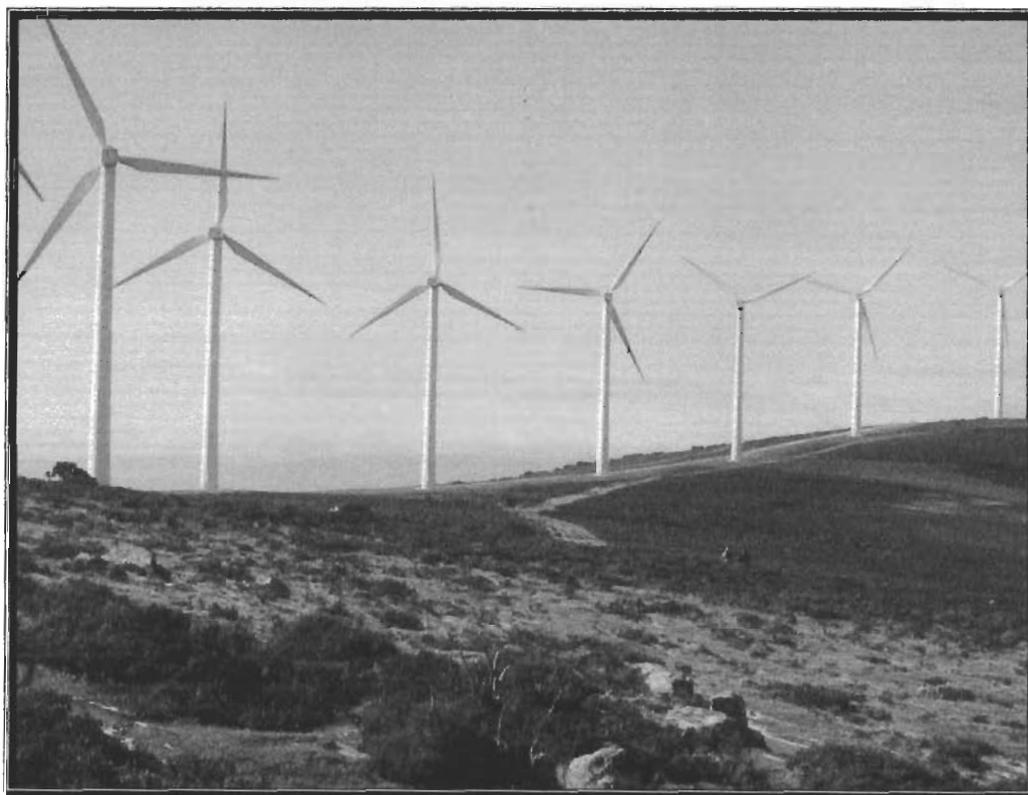




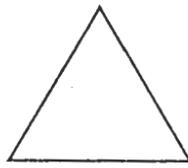
CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

**ESTUDIO DE LA INCIDENCIA SOBRE LA AVIFAUNA DEL
PARQUE EÓLICO DE ELGEA (ALAVA)**



**Estudio desarrollado entre junio de 2000 y junio de 2001, por encargo de
Eólicas de Euskadi a Consultora de Recursos Naturales, S.L.**

Junio de 2001



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

**ESTUDIO DE LA INCIDENCIA SOBRE LA AVIFAUNA DEL
PARQUE EÓLICO DE ELGEA (ALAVA)**

Autores:

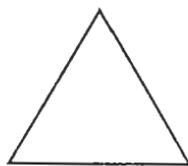
- Alejandro Onrubia
- Mario Sáenz de Buruaga
- Teresa Andrés
- Miguel Angel Campos

Consultora de Recursos Naturales, S.L.

Agradecimientos:

Los autores de este trabajo quieren agradecer la atención y ayuda prestada en todo momento por el personal de Eólicas de Euskadi, y en especial por Alejo Romero y Roberto Izaga.

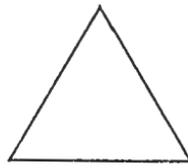
Diversas personas han participado en el trabajo de campo desarrollado a lo largo del estudio. A ellos queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento, y en especial a: Izaskun Aguirre, Idoia Alvarez de Arkaia, Alfonso Antúnez, Uxua Arana, Sonia Benitez, Elena Eraso, Jorge Ferreira, Jesús Gómez, Merche Larrea, Belén López, Antonio Lucio, Javier Luzuriaga, Manuela, Begoña Martínez, Javier Martínez, Miren Meoki, Arantza Puente, Nerea Ruiz de Azua, Hungria Sáenz de Buruaga y Javier Villasante. Del mismo modo, es justo reconocer la importante labor de asesoría técnica que ha realizado Luís Barrios en distintas fases del trabajo.



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

**ESTUDIO DE LA INCIDENCIA SOBRE LA AVIFAUNA DEL PARQUE
EÓLICO DE ELGEA (ALAVA)**

1.- Introducción.....	4
2.- Aves y aerogeneradores.....	6
3.- Area de estudio.....	9
4.- Metodología.....	12
4.1.- Introducción.....	12
4.2.- Estudio de la mortalidad en los aerogeneradores.....	13
4.3.- Estudio de los factores influyentes en la mortalidad y comportamiento de las aves.....	16
4.4.- Incidencia sobre el hábitat y las comunidades reproductoras de aves.....	19
5.- Resultados.....	21
5.1.- Mortalidad encontrada y mortalidad estimada.....	21
5.2.- Factores influyentes en la mortalidad de aves de mediano y gran tamaño.....	28
5.2.1.- Vulnerabilidad de la avifauna.....	28
5.2.2.- Estima del flujo de aves por el entorno del parque eólico	32
5.2.3.- Influencia del emplazamiento sobre las situaciones de riesgo.....	36
5.2.4.- Riesgo de colisiones y meteorología.....	39
5.3.- Reacciones de las aves ante los aerogeneradores.....	39
5.4.- Incidencia sobre la comunidad reproductora de aves.....	40
6.- Valoración final de la incidencia sobre la avifauna.....	42
7.- Resumen.....	47
8.- Bibliografía.....	51



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

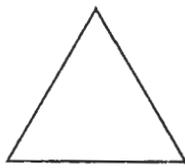
ESTUDIO DE LA INCIDENCIA SOBRE LA AVIFAUNA DEL PARQUE EÓLICO DE ELGEA (ALAVA)

1.- INTRODUCCIÓN.

Diversos estudios han puesto de manifiesto la incidencia de los parques eólicos y sus infraestructuras asociadas sobre las aves (ver por ejemplo, Winkelman, 1985; Benner *et al.*, 1992; Crockford, 1992; Orloff & Flannery, 1992; Barrios y Martí, 1995; Colson, 1995; Percival, 2000). A la mortalidad directa producida por las colisiones con los aerogeneradores se añaden cambios en el comportamiento de las aves (principalmente “efecto vacío” en torno a los molinos) y alteraciones en el hábitat de reproducción o alimentación derivadas de la instalación de estas estructuras (Percival, 2000). Esta incidencia puede ser muy variable dependiendo de múltiples factores, como por ejemplo, el emplazamiento de los aerogeneradores, la comunidad de aves presentes en la zona, las condiciones meteorológicas reinantes, etc.

En julio de 2000 se pone en funcionamiento la primera planta de aerogeneradores del País Vasco: el parque eólico de Elgea. Esta planta se localiza en la Sierra de Elgea, en la misma muga de los territorios de Alava y Gipuzkoa. La potencia instalada es de unos 26,4 Megavatios que suponen una producción eléctrica de 65-75 millones de kilowatios / hora anuales.

Conscientes de estos posibles efectos perniciosos sobre la avifauna, Eólicas de Euskadi, S.A., empresa promotora del Parque Eólico de Elgea, se plantea evaluar dicha incidencia y contrata a Consultora de Recursos Naturales, S.L. para desarrollar los



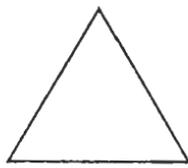
CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

estudios pertinentes. Esta relación se formaliza en junio de 2000 y se plantea un periodo de estudio de 12 meses.

El objetivo general de este trabajo es evaluar la incidencia sobre la avifauna del parque eólico de Elgea, para lo cual se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Estudio de la **mortalidad** aviar por colisión con los aerogeneradores, con especial atención a los factores influyentes.
- Evaluar los posibles cambios en el **comportamiento** de las aves producidos por la presencia del parque eólico, en dos vertientes complementarias: reacción de las aves ante los aerogeneradores y modificaciones en el uso del hábitat.

A continuación se presenta una breve reseña de la información disponible sobre las relaciones entre avifauna y aerogeneradores, que sirve para introducir el estudio específico de Elgea, el cual incluye una descripción de la metodología empleada, los resultados obtenidos y la valoración de los mismos.



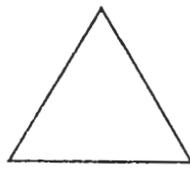
CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

2.- AVES Y AEROGENERADORES.

