

**METODOLOGÍA Y PROTOCOLOS PARA LA RECOGIDA Y
ANÁLISIS DE DATOS DE SINIESTRALIDAD DE AVES POR
COLISIÓN EN LÍNEAS DE TRANSPORTE DE ELECTRICIDAD**

VERSIÓN 2

(Febrero 2016)



RED ELÉCTRICA
DE ESPAÑA



ASISTENCIAS TÉCNICAS CLAVE S.L.
C/ Progreso 5, 41013 Sevilla
Tel.: 954236508 / Fax: 954236827

Realización:

Alfonso Lazo Contreras, doctor en Biología

Alberto Castelló Perosillo, licenciado en Biología

José Luís Conde Marugán, licenciado en Biología

Sergio Braña Montes, licenciado en Biología

Raúl Otero Gutiérrez, licenciado en Biología

GuyonneJanss, doctora en Biología



ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
2	ESTUDIOS Y SEGUIMIENTOS DE SINIESTRALIDAD DE AVES POR COLISIÓN CON LÍNEAS ELÉCTRICAS: UNA VISIÓN GENERAL DEL ESTADO DE LA CUESTIÓN	7
2.1	INCIDENCIA DE LA COLISIÓN CONTRA LÍNEAS ELÉCTRICAS SOBRE LA AVIFAUNA.....	7
2.2	LOS MUESTREOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LA SINIESTRALIDAD EN LA LITERATURA CIENTÍFICA Y TÉCNICA	9
3	CASOS DE ESTUDIO.....	15
3.1	SEGUIMIENTO PVA.....	16
3.2	ESTUDIO DETALLADO	17
3.3	VALORACIÓN EXPRÉS	19
3.4	ASPECTOS METODOLÓGICOS COMUNES A LOS CASOS DE ESTUDIO ..	21
4	ASPECTOS CLAVE A CONSIDERAR EN LA FIJACIÓN DE UNA METODOLOGÍA ESTANDARIZADA PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS DE COLISIÓN.....	25
4.1	DETERMINACIÓN DEL TIPO O MODELO DE ESTUDIO	26
4.1.1	<i>Seguimiento PVA</i>	26
4.1.2	<i>Estudio detallado</i>	28
4.1.3	<i>Valoración exprés</i>	29
4.2	DISEÑO GENERAL DEL ESTUDIO	30
4.2.1	<i>Alcance espacial del estudio</i>	30
4.2.2	<i>Duración del estudio</i>	36
4.2.3	<i>Esfuerzo de muestreo total</i>	42
4.3	REALIZACIÓN DE LOS MUESTREOS	49
4.3.1	<i>Unidad básica de muestreo</i>	49
4.3.2	<i>Anchura de la banda de muestreo</i>	50
4.3.3	<i>Anchura de la banda de observación</i>	52
4.3.4	<i>Recorrido para la detección de víctimas</i>	53
4.3.5	<i>Indicio mínimo</i>	54
4.3.6	<i>Número mínimo de víctimas</i>	55
4.3.7	<i>Interpretación de la causa de muerte</i>	55
4.3.8	<i>Determinación del tiempo transcurrido desde el accidente</i>	56
4.3.9	<i>Manipulación de los restos</i>	57
4.3.10	<i>Recogida de datos</i>	58
4.4	LA CORRECCIÓN DE SESGOS	59
4.4.1	<i>Sesgo de búsqueda</i>	61

4.4.2	Sesgo de banda.....	62
4.4.3	Sesgo por carroñeo	63
4.4.4	Estimación de la siniestralidad real a partir de la siniestralidad registrada y los resultados del experimento de sesgo por carroñeo.....	67
5	PROTOCOLOS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS Y SEGUIMIENTOS.....	73
5.1	DEFINICIONES PREVIAS	73
5.2	PROTOCOLO PARA LA REALIZACIÓN DE SEGUIMIENTOS PVA	75
5.2.1	Pasos previos	75
5.2.2	Realización de los muestreos.....	79
5.2.3	Cuantificación de víctimas.....	87
5.2.4	Presentación de los resultados.....	87
5.3	PROTOCOLO PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS DETALLADOS.....	93
5.3.1	Pasos previos	93
5.3.2	Realización de los muestreos.....	98
5.3.3	Cuantificación de víctimas.....	106
5.3.4	Presentación de los resultados.....	106
5.4	PROTOCOLO PARA LA REALIZACIÓN DE VALORACIONES EXPRES	113
5.4.1	Pasos previos	113
5.4.2	Realización de los muestreos.....	114
5.4.3	Cuantificación de víctimas.....	122
5.4.4	Presentación de los resultados.....	122
5.5	PROTOCOLO PARA LA REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO DE SESGO POR CARROÑEO	125
5.5.1	Pasos previos	125
5.5.2	Realización del experimento.....	128
5.5.3	Presentación de los resultados.....	129
6	BIBLIOGRAFÍA	131
6.1	BIBLIOGRAFÍA CITADA	131
6.2	INFORMES DE VIGILANCIA AMBIENTAL DE LA FASE DE FUNCIONAMIENTO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS	138
ANEXO I: INSTRUCCIONES PARA EL CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE DETECTABILIDAD.....		141
ANEXO II: INSTRUCCIONES PARA RELLENAR LOS MODELOS DE FICHAS DE CAMPO Y BASES DE DATOS.....		145
ANEXO III: MODELOS DE FICHAS PARA SEGUIMIENTO Y EXPERIMENTOS DE CARROÑEO.....		159

1 INTRODUCCIÓN

La profusión de líneas eléctricas aéreas en el medio rural y natural ha sido creciente durante las últimas décadas. En España se presentan actualmente con una densidad moderada (0,53 km/km² de líneas de tensión > 4,5 kV; Ministerio de Industria, Energía y Turismo, 2013) en comparación con otros países europeos (2,6 km/km² en Italia; Garavaglia y Rubolini, 2000).

Las líneas eléctricas generan durante su funcionamiento impactos sobre las aves por electrocución y colisión. La electrocución es una causa de mortalidad por lo general bien caracterizada y conocida que tiene una incidencia significativa sobre poblaciones de aves, llegando a afectar incluso a la dinámica global de algunas especies más sensibles, y es percibida como un problema de entidad para la conservación de la avifauna en entornos mediterráneos (Alonso y Alonso, 1999; Ferrer, 2012). La colisión, como causa de mortalidad no natural de aves, ha sido objeto de una atención considerablemente menor y es un fenómeno peor conocido y caracterizado debido a la gran variabilidad de los factores que influyen en su incidencia (Prinsenet *al.*, 2011a; APLIC, 2012). No obstante, para algunas especies y en algunos entornos locales se identifica como una causa de mortalidad relevante que afecta significativamente a la dinámica de sus poblaciones (Heijnis, 1980; Janss y Ferrer, 2000) y existen estimas cuantitativas poco precisas que estiman en varios millones de aves las víctimas de colisión en determinados ámbitos nacionales (APLIC, 2012). Mientras que la electrocución de aves es un fenómeno anecdótico en las líneas eléctricas de transporte, la colisión es relativamente frecuente y a menudo es necesaria la adopción de medidas correctoras para mitigar su incidencia (APLIC, 2012, Prinsenet *al.*, 2011b).

Determinar cuándo se requieren actuaciones de corrección de líneas frente a la colisión de aves depende de la severidad de dicho riesgo. Este es normalmente expresado en términos de riesgo biológico, en tanto que pueda comprometer la viabilidad de la población de una o varias especies, y su mitigación debe abordarse al menos cuando se estima que dicho riesgo de colisión es significativo biológicamente. Puede definirse una mortalidad de aves biológicamente significativa como aquella que afecta a la capacidad de una población de aves para mantenerse o incrementar sus números localmente y en toda su área de distribución (APLIC, 1994). Al margen de esta definición, en el contexto menos preciso de la realización de estudios y seguimiento sobre su incidencia, que es el que utilizaremos en

este trabajo, puede entenderse que una siniestralidad es significativa bien porque tenga capacidad para afectar a la dinámica poblacional o local de una o más especies o bien cuando tenga incidencia apreciable sobre ejemplares de una o más especies catalogadas como amenazadas. En cualquier caso, la mitigación puede ser necesaria pese a que el riesgo no se estime como significativo, cuando esta sea demandada por la preocupación social o política ante la incidencia del problema en un punto concreto de la red.

Las actuaciones de mitigación deben apoyarse en estudios y seguimientos que examinen las causas y circunstancias asociadas al riesgo de accidentes (APLIC, 2012). El estudio de esta causa de mortalidad de aves en España ha sido objeto de varios trabajos específicos, técnicos y científicos, principalmente realizados en ámbitos con presencia de especies sensibles y donde, a priori, se presuponía una incidencia elevada de accidentes de aves contra tendidos, como espacios naturales protegidos, ZEPA, zonas húmedas, etc. (ej: A.T. Clave, 1996; Alonso *et al.*, 2003; Lorenzo y Ginovés, 2007; Muñoz *et al.*, 2008). Aun así, se constata un importante déficit de información sobre la siniestralidad de aves por colisión en una diversidad de situaciones geográficas y ambientales que permita valorar globalmente la importancia de esta causa de mortalidad. Entre otras razones, ello se debe a la escasez de seguimientos sistemáticos realizados tras la puesta en marcha de nuevos proyectos de líneas eléctricas y sobre líneas existentes, a lo que se suma una elevada heterogeneidad en las metodologías de muestreo y evaluación aplicadas en dichos seguimientos.

Red Eléctrica de España, responsable de la red de transporte de energía a nivel nacional, que está formada por más 40.000 km de líneas, incluye entre las medidas ambientales de sus proyectos la realización de muestreos para valorar la siniestralidad de aves por colisión. Este seguimiento se lleva a cabo habitualmente en el marco de la vigilancia ambiental de proyectos en la fase de funcionamiento. Además, Red Eléctrica lleva a cabo puntualmente seguimientos específicos de determinados tramos de líneas identificados por su mayor incidencia actual o potencial sobre la avifauna.

Debido a la ausencia de una metodología y protocolos normalizados para la realización de este tipo de seguimientos, la mayoría de los resultados de los estudios no son estrictamente comparables entre sí. Estos trabajos acusan una falta de sistematización en la determinación de parámetros esenciales para el diseño de los muestreos (longitud de tramo, frecuencia de muestreos, amplitud de banda de inspección, etc.), en la corrección de sesgos (detectabilidad, pérdida de registros por distintos factores, etc.) y en otros aspectos

metodológicos que influyen en la fiabilidad de los resultados y en la comparabilidad entre estudios.

Como consecuencia de ello, Red Eléctrica ha identificado la necesidad de contar con la metodología más adecuada para el estudio de la siniestralidad de aves en líneas eléctricas de transporte, aplicable tanto al caso del seguimiento ambiental de proyectos como al análisis de casos concretos. Esta metodología debe facilitar la estandarización de los muestreos necesarios y la homogeneización de la recogida de datos y análisis de los resultados, y por lo tanto la sistematización de los seguimientos realizados por distintos equipos de trabajo. De esta forma se espera que sea posible disponer, a medio plazo, de un cuerpo robusto de datos que permita extraer conclusiones generales y particulares sobre la incidencia de esta causa de mortalidad en las poblaciones de aves.

El objeto del presente trabajo contratado por Red Eléctrica de España a A.T. Clave ha sido el desarrollo de una metodología general para la recogida y análisis de datos de siniestralidad de aves por colisión en líneas de transporte de electricidad, así como de los protocolos específicos que permitan su aplicación a tres situaciones previsibles en las que esta metodología deba ser empleada:

- a) el seguimiento de líneas nuevas tras su construcción y en el marco de su vigilancia ambiental (“seguimiento PVA”).
- b) el estudio de detalle de tramos de líneas ya existentes en los que por distintos motivos se presuponga un nivel de incidencia significativo (“estudio detallado”).
- c) el análisis “exprés” de posibles situaciones de riesgo en tramos o puntos concretos de la red donde el problema de la colisión se pueda estar manifestando con especial intensidad y con el objeto de realizar un diagnóstico rápido de la situación (“valoración exprés”).

Se pretende que esta metodología y protocolos sean sólidos desde el punto de vista científico, así como de fácil aplicación desde un punto de vista técnico.

Para su elaboración se ha llevado a cabo en primer lugar una revisión y puesta al día del estado de la cuestión mediante una exhaustiva revisión analítica de la bibliografía científica y técnica generada en torno al estudio de la problemática de colisión de aves contra líneas eléctricas (se ha incluido en esta revisión el importante cuerpo de estudios encargados por Red Eléctrica de España para el seguimiento de líneas de las que es titular).

Como resultado de esta revisión se han identificado patrones metodológicos comunes y divergencias entre los distintos trabajos, así como los puntos críticos de la metodología de los que dependen la robustez de los resultados y su comparabilidad, y que por lo tanto es necesario fijar en el marco de la elaboración de los protocolos a utilizar en la realización de los distintos tipos de estudio. Para cada uno de estos aspectos o puntos críticos a fijar se analizan los aportes realizados por los estudios consultados y se identifica la aproximación que se considera más adecuada para el diseño de los protocolos. Especial atención merecen en este sentido los puntos relativos al diseño de los estudios, la realización de los muestreos, la recogida y análisis de datos y la corrección de los sesgos.

El presente documento contiene el resultado del análisis realizado en relación con los distintos aspectos críticos identificados y su traducción a protocolos específicos para la realización de los estudios en las tres situaciones señaladas (seguimiento PVA, estudio de detalle y valoración exprés). Sus contenidos se estructuran en los siguientes bloques y alrededor de los siguientes temas:

► Estudios y seguimientos de la siniestralidad de aves por colisión contra líneas eléctricas:

- incidencia sobre las poblaciones de aves
- la metodología de seguimiento en la literatura científica y técnica

► Tipología de casos de estudio:

- seguimientos PVA
- estudios detallados
- valoraciones exprés

► Aspectos clave a fijar en la metodología:

- tipo de estudio a emprender
- diseño general del estudio
- realización de los muestreos
- la corrección de sesgos

► Protocolos para la realización de los estudios:

- seguimientos PVA
- estudios detallados
- valoraciones exprés
- experimento de carroñeo

► Anexos

- Bibliografía
- Modelos de fichas de recogida de datos para su utilización en muestreos
- Estructura de bases de datos

Modificaciones introducidas en la segunda versión de la metodología y protocolos

En mayo de 2014 se elaboró y divulgó una primera versión de este documento. Posteriormente, y tras haber comenzado a aplicar los protocolos en distintos programas de seguimiento de la incidencia de líneas sobre la avifauna, se han identificado algunos puntos de los mismos susceptibles de mejoras, que ya han sido incorporadas en esta segunda versión.

Entre otros aspectos menores y correcciones y aclaraciones puntuales, los principales cambios y mejoras introducidos en esta segunda versión del documento son los siguientes:

- consideración de unidades de muestreo de longitud inferior a 5 km para tramos de muestreo con dificultades de transitabilidad;
- reducción del ancho de banda de muestreo desde 50 m a 30 m, ras el análisis de los primeros datos recogidos de distancia de los restos al eje de las líneas;
- introducción del índice de zigzaguo, indicador de la intensidad del muestreo, para permitir comparaciones entre estudios;
- los cercos de plumón dejan de ser considerados como víctima;
- se admite la toma de muestras para la identificación en gabinete;
- se modifica el protocolo de comunicación del hallazgo de restos de especies amenazadas;
- se introduce la toma de los datos de distancia de los restos al observador en el momento de su detección y de tamaño relativo de los restos;

- se introduce un nuevo procedimiento para la estima de la detectabilidad de los restos, que es aplicable a todos los tipos de estudios y que hace innecesario el experimento de detección;
- se consideran nuevas fórmulas para el cálculo de la siniestralidad estimada a partir de la siniestralidad registrada y el valor de coeficientes correctores de la detectabilidad de los restos, del porcentaje de banda no cubierta por el muestro y de la desaparición de restos por carroñeo.

Se anexan a este documento una nueva versión de las fichas y base de datos, cuya estructura se ha modificado para incorporar la nueva información a recoger y mejorar la experiencia de introducción de datos con respecto a las versiones anteriores. La nueva base de datos es compatible con la versión anterior, de forma que bases de datos con ambas estructuras puedan fusionarse sin problemas.

2 ESTUDIOS Y SEGUIMIENTOS DE SINIESTRALIDAD DE AVES POR COLISIÓN CON LÍNEAS ELÉCTRICAS: UNA VISIÓN GENERAL DEL ESTADO DE LA CUESTIÓN

2.1 INCIDENCIA DE LA COLISIÓN CONTRA LÍNEAS ELÉCTRICAS SOBRE LA AVIFAUNA

La colisión de aves contra líneas eléctricas es una causa de muerte relevante para algunas especies; en los Estados Unidos las líneas son la segunda causa de muerte de aves por choque con elementos artificiales (Erickson *et al.*, 2005). Los accidentes tienen lugar tanto contra líneas de distribución (tensión igual o inferior a 66 kV) como de transporte, si bien entre las primeras suele ser superada por la electrocución como causa de mortalidad de aves (Ferrer, 2012). Los valores medios estimados de siniestralidad de aves por colisión contra líneas están comprendidos en un rango muy amplio (entre 0,1 y 80 víctimas por km y año; Jenkins *et al.*, 2010); la probabilidad o riesgo de ocurrencia de accidentes es muy diferente para zonas con distintas condiciones ambientales y para distintas especies (Prinsen *et al.*, 2011; APLIC, 2012).

El riesgo de colisión para una especie es el resultado de la combinación del nivel de exposición al mismo (densidad de líneas eléctricas en su área de campeo habitual) y de la susceptibilidad intrínseca de la especie a los accidentes, determinada por sus características biológicas (tamaño, peso y maniobrabilidad en vuelo; Janss, 2000). Consecuentemente, ciertas especies o grupos de especies son más propensas a sufrir accidentes de colisión que otras (Alonso y Alonso, 1999; Prinsen *et al.*, 2011; APLIC, 2012); se considera que una especie es propensa a la colisión cuando sufre accidentes con una frecuencia superior a la que cabría esperar por su mera abundancia.

En general, se considera que la incidencia de la colisión contra líneas eléctricas y otras estructuras construidas por el hombre (parques eólicos, postes, edificios acristalados, alambradas, etc.) sobre la dinámica poblacional de las especies de aves tiene menor trascendencia que otras causas de mortalidad como la pérdida y fragmentación de hábitats, que globalmente son más determinantes de la evolución negativa de algunas especies (Koops, 1987; Drewitt y Langston, 2008; APLIC, 2012; Barrientos *et al.*, 2011; Bevanger, 1999). Así, Alonso y Alonso (1999) no detectaron especies en España en las que la colisión supusiese, aparentemente, el principal factor de mortalidad (artificial o absoluta), aunque sin

descartar que pudiese llegar a serlo. No obstante, para algunas especies más propensas y a escala local, la colisión contra tendidos eléctricos sí se valora como un factor relevante o coadyuvante en la regresión de sus poblaciones (Heijnis, 1980; Janss y Ferrer, 2000).

Así, y a modo de ejemplo, Jenkins *et al.* (2010) citan algunas especies para las que la colisión contra tendidos es por sí sola una causa de mortalidad significativa y que podrían estar globalmente amenazadas por ello (grullas, avutardas y rapaces diurnas). Los casos de algunas especies han sido bien documentados:

- ▶ en Sudáfrica Shaw *et al.* (2010) estimaron que aproximadamente el 12% (rango del 5% - 23%) de la población total de la grulla del paraíso (*Anthropoides paradisea*) en el Overberg podría morir a causa de colisiones contra líneas eléctricas, y que esta tasa, si se mantuviera en el resto del área de distribución, afectaría significativamente a la población de la especie;
- ▶ Jenkins *et al.* (2011), estudiando la avutarda de Namibia (*Neotis ludwigii*), calcularon una mortalidad anual por colisión para la especie de entre 4.000 y 11.900 ejemplares, sobre una población censada entre 56.000 y 81.000 individuos en su área de distribución principal en la República Sudafricana;
- ▶ Shaw estimó en 2009 que el 30% de la población de avutarda dehnami (*Neotis dehnami*) de la República de Sudáfrica moría en colisiones contra líneas eléctricas;
- ▶ Pérez (2010) detectó que una sola línea eléctrica atravesando el área principal de distribución del coscoroba (*Coscoroba coscoroba*) en Brasil causaba la muerte del 9.3% de la población, y que esa retirada de aves afectaba significativamente a la evolución de una población que en otras circunstancias tendría una demografía estable.

En otros casos, la colisión contra tendidos se suma a otras causas de mortalidad no natural o alcanza localmente una magnitud significativa, aunque sin llegar a afectar a la dinámica global de las poblaciones:

- ▶ la mortalidad por colisión en el área de cría de las colonias de pelícano dálmata (*Pelecanus crispus*) del norte de Grecia supone el 2,4- 3,5% del número total de parejas, por lo que Crivelliet *al.* (1988) sugirieron que esta mortalidad, combinada con los efectos de la caza ilegal, puede ser la causa de que estas colonias no aumenten su tamaño;

- ▶ la mortalidad por colisión de grulla trompetera (*Grus americana*) alcanzaba en los años 80 el 39% de la población en el valle de San Luís (Colorado, USA) (Brown *et al.*, 1987). Aunque la magnitud de las colisiones probablemente no afectaba a las poblaciones de grulla trompetera, se interpretó que la elevada mortalidad juvenil impedía la constitución de una población de aves maduras necesaria para la interacción intraespecífica y la formación de vínculos de pareja;
- ▶ Beer y Ogilvie (1972) registraron la muerte en dos meses del 30% de individuos de una población residente de cisne mudo (*Cygnus olor*) en el Reino Unido.

En la Península Ibérica se ha constatado una incidencia apreciable de colisiones entre algunas especies de aves, principalmente esteparias, anátidas y zancudas como el flamenco común y la grulla común (Janss, 2000; Janss y Ferrer, 1998; Marques *et al.*, 2008), pero esta no ha sido puesta en relación con sus respectivos tamaños poblacionales. Un caso particular es el del águila perdicera en Cataluña, con una tasa de mortalidad por colisión que representa el 14,3% de la mortalidad adulta conocida (X. Parellada, com. pers.) y para la que la colisión con líneas eléctricas puede representar un factor relevante con incidencia sobre su estado de conservación, incluso superior al estimado a partir de estos registros de siniestralidad conocidos (Rollán *et al.*, 2010).

Aunque queda patente que la colisión con tendidos eléctricos puede llegar a suponer un factor relevante para la conservación de algunas especies de aves, todavía es escaso el conocimiento que se tiene al respecto de la incidencia real de esta causa de siniestralidad y de sus implicaciones para la conservación de la avifauna. En gran medida, esta limitación se debe a la escasez de estudios específicos al respecto y a factores de índole metodológico y práctico que afectan a su realización y más en concreto a la ejecución de muestreos para la localización de víctimas.

2.2 LOS MUESTREOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LA SINIESTRALIDAD EN LA LITERATURA CIENTÍFICA Y TÉCNICA

Los estudios de mortalidad de aves por colisión contra líneas eléctricas se basan principalmente en los resultados de muestreos para la cuantificación de víctimas. Estos se llevan a cabo básicamente de dos maneras: comúnmente, mediante la inspección visual del terreno situado bajo el trazado de las líneas eléctricas, y más raramente, mediante

dispositivos automáticos que registran las colisiones ocurridas en un vano o conjunto de vanos de una línea (Bevanger, 1999; EPRI, 2003; Pandey *et al.*, 2008).

Los muestreos basados en dispositivos automáticos tienen incuestionables ventajas respecto a los primeros para la realización de estimas precisas de siniestralidad, al no verse afectados por factores subjetivos o ambientales que afectan a la detección de víctimas (que en última instancia suponen la introducción de unos sesgos significativos en las estimaciones). Sin embargo presentan otros inconvenientes entre los que se encuentran el precio elevado de los equipos y de su instalación, lo que imposibilita su implantación generalizada para la recogida de datos de siniestralidad y restringe su uso a situaciones muy concretas (APLIC, 2012). Aunque ya están disponibles en el mercado algunos modelos, los dispositivos automáticos están todavía en proceso de perfeccionamiento y su uso es reducido, por lo que siguen siendo las inspecciones visuales la base metodológica principal de los estudios de siniestralidad.

En cuanto a los objetivos generales de estos estudios de siniestralidad por colisión, la revisión efectuada en 2012 por el Comité para las Interacciones entre Aves y Líneas Eléctricas de Estados Unidos (APLIC en sus siglas en inglés) identifica las siguientes preguntas fundamentales que han de responder:

- ¿Están ocurriendo colisiones?
- ¿Qué especies de aves están afectadas?
- ¿En qué tramos de la línea o de la red están colisionando las aves?
- ¿Cuándo se están produciendo las colisiones?
- ¿En qué circunstancias se producen las colisiones?
- ¿Qué factores biológicos, ambientales y de ingeniería parecen importantes en la ocurrencia de colisiones?
- ¿Qué modificaciones pueden hacerse en la línea para reducir estas colisiones?

Los estudios de colisión deben ser diseñados, pues, para que sea posible responder de forma inequívoca a estas preguntas, minimizando la importancia de factores relacionados con la realización de los muestreos, que introducen sesgos y desviaciones significativas en las estimas de siniestralidad. Estos aspectos tienen que ver con la selección de tramos de muestreo, la frecuencia y fecha de realización de las inspecciones, el uso de factores de corrección para la no detección de víctimas, etc.

Existe una gran disparidad de aproximaciones a la realización de estudios y seguimientos de siniestralidad que implican variaciones en estos aspectos y que merman la capacidad para extraer conclusiones generales de los mismos.

Se pueden encontrar estudios centrados en tramos concretos de líneas con problemas manifiestos de colisión de aves, a la vez que prospecciones generales de redes completas o grandes sectores de una red; seguimientos de un ciclo anual completo o de varios años de duración, y otros basados en resultados de muestreos puntuales; estimaciones de mortalidad que emplean factores de corrección de sesgos por pérdida de detección de víctimas y otras basadas únicamente en los valores brutos de número de víctimas registradas, etc. Aspectos más concretos como la anchura de la banda de muestreo bajo las líneas y el recorrido seguido para detectar víctimas difieren ampliamente entre estudios.

En el marco del presente trabajo hemos realizado una exhaustiva revisión de estudios científicos y trabajos técnicos, divulgados o no, que han tenido como objeto la colisión de aves contra líneas eléctricas. Estos estudios y trabajos se pueden agrupar en cinco temáticas básicas según su orientación principal:

- ▶ seguimientos de siniestralidad enmarcados en programas de vigilancia ambiental de proyectos;
- ▶ estudios generales sobre tramos de líneas o ámbitos concretos con problemas de colisión; incluyen usualmente la cuantificación y caracterización de la incidencia y la propuesta de soluciones;
- ▶ ensayos o pruebas de eficacia de dispositivos anti-colisión;
- ▶ estudios centrados en una o varias especies en los que se valora la colisión contra tendidos como causa de mortalidad no natural y su incidencia sobre sus poblaciones;
- ▶ trabajos de revisión del estado de la cuestión: incidencia y metodología.

Lo que nos ha interesado principalmente de estos estudios a efectos del presente trabajo han sido los aspectos metodológicos relacionados con el diseño de los muestreos, las técnicas de revisión y el tratamiento de los datos.

Los seguimientos de líneas nuevas realizados en el marco de los programas de vigilancia ambiental de proyectos que hemos encontrado disponibles no han sido numerosos (hemos

consultado los correspondientes a un total de 22 instalaciones). La mayoría de ellos corresponden a líneas de Red Eléctrica de España y han sido llevados a cabo con una metodología similar, derivada de la utilizada en estudios básicos de referencia (como el Proyecto del Plan de Investigación Electrotécnico, titulado “Análisis de Impactos de Líneas Eléctricas sobre la Avifauna de Espacios Naturales Protegidos”, A.T. Clave, 1995). En su totalidad se corresponden con seguimientos realizados con una baja frecuencia (tres revisiones anuales en su mayor parte) y a corto plazo, aunque algunos se han prolongado hasta tres años. Asimismo, la cobertura de los estudios (líneas completas o tramos seleccionados) es muy variable. Sólo en dos casos los seguimientos incluyeron pruebas para determinar factores de corrección de sesgos en la detectabilidad de las víctimas (visibilidad o pérdida de restos por actividad de carroñeros). La relación de los trabajos consultados puede encontrarse en el anexo.

Una gran parte de la literatura científica sobre el tema ha sido publicada en revistas especializadas o presentada en congresos. Aproximadamente una quinta parte de los estudios se han llevado a cabo en España. Incluyen estudios de casos concretos con valoración del problema, aplicación de medidas correctoras y comprobación de su eficacia (Alonso *et al.*, 1993; Bevanger, 1995b; Brown y Drewien, 1995; Janss y Ferrer, 1998; de la Zerda y Rosselli, 2003), análisis de factores determinantes del riesgo para especies o grupos concretos (Garrido y Cruz, 2003; Janss y Ferrer, 2000; Muñoz *et al.*, 2008; Shaw *et al.*, 2010; Martin, 2011) y propuestas o revisiones metodológicas, incluyendo las pruebas de detectabilidad (Pandey, 2008; Ponce *et al.*, 2010; Barrientos *et al.*, 2011; Barrientos *et al.*, 2012). Algunos de estos últimos trabajos están centrados en la siniestralidad por colisión contra aerogeneradores, pero las técnicas evaluadas o desarrolladas son aplicables igualmente al caso de la colisión contra tendidos (Huso, 2010; Warren- Hicks, 2013). Existe una gran dificultad para realizar comparaciones y extraer conclusiones generales de este tipo de trabajos, dado que el enfoque predominante en los mismos es el del tratamiento de casos particulares bajo circunstancias distintas y diseños experimentales particularizados, y que además se han desarrollado en ambientes avifaunísticos muy diversos.

Una visión más general de la problemática que incluye una aproximación al estado de los conocimientos sobre el tema puede encontrarse en libros, monografías y tesis doctorales centrados en esta temática (APLIC y USFWS, 2005; APLIC; 2006; Labrosse, 2008; Heck, 2007). Entre ellos destaca la exhaustiva puesta al día del conocimiento actual del tema publicada en 2012 por el Comité Norteamericano para las Interacciones entre Aves y Líneas

Eléctricas (APLIC, 2012), y la revisión realizada a nivel de grupos de especies y países por Prinse *et al.* (2011a).

En la Península Ibérica los trabajos generales que abordan como tema principal la metodología de realización de los seguimientos de la colisión de aves en líneas son escasos y adolecen de una insuficiente atención a los detalles. Destacan los trabajos publicados en 1995 a la conclusión del marco del proyecto PIE: Análisis de Impactos de Líneas Eléctricas sobre la Avifauna de Espacios Naturales Protegidos, que supusieron el primer esfuerzo a nivel español para abordar la valoración y corrección del problema y cuya metodología se convirtió en una referencia básica para trabajos posteriores. Asimismo, destacan el tratamiento que realizan Atienza *et al.* (2012) de la metodología para el seguimiento de líneas eléctricas en el marco del seguimiento de la incidencia de los parques eólicos sobre la avifauna y el manual publicado por el Instituto da Conservação da Natureza e Biodiversidade de Portugal (ICNB, 2010).

En general, los estudios y publicaciones sobre el tema tienen su base en la metodología consolidada por Lee y Meyer (1978) que consiste en la realización de recorridos bajo las líneas registrando las víctimas que se encuentran y cuantificando los sesgos principales en la estimación de la siniestralidad: los debidos al observador, a la detectabilidad de los restos y a la retirada de restos por carroñeros. Esta metodología ha sido aplicada principalmente al seguimiento de tramos de líneas con problemas reales o potenciales de siniestralidad por colisión, principalmente en el entorno de humedales (Anderson, 1978; Balmer, *et al.*, 1995; Brown y Drewien, 1995; McNeil, *et al.*, 1985). Por el contrario, los casos más generales en los que la incidencia de accidentes pudiera presuponerse menos concentrada en el espacio y en el tiempo han merecido una atención considerablemente menor y principalmente en el marco de la vigilancia ambiental de proyectos (Bevanger, 1995b; Lorenzo y Ginovés, 1995; Savereno, *et al.*, 1996; Li, 2011; Shobrak, 2012).

Independientemente del caso de estudio, los trabajos divulgados difieren en aspectos básicos como su duración (puntual, estacional, anual o plurianual), la longitud de los tramos de estudio, la frecuencia y distribución temporal de los muestreos, el ancho de la banda de muestreo, etc. No se ha identificado ningún estudio o revisión sobre el tema que haya tratado de normalizar los valores de estos parámetros, ni ninguno que haya abordado en detalle aspectos como la forma de realización de los muestreos y la contabilización de víctimas y su importancia como factores de variabilidad en las estimaciones de siniestralidad.

Un aspecto que si ha sido abordado con frecuencia en un intento de normalizar su consideración y tratamiento es el que corresponde al aumento de la precisión en las estimas realizadas a partir de la corrección de sesgos para valorar más adecuadamente su incidencia y permitir la comparabilidad entre resultados de distintos estudios (Barrientos *et al.*, 2011; Warren-Hicks, 2013). Los sesgos introducidos a partir de los resultados de las prospecciones han sido objeto de numerosos experimentos específicos, a menudo llevados a cabo en el contexto del análisis de la siniestralidad en parques eólicos (Kunzet *et al.*, 2007; Bispo *et al.*, 2010; Bernardino *et al.*, 2011). Este conocimiento más profundo del comportamiento de los sesgos ha cristalizado en el desarrollo de estimadores complejos que permiten calcular la mortalidad real a partir de la mortalidad registrada en los muestreos (Huso, 2010; Warren- Hickset *et al.*, 2013). No obstante, en el seno de la comunidad científica y técnica focalizada en realización a este tipo de estudios todavía no se ha alcanzado un consenso sobre cuál es la más adecuada de entre todas las aproximaciones propuestas.

La metodología basada en el recuento de víctimas también encontró aplicación al desarrollo de dispositivos de señalización de los cables para prevenir colisiones, contrastando la eficacia relativa de cada tipo, de manera que han sido numerosos los estudios de tipo BACI (*before/after/control/impact*), con un desarrollo estadístico específico y a menudo acompañados de observación de vuelos de cruce de la línea. Gran parte de los trabajos consultados pertenecen a esta categoría (Alonso *et al.*, 1994; Brown y Drewien, 1995; de la Zerda y Roselli, 2003; Barrientos *et al.*, 2012).

Los distintos trabajos revisados abordan las cuestiones relativas del diseño de estudios de siniestralidad de forma muy heterogénea. En los siguientes apartados se desarrollan estos aspectos a partir de las conclusiones alcanzadas con la revisión bibliográfica. En cada caso, se determina de qué manera deben ser tenidos en cuenta en el diseño de unos protocolos de muestreo que conduzcan a la realización de estudios estandarizados y con resultados comparables entre sí, objetivo último del presente trabajo.

3 CASOS DE ESTUDIO

Como se ha anticipado en el apartado de introducción, el proyecto que concluye con la elaboración de este documento ha tenido como objeto el desarrollo de una metodología general para la recogida y análisis de datos de siniestralidad de aves por colisión en líneas ante tres tipos de situaciones comunes con las que Red Eléctrica se encuentra habitualmente en el desarrollo de sus funciones de gestión de la red de transporte de electricidad:

- a) los programas de vigilancia ambiental (PVA) de nuevas líneas, que exigen la realización de un seguimiento de la siniestralidad durante el primer o primeros años de funcionamiento de la instalación;
- b) estudios de mayor alcance y detalle que los anteriores, sobre la ocurrencia de colisiones en determinados tramos de la red en los que se presuponga que pueda estar teniendo lugar una incidencia de colisiones significativa, y normalmente, de cara a la adopción de medidas correctoras específicas;
- c) la valoración rápida de posibles situaciones de riesgo significativo para las aves identificadas en tramos o puntos concretos de la red.

Estas situaciones determinan tres diferentes alcances posibles para los estudios de siniestralidad de aves por colisión, que hemos denominado respectivamente como “seguimiento PVA”, “estudio detallado” y “valoración exprés”. Los tres tipos de estudio obedecen a una misma problemática y casuística, por lo que comparten el cuerpo principal de una metodología común y general para su realización; pero al responder a distintos presupuestos de partida, cada tipo de estudio incorpora particularidades en determinados aspectos metodológicos (duración, tamaño de muestra, frecuencia de revisiones, corrección de sesgos, etc.) que permiten que cada caso se adapte de la forma más eficiente y adecuada posible a las circunstancias y motivaciones que promueven su realización.

En los siguientes apartados se detallan los condicionantes propios de cada tipo de estudio que determinan la aproximación metodológica que se considera más adecuada a cada caso y que se desarrolla específicamente en los protocolos para su realización.

3.1 SEGUIMIENTO PVA

Este tipo de estudio se corresponde con el seguimiento de la incidencia de colisiones de aves en el marco del programa de vigilancia ambiental (PVA) de la fase de funcionamiento de una línea eléctrica. Típicamente se aplicará al caso de líneas nuevas cuya autorización ambiental exija la realización del seguimiento; igualmente es el tipo de estudio a aplicar en el caso de una línea existente a seguir por iniciativa propia de Red Eléctrica o terceros, pero para la que no existan evidencias previas de una incidencia significativa de colisiones.

El objeto de este tipo de estudios es por lo tanto constatar si en una instalación determinada se está produciendo o no una incidencia significativa de colisiones, en qué puntos o tramos de la misma está teniendo lugar y a qué especies afecta. En el caso de detectarse una incidencia que pueda valorarse como significativa, este tipo de seguimiento PVA debe dar paso a la realización de un estudio de detalle que permita caracterizar mejor el problema y adoptar medidas correctoras específicas.

Los presupuestos de partida que determinarán el alcance del seguimiento serán los que se establezcan en el marco de la autorización ambiental del proyecto. Idealmente, será objeto de seguimiento la línea completa o un tramo suficientemente representativo de la misma (en lo que se refiere a su longitud y a las condiciones ambientales atravesadas por el trazado), a no ser que a priori se puedan excluir determinados tramos o sectores porque se identifique para los mismos un riesgo insignificante para las aves o una dificultad de muestreo elevada. La duración del seguimiento será inicialmente de un año, para recoger la variación estacional en la presencia de avifauna en la zona de estudio, a no ser que la autorización ambiental del proyecto estipule una duración mayor o que a priori se identifique una posible variación interanual significativa en la presencia de aves en el entorno de la línea o en el riesgo para las mismas y se considere necesaria su extensión a más de un periodo anual.

