesidades de financiación impuestas por el R.D. 1432/2008, con el mecanismo previsto a través de un Plan de Impulso al Medio Ambiente que dé cumplimiento a la Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa, a través del establecimiento de las líneas de subvención a los titulares de las líneas de alta tensión para la ejecución de las medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión como mejora de la eficiencia energética” encomendado por la Dirección General de Calidad, Evaluación Ambiental y Medio Natural del Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente al Grupo Tragsa,

## 7. Bibliografía

- GUIL, F., FERNÁNDEZ-OLALLA, M., MORENO-OPO, R., MOSQUEDA, I., GÓMEZ, M. E., ARANDA, A.; MARGALIDA, A. 2011. Minimising mortality in endangered raptors due to power lines: the importance of spatial aggregation to optimize the application of mitigation measures. *PLoS One*, 6(11), e28212.
- GUIL, F., COLOMER, M. À., MORENO-OPO, R., MARGALIDA, A. 2015. Space-time trends in Spanish bird electrocution rates from alternative information sources. *Global Ecology and Conservation*, 3, 379-388.
- LOSS, S. R., WILL, T., MARRA, P. P. 2014. Refining estimates of bird collision and electrocution mortality at power lines in the United States. *PloS one*, 9(7), e101565.
- PÉREZ-GARCÍA, J. M. 2014. Modelos predictivos aplicados a la corrección y gestión del impacto de la electrocución de aves en tendidos eléctricos (Tesis doctoral. Universidad Miguel Hernández, Elche).
- PONCE, C., ALONSO, J. C., ARGANDONA, G., GARCÍA FERNÁNDEZ, A., CARRASCO, M. 2010. Carcass removal by scavengers and search accuracy affect bird mortality estimates at power lines. *Animal Conservation*, 13(6), 603-612.
- SCHUTGENS, M., SHAW, J. M., RYAN, P. G. 2014. Estimating scavenger and search bias for collision fatality surveys of large birds on power lines in the Karoo, South Africa. *Ostrich*, 85(1), 39-45.