Aunque parece claro que la energía eólica presenta beneficios significativos con respecto a otros aprovechamientos energéticos, se han indicado también impactos negativos relacionados con el paisaje, el ruido, la arqueología, la flora o la fauna (Dillon, 2000; Percival, 2000). En relación a esta última se han descrito efectos perniciosos sobre los quirópteros (Pelayo y Sanpietro, 1998; Martínez-Rica y Serra, 1999) y más ampliamente sobre las aves, básicamente relacionados con la mortalidad directa debida a la colisión con los aerogeneradores y las molestias o las alteraciones del hábitat producidas por los aerogeneradores o las infraestructuras asociadas al parque eólico (pistas, tendidos eléctricos, subestaciones ...).

En cierta medida, resulta común la percepción de que los parques eólicos y las aves son incompatibles. A ello han contribuido en parte los resultados obtenidos en dos áreas que han llegado a convertirse en referente mundial de los problemas de colisión de aves con aerogeneradores: Altamont Pass en California y Tarifa en el sur de España. Aunque en ambos lugares las colisiones por turbina y año son bajas (menos de un ave al año), la combinación de un número elevado de “molinos” concentrados en áreas con un trasiego importante de grandes aves ha resultado nefasta (ver Orloff y Flannery, 1992 y 1996; Barrios y Martí, 1995). En Tarifa, uno de los lugares más importantes del mundo en cuanto migración de aves de presa (Zalles y Bildstein, 2000), se han instalado varios cientos de aerogeneradores en sierras por donde cruzan cada otoño más de 100.000 rapaces y cigüeñas en migración, a lo que se añade la existencia de una importante población residente de Buitre Leonado (*Gyps fulvus*). El resultado ha sido la muerte de centenares de aves colisionadas con los aerogeneradores cada año (Barrios y Martí, 1995).

También se han desarrollado estudios en otros lugares que evidencian estos accidentes en los parques eólicos, si bien en niveles mucho menores y casi siempre

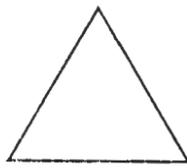


CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

relacionados con grandes concentraciones de aves en el entorno de los aerogeneradores (Winkelman, 1985; Meek *et al.*, 1993; Musters *et al.*, 1996). Así se han recogido datos de colisiones en rapaces, gaviotas, limícolas, anátidas, palomas y passeriformes, entre otros (Pedersen & Poulsen, 1991; Meek *et al.*, 1993; Still *et al.*, 1995; Tyler, 1995; Dulas, 1995; Musters *et al.*, 1996; Dillon, 2000). No obstante, en muchos de los casos estudiados no se han registrado problemas de colisiones o éstas han sido irrelevantes.

En general, para que un número significativo de colisiones tenga lugar, una gran cantidad de aves deben cruzar por el parque eólico. Por ejemplo, Winkelman (1992) estimó una colisión cada 5.000-10.000 cruces de aves en un parque eólico de Holanda. Además se aprecia una notable relación entre la abundancia de una especie en un lugar y el número de accidentes que sufre (Percival, 2000). Por su parte, las condiciones de visibilidad pueden jugar un importante papel en los accidentes, si bien las aves tienden a guardar mayores márgenes de seguridad en sus vuelos cuando la visibilidad es mala, por ejemplo, con niebla o de noche (Dirksen *et al.*, 1998).

El impacto que genera esta mortalidad adicional sobre la demografía de las aves es muy variable y se estima que resulta especialmente adversa en aquellas especies con una supervivencia de adultos elevada y bajas tasas reproductoras, dada su escasa capacidad de respuesta para reemplazar las pérdidas (Percival, 2000). Del mismo modo, esta incidencia será menor en aquellas especies cuyas poblaciones estén reguladas de modo denso-dependiente o en aquellas con una proporción elevada de no reproductores. A escala poblacional, los parques eólicos pueden tener cierta relevancia solamente si cubren grandes áreas y comprenden cientos o miles de aerogeneradores (Percival, 2000). Especies habitualmente accidentadas en los parques, como gaviotas, passeriformes migradores, algunas rapaces ... suelen estar ampliamente distribuidas y resultar abundantes, no detectándose por lo general declives poblacionales debidos a esta causa (caso de las gaviotas y buitres, por ejemplo). **Solamente una pequeña porción de aves colisiona con los aerogeneradores (normalmente en proporción a su abundancia en la zona) y estos niveles de mortalidad suelen ser inapreciables en**

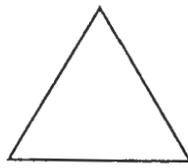


CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

las poblaciones locales. Únicamente cuando coincide un elevado número de turbinas en un lugar de concentración de especies sensibles o raras, la incidencia puede ser extraordinariamente adversa, incluso con mortalidades bajas (Percival, 2000).

No solamente las colisiones de aves con los aerogeneradores constituyen un potencial problema de los parques eólicos: la mera presencia de una instalación eólica puede determinar el uso de las aves en su entorno, es decir, puede tener un efecto “molestia” (Dillon, 2000; Percival, 2000). Las distancias a las que puede llegar la afección son muy variables, alcanzando hasta los 800 metros en el caso de avefrías y chorlitos (Pedersen y Poulsen, 1991), 500 metros en el caso de otros limícolas y gaviotas (Winkelman, 1989), y máximos de 300 metros para aves reproductoras en general (Gill *et al.*, 1996). En buena parte, estas afecciones están relacionadas con las molestias derivadas de la propia actividad humana (trasiego de gente o maquinaria). No obstante, en la mayoría de los estudios no se han encontrado evidencias de molestias (Philips, 1994; Dulas, 1995; EAS, 1997; Williams & Young, 1997), no detectándose reducciones en la densidad o en los patrones distributivos de multitud de especies (limícolas, passeriformes, rapaces, anátidas...).

Un posible efecto “pernicioso” añadido estaría relacionado con la **pérdida directa de hábitat** por la instalación eólica y sus infraestructuras derivadas (Dillon, 2000; Percival, 2000). Sin embargo tal incidencia suele estar muy limitada, afectando por lo general a no más del 1% de la superficie del parque eólico.



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

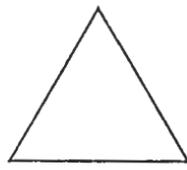
3.- AREA DE ESTUDIO.

El parque eólico de Elgea se localiza en el cordal de la Sierra de Elgea, entre el collado de Aterpea-Usabakotxena al este y el monolito de Mugarri-Lutze al oeste, ocupando las cumbres de Saiturri (1.172 mt), Aumategigaña (1.190 mt), Mentazpi (1.090 mt) y Mugarri-Lutze (1.108 mt). El aerogenerador más occidental se sitúa en Mugarri-Lutze (30T 0539870.4756868) y el más oriental en Usabakotxena (30T 0543760.4756667). Esta alineación montañosa está situada en el límite de los territorios de Gipuzkoa y Alava, presenta una orientación Este-Oeste, y las altitudes del cordal oscilan entre los 1.020 metros y los 1.190 metros, si bien más al este, en las proximidades del macizo de Aitzgorri, superan los 1.200 metros.

Desde el punto de vista geológico, el área de estudio se encuentra en el extremo meridional del anticlinal Aloña-Aitzgorri, que en su flanco sur entra en contacto con el monoclinal de la sierra de Elgea-Artia-Urkilla. En general se trata de relieves suaves y redondeados, conformados por el contacto de litologías bien dispares: calizas arrecifales con rudistas y corales al norte, mientras que al sur dominan las areniscas, lutitas, margas y arcillas.

La Sierra de Elgea se encuentra en la divisoria de aguas cantabro-mediterránea, es decir, los cursos de agua situados al norte de la sierra (Araoz, Aizkorbe, Arrolas, Arantzazu) vierten sus aguas al mar Cantábrico mientras que los situados al sur (Azcaito, Acebal, Maralduya, Cortacho) lo hacen al Mediterráneo a través del Ebro.

El clima es de tipo Atlántico con valores térmicos anuales moderados (T^a media anual en las isoterma 8° , media del mes de enero de 4° y media del mes de julio de 16°) y heladas frecuentes en invierno. La pluviosidad es elevada estando gran parte de la cumbre entre las isoyetas 1.200 y 1.400 mm, siendo máximas en otoño-invierno y mínimas en julio, sin existir periodo de sequía estival. Son frecuentes las nieblas y en



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

menor medida los días de nieve (media anual de días de nieve, 15). El viento es constante (velocidad media del viento en torno a 8 metros/segundo), siendo dominante el componente norte y en menor medida el sur-sureste. A nivel bioclimático, la zona se encuentra incluida en el termotipo Montano y en el ombrotipo Húmedo (Loidi *et al.*, 1994).