Dado que con este tipo de estudio no se pretende realizar una estimación precisa, cuantitativa y cualitativa, de la incidencia del proyecto sobre la avifauna, sino identificar a partir de la siniestralidad registrada si se está produciendo en algún tramo o punto de la línea una mortalidad de aves apreciable y significativa y las especies a las que afecta, no se contempla la necesidad de realizar pruebas específicas para la corrección de sesgos de muestreo (detectabilidad y carroñeo) que implican un esfuerzo de trabajo considerable y que en la mayoría de los casos puede considerarse fuera del alcance de seguimientos de este tipo. La siniestralidad registrada se considerará pues un indicador a la baja de la tasa de

mortalidad real. En el caso de registrarse unos valores apreciables de siniestralidad que apunten a la ocurrencia de una siniestralidad real potencialmente significativa, deberá planificarse la realización de un estudio de detalle que incluya la adecuada corrección de dichos sesgos.

Caso de estudio seguimiento PVA

L/400 kV Cabra Guadalquivir Medio (Red Eléctrica de España)

Informes anuales de noviembre 2010 y septiembre 2011. Evaluación Ambiental S.L.

Línea de 73 km de longitud que discurre por el sur de las provincias de Córdoba y Jaén.

El PVA establece la realización de un seguimiento de la siniestralidad de aves durante tres años. Se programan 8 controles anuales, coincidiendo con los periodos en los que se estima *a priori* que el riesgo de colisión puede ser mayor: abandono del nido por parte de los pollos, periodos de nieblas, condiciones de baja visibilidad... (febrero a julio, septiembre y noviembre, un muestreo cada mes).

Se muestrea la totalidad de la línea. En los transectos para localizar víctimas un observador recorre a pie el eje de la línea controlando una banda media de 20 m a cada lado, en función de la visibilidad de cada tramo atravesado.

En los 18 primeros muestreos no se registró ninguna víctima de colisión.

La nula mortalidad observada se atribuye a la baja presencia de aves, que además son poco susceptibles a la colisión (rapaces y córvidos), a la señalización que disminuye la incidencia de colisiones, y a la dificultad de muestrear en zonas con monte bajo y cereal.

3.2 ESTUDIO DETALLADO

Los estudios detallados tienen como objeto obtener la información más precisa posible sobre la incidencia de colisiones en una línea o tramo de la red, con estimaciones de siniestralidad que incluyan la corrección de sesgos debido a la no detección de víctimas por los observadores o a la actividad de los animales carroñeros. Este tipo de estudios implican un alto esfuerzo de muestreo y coste económico, por lo que se planifican sólo para aquellos casos en los que con carácter previo se tenga conocimiento de que pueda estar teniendo lugar una incidencia significativa sobre una especie o conjunto de especies en algún punto de la red. Su finalidad es reunir la información que permita estimar dicha incidencia, aplicar medidas correctoras y valorar posteriormente la eficacia de las mismas. Por ello suelen ser estudios de mayor alcance que los seguimientos PVA, implicando una mayor frecuencia de revisiones y un periodo de muestreos plurianual.

El objeto de este tipo de estudio rara vez será una línea completa, sino uno o varios tramos seleccionados por su mayor riesgo potencial para la avifauna. La longitud de los tramos de muestreo vendrá determinada por la distribución de las evidencias previas de siniestralidad de las que se tenga constancia o por la valoración que pueda hacerse del riesgo para las aves en función de las características ambientales de las zonas atravesadas. A su vez, y con el objeto de que las estimas que se obtengan sean suficientemente robustas, la duración del estudio podrá comprender más de un periodo anual y sucesivas réplicas de muestreos a lo largo de un año para reflejar una posible variación estacional en la siniestralidad. Por último, la frecuencia y número de réplicas de los muestreos a lo largo de un mismo periodo estacional y en una misma unidad ambiental dependerá del tamaño mínimo de muestra que sea necesario para conferir consistencia al análisis que pueda hacerse de los resultados. Por otro lado, la realización de pruebas de detectabilidad de los restos para la corrección de sesgos en la siniestralidad registrada frente a la realmente ocurrida, exige muestreos adicionales que se suman a los anteriores y que deben ser igualmente planificados en función de las condiciones ambientales de las zonas atravesadas por el tramo o tramos de estudio.

Dado que el objeto de este tipo de estudios suele ser la adopción de las mejores medidas correctoras adecuadas a cada caso y la valoración de su eficacia, a menudo contarán con un diseño que contemple la realización de un seguimiento previo a la adopción de medidas y otro posterior, incluyendo en paralelo el seguimiento de tramos de control bajo condiciones ambientales similares donde dichas medidas no serán aplicadas (diseño BACI: *Before-After-Control-Impact*).

Caso de estudio detallado

L/400 kV Valdecaballeros-Almaraz/Morata (Red Eléctrica de España)

A.T. Clave, 1996

Línea de 53 km de longitud entre las provincias de Badajoz y Cáceres. Fue seleccionada para un seguimiento por su posible incidencia sobre la grulla y otras aves invernantes. Se seleccionaron dos tramos que sumaban 13 km y en los que *a priori* se reconocía una mayor incidencia potencial sobre las aves.

Observadores experimentados recorrieron bimestralmente, durante un año y medio, la proyección de los dos cables más externos sobre el suelo (recorrido de ida y de vuelta por tanto).

Se realizaron experimentos de sesgos:

- Para estimar la retirada de restos por carroñeros se utilizaron 97 aves de 3 tamaños diferentes, haciendo revisiones los días 1º, 2º, 3º, 8º, 15º, 22º y 31º después de su colocación. Con los resultados se construyó una función descriptiva de la tasa de pérdida de víctimas según el intervalo entre muestreos.
- La detección de víctimas por los observadores se analizó en función de su tamaño, cobertura vegetal en que se encontraban y otros factores.

Como apoyo a este estudio se realizaron censos estacionales para estimar la abundancia de aves.

Al final del estudio se habían detectado 19 víctimas (grulla, paloma torcaz, sisón, cigüeña y buitres leonados). La mortalidad observada se corrigió con las estimas de sesgos para los observadores implicados y el periodo de muestreo correspondiente. La mortalidad estimada fue de 48 aves/km y año, y se considera elevada.

Posteriormente se señalizaron los 4 vanos con mayor incidencia de colisiones y se comprobó la eficacia de esta medida con nuevos muestreos.

3.3 VALORACIÓN EXPRES

En ocasiones puede ser necesario llevar a cabo una valoración rápida de si en un punto concreto de la red está teniendo lugar o no una incidencia significativa de accidentes de colisión de aves. A partir de evidencias directas o indirectas se puede tener conocimiento de la ocurrencia de accidentes en dicho punto, y por lo tanto puede ser necesario disponer de datos más concretos para determinar si dicha siniestralidad puede valorarse como significativa y si procede emprender un estudio detallado para su caracterización y corrección. La información previa que suscita la alarma y motiva la realización de este tipo de valoraciones exprés puede proceder típicamente de autoridades ambientales o grupos conservacionistas, pero también de indicios obtenidos en el campo por parte de operarios de mantenimiento de las líneas.

Las valoraciones exprés corresponderán en muchos casos a tramos cortos de líneas que atraviesan áreas de mayor riesgo para la fauna (es el caso típico de la aproximación de una línea a una zona húmeda o a un área de concentración de una especie propensa a la colisión), por lo que para su realización no será necesario aplicar un esfuerzo de muestreo considerable. No obstante, en algún caso podrá estimarse aplicar este tipo de estudio con carácter prospectivo a tramos más largos o incluso a sectores de la red, coincidiendo con áreas sensibles, con objeto de obtener estimaciones previas que en su caso puedan conducir posteriormente a estudios detallados de mayor alcance.

Por lo tanto, una valoración exprés se diseña típicamente para ser llevada a cabo en un intervalo de tiempo breve, para obtener registros de mortalidad acumulada en un punto o tramo de la red. Este tipo de valoraciones no entra a considerar la existencia de posibles variaciones ambientales o estacionales en la ocurrencia de accidentes, sino a constatar su ocurrencia en un punto y en un momento de máxima incidencia con objeto de poder estimar su posible significación como causa de mortalidad de las poblaciones locales de aves. Por lo tanto, no se considera la realización de réplicas ni la corrección de la siniestralidad registrada a partir de los resultados de experimento de carroñeo. En algunos casos las evidencias obtenidas con esta aproximación podrán considerarse suficientes para adoptar medidas correctoras específicas; en otros casos servirán de punto de partida para la puesta en marcha de estudios detallados.

Caso de estudio valoración exprés
Propuesta de señalización de la línea eléctrica a 220 kV Cartuja-Don Rodrigo para la protección de la avifauna (Red Eléctrica de España)
A.T. Clave S.L., 2006

Red Eléctrica promovió en 2007 un estudio de diagnóstico rápido para valorar la incidencia sobre el flamenco común (*Phoenicopterus roseus*) ocasionada por la L/220 kV Cartuja- Don Rodrigo a su paso por la Reserva Natural y ZEPA del Complejo Endorreico de Utrera, en un tramo de 5,4km de longitud.

Se realizó un único muestreo, sin ensayos de corrección de sesgos, que encontró 29 flamencos, la mayoría con una antigüedad inferior a 1 mes. Las víctimas se correspondían con flamencos adultos reproductores en la laguna de Fuente de Piedra que se alimentaban en los humedales del Guadalquivir. El 30% de la superficie bajo la línea no pudo muestrearse por estar inundada o con cultivos herbáceos de gran altura, por lo que se estimó una mortalidad de 41 aves para todo el tramo de estudio. No se llevó a cabo ninguna aproximación al cálculo de la siniestralidad real mediante la corrección de sesgos en los muestreos (detectabilidad, carroñeo, sesgo de banda).

Todo el tramo muestreado se señaló con espirales salvapájaros en el cable de tierra. Se registró una reducción del 85% en las colisiones para el conjunto de aves y del 100% para el flamenco, en un muestreo efectuado *a posteriori*.

Por último, las valoraciones exprés pueden convertirse en la aproximación más adecuada para programas prospectivos de gran amplitud territorial, cuando se trata de obtener evidencias rápidas sobre la posible existencia de puntos negros por acumulación de víctimas en determinadas áreas de interés avifaunístico, como puedan ser espacios naturales protegidos, ZEPA, etc.

3.4 ASPECTOS METODOLÓGICOS COMUNES A LOS CASOS DE ESTUDIO

Los aspectos básicos relativos a los muestreos a realizar para el seguimiento de la colisión de aves en líneas eléctricas son comunes a los distintos tipos de casos de estudio considerados. Estos aspectos comunes tienen que ver tanto con los procedimientos normalizados de captación y registro de los datos, como con el almacenamiento, tratamiento y análisis de dicha información. Son los aspectos particulares relativos al diseño general del estudio (duración, estacionalidad, frecuencia de muestreos, corrección de sesgos, etc.) los que difieren entre los distintos casos.

Los puntos comunes a tener en cuenta para los distintos casos de estudio y que conviene fijar en el desarrollo de una metodología normalizada tienen que ver con cuestiones tales como:

- la fijación de un indicio mínimo para considerar que ha tenido lugar una colisión (dado que no siempre se encuentran cadáveres completos, sino restos);
- la determinación del número mínimo de víctimas implicadas en un evento de colisión a partir de los registros encontrados;
- la determinación de la causa de la muerte de los ejemplares;
- la estimación del tiempo transcurrido desde el accidente;
- la manipulación y retirada de los restos;
- la anchura de la banda de muestreo bajo la línea;
- la anchura máxima de la banda de observación cubierta visualmente por un observador único y el tipo de recorrido necesario para cubrir la anchura total de la banda de muestreo;
- la recogida de datos relativos al muestreo efectuado y las víctimas localizadas;
- la notación normalizada de los resultados cuantitativos obtenidos con el seguimiento.

Por el contrario, son aspectos metodológicos para los que hay que considerar soluciones específicas para cada caso de estudio, en función del alcance y finalidad fijados para cada uno, los siguientes:

- la longitud y selección del tramo o tramos a muestrear;
- la estratificación del muestreo en función de las condiciones ambientales o ambientes faunísticos representados a lo largo del tramo de estudio;
- la duración total del seguimiento y la consideración o no de la estacionalidad como fuente de variación significativa en los resultados;
- la realización de réplicas de los muestreos y la frecuencia de las mismas;
- la realización de pruebas previas para determinar factores de corrección de sesgos por no detección de restos (visibilidad, carroñeo) para la estimación de la tasa de siniestralidad real.

En el cuadro siguiente se sintetizan los principales puntos comunes y divergentes entre los casos de estudio en lo que se refiere a distintos aspectos de la metodología a emplear. Se anticipa el resultado de decisiones al respecto de algunos parámetros cuya justificación se encuentra en los apartados que siguen.

Principales aspectos metodológicos comunes y divergentes entre casos de estudio

	Tipo de estudio		
	SEGUIMIENTO PVA	ESTUDIO DETALLADO	VALORACIÓN EXPRÉS
Indicio mínimo	5 plumas		
Número de víctimas	número mínimo coherente con los restos encontrados		
Causa de la muerte	colisión en todos los casos, salvo evidencia en contra		
Retirada de restos	nunca		
Ancho de banda muestreo	60m		
Ancho máximo de banda del observador	30m (recorrido en zigzag)		
Tipo de recorrido	Ida y vuelta (1 observador) / en paralelo (2 observadores)		
Longitud a muestrear	Toda la línea / tramos representativos	Tramo o tramos seleccionados	Vano o tramo concreto determinado a partir de evidencias previas
Estratificación por ambientes faunísticos /condiciones de riesgo	Si	Si	No
Duración del seguimiento	mínimo 1 año	Estacional / plurianual	Puntual
Consideración de la estacionalidad	Si	Si	No
Réplicas de muestreos	No (salvo tramos de estudio de corta longitud)	Si	No (salvo excepciones)
Estima de detectabilidad de los restos	Si	Si	Si
Experimento de carroñeo	No	Sí	No

4 ASPECTOS CLAVE A CONSIDERAR EN LA FIJACIÓN DE UNA METODOLOGÍA ESTANDARIZADA PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS DE COLISIÓN

Como resultado de la revisión bibliográfica efectuada, hemos identificado distintos aspectos relacionados con la metodología de realización de los estudios cuya adecuada consideración determina la correcta interpretación de los resultados y la comparabilidad entre los mismos. Estos aspectos, identificados como claves en la determinación de la metodología normalizada más adecuada para la realización de estudios de siniestralidad de aves en líneas eléctricas, y que por lo tanto deben ser fijados adecuadamente en la elaboración de protocolos para su replicación, son los siguientes:

1. La determinación del tipo de estudio más adecuado a cada caso. Se hará en función de las motivaciones del mismo y de los principales condicionantes para su realización.
2. El diseño general del estudio. Cada tipo de estudio se ajusta a un diseño básico que permite alcanzar sus objetivos generales. Este diseño afecta a aspectos como la selección de tramos de muestreo y su longitud, la duración del estudio, la consideración de la estacionalidad y la heterogeneidad ambiental, la frecuencia de los muestreos o réplicas, la realización de experimento de carroñeo, etc.
3. La forma de realización de los muestreos. La metodología de muestreo debe ser lo más estandarizada posible y común a todos los casos considerados; aspectos importantes en este sentido son la anchura de la banda de muestreo, el tipo de recorrido, el indicio mínimo para la cuantificación de un accidente de colisión, la determinación del número mínimo de víctimas, la interpretación de la causa de muerte, la manipulación o retirada de los restos encontrados, la forma de registro de los datos, etc.
4. La consideración de los sesgos de muestreo y su corrección. Existen una serie de sesgos intrínsecos a la realización de muestreos de detección de víctimas de accidentes que afectan a la robustez de los resultados de los estudios, a su interpretación y a su comparabilidad; se trata del sesgo de búsqueda, del sesgo de banda y del sesgo por actividad de los animales carroñeros. En función de cada caso de estudio, es necesario introducirlos de una u otra manera en la realización de las estimaciones de siniestralidad, así como diseñar experimentos específicos para su cuantificación.

5. La recogida y tratamiento de los datos. Los datos específicos de cada muestreo y los registros de víctimas encontradas deben ser recogidos y almacenados de una forma normalizada, facilitando su tratamiento y análisis posterior. Este aspecto cubre desde el formato de recogida de datos y la determinación de los valores posibles que puedan tomar los distintos parámetros en fichas de campo estandarizadas, hasta la integración y tabulación de los resultados en bases de datos normalizadas.

Los distintos trabajos revisados para este proyecto abordan estas cuestiones de forma heterogénea, constatándose una elevada diversidad en la manera en que son considerados los distintos aspectos, así como en los parámetros básicos que caracterizan la intensidad y alcance de los estudios (duración, frecuencia, estacionalidad, longitud de tramos muestreados, aplicación de correctores de sesgos, tipos de estimadores, etc.).

En los siguientes apartados se desarrollan estos aspectos a partir de las conclusiones alcanzadas con la revisión bibliográfica. En cada caso se determina de qué manera deben ser tenidos en cuenta en el diseño de unos protocolos de muestreo que conduzcan a la realización de estudios normalizados y con resultados comparables entre sí, objetivo último del presente trabajo.

4.1 DETERMINACIÓN DEL TIPO O MODELO DE ESTUDIO

La determinación del tipo de estudio a emprender más adecuado a cada caso concreto es el primer aspecto a abordar, previo a su realización. Como se ha introducido anteriormente, se consideran tres tipos básicos que obedecen a distintas circunstancias y motivaciones para su realización y que por ello comportan diseños diferenciados. La valoración por parte del promotor del estudio de estas circunstancias y motivaciones debe conducir a la elección del tipo o modelo más adecuado a cada caso. En los puntos siguientes se detallan para cada tipo de estudio las motivaciones más usuales, los casos a los que son aplicables, los objetivos que se pretenden alcanzar y las conclusiones que se pueden extraer de los mismos.

4.1.1 Seguimiento PVA

La motivación más frecuente para emprender este tipo de estudios es una exigencia al respecto contenida en el condicionado de una autorización ambiental o en el programa de vigilancia ambiental (PVA) de una línea nueva. Como consecuencia de ello, el sujeto de

estudio suele ser una línea completa recién construida, que será estudiada en su totalidad, un conjunto de tramos suficientemente representativos de la misma, o un conjunto de tramos seleccionados en función de su previsible mayor incidencia potencial sobre la avifauna; normalmente será la correspondiente autorización ambiental, el PVA del proyecto o el pronunciamiento al respecto de la administración ambiental, los que fijen inicialmente este tema.

Igualmente, este tipo de seguimiento podrá plantearse fuera del marco del PVA de proyectos, siempre que se pretenda conocer si una línea o tramo ya existentes está teniendo o no una incidencia sobre la avifauna que pueda considerarse significativa.

Los objetivos de un seguimiento PVA de este tipo son:

- determinar si en la línea objeto de estudio se producen accidentes de colisión de aves de forma apreciable;
- identificar las especies afectadas;
- localizar en su caso los vanos o tramos con mayor incidencia de accidentes;
- valorar si la incidencia registrada puede considerarse significativa a nivel general o para alguna especie de ave en particular y determinar si es necesario emprender un estudio detallado de mayor alcance;
- en su caso, proponer medidas correctoras adicionales a las consideradas en el estudio de impacto y en la autorización ambiental del proyecto para reducir dicha incidencia.

Este tipo de estudios, por definición y salvo que exista alguna exigencia en sentido contrario, no incluye la realización de un experimento para determinar la amplitud del sesgo por carroñeo, ya que este exige un esfuerzo de muestreo muy considerable y sólo encuentra justificación en el caso de que se pueda presuponer a priori una incidencia significativa sobre la avifauna.

Consecuentemente, los resultados de este tipo de seguimiento deben ser considerados indicadores de si se está produciendo o no una incidencia sobre la avifauna a nivel general o específico que pueda ser considerada significativa y sobre dónde puede estar produciéndose, pero no permiten realizar comparaciones directas entre estudios debido a las diferencias que pudieran existir entre zonas y periodos de muestreo en la intensidad de la actividad de los animales carroñeros.

Por lo tanto, las conclusiones de este tipo seguimientos serán relativas a si está produciéndose o no una mortalidad significativa de aves en la línea en cuestión, los tramos y las especies afectadas, y si es necesario o no emprender un estudio detallado para valorar de forma más precisa la siniestralidad y la eficacia de las medidas correctoras que puedan adoptarse.

4.1.2 Estudio detallado

La motivación para un estudio detallado será usualmente la constatación de que una instalación está teniendo una incidencia potencialmente significativa sobre la avifauna, por lo que es necesario hacer un esfuerzo adicional para cuantificarla, caracterizar mejor el problema y adoptar las medidas correctoras más adecuadas a cada caso. El sujeto, por lo tanto, de este tipo de estudio puede ser una línea completa, un tramo de la línea o un conjunto de tramos de líneas de un mismo entorno geográfico.

Los objetivos específicos de los estudios detallados son:

- caracterizar de forma precisa y realista la incidencia cuantitativa y cualitativa de una línea, tramo o sector de la red, en términos generales y para las distintas especies afectadas;
- valorar la importancia de distintos tipos de factores (ambiente, estacionalidad, condiciones de riesgo, etc.) sobre la magnitud y distribución de la siniestralidad estimada;
- proponer medidas correctoras adecuadas a la magnitud del problema registrado y, en su caso, realizar un seguimiento de su eficacia tras su instalación;
- obtener resultados robustos que permitan realizar comparaciones entre distintas instalaciones o ámbitos y entre las situaciones anterior y posterior a la adopción de medidas correctoras;

Este tipo de estudio exige la realización de pruebas o experimentos para la estimación de los sesgos por carroñeo y el cálculo de factores de corrección, así como para calcular la frecuencia y esfuerzo de muestreo más adecuado a cada caso. Como consecuencia, los resultados de estos estudios se pueden expresar en términos de “siniestralidad real estimada”.

Al corregir dicho sesgo dependiente de condiciones locales y puntuales, los resultados de los estudios detallados se pueden considerar más robustos y comparables entre sí, por lo que contribuyen significativamente a la valoración y cuantificación global del problema y a la priorización en la adopción de programas de medidas correctoras. Asimismo, estos estudios facilitan a largo plazo el análisis de la importancia de determinados factores de riesgo para la avifauna en general o para algunas especies que puedan verse más afectadas en particular.

Por lo tanto, las conclusiones de este tipo de estudios detallados deben tomarse como estimas de la siniestralidad ocurrida en la línea, de su distribución estacional y espacial y de su relación con factores de riesgo, y finalmente de la eficacia de las medias correctoras adoptadas. No obstante, debido a que la ocurrencia de colisiones se considera estadísticamente como un “fenómeno raro”, sujeto a una elevada variabilidad, que para su adecuada caracterización exige aplicar un ingente esfuerzo de muestreo fuera del alcance normal de este tipo estudios (Thompson 1978, Bevanger 1999), y a que igualmente las estimas de sesgos están sometidas a una variabilidad muy importante (Arnet *et al.*, 2008; Bernardino *et al.*, 2011; Warren-Hickset *al.*, 2013), actualmente se discute si los estudios basados en la cuantificación de la siniestralidad a partir de muestreos para la localización de víctimas son la mejor aproximación posible para la estimación de la tasa de siniestralidad real y si los resultados obtenidos con ellos son lo suficientemente robustos como para extraer conclusiones válidas de su comparación (Wobeser y Wobeser, 1992; Seber, 2002).

4.1.3 Valoración exprés

La motivación para la realización de una valoración exprés se encontrará usualmente en la necesidad de disponer, de forma rápida y aproximada, de una evaluación que permita conocer si en un determinado punto o sector de la red se está registrando una siniestralidad que pueda considerarse significativa. Normalmente la urgencia estará determinada por algún requerimiento de la administración ambiental o por la constatación por otras vías de que dicha siniestralidad pueda estar ocurriendo, y tiene su justificación en poder determinar, cuanto antes, si procede o no emprender un estudio detallado de mayor alcance o directamente adoptar medidas correctoras.

El sujeto de este tipo de estudios será por tanto un vano o conjunto de vanos de una misma línea, o de distintas líneas, a su paso por un área de mayor sensibilidad para la avifauna. La

identificación concreta de los vanos a muestrear estará determinada por la información previa de que se disponga y que motiva la realización del estudio.

Los objetivos específicos de las valoraciones exprés son:

- constatar de forma rápida si las informaciones o evidencias previas disponibles sobre la incidencia de mortalidad en un punto concreto de la red son acertadas;
- valorar la situación detectada en el sentido de si exige la adopción urgente de medidas correctoras o la puesta en marcha de un estudio detallado para una mejor caracterización del problema.

En aras de disponer de una información rápida sobre la incidencia a estudiar, en el marco de este tipo de seguimientos no se plantea la realización de pruebas para la corrección del sesgo por carroñeo en las estimas de siniestralidad. Los resultados se expresarán por tanto en términos de “siniestralidad registrada u observada” y no serán directamente comparables con los resultados de otros seguimientos.

4.2 DISEÑO GENERAL DEL ESTUDIO

El diseño general del estudio, una vez determinado el objeto del mismo y el tipo o modelo de seguimiento a emprender, aborda cuestiones básicas como la selección de los tramos de muestreo y su longitud, la duración del estudio, la consideración de la estacionalidad y la heterogeneidad ambiental, la frecuencia de los muestreos o réplicas, la realización de experimento de carroñeo, etc.

4.2.1 Alcance espacial del estudio

El alcance espacial del estudio de siniestralidad es el primero de los aspectos metodológicos claves a abordar en el diseño de un seguimiento. Afecta a la selección de los tramos de línea a muestrear y a su longitud.

Selección de tramos a muestrear

Las líneas de transporte de electricidad suelen ser de largo recorrido (frecuentemente de más de 50 km). Como consecuencia de ello, el estudio de líneas completas exige un esfuerzo de muestreo muy considerable, de muchas jornadas de trabajo (se estima que un

observador es capaz de muestrear eficazmente en una jornada normal de trabajo de campo un promedio de 5 km de línea de 220 a 400 kV en recorrido de ida y vuelta; ver más adelante).

Por otro lado, cuanto más larga sea una línea, mayor será la heterogeneidad ambiental representada a lo largo de su trazado, y específicamente en lo que tenga que ver con las condiciones de riesgo para la avifauna, incluyendo zonas de mayor riesgo junto con otras de riesgo menor o inapreciable cuyo seguimiento no se considere necesario.

Por lo tanto, en pocas ocasiones, salvo en el caso de líneas de corto recorrido, existe justificación suficiente para que el sujeto de un seguimiento de siniestralidad por colisión sea una línea completa; por el contrario, frecuentemente será un tramo o conjunto de tramos de la línea, seleccionados por distintos criterios, los que serán elegidos como sujeto de estudio y que serán objeto de seguimiento (“tramo de estudio”).

Dado que las condiciones de riesgo para la avifauna pueden variar mucho a lo largo de un trazado de larga longitud (APLIC, 1994, 2012), este será el factor principal a la hora de determinar qué tramos deben ser objeto de seguimiento. En líneas o tramos de largo recorrido procede realizar un análisis previo de la “heterogeneidad ambiental” representada a lo largo del trazado, identificando distintas unidades ambientales presentes, diferenciadas por las condiciones de riesgo que puedan suponer para la avifauna (presencia/abundancia de especies o grupos de especies propensas a los accidentes; concurrencia de otros factores de riesgo como relieve y fenómenos atmosféricos adversos; focos de atracción potenciales para las aves; etc.).

Este análisis puede concluir la existencia de situaciones “ambientales” manifiestamente diferentes a lo largo del trazado. La decisión de si todas o sólo algunas de estas situaciones ambientales deben quedar representadas en los muestreos debe tomarse en función del riesgo para las aves que se asocie a cada una de ellas; en este sentido, puede aceptarse que las situaciones que no supongan un riesgo de consideración para la avifauna (como puedan ser entornos urbanos o zonas muy alteradas sin presencia conocida de especies propensas a los accidentes) no sean objeto de muestreo (Atienza *et al.*, 2012), valorándose la siniestralidad potencial en los tramos coincidentes con las mismas como no significativa.

Si se reconoce la existencia de una heterogeneidad ambiental a lo largo del trazado, cada una de las unidades presentes (salvo las descartadas previamente) deberá ser objeto de seguimiento aplicando un diseño de “muestreo estratificado proporcional”. Este diseño exige

que a cada unidad ambiental corresponda un esfuerzo de muestreo proporcional a su representación a lo largo del trazado (Tellería, 1986). La superposición del trazado a las distintas situaciones ambientales reconocibles permite identificar los distintos “tramos ambientalmente homogéneos” que deben ser objeto de estudio. Estos tramos homogéneos podrán ser continuos o discontinuos, es decir, segmentados, en función del patrón de variación de las condiciones ambientales a lo largo del trazado de la línea.

Esta identificación de tramos de estudio homogéneos es un procedimiento previo especialmente aplicable al caso de los modelos de estudio “seguimiento PVA” y “estudio detallado” que impliquen trazados al menos moderadamente largos, mientras que en la mayoría de situaciones de “valoración exprés” el tramo de estudio será lo suficientemente corto como para corresponder a una única situación ambiental.

En muchos casos los tramos de estudio homogéneos resultantes seguirán siendo de larga longitud y pueden exigir un esfuerzo de muestreo muy considerable. En estas situaciones procede la selección de un subconjunto de tramos que se consideren representativos y que serán los sometidos a muestreo (“tramos de muestreo”). La selección puede hacerse de forma aleatoria o atendiendo a factores como la accesibilidad, facilidad de muestreo, etc., siempre que éstos no introduzcan un sesgo reconocible a priori en los resultados. En el caso de la existencia de distintas unidades ambientales, es la distribución final de estos tramos de muestreo la que debe ajustarse a un diseño estratificado proporcional.

Longitud mínima del tramo de muestreo

La determinación del número mínimo de kilómetros de línea que es necesario muestrear para obtener resultados que puedan considerarse representativos (longitud mínima de muestreo, tamaño de muestra mínimo o esfuerzo de muestreo mínimo) es quizá el aspecto metodológico más complejo que pueda abordarse en relación con la fijación de una metodología estandarizada para la realización de seguimientos de siniestralidad.

El fenómeno de la colisión es muy localizado en el tiempo y el espacio (AT Clave, 1995; Bevanger, 1999; APLIC, 2012) por lo que la probabilidad de detectar víctimas en un punto concreto del trazado de una línea es, por lo general, muy baja. Cuantos más kilómetros de línea sean objeto de seguimiento mayor será la probabilidad de encontrar víctimas y por lo tanto el número de registros obtenidos. Por otro lado, la realización de estimas robustas de siniestralidad por colisión, que entre otras cuestiones permitan valorar la incidencia sobre

distintas especies o grupos y bajo distintas condiciones de riesgo, exige disponer de un elevado número de registros para su análisis (Bevanger, 1999).

La determinación de la longitud mínima de muestreo debe, pues, obedecer al criterio de maximizar la probabilidad de detectar víctimas. Por lo tanto, la solución a esta cuestión es en principio simple: debe muestrearse tanta longitud de línea como sea posible, tanto más cuanto más fino sea el análisis que se quiera realizar. Así, serán otros factores, como la longitud total de la línea, la disponibilidad presupuestaria y de tiempo, y los objetivos específicos del estudio, los que determinen la longitud de muestreo más adecuada a cada caso.

La aproximación a la determinación del tamaño de muestra (entendido como el número de kilómetros de línea a muestrear) debería realizarse en cada caso por métodos estadísticos, estudiando el comportamiento de la fluctuación o variación en la tasa de siniestralidad en cada recorrido (víctimas/km) con el aumento en el tamaño de muestra (Wayne, 2004). Como esta aproximación no es posible en la mayoría de los casos de estudio en condiciones normales, la determinación de la longitud mínima de muestreo usualmente se realiza por otras vías, aunque en la mayoría de los casos los estudios consultados no reflejan cómo se ha considerado y resuelto esta cuestión.

Un parámetro con influencia decisiva en la determinación de la longitud de muestreo mínima es la longitud media de tendido revisable por un observador único, en una jornada de campo y en condiciones normales. La experiencia acumulada en la realización de estudios de estas características para líneas de 220 y 400 kV sitúa este valor en unos 5 km de línea en condiciones buenas de transitabilidad (lo que implica un recorrido total de ida y vuelta de 10 km cubriendo dos bandas de muestreo paralelas); en el caso de líneas de menor tensión y altura, que no requieren bandas de muestreo tan anchas como las anteriores (ver más adelante), este valor se duplica hasta los 10 km de línea.

Por otro lado, los valores de “siniestralidad registrada” en un conjunto de 18 estudios realizados en España varían entre 0,012 y 0,88 víctimas por kilómetro de línea prospectado (Alonso y Alonso, 1994; Alonso y Alonso, 1999; Janss, 2001; AT Clave, 2003), con una media de 0,235 aves por kilómetro (s.d. = 0,288; se han excluido del cómputo los resultados nulos y un valor extremadamente alto registrado en un estudio, de 8,7 víctimas por kilómetro). Estos valores corresponden a líneas o tramos de líneas que fueron muestreados porque a priori cabía esperar una incidencia significativa de accidentes colisión de aves, y

por lo tanto pueden considerarse altos. Estos datos nos permiten asumir que en cada muestreo de un tramo de línea de 5 km con cierta incidencia sobre la avifauna es altamente probable que el número de víctimas registrado esté comprendido entre 0 y 4 (con un promedio de 1 víctima por tramo), y que sólo en situaciones extremas de acumulación de mortalidad y con carácter local, se registren números de víctimas sensiblemente mayores.

A partir de estos datos resulta evidente que es necesario muestrear un número de kilómetros muy alto, con una elevada dedicación en jornadas de campo, para obtener un número de registros suficientemente elevado que permita realizar estimas de siniestralidad que puedan ser consideradas robustas.

Una longitud de muestreo que resulta de un compromiso asumible entre un esfuerzo de muestreo no excesivamente alto y una razonable probabilidad de encontrar víctimas (en el caso de que pueda estar teniendo lugar una incidencia significativa) se sitúa en torno a la cifra de 25 km. Con un esfuerzo de muestreo equivalente a esta longitud se puede esperar el registro de unas 5 víctimas en promedio, con un probable rango de variación situado entre 0 y 20 víctimas.

Determinación de tramos a muestrear en estudios tipo “seguimiento PVA”

Dado que el objetivo de los estudios tipo “seguimiento PVA” no es obtener estimas robustas de mortalidad ni analizar la incidencia de factores de riesgo, sino por el contrario detectar la posible existencia de una siniestralidad significativa de aves, las especies a las que pueda estar afectando y dónde pueda estar sucediendo, el esfuerzo de muestreo a aplicar deberá ajustarse a este presupuesto. La aplicación a estos casos de un esfuerzo de muestreo mínimo de 25 km implica que existe una probabilidad razonable de detectar una incidencia potencialmente significativa sobre las aves en caso de estar produciéndose.

Si la longitud muestreable de la línea de estudio, es decir, la longitud total de la misma que puede ser recorrida a pie de forma efectiva para la búsqueda de víctimas, es inferior a 25 km, no se podrá alcanzar este esfuerzo de muestreo mínimo si no es mediante la realización de réplicas del muestreo del tramo o tramos muestreables, es decir, mediante revisiones reiteradas del mismo tramo de muestreo en distintas fechas, hasta alcanzar la longitud de muestreo mínima. Estas réplicas deberían realizarse en el mismo periodo estacional, para no introducir variaciones significativas debido al cambio de las condiciones ambientales o en la presencia de aves, y con un lapso de tiempo entre ellas que podrá ser mayor o menor en función del número de réplicas necesarias, con un mínimo de 2 semanas

(preferentemente 3) para garantizar que en dicho periodo tenga lugar una acumulación de víctimas suficiente desde la revisión anterior (ver más adelante la discusión relativa a la determinación del intervalo de muestreo óptimo).

En el caso de líneas largas es probable que existan distintas situaciones ambientales representadas a lo largo del trazado, y que se puedan reconocer mayor número de tramos homogéneos a lo largo del mismo. Para que la longitud de muestreo no se vea disminuida apreciablemente para cada situación homogénea, la longitud total efectiva de muestreo debería incrementarse en estos casos. En este sentido, se considera que un esfuerzo de muestreo mínimo de 25 km es adecuado a todos los casos de seguimiento PVA, salvo los correspondientes a tramos de estudio de más de 50 km, casos en los que el esfuerzo de muestreo debería ser equivalente al menos al 50% de su longitud (siempre que la longitud del tramo muestreable lo permitiera), para ser considerado suficientemente representativo.

En todos los casos el esfuerzo de muestreo debería distribuirse de forma proporcional entre los distintos tramos ambientalmente homogéneos identificados para la línea o tramo de estudio. Del reparto del esfuerzo de muestreo entre los distintos tramos homogéneos resultará la identificación de los tramos de muestreo que serán sometidos a revisión. Si el número de tramos ambientalmente homogéneos a considerar resultara elevado, el esfuerzo de muestreo a aplicar a cada uno pudiera resultar insuficiente, por lo que en estos casos el esfuerzo de muestreo total a aplicar debería ser sensiblemente superior al mínimo prefijado.

Determinación de tramos a muestrear en “estudios detallados”

En el caso de un “estudio detallado” la situación de partida es distinta a la de un “seguimiento PVA”, puesto que se pretende obtener un conjunto de datos que permita realizar estimas robustas de la siniestralidad y de los factores que la determinan. Consecuentemente, el esfuerzo de muestreo a aplicar debe ser proporcional a la calidad de los resultados que se deseen obtener. Por otro lado, para aplicar correctamente coeficientes de corrección de sesgos debido a los carroñeros, deberían realizarse distintas réplicas de los muestreos (ver más adelante), y dado que en la mayoría de los casos de estudio detallado el tramo o tramos de estudio serán de corta longitud, la realización de réplicas para alcanzar un esfuerzo de muestreo mínimo puede resultar inexcusable.

Dados estos presupuestos, se considera adecuado programar un esfuerzo de muestreo basado en la realización de sucesivas réplicas del muestreo del tramo de estudio, de forma que se maximice la probabilidad de detectar víctimas. Se considera adecuado fijar en 5 el

número de réplicas a efectuar. En el caso de líneas cortas, con longitud de tramo muestreable inferior a 5 km, se muestreará la totalidad del mismo en cada réplica. En el caso de líneas de mayor longitud, y con el objeto de que no se incremente desmesuradamente el esfuerzo a aplicar, se podrán seleccionar para el muestreo sub-tramos representativos del tramo de estudio, siempre que se garantice una cobertura de al menos el 50% de la longitud de dicho tramo de estudio y un esfuerzo de muestreo total mínimo de 25 km.

Dado que el esfuerzo de muestreo así programado se basa en la realización de sucesivas réplicas, este diseño permite testar, a partir del análisis de la varianza del número de víctimas, si el esfuerzo que se está aplicando se puede considerar adecuado o por el contrario es insuficiente y debe ser incrementado.

Por último, hay que destacar que esta determinación del esfuerzo de muestreo debe realizarse de forma independiente para cada periodo (estacional o anual) y unidad ambiental que se quiera caracterizar con el estudio detallado. En caso de considerarse distintos periodos estacionales o anuales, debe procurarse que los tramos de muestreo sean siempre los mismos.

Tramos a muestrear en estudios tipo “valoración exprés”

En el caso de las “valoraciones exprés” no cabe plantear la determinación de la longitud mínima de línea a muestrear, ya que por las propias características de este tipo de aproximación, se muestreará todo el tramo de estudio (excluyendo los vanos no muestreables), el cual normalmente será revisado en una única ocasión. Es recomendable que el tramo de estudio se vea ampliado con, al menos, los vanos inmediatamente anterior y posterior, para constatar que efectivamente la incidencia que motiva la “valoración exprés” se acota efectivamente al tramo seleccionado.

4.2.2 Duración del estudio

Una vez establecida la necesidad o conveniencia de llevar a cabo un seguimiento de la siniestralidad de aves por colisión en una línea, tramo o punto de la red, un aspecto relevante a determinar en su diseño es el alcance temporal del mismo, esto es, su duración entendida como el periodo durante el que se recaban datos de siniestralidad de aves, así como la distribución de los muestreos a lo largo de este tiempo.

La presencia de aves y la concurrencia de factores de riesgo en el entorno de una línea eléctrica no son por lo general constantes, sino que presentan importantes fluctuaciones estacionales e incluso interanuales, lo que obliga a una adecuada consideración de estos aspectos en el diseño de los estudios de seguimiento de la colisión.

Estacionalidad

En nuestras latitudes, una fuente de variación significativa en la presencia de aves y en los factores de riesgo para las mismas tiene que ver con la estacionalidad (Bevanger, 1999). Esta estacionalidad es inherente al ciclo de vida de las especies y a los ciclos en los hábitats naturales y cultivos y a su capacidad de acogida para las aves; en otros casos, tiene que ver con la incidencia de factores externos como las condiciones atmosféricas (incidencia de nieblas o vientos fuertes racheados), la actividad humana, etc.

A grandes rasgos, se pueden reconocer al menos dos grandes periodos en el ciclo anual de las aves que reflejan situaciones por lo general objetivamente diferentes en lo que se refiere a la abundancia y comportamiento de estas especies: la invernada y el periodo de reproducción. Al margen de este patrón general, la incidencia de factores locales puede introducir variaciones en lo que se refiere a la duración de los periodos, las fechas de transición de uno a otro o incluso en la diferenciación de periodos estacionales adicionales (por ejemplo, el paso migratorio de algunas especies o los periodos de dispersión postnupcial y juvenil).

Como consecuencia de esta marcada estacionalidad en el ambiente y en la presencia de especies de aves propensas a los accidentes de colisión, en la mayoría de los casos de estudio es esperable una variación significativa en la incidencia de accidentes a lo largo del año (Mathiasson, 1999; Garrido y Fernández- Cruz, 2003; APLIC, 2012). En la medida en que un seguimiento tenga una duración mínima de un ciclo anual completo esta estacionalidad puede quedar interiorizada en los resultados del muestreo; por el contrario, con periodos de seguimiento de menos de un año es posible que los resultados adolezcan de robustez y representatividad suficientes si el patrón temporal de distribución de los muestreos no se ajusta al patrón estacional existente (Thompson, 1978).

Con el objetivo de obtener estimaciones robustas y datos comparables entre estudios es importante procurar que el patrón de muestreos se adapte al ciclo estacional de presencia de aves y ocurrencia de factores de riesgo. En este sentido, dependiendo de los distintos casos de estudio caben diferentes aproximaciones. Así, en los casos de seguimientos tipo

PVA y estudios detallados es razonable que el muestreo se programe sobre la base de cubrir, como mínimo, un ciclo anual completo, con el objeto de interiorizar y reflejar dicha variación intra-anual o estacional; por el contrario, en el caso de las valoraciones expresas esta consideración carece de sentido al basarse este tipo de estudios en un muestreo “instantáneo”, lo que no excluye la consideración de la estacionalidad, ya sea a la hora de programar el momento del año en el que se realiza el muestreo, o a la hora de interpretar y valorar los resultados.

En el caso de los estudios de mayor alcance temporal, el diseño del seguimiento debe partir del reconocimiento previo de la existencia o no de una estacionalidad significativa. En caso afirmativo, cada uno de los periodos estacionales identificados debe ser objeto de muestreo para reflejar la posible variación que pueda existir (muestreo pluri-estacional). No obstante, en algunos casos de estudio concretos, un seguimiento puede estar orientado a caracterizar la siniestralidad de una especie o conjunto de especies con presencia en la zona únicamente durante un periodo del año (invernantes, estivales, migratorias, etc.), por lo que no necesariamente debe tener un alcance anual completo (muestreo estacional). Finalmente, en otros casos puede ser admisible la realización de muestreos de alcance menor al año, aun reconociendo la existencia de fluctuaciones estacionales significativas, si lo que se pretende obtener es un valor de siniestralidad durante un periodo determinado de mayor riesgo para las aves o si la disponibilidad de recursos es escasa y el número total de muestreos a realizar limitado; en estos casos, es necesario identificar previamente dicho periodo y distribuir los muestreos a lo largo del mismo con el objeto de realizar estimas de máxima incidencia anual (muestreo de máximos).

En todos los casos, es relevante que los resultados y conclusiones del estudio que se lleve a cabo contemplen la existencia o no de una estacionalidad significativa en el riesgo de colisión y valoren la manera en que dicha estacionalidad queda o no interiorizada por el diseño del seguimiento planteado.

Por último, la estacionalidad también puede reflejarse en la incidencia de algunos factores responsables de la introducción de sesgos significativos en los resultados del seguimiento, tales como la detectabilidad de las víctimas por el estado de la vegetación, la actividad de los animales carroñeros, etc. Consiguientemente, la influencia de la estacionalidad también deberá ser considerada en la estimación de estos sesgos (ver más adelante).

Duración del seguimiento

Muchos de los factores que determinan la mayor o menor incidencia de colisiones de aves contra líneas eléctricas presentan fluctuaciones interanuales que se atribuyen a cambios en el ambiente local, los cuales determinan a su vez cambios en la presencia de aves y en la siniestralidad registrada (Brown y Drewien, 1995). Estas fluctuaciones pueden deberse a diversas causas:

- ▶ variaciones interanuales en la capacidad de acogida para las aves de los hábitats atravesados por el trazado; por ejemplo humedales con fluctuaciones hídricas significativas, cambios en tipos de cultivos, etc.;
- ▶ oscilaciones interanuales en los efectivos poblacionales; por ejemplo, en el caso de algunas especies con patrones de movimientos invernales variables;
- ▶ influencia de factores locales que determinan una mayor o menor afluencia de aves al entorno de una línea, como cambios en usos del suelo, apertura o cierre de vertederos y otros focos de atracción, fluctuaciones en especies presa, etc.

La mayoría de los estudios de siniestralidad de aves que se realizan son de corto alcance (periodo de muestreo igual o inferior a un año) y por lo tanto no reflejan estas posibles fluctuaciones interanuales que en algunos casos pueden llegar a ser significativas (Brown y Drewien, 1995; Shobrak, 2012). Es posible determinar a priori en cada caso de estudio si la importancia de estas fluctuaciones puede ser mayor o menor, a partir de un análisis básico de las características de los hábitats faunísticos atravesados por la línea a estudiar, de las especies de aves presentes en la zona y de si están o no presentes en la zona factores de riesgo de incidencia interanual.

En aquellos casos en los que se presuma una componente interanual significativa en la presencia de aves o de factores de riesgo para las mismas, los estudios deberían contar con periodos de seguimiento plurianuales con el objeto de reflejar dicha variabilidad. Este periodo podrá ser continuo (dos o más años seguidos) o discontinuo (años no consecutivos). Por el contrario, cuando no se identifique la concurrencia de este tipo de factores, la realización de seguimientos de alcance anual (o incluso menor en algunos casos, como se ha comentado en el apartado anterior) puede ser admisible.

No siempre se cuenta con las condiciones adecuadas que permitan prolongar un seguimiento durante más de un periodo anual; por lo que en estos casos es relevante que en el marco del estudio quede claramente determinado si en el entorno del ámbito de la línea pueden esperarse fluctuaciones significativas en la presencia de aves o en las condiciones de riesgo para las mismas, y en su caso, la identificación de estas condiciones de riesgo fluctuantes. Este aspecto puede resultar especialmente importante para poder valorar los resultados del seguimiento y la variabilidad esperable en los mismos.

Todos los estudios de seguimiento deberían contar pues con un apartado específico de identificación y valoración de la importancia de estos factores de incidencia fluctuante y unas conclusiones al respecto de en qué medida pueden haber sesgado los resultados obtenidos durante el periodo de seguimiento, y por lo tanto si éste se considera un periodo "típico" en lo que se refiere a la incidencia de los mismos. Este aspecto se interpreta como primordial para establecer en qué medida los resultados aportados por el estudio pueden ser comparables.

Frecuencia de muestreo

En la mayoría de los casos de estudio (seguimiento PVA y estudios detallados), el seguimiento de la siniestralidad de aves en una línea o tramo de línea consistirá en la realización de muestreos reiterados a lo largo de un periodo de duración previamente determinado. La reiteración de muestreos a lo largo del seguimiento puede tener como objeto reflejar las variaciones interanuales o estacionales en la presencia de aves y condiciones ambientales en torno a la línea de estudio, tal como se ha tratado en los apartados precedentes; por otro lado, en el caso de líneas de corta longitud muestreable, la reiteración de muestreos en un mismo periodo estacional puede tener como objetivo disponer de un número de réplicas suficiente que permita extraer resultados robustos en relación con la ocurrencia de accidentes, dada la baja frecuencia previsible de ocurrencia de los mismos.

Por otro lado, debido a la influencia de factores externos, como la actividad de los animales carroñeros y la propia descomposición de los cadáveres, la permanencia bajo el trazado de la línea de estudio de las víctimas no es indefinida (De Vault *et al.*, 2003; Ponce *et al.*, 2010). Este hecho determina la necesidad de realizar muestreos frecuentes de un mismo objeto de estudio (tramo o línea), incluso para periodos de tiempo durante los que no se prevea una variación significativa en las condiciones ambientales, si se quiere incrementar

la probabilidad de detectar las víctimas. Una frecuencia de muestreo alta determina una menor pérdida de evidencias de colisión, y por lo tanto una menor importancia de sesgos debidos a factores externos, y contribuye a una mayor robustez de los resultados.

En términos generales, cuanto mayor se prevea la importancia de los sesgos debidos a factores externos, mayor debería ser la frecuencia de muestreo a considerar en un seguimiento (Bernardino *et al.*, 2011). En este sentido, puesto que la tasa de desaparición de restos varía entre grupos de especies de aves en función de su tamaño y palatabilidad para carroñeros, un análisis previo de la composición de la comunidad faunística del ámbito y una previsión de las posibles especies afectadas por la colisión, son aspectos relevantes a considerar en la determinación de la frecuencia de muestreos (Bevanger, 1999). Esta frecuencia debería responder idealmente en cada caso a un periodo de tiempo entre muestreos consecutivos que permitiera detectar en cada revisión el mayor porcentaje de víctimas posible, y por lo tanto sería el resultado de un equilibrio entre los recursos disponibles (que condiciona el número máximo de réplicas posibles para un periodo de tiempo homogéneo) y la tasa de desaparición de restos con el tiempo, que es variable entre grupos de especies; puesto que en términos estadísticos la ocurrencia de colisiones se puede considerar un fenómeno raro, cuanto más reducido sea el intervalo de muestreo, más improbable será que se detecte.

Teniendo en cuenta lo anterior, la frecuencia de muestreo adecuada para un caso de estudio concreto en un periodo estacional determinado dependerá de los grupos de especies focales objeto de dicho estudio, debiendo ser más alta para especies pequeñas y más palatables para los animales carroñeros y más baja en el caso de especies mayores y menos palatables (Ponce *et al.*, 2010). Dado que en la mayoría de los casos interesa caracterizar la incidencia de la colisión sobre un amplio conjunto de especies de distinto tamaño y palatabilidad para los animales carroñeros y no es posible predecir a priori las preferencias de éstos sobre cadáveres de unas u otras especies de aves, conviene la consideración de un procedimiento estándar aplicable a la mayoría de las situaciones posibles. Este procedimiento consiste en la adopción de una frecuencia de muestreo mínima que maximice la relación entre la probabilidad de detección de víctimas y el esfuerzo a realizar, así como en la corrección de los valores de “siniestralidad registrada” por un factor que tenga en cuenta la actividad de los carroñeros (“siniestralidad estimada”). Este factor de corrección deberá ser estimado a partir de los resultados de pruebas previas a realizar en el mismo entorno de la línea a estudiar (experimento de carroñeo), o sólo

excepcionalmente y con mucha cautela, a partir de referencias obtenidas de la bibliografía que se puedan considerar aplicables al caso en estudio.

4.2.3 Esfuerzo de muestreo total

El esfuerzo de muestreo total a aplicar en un estudio concreto se define como el número de kilómetros de línea que es necesario revisar para alcanzar los resultados esperados para el mismo. Como se ha concluido en los apartados anteriores, este esfuerzo de muestreo debe ser considerable, teniendo en cuenta la baja frecuencia de ocurrencia de accidentes, y exige tener que revisar un elevado número de kilómetros de línea en la mayoría de los casos.

Por convención, consideramos que la “unidad de muestreo” de un estudio de colisión está constituida por el tramo de línea, continuo o discontinuo, revisable en una misma jornada por un observador único en un recorrido de ida y vuelta a pie. Esta unidad de muestreo tenderá a tener en promedio y en condiciones de transitabilidad favorables una longitud de 5 km para líneas de 220 o 400 kV y de 10 km para líneas de menor tensión con recorrido de sólo ida (según estimaciones realizadas a partir de resultados de diversos estudios previos). Esta longitud coincide con la máxima recomendada para ser efectuada por un observador único para evitar los efectos de la fatiga sobre la habilidad para detectar restos (Atienza *et al.*, 2011). En condiciones de peo transitabilidad la velocidad de progresión del observador se reduce, por lo que cabe considerar unidades de muestreo de 4 km de longitud o incluso inferiores.

El esfuerzo de muestreo adecuado a cada caso de estudio puede alcanzarse mediante la revisión de tramos consecutivos del trazado a lo largo de varias jornadas de trabajo o mediante sucesivas réplicas de muestreo de un mismo tramo con intervalos de tiempo determinados entre los mismos (este caso es el obligado en el caso de líneas de corto recorrido). En todos los casos debe considerarse si existe una estacionalidad significativa, que implique la necesidad de aplicar un esfuerzo de muestreo suficiente en cada periodo, y una heterogeneidad ambiental, que obligue a la distribución de los muestreos de una forma estratificada entre las distintas unidades reconocibles (seguimiento PVA) o a la multiplicación del esfuerzo de muestreo por el número de unidades ambientales que se consideren (estudio detallado)

Por lo tanto, el esfuerzo de muestreo estacional puede calcularse como el resultado de la siguiente ecuación:

$$EME = L * R * H$$

y el esfuerzo de muestreo total a aplicar en el estudio como:

$$EMT = EME * E * A$$

donde:

- EME = esfuerzo de muestreo estacional (en km)
- EMT = esfuerzo de muestreo total (en km)
- L = longitud del tramo o tramos de línea a muestrear
- R = número de réplicas en el muestreo
- H = número de unidades ambientales homogéneas (en seguimientos PVA se considera $H=1$).
- E = número de periodos estacionales a muestrear
- A = duración del seguimiento en periodos anuales

En el caso de estudios tipo “seguimiento PVA”, para un mismo periodo el esfuerzo de muestreo a aplicar se puede alcanzar bien muestreando en una única ocasión un número suficiente de kilómetros de la línea en cuestión que iguale el esfuerzo mínimo, o bien mediante la realización de muestreos sucesivos (repeticiones) de un mismo tramo. Este último será el caso de los estudios con tramos de muestreo de longitud inferior a la longitud mínima de muestreo considerada necesaria (25 km).

En este tipo de estudios, el esfuerzo de muestreo estacional (EME) debe alcanzar, al menos, la longitud mínima recomendada de 25 km en cada periodo estacional que se quiera caracterizar. En el caso de líneas o tramos de estudio suficientemente largos, el esfuerzo de muestreo mínimo se alcanzará preferentemente mediante el muestreo de tramos de la línea seleccionados por su representatividad. La distribución del esfuerzo de muestreo entre unidades ambientales homogéneas será proporcional a la representación de las mismas a lo largo del trazado, y la consideración de las variaciones estacionales e interanuales determinará la repetición del muestreo completo en cada periodo estacional y anual.

En el caso de los “estudios detallados”, la obligada realización de réplicas de los muestreos, determina que la fijación del intervalo entre muestreos tenga una importancia decisiva, ya

que puede condicionar la probabilidad de encontrar un mayor o menor número de víctimas (que dependerá del tiempo transcurrido desde la colisión y de la actividad de los animales carroñeros). Por el contrario, en los estudios tipo “seguimiento PVA”, tanto por la mayor longitud previsible de los tramos de estudio como porque no se pretende en principio realizar un análisis detallado de los datos, la repetición de muestreos estará condicionada principalmente por la estacionalidad, y en su caso, por la plurianualidad de la duración del estudio, siendo el intervalo de muestreo un factor secundario en cuanto a la repetición de los muestreos.

De acuerdo con las anteriores consideraciones, el esfuerzo de muestreo total a aplicar en cada caso de estudio se determinará de la siguiente manera:

Seguimiento PVA:

► Longitud del tramo a muestrear:

- en tramos de estudio ≤ 25 km: la totalidad del mismo;
- en tramos de estudio > 25 km: 50% de su longitud, con un mínimo de 25 km.

► Número de repeticiones:

- tramo muestreable ≤ 25 km: las necesarias para alcanzar el esfuerzo de muestreo mínimo de aproximadamente 25 km en cada periodo estacional y anual (con un máximo de 5 réplicas);
- tramo muestreable > 25 km: las que correspondan en función del número de periodos estacionales y anuales a considerar.

► Estacionalidad:

- se determinará previamente el número de periodos estacionales diferenciados que deben quedar recogidos por el seguimiento;
- a cada periodo se aplicará el esfuerzo de muestreo estimado en función de los puntos anteriores.

► Duración en años:

- se determinará previamente la necesidad de que el seguimiento se prolongue durante más de un periodo anual en función de las fluctuaciones predecibles en las condiciones ambientales;
- en cada periodo anual, el esfuerzo de muestreo será el que se determine a partir de los puntos anteriores.

► Intervalo entre muestreos:

- repeticiones para alcanzar la longitud mínima de muestreo (25 km): en estos casos conviene considerar un intervalo que permita distanciar los muestreos lo suficientemente entre sí, pero dentro del mismo periodo estacional; se considera adecuado un intervalo entre muestreos de 3 semanas (mínimo 2 semanas en el caso de tramos cortos en los que haya que realizar 5 repeticiones en un periodo de 3 meses o menos);
- replicas estacionales e interanuales: no es relevante, salvo por la consideración de un intervalo suficiente entre muestreos consecutivos (mínimo 3 meses).

Estudio de detalle:

► Longitud del tramo a muestrear:

- prefijada con anterioridad con la información disponible sobre la incidencia conocida sobre la avifauna o la concurrencia de factores de riesgo;
- en el caso de tramos de estudio de ≤ 5 km, se muestreará la totalidad del mismo;
- en el caso de tramos de estudios > 5 km podrá procederse a seleccionar tramos representativos a muestrear para no incrementar excesivamente el esfuerzo de muestreo, cuya longitud total deberá ser al menos igual al 50% de la longitud del tramo de estudio, y siempre que el esfuerzo de muestreo a aplicar no sea inferior a 25 km;
- cada tramo de muestreo corresponderá a una única unidad ambiental; la existencia de más de una unidad ambiental diferenciada a lo largo del tramo de estudio obliga a determinar de forma independiente el tramo de muestreo correspondiente a cada una.

► Número de réplicas:

- mínimo de 5 réplicas.

► Intervalo entre réplicas:

- el intervalo entre réplicas de un muestreo será aquél que maximice la probabilidad de detectar las víctimas en función de su tasa de desaparición tras el accidente (variable en función de las condiciones ambientales); por lo tanto, este intervalo será determinado expresamente para cada estudio a partir del tiempo medio de permanencia de restos bajo la línea obtenido en el experimento de carroñeo, aunque con carácter general y en ausencia de dicha estimación, se considerará un intervalo mínimo de 2 semanas.

► Estacionalidad:

- se determinará previamente el número de periodos estacionales diferenciados que deben quedar recogidos por el seguimiento;
- a cada periodo se aplicará el esfuerzo de muestreo estimado en función de los puntos anteriores.

► Duración en años:

- se determinará previamente la necesidad de que el seguimiento se prolongue o no durante más de un periodo anual en función de las fluctuaciones predecibles en las condiciones ambientales;
- en cada periodo anual, el esfuerzo de muestreo será el que se determine a partir de los puntos anteriores.

Valoración exprés:

► Longitud del tramo de muestreo:

- prefijada con anterioridad en función de la información disponible sobre la incidencia conocida sobre la avifauna o la concurrencia de factores de riesgo.

▶ Número de réplicas:

- no aplicable.

▶ Intervalo entre muestreos:

- no aplicable.

▶ Estacionalidad:

- no aplicable.

▶ Duración en años:

- no aplicable.

Principales parámetros del muestreo y esfuerzo de muestreo en los distintos casos de estudio

	Estudio PVA	Estudio de detalle	Valoración exprés
Longitud del tramo de muestreo	Línea o tramo de estudio < 25 km → 100% de la longitud Línea o tramo de estudio > 25 km → 50% de la longitud (min. 25 km)	Línea o tramo de estudio < 5 km → 100% de la longitud Línea o tramo de estudio > 5 km → 50% de la longitud, mínimo	Según información previa disponible
Número de réplicas	Tramo muestreable < 25 km → las necesarias para alcanzar 25 km de esfuerzo de muestreo en cada periodo estacional y anual Tramo muestreable > 25 km → las correspondientes por número de periodos estacionales y anuales considerados	5 réplicas, mínimo	No aplicable
Intervalo entre muestreos/réplicas	Réplicas para alcanzar la longitud mínima de muestreo: el que permita distanciar los muestreos suficientemente entre sí, pero dentro del mismo periodo estacional; por ej. 2 o 3 semanas Replicas estacionales e interanuales: intervalo suficiente entre muestreos consecutivos (mínimo 3 meses)	Según tiempo medio de permanencia de restos obtenido en el experimento de sesgos	No aplicable
Estacionalidad	Se determina previamente el número de periodos ambientales diferenciados Se aplica a cada periodo el esfuerzo de muestreo estimado en función de los puntos anteriores	Se determina previamente el número de periodos ambientales diferenciados Se aplica a cada periodo el esfuerzo de muestreo estimado en función de los puntos anteriores	No aplicable
Interanualidad	Se determina previamente la necesidad de que el seguimiento se prolongue más de un periodo anual En cada periodo anual, el esfuerzo de muestreo será el determinado a partir de los puntos anteriores	Se determina previamente la necesidad de que el seguimiento se prolongue más de un periodo anual En cada periodo anual el esfuerzo de muestreo será el determinado a partir de los puntos anteriores	No aplicable
Variabilidad ambiental	Muestreo estratificado	Se determinan previamente las unidades ambientales Se aplica a cada unidad ambiental el esfuerzo de muestreo estimado en función de los puntos anteriores	No aplicable

4.3 REALIZACIÓN DE LOS MUESTREOS

La metodología de realización de los muestreos para la detección de víctimas debe ser lo más estandarizada posible y común a todos los casos de estudio considerados. En este sentido son aspectos importantes que hay que determinar: la anchura de la banda de muestreo, el tipo de recorrido, el indicio mínimo para la cuantificación de un accidente de colisión, la determinación del número mínimo de víctimas, la interpretación de la causa de muerte y del tiempo transcurrido desde la misma, la manipulación o retirada de los restos encontrados, la forma de registro de los datos, etc.

El procedimiento de realización del muestreo consiste básicamente en que uno o varios observadores recorren a pie un tramo de línea, siguiendo un trayecto definido e inspeccionando visualmente una banda de muestreo centrada en el eje del tendido. Los observadores deben registrar todos los restos de aves que localicen.

4.3.1 Unidad básica de muestreo

La realización de un muestreo requiere un tiempo determinado que depende de la longitud de la línea o tramo a estudiar y de la velocidad de progresión de los observadores bajo la línea. Teniendo en cuenta todos los condicionantes que se involucran en la realización de los muestreos, esta velocidad de progresión se ha estimado, a partir de los resultados de múltiples experiencias previas, en un promedio de 5 km de línea por jornada de trabajo para un observador único en un recorrido de ida y vuelta realizado en zigzag (ver más adelante) en condiciones de buena transitabilidad (4 km o menos en condiciones de transitabilidad menos favorables). Como consecuencia de ello, en el caso de que un estudio corresponda a una línea o tramo de largo recorrido, el muestreo deberá fraccionarse para ser realizado en distintas jornadas o por distintos observadores. Cada uno de estos subtramos o segmentos en que es necesario fraccionar una línea larga para su estudio constituye una unidad básica de muestreo; estas unidades pueden ser o no de igual longitud en función de las condiciones del terreno y de la longitud de la línea, pero que en promedio tenderán a medir unos 5 km (menos en condiciones difíciles de transitabilidad). Por otro lado, este valor se corresponde con la longitud de muestreo máxima por día que se recomienda para un observador único con el objetivo de evitar los efectos del cansancio en la probabilidad de detección de víctimas (Atienza *et al.*, 2011). Cada unidad resultante puede integrar representaciones de una o más unidades ambientales diferenciadas, cuya distribución a lo largo del mismo debe quedar claramente identificada, aunque es preferible que, para

facilitar la organización y el tratamiento de los datos, cada unidad de muestreo se corresponda con una única unidad ambiental.

Idealmente cada unidad de muestreo debería ser muestreada de forma continua, pero en ocasiones la existencia de dificultades para el muestreo determina que esto no sea posible y sea necesario fraccionar a su vez estas unidades para su recorrido, sin que se pierda por ello la integridad de la unidad de muestreo, siempre que los mismos sean efectuados en una misma jornada.

La unidad básica de muestreo se define por tanto como el segmento de línea que es muestreable, de forma continua o discontinua, por uno o más observadores, en una misma jornada de trabajo. Estos segmentos tenderán a tener en promedio una longitud aproximada de 5 km o menor (dependiendo de las condiciones de transitabilidad), y los datos que se recojan para los mismos con el muestreo se tratarán como un único bloque de información a la hora de su almacenamiento y procesado.

4.3.2 Anchura de la banda de muestreo

La banda de muestreo es la superficie que el observador u observadores inspeccionan visualmente bajo los cables de la línea durante el muestreo, registrando todos los restos detectados. Esta banda de muestreo se extiende con igual margen a ambos lados del eje de la línea, y su anchura para un estudio concreto debe determinarse en función de la separación entre los cables más externos de la línea y la altura de los conductores sobre el suelo, procurando cubrir el máximo de terreno posible con el menor esfuerzo necesario para minimizar la pérdida de restos por efecto del denominado sesgo de búsqueda (ver apartado 4.4.2).

La determinación de la anchura de la banda de muestreo más adecuada no ha sido objeto de experimentación exhaustiva, existiendo en la bibliografía una gran variación entre los valores considerados en los estudios. Una revisión realizada por Barrientos et al. (2011) recoge anchos de banda en el rango de 20 a 100 m, con una media de 63 m (n=14), mientras que Hunting (2002) recoge anchos de banda en el rango de 50 a 150 m, con un valor medio de 83 m (n= 26). En algunos casos el ancho de banda se determina de forma arbitraria, y en otros en función de la tensión de la línea de estudio, al relacionarse ésta con la separación entre los cables del tendido y su altura sobre el suelo.

En general, la dispersión de los restos de aves colisionadas en relación con el eje de la línea es escasa, tendiendo a concentrarse éstas a poca distancia de la proyección de los cables. Bevanger (1999) concluye en una revisión de trabajos sobre el tema que la mayor parte de los cadáveres permanecen probablemente a menos de 15 m del conductor exterior, mientras que de otros estudios se desprende igualmente que la distancia media de los restos encontrados a la proyección de los conductores es escasa y que una banda de muestreo de 100 m de anchura cubre en la mayoría de los casos la mayor parte de los restos de víctimas localizados (Bevanger, 1995a; Janss, 2000; de la Zerda y Roselli, 2003). No obstante, en otros casos y para especies concretas, se han registrado distancias de dispersión sensiblemente superiores (Frost, 2008).

En el marco del proyecto P.I.E. titulado Análisis de Impactos de Líneas Eléctricas sobre la Avifauna de Espacios Naturales Protegidos (AT Clave, 1995), se adoptó un ancho de banda de 100 m como adecuado para líneas de 220 kV y 400 kV. Este valor es ligeramente inferior al recomendado por Gauthereaux (1996), que aconseja sumar a esta distancia la anchura existente entre conductores, pero muy superior a la considerada por el protocolo que utiliza en Portugal el Instituto da Conservação da Natureza e Biodiversidade, que suma tan sólo 5 m a cada lado de la proyección más externa de los cables.

Del análisis de los datos obtenidos de un conjunto de estudios llevados a cabo en España con la misma metodología (ancho de banda de muestreo de 100 m) y en diferentes condiciones ambientales (península y Canarias), se deduce que en el caso de líneas de 220 kV y de menor tensión, el 81,1% de los restos se localizan a distancias de 30 m de la línea o inferiores. En estos estudios la relación entre la anchura límite de la banda de muestreo y el porcentaje de víctimas encontradas se sitúa en 0,75 para bandas de muestreo de anchura \leq 60 m y en 2,11 para bandas de anchura de entre 60 y 100 m. Se deduce que el esfuerzo de muestreo necesario para encontrar una víctima es 2,81 veces superior en el ancho de banda situado entre 30 y 50 m a cada lado de la línea que en el ancho de banda comprendido por debajo de los 30 m desde la línea.

Parece razonable asumir una anchura de banda de muestreo fija para todos los estudios de casos similares en lo que se refiere a la tensión de la línea a estudiar y a la altura de los cables sobre el suelo: líneas de transporte de 66 kV o superior. En este sentido, el valor que se considera más adecuado, según la bibliografía consultada y la relación entre el esfuerzo que es necesario aplicar y la probabilidad de encontrar víctimas, es el de una anchura de banda de muestreo de 60 m.

No obstante, hay que tener en cuenta que bajo determinadas circunstancias, como puedan ser el paso de la línea en estudio por una calle de seguridad abierta en zona forestal u otras que limiten considerablemente la visibilidad o el acceso, resultará imposible o inconveniente adoptar un ancho de banda de muestreo de 60m; en estos casos es recomendable adoptar el ancho de banda máximo que permitan las circunstancias en los tramos con dificultad de muestreo.

4.3.3 Anchura de la banda de observación

Una banda de muestreo de 60m de anchura no puede ser cubierta eficazmente por un observador único en su progresión bajo los cables de una línea. Se define por tanto el ancho de la banda de observación óptimo como aquel que, pudiendo ser cubierto por un observador único, minimiza la probabilidad de no detectar restos presentes. Cuanto mayor sea el ancho de banda de observación, mayor será la probabilidad de que el observador no localice restos y mayor la importancia del sesgo de búsqueda. Cuanto menor sea el ancho de la banda de observación, mayor será el esfuerzo necesario para cubrir la totalidad de la banda de muestreo.

La anchura óptima de la banda de observación todavía no ha sido objeto de análisis a fondo (Yee, 2007). Los valores utilizados en la bibliografía son muy diversos, estando comprendidos entre un mínimo de 2-3 m (Winning y Murray, 1997) y un máximo de 50 m, siendo éste el valor más frecuente en los estudios más recientes referidos por Barrientos et al. (2011).

En este sentido, se considera adecuado aplicar en los muestreos un ancho máximo de la banda de observación de 30m, de tal manera que el observador controle visualmente 15m a cada lado de su línea de progresión. Con este ancho de banda de observación, para cubrir totalmente una banda de muestreo de 60m será necesaria la participación de dos observadores que avancen en paralelo realizando el muestreo, o bien que un observador único duplique el esfuerzo de búsqueda cubriendo consecutivamente bandas de observación paralelas. Este último caso es el más recomendable, puesto que implica la participación de un menor número de observadores y puede ser realizado en recorrido de ida y vuelta para la revisión de un tramo que constituya una unidad básica de muestreo (un recorrido de una banda de observación se realiza en un sentido y el otro en sentido contrario), no exigiendo al observador un desplazamiento adicional para su retorno al punto de partida.

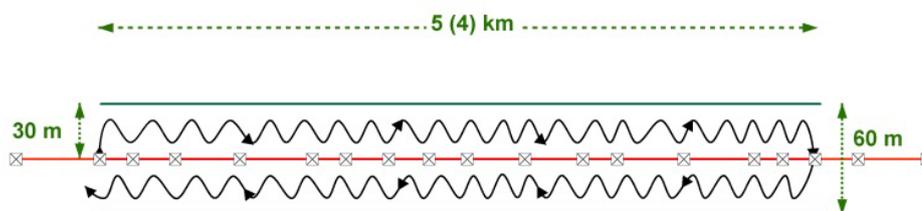
4.3.4 Recorrido para la detección de víctimas

La forma en que el observador realiza el recorrido a lo largo de la banda de observación debe minimizar igualmente la probabilidad de no detectar restos presentes. En este sentido, suele optarse por la realización de recorridos en zigzag frente a recorridos en línea recta paralelos al eje de la línea de estudio (Bevanger, 1999; Atienza, 2012).

Un recorrido en zigzag incrementa la longitud total del recorrido efectuado por el observador, que dependiendo del ángulo mantenido con respecto al eje de la línea y sin llegar a situaciones extremas, puede llegar a ser del orden de 2 veces la correspondiente a un recorrido en línea recta (1,6 en el caso de ángulos de aproximadamente 50°). Por otro lado, los recorridos en zigzag están sujetos a mayor variación en su realización (cambios involuntarios en el ángulo del sentido de desplazamiento con respecto al eje de la línea, peor percepción de los límites de la banda de muestreo, etc.). No obstante, y a pesar de estos inconvenientes, los recorridos en zigzag son más recomendables que los recorridos en línea recta desde el momento en que maximizan la probabilidad de detectar los restos presentes (Atienza, 2012), especialmente en el caso de anchos de banda de observación de 50 m. Procede en estos casos calcular el que se puede denominar índice de “zigzag”, como la relación existente entre la distancia efectivamente recorrida por el observador y la longitud del ramo de línea muestreado; valores más altos del índice de zigzag se corresponderán por lo general con una mejor cobertura visual de la banda de muestreo por el observador, por lo que este índice puede ser utilizado para estimar la intensidad de muestreo y por lo tanto para facilitar comparaciones entre resultados de distintos estudios.

La velocidad de progresión media en la realización de muestreos de siniestralidad de aves en condiciones de buena transitabilidad se ha estimado, a partir de experiencias previas, en aproximadamente 2 km/h. A partir de estos datos, se estima en 5 km la longitud promedio del tramo de muestreo que puede cubrir un observador único en una jornada de campo en recorrido de ida y vuelta (16 km efectivos recorridos en zigzag de aproximadamente 50° en una jornada de 8 horas). En condiciones de mala transitabilidad tanto la velocidad de progresión como la longitud del tramo recorrido por el observador en una jornada pueden verse sensiblemente reducidas.

Esquema básico para la realización de un muestreo



- Longitud máxima: 5 o 4 km (según transitabilidad)
- Anchura de banda de muestreo: 60 m
- Anchura de banda de observación: 30 m
- Recorrido de ida y vuelta
- Zig-Zag

4.3.5 Indicio mínimo

Frecuentemente los restos de víctimas localizados en un muestreo no corresponden a cuerpos completos o partes significativas del cuerpo de un ave, sino a restos tales como plumas o huesos. Esto es así especialmente en el caso de accidentes ocurridos con bastante antelación a la fecha de revisión. El hallazgo de este tipo de restos es interpretado como evidencia de un accidente de colisión de manera prácticamente unánime en todos los estudios consultados (Bevanger, 1999; Yee, 2007; Muñoz *et al.*, 2008; Ponce *et al.*, 2010).

No obstante, con el objeto de excluir la posibilidad de que se contabilicen como víctimas restos de plumas caídas por otras causas (cuidados del plumaje, muda, luchas, etc.), es necesario establecer un criterio de indicio mínimo. En este sentido, en la literatura queda frecuentemente establecido como indicio mínimo la existencia de un cerco de entre cinco y diez plumas (Yee, 2007; Ponce *et al.*, 2010; Barrientos *et al.*, 2012). En el caso de huesos, un solo resto es indicio mínimo suficiente para asumir la existencia previa de un cadáver.

4.3.6 Número mínimo de víctimas

Debido a la fragmentación de los cadáveres y a la dispersión de los restos, es posible que plumas, huesos o partes del cuerpo de un ejemplar se encuentren dispersos por distintos puntos de la banda de muestreo. En los muestreos debe minimizarse la probabilidad de contabilizar como víctimas diferentes distintos grupos de restos que pudieran pertenecer a un mismo ejemplar accidentado. En este sentido, deberá asignarse a una misma evidencia de colisión los restos o conjuntos de restos que de forma coherente puedan pertenecer a un mismo ejemplar accidentado.

La coherencia entre los restos debe valorarse en cada caso a partir del tipo y estado de los mismos, así como atendiendo a la distancia existente entre ellos y a las características de su entorno. Cuanto más alejados se encuentren entre sí dos conjuntos de restos, con menor probabilidad pertenecerán a una misma víctima. Por lo tanto, la decisión de asignar dos conjuntos de restos coherentes entre sí a una misma víctima o a víctimas diferentes deberá tomarla el observador a partir de los factores indicados: tipo de restos, estado y antigüedad de los mismos, distancia existente, características del entorno que hagan más o menos probable su dispersión, etc. Con criterio general, y en coherencia con la amplitud del ancho de banda establecida para los muestreos, debe considerarse que conjuntos de restos coherentes entre sí pertenecen a víctimas distintas cuando se localicen a distancias superiores a 50 m y no existe ninguna otra evidencia para considerarlos como pertenecientes a una misma víctima.

4.3.7 Interpretación de la causa de muerte

No todos los restos de aves hallados en la banda de muestreo tienen por qué corresponder a ejemplares accidentados. Descartar con seguridad causas alternativas de muerte para los cadáveres localizados requiere realizar una necropsia en laboratorio y sólo puede aplicarse a restos recientes no alterados por carroñeros, por lo que la práctica habitual en los estudios de siniestralidad es consignar como muerte por colisión todos los cadáveres y restos hallados en la banda de muestreo (Beaularier, 1981; Heck, 2007), salvo que existan evidencias suficientes en contra. En este sentido, deben descartarse como víctimas de colisión todos aquellos restos que presenten evidencias de daños compatibles con otras causas de muerte (en la bibliografía pueden encontrarse descripciones forenses que permiten diferenciar entre distintas causas de muerte: APLIC, 2012; Haas et al., 2005).