Desde el punto de vista de la vegetación, la zona se incluye en la Región Eurosiberiana, correspondiendo la vegetación potencial a la serie montana cantabro-euskalduna acidófila del haya -*Saxifraga hirsutae*-*Fageto sigmetum*- (Rivas-Martínez, 1987). No obstante, la vegetación se encuentra muy degradada por el impacto de los fuegos reiterados y de la presión ganadera, siendo frecuentes las etapas de sustitución correspondientes a helechales con brezos arbóreos pobres en piornos, lastonares o brezales con dominancia de *Calluna vulgaris* (Rivas-Martínez, 1987; Loidi *et al.*, 1994; Aseginolaza *et al.*, 1996). Así, la vegetación de la cumbre se corresponde con mosaicos de pastizales silicícolas y brezales-helechales atlánticos. El matorral presenta una importante cobertura según zonas y está dominado por formaciones de brechina (*Calluna vulgaris*) de escaso porte (< 20 cm), a las que se añaden algunos brezos dispersos (*Erica vagans*, *E. cinerea* y *E. arborea*), arándanos (*Vaccinium myrtillus*) y rodales de helecho común (*Pteridium aquilinum*). Los pastizales se mezclan con el matorral en los carrilones del ganado y en calveros de mayor o menor extensión que se cubren de diversas gramíneas y otras herbáceas.

El parque eólico inicialmente está constituido por 37 aerogeneradores, separados una media de 100 metros, que se sitúan sobre una longitud de 4.100 metros del cordal de la sierra, dispuestos en dos alineaciones: 1) Mugarri-Lutze, con 16 aerogeneradores (unos 1.600 metros de longitud) situados entre los 1.074 y los 1.105 metros de altitud; y 2) Saiturri - Aumategigaña, con 21 aerogeneradores (unos 2.100 metros de longitud), situados entre los 1.050 y los 1.190 metros de altitud. Entre ambas alineaciones se ha respetado un paso para las aves aprovechando el collado de Saiturriko Lepoa, de aproximadamente 800 metros.

Los aerogeneradores, de 660 kilowatios de potencia cada uno, son de tipo tubular, con una torre cilíndrica de 45 metros y rotor con tres aspas de 22 metros de longitud.

Aerogeneradores de Elgea.





CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

4.- METODOLOGÍA.

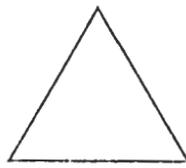
4.1.- Introducción.

Como se ha señalado anteriormente, el estudio de la incidencia de los parques eólicos sobre la avifauna se puede plantear desde varias perspectivas (mortalidad, reacciones, molestias, hábitat), si bien, se puede reducir a dos aspectos principales: la mortalidad derivada de la colisión con los aerogeneradores y los cambios de uso del territorio en virtud de las alteraciones del hábitat. Ambas cuestiones se han tenido en consideración en el caso de Elgea, y el protocolo de trabajo seguido para abordar cada una de estas temáticas se resume a continuación, aunque se comentarán los detalles de cada uno de ellos en los apartados siguientes.

Para estimar la mortalidad por colisión con los aerogeneradores se han realizado una serie de recorridos y batidas a pie por la base de los aerogeneradores en busca de cadáveres. Además se han realizado algunos experimentos de detectabilidad y tasas de pérdida de cadáveres para corregir los resultados obtenidos.

A la hora de evaluar los posibles factores influyentes en la accidentalidad aviar (avifauna, meteorología, emplazamiento de los aerogeneradores) se han utilizado observatorios fijos desde los que se registraba el flujo de aves por el entorno de los aerogeneradores en distintas condiciones ambientales (época del año, horario, meteorología). Además se han anotado las reacciones mostradas por las aves ante la presencia de los molinos.

Para abordar los posibles cambios de uso del espacio derivados de la mera presencia de los aerogeneradores o de las modificaciones del hábitat, se han censado las aves nidificantes de dos parcelas situadas en la cumbrera de la Sierra, caracterizadas por



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

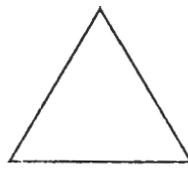
la presencia o no de aerogeneradores. La comparación de estas parcelas permite abordar los cambios producidos a varias escalas: comunidad, poblaciones y especies.

4.2.- Estudio de la mortalidad en los aerogeneradores.

Uno de los aspectos principales que se pretende abordar en este estudio es evaluar la mortalidad aviar que producen los aerogeneradores del Parque de Elgea y tratar de identificar y analizar las causas y factores implicados en la misma, especialmente los relacionados con la meteorología y el emplazamiento de las estructuras. Para ello se ha establecido un protocolo de trabajo basado en trabajos similares referentes a esta temática (vease por ejemplo Barrios y Martí, 1995; Bevanger, 1999; Anderson *et al.*, 1999).

Para evaluar la mortalidad se han realizado una serie de **recorridos a pié** cada 7-10 días por la base de los aerogeneradores hasta un radio de unos 50 metros para localizar posibles cadáveres. De cada cadáver se tomaban los siguientes datos: especie, edad, sexo, tipo de lesiones que presentaba, antigüedad aproximada, aerogenerador responsable de la colisión y distancia al mismo. Esta información se completaba posteriormente con los datos meteorológicos correspondientes al momento estimado de la colisión para tratar de relacionar (si fuera posible) esta mortalidad con unas circunstancias meteorológicas concretas.

En la tabla siguiente se recogen las fechas de prospección del parque de Elgea en el periodo considerado en el presente informe, distinguiendo entre primavera (meses de marzo, abril y mayo), verano (junio-agosto), otoño (septiembre-noviembre) e invierno (diciembre-febrero).



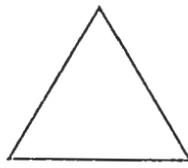
CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

Primavera	Verano	Otoño	Invierno
26-may-00	20-jul-00	01-sep-00	14-dic-00
10-mar-01	08-ago-00	05-sep-00	20-dic-00
22-mar-01	11-ago-00	27-sep-00	27-dic-00
27-mar-01	16-ago-00	29-sep-00	12-ene-01
02-abr-01	21-ago-00	05-oct-00	16-ene-01
12-abr-01	25-ago-00	09-oct-00	30-ene-01
14-abr-01	08-jun-01	10-oct-00	09-feb-01
22-abr-01	14-jun-01	17-oct-00	11-feb-01
04-may-01		20-oct-00	18-feb-01
09-may-01		24-oct-00	27-feb-01
11-may-01		27-oct-00	
19-may-01		02-nov-00	
29-may-01		07-nov-00	
		10-nov-00	
		14-nov-00	
		29-nov-00	

En total se han empleado 47 jornadas de prospección del parque eólico, repartidas entre primavera (13 jornadas), verano (8), otoño (16) e invierno (10).

A lo largo del estudio se ha tenido constancia de que algún ave accidentada quedaba alejada de los aerogeneradores más de los 50 metros que se prospectaban inicialmente (concretamente el buitre que colisionó el 10 de octubre de 2000 quedó a 93 metros del aerogenerador). Por ello, se ha empleado adicionalmente otro sistema de prospección que consistía en la realización de **batidas** multitudinarias realizadas por 10-15 personas que se repetían mensualmente, cubriendo una banda de unos 120 metros a cada lado de la línea de aerogeneradores. Estas batidas se iniciaron en diciembre de 2000 y han continuado hasta junio de 2001, sumando un total de 7 batidas. De esta manera hemos tratado de asegurar que todas las aves mediano-grandes colisionadas (especialmente buitres), eran detectadas.

Existen dos factores que pueden alterar los resultados de un estudio de estas características (ver Orloff y Flannery, 1992; Bevanger, 1999): la capacidad de los observadores para localizar las aves accidentadas y la desaparición de los cadáveres



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

debida a la acción de los depredadores o personas ajenas al estudio. Para evaluar esto se han llevado a cabo experimentos de detectabilidad y de permanencia de cadáveres.

Los experimentos se han desarrollado aprovechando los propios cadáveres que aparecían en el parque eólico (n= 13), algunos otros de aves silvestres recogidas en otros lugares (atropellos ... n= 10) y cadáveres de palomas procedentes de un palomar industrial (n= 60).

En estos experimentos un observador situaba una serie de cuerpos en el entorno de los aerogeneradores que eran georreferenciados mediante un sistema GPS modelo Garmin Etrex. Para evaluar la detectabilidad, un observador distinto al anterior realizaba el recorrido habitual por la base de los aerogeneradores y anotaba los cadáveres encontrados. Posteriormente se chequeaban los resultados y se evaluaba el porcentaje de señuelos detectado respecto al total colocado artificialmente. De manera análoga se ha chequeado la detectabilidad de los cadáveres en las batidas multitudinarias.

Estos mismos cuerpos eran empleados para estimar la tasa de desaparición de cadáveres por la acción de los depredadores. En este caso, los cadáveres eran revisados en distintos horizontes temporales (48 horas, 7 días, 10 días, 15 días, 1 mes), acorde con el régimen de visitas al parque eólico. Se ha considerado un dato de permanencia cuando el cuerpo era reconocible de alguna manera (variando así desde el cuerpo entero hasta un desplumadero evidente), aspecto este que ha servido también para entrenar al observador en la determinación de la antigüedad de los restos en el campo.

Para establecer posibles variaciones estacionales, estos experimentos se han realizado al menos una vez por estación, empleando como mínimo 15 cadáveres en cada experimento.

El cálculo de los factores de corrección se ha realizado utilizando la fórmula propuesta por Orloff y Flannery (1992): $Mt = (Ma/FCB) / FCD$, siendo Mt la mortalidad



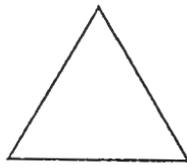
CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

total estimada, Ma la mortalidad anual encontrada, FCB el factor de eficacia de búsqueda y FCD el factor de corrección de la depredación. Así, FCB se calcula a través de la relación entre el número de señuelos encontrados en la revisión y el número de señuelos colocados. FCD se calcula a partir de la relación entre el número de señuelos que permanecen después de x días y el número de señuelos colocados. X se corresponde con los días que transcurren entre cada revisión (2, 7, 15 ó 30 días), de manera que obtenemos un FCD para cada uno de los periodos indicados. Para estos cálculos hemos diferenciado entre aves mediano-grandes (superiores al tamaño de una paloma) y aves mediano-pequeñas (inferiores o iguales al tamaño de una paloma).

4.3.- Estudio de los factores influyentes en la mortalidad y comportamiento de las aves.

A tenor de la información disponible sobre la incidencia de otros parques eólicos se preveía encontrar en Elgea una baja tasa de mortalidad de aves, lo cual podría dificultar el estudio de los factores influyentes en la misma debido al bajo tamaño de muestra. Para subsanar esto se ha empleado otra metodología de trabajo basada en el empleo de **observatorios**.

Se han utilizado dos observatorios en puntos prominentes de la sierra desde los que se controlaba una buena porción del total de aerogeneradores. El observador permanecía en tramos de 2 a 4 horas, anotando todas las observaciones (“pasos”) de aves de mediano ó gran tamaño que se producían en un radio de 250 metros en torno a los aerogeneradores, distancia que se ha estimado como de influencia del parque eólico. Únicamente se han anotado los cruces de aves medianas o grandes (tamaño superior o igual a una paloma) dada la imposibilidad de registrar el cruce de aves pequeñas (fundamentalmente passeriformes) a esas distancias y dado que muchas especies de este grupo son migrantes nocturnos (alondras, zorzales, silvidos ...). De cada observación se tomaban los siguientes datos:



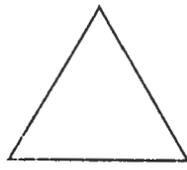
CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

- Especie y número de individuos.
- Fecha y hora del paso.
- Aerogenerador o aerogeneradores más próximos y distancia a éstos medida con un telémetro Bushnell.
- Datos meteorológicos: temperatura, dirección y velocidad del viento, nubosidad, visibilidad.
- Altura de vuelo distinguiendo entre: bajo aspas (< 40 mt), altura aspas (40-80 mt), encima aspas (> 80 mt).
- Dirección y tipo de vuelo (cruce, remonte, deslizamiento ...).
- Reacción de las aves ante los aerogeneradores.

La óptica empleada en todos los casos ha sido binoculares 10x42 (Swarovski serie EL) y telescopio 20-60x (Kowa TSN 3).

En total se han realizado 98,5 horas de observación, repartidas entre primavera (23,7 horas), verano (19,7), otoño (35,7) e invierno (20,3). El mayor esfuerzo de otoño se corresponde con un seguimiento intensivo de la incidencia del parque eólico sobre el flujo de migrantes otoñal. El esfuerzo de observación a lo largo del año se ha repartido proporcionalmente en todo el parque eólico y entre distintos momentos del día: mañana 5:00-11:00h (36,2 horas), mediodía 11:00-16:00h (45,3 horas) y tarde 16:00-21:00h (17,9 horas).

Para relativizar los datos de cruces y hacerlos comparables en distintas fechas se ha utilizado como índice el número de cruces o pasos por hora en el parque eólico. Para la valoración de los pasos se han considerado de “Riesgo” aquellos que tenían lugar a 50 metros o menos de distancia de algún aerogenerador y de “Alto Riesgo” los que sucedían a menos de 10 metros. Cuando un ave pasaba entre dos o más aerogeneradores se ha apuntado en todos ellos de manera que el sumatorio obtenido en los distintos aerogeneradores resulta superior al de aves que cruzan el parque.



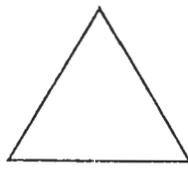
CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

Se ha estimado el número total de cruces o pasos de aves de mediano-gran tamaño que se producen a lo largo del año en el parque eólico para tratar de relacionar la mortalidad detectada con el flujo real de aves en su entorno, con especial atención a los buitres leonados. Para ello se ha estimado una media de cruces de aves por hora para cada estación del año que se ha multiplicado por el número de horas de luz diarias y el número de días de cada estación. En todos los casos se han establecido los correspondientes intervalos de confianza al 95% (Fowler y Cohen, 1999).

Entre la alineación de Mugarriuze (aerogeneradores 1 al 16, unos 1.500 metros de longitud) y la de Saiturri-Aumategigaña (aerogeneradores 20 al 40, unos 2.000 metros de longitud), se encuentra un collado de unos 800 metros de longitud, libre de molinos, denominado Saiturri. A este respecto, hemos chequeado si el flujo de aves por el collado era semejante o no al que se producía en el resto del parque eólico. Para ello hemos evaluado el número de cruces de aves por hora y por kilómetro en los aerogeneradores y en el collado desprovisto de ellos, en distintos momentos del año. Los resultados se han testado con la prueba de la t-Student, previo chequeo de las varianzas mediante el test de la F (Fowler y Cohen, 1999).

Por otra parte se ha analizado la influencia del emplazamiento de los aerogeneradores sobre las situaciones de riesgo que se producen en el parque eólico. Para ello se han contabilizado los cruces totales, los cruces de Alto Riesgo y los de Riesgo, tanto a escala del conjunto de aves como específicamente para el buitre leonado (única especie de gran tamaño sobre la que se ha detectado mortalidad), en cada uno de los aerogeneradores, chequeándose los resultados mediante la prueba estadística chi-cuadrado (Fowler y Cohen, 1999).

Para analizar el efecto que ejercen las diferentes condiciones meteorológicas sobre las situaciones de riesgo hemos chequeado varias variables (temperatura, dirección del viento, velocidad del viento, visibilidad y cobertura de nubes) con respecto al trasiego de aves por el parque eólico (cruces totales, cruces de Alto Riesgo, cruces de



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

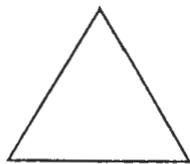
Riesgo, cruces de buitres de Alto Riesgo y cruce de buitres de Riesgo). Estos datos se han testado mediante el coeficiente de correlación de Pearson y test de chi cuadrado (Fowler y Cohen, 1999), dependiendo de los casos.

4.4.- Incidencia sobre el hábitat y las comunidades reproductoras de aves.

Además de las colisiones de aves se ha sugerido también en diversos estudios que la presencia de un parque eólico puede condicionar el uso de las aves en su entorno, bien por las modificaciones que se producen en el hábitat (cambios en la vegetación, pistas, tránsito de maquinaria y personas ...), bien por la presencia de los propios aerogeneradores (ver por ejemplo la reciente revisión de Percival, 2000 ó Dillon, 2000).

Para evaluar esta posible incidencia sobre la comunidad de aves reproductoras de Elgea se han seleccionado dos parcelas en el cordal de la Sierra, caracterizadas por la presencia o no de aerogeneradores, que se han censado en dos momentos del ciclo de cría. Para evitar la influencia de otros factores ambientales, las dos parcelas están próximas y situadas en el cordal de la sierra, con características de hábitat semejantes que se han chequeado previamente.

La parcela control (sin aerogeneradores) se sitúa en el cordal de Elgea en la zona de Burgamendi, entre los 990 metros y los 1.080 metros de altitud, dominando los pastizales con una cobertura variable (0-60%) de matorral bajo, principalmente de brechina (*Calluna vulgaris*). La parcela localizada en el parque eólico se sitúa igualmente en el cordal (zona de Aumategigaña), entre los 1.050 y los 1.180 metros de altitud, oscilando la cobertura del matorral entre el 5 y el 60%. Aunque la parcela control está ligeramente más baja en altitud, no se han detectado diferencias significativas en las variables de hábitat analizadas (altitud, cobertura matorral bajo, cobertura suelo desnudo, cobertura de pastizal).