Los resultados de estudios que han realizado necropsias de cuerpos encontrados bajo líneas señalan que la proporción de posibles errores en la identificación de la causa de la muerte se sitúa entre un 12% (Savereno, 1996) y un 16 % (Brown y Drewien, 1995).

4.3.8 Determinación del tiempo transcurrido desde el accidente

La determinación del tiempo transcurrido desde el accidente de colisión hasta el momento en que es registrada la víctima, o lo que es lo mismo, el conocimiento de la fecha aproximada de ocurrencia de la muerte del ejemplar, es relevante para los casos en que sea necesario asignar el registro a un periodo de tiempo determinado y para cuantificar tasas de siniestralidad por unidad de tiempo (Tere y Parasharya, 2011) y así mismo como indicio del grado de permanencia de los restos o de la actividad de los animales carroñeros (McNeil *et al.*, 1985). Igualmente, el conocimiento de la fecha aproximada del accidente puede permitir relacionar éste con determinadas condiciones temporales de mayor riesgo, como puedan ser las circunstancias meteorológicas (Brown y Drewien, 1995) o fluctuaciones en la presencia de aves en una determinada zona (McNeil *et al.*, 1985).

El tiempo transcurrido desde el accidente no se puede determinar de forma precisa fácilmente, y en la mayoría de los casos se recurrirá a una estimación aproximada a partir del estado de los restos. Una escala que se considera adecuada y que relaciona el estado de los restos con el tiempo transcurrido desde la muerte del ejemplar es la proporcionada por Infante *et al.* (2005) y Neves *et al.* (2005), tras haber sido contrastada con datos de cientos de víctimas:

Determinación de la fecha aproximada de la muerte de un ejemplar

Estado de los restos	Tiempo aproximado
Sin síntomas de descomposición	1-2 días
Visibles larvas de insecto en desarrollo	1 semana
Porciones considerables de hueso expuestas	1 mes
Prácticamente sólo tejido óseo y sin actividad de larvas de insectos	> 1 mes

Fuente: Infante *et al.* 2005

En cualquier caso, factores como la temperatura y humedad locales o la actividad de los animales carroñeros (que a su vez puede depender del tipo de especie de ave siniestrada y de su tamaño) puede alterar significativamente la relación entre el estado de los restos y el

tiempo transcurrido desde la muerte del ejemplar, por lo que son factores que deberán ser tenidos en cuenta en la determinación de la fecha aproximada del accidente.

4.3.9 Manipulación de los restos

Es altamente recomendable que los restos hallados con las prospecciones no sean manipulados ni retirados de la banda de muestreo por el observador, salvo lo mínimo necesario para su identificación y caracterización, por distintas razones:

- ▶ el Plan Nacional de Preparación y Respuesta ante una pandemia de gripe y protocolos elaborados por otros organismos recomiendan en caso de brote de gripe aviar, no manipular o tocar las aves silvestres y sus restos, y si fuera preciso hacerlo, utilizar equipos de protección personal y seguir una profilaxis con antivíricos;
- ▶ la manipulación puede interferir con los protocolos para la obtención de evidencias en el caso de otras causas de muerte como el envenenamiento o el disparo;
- ▶ la retirada de víctimas puede alterar los resultados del seguimiento de siniestralidad en líneas que sean objeto de estudio por terceros;
- ▶ la no retirada de los restos y su registro en muestreos sucesivos permite obtener datos adicionales para estimar la tasa de permanencia o desaparición de restos.

No obstante, la permanencia de los restos puede inducir a errores al facilitar la posibilidad de detectar como diferentes en muestreos sucesivos los restos pertenecientes a una misma víctima. Para reducir esta probabilidad de error deben tomarse medidas específicas como son la determinación precisa de las coordenadas de cada hallazgo, el marcado en el suelo de la ubicación de las víctimas, y la realización de fotografías del lugar y de la propia víctima que puedan ser posteriormente cotejadas.

Por último, en aquellos casos en que no sea imposible la identificación “in situ” de los restos antiguos hasta el nivel de especie, se admitirá la toma de una muestra de hueso o pluma para su identificación posterior en gabinete, siempre que esto no suponga una alteración sustancial de los restos.

4.3.10 Recogida de datos

Es muy importante que la toma de datos durante la realización de muestreos de colisión se realice de la forma más normalizada posible, para garantizar que en cada caso se recoge la información más relevante y de la forma más clara e inequívoca posible para su posterior procesado, una tarea que frecuentemente es realizada por personas distintas al observador que realiza los muestreos. La estandarización debe abarcar tanto el tipo de información que se recoge relativa a las víctimas, su ubicación y la línea objeto de seguimiento, como a los posibles valores que puedan tomar las distintas variables y atributos.

La mejor forma de normalizar la recogida de esta información pasa por diseñar una ficha o plantilla para la toma de datos que sea común para todos los casos de estudio y aplicable en todas las situaciones posibles. Las fichas; una por cada víctima, deben ser cumplimentadas in situ por el observador, cuidando completar todas las entradas de información solicitadas y en su caso eligiendo entre las posibles respuestas ofrecidas.

Se considera relevante que la información recogida contenga al menos los siguientes campos de datos:

Datos generales:

- Identificación del observador/observadores.
- Fecha de realización del muestreo.
- Línea y tramo de estudio.
- Tramo de muestreo.

Sobre los restos hallados:

- Especie a la que pertenecen.
- Número mínimo de ejemplares a los que corresponde el conjunto de restos localizado.
- Clase de edad y sexo de los ejemplares (en caso de poder apreciarse).
- Tipo y estado de los restos.
- Tiempo estimado desde la muerte.
- Causa de la muerte.

- Presencia de marcas: anillas, marcas alares, arneses, radiotransmisores, pihuelas, etc.
- Evidencias de carroñeo sobre los restos.

Sobre la ubicación de los restos:

- Identificación del vano.
- Coordenadas (GPS).
- Distancia al apoyo más cercano.
- Distancia perpendicular al eje central de la línea.
- Distancia al observador en el momento de la detección de los restos y categoría de tamaño relativo de los mismos (para las estimas de detectabilidad).
- Ubicación del resto a izquierda o derecha del eje de la línea según el sentido de progresión del muestreo.
- Presencia de estructuras o instalaciones cercanas que pudieran ser causa del accidente.

Sobre las características técnicas del tendido:

- Tensión de la línea.
- Presencia/ ausencia de cable de tierra y número de los mismos.
- Presencia/ausencia de señalización anticolidión, tipo, distancia entre las unidades instaladas y estado de las mismas.
- Número de circuitos, de conductores por fase y de planos horizontales en que se disponen (incluidos cables de tierra).

4.4 LA CORRECCIÓN DE SESGOS

El número de víctimas encontradas durante los muestreos de campo en los estudios de colisión usualmente corresponde sólo a un porcentaje reducido del número real de accidentes. Esto es debido a que una serie de factores influyen en la detectabilidad de las víctimas por los observadores, de manera que muchas no son encontradas. Estos factores son responsables de sesgos a la baja en la estimación de la tasa de colisión y deben ser corregidos para obtener resultados ajustados a la realidad y comparables entre estudios (APLIC, 2012).

Los tipos de sesgos principales que se identifican en relación con estudios de siniestralidad de aves por colisión son:

- ▶ sesgo de banda, debido a las víctimas cuyos restos, por diversas razones, puedan localizarse fuera de la banda de muestreo: desplazados por distintos tipos de agentes o por el propio movimiento de la víctima antes de morir;
- ▶ sesgo de búsqueda, debido a las víctimas de accidentes que no son detectadas por el observador pese a encontrarse sus restos dentro de la banda de muestreo; puede tener diversas causas, como la baja visibilidad del terreno, la ocultación de los restos por la vegetación o la nieve, etc.;
- ▶ sesgo de carroñeo, debido a la retirada de víctimas de la banda de muestreo por la actividad de animales carroñeros.

La bibliografía identifica un cuarto tipo de sesgo (sesgo por hábitat), que se relaciona con la pérdida de víctimas que caen dentro de la banda de muestreo en áreas que no pueden muestrearse efectivamente, como pueden ser ríos, carreteras, barrancos profundos, etc. Este sesgo no lo tratamos expresamente en este apartado puesto que puede ser estimado y corregido fácilmente calculando qué proporción de la superficie de la banda de muestreo es efectivamente muestreada.

Estos sesgos pueden ser responsables de la no detección por el observador de una proporción muy significativa de las víctimas de colisión, y de diferencias muy importantes, de hasta un orden de magnitud o más, entre la tasa de colisión “observada” y la tasa de colisión “real”. Así, en la literatura es frecuente encontrar diferencias del orden aproximadamente de 10 a 50 veces entre la siniestralidad estimada y la registrada (Brown y Drewien, 1995; A.T. Clave, 1995; Barrientos *et al.*, 2012). La corrección de sesgos es pues un aspecto fundamental para obtener estimas de siniestralidad de aves en líneas eléctricas, así como para poder establecer comparaciones entre resultados de distintos estudios, dado que los factores determinantes de los mismos (visibilidad, factores atmosféricos, abundancia y actividad de carroñeros, etc.) pueden tener una incidencia muy diferente entre emplazamientos. Esta corrección suele hacerse a partir de estimas de la magnitud de los sesgos mediante la realización de experimentos específicos para la determinación de los factores de corrección (experimento de carroñeo), estimaciones estadísticas a partir de medidas indirectas (detectabilidad) o de forma menos apropiada, utilizando valores recogidos en la bibliografía o experiencias anteriores.

4.4.1 Sesgo de búsqueda

El sesgo de búsqueda se debe a que los observadores que realizan un seguimiento no detectan la totalidad de los restos de víctimas presentes dentro de la banda de muestreo. En un extenso ensayo sobre este sesgo, Ponce *et al.* (2010) estimaron que los observadores detectan en promedio el 53% de los restos de víctimas presentes, mientras que otras revisiones sobre el tema sitúan este porcentaje entre un 35 y un 86% a partir de resultados de pruebas llevadas a cabo en distintos terrenos y con distintos tamaños de aves (Morrison, 2002).

Este tipo de sesgo obedece a tres causas principales:

- ▶ La variabilidad existente entre observadores en su capacidad para detectar restos. Las diferencias ente observadores puede deberse a factores intrínsecos, pero también guarda relación con el entrenamiento o experiencia previa de los mismos. Un experimento de detectabilidad realizado por Ponce *et al.* (2010) concluyó que una experiencia acumulada del observador equivalente a 600 km de revisiones aumenta enormemente la eficacia en la localización de restos, desde un 25% de detección para un observador sin experiencia hasta un 60-70% para un observador experimentado. Por ello, la experiencia acumulada en los observadores o, al menos, un periodo previo de entrenamiento de un mínimo de 12 horas, según Brown y Drewien (1995), es fundamental para reducir la magnitud del sesgo de búsqueda.
- ▶ La diferente detectabilidad de las especies. Las aves grandes y de colores llamativos son más fáciles de detectar que las de tamaño pequeño y colores más apagados (Siriwardena *et al.*, 2007; Witmeret *al.*, 2008; Labrosse, 2008). En el experimento de Ponce *et al.* (2010), los observadores encontraron el 72% de las aves grandes, el 56% de las medianas y el 33% de las pequeñas; datos similares pueden encontrarse en la bibliografía (Beaulaurier, 1981; James y Haak, 1979; Morrison, 2002), mientras que otros estudios no han encontrado diferencias tan marcadas en la detección de aves por su tamaño o por su color (A.T. Clave, 1995).
- ▶ El tipo de terreno que se prospecta. La cubierta vegetal puede dificultar la localización de las víctimas porque las mimetice o las cubra completamente (Labrosse, 2008), y la inclinación del terreno también puede influir en el ángulo de visibilidad (Warren-Hicks, 2013). En España se han registrado distintos coeficientes de detección en matorrales y

eriales (53,4% y 84,3%, respectivamente; A.T. Clave, 1995), aunque Ponce *et al.* (2010) no encontraron diferencias en la detectabilidad por el tipo de vegetación o su altura.

Algunas maneras adecuadas de corregir este sesgo pasa por estimar, para cada caso de estudio y observador, un porcentaje de detección específico, ya sea a partir de los resultados de un experimento específico para la corrección de sesgos (prueba de detectabilidad del observador) o del análisis de las distancias a las que se detectan por primera vez los restos (estima de la probabilidad de detección mediante “software” o procedimientos específicos). Para una mayor precisión, la estimación debe hacerse de forma diferenciada para distintos tamaños de víctima.

Carrascal *et al.*, 2010 han diseñado un “atajo matemático” que permite estimar la probabilidad de detección de restos de distintas categorías de tamaño relativo utilizando funciones de densidad de las distribuciones de los valores de las distancias de los restos al observador en el momento de su primera detección. Este procedimiento es más robusto y presenta menos inconvenientes que otras aproximaciones basadas en la realización de “experimentos de detección” y por su simplicidad puede ser aplicado en todo tipo de estudios, por lo que resulta el método más adecuado para ser considerado en la aplicación de protocolos para los mismos.

El método se basa en el registro por el observador de la distancia en línea recta a la que detecta por primera vez cada resto. El método propuesto por Carrascal *et al.* (2010) permite inferir a partir de estos datos la distancia eficaz de muestreo, es decir, la anchura de la banda de muestreo para la que se asume que se está realizando un muestreo completo (detección del 100% de las víctimas presentes), y a partir de ésta, la proporción de víctimas detectadas por el observador en relación a las que se estiman que se encontrarían presentes. Los resultados de este método se ajustan fielmente a los obtenidos con otras metodologías de estimación de la detectabilidad a partir del análisis de las distancias de observación (como por ejemplo, los obtenidos con el programa DISTANCE).

4.4.2 Sesgo de banda

Este sesgo se debe principalmente a que una parte de las aves que colisionan contra una línea no mueren instantáneamente, sino que, malheridas, siguen conservando cierta capacidad de desplazamiento (durante la caída o ya en el suelo) y pueden llegar a salir de la banda de muestreo delimitada para el estudio, con lo que pueden no ser detectadas por

el observador. En otros casos, la propia inercia de un ave en vuelo a gran velocidad puede determinar su caída al suelo tras la colisión fuera de la banda de muestreo.

La distancia de desplazamiento tras la colisión puede llegar a ser muy grande; así Heijnis (1980) detectó víctimas dotadas de radioemisores hasta una distancia de 2 km de la línea con la que chocaron y Frost (2008) documenta casos de cisnes mudos víctimas de colisión localizados a más de 300 m de la línea más próxima. La magnitud de este desplazamiento y la proporción de ejemplares que se desplaza fuera de la banda de muestreo podría variar entre especies y grupos de tamaño, pero no existen evidencias coherentes en la bibliografía al respecto; por ejemplo, para APLIC (1994) es mayor para las aves pequeñas, mientras que para McNeil (1985) y A. T. Clave (1995) es mayor para las aves grandes, mientras que Frost (2008) no espera diferencias entre clases de tamaño.

Distintos autores han realizado estimaciones del porcentaje de aves caídas fuera de la banda de muestreo mediante observaciones directas de colisiones, con valores de entre un 25% y un 75% (Meyer, 1978; James & Haak, 1979; Savereno *et al.* 1996; de la Zerda y Roselli, 2003), o mediante perros entrenados, estimando entonces la pérdida de restos por esta causa en un 50% (Renssen *et al.*, 1975). Realizar una estimación específica para cada caso de estudio es laborioso; por ello, frecuentemente en la bibliografía se procede a estimar y corregir este sesgo a partir de los valores publicados previamente, ya sea recurriendo a la estimas más conservadoras (20%; Shaw, 2010) o a valores promedio (20-30%, Bevanger, 1995b; 50%, Janss, 2000 y Sundar, 2005; 74% Beaularier, 1981).

Dada la gran variabilidad de factores que pueden incidir en el valor de este sesgo y la dificultad de su estimación, parece adecuado no considerarlo de forma específica en la estimación de la tasa de siniestralidad correspondiente a un estudio (salvo que se disponga de estimas fiables y robustas para el mismo). Por ello, los resultados de siniestralidad de un estudio dado deben interpretarse siempre como relativos a la banda de muestreo revisada, y no como siniestralidad total estimada, por cuanto que hay un porcentaje de víctimas que no es posible conocer cuyos restos se localizan fuera de la banda de muestreo y que por ello no son contabilizadas.

4.4.3 Sesgo por carroñeo

Una parte de las víctimas de colisión contra tendidos puede ser consumida o retirada de la banda de muestreo por animales carroñeros antes de ser detectadas. Consecuentemente,

cuanto mayor sea el lapso de tiempo que transcurra entre el accidente y la realización del muestreo, menor será la probabilidad de detectar una víctima debido a la actividad de los carroñeros.

La retirada de víctimas por los carroñeros es una función no lineal del tiempo transcurrido (Ponce *et al.*, 2010; Bernardino *et al.*, 2011; Warren- Hicks 2013). Es más probable que ocurra durante los primeros días desde la muerte del ejemplar (Kostecke *et al.*, 2001; Prosser *et al.*, 2008; Flint *et al.*, 2010; Ponce *et al.*, 2010), si bien es frecuente que en determinadas circunstancias las víctimas permanezcan durante largos periodos de tiempo sin verse afectadas por los carroñeros (hasta más de 100 días; Savereno, 1996).

El sesgo por carroñeo ha sido profusamente estudiado, tanto en el marco del seguimiento de líneas eléctricas (Bevanger, 1999; Ponce *et al.*, 2010) como de parques eólicos, para los que se realizan estudios de siniestralidad con una metodología similar (APLIC, 2012). Del análisis de los resultados de los trabajos publicados se deduce que son dos los principales factores que influyen en su magnitud: la composición y densidad de la comunidad de carroñeros en el ámbito de trabajo y el tamaño de las víctimas.

- ▶ Comunidad de carroñeros. Cada ámbito de estudio tiene asociada una comunidad de carroñeros (aves, mamíferos e invertebrados) cuya composición, densidad y actividad es muy variable entre localidades y entre estaciones. La variabilidad en la comunidad de carroñeros puede llegar a ser muy alta incluso entre ámbitos próximos: Savereno *et al.* (1996) registraron permanencias en dos sitios próximos del 91% y el 50% a los diez días, y del 73% y el 38% a los dos meses. Por lo general, las diferencias estacionales tienden a ser mayores en ambientes eurosiberanos que en ambientes mediterráneos. En la Península Ibérica la desaparición de restos por animales carroñeros se debe principalmente a los mamíferos (Ponce *et al.*, 2010), que localizan los restos olfativamente, por lo que la tasa de desaparición será mayor en comunidades donde estas especies tengan un mayor protagonismo.
- ▶ Tamaño de las víctimas. Generalmente, la mayor tasa de desaparición por carroñeo corresponde a las víctimas de pequeño tamaño, que pueden ser consumidas completamente o retiradas de la banda de muestreo fácilmente. Por el contrario, las víctimas de mayor tamaño suelen ser consumidas *in situ* y durante un periodo de tiempo más prolongado, con lo que frecuentemente permanecen en el lugar huesos, plumas u otros restos que facilitan su localización. (APLIC, 1994; Muñoz *et al.*, 2008). Las víctimas

pequeñas pueden desaparecer en un periodo de 24-48 horas e incluso menos, mientras que aves mayores llegan a permanecer hasta 2 meses (Kerlinger, 2000). Ponce *et al.* (2010) registraron una retirada de cadáveres tras 28 días significativamente mayor en aves pequeñas (90%) que en grandes (42%), mientras que A.T. Clave (1995), registró valores de retiradas del 83,3% y 72,9% para aves pequeñas y grandes, respectivamente, en un ambiente forestal. Tampoco todas las especies presentan la misma palatabilidad para los carroñeros; así, algunos autores han encontrado muy pocas evidencias de carroñeo sobre rapaces (Orloff y Flannery, 1993; Olson, 2001; Janss y Ferrer, 2001; Dwyer, 2004) y grullas (Sundar, 2005).

Dadas las diferencias existentes en la actividad de los carroñeros entre emplazamientos próximos, no es adecuado corregir este sesgo a partir de tasas de desaparición de restos estimadas en otras localidades, por lo que es necesario determinar este valor experimentalmente en cada emplazamiento (Prosser, 2008). Para ello, mediante un experimento específico, se suele calcular el valor de dos parámetros: el tiempo medio de permanencia (t) y la probabilidad de persistencia (r) de los cuerpos (Bernardino *et al.*, 2011; Huso, 2011; Wolpert, 2012 y Warren-Hickset *et al.*, 2013).

Experimento para la corrección del sesgo por carroñeo

La determinación del sesgo por carroñeo debe realizarse para cada caso de estudio, calculando un factor de corrección que se aplicará a la tasa de siniestralidad “observada” para estimar la tasa de siniestralidad “real”. La estimación puede llevarse a cabo a partir de los datos obtenidos en un sencillo experimento de campo.

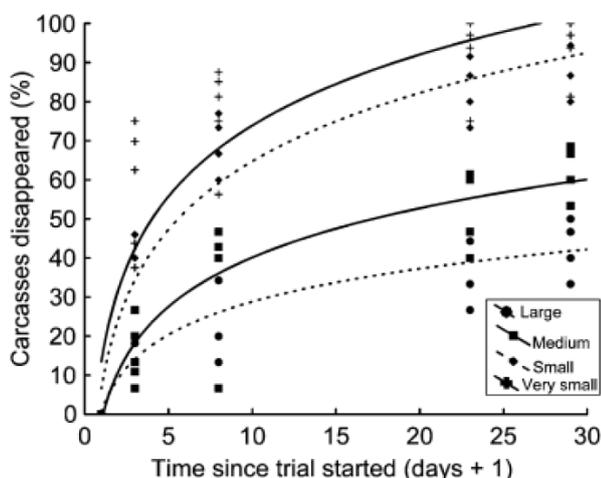
La Asociación Californiana de Energía Eólica (CWEA), en su programa PIER de 2013 publica un protocolo que ha sido tenido en cuenta para el diseño del experimento de sesgo por carroñeo que se propone en este trabajo. Este experimento, cuya forma de realización se detalla más adelante, consiste en la colocación a lo largo del trazado de la línea de estudio de un número determinado de cuerpos de aves muertas (codornices, perdices, patos, etc.). Se realizan revisiones periódicas de estos cuerpos para verificar su desaparición o permanencia debido a la actividad de los carroñeros.

El experimento de sesgo por carroñeo permite estimar el tiempo medio de persistencia de los cadáveres y su varianza. Los resultados servirán igualmente para determinar, a partir del tiempo medio de permanencia, el intervalo de tiempo entre las réplicas del muestreo óptimo para maximizar la probabilidad de detectar víctimas en un estudio de detalle.

Los factores de variabilidad temporal (estacional o interanual) y espacial (unidades ambientales) que afectan a la distribución de las colisiones y que es necesario tener en cuenta en el diseño de los muestreos afectan igualmente a la composición, densidad y actividad de las comunidades de carroñeros y a la visibilidad de los restos. Por ello, en el marco de la realización de un estudio detallado de una línea o tramo debe valorarse previamente en qué medida estos factores pueden ser responsables de una variación significativa en la tasa de retirada de víctimas por los carroñeros, determinando por tanto en cuantas situaciones diferentes es necesario repetir el experimento para obtener estimas de corrección específicas de cada situación. En la mayoría de los casos podrá valorarse que un único experimento puede aportar los datos necesarios para su corrección, pero en otros casos, la magnitud de la heterogeneidad ambiental o temporal aconsejarán la realización de réplicas de este experimento bajo distintas condiciones.

Los resultados más relevantes que se pretenden obtener con un experimento de sesgo por carroñeo son la curva de desaparición de los restos, el número medio de días que permanece un cuerpo antes de ser retirado por los carroñeros y el porcentaje de detección de los observadores.

- ▶ Curva de desaparición de restos. Se construye representando gráficamente los valores de días transcurridos desde la colocación de los cuerpos en el eje de abscisas y el porcentaje de cuerpos que desaparecen en el eje de ordenadas. Típicamente, seguirá una función exponencial. Este gráfico se realiza para el total de cuerpos utilizados en el experimento y de forma diferenciada para cada categoría de tamaño.



Ejemplo de curva de desaparición de restos, para distintos tamaños de aves, tomada de Ponce et al. (2010)

- ▶ Número medio de días de permanencia de los restos (t). Se calcula como el sumatorio del total de días de permanencia dividido por el número total de cuerpos utilizados en el experimento. Se estima para el total de cuerpos y para cada categoría de tamaño. A partir de este parámetro se calcula la probabilidad de persistencia (r) de los cuerpos.
- ▶ Porcentaje de detección de cada observador (s). Se calcula como el número de aves detectadas por un observador durante el experimento de detectabilidad dividido por el número de aves presentes (no retiradas por los carroñeros). Se estima para el total y para cada categoría de tamaño.

4.4.4 Estimación de la siniestralidad real a partir de la siniestralidad registrada y los resultados del experimento de sesgo por carroñeo

La mortalidad observada en los muestreos de búsqueda de víctimas de colisión infravalora la mortalidad real debido a los restos que no son detectados como consecuencia de los sesgos del muestreo. La estima de la detectabilidad a partir del análisis de distancia y la estimación de la tasa de retirada de cadáveres por los carroñeros proporcionan la información necesaria para realizar las estimas de estos sesgos (sesgos de búsqueda y de carroñeo), mientras que el sesgo por caída fuera de banda, o bien no es considerado en el cálculo de la siniestralidad estimada o bien es estimado a partir de un valor proporcionado

por la bibliografía (de la Zerda y Roselli, 2003). Estas estimas permiten inferir un valor aproximado de la mortalidad real producida a partir de las víctimas registradas en los muestreos.

En la bibliografía sobre este tema, se pueden encontrar cinco ecuaciones básicas para la estimación de la mortalidad, cada una de las cuales es precisa y fiable bajo una serie de presupuestos (Erickson y Johnson, 1998; Shoenfeld, 2004; Pollock, 2007; Huso, 2011 y Warren-Hickset *al.*, 2013). Todas ellas presentan unas asunciones comunes:

- ▶ Cada accidente de colisión da lugar a un cadáver dentro de la banda de estudio (esto es, no se considera el sesgo de banda).
- ▶ No existen otras causas de mortalidad entre las víctimas contabilizadas. Los observadores deben estar entrenados para distinguir las muertes por colisión de muertes por otras causas, o asumir que todo cadáver bajo el tendido proviene de una colisión.
- ▶ Las colisiones se producen con una tasa de ocurrencia uniforme durante cada intervalo de muestreo (tiempo transcurrido entre dos muestreos sucesivos). Aunque esto no es así en la realidad, debido a los ritmos circadianos, los movimientos migratorios, etc., se asume que las colisiones se promedian en el tiempo a largo plazo, sin afectar a las estimas.
- ▶ Los parámetros t (permanencia de las víctimas) y s (porcentaje de detección de restos), que varían durante el intervalo de muestreo por distintas causas (meteorología, estacionalidad, actividad de carroñeros, etc.), están bien representados por sus valores medios. Esto es asumible especialmente cuando la variabilidad para estos factores no es muy grande.

Todas estas ecuaciones utilizan una serie de parámetros comunes, fijos o estimados, para calcular la mortalidad esperada en una línea. Estos son:

M = mortalidad estimada

C = número de víctimas observadas

d = tiempo transcurrido, en días, desde el muestreo anterior

t = número medio de días que permanece una víctima sin ser retirada por los carroñeros (estimado a partir del experimento de carroñeo)

s = proporción de cadáveres detectados por el observador (estimada a partir de la distancia de detección de los restos)

π = proporción de víctimas dentro de la banda de muestreo (parámetro fijo del sesgo de banda; se asume que $\pi = 1$ según la primera premisa enunciada).

Huso (2011) propone una aproximación a la estimación de la siniestralidad real que consideramos adecuada para ser adoptada en el marco de este trabajo, al considerar una ecuación que mejora las publicadas anteriormente gracias a la introducción de la función exponencial como modelo de desaparición de los restos de víctimas de colisión y de un parámetro de intervalo efectivo de muestreo. Sin embargo, su uso implica la asunción de unas premisas que están en constante debate y mejora por la comunidad científica:

- que la función exponencial es la que mejor se ajusta al tiempo de persistencia de las víctimas en el área de muestreo;
- que cada intervalo de muestreo comienza sin víctimas residuales (con cero víctimas), es decir, todas las víctimas han sido o bien retiradas por los carroñeros, o bien, descubiertas por los observadores en el muestreo anterior.

Dado que la que afirma la segunda asunción es poco probable, la estima de mortalidad que se haga resultará sobrevalorada, pues sin duda se contabilizarán víctimas de accidentes ocurridos en periodos anteriores. En función del porcentaje de detección de víctimas es posible estimar que importancia pueda tener el cumplimiento de esta premisa; así, la mortalidad estimada estará comprendida más probablemente entre el valor calculado y un valor inferior que dependerá del porcentaje de víctimas no registrada en un muestreo pero si en la siguiente

Recientemente se ha propuesto una nueva versión de la ecuación por parte de Warren-Hickset *al.* (2013), que mantiene que una distribución de Weibull se ajusta mejor al tiempo de persistencia de las víctimas y que introducen un nuevo parámetro que tiene en cuenta la fracción de víctimas residuales que pueden quedar entre muestreos (“análisis de supervivencia”); no obstante, esta nueva aproximación aún no ha sido suficientemente validada y no se ha tenido en cuenta en este trabajo. En cualquier caso, si en el futuro llegara a imponerse el uso de esta ecuación, la misma podrá aplicarse a partir de los mismos parámetros utilizados para la aquí propuesta.

Así, según Huso (2011), la mortalidad real se estimará de la siguiente manera:

$$M = \frac{1}{\pi} \sum_i \sum_j \sum_k \frac{C_{ijk} N}{n s_{ik} + r_k + \nu}$$

donde:

M = mortalidad real o estimada en el tramo de estudio

π = proporción de víctimas, en tanto por 1, que caen dentro de la banda de muestreo (parámetro fijo del sesgo de banda, con un valor propuesto de 1,00)

N = superficie total de la banda de muestreo (longitud del tramo de muestreo x anchura de la banda de muestreo)

n = superficie de la banda de muestreo efectivamente revisada

C_{ijk} = número de víctimas encontrado por el observador i durante el muestreo j para el grupo k , siendo k cada uno de los grupos de tamaño de víctima

s_{ik} = proporción de cadáveres detectados por el observador i para el grupo k

r_k = probabilidad de persistencia de una víctima (estimada a partir del experimento de sesgo por carroñeo)

ν = intervalo efectivo de muestreo.

Para el cálculo de r y ν se utiliza el número medio de días de permanencia de los restos (t) calculado a partir del experimento de sesgo por carroñeo.

La probabilidad de persistencia de una víctima (r_k) se calcula según la ecuación:

$$r_k = \frac{t_k \cdot (1 - e^{-P/t_k})}{P}$$

donde:

r_k = probabilidad de persistencia de una víctima del grupo de tamaño k

t_k = número medio de días de permanencia de los cuerpos del grupo de tamaño k

P = parámetro que toma el valor del mínimo de entre el tiempo en días transcurrido desde el anterior muestreo (d) y el tiempo necesario para que la probabilidad de persistencia de una víctima sea $\leq 1\%$ $[(-\ln 0,01) * t_k]$

El parámetro ν se introduce para corregir el efecto de intervalos de muestreo (d) excesivamente largos, mayores al periodo de tiempo para el que la probabilidad de persistencia de una víctima es igual o inferior al 1% $(-\ln 0,01 * t_k)$; toma los siguientes valores:

- $\nu = 1$, cuando $d \leq (-\ln 0,01) * t_k$
- $\nu = [(-\ln 0,01) * t_k] / (d)$, cuando $d > (-\ln 0,01) * t_k$

Para el primer muestreo de una serie no se dispone del valor de d (tiempo transcurrido desde el anterior muestreo); en este caso o bien hay que se descartar los datos del primer muestreo o asignarles arbitrariamente un valor de d , excluyendo del cómputo todas las víctimas para las que se calcule una antigüedad superior a dicho periodo (preferentemente se utilizará $d = 30$ días para el primer muestreo).

Para el cálculo de la estima de la mortalidad, se deberá realizar un análisis previo de las especies implicadas en las colisiones detectadas y discriminar, según el tamaño de las aves utilizadas en el experimento de carroñeo, a qué grupo de tamaño pertenece cada especie de las detectadas. Así, los conteos para estos grupos de especies serán corregidos por sus correspondientes valores de tiempo de persistencia medio (t_k) y porcentaje de detectabilidad del observador (S_{ik}).

5 PROTOCOLOS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS Y SEGUIMIENTOS

En los siguientes apartados se detallan protocolos específicos para la realización de estudios o seguimientos de la siniestralidad de aves en líneas eléctricas de transporte.

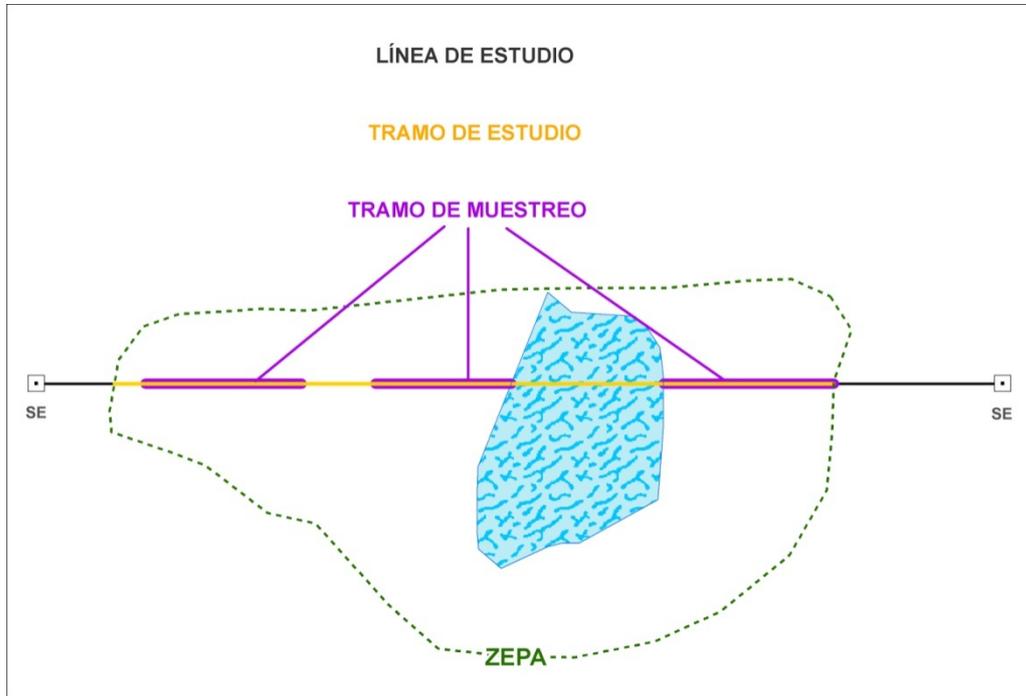
Se presentan protocolos para la realización de estudios de cada tipo considerado (seguimiento PVA, estudio detallado y valoración exprés) y un protocolo específico para la realización del “experimento de sesgo por carroñeo” que permite la aplicación de sus resultados al cálculo de la “siniestralidad estimada” a partir de la “siniestralidad observada”.

Con el objeto de que los protocolos sean completos, cada uno de ellos contempla todos los pasos necesarios para su ejecución; como consecuencia se reiteran en los mismos los puntos y pautas comunes a todos los casos de estudio considerados.

5.1 DEFINICIONES PREVIAS

- ▶ **Línea de estudio:** es la línea objeto del programa de vigilancia ambiental (PVA) en el que se encuadra el seguimiento de su incidencia sobre la avifauna, o la línea existente que motiva la realización de un estudio detallado o una valoración exprés.
- ▶ **Tramo de estudio:** se corresponde con el tramo o conjunto de tramos de una línea seleccionados para su estudio a partir de las consideraciones expuestas en la autorización ambiental del proyecto o como consecuencia de un análisis previo del trazado de la línea (puede corresponderse o no con la totalidad de la línea de estudio)
- ▶ **Tramos de muestreo:** se corresponden con los distintos vanos del tramo de estudio que son objeto de muestreo o seguimiento efectivo, una vez descontados los vanos que no puedan ser revisados por diversas razones: (dificultad de acceso, baja visibilidad, zonas inundadas, otros condicionantes, etc.) y, en el caso de tramos de estudio de longitud larga, como consecuencia del procedimiento de selección de tramos representativos para su seguimiento en función de las unidades de muestreo programadas.
- ▶ **Unidad de muestreo:** se corresponde con un tramo o conjunto de tramos de muestreo que son revisados de forma completa en una misma jornada de trabajo.

Representación esquemática de un caso de estudio: línea de estudio, tramo de estudio y tramos de muestreo



5.2 PROTOCOLO PARA LA REALIZACIÓN DE SEGUIMIENTOS PVA

5.2.1 Pasos previos

Fijación de objetivos

- ▶ Serán objetivos a conseguir con el seguimiento de la siniestralidad en el marco del Plan de Vigilancia Ambiental de un proyecto los siguientes:
 - constatación de la existencia, o inexistencia, de una incidencia apreciable y significativa de accidentes de colisión en la línea de estudio;
 - identificación de las especies afectadas;
 - identificación de vanos o tramos de la línea con mayor incidencia;
 - valoración de la necesidad de adoptar medidas correctoras adicionales a las inicialmente contempladas;
 - determinación de si procede la realización de un estudio detallado para caracterizar mejor la problemática de colisión en la línea y en su caso para valorar la eficacia de las medidas correctoras adoptadas.

Determinación del tramo o tramos de estudio

- ▶ El tramo de estudio podrá venir determinado en el condicionado de la autorización ambiental del proyecto, en su estudio de impacto ambiental o en su programa de vigilancia ambiental, y se corresponderá bien con la línea completa o bien con determinados sectores de la misma.
- ▶ En el caso de que ninguno de los documentos citados especifique nada al respecto, el tramo o conjunto de tramos de estudio se determinarán en función de la concurrencia de factores de riesgo para las aves o de la presencia de especies propensas a la colisión identificados por el estudio de impacto ambiental u otras fuentes.
- ▶ El tramo de estudio podrá ser continuo o discontinuo. La longitud total del tramo de estudio (LTE) será la que resulte de la suma de las longitudes de los distintos sub-tramos que lo compongan.