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

En cada una de las parcelas se han establecido diez puntos de muestreo que se han repetido en dos fechas: el 11 de mayo y el 14 de junio de 2001, con objeto de cubrir la diferente fenología reproductora de las especies presentes, tanto sedentarias (ej. Alondra) como migrantes transaharianos (ej. Collalba Gris). En cada punto de muestreo se ha realizado una estación de escucha de 10 minutos de duración en la que se anotaban todas las aves detectadas visual o auditivamente (Tellería, 1986; Bibby *et al.*, 1992). Para el cálculo de densidades se ha considerado una banda de 25 metros en torno al observador, distinguiendo las aves presentes dentro de la banda “principal” (< 25 mt) de las que ocurren fuera (> 25 mt). Estas estaciones se han realizado siempre en las primeras horas del amanecer, aprovechando los máximos de actividad de este grupo (Tellería, 1986; Bibby *et al.*, 1992). Los datos se presentan como Índices Puntuales de Abundancia (IPAs), expresados como número de individuos por 10 estaciones, y como densidades en forma de número de aves por 10 hectáreas. Para chequear las posibles diferencias entre zona control y parque eólico, se han empleado test paramétricos (test de la F y test de la t) cuando era posible, o alternativamente test no paramétricos (prueba chi cuadrado).



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

5.- RESULTADOS.

5.1.- Mortalidad encontrada y mortalidad estimada.

A lo largo del periodo de estudio se han encontrado 13 aves accidentadas y muertas por colisión con los aerogeneradores pertenecientes a 5 especies diferentes. A estas cabría sumar una posible más (un buitre leonado) en la que no se ha podido confirmar la causa de la muerte y por tanto no se ha considerado en las estadísticas posteriores. La relación de aves es la siguiente:

Especie	Fecha	Estación	Aerogenerador	Distancia aerogenerador
<i>Gyps fulvus</i>	26/09/00	Otoño	36	8
<i>Gyps fulvus</i>	10/10/00	Otoño	24	93
<i>Gyps fulvus</i> ¿?	17/10/00	Otoño	10	40
<i>Apus apus</i>	29/05/01	Primavera	31	8
<i>Alauda arvensis</i>	17/10/00	Otoño	4	80
<i>Alauda arvensis</i>	27/03/01	Primavera	32	133
<i>Alauda arvensis</i>	27/03/01	Primavera	21	32
<i>Alauda arvensis</i>	27/03/01	Primavera	1	59
<i>Alauda arvensis</i>	09/05/01	Primavera	11	55
<i>Alauda arvensis</i>	29/05/01	Primavera	15	20
<i>Anthus spinoletta</i>	29/05/01	Primavera	21	16
<i>Turdus philomelos</i>	20/10/00	Otoño	40	0
<i>Turdus philomelos</i>	15/02/01	Invierno	7	8
<i>Turdus philomelos</i>	27/03/01	Primavera	36	83

De las aves accidentadas el 15% son grandes aves planeadoras (buitres) correspondiendo el resto (85%) a aves de pequeño o mediano tamaño (todos passeriformes excepto el vencejo). Una sola especie, la alondra común, concentra el 46% de los accidentes.

En el reparto estacional, el 61% de los accidentes se concentran en primavera, el 31% en otoño y el 8% en invierno, no habiéndose detectado mortalidad en los meses de verano. Los accidentes de buitres han tenido lugar en otoño.

Todos los accidentes se han atribuido a tenor de las lesiones y heridas que presentaban a choques contra los aerogeneradores. Únicamente en un caso (un buitre) no se ha podido certificar tal relación. De los tipos de lesiones observados, dos buitres, el vencejo, dos zorzales y dos alondras presentaban un ala seccionada o amputada (54%), mientras que el resto (46%) presentaban el cuerpo seccionado.

Respecto a las circunstancias de los accidentes comentaremos con detalle el caso de los dos buitres accidentados:

- El 26 de septiembre de 2000, martes, se localiza un ejemplar bajo el aerogenerador número 36, a 8 metros de distancia (según el personal de mantenimiento la muerte debió ocurrir entre las 12 y las 14h de ese mismo día). Se trata de un individuo juvenil (primer año de vida), hembra, que presenta un fuerte corte en el ala derecha a la altura del cúbito. Las condiciones atmosféricas en el momento del choque eran de viento muy suave de norte (casi nulo, entre 1 y 5,6) y cielo despejado. Esta colisión alimenta la hipótesis de competencia por el recurso “viento” entre aves veleras y aerogeneradores en condiciones de baja velocidad.



- El 10 de octubre de 2000, martes, el personal de mantenimiento observa el choque de un Buitre con las aspas del aerogenerador 24, a las 12:45. El ave choca cuando estaba descendiendo el aspa y le corta limpiamente a la altura del húmero izquierdo, saliendo despedido el cuerpo del buitre a 93 metros de distancia del aerogenerador. Se trata de un ejemplar adulto (4-5 años de edad), macho, de 8,5 kilos de peso. Las condiciones en el momento del impacto son de viento fuerte de componente norte y buena visibilidad. Cabe indicar que unas horas antes se había detectado el cuerpo agonizante de una oveja en las cercanías del aerogenerador número 40, lo cual había provocado una fuerte concentración de buitres en torno al animal. Este dato corrobora que la presencia de carroñas supone un factor de riesgo nada desdeñable y en este sentido, un manejo rápido y adecuado del ganado muerto (cubrimiento inmediato con lonas y posterior retirada del cadaver) puede ser determinante. En cualquier caso la presencia de ganado en las cumbres es un foco atractivo para las carroñeras de primera magnitud.

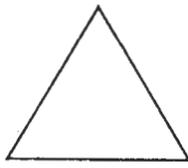


Foto de una de las alondras accidentadas en Elgea. Este ejemplar presentaba un fuerte corte en la espalda.



Referente a la localización de los cadáveres, las distancias a las que se encontraron fueron las siguientes:

Entre 0 y 5 metros	1 (7,7%)
Entre 5 y 10 metros	3 (23,1%)
Entre 10 y 20 metros	2 (15,4%)
Entre 20 y 40 metros	1 (7,7%)
Entre 40 y 80 metros	3 (23,1%)
Entre 80 y 160 metros	3 (23,1%)



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

La máxima distancia a la que se localizó un ave fue una alondra situada a 133 metros de distancia de un aerogenerador. El 54% de los cadáveres se localizaron a menos de 50 metros de distancia de los aerogeneradores.

La alineación de Mugarri-Luze (16 aerogeneradores numerados 1 a 16) concentró el 23,1% de los accidentes (0,2 accidentes por aerogenerador y año), mientras la de Aumategigaña (21 aerogeneradores numerados 21 a 40) concentró el 76,9% de la mortalidad (0,5 accidentes por aerogenerador y año). El grupo de aerogeneradores 1 a 12 concentra el 30,1% de la mortalidad (0,33 aves por aerogenerador), el grupo 13 a 27 concentra el 30,1%, (0,33 aves por aerogenerador) y el grupo 28 a 40 supone el 38,5% (0,38 aves por aerogenerador). Solamente el aerogenerador 21 y 36 han tenido más de un accidente.

A partir de los experimentos de detectabilidad se ha obtenido unos índices de eficacia de búsqueda de aves mediano-pequeñas del 53% en invierno y del 36% en primavera, posiblemente motivados por el fuerte desarrollo de la vegetación (tanto herbácea como matorral) en esta última época del año. Esto quiere decir que el observador detecta aproximadamente la mitad de los cadáveres presentes en invierno y una tercera parte de los presentes en primavera. La tasas de detección en las batidas son superiores en ambos casos: 65% en invierno y 41% en primavera.

Las tasas de permanencia de los cadáveres de aves mediano-pequeñas en invierno son del 66% a los dos días, del 20% a la semana y del 0% al mes. En el caso de la primavera, están presentes el 46% a los dos días, el 36% a la semana y el 27% al mes. Las tasas de desaparición de cadáveres en invierno parecen superiores a las encontradas en los meses estivales y puede tener relación con la mayor detectabilidad de los mismos en esa época, como se ha apreciado en los experimentos de detección realizados por los propios observadores.

Por su parte, los cadáveres de aves mediano-grandes (2 buitres leonados, 2 ratoneros, 3 cornejas y 1 cuervo) han permanecido reconocibles durante varios meses (hasta 8 meses en el caso de los buitres) y se ha detectado el 100% en las batidas multitudinarias, por lo que asumimos que no necesitan factores de corrección para las estimas de mortalidad real.

Cadáver de uno de los buitres accidentados al cabo de 3 meses.



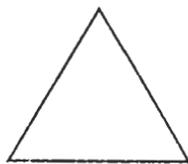
Teniendo en cuenta estos índices, se han realizado las correspondientes correcciones de la mortalidad, resultando que en invierno cada ejemplar mediano-pequeño encontrado por los observadores se correspondería con 9 aves accidentadas realmente, mientras que en primavera un ejemplar encontrado se correspondería con 7,7 ejemplares accidentados. De acuerdo a estos datos estimamos la mortalidad real motivada por el parque eólico a lo largo de un ciclo anual:

Especie	Mortalidad encontrada	Mortalidad estimada
<i>Gyps fulvus</i>	2	2
<i>Apus apus</i>	1	8
<i>Alauda arvensis</i>	6	49
<i>Anthus spinoletta</i>	1	8
<i>Turdus philomelos</i>	3	25
Totales	13	92

Entre junio de 2000 y junio de 2001 podrían haber muerto en Elgea al menos 92 aves, correspondiendo el 98% de éstas a paseriformes o afines. Esto supone una mortalidad encontrada de 0,35 aves/aerogenerador/año ó una mortalidad estimada de 2,49 aves/aerogenerador/año para el conjunto del parque eólico. Para el caso de aves mediano-grandes la incidencia es de 0,05 aves/aerogenerador/año.

Imagen de uno de los buitres accidentados en Elgea al cabo de 6 meses. Sus restos son perfectamente reconocibles a pesar de la acción de los descomponedores.





CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

5.2.- Factores influyentes en la mortalidad de aves de mediano y gran tamaño.

5.2.1.- Vulnerabilidad de la avifauna.

En el periodo de estudio se han detectado 231 pasos o cruces por el entorno de los aerogeneradores en los que han participado 1.274 aves mediano-grandes de 25 especies diferentes, repartidas de la siguiente manera:

Especie	Número de pasos
Buitre Leonado (<i>Gyps fulvus</i>)	532 (41,8%)
Chova Piquirroja (<i>Pyrhocorax pyrrhocorax</i>)	281 (22,1%)
Paloma Torcaz (<i>Columba palumbus</i>)	130 (10,2%)
Avefría (<i>Vanellus vanellus</i>)	118 (9,3%)
Ansar Común (<i>Anser anser</i>)	43 (3,4%)
Milano Real (<i>Milvus milvus</i>)	32 (2,5%)
Abejero Europeo (<i>Pernis apivorus</i>)	30 (2,4%)
Paloma Zurita (<i>Columba oenas</i>)	20 (1,6%)
Cernícalo Vulgar (<i>Falco tinnunculus</i>)	18 (1,4%)
Cuervo (<i>Corvus corax</i>)	16 (1,4%)
Corneja (<i>Corvus corone</i>)	9 (0,7%)
Busardo Ratonero (<i>Buteo buteo</i>)	8 (0,6%)
Cigüeña Blanca (<i>Ciconia ciconia</i>)	8 (0,6%)
Garza Real (<i>Ardea cinerea</i>)	6 (0,5%)
Aguilucho Pálido (<i>Circus cyaneus</i>)	6 (0,5%)
Aguila Culebrera (<i>Circaetus gallicus</i>)	5 (0,4%)
Milano Negro (<i>Milvus migrans</i>)	3 (0,2%)
Halcón Peregrino (<i>Falco peregrinus</i>)	2 (0,2%)
Azor (<i>Accipiter gentilis</i>)	1 (0,1%)
Aguila Real (<i>Aquila chrysaetos</i>)	1 (0,1%)
Esmerejón (<i>Falco columbarius</i>)	1 (0,1%)
Alcotán (<i>Falco subbuteo</i>)	1 (0,1%)
Quebrantahuesos (<i>Gypaetus barbatus</i>)	1 (0,1%)
Aguila Calzada (<i>Hieraetus pennatus</i>)	1 (0,1%)
Alimoche (<i>Neophron percnopterus</i>)	1 (0,1%)

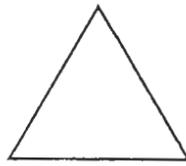
Buitres leonados y chovas piquirrojas son las dos especies más frecuentes en el entorno del parque eólico. Ambas suman el 64% de los pasos en Elgea. Además la especie más frecuente en cuanto a pasos, el buitre leonado, es la única que ha presentado mortalidad en el parque eólico.

Buitre Leonado cerca de la base de uno de los aerogeneradores. Esta especie es una de las más vulnerables en Elgea.



De los 1.274 cruces observados, 48 de ellos (3,8%) se han clasificado de alto riesgo y se reparten entre 3 especies: chova piquirroja (39 cruces de alto riesgo, 3,1% del total de cruces), buitre leonado (8 cruces, 0,6%) y cuervo (1 cruce, 0,1%). De los restantes, 431 se han clasificado de riesgo (33,8%) y se reparten entre 12 especies:

- buitre leonado (274 pasos, 21,5% del total de cruces).
- chova piquirroja (115 pasos, 9,03%).
- cuervo (13 pasos, 1,02%).
- cernícalo vulgar (11 cruces, 0,9%).
- milano real (2 cruces, 0,2%).



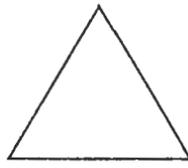
CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

- aguilucho pálido (2 cruces, 0,2%).
- busardo ratonero (2 cruces, 0,2%).
- abejero europeo (1 cruce, 0,1%).
- águila culebrera (1 cruce, 0,1%).
- halcón peregrino (1 cruce, 0,1%).
- alcotán (1 cruce, 0,1%).
- corneja (1 paso, 0,1%).

Tres especies acumulan el 100% de los cruces de alto riesgo y el 93,3% de los cruces clasificados de riesgo: la chova piquirroja suma el 81% de los cruces de alto riesgo y el 26,7% de los cruces de riesgo, el buitre leonado suma el 16,5% de los pasos de alto riesgo y el 63,6% de los cruces de riesgo, y finalmente el cuervo acumula el 2% de los cruces de alto riesgo y el 3,02% de los de riesgo. Estas tres especies son las que muestran un mayor riesgo de colisión con los aerogeneradores y por lo tanto son las más vulnerables.

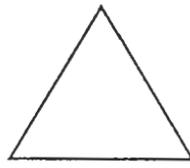
Sobre el estatus de estas tres especies en la zona podemos indicar lo siguiente:

- Buitre Leonado (*Gyps fulvus*): próxima a la Sierra de Elgea se encuentra la colonia más importante de esta especie en Gipuzkoa. En las peñas de Orkatzategi, Hiruaxpe y Barranco de Arantzatzu se localizan en el año 2001, 25 parejas con 18 pollos en el mes de junio. En 1999 estas mismas colonias sumaban 17 parejas y 8 pollos, lo que denota un cierto incremento poblacional dentro de la tónica general que muestra la especie (Del Moral y Martí, 2001). Contando adultos reproductores y no reproductores más algunos inmaduros, en las proximidades de Elgea pueden moverse entre 50 y 80 buitres habitualmente, a los que cabe añadir ejemplares de otras procedencias (colonias navarras, vizcainas).



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

- Chova Piquirroja (*Pyrrhocorax pyrrhocorax*): Unas 10-15 parejas nidifican en los roquedos próximos a Elgea, siendo constante la presencia de unos 40 ejemplares (a veces hasta 70) en los pastizales del cordal de la sierra entre los meses de mayo a septiembre (especialmente julio y agosto). Son fáciles de observar alimentándose en el suelo, en la base de los aerogeneradores. La especie está prácticamente ausente entre octubre y mayo.
- Cuervo (*Corvus corax*): Al menos 6 parejas nidifican en las proximidades del Parque Eólico de Elgea: 1 pareja en un tendido cercano y 5 más en los roquedos del área de Arantzatu. Su presencia es constante a lo largo de todo el año aunque en bajo número. Al menos la pareja que cría en el tendido sobrevuela con frecuencia los aerogeneradores.



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

5.2.2.- Estima del flujo de aves por el entorno del parque eólico.

Flujos de aves totales.

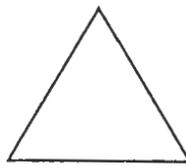
En la tabla siguiente se exponen las estimas de flujo de aves mediano-grandes por el parque eólico de Elgea y sus proximidades, obtenidas a partir del producto entre el número de horas de luz en cada estación y las medias (con sus intervalos de confianza) de cruces por hora resultado de las jornadas de observación.

	Cruces/hora	Min-Max	Cruces totales
Primavera	7,62	6,53-8,71	9304
Verano	14,75	12,73-16,77	19779
Otoño	11,35	10,18-12,52	12643
Invierno	3,25	2,52-3,98	3532
Totales	9,24	2,52-16,77	45260

Se estima que a lo largo de un ciclo anual han cruzado o pasado por las proximidades del parque eólico de Elgea unas **45.260** aves de tamaño mediano-grande. Casi tres cuartas partes de estos cruces tienen lugar entre verano y otoño, con valores mínimos en invierno.

No se han encontrado diferencias significativas entre los cruces/hora totales, de Alto Riesgo y de Riesgo en distintos tramos horarios (mañana, mediodía y tarde), en ninguna de las estaciones del año ($\chi^2 = 0,1-0,2$; $p=0,01$).

En el caso de los pasos de Alto Riesgo, se estima que han tenido lugar unos 5.615 casos. La mayor parte de ellos han tenido lugar en verano y son causados fundamentalmente por los bandos de chovas que sobrevuelan el parque.



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

	Alto Riesgo/hora	Min-Max	Cruces Alto Riesgo
Primavera	0	0,00	0
Verano	4,04	2,42-5,66	5418
Otoño	0,08	0,07-0,09	89
Invierno	0,1	0,06-0,14	109
Totales	1,05	0-5,66	5615

Se estima en unos 21.866 los pasos de Riesgo, casi la mitad de ellos ocurridos en verano (igualmente en su mayoría atribuibles a las chovas). El incremento de los trasiegos otoñales se debe fundamentalmente al paso de migrantes postnupciales.