- ▶ Los tramos de muestreo estarán constituidos por los vanos de la línea que vayan a ser revisados de forma efectiva para la detección de víctimas. Es el resultado de excluir los vanos cuyo muestreo resulte dificultoso o inconveniente por alguna razón, o de la selección de un subconjunto de vanos representativos para su muestreo. La longitud total del tramo de muestreo (LTM) es la suma de las longitudes de los vanos que son efectivamente revisados para la detección de víctimas.

Identificación de unidades ambientalmente homogéneas

- ▶ A partir de la información contenida en el estudio de impacto ambiental u otras fuentes, se identificarán las condiciones ambientales predominantes a lo largo del tramo de estudio. Se considerarán especialmente:
 - los tipos de hábitat o ambientes faunísticos presentes;
 - las variaciones en la presencia y abundancia de especies propensas a los accidentes;
 - las condiciones de riesgo para las aves (topografía, vertederos, focos de atracción, puntos o áreas de cría, zonas de concentración de ejemplares, rutas de vuelo, etc.).
- ▶ Las unidades ambientales resultantes deberán corresponderse con condiciones de riesgo manifiestamente diferentes para las aves, ya sea por la concurrencia de factores como los señalados o por diferencias manifiestas en la abundancia de ejemplares y tipos de especies que puedan verse afectadas (acuáticas, estepáricas, etc.).
- ▶ El número de unidades ambientales homogéneas identificadas deberá ser reducido, para facilitar la realización de análisis posteriores. Un número de unidades ambientales elevado en la línea exigirá un esfuerzo de muestreo muy considerable para su adecuada consideración.

Se cartografiará la distribución de las unidades resultantes a lo largo del tramo de estudio, identificando así sectores homogéneos en función de su riesgo potencial para la avifauna. Se determinará la longitud del tramo de estudio que corresponda a cada unidad ambiental identificada.

Determinación del periodo cubierto por el estudio

- ▶ Con carácter previo se determinará, a partir de la información disponible, el número de periodos estacionales en que se pueda dividir el ciclo fenológico anual de la avifauna en la zona y a los que se puedan asociar condiciones de riesgo diferentes para las aves en lo que se refiere a la probabilidad de ocurrencia de accidentes de colisión.
 - Con carácter general se planteará la realización de muestreos al menos en los siguientes periodos estacionales: reproducción e invernada.
 - En áreas con un importante paso migratorio deberán considerarse periodos estacionales adicionales coincidentes con dichos periodos de paso (postnupcial y/o prenupcial).
 - Cuando se identifiquen factores de riesgo con una ocurrencia temporal limitada en el entorno del tramo de estudio, estos deberán ser caracterizados, identificando el periodo del año en el que ocurren y que debe ser objeto de muestreo.
 - Será admisible la realización de estudios que cubran un único periodo cuando no se reconozca una variación estacional significativa en las condiciones ambientales o cuando sólo se trate de caracterizar la incidencia durante el periodo estacional de mayor riesgo para las aves (ej: durante el periodo de inundación de una zona húmeda temporal o coincidiendo con el periodo de estancia en la zona de estudio de determinadas especies).

- ▶ La duración del estudio (periodos anuales cubiertos) será la que determine al respecto la autorización ambiental del proyecto, EIA o PVA. Se valorará la importancia de posibles variaciones interanuales en la presencia de aves y en las condiciones de riesgo para las mismas en el entorno del tramo de estudio. El número de periodos anuales del seguimiento se determinará a partir de los resultados de esta valoración considerando el número de años necesario para reflejar adecuadamente dichas variaciones interanuales, y en ningún caso será inferior a lo dispuesto en los documentos citados.

Determinación del esfuerzo de muestreo y selección de tramos para su seguimiento

- ▶ Se define el esfuerzo de muestreo total (EMT) como el número total de kilómetros de línea que debe ser revisado para la detección de víctimas en el marco del PVA. Es el resultado de la suma de los esfuerzos de muestreo a aplicar en los distintos periodos comprendidos por el estudio (estacionales o anuales).

- ▶ El esfuerzo de muestreo mínimo a aplicar en cada periodo de muestreo (EMP) deberá equivaler al menos al 50% de la longitud del tramo de estudio (LTE), con un mínimo de 25 km.
- ▶ Si la longitud muestreable del tramo de estudio es superior a dicho esfuerzo de muestreo mínimo, se seleccionarán tramos de muestreo que se ajusten a dicha longitud mínima procurando que las distintas unidades ambientales existentes queden representadas en el conjunto de tramos seleccionados en la misma proporción en que se presentan a lo largo del tramo de estudio.
 - Las unidades ambientales representadas en el tramo de estudio a lo largo de menos de 2 km deberán quedar representadas completamente en los tramos de muestreo que se seleccionen.
- ▶ Si la longitud muestreable es inferior a 25 km, para alcanzar el esfuerzo de muestreo mínimo será necesario realizar una o más repeticiones del muestreo en el mismo periodo estacional:
 - para longitudes muy cortas (≤ 6 km) se realizarán 5 repeticiones del muestreo en cada periodo, independientemente del esfuerzo de muestreo que resulte;
 - para longitudes comprendidas entre 6 y 11 km se realizarán 3 repeticiones;
 - para longitudes comprendidas entre 11 y 16 km se realizarán 2 repeticiones;
 - para longitudes superiores a 16 km se realizará un muestreo del tramo de estudio completo, más una revisión adicional de uno o dos segmentos(sub-tramos) del mismo seleccionados por su representatividad, cuyas longitudes permitan aproximar el esfuerzo de muestreo al mínimo exigido;
- ▶ Las repeticiones del muestreo de un tramo inferior a 25 km en un mismo periodo estacional se realizarán con un intervalo mínimo de 3 semanas; si se realizan 5 repeticiones el intervalo mínimo será de 2 semanas.
- ▶ La longitud de las unidades de muestreo(longitud de tramo a revisar en una misma jornada)se determinará con carácter previo a la estimación del número de jornadas de campo necesarias para llevar a cabo el seguimiento del tramo de estudio:
 - con carácter general se asumirán condiciones normales de transitabilidad y las unidades de muestreo tendrán una longitud máxima de 5 km aproximadamente;

- en condiciones de difícil transitabilidad que sean debidamente justificadas las unidades de muestreo tendrán una longitud máxima de 4 km aproximadamente;
- excepcionalmente, y en condiciones extremas de transitabilidad que queden plenamente justificadas se podrán fijar unidades de muestreo de longitud inferior a 4 km.

Fechas de realización de los muestreos

- ▶ Con carácter preferente, los muestreos se programarán para ser realizados durante la segunda mitad de cada periodo estacional considerado.
- ▶ Muestreos correspondientes a distintos periodos estacionales deberán quedar distanciados entre sí un mínimo de 2 meses, siempre que sea posible.

5.2.2 Realización de los muestreos

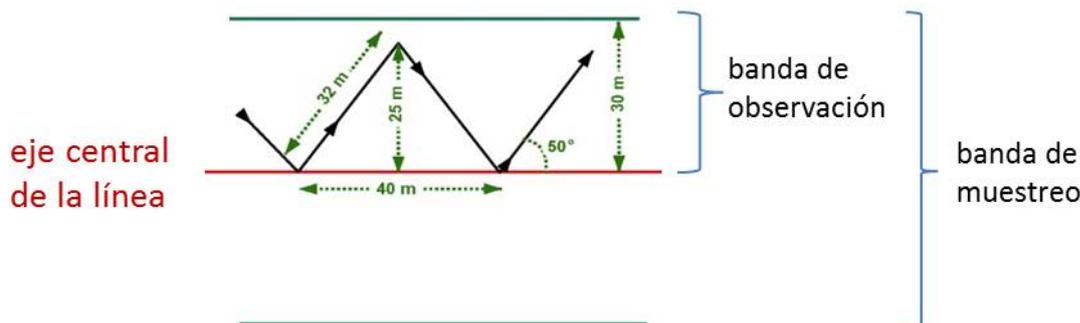
Determinación de la anchura de la banda de muestreo y anchura de la banda de observación

- ▶ La anchura de la banda de muestreo será de 60 m, salvo en aquellos casos en los que la falta de visibilidad o las dificultades de acceso imposibiliten la adopción de una banda de muestreo de esta anchura (calles de seguridad en zonas forestales, etc.).
 - En estos casos y sólo en los tramos en cuestión, la anchura de la banda de muestreo se limitará a la máxima que permitan las condiciones de visibilidad.
- ▶ La banda de muestreo quedará centrada en el eje de la línea, delimitando así dos semibandas contiguas y paralelas, cada una con la mitad de la anchura total (30 m), salvo en las condiciones en la que la falta de visibilidad o imposibilidad de acceso limite el ancho de la banda de muestreo.
- ▶ Cada semibanda de muestreo constituirá una banda de observación a controlar por un observador único.
- ▶ En el caso de bandas de muestreo cuya anchura quede limitada a 30 m o menos (como pueda corresponder a zonas forestales con calle de seguridad), se delimitará una única banda de observación cuya anchura será la que corresponda a la banda de muestreo.

- ▶ En todo caso se especificará el ancho de banda de muestreo y ancho de banda de observación que corresponda a cada tramo de muestreo. En el caso de que este ancho varíe lo largo del tramo de muestreo, deberán identificarse los vanos afectados y el ancho de banda de muestreo y observación correspondiente a cada uno.
- ▶ Cualquier incidencia que impida que un sector de un tramo de muestreo no pueda ser revisado en su totalidad deberá quedar registrada, indicando los vanos afectados, el porcentaje de la totalidad de la banda de muestreo no revisada en cada vano (con respecto al ancho de banda completo de 60 m) y la causa.
 - Para ello se estimará para cada vano el porcentaje de banda de muestreo efectivamente cubierta por el observador. Este dato se utilizará posteriormente para calcular el porcentaje de la banda de muestreo efectivamente cubierta por el observador y el coeficiente de corrección a aplicar a los datos de siniestralidad registrados.
- ▶ Independientemente de lo anterior, se registrarán todos los restos que se detecten aunque se localicen fuera de la banda de muestreo. En dichos casos se especificará que los restos se localizaron fuera de la banda de observación y/o muestreo y se precisará su ubicación y distancia al eje de la línea.

Recorrido para la detección de víctimas

- ▶ Cada banda de observación es recorrida por el observador siguiendo un patrón de movimiento en zigzag. El ángulo de desplazamiento del observador con respecto al eje de la línea será aproximadamente de 50° , aunque podrá variar puntualmente según las condiciones del terreno.
- ▶ El desplazamiento del observador a lo largo de la banda de observación se ajustará en la medida de lo posible a lo indicado en el siguiente esquema:



- ▶ En el caso de anchos de banda de muestreo que lo permitan (mayores de 30 m), cada una de las dos bandas de observación resultante podrá ser cubierta por un observador diferente desplazándose en paralelo según el patrón descrito, o por un único observador que las muestree consecutivamente en un recorrido de ida y vuelta.
- ▶ En el caso de anchos de banda de 30 m o menos (como pueda ser el que corresponda a zonas forestales con calle de seguridad), que resulten en una única banda de observación, ésta sólo será revisada por un observador único y en recorrido solo de ida, para evitar una intensificación del esfuerzo de muestreo aplicado por unidad de superficie a prospectar. En estos casos el ancho de banda de muestreo y el ancho de banda de observación serán iguales.
- ▶ Ambas bandas de observación correspondientes a una misma banda de muestreo deben ser recorridas por completo en la misma jornada de muestreo.
- ▶ Durante el recorrido el observador dispondrá un dispositivo GPS que registrará la ruta completa seguida durante el muestreo; el dispositivo se configurará de forma que registre y almacene la posición del observador (*track points*) cada 30 segundos, así como la hora de inicio y final del recorrido.
 - El fichero conteniendo los *tracks points* correspondientes a cada muestreo, en formato gpx, se aportará junto con las fichas y base de datos correspondientes.
- ▶ El recorrido debe programarse, en la medida de lo posible, para que durante el mismo las condiciones atmosféricas y del terreno sean las más favorables para la detección de los restos presentes:
 - ausencia de niebla, precipitaciones y vientos de elevada intensidad (≥ 6 en la escala de Beaufort);
 - ausencia de nieve sobre el terreno que pueda ocultar los restos;
 - en la medida de lo posible se evitará realizar los muestreos durante las primeras y últimas horas del día, cuando se estime que la visibilidad pueda verse reducida por la escasa luminosidad, existencia de sombras pronunciadas, elevado albedo debido a la presencia de rocío o escarcha, etc.;
 - se procurará que el sol no se sitúe frente al observador, sino a su espalda o un costado, no dificultando la detección de los restos.

- ▶ Se define el índice de “zigzagueo” (IZ) como la relación existente entre la longitud real recorrida por el observador en su recorrido en zigzag en su recorrido de ida y vuelta por la banda de observación (LZ) y el doble de la longitud del tramo de línea recorrida en el muestreo (LTM):

$$IZ = \frac{LZ}{2 LTM}$$

- la longitud recorrida por el observador en zigzag se calculará sobre los puntos registrados por el GPS cada 30 segundos (no utilizando una frecuencia de puntos inferior ni superior para no afectar a la longitud estimada);
- en el caso de tramos en los que el muestreo quede reducido a un recorrido solo de ida (por lo reducido de la banda de muestreo), el índice de “zigzagueo” se calculará según la siguiente expresión:

$$IZ = \frac{LZ}{LTM}$$

- ▶ El índice de zigzagueo es un estimador del grado de cobertura visual de la banda de muestreo. Para que los datos entre muestreos sean comparables entre sí, se tenderá a mantener un índice de “zigzagueo” de 1,6 aproximadamente ($IZ \approx 1,6$). En caso contrario, los resultados de estudios con índice de zigzagueo manifiestamente diferentes, para comparar sus resultados se deberá aplicar un coeficiente de corrección igual al cociente entre sus respectivos índices de zigzagueo.
- ▶ La velocidad de progresión del observador, medida como la longitud total recorrida dividida por el tiempo empleado en el muestreo, deberá intentar ajustarse a 2 km/h en condiciones normales de unidades de muestreo de 5 km, o 1,6 km/h en condiciones de dificultad de tránsito y unidades de muestreo de 4 km.
- ▶ En todos los casos se procurará que la duración del recorrido asociado a una unidad de muestreo no exceda de las 8 h para evitar la fatiga excesiva del observador.

Registro de datos sobre las víctimas

- ▶ Todo cuerpo, resto o conjunto de restos de aves localizado será considerado perteneciente a una víctima de colisión salvo en los siguientes casos:
 - existencia de evidencias claras de otra causa de muerte; en este caso se deberá indicar la causa y las evidencias al respecto;
 - los restos encontrados se corresponden con un cerco de menos de 5 plumas.

- ▶ En todo caso, y ante posibles dudas, se registrará la presencia en el entorno próximo del hallazgo de otros elementos o infraestructuras que hubieran podido causar la muerte: carreteras, alambradas, tendidos de vías férreas, otras líneas eléctricas distintas a la que es objeto de estudio, etc.

- ▶ Se contabilizarán como víctimas los ejemplares o restos que cuelguen de los cables.
 - En estos casos, se interpretará como causa de muerte la colisión si los restos no se localizan en la inmediata proximidad de un apoyo, o si se considera poco probable que el ejemplar haya podido morir por electrocución.

- ▶ En el caso de los cercos de plumas no se contabilizarán como víctimas aquellos formados exclusivamente por plumones, salvo que el observador pueda estimar con cierto nivel de confianza que el plumón encontrado corresponda efectivamente a un ejemplar muerto (y que por lo tanto pueda ser considerado víctima de colisión).

- ▶ Los restos localizados no serán manipulados, salvo lo mínimo necesario para identificar la especie u otros datos relevantes sobre la víctima. En ningún caso serán retirados ni trasladados desde el punto en el que se localicen.

- ▶ Como excepción al punto anterior, en el caso de restos antiguos difíciles de identificar a nivel específico en el campo, se considera admisible la toma de una muestra de pluma o hueso para su identificación posterior.

- ▶ Se tomará una fotografía de detalle de cada víctima o resto localizado así como otra de su entorno para facilitar su posterior identificación en caso de duda, o su reconocimiento en muestreos sucesivos para evitar dobles conteos de la misma.

- ▶ En caso de detectarse ejemplares de especies protegidas o amenazadas, o posibles víctimas de otra causa de muerte, se comunicará inmediatamente el hallazgo al técnico del Departamento de Medio Ambiente de RED ELÉCTRICA responsable de dicha instalación.

- ▶ En caso de detectar aves heridas pero aún vivas se comunicará tal circunstancia al SEPRONA, a la autoridad ambiental competente o al centro de recuperación de fauna más próximo, para que procedan al rescate del ejemplar.

- ▶ Los datos a tomar de cada hallazgo de restos serán los siguientes:
 - Datos generales sobre el muestreo:
 - Observador (nombre y apellidos)
 - Fecha y hora del muestreo
 - Línea (denominación y tensión)
 - Tramo de estudio (nº apoyo inicial – nº apoyo final)
 - Tramo de muestreo (nº apoyo inicial – nº apoyo final)
 - Unidad ambiental a la que pertenece el muestreo
 - Condiciones atmosféricas iniciales (y en su caso, su variación a lo largo del muestreo)
 - Anchura de la banda de muestreo (por defecto, 60 m)
 - Ancho de la banda de observación (por defecto 30 m)
 - Tipo de recorrido (solo ida por 1 observador, sólo ida por dos observadores, ida y vuelta por un observador)
 - Periodo estacional al que corresponde el muestreo (reproducción, invernada, etc.)
 - Diseño de los apoyos de la línea
 - Presencia o ausencia de cable de tierra y número de los mismos
 - Presencia, tipo y estado de la señalización anti-colisión instalada
 - Número de circuitos de la línea
 - Número de planos definidos por los cables, incluyendo los de tierra
 - Porcentaje de la superficie de la banda de muestreo efectivamente cubierta por el observador, para cada vano
 - Presencia o ausencia de dispositivos de señalización de tendidos y tipo de dispositivo, para cada vano

- Sobre la localización de los restos:
 - Vano de la línea (nº apoyo inicial – nº apoyo final)
 - Distancia al apoyo más cercano
 - Distancia a la que se localizan los restos por primera vez (distancia al observador en línea recta)
 - Categoría de tamaño relativa de los restos (no confundir con la categoría de tamaño de la especie a la que pertenecen los restos):
 - resto pequeño: aves completas de tamaño pequeño hasta el tamaño de una codorniz, aproximadamente; restos corporales de tamaño inferior a 20 cm; cercos de plumas de diámetro inferior a 20 cm;
 - resto mediano: aves completas de tamaño mediano (mayor que una codorniz y menor que un ratonero); restos corporales de entre 20 y 50 cm y restos menores dispersos en un radio de 50 cm; cercos de plumas de entre 20 y 50 cm de diámetro;
 - resto grande: aves completas de tamaño grande (mayor que un ratonero); restos corporales mayores de 50 cm y restos menores dispersos en un radio mayor de 50 cm; cercos de plumas de más de 50 cm de diámetro.
 - Independientemente de los criterios anteriores, el observador deberá estimar “in situ” la categoría de tamaño a la que mejor se ajusta los restos encontrados.
 - Distancia perpendicular al eje de la línea
 - Coordenadas de los restos obtenidas por GPS, expresadas en el sistema UTM ETRS89 o WGS84 (ambos equivalentes)
 - Estado de la señalización anti-colisión instalada
 - Otras infraestructuras que pudieran ser causa del accidente (carreteras, aerogeneradores, otras líneas eléctricas o férreas, etc.) presentes a menos de 50 m

- Sobre los restos:
 - Especie a la que pertenecen (nombre científico)
 - En caso de no ser posible la identificación a nivel específico, se indicará al menos el género, y si no es posible, la familia a la que pertenece el ejemplar.
 - Si tampoco fuera posible la identificación a nivel específico, se indicará al menos la categoría de tamaño a la que pertenece la especie:
 - especie pequeña: hasta el tamaño de una codorniz
 - especie mediana: entre codorniz y ratonero
 - especie grande: mayor que un ratonero
 - Número mínimo de ejemplares a los que pertenecen los restos
 - Clase de edad y sexo del ejemplar
 - Tipo de resto (completo, parte del cuerpo, esqueleto, cerco de plumas).
 - Estado de los restos (fresco, en putrefacción, seco, esqueleto expuesto, cerco de plumas)
 - Tiempo estimado transcurrido desde el accidente (1-2 día; aprox. 1 semana; aprox 1 mes; más de 1 mes; indeterminable). Se determinará de acuerdo con la siguiente tabla:

ANTIGÜEDAD DE LOS RESTOS	
<i>Estado</i>	<i>Antigüedad</i>
Sin síntomas de descomposición	1-2 días
Larvas de insectos en desarrollo	1 semana
Porciones considerables de hueso expuestas	1 mes
Prácticamente sólo tejido óseo sin larvas o insectos	más de 1 mes
Sólo plumas	Indeterminable

- Causa de la muerte (colisión si no hay evidencias de lo contrario)
- Evidencias de carroñeo
- Presencia de marcas, anillas, etc.

- Se tomará al menos una fotografía de los restos localizados en la que aparezca una escala métrica (regla o similar) de referencia para la estimación de su tamaño

5.2.3 Cuantificación de víctimas

- ▶ Se excluirán de los registros las víctimas sobre las que exista certeza de que no han muerto como causa de la colisión contra los cables de la línea.
- ▶ Las víctimas localizadas fuera de la banda de muestreo se cuantificarán junto con el resto.
- ▶ Se cuantificarán todas las víctimas localizadas independientemente de la antigüedad de los restos.
- ▶ En los casos en que exista certeza de que unos restos detectados en distintos muestreos corresponden al mismo ejemplar, éstos se contabilizarán únicamente en el primero de los muestreos realizados.
- ▶ Se cuantificarán como víctimas distintas aquellos restos coherentes entre sí localizados a más de 50 m, salvo que por evidencias y otras circunstancias, exista convencimiento firme del observador de que pertenecen al mismo ejemplar, en cuyo caso serán cuantificados como una única víctima.

5.2.4 Presentación de los resultados

- ▶ Se deberán exponer de forma clara e inequívoca las características y resultados de los muestreos realizados, preferentemente en forma de tablas.
- ▶ Se anejará a los resultados una base de datos cumplimentada con la totalidad de los resultados obtenidos.
- ▶ Se aportarán las fichas de tramo de muestreo y fichas de víctima que se anejan debidamente cumplimentadas.
- ▶ Se adjuntará una fotografía de cada resto localizado, que podrá ser incorporada a la ficha de víctimas.

- ▶ Se adjuntarán los ficheros en formato *.gpx* que contengan las rutas seguidas por los observadores durante los muestreos.

Datos sobre el muestreo realizado

- ▶ Tramo de estudio
 - Denominación de la línea y tensión
 - Identificación del tramo de estudio
 - Características técnicas (número de cables, número de planos, altura de los apoyos, presencia de dispositivos anticolidión, etc.)
 - Unidades ambientales homogéneas representadas a lo largo del tramo de estudio: tipos de unidades y delimitación de los tramos homogéneos resultantes
- ▶ Tramo de muestreo
 - Tramo o tramos muestreados e identificación de las unidades de muestreo (número de los apoyos que los delimitan)
 - Longitud total del tramo de muestreo (suma de tramos individuales) y porcentaje que representa del tramo de estudio
 - Longitud total del tramo de muestreo revisada (excluyendo los vanos que no han podido ser revisados).
 - Porcentaje de la superficie de la banda de muestreo efectivamente prospectada por el observador (con respecto al ancho completo de 60 m y longitud total del tramo de muestreo).

Correspondencia entre tramos de muestreo y unidades ambientales.

- ▶ Esfuerzo de muestreo realizado
 - Anchuras de bandas de muestreo y observación y tipo de recorrido efectuado
 - Número de periodos de estacionales cubiertos
 - Número de periodos anuales
 - Número de muestreos efectuados y fechas de realización de los mismos

- Esfuerzo de muestreo total y distribución por periodos estacionales y anuales y por unidades ambientales
- Observadores
- Identificación de los observadores que han participado y experiencia previa

Datos obtenidos con los muestreos

- Datos brutos: se presentarán individualizados los datos correspondientes a cada tramo de muestreo coincidente con una unidad de muestreo (muestreo completo de un tramo, continuo o discontinuo, de longitud aproximada de 5 km o inferior, y efectuado en una misma jornada).
- Coeficiente de corrección por banda no prospectada (Coef. B). Se calculará para cada tramo de muestreo coincidente con una unidad de muestreo, como el cociente entre la longitud del tramo de muestreo y el sumatorio de la longitud de cada vano multiplicado por el porcentaje de banda prospectada.

$$\text{Coef. B} = \frac{\text{LTM} \cdot 100}{\sum(\text{long vano} \cdot \% \text{ banda prospectada})}$$

- Coeficiente de detectabilidad de las víctimas (Coef. D). Se calculará para todo el muestreo según se detalla en el anexo I.
- Siniestralidad
- Número de víctimas por especie (y en su caso, clase de edad y sexo)
 - Tasa de siniestralidad registrada (SR): número de víctimas encontradas dividido por el esfuerzo de muestreo en km:
 - global
 - por periodo estacional
 - por periodo anual
 - Tasa de siniestralidad estimada (SE). Se calcula como el sumatorio para cada observador (i), tramo de muestreo (j) y clase de tamaño relativo de los restos (k) del

producto entre el coeficiente de detectabilidad, el coeficiente de banda no prospectada y la siniestralidad registrada

$$SE = \sum_i^I \sum_j^J \sum_k^K (Coef. D_{ik} * Coef. B_j * SR_{ijk})$$

donde:

- SE* = siniestralidad estimada en el tramo de estudio
- Coef. D_{ik}* = coeficiente de detectabilidad estimado para el observador *i* para el grupo de tamaño *k*
- Coef. B_j* = coeficiente de banda prospectada en cada muestreo
- SR_{ijk}* = siniestralidad registrada por el observador *i*, en cada intervalo de muestreo *j* y para cada grupo de tamaño de víctima *k*

- Distribución de la tasa de siniestralidad y especies afectadas a lo largo del tramo de estudio:
 - identificación de tramos/vanos de concentración de accidentes y especies más afectadas;
 - identificación de posibles factores ambientales/locales relacionados con la ocurrencia de accidentes.
- En su caso, análisis estadístico comparativo de la siniestralidad en vanos señalizados y no señalizados con dispositivos anticolidión.

Valoración de los resultados

► Sobre el seguimiento realizado:

- conclusiones sobre el alcance temporal del estudio realizado en relación con la variabilidad temporal en las condiciones ambientales (estacionalidad/interanualidad) y en su caso sobre la necesidad de ampliarlo.

► Sobre la siniestralidad:

- conclusiones sobre la magnitud y significación de la siniestralidad, su distribución a lo largo del trazado y las especies afectadas;
- en su caso, identificación de puntos o tramos de concentración de accidentes.

► Sobre las medidas correctoras:

- en su caso, valoración de la efectividad de las medidas instaladas;
- valoración de la necesidad de adoptar medidas correctoras adicionales;
- valoración de la necesidad de abordar la realización de un estudio de detalle, y en su caso, las características del mismo.

► Sobre el procedimiento:

- Dificultades encontradas y propuestas de mejora para la metodología empleada.

5.3 PROTOCOLO PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS DETALLADOS

5.3.1 Pasos previos

Fijación de objetivos

- ▶ Serán objetivos a conseguir con el estudio detallado a emprender los siguientes:
 - caracterización de la incidencia cuantitativa y cualitativa del tramo de estudio sobre la avifauna de su entorno en general y de forma particular para las distintas especies afectadas;
 - valoración cuantitativa de los sesgos inherentes a los muestreos en el ámbito y periodo del estudio;
 - determinación de la tasa de siniestralidad “real” o “estimada” a partir de la tasa de siniestralidad “registrada” y de los coeficientes obtenidos para la corrección de los sesgos principales;
 - valoración de la importancia de distintos tipos de factores (ambiente, estacionalidad, condiciones de riesgo, etc.) sobre la magnitud y distribución de la siniestralidad estimada;
 - propuesta de medidas correctoras adecuadas a la magnitud del problema registrado y, en su caso, seguimiento de su eficacia tras su instalación.

Determinación del tramo o tramos de estudio

- ▶ El objeto de estudio podrá ser un tramo o conjunto de tramos de una línea, definidos previamente por las circunstancias que en cada caso determinen la necesidad del estudio de detalle:
 - pronunciamiento expreso en este sentido de la administración ambiental;
 - resultados de un seguimiento PVA o una valoración exprés, que aconsejen la realización de un estudio detallado en algún tramo o tramos de una línea;
 - evidencias de distinta índole que identifiquen algún tramo o tramos por su mayor incidencia potencial o actual sobre la avifauna.
- ▶ En otros casos, si la exigencia del estudio detalle corresponde a una línea completa o tramo de la misma de gran longitud, pero sin mayor concreción al respecto, el tramo de

estudio se determinará a partir de la concurrencia de factores de riesgo para las aves o de la presencia de especies propensas a la colisión identificados por información previa que pueda estar disponible (EIA, etc.).

- La realización de un estudio de detalle para una línea completa o tramo de línea de gran longitud implica un gran esfuerzo de muestreo, en gran parte debido a la necesidad de realizar experimentos para la corrección de sesgos, que será mayor cuanto mayor sea la variabilidad de condiciones ambientales representadas a lo largo del trazado.
 - Por ello, y en la medida de lo posible, los estudios de detalle deberían restringirse a tramos de estudio ambientalmente homogéneos; en caso contrario, la realización de un estudio de detalle de un tramo o línea que atravesase más de una situación ambiental diferente exigirá la aplicación de un esfuerzo de muestreo equivalente a la realización de dos o más estudios de detalle independientes.
- El tramo de estudio podrá ser continuo o discontinuo. La longitud total del tramo de estudio (LTE) será la que resulte de la suma de las longitudes de los distintos subtramos que lo compongan.
- Los tramos de muestreo estarán constituidos por los vanos de la línea que vayan a ser revisados de forma efectiva para la detección de víctimas. Es el resultado de excluir los vanos cuyo muestreo resulte dificultoso o inconveniente por alguna razón, o de la selección de un subconjunto de vanos representativos para su muestreo. La longitud total del tramo de muestreo (LTM) es la suma de las longitudes de los vanos que son efectivamente revisados para la detección de víctimas.

Identificación de unidades ambientalmente homogéneas

- Se caracterizarán las condiciones ambientales predominantes a lo largo del tramo de estudio. Se considerarán especialmente:
- los tipos de hábitat o ambientes faunísticos presentes;
 - las variaciones en la presencia y abundancia de especies propensas a los accidentes;
 - las condiciones de riesgo para las aves (topografía, vertederos, focos de atracción, puntos o áreas de cría, zonas de concentración de ejemplares, rutas de vuelo etc.).

- ▶ Las unidades ambientales resultantes deberán corresponderse con condiciones de riesgo manifiestamente diferentes para las aves, ya sea por la concurrencia de factores como los señalados o por diferencias manifiestas en la abundancia de ejemplares y tipos de especies que puedan verse afectadas (acuáticas, estepáricas, etc.).

- ▶ En el caso de que se identifique más de una situación ambientalmente homogénea a lo largo del trazado, deberá determinarse si todas ellas deberán ser objeto del estudio de detalle.
 - Si a alguna de las unidades ambientales resultantes no se asocia una elevada incidencia potencial para la avifauna, está podría ser excluida del estudio de detalle para no incrementar innecesariamente el esfuerzo de muestreo total a aplicar.
 - En caso contrario, si se pretende caracterizar en detalle dos o más unidades ambientales homogéneas atravesadas por el trazado, cada uno de los tramos homogéneos resultantes deberá ser objeto de un esfuerzo de muestreo equivalente al de un estudio de detalle centrado en una única unidad.

- ▶ Se cartografiará la distribución de las unidades resultantes a lo largo del tramo de estudio, identificando así sectores homogéneos en función de su riesgo potencial para la avifauna. Se determinará la longitud del tramo de estudio que corresponda a cada unidad ambiental identificada.

Determinación del periodo cubierto por el estudio

- ▶ Con carácter previo se determinará, a partir de la información disponible, el número de periodos estacionales diferenciados en que se pueda dividir el ciclo fenológico anual de la avifauna en la zona y a los que se puedan asociar condiciones de riesgo diferentes en lo que se refiere a la probabilidad de ocurrencia de accidentes de colisión.
 - El esfuerzo de muestreo total a aplicar en un estudio de detalle se duplicará o multiplicará en función del número de periodos estacionales que se quieran considerar, abarcando un ciclo anual completo.
 - Con carácter general se planteará la realización de muestreos al menos en los siguientes periodos estacionales: reproducción e invernada.
 - En áreas con un importante paso migratorio deberán considerarse periodos estacionales adicionales coincidentes con dichos periodos de paso (postnupcial y/o prenupcial).

- Cuando se identifiquen factores de riesgo con una ocurrencia temporal limitada en el entorno del tramo de estudio, estos deberán ser caracterizados, identificando el periodo del año en el que ocurren y que debe ser objeto de muestreo.
 - No obstante, el estudio de detalle podrá centrarse en la valoración de la incidencia sobre la avifauna en un único periodo estacional, aquél que coincida con las condiciones de mayor riesgo para la avifauna (ej: periodo de máxima presencia general de aves; periodo de máxima presencia de las especies más sensibles, etc.).
- Si se estima necesario llevar a cabo muestreos plurianuales para reflejar variaciones significativas en la capacidad de acogida para las aves y condiciones de riesgo del ámbito atravesado por la línea, deberá multiplicarse el esfuerzo de muestreo resultante del número de periodos estacionales considerados, por el número de periodos anuales que cubra el estudio.
- En el caso de estudios que contemplen la instalación de medidas correctoras y la valoración de su eficacia (diseño BACI: iniciales de “before/after/control/impact”), el estudio deberá abarcar necesariamente dos periodos de muestreo:
- anterior a la instalación de las medidas;
 - posterior a la instalación de las medidas;
 - en estos casos, ambos periodos del estudio deberán corresponder al mismo periodo estacional, en lo que se refiere a las condiciones ambientales que determinan variaciones en la presencia de aves y en el riesgo para las mismas.

Determinación del esfuerzo de muestreo

- Se define el esfuerzo de muestreo total (EMT) como el número total de kilómetros de línea que debe ser revisado para la detección de víctimas en el marco del estudio.
- Para cada tramo ambientalmente homogéneo y periodo de estudio se realizará un mínimo de 5 revisiones o réplicas del muestreo.
- En el caso de tramos < 5 km, se muestreará la totalidad del mismo.
 - En el caso de tramos de estudio largos podrá procederse a seleccionar tramos representativos a muestrear para no incrementar excesivamente el esfuerzo de muestreo, cuya longitud total deberá ser al menos igual al 50% de la longitud del tramo de estudio y no inferior a 5 km.

- ▶ El esfuerzo de muestreo total a aplicar en el estudio (EMT) será el resultado de la suma del esfuerzo de muestreo correspondiente a cada tramo de muestreo ambientalmente homogéneo que se quiera caracterizar multiplicado por el número de periodos diferentes a cubrir.

- ▶ Realización de réplicas
 - el intervalo entre réplicas o revisiones sucesivas de un mismo tramo muestreo en un mismo periodo estacional será aquél que maximice la probabilidad de detectar las víctimas en función de su tasa de desaparición tras el accidente (variable en función de las condiciones ambientales); por lo tanto este intervalo será determinado expresamente para cada estudio a partir de los resultados del experimento de sesgo por carroñeo y coincidirá con el tiempo medio de permanencia de los restos correspondiente al grupo de tamaño de ave más grande (con un máximo de 21 días);
 - cada réplica a efectuar deberá cubrir la totalidad del tramo de muestreo.

- ▶ En el caso de un estudio con diseño BACI, cuyo objeto es constatar la eficacia de la instalación de medidas correctoras, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:
 - tanto los vanos a señalizar como los de control deben distribuirse a lo largo de un tramo ambientalmente homogéneo, con una separación entre tramos señalizados y de control de al menos dos vanos;
 - tanto los vanos a señalizar como los de control serán muestreados tanto en el periodo anterior como en el posterior a la instalación de las medidas;
 - el esfuerzo de muestreo a aplicar en cada periodo de estudio (anterior y posterior a la instalación de las medidas) deberá ser similar.

- ▶ La longitud de las unidades de muestreo (longitud de tramo a revisar en una misma jornada) se determinará con carácter previo a la estimación del número de jornadas de campo necesarias para llevar a cabo el estudio:
 - con carácter general se asumirán condiciones normales de transitabilidad y las unidades de muestreo tendrán una longitud máxima de 5 km aproximadamente;
 - en condiciones de difícil transitabilidad que sean debidamente justificadas las unidades de muestreo tendrán una longitud máxima de 4 km aproximadamente;

- excepcionalmente, y en condiciones extremas de transitabilidad que queden plenamente justificadas, se podrán fijar unidades de muestreo de longitud inferior a 4 km.

Fechas de realización de los muestreos

- ▶ Con carácter preferente, los muestreos se programarán para ser realizados durante la segunda mitad de cada periodo estacional considerado.
- ▶ Muestreos correspondientes a distintos periodos estacionales deberán quedar distanciados entre sí un mínimo de 2 meses, siempre que sea posible.

5.3.2 Realización de los muestreos

Determinación de la anchura de la banda de muestreo y anchura de la banda de observación

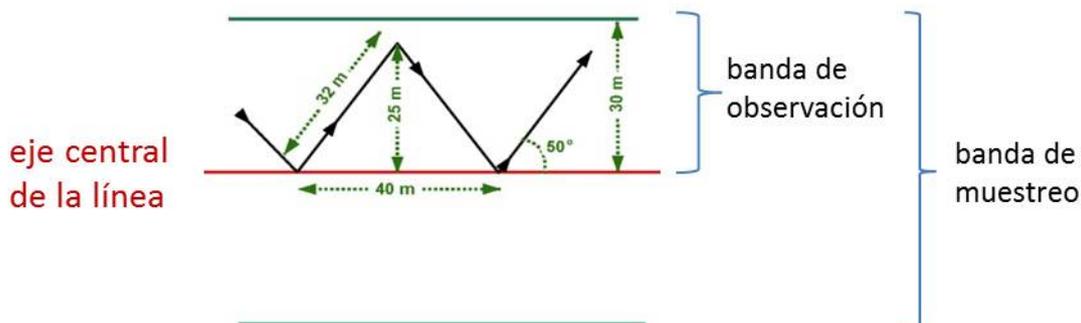
- ▶ La anchura de la banda de muestreo será de 60 m, salvo en aquellos casos en los que la falta de visibilidad o las dificultades de acceso imposibiliten la adopción de una banda de muestreo de esta anchura (calles de seguridad en zonas forestales, etc.).
 - En estos casos y sólo en los tramos en cuestión, la anchura de la banda de muestreo se limitará a la máxima que las condiciones de visibilidad.
- ▶ La banda de muestreo quedará centrada en el eje de la línea, delimitando así dos semibandas contiguas y paralelas, cada una con la mitad de la anchura total (30 m), salvo en las condiciones en la que la falta de visibilidad o imposibilidad de acceso limite el ancho de la banda de muestreo.
- ▶ Cada semibanda de muestreo constituirá una banda de observación a controlar por un observador único.
- ▶ En el caso de bandas de muestreo cuya anchura quede limitada a 30 m o menos (como pueda corresponder a zonas forestales con calle de seguridad), se delimitará una única banda de observación cuya anchura será la que corresponda a la banda de muestreo.
- ▶ En todo caso se especificará el ancho de banda de muestreo y ancho de banda de observación que corresponda a cada tramo de muestreo. En el caso de que este ancho

varíe lo largo del tramo de muestreo, deberán identificarse los vanos afectados y el ancho de banda de muestreo y observación correspondiente a cada uno.