	Riesgo/hora	Min-Max	Cruces Riesgo
Primavera	2,98	2,43-3,53	3639
Verano	8,01	6,71-9,31	10741
Otoño	4,29	3,75-4,83	4779
Invierno	2,49	1,79-3,19	2707
Totales	4,44	1,79-9,31	21866

Flujo de buitres leonados.

Si consideramos la única especie de gran tamaño sobre la que se ha detectado mortalidad, el buitre leonado, obtenemos los siguientes resultados:

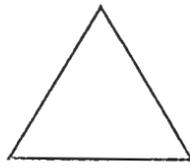
	Buitres/hora	Min-Max	Cruces buitres
Primavera	6,01	5,16-6,86	7338
Verano	3,4	2,72-4,08	4559
Otoño	5,32	4,79-5,85	5926
Invierno	2,68	1,94-3,42	2913
Totales	4,35	1,94-6,86	20737

A lo largo de un año se estima que se han producido unos **20.737** pasos de buitres por el parque eólico o su entorno registrándose el mayor número de ellos en primavera (35,4%) y el menor en invierno (14%). Considerando los datos de mortalidad detectados (2 buitres, quizás 3), estimamos que se produce **un accidente mortal cada 10.368 pasos de buitres** (cada 6.912 cruces si fueran 3 buitres colisionados).

El bajo número de cruces detectado en invierno puede estar relacionado con la presencia de ganado en las sierras: únicamente algunas yeguas permanecen en estos pastos de altura durante esta época y no de forma continua, mientras vacas y rebaños de ovejas ascienden en primavera y permanecen en la sierra hasta el otoño, momento en el que son recogidas en los prados del valle para pasar el invierno. Aunque no lo hemos podido testar adecuadamente, muy probablemente la presencia de ganado en la sierra condiciona en gran manera el circuitaje de los buitres por el entorno del parque eólico, amén de haberse relacionado la presencia de carroñas con situaciones de riesgo (Barrios y Martí, 1995). De hecho una de las colisiones producidas en Elgea está relacionada con la presencia de una carroñada en el entorno de los aerogeneradores.

La presencia de ganado es constante en las cumbres de Elgea, con máximos en primavera y verano.





CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

Por otra parte estimamos que a lo largo del año se pueden producir unos 345 pasos de buitres de Alto Riesgo.

	Alto Riesgo/hora		
	Riesgo/hora	Min-Max	Cruces
Primavera	0	0,00	0
Verano	0,11	0,08-0,14	148
Otoño	0,08	0,07-0,09	89
Invierno	0,1	0,07-0,13	109
Totales	0,072	0-0,14	345

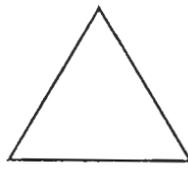
Del mismo modo estimamos que se producen unos 11.936 cruces de buitres clasificados de Riesgo a lo largo del año, con el mayor número de ellos en otoño (35%) y la menor proporción en verano (20%) e invierno (20%).

	Riesgo/Hora	Min-Max	Cruces
Primavera	2,49	2-2,98	3040
Verano	1,76	1,36-2,16	2360
Otoño	3,73	3,23-4,23	4155
Invierno	2,19	1,52-2,86	2381
Totales	2,54	1,52-4,23	11936

Flujo de Aves por el Collado de Saiturri.

En la tabla siguiente se presentan los resultados de los cruces (media y varianza) en distintas estaciones por la zona del parque eólico y por el collado de Saiturri. Los datos aparecen expresados como número de cruces de aves por hora y kilómetro:

	Aerogeneradores		Collado	
	Media	Varianza	Media	Varianza
Primavera	2,18	10,89	0,66	0,96
Verano	4,21	15,21	5,18	62,7
Otoño	3,24	25,1	2,35	43,96
Invierno	0,93	3,39	0,1	0,1

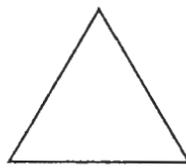


CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

No se han detectado diferencias significativas en los valores totales de cruces en el collado con respecto al parque eólico, y a priori se podría presumir que no se produce un efecto reseñable de este accidente geográfico en referencia al trasiego de aves. No obstante, se ha realizado un análisis complementario estudiando el cruce de aves por el collado de Sarturri en diferentes condiciones de viento, comparando las frecuencias de paso con diferentes escenarios eólicos, resultando que con vientos de sureste el cruce de aves por el collado es significativamente superior al resto de situaciones ($\chi^2= 6,9$; $p=0,01$). Por su parte el cruce de aves por el collado aumenta también al incrementarse la velocidad del viento, estando esta relación próxima a la significación estadística ($r= 0,27$). Estos resultados apoyan la posibilidad de que en condiciones concretas de vientos fuertes de componente sureste (y en menor medida este y sur), el collado juegue un papel importante en el flujo de aves por la sierra.

5.2.3.- Influencia del emplazamiento sobre las situaciones de riesgo.

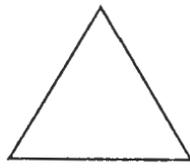
En la tabla siguiente se exponen los resultados de pasos de aves por el entorno de los distintos aerogeneradores. En esta tabla se indica el número de pasos totales, el número de pasos clasificados como de Alto Riesgo (menos de 10 metros del aerogenerador) y el número de pasos de Riesgo (menos de 50 metros de los aerogeneradores). Estos datos se han calculado también específicamente para el Buitre Leonado, dada la mortalidad final detectada. Entre paréntesis se indican los porcentajes respecto al total. Los resultados se han chequeado con un test no paramétrico (chi-cuadrado, $p=0,01$) para determinar el grado de significación respecto a la media.



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

Tabla de pasos de aves por los aerogeneradores.

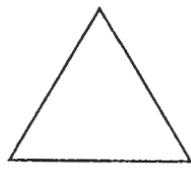
Aerogenerador	Pasos Totales	Pasos Alto Riesgo	Pasos Riesgo	Paso Buitres	Paso Buitres Alto Riesgo	Paso Buitres Riesgo
1	263 (14,9%)		11 (1,4%)	39 (4%)		11 (2,3%)
2	70 (4%)		16 (2,1%)	37 (3,8%)		13 (2,7%)
3	47 (2,7%)		7 (0,9%)	11 (1,1%)		5 (1%)
4	11 (0,6%)		12 (1,5%)	4 (0,4%)		3 (0,6%)
5	8 (0,4%)		7 (0,9%)	6 (0,6%)		6 (1,2%)
6	30 (1,7%)		14 (1,8%)	25 (2,6%)		11 (2,3%)
7	18 (1%)		9 (1,2%)	14 (1,4%)		6 (1,2%)
8	9 (0,5%)		4 (0,5%)	6 (0,6%)		3 (0,6%)
9	5 (0,3%)		2 (0,3%)	5 (0,5%)		2 (0,4%)
10	13 (0,7%)		11 (1,4%)	12 (1,2%)		11 (2,3%)
11	17 (1%)		16 (2,1%)	16 (1,6%)		15 (3,1%)
12	27 (1,5%)		21 (2,7%)	8 (0,8%)		2 (0,4%)
13	55 (3,1%)		38 (4,9%)	8 (0,8%)		
14	50 (2,8%)		22 (2,8%)	8 (0,8%)		
15	54 (3%)		26 (3,3%)	10 (1%)		2 (0,4%)
16	52 (2,9%)	1 (2,1%)	29 (3,7%)	23 (2,3%)	1 (12,5%)	3 (0,6%)
20	52 (2,9%)	17 (35,4%)	14 (1,8%)	24 (2,5%)		8 (1,7%)
21	20 (1,1%)		20 (2,6%)	14 (1,4%)		14 (2,9%)
22	41 (2,3%)	14 (29,2%)	25 (3,2%)	25 (2,6%)		24 (4,9%)
23	42 (2,4%)		23 (3%)	27 (2,8%)		23 (4,7%)
24	33 (1,9%)		12 (1,6%)	13 (1,3%)		4 (0,8%)
25	41 (2,3%)		17 (2,2%)	21 (2,1%)		6 (1,2%)
26	32 (1,8%)	8 (16,7%)	13 (1,7%)	20 (2,1%)		9 (1,8%)
27	35 (2%)		33 (4,3%)	8 (0,8%)		6 (1,2%)
28	44 (2,5%)		40 (5,2%)	18 (1,8%)		14 (2,9%)
29	23 (1,3%)		17 (2,2%)	20 (2,1%)		14 (2,9%)
30	30 (1,7%)	1 (2,1%)	12 (1,6%)	27 (2,8%)	1 (12,5%)	10 (2,1%)
31	27 (1,5%)	2 (4,2%)	9 (1,2%)	24 (2,5%)	1 (12,5%)	7 (1,4%)
32	12 (0,7%)		12 (1,6%)	4 (0,4%)		4 (0,8%)
33	1 (0,1%)		1 (0,1%)	1 (0,1%)		1 (0,2%)
34	19 (1,1%)		16 (2,1%)	15 (1,5%)		14 (2,9%)
35	41 (2,3%)		33 (4,3%)	34 (3,5%)		27 (5,6%)
36	106 (6%)	1 (2,1%)	44 (5,7%)	86 (8,8%)	1 (12,5%)	35 (7,2%)
37	87 (4,9%)		40 (5,2%)	85 (8,7%)		38 (7,8%)
38	105 (5,9%)		37 (4,8%)	100 (10,2%)		34 (7%)
39	84 (4,5%)	2 (4,2%)	53 (6,8%)	75 (7,7%)	2 (25%)	47 (9,7%)
40	165 (9,3%)	2 (4,2%)	59 (7,6%)	104 (10,6%)	2 (25%)	53 (10,9%)
Totales	1769	48	775	977	8	485