- ▶ Cualquier incidencia que impida que un sector de un tramo de muestreo no pueda ser revisado en su totalidad deberá quedar registrada, indicando los vanos afectados, el porcentaje de la totalidad de la banda de muestreo no revisada en cada vano (con respecto al ancho de banda completo de 60 m) y la causa.
 - Para ello se estimará para cada vano el porcentaje de banda de muestreo efectivamente cubierta por el observador. Este dato se utilizará posteriormente para calcular el porcentaje de la banda de muestreo efectivamente cubierta por el observador y el coeficiente de corrección a aplicar a los datos de siniestralidad registrados.
- ▶ Independientemente de lo anterior, se registrarán todos los restos que se detecten aunque se localicen fuera de la banda de muestreo. En dichos casos se especificará que los restos se localizaron fuera de la banda de observación y/o muestreo y se precisará su ubicación y distancia al eje de la línea.

Recorrido para la detección de víctimas

- ▶ Cada banda de observación es recorrida por el observador siguiendo un patrón de movimiento en zigzag. El ángulo de desplazamiento del observador con respecto al eje de la línea será aproximadamente de 50° , aunque podrá variar puntualmente según las condiciones del terreno.
- ▶ El desplazamiento del observador a lo largo de la banda de observación se ajustará en la medida de lo posible a lo indicado en el siguiente esquema:



- ▶ En el caso de anchos de banda de muestreo que lo permitan (mayores de 30 m), cada una de las dos bandas de observación resultante podrá ser cubierta por un observador diferente desplazándose en paralelo según el patrón descrito, o por un único observador que las muestree consecutivamente en un recorrido de ida y vuelta.
- ▶ En el caso de anchos de banda de 30 m o menos (como pueda ser el que corresponda a zonas forestales con calle de seguridad), que resulten en una única banda de observación, ésta sólo será revisada por un observador único y en recorrido solo de ida, para evitar una intensificación del esfuerzo de muestreo aplicado por unidad de superficie a prospectar. En estos casos el ancho de banda de muestreo y el ancho de banda de observación serán iguales.
- ▶ Ambas bandas de observación correspondientes a una misma banda de muestreo deben ser recorridas por completo en la misma jornada de muestreo.
- ▶ Durante el recorrido el observador dispondrá un dispositivo GPS que registrará la ruta completa seguida durante el muestreo; el dispositivo se configurará de forma que registre y almacene la posición del observador (*track points*) cada 30 segundos, así como la hora de inicio y final del recorrido.
 - El fichero conteniendo los *tracks points* correspondientes a cada muestreo, en formato *gpx*, se aportará junto con las fichas y base de datos correspondientes.
- ▶ El recorrido debe programarse, en la medida de lo posible, para que durante el mismo las condiciones atmosféricas y del terreno sean las más favorables para la detección de los restos presentes:
 - ausencia de niebla, precipitaciones y vientos de elevada intensidad (≥ 6 en la escala de Beaufort);
 - ausencia de nieve sobre el terreno que pueda ocultar los restos;
 - en la medida de lo posible se evitará realizar los muestreos durante las primeras y últimas horas del día, cuando se estime que la visibilidad pueda verse reducida por la escasa luminosidad, existencia de sombras pronunciadas, elevado albedo debido a la presencia de rocío o escarcha, etc.;
 - se procurará que el sol no se sitúe frente al observador, sino a su espalda o un costado, no dificultando la detección de los restos.

- Se define el índice de “zigzag” (IZ) como la relación existente entre la longitud real recorrida por el observador en su recorrido en zigzag en su recorrido de ida y vuelta por la banda de observación (LZ) y el doble de la longitud del tramo de línea recorrida en el muestreo (LTM):

$$IZ = \frac{LZ}{2LTM}$$

- la longitud recorrida por el observador en zigzag se calculará sobre los puntos registrados por el GPS cada 30 segundos (no utilizando una frecuencia de puntos inferior ni superior para no afectar a la longitud estimada)
- en el caso de tramos en los que el muestreo quede reducido a un recorrido solo de ida (por lo reducido de la banda de muestreo), el índice de “zigzag” se calculará según la siguiente expresión:

$$IZ = \frac{LZ}{LTM}$$

- El índice de zigzag es un estimador del grado de cobertura visual de la banda de muestreo. Para que los datos entre muestreos sean comparables entre sí, se tenderá a mantener un índice de “zigzag” de 1,6 aproximadamente ($IZ \approx 1,6$). En caso contrario, los resultados de estudios con índice de zigzag manifiestamente diferentes, para comparar sus resultados se deberá aplicar un coeficiente de corrección igual al cociente entre sus respectivos índices de zigzag.
- La velocidad de progresión del observador, medida como la longitud total recorrida dividida por el tiempo empleado en el muestreo, deberá intentar ajustarse a 2 km/h en condiciones normales de unidades de muestreo de 5 km, o 1,6 km/h en condiciones de dificultad de tránsito y unidades de muestreo de 4 km.
- En todos los casos se procurará que la duración del recorrido asociado a una unidad de muestreo no exceda de las 8 h para evitar la fatiga excesiva del observador.

Registro de datos sobre las víctimas

- ▶ Todo cuerpo, resto o conjunto de restos de aves localizados será considerado perteneciente a una víctima de colisión salvo en los siguientes casos:
 - existencia de evidencias claras de otra causa de muerte; en este caso se deberá indicar la causa y las evidencias al respecto;
 - los restos encontrados se corresponden con un cerco de menos de 5 plumas.
- ▶ En todo caso, y ante posibles dudas, se registrará la presencia en el entorno próximo del hallazgo de otros elementos o infraestructuras que hubieran podido causar la muerte por colisión: carreteras, alambradas, tendidos de vías férreas, otras líneas eléctricas distintas a la que es objeto de estudio, etc.
- ▶ Se contabilizarán como víctimas los ejemplares o restos que cuelguen de los cables.
 - En estos casos, se interpretará como causa de muerte la colisión si los restos no se localizan en la inmediata proximidad de un apoyo, o si se considera poco probable que el ejemplar haya podido morir por electrocución.
- ▶ En el caso de los cercos de plumas no se contabilizarán como víctimas aquellos formados exclusivamente por plumones, salvo que el observador pueda estimar con cierto nivel de confianza que el plumón encontrado corresponda efectivamente a un ejemplar muerto (y que por lo tanto pueda ser considerado víctima de colisión).
- ▶ Los restos localizados no serán manipulados, salvo lo mínimo necesario para identificar la especie u otros datos relevantes sobre la víctima. En ningún caso serán retirados ni trasladados desde el punto en el que se localicen.
- ▶ Como excepción al punto anterior, en el caso de restos antiguos difíciles de identificar a nivel específico en el campo, se considera admisible la toma de una muestra de pluma o hueso para su identificación posterior.
- ▶ Se tomará una fotografía de detalle de cada víctima o resto localizado así como otra de su entorno para facilitar su posterior identificación en caso de duda, o para su reconocimiento en muestreos sucesivos.

- ▶ En caso de detectarse ejemplares de especies protegidas o amenazadas, o posibles víctimas de otra causa de muerte, se comunicará inmediatamente el hallazgo al técnico del Departamento de Medio Ambiente de RED ELÉCTRICA responsable de dicha instalación.

- ▶ En caso de detectar aves heridas pero aún vivas se comunicará tal circunstancia al SEPRONA, a la autoridad ambiental competente o al centro de recuperación de fauna más próximo, para que procedan al rescate del ejemplar.

- ▶ Los datos a tomar de cada hallazgo de restos serán los siguientes:
 - Datos generales sobre el muestreo:
 - Observador (nombre y apellidos)
 - Fecha y hora del muestreo
 - Línea (denominación y tensión)
 - Tramo de estudio (nº apoyo inicial – nº apoyo final)
 - Tramo de muestreo (nº apoyo inicial – nº apoyo final)
 - Unidad ambiental a la que pertenece el muestreo
 - Condiciones atmosféricas iniciales (y en su caso, su variación a lo largo del muestreo)
 - Anchura de la banda de muestreo (por defecto, 60 m)
 - Ancho de la banda de observación (por defecto 30 m)
 - Tipo de recorrido (solo ida por 1 observador, sólo ida por dos observadores, ida y vuelta por un observador)
 - Periodo estacional al que corresponde el muestreo (reproducción, invernada, etc.)
 - Diseño de los apoyos de la línea
 - Presencia o ausencia de cable de tierra y número de los mismos
 - Presencia, tipo y estado de la señalización anti-colisión instalada
 - Número de circuitos de la línea
 - Número de planos definidos por los cables, incluyendo los de tierra
 - Porcentaje de la superficie de la banda de muestreo efectivamente cubierta por el observador, para cada vano
 - Presencia o ausencia de dispositivos de señalización de tendidos y tipo de dispositivo, para cada vano

- Sobre la localización de los restos:
 - Vano de la línea (nº apoyo inicial – nº apoyo final)
 - Distancia al apoyo más cercano
 - Distancia a la que se localizan los restos por primera vez (distancia al observador en línea recta)
 - Categoría de tamaño relativa de los restos (no confundir con la categoría de tamaño de la especie a la que pertenecen los restos):
 - resto pequeño: aves completas de tamaño pequeño hasta el tamaño de una codorniz, aproximadamente; restos corporales de tamaño inferior a 20 cm; cercos de plumas de diámetro inferior a 20 cm;
 - resto mediano: aves completas de tamaño mediano (mayor que una codorniz y menor que un ratonero); restos corporales de entre 20 y 50 cm y restos menores dispersos en un radio de 50 cm; cercos de plumas de entre 20 y 50 cm de diámetro;
 - resto grande: aves completas de tamaño grande (mayor que un ratonero); restos corporales mayores de 50 cm y restos menores dispersos en un radio mayor de 50 cm; cercos de plumas de más de 50 cm de diámetro;
 - Independientemente de los criterios anteriores, el observador deberá estimar “in situ” la categoría de tamaño a la que mejor se ajusta los restos encontrados.
 - Distancia perpendicular al eje de la línea
 - Coordenadas de los restos obtenidas por GPS, expresadas en el sistema UTM ETRS89 o WGS84 (ambos equivalentes)
 - Estado de la señalización anti-colisión instalada
 - Otras infraestructuras que pudieran ser causa del accidente (carreteras, aerogeneradores, otras líneas eléctricas o férreas, etc.) presentes a menos de 50 m
- Sobre los restos:
 - Especie a la que pertenecen (nombre científico)

- en caso de no ser posible la identificación a nivel específico, se indicará al menos el género, y si no es posible, la familia a la que pertenece el ejemplar;
 - si tampoco fuera posible la identificación a nivel específico, se indicará al menos la categoría de tamaño a la que pertenece la especie:
 - especie pequeña: hasta el tamaño de una codorniz;
 - especie mediana: entre codorniz y ratonero;
 - especie grande: mayor que un ratonero.
- Número mínimo de ejemplares a los que pertenecen los restos
 - Clase de edad y sexo del ejemplar
 - Tipo de resto (completo, parte del cuerpo, esqueleto, cerco de plumas)
 - Estado de los restos (fresco, en putrefacción, seco, esqueleto expuesto, cerco de plumas)
 - Tiempo estimado transcurrido desde el accidente (1-2 día; aprox. 1 semana; aprox. 1 mes; más de 1 mes; indeterminable). Se determinará de acuerdo con la siguiente tabla:

ANTIGÜEDAD DE LOS RESTOS	
<i>Estado</i>	<i>Antigüedad</i>
Sin síntomas de descomposición	1-2 días
Larvas de insectos en desarrollo	1 semana
Porciones considerables de hueso expuestas	1 mes
Prácticamente sólo tejido óseo sin larvas o insectos	más de 1 mes
Sólo plumas	Indeterminable

- Causa de la muerte (colisión si no hay evidencias de lo contrario)
- Evidencias de carroñeo
- Presencia de marcas, anillas, etc.
- Se tomará al menos una fotografía de los restos localizados en la que aparezca una escala métrica (regla o similar) de referencia para la estimación de su tamaño

5.3.3 Cuantificación de víctimas

- ▶ Se excluirán de los registros las víctimas sobre las que exista certeza de que no han muerto como causa de la colisión contra los cables de la línea.
- ▶ Las víctimas localizadas fuera de la banda de muestreo se cuantificarán junto con el resto.
- ▶ Víctimas atribuidas a intervalos de muestreo anteriores al que fueron detectadas se cuantifican pero no se utilizarán en el cálculo de la siniestralidad estimada.
- ▶ En los casos en que exista certeza de que unos restos detectados en distintos muestreos corresponden al mismo ejemplar, éstos se contabilizarán únicamente en el primero de los muestreos realizados.
- ▶ Se cuantificarán como víctimas distintas aquellos restos coherentes entre sí localizados a más de 50 m, salvo que por evidencias y otras circunstancias, exista convencimiento firme del observador de que pertenecen al mismo ejemplar, en cuyo caso serán cuantificados como una única víctima.
- ▶ Víctimas halladas durante el estudio de sesgos. Se registran pero no se cuantifican con el resto de datos.

5.3.4 Presentación de los resultados

- ▶ Se deberán exponer de forma clara e inequívoca las características y resultados de los muestreos realizados, preferentemente en forma de tablas.
- ▶ Se anexará a los resultados una base de datos cumplimentada con la totalidad de los resultados obtenidos.
- ▶ Se aportarán las fichas de tramo de muestreo y fichas de víctima que se anejan debidamente cumplimentadas.
- ▶ Se adjuntará una fotografía de cada resto localizado, que podrá ser incorporada a la ficha de víctimas.

- ▶ Se adjuntarán los ficheros en formato *.gpx* que contengan las rutas seguidas por los observadores durante los muestreos.

Datos sobre el muestreo realizado

▶ Tramo de estudio:

- Denominación de la línea y tensión
- Identificación del tramo de estudio
- Características técnicas (tensión, número de cables, número de planos, altura de los apoyos, presencia de dispositivos anticolidión, etc.)
- Unidades ambientales homogéneas representadas a lo largo del tramo de estudio: tipos de unidades y delimitación de los tramos homogéneos resultantes.

▶ Tramo de muestreo:

- Tramo o tramos muestreados (identificados por los números de los apoyos que los delimitan)
- Longitud total del tramo de muestreo (suma de tramos individuales) y porcentaje que representa del tramo de estudio
- Longitud total del tramo de muestreo revisada (excluyendo los vanos que no han podido ser revisados)
- Porcentaje de superficie de la banda de muestreo efectivamente prospectada por el observador (con respecto al ancho completo de 60 m y longitud total del tramo de muestreo)
- Unidad ambiental con la que se corresponde el tramo de muestreo

▶ Esfuerzo de muestreo realizado:

- Anchuras de bandas de muestreo y observación y tipo de recorrido efectuado
- Número de periodos de estacionales cubiertos
- Número de periodos anuales
- Número de muestreos efectuados y fechas de realización de los mismos
- Esfuerzo de muestreo total y distribución por periodos estacionales y anuales y por unidades ambientales

► Observadores:

- Identificación de los observadores que han participado y experiencia previa.

Datos obtenidos con los muestreos

- Datos brutos: se presentarán individualizados los datos correspondientes a cada tramo de muestreo coincidente con una unidad de muestreo (muestreo completo de un tramo, continuo o discontinuo, de longitud aproximada de 5 km o inferior, y efectuado en una misma jornada).
- Coeficiente de corrección por banda no prospectada (Coef. B). Se calculará para cada tramo de muestreo coincidente con una unidad de muestreo, como el cociente entre la longitud del tramo de muestreo y el sumatorio de la longitud de cada vano multiplicado por el porcentaje de banda prospectada.

$$\text{Coef. B} = \frac{LTM * 100}{\sum(\text{long vano} * \% \text{ banda prospectada})}$$

- Coeficiente de detectabilidad de las víctimas (Coef. D). Se calculará para todo el muestreo según se detalla en el anexo I.

► Siniestralidad

- Número de víctimas por especie (y en su caso, clase de edad y sexo)
- Tasa de siniestralidad registrada (SR): número de víctimas / esfuerzo de muestreo en km de tendido eléctrico:
 - global
 - por periodo estacional
 - por periodo anual
- Tasa de siniestralidad estimada (SE). Se calcula como se especifica en el siguiente apartado.
- Distribución de la tasa de siniestralidad y especies afectadas a lo largo del tramo de estudio:

- identificación de tramos/vanos de concentración de accidentes y especies más afectadas;
 - identificación de posibles factores ambientales/locales relacionados con la ocurrencia de accidentes.
- En su caso, análisis estadístico comparativo de la siniestralidad en vanos señalizados y no señalizados con dispositivos anticolidión.
 - En caso de haberse realizado un estudio de tipo BACI, análisis comparativo de la siniestralidad en vanos señalizados y no señalizados con dispositivos anticolidión. Valoración de la eficacia de la mitigación y propuesta de medidas adicionales.
 - Asignación de cada especie registrada como víctima de colisión a uno de los grupos de tamaño de aves utilizadas en el experimento de sesgo por carroñeo (ver protocolo específico); la tabla especies de la base de datos que se adjunta ya tiene asignada a cada especie una categoría de tamaño.
- Resultados del experimento de carroñeo (ver protocolo específico).

Cálculo de la siniestralidad estimada

- La siniestralidad estimada se calculará como el sumatorio para cada observador (i), tramo de muestreo (j) y grupo de tamaño relativo de las víctimas del producto entre el coeficiente de detección, el coeficiente de banda de muestreo no prospectada, el coeficiente de carroñeo y la siniestralidad registrada:

$$SE = \sum_i^I \sum_j^J \sum_k^K (Coef. D_{ik} * Coef. B_j * Coef. C_{jk} * SR_{ijk})$$

donde:

$SE =$	siniestralidad estimada en el tramo de estudio
$Coef. D_{ik} =$	coeficiente de detectabilidad estimado para el observador i para el grupo de tamaño k
$Coef. B_j =$	coeficiente de banda prospectada en cada muestreo j
$Coef. C_{jk} =$	coeficiente de carroñeo estimado para cada intervalo de muestreo j grupo de tamaño k

SR_{ijk} = siniestralidad registrada por el observador i , en cada intervalo de muestreo j y para cada grupo de tamaño de víctima k

- ▶ El cálculo de la siniestralidad estimada podrá hacerse globalmente para un estudio para cada uno de los periodos anuales o estacionales cubiertos por cada uno. En cada caso (estacional, anual o global) deberán utilizarse los coeficientes específicos correspondientes a cada periodo.
- ▶ El coeficiente de detectabilidad de cada observador y para cada tamaño relativo de resto se define como el inverso de la probabilidad de detección correspondiente (calculada como se especifica en el anexo I):

$$\text{Coef. } D_{ik} = \frac{1}{s_{ik}}$$

- ▶ El coeficiente de banda prospectada se calcula para cada muestreo a partir de la fórmula introducida anteriormente:

$$\text{Coef. } B = \frac{LTM * 100}{\sum(\text{long vano} * \% \text{ banda prospectada})}$$

- ▶ El coeficiente de carroñeo se calcula para cada muestreo como el inverso del producto entre la probabilidad de persistencia de una víctima (estimada a partir del experimento de carroñeo) y el intervalo efectivo de muestreo:

$$\text{Coef. } C_{jk} = \frac{1}{r_k * \nu}$$

donde:

r_k = probabilidad de persistencia de una víctima del grupo de tamaño k

ν = intervalo efectivo de muestreo

- ▶ Para el cálculo de r y ν se utiliza el número medio de días de permanencia de los restos (t) calculado a partir del experimento de carroñeo.

- La probabilidad de persistencia de una víctima (r_k) se calcula según la ecuación:

$$r_k = \frac{t_k(1 - e^{-P/t_k})}{P}$$

donde:

t_k = número medio de días de permanencia de los cuerpos del grupo de tamaño k ; se calcula como el sumatorio del total de días de permanencia dividido por el número total de cuerpos del tamaño k utilizados en el experimento

P = parámetro que toma el valor del mínimo de entre el tiempo en días transcurrido desde el anterior muestreo (d) y el tiempo necesario para que la probabilidad de persistencia de una víctima sea $\leq 1\%$ $[(-\ln 0,01) * t_k]$

- El intervalo efectivo de muestreo (ν) se calcula como el mínimo entre 1 y el cociente entre el tiempo necesario para que la probabilidad de persistencia de una víctima sea $\leq 1\%$ $[(-\ln 0,01) * t_k]$ y el tiempo en días transcurrido desde el anterior muestreo.
 - Los valores de t y s se obtienen a partir del experimento de carroñeo para cada clase de tamaño k .
- ▶ Las clases de tamaño k serán definidas previamente en función de los tamaños de las aves utilizadas en el experimento de carroñeo: cada especie víctima se hará corresponder con una de estas clases de tamaño.
 - ▶ Es muy importante tener en cuenta que para el cálculo solo computarán las víctimas encontradas pertenecientes al intervalo de muestreo en cuestión, descartando los restos con una antigüedad asignada manifiestamente superior a dicho intervalo.
 - ▶ Para el cálculo de la estima de la mortalidad, a cada especie víctima se le asignará la categoría de tamaño indicada en la tabla “especies” de la base de datos de colisión.
 - ▶ Para el cálculo de la siniestralidad solo deberán computarse las víctimas encontradas como consecuencias de accidentes ocurridos dentro de cada intervalo de muestreo, por

lo que se descartarán los restos con una antigüedad estimada manifiestamente superior a dicho intervalo.

- En el caso del primer muestreo, dado que no se pudo calcular el parámetro d (intervalo en días entre muestreos) se considerará $d = 30$ y se excluirán del cómputo de la siniestralidad estimada todas las víctimas detectadas en este primer muestreo con antigüedad superior a 1 mes.

Valoración de los resultados

▶ Sobre el seguimiento realizado:

- conclusiones sobre el alcance temporal del estudio realizado en relación con la variabilidad temporal en las condiciones ambientales (estacionalidad/interanualidad) y en su caso sobre la necesidad de ampliarlo.

▶ Sobre la siniestralidad registrada:

- conclusiones sobre la magnitud y significación de la siniestralidad registrada, su distribución a lo largo del trazado y las especies afectadas;
- en su caso: identificación de puntos o tramos de concentración de accidentes.

▶ Sobre las medidas correctoras:

- en su caso, valoración estadística de la efectividad de las medidas instaladas;
- valoración de la necesidad de adoptar medidas correctoras adicionales.

▶ Sobre el procedimiento:

- valoración de la idoneidad del esfuerzo de muestreo aplicado, en función de la variabilidad de los resultados y de otros parámetros;
- dificultades encontradas y mejoras propuestas a la metodología empleada.

5.4 PROTOCOLO PARA LA REALIZACIÓN DE VALORACIONES EXPRÉS

5.4.1 Pasos previos

Fijación de objetivos

- ▶ Serán objetivos a conseguir con un estudio de valoración exprés los siguientes:
 - constatación, de forma rápida, de si informaciones o evidencias previas disponibles sobre la incidencia de mortalidad en un punto concreto de la red son acertadas;
 - valoración de la situación detectada en el sentido de si exige la adopción urgente de medidas correctoras o la puesta en marcha de un estudio detallado para una mejor caracterización del problema.

Determinación del tramo o tramos de estudio

- ▶ El tramo de estudio se identificará a partir de las evidencias previas sobre incidencias de colisión o como resultado de un proceso de valoración del riesgo para la avifauna.
 - El tramo de estudio se extenderá al menos a los vanos de la línea anterior y posterior colindantes con aquellos que motivan la realización del estudio.
- ▶ Usualmente se corresponderá con tramos continuos de corta longitud. En el caso de tramos de mayor longitud y segmentados, la longitud total del tramo de estudio (LTE) será la que resulte de la suma de las longitudes de los distintos subtramos que lo componen.

Los tramos de muestreo estarán constituidos por los vanos de la línea que vayan a ser revisados de forma efectiva para la detección de víctimas. Es el resultado de excluir los vanos cuyo muestreo resulte dificultoso o inconveniente por alguna razón, o de la selección de un subconjunto de vanos representativos para su muestreo. La longitud total del tramo de muestreo (LTM) es la suma de las longitudes de los vanos que son efectivamente revisados para la detección de víctimas.

Determinación del periodo cubierto por el estudio

- ▶ Usualmente, un estudio tipo valoración exprés se realizará con carácter de urgencia en un momento determinado del año.

- En el caso de que sea posible, el momento de la realización de los muestreos debe hacerse coincidir con el periodo de máxima presencia de aves en el entorno de la línea.
- Si lo anterior no es posible, deberá tenerse en cuenta expresamente la importancia de las variaciones estacionales e interanuales en los posibles resultados obtenidos.

Determinación del esfuerzo de muestreo

- ▶ El tramo a muestrear será el que resulte de sustraer del tramo de estudio aquellos vanos o segmentos del trazado que resulten inmuestreables por distintas razones.
- ▶ El esfuerzo de muestreo a aplicar será por tanto igual a la longitud del tramo a muestrear, ya que éste será revisado en una única ocasión.

5.4.2 Realización de los muestreos

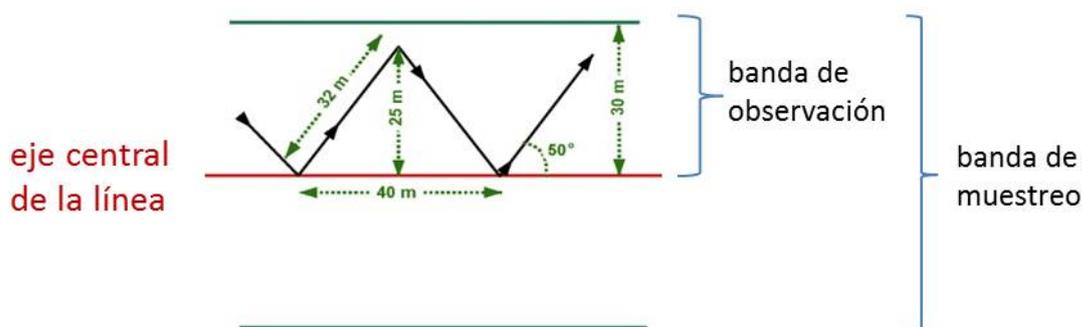
Determinación de la anchura de la banda de muestreo y anchura de la banda de observación

- ▶ La anchura de la banda de muestreo será de 60 m, salvo en aquellos casos en los que la falta de visibilidad o las dificultades de acceso imposibiliten la adopción de una banda de muestreo de esta anchura (calles de seguridad en zonas forestales, etc.).
 - En estos casos y sólo en los tramos en cuestión, la anchura de la banda de muestreo se limitará a la máxima que las condiciones de visibilidad.
- ▶ La banda de muestreo quedará centrada en el eje de la línea, delimitando así dos semibandas contiguas y paralelas, cada una con la mitad de la anchura total (30 m), salvo en las condiciones en la que la falta de visibilidad o imposibilidad de acceso limite el ancho de la banda de muestreo con distinta amplitud en cada semibanda.
- ▶ Cada semibanda de muestreo constituirá una banda de observación a controlar por un observador único.
- ▶ En el caso de bandas de muestreo cuya anchura quede limitada a 30 m o menos (como pueda corresponder a zonas forestales con calle de seguridad), se delimitará una única banda de observación cuya anchura será la que corresponda a la banda de muestreo.

- ▶ En todo caso se especificará el ancho de banda de muestreo y ancho de banda de observación que corresponda a cada tramo de muestreo. En el caso de que este ancho varíe lo largo del tramo de muestreo, deberán identificarse los vanos afectados y el ancho de banda de muestreo y observación correspondiente a cada uno.
- ▶ Cualquier incidencia que impida que un sector de un tramo de muestreo no pueda ser revisado en su totalidad deberá quedar registrada, indicando los vanos afectados, el porcentaje de la totalidad de la banda de muestreo no revisada en cada vano (con respecto al ancho de banda completo de 60m) y la causa.
 - Para ello se estimará para cada vano el porcentaje de banda de muestreo efectivamente cubierta por el observador. Este dato se utilizará posteriormente para calcular el porcentaje de la banda de muestreo efectivamente cubierta por el observador y el coeficiente de corrección a aplicar a los datos de siniestralidad registrados.
- ▶ Independientemente de lo anterior, se registrarán todos los restos que se detecten aunque se localicen fuera de la banda de muestreo. En dichos casos se especificará que los restos se localizaron fuera de la banda de observación y/o muestreo y se precisará su ubicación y distancia al eje de la línea.

Recorrido para la detección de víctimas

- ▶ Cada banda de observación es recorrida por el observador siguiendo un patrón de movimiento en zigzag. El ángulo de desplazamiento del observador con respecto al eje de la línea será aproximadamente de 50 °, aunque podrá variar puntualmente según las condiciones del terreno.
- ▶ El desplazamiento del observador a lo largo de la banda de observación se ajustará en la medida de lo posible a lo indicado en el siguiente esquema:



- ▶ En el caso de anchos de banda de muestreo que lo permitan (mayores de 30 m), cada una de las dos bandas de observación resultante podrá ser cubierta por un observador diferente desplazándose en paralelo según el patrón descrito, o por un único observador que las muestree consecutivamente en un recorrido de ida y vuelta.
- ▶ En el caso de anchos de banda de 30 m o menos (como pueda ser el que corresponda a zonas forestales con calle de seguridad), que resulten en una única banda de observación, ésta sólo será revisada por un observador único y únicamente en recorrido de ida, para evitar una intensificación del esfuerzo de muestreo aplicado por unidad de superficie a prospectar. En estos casos el ancho de banda de muestreo y el ancho de banda de observación serán iguales.
- ▶ Ambas bandas de observación correspondientes a una misma banda de muestreo deben ser recorridas por completo en la misma jornada de muestreo.
- ▶ Durante el recorrido el observador dispondrá un dispositivo GPS que registrará la ruta completa seguida durante el muestreo; el dispositivo se configurará de forma que registre y almacene la posición del observador (*track points*) cada 30 segundos, así como la hora de inicio y final del recorrido.
 - El fichero conteniendo los *tracks points* correspondientes a cada muestreo, en formato *gpx*, se aportará junto con las fichas y base de datos correspondientes.
- ▶ El recorrido debe programarse, en la medida de lo posible, para que durante el mismo las condiciones atmosféricas y del terreno sean las más favorables para la detección de los restos presentes:

- ausencia de niebla, precipitaciones y vientos de elevada intensidad (≥ 6 en la escala de Beaufort);
 - ausencia de nieve sobre el terreno que pueda ocultar los restos;
 - en la medida de lo posible se evitará realizar los muestreos durante las primeras y últimas horas del día, cuando se estime que la visibilidad pueda verse reducida por la escasa luminosidad, existencia de sombras pronunciadas, elevado albedo debido a la presencia de rocío o escarcha, etc.;
 - se procurará que el sol no se sitúe frente al observador, sino a su espalda o un costado, no dificultando la detección de los restos.
- Se define el índice de “zigzag” (IZ) como la relación existente entre la longitud recorrida por el observador en su recorrido en zigzag en su recorrido de ida y vuelta por la banda de observación (LZ) y el doble de la longitud del tramo de línea recorrida en el muestreo (LTM):

$$IZ = \frac{LZ}{2 LTM}$$

- la longitud recorrida por el observador en zigzag se calculará sobre los puntos registrados por el gps cada 30 segundos (no utilizando una frecuencia de puntos inferior ni superior para no afectar a la longitud estimada);
- en el caso de tramos en los que el muestreo quede reducido a un recorrido de ida (por lo reducido de la banda de muestreo), el índice de zigzag se calculará según la siguiente expresión:

$$IZ = \frac{LZ}{LTM}$$

- El índice de zigzag es un estimador del grado de cobertura visual de la banda de muestreo. Para que los datos entre muestreos sean comparables entre sí, se tenderá a mantener un índice de zigzag de 1,6 aproximadamente ($IZ \approx 1,6$). En caso contrario, los resultados de estudios con índice de zigzag manifiestamente diferentes, para comparar sus resultados se deberá aplicar un coeficiente de corrección igual al cociente entre sus respectivos índices de “zigzag”.

- ▶ La velocidad de progresión del observador, medida como la longitud total recorrida dividida por el tiempo empleado en el muestreo, deberá intentar ajustarse a 2 km/h en condiciones normales de unidades de muestreo de 5 km, o 1,6 km/h en condiciones de dificultad de tránsito y unidades de muestreo de 4 km.
- ▶ En todos los casos se procurará que la duración del recorrido asociado a una unidad de muestreo no exceda de las 8 h para evitar la fatiga excesiva del observador.

Registro de datos sobre las víctimas

- ▶ Todo cuerpo, resto o conjunto de restos de aves localizado será considerado perteneciente a una víctima de colisión salvo en los siguientes casos:
 - existencia de evidencias claras de otra causa de muerte; en este caso se deberá indicar la causa y las evidencias al respecto;
 - los restos encontrados se corresponden con un cerco de menos de 5 plumas.
- ▶ En todo caso, y ante posibles dudas, se registrará la presencia en el entorno próximo del hallazgo de otros elementos o infraestructuras que hubieran podido causar la muerte: carreteras, alambradas, tendidos de vías férreas, otras líneas eléctricas distintas a la que es objeto de estudio, etc.
- ▶ Se contabilizarán como víctimas los ejemplares o restos que cuelguen de los cables. En estos casos, se interpretará como causa de muerte la colisión si los restos no se localizan en la inmediata proximidad de un apoyo, o si se considera poco probable que el ejemplar haya podido morir por electrocución.
- ▶ En el caso de los cercos de plumas no se contabilizarán como víctimas aquellos formados exclusivamente por plumones, salvo que el observador pueda estimar con cierto nivel de confianza que el plumón encontrado corresponda efectivamente a un ejemplar muerto (y que por lo tanto pueda ser considerado víctima de colisión).
- ▶ Los restos localizados no serán manipulados, salvo lo mínimo necesario para identificar la especie u otros datos relevantes sobre la víctima. En ningún caso serán retirados ni trasladados desde el punto en el que se localicen.

- ▶ Como excepción al punto anterior, en el caso de restos antiguos difíciles de identificar a nivel específico en el campo, se considera admisible la toma de una muestra de pluma o hueso para su identificación posterior.
- ▶ Se tomará una fotografía de detalle de cada víctima o resto localizado.
- ▶ En caso de detectarse ejemplares de especies protegidas o amenazadas, o posibles víctimas de otra causa de muerte, se comunicará inmediatamente el hallazgo al técnico del Departamento de Medio Ambiente de RED ELÉCTRICA responsable de dicha instalación.
- ▶ En caso de detectar aves heridas pero aún vivas se comunicará tal circunstancia al SEPRONA, a la autoridad ambiental competente o al centro de recuperación de fauna más próximo, para que procedan al rescate del ejemplar.
- ▶ Los datos a tomar de cada hallazgo de restos serán los siguientes:
 - Datos generales sobre el muestreo:
 - Observador (nombre y apellidos)
 - Fecha y hora del muestreo
 - Línea (denominación y tensión)
 - Tramo de estudio (nº apoyo inicial – nº apoyo final)
 - Tramo de muestreo (nº apoyo inicial – nº apoyo final)
 - Unidad ambiental a la que pertenece el muestreo
 - Condiciones atmosféricas iniciales (y en su caso, su variación a lo largo del muestreo)
 - Anchura de la banda de muestreo (por defecto, 60 m)
 - Ancho de la banda de observación (por defecto 30 m)
 - Tipo de recorrido (solo ida por 1 observador, sólo ida por dos observadores, ida y vuelta por un observador)
 - Periodo estacional al que corresponde el muestreo (reproducción, invernada, etc.)
 - Diseño de los apoyos de la línea
 - Presencia o ausencia de cable de tierra y número de los mismos
 - Presencia, tipo y estado de la señalización anti-colisión instalada
 - Número de circuitos de la línea

- Número de planos definidos por los cables, incluyendo los de tierra
- Porcentaje de la superficie de la banda de muestreo efectivamente cubierta por el observador, para cada vano
- Presencia o ausencia de dispositivos de señalización de tendidos y tipo de dispositivo, para cada vano
- Sobre la localización de los restos:
 - Vano de la línea (nº apoyo inicial – nº apoyo final)
 - Distancia al apoyo más cercano
 - Distancia a la que se localizan los restos por primera vez (distancia al observador en línea recta)
 - Categoría de tamaño relativa de los restos (no confundir con la categoría de tamaño de la especie a la que pertenecen los restos):
 - resto pequeño: aves completas de tamaño pequeño hasta el tamaño de una codorniz, aproximadamente; restos corporales de tamaño inferior a 20 cm; cercos de plumas de diámetro inferior a 20 cm;
 - resto mediano: aves completas de tamaño mediano (mayor que una codorniz y menor que un ratonero); restos corporales de entre 20 y 50 cm y restos menores dispersos en un radio de 50 cm; cercos de plumas de entre 20 y 50 cm de diámetro;
 - resto grande: aves completas de tamaño grande (mayor que un ratonero); restos corporales mayores de 50 cm y restos menores dispersos en un radio mayor de 50 cm; cercos de plumas de más de 50 cm de diámetro.
 - Independientemente de los criterios anteriores, el observador deberá estimar “in situ” la categoría de tamaño a la que mejor se ajusta los restos encontrados.
 - Distancia perpendicular al eje de la línea
 - Coordenadas de los restos obtenidas por GPS, expresadas en el sistema UTM ETRS89 o WGS84 (ambos equivalentes)
 - Estado de la señalización anti-colisión instalada
 - Otras infraestructuras que pudieran ser causa del accidente (carreteras, aerogeneradores, otras líneas eléctricas o férreas, etc.) presentes a menos de 50 m

- Sobre los restos:
 - Especie a la que pertenecen (nombre científico)
 - En caso de no ser posible la identificación a nivel específico, se indicará al menos el género, y si no es posible, la familia a la que pertenece el ejemplar.
 - Si tampoco fuera posible la identificación a nivel específico, se indicará al menos la categoría de tamaño a la que pertenece la especie:
 - especie pequeña: hasta el tamaño de una codorniz
 - especie mediana: entre codorniz y ratonero
 - especie grande: mayor que un ratonero
 - Número mínimo de ejemplares a los que pertenecen los restos
 - Clase de edad y sexo del ejemplar
 - Tipo de resto (completo, parte del cuerpo, esqueleto, cerco de plumas).
 - Estado de los restos (fresco, en putrefacción, seco, esqueleto expuesto)
 - Tiempo estimado transcurrido desde el accidente (1-2 día; aprox. 1 semana; aprox. 1 mes; más de 1 mes; indeterminable). se determinará de acuerdo con la siguiente tabla:

ANTIGÜEDAD DE LOS RESTOS	
<i>Estado</i>	<i>Antigüedad</i>
Sin síntomas de descomposición	1-2 días
Larvas de insectos en desarrollo	1 semana
Porciones considerables de hueso expuestas	1 mes
Prácticamente sólo tejido óseo sin larvas o insectos	más de 1 mes
Sólo plumas	Indeterminable

- Causa de la muerte (colisión si no hay evidencias de lo contrario)
- Evidencias de carroñeo

- Presencia de marcas, anillas, etc.
- Se tomará al menos una fotografía de los restos localizados en la que aparezca una escala métrica (regla o similar) de referencia para la estimación de su tamaño

5.4.3 Cuantificación de víctimas

- ▶ Se excluirán de los registros las víctimas sobre las que exista certeza de que no han muerto como causa de la colisión contra los cables de la línea.
- ▶ Las víctimas localizadas fuera de la banda de muestreo se cuantificarán junto con el resto.
- ▶ Se cuantificarán todas las víctimas localizadas independientemente de la antigüedad de los restos.
- ▶ En los casos en que exista certeza de que unos restos detectados en distintos muestreos corresponden al mismo ejemplar, éstos se contabilizarán únicamente en el primero de los muestreos realizados.
- ▶ Se cuantificarán como víctimas distintas aquellos restos coherentes entre sí localizados a más de 50 m, salvo que por evidencias y otras circunstancias, exista convencimiento firme del observador de que pertenecen al mismo ejemplar, en cuyo caso serán cuantificados como una única víctima.

5.4.4 Presentación de los resultados

- ▶ Se deberán exponer de forma clara e inequívoca las características y resultados de los muestreos realizados, preferentemente en forma de tablas.
- ▶ Se anejará a los resultados una base de datos cumplimentada con la totalidad de los resultados obtenidos.
- ▶ Se aportarán las fichas de tramo de muestreo y fichas de víctima que se anejan debidamente cumplimentadas.
- ▶ Se adjuntará una fotografía de cada resto localizado, que podrá ser incorporada a la ficha de víctimas.

- ▶ Se adjuntarán los ficheros en formato .gpx que contengan las rutas seguidas por los observadores durante los muestreos.

Datos sobre el muestreo realizado

▶ Tramo de estudio:

- Denominación
- Características técnicas (tensión, número de cables, número de planos, altura de los apoyos, presencia de dispositivos anticolidión, etc.)
- Unidades ambiental por la que discurre

▶ Tramo de muestreo:

- Tramo o tramos muestreados (identificados por los números de los apoyos que los delimitan)
- Longitud total del tramo de muestreo (suma de tramos individuales)
- Longitud total del tramo de muestreo revisada (excluyendo los vanos que no han podido ser revisados).
- Porcentaje total de la banda de muestreo efectivamente prospectada por el observador (con respecto al ancho completo de 60 m y longitud total del tramo de muestreo).

▶ Esfuerzo de muestreo realizado

- Anchuras de bandas de muestreo y observación y tipo de recorrido efectuado
- Número de muestreos efectuados y fechas de realización de los mismos

▶ Observadores

- Identificación de los observadores que han participado y experiencia previa.

Datos obtenidos con los muestreos

- ▶ Datos brutos: se presentarán individualizados los datos correspondientes a cada tramo de muestreo coincidente con una unidad de muestreo (muestreo completo de un tramo,

continuo o discontinuo, de longitud aproximada de 5 km o inferior, y efectuado en una misma jornada).

- ▶ Coeficiente de corrección por banda no prospectada (Coef. B). Se calculará como el cociente entre la longitud del tramo de muestreo y el sumatorio de la longitud de cada vano multiplicado por el porcentaje de banda prospectada:

$$Coef. B = \frac{LTM * 100}{\sum(\text{long vano} * \% \text{ banda prospectada})}$$

- ▶ Coeficiente de detectabilidad de las víctimas (Coef. D). Se calculará para todo el muestreo según se detalla en el anexo I.

▶ Siniestralidad

- Número de víctimas por especie (y en su caso, clase de edad y sexo)
- Tasa de siniestralidad registrada (SR): número de víctimas encontradas dividido por el esfuerzo de muestreo en km:
 - global;
 - por periodo estacional;
 - por periodo anual.
- Tasa de siniestralidad estimada (SE). Se calcula como el coeficiente de detectabilidad multiplicado por el coeficiente de banda no prospectada y por la siniestralidad registrada:

$$SE = \sum_i^I \sum_j^J \sum_k^K (Coef. D_{ik} * Coef. B_j * SR_{ijkc})$$

- Distribución de la tasa de siniestralidad y especies afectadas a lo largo del tramo de estudio:
 - identificación de tramos/vanos de concentración de accidentes y especies más afectadas;
 - identificación de posibles factores ambientales/locales relacionados con la ocurrencia de accidentes.

Valoración de los resultados

▶ Sobre el seguimiento realizado

- conclusiones sobre la variabilidad temporal en las condiciones ambientales (estacionalidad/interanualidad) y en su caso sobre la necesidad de repetir los muestreos.

▶ Sobre la siniestralidad

- conclusiones sobre la magnitud y significación de la siniestralidad, su distribución y las especies afectadas.

▶ Sobre el procedimiento

- Dificultades encontradas y mejoras propuestas a la metodología empleada.

5.5 PROTOCOLO PARA LA REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO DE SESGO POR CARROÑEO

5.5.1 Pasos previos

Fijación de objetivos

- ▶ Serán objetivos a conseguir con el experimento de sesgo por carroñeo asociado a un estudio de detalle los siguientes:
 - calcular la curva de desaparición de cadáveres por la acción de los carroñeros;

- determinar el valor del intervalo óptimo entre réplicas de muestreo a seguir durante el estudio de detalle asociado;
- obtener el valor de diferentes estimas (tiempo medio de permanencia y probabilidad de persistencia) necesarias para el cálculo de la siniestralidad “real” o “estimada” a partir de la mortalidad “registrada” durante los muestreos del estudio detallado asociado.

Selección del tramo de línea para la realización del experimento

- ▶ El experimento de sesgo por carroñeo se llevará a cabo sobre un segmento del tramo de estudio que sea objeto de un estudio de detalle.
 - Tendrá una longitud aproximada de 5 km con el objeto de que pueda ser revisado en su integridad en una única jornada, pero evitando una excesiva acumulación espacial en la distribución de los cuerpos a utilizar en el experimento.
 - Podrá ser continuo o discontinuo, pero deberá tener características ambientales homogéneas a lo largo de todo su recorrido.
 - El tramo seleccionado debe ser suficientemente representativo del tramo de estudio, tanto en lo que se refiere a las condiciones ambientales como a la composición de la comunidad avifaunística y de la comunidad de animales carroñeros.
- ▶ En el caso de tramos de estudios de longitud inferior a 5 km, el experimento se extenderá a tramos adyacentes al de estudio, que mantengan las mismas características ambientales, hasta completar aproximadamente 5 km.
- ▶ Si el estudio de detalle contempla el seguimiento de dos o más tramos ambientalmente homogéneos diferenciados, se deberá realizar un experimento diferente para cada tramo, salvo que se justifique que la variación en las condiciones ambientales no afectará a la presencia y actividad de los animales carroñeros y a la detectabilidad de las víctimas.

Duración y momento de realización

- ▶ El experimento tendrá una duración aproximada de 3 semanas.
- ▶ Se llevará a cabo con carácter inmediatamente anterior a la realización del primer muestreo de un estudio de detalle. El experimento y los muestreos del tramo a seguir deberán tener lugar durante el mismo periodo estacional.
- ▶ Se llevarán a cabo tantos experimentos como periodos estacionales se quiera caracterizar con el estudio de detalle, salvo que se justifique que la presencia y actividad de los animales carroñeros no varían significativamente entre periodos.

Cuerpos a utilizar

- ▶ Se utilizará un mínimo de 25 aves de distinto tamaño. Se emplearán modelos de aves pequeñas (codornices < 0,2 kg), medianas (perdices < 1 kg) y grandes (gallinas, faisanes o patos > 1 kg) en proporciones similares.
- ▶ La procedencia de las aves será preferentemente de caza, para evitar el efecto de atracción/repulsión que pudieran tener las aves de cría por su olor. Si no fuera posible utilizar aves de caza, se utilizarán aves de granja, pero evitando en la medida de lo posible las de color blanco.
- ▶ La procedencia de las aves debe ser similar en las distintas ediciones del experimento.
- ▶ Las aves podrán almacenarse congeladas previamente al experimento, pero entonces deberán descongelarse a temperatura ambiente previamente a su uso en el experimento.
- ▶ Cada cuerpo será convenientemente marcado, con bridas o marcas similares, en ambas patas, e identificada con un número. Si algún resto perdiese su identificación durante el experimento, ésta se repondrá.

5.5.2 Realización del experimento

Distribución de los cuerpos

- ▶ Durante el día 0 del experimento los cuerpos serán distribuidos a lo largo de la banda de muestreo de forma aleatoria, evitando un patrón regular en su distribución, tanto a lo largo del trazado como en su distancia perpendicular al eje de la línea.
 - Podrá determinarse de forma previa el patrón de distribución mediante herramientas GIS que permitan crear una nube de puntos de distribución aleatoria.
- ▶ Se registrará la categoría de tamaño de cada cuerpo y su posición GPS, se fotografiará en su entorno y se marcará su posición en el suelo para facilitar la localización posterior del punto en que se depositó cada uno.
- ▶ Si durante la distribución de las aves a utilizar se encontrasen restos de víctimas de colisión, estos serán debidamente registrados, según el procedimiento general establecido para el registro de víctimas de colisión.

Revisiones para la determinación de la tasa de permanencia

- ▶ Se revisará en 7 ocasiones la totalidad del tramo del experimento, comprobando la permanencia de todos los cuerpos utilizados en el mismo. Las fechas de las revisiones coincidirán con los días 1, 2, 3, 4, 7, 14 y 21 tras su colocación (día 0).
- ▶ Si un cuerpo no se detectase durante una revisión, se prospectará un área circular de 20 m de radio centrada en la posición en la que fue depositado inicialmente:
 - esta comprobación se realizará al menos durante tres revisiones consecutivas; se considerará como fecha de desaparición la primera en la que no fue detectado;
 - para valorar la permanencia o ausencia del cuerpo o sus restos se considerará como indicio mínimo la existencia de un cerco de cinco plumas.
- ▶ Se registrará cualquier indicio de actividad carroñera sobre los restos. Se considera que un resto ha sido afectado por carroñeros cuando haya sido movido desde su posición anterior o consumido parcial o totalmente.

- ▶ En ningún caso se manipularán o moverán los cuerpos de aves utilizados en el experimento en las sucesivas revisiones.
- ▶ Durante la última revisión (día 21) se retirarán los restos de los cuerpos que permanezcan.
- ▶ Si durante las revisiones se encontrasen restos de víctimas de colisión, estos serán debidamente registrados, según el procedimiento general establecido para el registro de víctimas de colisión.

5.5.3 Presentación de los resultados

- ▶ Se deberán exponer de forma clara e inequívoca las características y resultados del experimento realizado, preferentemente en forma de tablas:
 - tramo seleccionado para el experimento y fechas de realización;
 - fecha de depósito de cuerpos y de las revisiones posteriores;
 - número y especies de aves utilizado en cada categoría de tamaño;
 - resultados brutos de la prueba de pérdida de restos por carroñeo.
- ▶ Se anexará una base de datos con la totalidad de los datos obtenidos.
- ▶ Los resultados más relevantes de un experimento de sesgo por carroñeo son la curva de desaparición de los restos y el número medio de días que permanece un cuerpo antes de desaparecer. Del número medio de días que permanece un cuerpo se obtiene el intervalo de muestreo entre réplicas recomendado para el estudio de detalle asociado.

Curva de desaparición de restos

- ▶ Se construye representando gráficamente los valores de días transcurridos desde la colocación de los cuerpos en el eje de abscisas y el porcentaje de cuerpos desaparecidos en el eje de ordenadas.
 - Se construirá para el total de aves utilizadas en el experimento y para cada clase de tamaño.
 - De la comparación entre curvas se podrá deducir si existe o no una diferente tasa de desaparición de restos para cada clase de tamaño.

Número medio de días de permanencia (t)

- ▶ Se calcula como el sumatorio de los días de desaparición de los cuerpos dividido por el número total de cuerpos utilizados. Se toma como día de desaparición el número de días transcurridos hasta la última revisión en que fue detectado cada resto.
 - Se calculará para el conjunto de los cuerpos utilizados en el experimento y para cada clase de tamaño.

Determinación del intervalo de muestreo para el estudio detallado

- ▶ El valor del intervalo de muestreo a aplicar entre sucesivas réplicas de un estudio de detalle será igual al tiempo de persistencia medio que corresponda al grupo de tamaño de ave más grande.

6 BIBLIOGRAFÍA

6.1 BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Alonso JC, Alonso JA, Muñoz-Pulido R. 1994. Mitigation of bird collision with transmission lines through groundwire marking. *Biol Cons*, 67: 129-134.
- Alonso JC y Alonso JA. 1999. Colisión de aves con líneas de transporte de energía eléctrica en España, en *Aves y Líneas Eléctricas: colisión, electrocución y nidificación*. Quercus ed., Madrid, pp: 61-88.
- Anderson WL. 1978. Waterfowl collision with power lines at a coal-fired plant. *Wildlife Society Bulletin* (6) 2.
- APLIC (Avian Power Line Interaction Committee). 2006. Suggested practices for avian protection on power lines: the state of the art in 2006. Edison Electric Institute, APLIC y the California Energy Commission. Washington DC y Sacramento CA.
- APLIC (Avian Power Line Interaction Committee). 2012. Reducing Avian Collisions with Power Lines: The State of the Art in 2012. Edison Electric Institute and APLIC. Washington, D.C.
- Arnett EB, Brown WK, Erickson WP, Fiedler JK, Hamilton BI, Henry TH, Jain A, Johnson GD, Kerns J, Koford RR, Nicholson CP, O'Connell TJ, Piorkowski MD, Tankersley, RD jr. 2008. Patterns of Bat Fatalities at Wind Energy Facilities in North America. *The Journal of Wildlife Management* 72(1).
- Asistencias Técnicas CLAVE, S.L . 1995. Programa de Investigación y Desarrollo Electrotécnico. Análisis de impacto de líneas eléctricas sobre la avifauna de espacios naturales protegidos. Memoria Final.
- Asistencias Técnicas CLAVE, S.L . 1996. Programa de Investigación y Desarrollo Electrotécnico: Análisis de impacto de líneas eléctricas sobre la avifauna de espacios naturales protegidos. Manual y resumen del proyecto.
- Asistencias Técnicas CLAVE, S.L. 1997. Control de las actuaciones con incidencia ambiental realizadas en la línea a 400 kV Pinar- Estrecho. Incidencia sobre la avifauna.
- Asistencias Técnicas CLAVE, S.L. 2003. Señalización de la línea eléctrica a 400 kV Guadame-Tajo para la protección de la avifauna.
- Asistencias Técnicas CLAVE, S.L. 2006. Propuesta de señalización de la línea eléctrica a 220 kV Cartuja-Don Rodrigo para la protección de la avifauna.
- Asistencias Técnicas CLAVE, S.L. 2007. Estudio de la eficacia de la señalización de la línea eléctrica a 220 KV Cartuja- Don- Rodrigo para reducir la mortalidad de aves por colisión.

- Asistencias Técnicas CLAVE, S.L. 2007. Estudio de la eficacia de la señalización de la línea Cartuja-Don Rodrigo para reducir la mortalidad de aves por colisión.
- Asistencias Técnicas CLAVE, S.L. 2007. Ejecución de la vigilancia ambiental de la línea eléctrica de evacuación del parque eólico Valdivia (SET PE Valdivia- SET Osuna) en Osuna, Sevilla. Fase de Explotación de la línea eléctrica. Incidencia de la línea sobre la avifauna.
- Atienza JC, Martín Fierro I, Infante O, Valls J, Domínguez J. 2011. Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos (versión 3.0). SEO/BirdLife, Madrid.
- Avian Power Line Interaction Committee (APLIC) y US Forest and Wildlife Service (USFWS). 2005. Avian Protection Plans (APP) Guidelines.
- Balcomb R. 1986. Songbird carcasses disappear rapidly from agricultural fields. *Auk* 103, 817–820.
- Balmer DE, Henderson IG y Clark NA. 1995. A study of the risk of collision with power lines by waterbirds in Winter at Shotton Steel Works, North Wales. Informe de Investigación BTO nº 153. British Trust for Ornithology y National Power.
- Barrientos R, Alonso JC, Ponce C, Palacín C. 2011. Meta-analysis of the effectiveness of marked wire in reducing avian collisions with power lines. *Conserv. Biol.*, 25: 893–903.
- Barrientos R, Ponce C, Palacín C, Martín CA, Martín B et al. 2012. Wire marking results in a small but significant reduction in avian mortality at power lines. A BACI designed study. *PLoS ONE* 7(3): e32569
- Beaulaurier DL. 1981. Mitigation of bird collision with transmission lines. Western Interstate Commission for Higher Education. Boulder, Colorado.
- Beer JV, Ogilvie MA. 1972. Mortality, en Peter Scott and the Wildfowl Trust, *The swans* 1972, pp: 125-142. Houghton Mifflin, Boston.
- Bernardino J, Bispo R, P. Torres P, Rebelo R, Mascarenhas M & Costa H. 2011. Enhancing Carcass Removal Trials at Three Wind Energy Facilities in Portugal. *Wildl. Biol. Pract.*, 7(2): 1-14.
- Bevanger K. 1995a. Tetraonid mortality caused by collisions with power lines in boreal forest habitats in central Norway. *Fauna norv. Ser. C, Cinclus*, 18: 41-51.
- Bevanger K. 1995b. Estimates and population consequences of tetraonid mortality caused by collisions with high tension power lines in Norway. *Journal of Applied Ecology*, 32: 745-753.
- Bevanger K. 1999. Estimación de mortalidad de aves provocada por colisión y electrocución en líneas eléctricas: una revisión de la metodología, en *Aves y líneas eléctricas, colisión, electrocución y nidificación*. Quercus, Madrid, pp: 31-60.

- Bispo R, Bernardino J, Marques TA, Pestana D. 2010. Modelling carcass removal time for avian mortality assessment in wind farms using survival analysis. *Environmental and Ecological Statistics* 17 (3).
- Bispo R, Bernardino J, Marques TA, Pestana D. 2013. Modeling carcass removal time for avian mortality assessment in wind farms using survival analysis. *Environmental and Ecological Statistics*, 20(1): 147-165.
- Brown WM, Drewien RC, Bizeau EG. 1987. Mortality of cranes and waterfowl from powerline collisions in the San Luis Valley, Colorado. In: *Proceedings 1985 Crane Workshop*, Grand Island, Nebraska. Ed. JC Lewis, pp. 128–135. Nebraska, USA (Platte River Whooping Crane Habitat Maintenance Trust and US Fish and Wildlife Service).
- Brown WM, Drewien RC. 1995. Evaluation of two power line markers to reduce crane and waterfowl collision mortality. *Wildlife Society Bulletin*, 23(2): 217-227.
- Carrascal, L.M.; Seoane, J.; Polo, V. 2010. A shortcut to obtain reliable estimations of detectability in extensive multispecific census programs. Theoretical and empirical demonstrations. *Bird Number 2010. Monitoring, indicators and targets. 18th Conference of the European Bird Census Council (EBCC)*, Cáceres, Spain.
- Cramp S, Simmons KEL, Brooks DC, Collar NJ, Dunn E, Gillmor R, Hollom PAD, Hudson R, Nicholson EM, Ogilvie MA, Olney PJS, Roselaar CS, Voous KH, Wallace DIM, Wattel J, Wilson MG. 1983. *Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. The birds of the Western Palearctic: 3. Waders to gulls*. Oxford University Press, Oxford.
- De la Zerda S, Rosselli L. 2003. Mitigation of collisions of birds with high-tension electric power lines by marking the ground wire. *Ornitología Colombiana*, 1: 42-62.
- De Vault, TL.; Rhodes, OE. jr. Y Shvik, JA.. 2003. Scavenging by vertebrates: behavioral, ecological, and evolutionary perspectives on an important energy transfer pathway in terrestrial ecosystems. *USDA National Wildlife Research Center – Staff Publications*. Paper 269.
- Dwyer JF. 2004. Investigating and mitigating raptor electrocution in an urban environment. Tesis, University of Arizona, Arizona.
- EPRI, Palo Alto, CA, Audubon National Wildlife Refuge, Coleharbor, ND, Edison Electric Institute, Washington, DC, Bonneville Power Administration, Portland, OR, y otros: 2003. *Bird Strike Indicator/Bird Activity Monitor and Field Assessment of Avian Fatalities*. 1005385.
- Erickson WP, Strickland MD, Johnson GD, Kern JW. 1998. Examples of statistical methods to assess risks of impacts to bird from wind plants. In *PNAWPPM-III: Proceedings of the avian-wind power planning meeting III*, San Diego, California.
- Erickson W P, Johnson GD, Strickland MD, Young Jr. DP, Sernka KJ, Good RE. 2001. Avian collisions with wind turbines: a summary of existing studies and comparisons to other

- sources of avian collision mortality in the United States. National Wind Coordinating Committee, Resolve Inc., Washington D.C.
- Fernández García, A.; Lozano Martínez, L.; Pérez Gordillo, J.; Martín Sánchez, R. Sin fecha. Los tendidos eléctricos sobre la avifauna en la ZEPA-LIC "La Serena y Sierras Periféricas". Resultado de las actuaciones realizadas. Informe técnico. Dirección General de Medio Ambiente, Junta de Extremadura.
- Ferrer MA. 2012. Aves y líneas eléctricas: del conflicto a la solución. Fundación Migres. Sevilla.
- Frost D. 2008. The use of 'flight diverters' reduces mute swan *Cygnus olor* collision with power lines at Abberton Reservoir, Essex, England. *Conservation Evidence*, 5: 83-91.
- Garavaglia R, Rubolini D. 2000. L'impatto delle linee elettriche sull'avifauna. Rapporto "Ricerca di Sistema", Progetto BIODIVERSA, Milan.
- Gauthreaux SA Jr. 1978. Migratory behavior and flight patterns in Impacts of transmission lines on birds in flight. ML Avery (ed.), pp: 23-50. U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, D.C.
- Gauthreaux SA. 1996. Suggested practices for monitoring bird populations, movements and mortality in wind resource areas. Proceedings of National Avian-Wind Power Planning Meeting II, Palm Springs, California, 1995.
- Hass D, Nipkow M, Fielder G, Schneider R, Haas W, Schürenberg B. 2005. Protecting birds from powerlines. *Nature and environment*, vol 140. Council of Europe Publishing, Strasbourg.
- Heijnis R. 1980. Vogeltod durch Drahtanflüge bei Hochspannungsleitungen (Bird death by wire approaches in high-voltage lines). *Ökol. Vogel (Ecology birds)*, 2: 11-129.
- Higgins, KF; Dieter CD; Usgaard RE. 1995. Monitoring of seasonal bird activity and mortality on Unit 2 at the Buffalo Ridge Windplant, Minnesota. Informe Preliminar del periodo 1 de mayo a 31 de diciembre, 1994. South Dakota Cooperative Fish and Wildlife Research Unit, National Biological Service, South Dakota State University, Brookings, S.D. 42 p.
- Hunting K. 2002. A Roadmap for PIER Research on Avian Collisions with Power Lines in California. California Energy Commission.
- Huso MMP. 2011. An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. *Environmetrics*, 22: 318-329.
- ICNB. 2010. Manual de apoio à análise de projectos relativos à instalação de linhas aéreas de distribuição e transporte de energia eléctrica. Instituto da Conservação da Natureza e Biodiversidade (ICNB). Informe inédito.
- Ibama S.L. 2005. Evaluación de la mortalidad de aves provocada por colisión con la línea eléctrica de transporte Litoral- La Asomada en la ZEPA Sierra de Almenara, Sierra de las Moreras y Cabo Cope.
- Infante S, Neves J, Ministro J, Brandão R. 2005. Estudo sobre o Impacto das Linhas Eléctricas de Média e Alta Tensão na Avifauna em Portugal. Quercus Associação Nacional de

- Conservação da Natureza e SPEA Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves, Castelo Branco. Informe inédito.
- James BW, Haak BA. 1979. Factors affecting avian flight behavior and collision mortality at transmission lines. Bonneville Power Administration Report, U.S. Dept. of Energy, Oregon.
- Janss GFE. 2000. Avian mortality from power lines: a morphologic approach of a species-specific mortality. *Biological Conservation*, 95: 353-359.
- Janss GFE. 2001. Birds and power lines: a field of tensión. Tesis, Utrecht University, Netherlands.
- Janss GFE, Ferrer M. 2001. Common crane and great bustard collision with power lines: collision rate and risk exposure. *Wildlife Society Bulletin*, 28(3): 675-680.
- Jenkins AR, Smallie JJ, Diamond M. 2010. Avian collisions with power lines: a global review of causes and mitigation with a South African perspective. *Bird Conservation International*, 2010: 1-16.
- Jenkins AR, Shaw JM, Smallie JJ, Gibbons B, Visagie R, Ryan P. 2011. Estimating the impacts of power line collisions on Ludwig's Bustards *Neotisludwigii*. *Bird Conservation International*, 21(3): 303-310.
- Kerlinger P. 2000. Avian mortality at communication towers: a review of recent literatura, research and methodology. Edited by Curry & Kerlinger, L.L.C. Mc Lean, Virginia.
- Kunz E, Arnett B, Cooper BM, Erickson WP, Larkin RP, Mabee T, Morrison ML, Strickland MD y Szewczak JM. 2007. Assessing Impacts of Wind-Energy Development on Nocturnally Active Birds and Bats: A Guidance Document. *Journal of Wildlife Management* 71(8): 2449-2486.
- Labrosse A. 2008. Determining Factors Affecting Carcass Removal And Searching Efficiency During The Post-Construction Monitoring of Wind Farms. Tesis, University Of Northern British Columbia, Northern British Columbia.
- Lee, J.M., Jr. 1978. Effects of transmission lines on bird flights: studies of Bonneville Power Administration lines. Páginas 53-68 en M.L. Avery, ed. Impacts of transmission lines on birds in flight. U.S. Fish Wildl. Serv. FWS/OBS-78/48.
- Li F, Bishop MA, Drolma T. 2011. Power line strikes by Black-necked Cranes and Bar-headed Geese in Tibet Autonomous Region. *Chinese Birds* 2011, 2(4):167-173.
- Lorenzo, J.A. & J. Ginovés. 2007. Mortalidad de aves en los tendidos eléctricos de los ambientes esteparios de Lanzarote y Fuerteventura, con especial referencia a la avutarda hubara. SEO/BirdLife. La Laguna, Tenerife. 121 pp.
- Manville AM. 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. Bird conservation implementation in the Americas. Proc. of the 3rd International Partners in Flight

- Conference, 2002, CJ Ralph and TD Rich (eds.), pp: 1051–1064. USDA Forest Service General Technical Report, Pacific Southwest Research Station, Albany, California.
- Manville AM. 2007. Effects of Communication Towers on Migratory Birds. U.S. Fish and Wildlife Service, Washington D.C. (submitted electronically).
- Manville AM. 2009. Towers, turbines, power lines, and buildings: steps being taken by the U.S. Fish and Wildlife Service to avoid or minimize take of migratory birds at these structures. Tundra to tropics: connecting habitats and people. Proc. of the 4th International Partners in Flight Conference, February 2008, McAllen, Texas, pp: 262–272. TD Rich, C Arizmendi, D Demarest, C Thompson, eds.
- Marques AT, Rocha P, Silva JP. 2008. Estudo de consolidação da avaliação da problemática das linhas eléctricas na conservação da Abetarda (Otis tarda) e Sisão (Tetrax tetrax) na ZPE de Castro Verde. Instituto de Conservação da Natureza e Biodiversidade, Lisboa (Relatório não publicado).
- Mathiasson S. 1999. Cisnes y tendidos eléctricos, principalmente en Suecia, en Aves y Líneas Eléctricas: colisión, electrocución y nidificación. Quercus ed., Madrid, pp: 89-120.
- McNeil R, Rodriguez JR y Oullet H. 1985. Bird mortality at a power transmission line in Northeastern Venezuela. Biological Conservation 31 (1985): 153- 165.
- Meyer JR. 1978. Effects of transmission lines on bird flight behavior and collision mortality. Bonneville Power Administration Report, U.S. Dept. of Energy, Oregon.
- Ministerio de Industria, Energía y Turismo. 2013. Estadística de la Industria de Energía Eléctrica 2010.
- Ministerio de Sanidad y Consumo. Subcomité de Vigilancia y Subcomité de Respuesta a la Emergencia. 2006. Actualización del Plan Nacional de Preparación y Respuesta ante una Pandemia de Gripe. Anexo III: Protocolo de actuación para trabajadores y personas expuestas a aves o animales infectados por virus de gripe aviar altamente patógenos, incluyendo el H5N1.
- Morkill AE, Anderson SA. 1990. Effectiveness of marking power lines to reduce sandhill crane collisions. Wyoming Coop. Fish and Wildlife Research Unit, Laramie, Wyoming.
- Morrison M. 2002. Searcher Bias and Scavenging Rates in Bird/Wind Energy Studies. Report to the National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado.
- Muñoz FJ, Azcárate JM y Pérez C. 2008. Análisis de la incidencia de las líneas eléctricas sobre la avutarda común (Otis tarda) en la provincia de Valladolid 2004- 2007. Servicio Territorial de Medioambiente de Valladolid. Junta de Castilla y León.
- Pandey, Arun, Richard Harness, and MistiKaeSchriener. 2008. Bird Strike Indicator Field Deployment at the Audubon National Wildlife Refuge in North Dakota: Phase Two. California

- Energy Commission, PIER Energy-Related Environmental Research Program. CEC-500-2008-020.
- Pollock, K. 2007. Comunicación personal en Warren-Hicks 2013. Attributed equation used to adjust the number of bird or bat carcasses visually observed during an environmental monitoring survey of a wind facility in California Guidelines for Reducing Impacts to Birds and Bats from Wind Energy Development. California Energy Commission. Sacramento, California.
- Ponce C, Alonso JC, Argandoña G, GarciaFernandez A, Carrasco M. 2010. Carcass removal by scavengers and search accuracy affect bird mortality estimates at power lines. *Animal Conservation*, 1: 1-10.
- Prinsen HAM, Boere GC, Pires N, Smallie JJ (Compilers). 2011a. Review of the conflict between migratory birds and electricity power grids in the African-Eurasian region. CMS Technical Series No. 20 (AEWA Technical Series No. 20). Bonn, Germany.
- Prinsen, H.A.M., J.J. Smallie, G.C. Boere & N. Pires (Compilers), 2011b. Guidelines on how to avoid or mitigate impact of electricity power grids on migratory birds in the African-Eurasian region. CMS Technical Series No. XX, AEWA Technical Series No. 20, Bonn, Germany
- Prosser P, Natrass C, Prosser C. 2008. Rate of removal bird carcasses in arable farmland by predators and scavengers. *Ecotoxicol Environ Saf.*, 71(2): 601-608.
- Renssen TA, Bruin A de, Doorn JH van, Gerritsen A, Greven NG, Kamp J van de, Linthorst Homan HDM, Smit CJ. 1975. Vogelsterfte in Nederland tengevolge van aanvaringen met hoogspannings-lijnen. *Rijksinstituut voor Natuurbeheer*, Arnhem: 1-64.
- Rubolini D, Gustin M, Bogliani G, Garavaglia R. 2005. Birds and powerlines in Italy: an assessment. *Bird Conservation International*, 15: 131-145.
- Savereno AJ, Savereno LA, Boettcher R, Haig SM. 1996. Avian behavior and mortality at power lines in coastal South Carolina. *Wildlife Society Bulletin*, 24(4): 636-648.
- Seber GAF. 2002. *The Estimation of Animal Abundance and Related Parameters*. 2ª edición, reimpresión. Blackburn Press. 654 páginas.
- Shaw JM. 2009. The end of the line for South Africa's national bird? Modelling power line collision risk for Blue Crane. Tesis MS. University of Cape Town, Cape Town.
- Shaw JM, Jenkins AR, Smallie JJ, Ryan PG. 2010. Modelling power-line collision risk for the blue crane *Anthropoides paradiseus* in South Africa. *Ibis*, 152: 590-599.
- Siriwardena GM, Baillie SR, Buckland ST, Fewster RM, Marchant JH y Smallwood KS. 2007. Estimating wind turbine-caused bird mortality. *Journal of Wildlife Management*. 71 (Suppl.): 2781-2791.
- Shobrak M. 2012. Electrocution and collision of birds with power lines in Saudi Arabia. *Zoology in the Middle East* 57, 2012: 45-52.

- Shoenfeld PS. 2004. Suggestions regarding Avian Mortality Extrapolation. Prepared for the Mountaineer Wind Energy Center Technical Review Committee.
- Strickland, MD, Johnson G, Erickson WP. Avian Studies at Wind Plants Located at Buffalo Ridge, Minnesota, and Vansycle Ridge, Oregon. Informe inédito. WEST, Inc., Cheyenne, Wyoming.
- Sundar KSG, Choudhury BC. 2005. Mortality of sarus cranes (*Grus antigone*) due to electricity wires in Uttar Pradesh, India. *Environmental Conservation*, 32: 260-269.
- Tellería, J.L. 1986. Manual para el censo de los vertebrados terrestres. Raices, Madrid.
- Tere A y Parasharya BM. 2011. Flamingo mortality due to collision with high tension electric wires in Gujarat, India. *Journal of Threatened Taxa*. 3 (11): 2192–2201.
- Warren-Hicks W, Newman J, Wolpert RL, Karas B, Tran L (California Energy Association). 2013. Improving methods for estimating fatality of birds and bats at wind energy facilities. California Energy Commission. Publication Number: CEC-500-2012-086.
- Wayne W. Daniel. 2004. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. Editorial Limusa S.A., Ciudad de Mexico.
- Winning G, Murray M. 1997. Flight behaviour and collision mortality of waterbirds flying across electricity transmission lines adjacent to the Shortland Wetlands, Newcastle, NSW. *Wetlands (Australia)*, 17 (1): 29- 40.
- Wobeser G y Wobeser AG. 1992. Carcass disappearance and estimation of mortality in a simulated die-off of small birds. *Journal of Wildlife Diseases*, 28 (4): 548- 554.
- Wolpert RL. 2012. A partially periodic equation for estimating avian mortality rates. Póster.
- Yee ML. 2007. Testing the effectiveness of an avian flight diverter for reducing avian collisions with distribution power lines in the Sacramento Valley, California. Public Energy Related Environmental Research Program, California Energy Commission, Sacramento, California.

6.2 INFORMES DE VIGILANCIA AMBIENTAL DE LA FASE DE FUNCIONAMIENTO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS

- Línea eléctrica a 400 kV de Entrada y Salida en la Subestación del Puerto de la Cruz de la Línea Pinar del Rey-Tarifa. Segundo Informe semestral de la fase de funcionamiento. Noviembre 2004. Asistencias Técnicas CLAVE, S.L.
- Línea eléctrica a 400 kV Aldeávila- frontera portuguesa. Primer informe anual (Marzo 2011- Marzo 2012). Liquen Consultoría Ambiental
- Línea eléctrica a 220 kV de Entrada/Salida en SE Muruarte de la L/Cordovilla- Orcoyen. Informe anual segundo (2011), tercero (2012) y final. Enero 2013. ApplusNorcontrol, S.L.U

- Línea eléctrica Avenas-Requena. Primer y segundo informes semestrales (enero y junio 2011). EIN S.L:
- Línea eléctrica a 400 kV Castejón- Muruarte. Informes semestrales 2011 e informes anuales 2009, 2010 y 2011. L´Auca
- Línea eléctrica a 220 kV Jalón- Los Vientos. Informe anual octubre 2011- octubre 2012. Natura Medio Ambiente
- Línea eléctrica a 400 kV Olmedilla- Rómica. Informe trimestral de otoño 2012. Noviembre de 2012. EIN S.L.
- Línea eléctrica a 400 kV Cártama – L/Guadalquivir Medio -Tajo de la Encantada, Línea eléctrica a 220 kV Cártama – L/Alhaurín – Los Montes 220 kV Cártama- L/Alhaurín- Tajo de la Encantada, 220 kV Cártama- L/Los Ramos- Casares y Subestación de Cártama. Informes anuales agosto 2011 y 2012. Evaluación Ambiental S.L.
- Línea eléctrica doble circuito a 400 kV Cabra – Guadalquivir Medio. Informes anuales noviembre 2010 y septiembre 2011. Evaluación Ambiental S.L.
- Línea eléctrica a 400 kV Arcos de la Frontera – La Roda de Andalucía. Informe Anual septiembre 2011, informes parciales de 2012. Evaluación Ambiental S.L.
- Línea eléctrica a 400kV, Penagós– Güenes. Segundo informe anual. 2012. Basoinsa S.L.
- Línea eléctrica a 400KV Zierbana- Abanto. Informe anual primero y segundo. 2011 y 2012. Basoinsa S.L.

ANEXO I: INSTRUCCIONES PARA EL CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE DETECTABILIDAD

El coeficiente de detectabilidad se define como el inverso de la probabilidad de detección por el observador de una víctima presente en la banda de muestreo. Para el cálculo de esta probabilidad se trabaja con el conjunto de datos de distancia de los restos al observador en el momento de su detección, considerando distintas categorías de tamaño relativo de los restos.

Carrascal et al., 2010 han diseñado un “atajo matemático” que permite estimar la probabilidad de detección de restos de distintas categorías de tamaño relativo utilizando funciones de densidad de las distribuciones de los valores de las distancias de los restos al observador en el momento de su primera detección. Este procedimiento es más robusto y presenta menos inconvenientes que otras aproximaciones basadas en la realización de “experimentos de detección” y por su simplicidad puede ser aplicado en todo tipo de estudios, por lo que resulta el método más adecuado para ser considerado en la aplicación de protocolos para los mismos.

El método se basa en el registro por el observador de la distancia en línea recta a la que detecta por primera vez cada resto. El método propuesto por Carrascal et al. (2010) permite inferir a partir de estos datos la distancia eficaz de muestreo, es decir, la anchura de la banda de muestreo para la que se asume que se está realizando un muestreo completo (detección del 100% de las víctimas presentes), y a partir de ésta, la proporción de víctimas detectadas por el observador en relación a las que se estiman que se encontrarían presentes. Los resultados de este método se ajustan fielmente a los obtenidos con otras metodologías de estimación de la detectabilidad a partir del análisis de las distancias de observación (como por ejemplo, los obtenidos con el programa DISTANCE).

Los datos de distancia al observador se deberán tomar con la mayor precisión posible, con ayudas de instrumentos de medición o mediante estimación visual y entrenamiento previo.

Las categorías de tamaño relativo de los restos a considerar (no confundir con la categoría de tamaño de la especie a la que pertenecen los restos) son:

- ▶ resto pequeño: aves completas de tamaño pequeño, hasta el tamaño de una codorniz aproximadamente; restos corporales de tamaño inferior a 20 cm; cercos de plumas de diámetro inferior a 20 cm;
- ▶ resto mediano: aves completas de tamaño mediano (mayor que una codorniz y menor que un ratonero); restos corporales de entre 20 y 50 cm y restos menores dispersos en un radio de 50 cm; cercos de plumas de entre 20 y 50 cm de diámetro;
- ▶ resto grande: aves completas de tamaño grande (mayor que un ratonero); restos corporales mayores de 50 cm y restos menores dispersos en un radio mayor de 50 cm; cercos de plumas de más de 50 cm de diámetro.

Independientemente de los criterios anteriores, el observador deberá estimar in situ la categoría de tamaño a la que mejor se ajustan los restos encontrados.

Se adjunta al presente documento una hoja de cálculo en formato .xls que facilita el cálculo de la distancia eficaz de muestreo a partir de los datos de distancia aplicando las ecuaciones de Carrascal et al. (2010) para distintas distancias umbrales. Los pasos a seguir para el cálculo son los siguientes:

1. Se realizarán los cálculos de forma independiente para cada observador y para cada categoría de tamaño relativo de los restos.
2. El conjunto de datos de distancias de detección de los restos correspondiente a un observador y categoría de tamaño se introducen en la columna A, como se indica en la propia hoja de cálculo.
3. De forma automática la hoja calcula los distintos estadísticos necesarios para la obtención de la distancia eficaz de muestreo (columnas C, D, E).
4. Se utilizan las ecuaciones de Carrascal *et al* (2010) para diferentes distancias umbrales: 2,5 m, 5 m, 10 m, 25 m, 50 m.
5. En la columna H aparecen los valores de distancia eficaz de muestreo proporcionados por las distintas ecuaciones.
6. Se seleccionará como distancia eficaz de muestreo para el observador y tamaño de ave en cuestión a aquella de las proporcionadas que tenga menor amplitud relativa del intervalo de confianza al 95% (columna K) y probabilidad de detección aproximada (columna L) de entre 0,15 y 0,75 (nunca mayor que 0,90).

Una vez identificado el valor de la distancia eficaz de muestreo, se calcula la probabilidad de detección del observador i para el tamaño de ave k a partir de la siguiente fórmula:

$$s_{ik} = \frac{IZ * DEM * 2}{abo}$$

donde:

IZ = índice de zigzaguo del observador

DEM = distancia eficaz de muestreo adecuada

abo = anchura de la banda de observación (generalmente 30 m).

Finalmente, el coeficiente de detectabilidad (Coef. D) se calcula como el inverso de la probabilidad de detección ($1/s_{ik}$)

ANEXO II: INSTRUCCIONES PARA RELLENAR LOS MODELOS DE FICHAS DE CAMPO Y BASES DE DATOS

INTRODUCCIÓN

La normalización en la recogida de datos, así como en su almacenamiento, es de vital importancia a la hora de generar índices y realizar análisis estadísticos que permitan obtener conclusiones acerca de la problemática de estudio. Con ese propósito, en este documento se presentan una serie de fichas para la toma de datos en campo y una estructura de base de datos en soporte Access (Office 2010) para su almacenamiento.

Se han preparado dos conjuntos de fichas y bases de datos:

- ▶ para la recogida de datos de los muestreos de búsqueda de víctimas de colisión (común a cada tipo de estudio contemplado: “seguimiento PVA”, “estudio detallado” y “valoración exprés”);
- ▶ para la recogida de datos del experimento de carroñeo (aplicable solo al tipo de “estudio detallado”).

RECOGIDA DE DATOS EN MUESTREOS DE COLISIÓN

Fichas de campo

Se han diseñado dos tipos de fichas para recoger la información:

- ▶ ficha del tramo de muestreo: se cumplimenta para cada tramo de muestreo y recoge la información más relevante sobre el mismo;
- ▶ ficha de víctima de colisión: se cumplimenta para cada víctima localizada.

Ficha del tramo de muestreo

Esta ficha deberá ser cumplimentada para cada tramo de muestreo completado, es decir, para cada tramo de línea, continuo o discontinuo, revisado en una misma jornada de trabajo de campo.

La información que recoge se estructura en seis bloques de datos:

- ▶ Fecha en que se realiza el muestreo, observador encargado del mismo y línea de estudio.
- ▶ Información sobre el muestreo. Recoge la delimitación del tamo de muestreo, así como su longitud. También la hora de inicio, las condiciones meteorológicas y la denominación del archivo del *track* del muestreo, el ancho de la banda de muestreo y de observación y el tipo de recorrido llevado a cabo.
- ▶ Datos sobre la línea en el tramo de muestreo. Recoge el tipo de apoyo, el número de circuitos, conductores por fase, cables de tierra y planos definidos por los cables, la unidad ambiental a la que pertenece el muestreo, y el periodo estacional que cubre.
- ▶ Incidencias del muestreo. Recoge, para cada vano que compone el tramo de muestreo, el porcentaje de la superficie de la banda de muestreo que se ha podido revisar, la señalización instalada en el vano, y la longitud en metros del vano (medida en un SIG).
- ▶ Observaciones. Puede ser conveniente indicar el motivo por el que no se ha completado la banda de muestreo en algunos vanos u otros datos inusuales referentes al muestreo (vanos pertenecientes a una unidad ambiental diferente o cambios en el ancho de banda en el tramo de muestreo).
- ▶ Resumen de víctimas encontradas. Es una información resumen de la contenida en las fichas de víctimas. Se cumplimentará inmediatamente después de completar el muestreo. Recoge un listado de los restos encontrados con la información mínima que los identifica: número de orden, especie a la que se atribuye, vano en que fue localizado, y coordenadas *x* e *y*. Sirve a efectos de conservar un mínimo de información ante el eventual extravío de alguna de las fichas de víctimas encontradas..

Ficha de víctima de colisión

Se utilizará una ficha de este tipo para cada resto localizado bajo la línea, incluso cuando se determine de forma evidente una causa de muerte distinta a la colisión. Además, se utilizará también para registrar restos fuera de los muestreos programados.

Se cumplimentará una ficha para cada resto o grupo de restos atribuibles a un único ejemplar. Se rellenará *in situ* en el momento en que se localicen los restos.

La información a recoger se estructura en cuatro bloques de contenidos:

- ▶ Fecha en que se realiza el muestreo, el observador que localiza los restos, línea de estudio y tramo de muestreo.
- ▶ Localización de los restos. Información acerca de la localización exacta de los restos, que permitirá relacionarlos con otras variables ambientales del sitio. Se anota el vano, la distancia al apoyo más cercano, la distancia perpendicular al eje central de la línea, la altura aproximada de los cables, la distancia en línea recta al observador a la que se detectó el resto por primera vez, el tamaño relativo de estos restos, las coordenadas x e y, si el resto se encontró colgando de los cables y el estado de la señalización del vano si está presente.
- ▶ Datos sobre los restos. En la mayoría de los casos se ha normalizado el registro de estos datos mediante opciones de respuesta. Se recoge la especie a la que se asignan los restos, la edad y sexo del ejemplar cuando sea posible, el tipo, estado y antigüedad de los restos y la posible actividad de los carroñeros (información focalizada a aproximar cuándo sucedió la colisión), la causa de la muerte y las infraestructuras cercanas (datos que permiten descartar otras causas de mortalidad) y, en el caso de existir, la identificación del ejemplar mediante anillas, marcas, etiquetas, radiotransmisores, etc.
- ▶ Fotos y Observaciones. Para registrar el nombre de los archivos que contienen las fotos tomadas de la víctima y cualquier dato adicional de interés considerado por el observador. Se pueden anotar también aquí indicaciones que permitan identificar los restos en posteriores muestreos o si se sospecha que un resto localizado puede corresponderse con otro de un muestreo anterior.

Ficha de seguimiento de aves utilizadas en el experimento de carroñeo

Se requiere la cumplimentación de una ficha para cada ave utilizada en el experimento, de forma que recoja todos los datos asociados a la misma. Este modelo recoge toda la información relativa a la localización del cuerpo para su fácil localización en cada una de las revisiones, así como el estado en que se encuentra en cada una. La ficha está dividida en seis grupos principales de información:

- ▶ Asistente y fecha de colocación del cuerpo.
- ▶ Datos sobre la línea: nombre y delimitación del tramo utilizado para el experimento, unidad ambiental y periodo estacional.
- ▶ Localización de los cuerpos: distancia a los apoyos anterior y posterior, distancia perpendicular al eje central de la línea y coordenadas x e y.
- ▶ Datos sobre los cuerpos: código de la etiqueta que identifica a cada ave utilizada, especie y grupo de tamaño al que pertenece.
- ▶ Revisiones. Permite recoger lo que ha sucedido con cada cuerpo en cada revisión, por lo que será necesario contar con cada una de las fichas para las revisiones, anotando: fecha de la revisión, días transcurridos desde la colocación, estado del cuerpo y las oportunas observaciones.
- ▶ Días de permanencia. Aquí se anotará el número de días transcurridos desde la colocación hasta el último en que fue detectado el cuerpo, una vez constatada su desaparición. Si persiste hasta la última revisión, ese será el número de días transcurridos.

Base de datos

La base de datos de colisión se encuentra en el archivo *Estudio_Colision.accdb*. Esta base de datos almacenará todos los datos recogidos en las fichas anteriores.

La base de datos se organiza en dos grupos de objetos:

- ▶ Tablas de datos. Son las tablas en sí mismas en las que se almacenarán los datos. A efectos prácticos, servirán únicamente de consulta ya que no se operará directamente sobre ellas salvo para la modificación/eliminación de registros.
- ▶ Formularios de introducción de datos. Son formularios diseñados para el volcado de datos a la base de datos, de forma que no se manipulen las tablas directamente para evitar sobrescribir datos ya existentes y que la entrada de datos se realice de forma estandarizada y en el orden correcto para no infringir las relaciones e integridad de las mismas existentes entre tablas.

Las tablas han sido diseñadas de modo que los campos tienen restringido el tipo de datos y el formato en que se pueden introducir los mismos, así como un catálogo de posibles valores que pueden tomar en caso de que se hayan ofrecido previamente unas opciones de respuesta. Estas restricciones serán indicadas a la hora de introducir los datos.

Una misma base de datos puede albergar solamente los datos de un único estudio. Por esta razón, y para evitar confusiones o pérdida de datos, recomendamos que cada estudio conserve su propia base de datos con un nombre de este tipo:

Nombre de la línea_Tipo de estudio(PVA/Detalle/Expres)_Año_Colision.accbd

Todos los estudios podrán ser centralizados en una única base de datos por un administrador que conozca su estructura, de forma que ésta se vaya actualizando con los datos provenientes de nuevos estudios. Por ello es imprescindible que no se modifique en ningún caso la estructura de campos de las tablas ni las relaciones entre las mismas.

Tablas de datos

Se han creado quince tablas de datos relacionales (tienen campos con valores que las relacionan) lo que implica la necesidad de seguir un orden lógico a la hora de introducir los datos. Las tablas son las siguientes:

- ▶ Tabla “Estudios”. Esta tabla recoge la información relativa a cada estudio. Los campos que contiene son:
 - Código: nombre o codificación que identifica el estudio
 - Tipo: tipo de estudio realizado (Detalle, PVA o Exprés)
 - Año_ini: año en que se comienza el estudio
 - Año_fin: año de finalización del estudio
 - Empresa: empresa encargada de la realización del estudio
 - Metodología: metodología empleada para el estudio (Metodología y Protocolos REE, 2014 (versión 1); Metodología y Protocolos REE, 2016 (versión 2); otra)

- ▶ Tabla “Líneas”. Esta tabla recoge la información relativa a cada línea que es objeto del estudio, generalmente una única línea, pero puede darse el caso de contemplar líneas contiguas o paralelas. Los campos que contiene son:

- Estudio: hace referencia al código del estudio al que pertenece
 - Línea: mnemónico de identificación de la línea
 - Nombre_línea: nombre de la línea proporcionado por REE, para su identificación
 - Tensión: en kV, la tensión que soporta la línea
- Tabla “Vanos Muestreo”. Esta tabla almacena los vanos de la línea que serán objeto de seguimiento junto con información relevante de los mismos. Los campos que contiene son:
- Estudio: hace referencia al código del estudio al que pertenece
 - Línea: mnemónico de identificación de la línea
 - Vano: identifica al vano por sus apoyos anterior y posterior
 - Long_vano: longitud del vano medida en un SIG
 - Señalización: indica la señalización instalada en el vano
 - U_ambiental: indica la unidad ambiental a la que pertenece el vano
- Tabla “Muestreos”. Esta tabla recoge la información referida a cada muestreo. Los campos correspondientes son:
- Estudio: hace referencia al código del estudio al que pertenece
 - Línea: nemónico de identificación de la línea
 - Inicio_muestreo: apoyo inicial que delimita el tramo de muestreo
 - Final_muestreo: apoyo final que delimita el tramo de muestreo
 - Longitud_muestreo: longitud del tramo de muestreo medida en un SIG
 - Fecha: como dd/mm/aaaa, fecha del muestreo
 - Hora: como hh:mm, hora de inicio del muestreo
 - Condiciones meteorológicas: predominantes a lo largo del muestreo
 - Tipo_apoyo: diseño del apoyo de la línea en el tramo de muestreo (el más frecuente en el caso de existir más de uno)
 - Circuitos: número de circuitos de la línea en el tramo de muestreo
 - Conductores_fase: número de conductores por fase
 - Cables_tierra: número de cables de tierra
 - Planos: número de planos horizontales definidos por los cables, incluidos los de tierra
 - Observador1: primer o único observador participante en el muestreo (ver tabla “observadores”)

- Observador2: segundo observador participante en el muestreo (en el caso de que el muestreo sea realizado por dos observadores en paralelo; ver tabla “observadores”)
 - U_ambiental: unidad ambiental por la que discurre el tramo de muestreo (ver tabla “unidades ambientales”)
 - P_estacional: periodo estacional al que corresponde el muestreo (ver tabla “periodos estacionales”)
 - Banda_muestreo: anchura de la banda de muestreo
 - Banda_observación: anchura de cada banda de observación
 - Recorrido: tipo de recorrido llevado a cabo durante el muestreo (solo ida, ida y vuelta o dos observadores en paralelo)
 - Track: nombre del archivo que se adjunta en formato *gpx* que incluye los “trackpoints” generados automáticamente por un GPS durante la realización del muestreo
 - Observaciones
- Tabla “Vanos completados”. Contiene la información relativa al resultado del muestreo de los vanos. Incluye los siguientes campos:
- Estudio: hace referencia al código del estudio al que pertenece
 - Línea: mnemónico de identificación de la línea
 - Inicio_muestreo: apoyo inicial que delimita el tramo de muestreo
 - Fecha: como dd/mm/aaaa, fecha del muestreo
 - Vano: apoyos que delimitan el vano (seleccionar el vano correspondiente registrado en la tabla “Vanos_Muestreo”)
 - %_completado: porcentaje (%) de la superficie de la banda de muestreo que ha sido revisada
 - Observaciones: puede ser útil registrar el motivo por el que en un vano no pudo revisarse el 100% de la banda de muestreo
- Tabla “Víctimas”. Esta tabla almacena los datos referidos a los restos de las víctimas encontradas. Los campos correspondientes a cada resto son:
- Estudio: hace referencia al código del estudio al que pertenece
 - Línea: mnemónico de identificación de la línea.
 - Inicio_muestreo: apoyo inicial que delimita el tramo de muestreo
 - Fecha: como dd/mm/aaaa, fecha del muestreo

- N_orden: número de ficha que identifica a cada una de las víctimas encontradas en un mismo muestreo
- Observador: observador que encuentra los restos
- Especie: nombre científico de la especie a la se atribuyen los restos
- Obs_especie: para restos no identificados a nivel de especie, categoría taxonómica superior (género, familia) o grupo de tamaño al que pertenecen los restos
- X: coordenada x UTM
- Y: coordenada y UTM
- Sist_coord: sistema de coordenadas utilizado en los campos anteriores (por defecto ETRS89)
- Vano: apoyos que delimitan el vano en el que se localizan los restos
- Dist_eje: distancia perpendicular de los restos al eje de la línea, en metros
- Ap_mas_cerca: matrícula del apoyo más cercano a los restos
- Dist_apoyo: distancia de los restos al apoyo más cercano, en metros
- Altura_cables: altura mínima de los cables sobre el suelo, en metros.
- Localizacion: ubicación de los restos, en el suelo o colgando de los cables
- Dist_observación: distancia en línea recta al observador a la que se detectaron los restos por primera vez
- Tam_rel_restos: tamaño relativo (pequeño, mediano, grande) de los restos; no confundir con el grupo de tamaño asignado a la especie
- Separacion_disp: separación entre dispositivos anticolidión, en metros, si procede
- Estado_disp: estado de los dispositivos anticolidión, si procede
- Sexo: sexo de la víctima
- Edad: grupo de edad de la víctima
- Tipo_restos: tipo de restos localizados
- Estado_restos: estado de los restos
- Antigüedad_restos: tiempo transcurrido desde la muerte del ejemplar
- Carroneo: evidencias de carroñeo sobre los restos
- Colision: causa de la muerte (colisión u otra)
- Marcas: presencia de marcas de identificación (anillas, etiquetas, etc.)
- Infraestructuras: infraestructuras próximas a los restos que pudieran ser causa alternativa de la muerte por colisión (otras líneas, tendidos telefónicos, aerogeneradores, carreteras, etc.)
- Fotos: nombre de los archivos que corresponden a las fotografías tomadas de los restos y que se adjuntan a la base de datos

- Observaciones

- ▶ Tabla “Empresas”. Contiene la información correspondiente a la empresa que realiza el estudio y a la que se asociarán automáticamente los observadores. Contiene los campos:
 - Nombre: nombre de la empresa
 - Dirección: dirección de contacto de la empresa, bien sea postal o email
 - Contacto: persona de contacto en la empresa responsable del proyecto

- ▶ Tabla “Observadores”. Contiene los datos correspondientes a los observadores que participan en los muestreos. Los campos correspondientes a cada registro son:
 - Nombre
 - Primer apellido
 - Segundo apellido
 - Empresa

- ▶ Tabla “Unidades ambientales”. Contiene la relación de unidades ambientales representadas a lo largo de la línea. Contiene para cada registro los campos:
 - Unidad_ambiental: nombre de la unidad ambiental.

- ▶ Tabla “Periodos estacionales”. Contiene la relación de periodos estacionales diferentes en los que se han llevado a cabo los muestreos. Contiene para cada registro los campos:
 - Periodo_estacional: nombre del periodo estacional

- ▶ Tabla “Especies”. Esta tabla contiene la información relativa a las especies silvestres con presencia estable u ocasional en España (SEO), de forma que será la fuente de datos en el campo ‘especie’ de la tabla ‘Víctimas’ para evitar errores de nomenclatura. Por ello se recomienda no manipular esta tabla en ningún caso, como máximo agregar un nuevo registro si fuese necesario e informar de ello. Los campos que contiene son:
 - EURING: código EURING asignado a la especie
 - Nombre_común: nombre común en castellano de la especie
 - Nombre_científico: nombre científico de la especie más actualizado hasta el momento

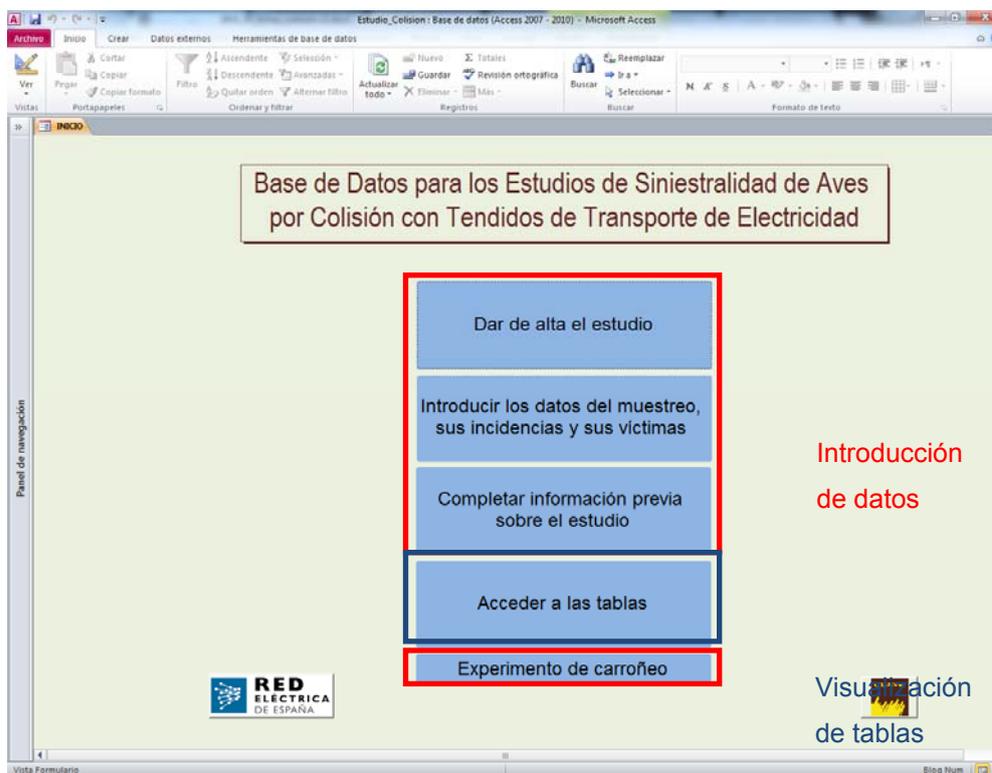
- Género: nombre en latín genérico de la especie
 - Especie: nombre el latín específico de la especie
 - Tamaño: grupo de tamaño que corresponde a la especie en función de su peso corporal (pequeño<200 gr; mediano: entre 200 y 1.000 gr; grande:> 1.000 gr).
- Tabla “Experimento_carroñeo”. Esta tabla contiene los datos de los experimentos de carroñeo realizados asociados a un estudio de detalle. Los campos que contiene son:
- Estudio: hace referencia al código del estudio al que pertenece
 - Línea: mnemónico de identificación de la línea
 - Delimitación: apoyos que delimitan el tramo de línea en el que se lleva a cabo el experimento
 - U_ambiental: unidad ambiental en la que se realiza el experimento (ver tabla “unidades ambientales”)
 - P_estacional: periodo estacional que cubre el experimento (ver tabla “periodos estacionales”)
 - Asistente: persona encargada de la realización del experimento (debe darse de alta en la tabla de “observadores”)
 - Fecha_inicio: día de colocación de los cuerpos, dd/mm/aaaa
 - rev1-rev7: fecha en que se realizaron las revisiones 1 a 7, dd/mm/aaaa
- Tabla “Aves_experimento”. Esta tabla contiene la información relativa a cada una de las aves utilizadas en el experimento de carroñeo. Los campos que contiene son:
- Estudio: hace referencia al código del estudio al que pertenece
 - Línea: nemónico de identificación de la línea
 - Fecha_inicio: día de colocación de los cuerpos, dd/mm/aaaa
 - Cod_etiqueta: código utilizado en la etiqueta de identificación de cada ave
 - Especie: especie a la que pertenece cada ave utilizada
 - Tamaño: grupo de tamaño que corresponde al ave utilizada
 - Apy_ant: apoyo anterior del vano en que se deposita el ave
 - Dist_AA: distancia al apoyo anterior
 - Apy_post: apoyo posterior del vano en que se deposita el ave
 - Dist_AA: distancia al apoyo posterior
 - Dist_eje: distancia perpendicular al eje central de la línea

- X: coordenada x UTM
- Y: coordenada y UTM
- Sist_coord: sistema de coordenadas utilizado en los campos anteriores (por defecto ETRS89)
- Persistencia: número de días transcurridos desde la colocación hasta el último en que se constató la presencia del ave

Utilización de la base de datos

La base de datos ha sido diseñada para la introducción de los datos correspondientes a un estudio de colisión. Sin embargo, para la integración de los datos provenientes de diferentes estudios o para la explotación de los mismos, se requerirá de una serie de herramientas que no han sido implementadas en esta estructura. Por ello, esta base de datos está enfocada a facilitar la entrada de datos correspondiente un único estudio y a la visualización de los mismos.

Al abrir el fichero de la base de datos, lo primero que debería hacerse es guardar una copia con el nombre adecuado (como se ha sugerido anteriormente) y trabajar sobre ésta a partir de ese momento. El menú de inicio da acceso a los formularios de introducción de datos y a la visualización de las tablas.



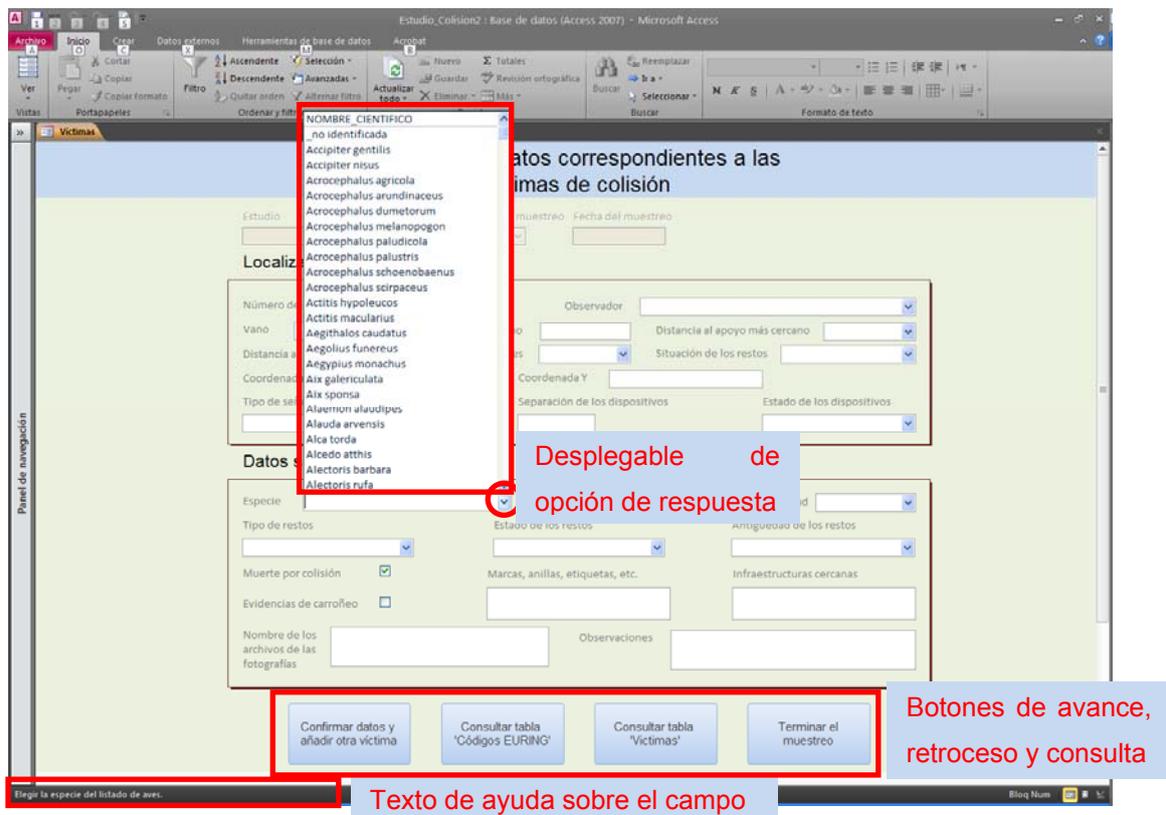
El botón de 'Acceder a las tablas' permite visualizar todas las tablas de la base de datos. Se recomienda que las tablas sean utilizadas para consultar, modificar, completar o eliminar datos, pero en ningún caso para la introducción de los mismos, sino mediante los formularios correspondientes. También se recomienda no cambiar la estructura de las tablas ni las relaciones entre las mismas, ya que podría llevar al mal funcionamiento de la base de datos.

Los cuatro botones restantes del menú de inicio dan acceso a los formularios de entrada de datos. Es necesario proceder del siguiente modo:

- Primero: Dar de alta el estudio. Para ello es necesario disponer de la información del diseño del mismo. En este paso se incorporará la información relativa a la empresa encargada del estudio, las características del estudio, la línea o líneas que son objeto del estudio, la denominación de todos los periodos estacionales que contemplará el estudio, el nombre de todas las unidades ambientales identificadas en la planificación, los observadores que participarán en los muestreos, y por último, los vanos que serán objeto de muestreo para cada línea (con sus correspondientes características de longitud, señalización y unidad ambiental a la que pertenece).

- ▶ Segundo: Completar información previa sobre el estudio, en caso de que sea necesario. Dado que a lo largo del estudio podrían presentarse variaciones en su diseño, desde aquí podrán añadirse periodos estacionales, unidades ambientales, observadores y vanos de muestreo; sin embargo, la modificación de los ya existentes deberá realizarse sobre las propias tablas. El acceso a la introducción de datos sobre la empresa, el estudio y la línea/s no está disponible desde este apartado ya que la base de datos está limitada a un único estudio.
- ▶ Tercero: Introducir los datos del muestreo, sus incidencias y sus víctimas. Este botón da acceso a los formularios para introducir todos los datos relativos a un muestreo durante una jornada de campo, de forma que para completar esta información se deberá disponer de las fichas debidamente cumplimentadas del tramo de muestreo correspondiente y de todas las fichas de víctimas de colisión encontradas durante ese muestreo. Los datos deberán ser introducidos secuencialmente como se propone en los formularios, repitiendo el proceso tantas veces como muestreos diferentes cuyos datos queramos introducir. Sin la información previa, no será posible la introducción de esta información, ya que no podremos asignar un muestreo a ninguna línea o estudio y no dispondremos de la información de los periodos estacionales, unidades ambientales u observadores para asociar a cada muestreo.
- ▶ Cuarto: introducir los datos del experimento de carroñeo, si se ha realizado. Se han creado dos formularios distintos, cada uno de ellos correspondiente a una de las tablas del experimento de carroñeo. Se accede a los mismos desde la pantalla de inicio mediante el botón “Experimento de carroñeo”, introduciendo primero los datos generales del experimento y después los datos de cada una de las aves utilizadas en el mismo.

Los formularios han sido diseñados siguiendo, en la medida de lo posible, la estructura de las fichas de campo, para facilitar la introducción de los datos. En el caso de que en las fichas se proporcionen opciones de respuesta, éstas mismas estarán disponibles en los formularios. Cada campo de información tiene restringido el tipo de datos que acepta (texto, número, si/no, etc.) para proteger la integridad de los mismos. Además, cada campo a rellenar dispone de un texto explicativo de la información que debe contener, el cual aparece en la parte inferior izquierda de la pantalla al situarse sobre el campo. La navegación por los distintos formularios está facilitada con botones para continuar, volver y consultar las tablas en las que se están insertando los datos.



The screenshot shows a Microsoft Access database form titled "Estudio_Colision2: Base de datos (Access 2007)". The form is divided into several sections: "Localización", "Datos de la víctima", and "Datos de la colisión". A dropdown menu is open over the "Especie" field, listing various bird species names. A red box highlights this dropdown menu, with a blue callout box containing the text "Desplegable de opción de respuesta". Below the form, there are four buttons: "Confirmar datos y añadir otra víctima", "Consultar tabla 'Códigos EURING'", "Consultar tabla 'Victimas'", and "Terminar el muestreo". A red box highlights these buttons, with a blue callout box containing the text "Botones de avance, retroceso y consulta". At the bottom left, a red box highlights a small text label "Elegir la especie del listado de aves.", with a blue callout box containing the text "Texto de ayuda sobre el campo".

ANEXO III: MODELOS DE FICHAS PARA SEGUIMIENTO Y EXPERIMENTOS DE CARROÑO

ESTUDIO:
 AÑO:
 TIPO ESTUDIO:

FICHA DEL TRAMO DE MUESTREO

Observador/es		Fecha	
LÍNEA (ej: L/400 GDM-TAJ)			

Información sobre el muestreo			
Tramo de muestreo*	-	Longitud (m)	
Hora inicio		Archivo track	
Meteorología	<input type="checkbox"/> soleado <input type="checkbox"/> nublado <input type="checkbox"/> rocío/helada <input type="checkbox"/> niebla <input type="checkbox"/> lluvia ligera <input type="checkbox"/> lluvia intensa <input type="checkbox"/> viento fuerte <input type="checkbox"/> nieve		

*Indicar los apoyos que los delimitan

Ancho banda muestreo (m)	60, _____	Tipo de recorrido de muestreo	<input type="checkbox"/> ida/vuelta <input type="checkbox"/> solo ida (banda muestreo estrecha) <input type="checkbox"/> ida (2 observadores en paralelo)
Ancho banda observación (m)	30, _____		

Datos sobre la línea en el tramo de muestreo*			
Nº de circuitos	1, 2, 3, ____	Nº de conductores por fase	1, 2, 3, ____
Nº de cables de tierra	0, 1, 2, 3, ____	Nº de planos horizontales (cables tierra incl.)	1, 2, 3, ____
Tipo de apoyo	<input type="checkbox"/> Doble bandera, <input type="checkbox"/> Cabeza de gato, <input type="checkbox"/> En capa, <input type="checkbox"/> Otro _____		
Unidad ambiental		Periodo estacional	

* Si cambian las características a lo largo del tramo, indicarlo en observaciones.

Incidencias del muestreo							
Vano	-	-	-	-	-	-	-
%banda completada*	%	%	%	%	%	%	%
Longitud del vano	m	m	m	m	m	m	m
Tipo señalización**							
-	-	-	-	-	-	-	-
%	%	%	%	%	%	%	%
m	m	m	m	m	m	m	m

*siempre calculado sobre el ancho de banda declarado arriba; si no se completa el 100% especificar el motivo en observaciones.

** SN = sin señalizar; ES = Espiral; EA = Espiral amarilla; EN = Espiral naranja; COL = Abrazaderas colgantes; TIX = Tiras en X; ASP = Triple aspa; SIL = Siluetas; OTRO: indicar tipo.

Observaciones	

ESTUDIO:
 AÑO:
 TIPO ESTUDIO:

FICHA DE VÍCTIMA DE COLISIÓN

Nº de orden: ____

Observador		Fecha	
------------	--	-------	--

LÍNEA (ej: L/400 GDM-TAJ)		Tramo de muestreo	-
---------------------------	--	-------------------	---

Localización de los restos					
Vano	-	Apoyo más cercano		a distancia (m)	
Distancia al eje (m)		Altura cables (m)		Colgando de cables	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Distancia al observador en el momento de localizar los restos			_____ m		
Tamaño relativo de los restos	<input type="checkbox"/> Pequeño <input type="checkbox"/> Mediano <input type="checkbox"/> Grande				
Coord. X*			Coord. Y*		
Si hay señalización:	Distancia entre dispositivos (m): _____				
	<u>Estado:</u> <input type="checkbox"/> buen estado <input type="checkbox"/> decolorado <input type="checkbox"/> deteriorado <input type="checkbox"/> desplazado <input type="checkbox"/> ausente				

* Indicar aquí el sistema de coordenadas utilizado:

Datos sobre los restos	
Especie	
Observ. sobre especie	
Sexo	<input type="checkbox"/> Macho <input type="checkbox"/> Hembra <input type="checkbox"/> Indeterminado
Edad	<input type="checkbox"/> Adulto <input type="checkbox"/> Juvenil <input type="checkbox"/> Indeterminado
Tipo de restos	<input type="checkbox"/> Completo <input type="checkbox"/> Parte corporal: _____ <input type="checkbox"/> Esqueleto <input type="checkbox"/> Cerco de plumas
Estado de los restos	<input type="checkbox"/> Vivo <input type="checkbox"/> Fresco <input type="checkbox"/> En putrefacción <input type="checkbox"/> Seco <input type="checkbox"/> Esqueleto expuesto <input type="checkbox"/> Cerco de plumas
Antigüedad	<input type="checkbox"/> 1-2días <input type="checkbox"/> 1semana <input type="checkbox"/> 1mes <input type="checkbox"/> > 1 mes <input type="checkbox"/> Indeterminable
Causa de la muerte	<input type="checkbox"/> Colisión <input type="checkbox"/> Otra causa evidente: _____
Evidencias de carroñeo	
Etiquetas, marcas, anillas, etc.	
Infraestructuras a <50 m	a _____ m

Archivos de fotos	
Observaciones	

ESTUDIO:
 AÑO:
 TIPO ESTUDIO: DETALLE

FICHA DE SEGUIMIENTO DE AVES UTILIZADAS EN EL EXPERIMENTO DE SESGOS

Asistente		Fecha colocación	
-----------	--	------------------	--

Datos sobre la línea			
Línea (ej: L/400 GDM-TAJ)			
Apoyos que delimitan el tramo experimental			
Unidad ambiental		Periodo estacional	

Localización del cuerpo					
Apoyo anterior		Distancia (m)		Distancia al eje central (m)	
Apoyo posterior		Distancia (m)			
Coord. X*			Coord. Y*		

* Indicar aquí el sistema de coordenadas utilizado:

Datos sobre los cuerpos	
Código etiqueta	
Especie	
Tamaño	<input type="checkbox"/> Pequeña, <input type="checkbox"/> Mediana, <input type="checkbox"/> Grande, <input type="checkbox"/> Otro: _____

Revisiones				
Revisión	Fecha	Días transcurridos*	Estado**	Observaciones
0		Colocación	--	
1		(1)		
2		(2)		
3		(3)		
4		(4)		
5		(7)		
6		(14)		
7		(21)		

* Entre paréntesis se da el número de días recomendado a transcurrir desde la colocación. Indicar en caso de que difiera

** 1. Sin cambios, 2. Carroñeo *in situ*, 3. Desplazamiento, 4. Desaparición

Nº de días de persistencia (hasta el último con presencia constatada)	
---	--