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

Analizando el número de pasos totales destacan los aerogeneradores situados en los extremos del parque eólico (números 1-2 y 36-40) que presentan un número de cruces de aves más elevado (altamente significativo, $p=0,01$) que el resto. Por su parte hay una serie de aerogeneradores con menos paso que la media (números 4-12, 20, 30-34). Si atendemos a los pasos de Alto Riesgo, destacan los aerogeneradores 20,22 y 26 y si analizamos los pasos de Riesgo destacan los aerogeneradores 13, 28 y el grupo 36-40, mientras que hay otros con menos pasos de riesgo que los esperados por azar: 3, 5, 7-9, 31 y 33. Por su parte, no se han encontrado correlaciones entre el número de pasos de aves por el entorno de los aerogeneradores y el número de pasos con riesgo (coeficiente de correlación de Pearson, $r=0,11$), dicho de otra manera, las situaciones de riesgo no están relacionadas con el total de flujo de aves por el entorno de los aerogeneradores.

En el caso concreto de los buitres hay un grupo de aerogeneradores (números 36 al 40) con un flujo de individuos estadísticamente más elevado que lo esperado por azar. Por el contrario, hay una serie de aerogeneradores con menos flujo de lo esperado (números 3-5, 8-10, 12-15, 24,27, 32 y 33). Se han observado cruces de buitres de Alto Riesgo en los aerogeneradores 16, 30, 31, 36, 39 y 40, si bien solamente estos dos últimos son significativamente relevantes. De estos únicamente en el aerogenerador 36 ha registrado mortalidad de buitres. Respecto a los cruces de Riesgo, destacan estadísticamente el 22 y 23 y nuevamente el grupo del extremo (números 35-40). En este caso si hay una correlación altamente significativa entre el número de cruces de buitres y las situaciones de riesgo (coeficiente de correlación de Pearson, $r=0,9$), a pesar de que el otro aerogenerador que presenta mortalidad de buitres (nº 24) está catalogado como de bajo flujo de buitres. Aproximadamente la mitad de los pasos de buitres por Elgea pueden considerarse de Riesgo y solamente uno de cada 122 cruces es de Alto Riesgo.



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

En resumen, en el conjunto del parque eólico hay una serie de aerogeneradores que provocan mayor número de situaciones de riesgo que son los enclavados en uno de sus extremos (números 35-40), si bien únicamente en uno de ellos se ha detectado efectivamente mortalidad. En el caso de los buitres, cuantos más pasos de buitres se dan por el entorno del parque eólico más probabilidades hay de que se produzcan situaciones de riesgo, siendo los cinco aerogeneradores del extremo (35-40) los que más probabilidades presentan de colisión y por tanto de mortalidad de buitres.

5.2.4.- **Riesgo de colisiones y meteorología.**

No se ha encontrado ninguna relación para la mayoría de las variables meteorológicas con la excepción del viento. Por ejemplo se ha encontrado una relación altamente significativa entre los vientos de componente este y el número de cruces catalogados como de Riesgo ($\chi^2= 13,9$) y solamente significativa con los vientos de noroeste ($\chi^2= 4,9$). Por otra parte, existe una correlación cercana a la significación en el caso de los pasos de aves calificados de Riesgo y la velocidad del viento ($r=26$, $n= 46$), que resulta altamente significativa en el caso de los cruces de buitres con Riesgo ($r= 0,4$, $p=0,01$, $n= 46$), de manera que cuanto más fuerte es el viento más posibilidades hay de que se produzcan situaciones de riesgo.

5.3.- **Reacciones de las aves ante los generadores.**

De las 1.274 observaciones de pasos de aves por el entorno de los aerogeneradores, únicamente se han detectado 3 casos (0,23%) de aves que han presentado una reacción manifiesta ante los aerogeneradores y todos ellos se corresponden con buitres. Atendiendo al total de cruces de buitres ($n= 532$), solamente el 0,6% han presentado reacciones a los aerogeneradores, tratándose en los tres casos de cambios bruscos de dirección mediante fuertes aleteos en la proximidad de los molinos.

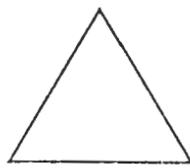
5.4.- **Incidencia sobre la comunidad reproductora de aves.**



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

La comunidad de aves nidificantes de la Sierra de Elgea está constituida por una docena de especies que incluye carnívoros (aguilucho pálido), insectívoros de suelo (tarabilla común, collalba gris y chova piquirroja), insectívoros de matorral (acentor común), insectívoros aéreos (vencejo), polívoros (alondra, bisbitas), omnívoros (cuervo, corneja) y granívoros (pardillo común). Las densidades totales oscilan en torno a las 30-35 aves por kilómetro cuadrado siendo dominante (> 5% de la abundancia total) la alondra común, influyente (2-5% de la abundancia total) el bisbita alpino, y mostrando abundancias menores la collalba gris, el bisbita arbóreo, el acentor común y el pardillo común. En conjunto, la comunidad se presenta relativamente pobre en especies en comparación con otros medios (Galarza, 1996), aunque las densidades son notables. Una sola especie, la alondra, acumula aproximadamente el 60-65% de la densidad total. En la tabla siguiente se resumen los resultados obtenidos en los muestreos realizados en la parcela control y en el parque eólico.

		Control Parque Eólico		Chi-cuadrado	Significativo
Altitud (mt)		1032	1113	3,06	no
Cobertura matorral (%)		42	33	1,1	no
Riqueza total		12	8	1,01	no
Abundancia Total (aves/10 estaciones)	11-may	69	50	3,04	no
	14-jun	84	46	11,11	Significativo
Densidad Total (aves/10 has)	11-may	33,1	34,6	0,05	no
	14-jun	32,5	22,6	1,8	no
Abundancia Alondra (nº alondras/10 estaciones)	11-may	39	36	0,14	no
	14-jun	44	29	3,1	no
Abundancia Bisbita Alpino (nº bisbitas/10 estaciones)	11-may	8	4	1,41	no
	14-jun	12	13	0,1	no
Densidad Alondra (nº alondras / 10 has)	11-may	21,5	21,6	0,02	no
	14-jun	21,4	5,2	9,9	Significativo
Densidad Bisbita Alpino (nº bisbitas / 10 has)	11-may	5,4	0	5,6	Significativo
	14-jun	11,1	17,4	1,43	no



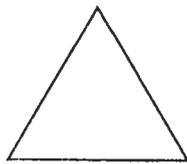
CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

La comparación entre parcelas control y parque eólico muestra diferencias estadísticamente significativas únicamente en las abundancias totales del segundo muestreo y muy próximas a la significación en las densidades totales, siendo menores en el parque eólico con respecto al control. Estas diferencias se explican por los menores valores de abundancia y densidad de las alondras en el parque eólico en comparación con la parcela control, no detectándose así en otras especies a excepción del bisbita alpino en el primer muestreo.

Si consideramos la longitud total del parque eólico (unos 4 kilómetros) y estimamos un área de influencia de 500 metros (250 metros a cada lado de la línea de aerogeneradores), con los valores de densidad obtenidos en los censos podemos estimar una población de alondras en la cumbre de Elgea de unos 43 ejemplares. Si tenemos en cuenta que en primavera se ha estimado una mortalidad de alondras en el parque de unos 38 ejemplares (ver apartados anteriores), parece factible que estas diferencias de densidad sean debidas a efecto sumidero del parque con esta especie. En este sentido, el parque eólico sí podrían estar afectando a las poblaciones locales de esta especie.

Esta incidencia especial sobre las poblaciones de alondra puede estar relacionada con el comportamiento territorial y de celo que exhibe esta especie en primavera, cuando son frecuentes los vuelos a gran altura desde donde emite su canto incluso en condiciones meteorológicas desfavorables (viento, niebla ...), momento de máximo riesgo cuando ocurre en el entorno de los aerogeneradores. Una especie con hábitos similares, el bisbita alpino, presenta también índices de mortalidad relativamente elevados en esta época aunque sin alcanzar los valores de las alondras, posiblemente porque su abundancia en la zona es también mucho menor.

Para el resto de especies, la incidencia del parque eólico parece inapreciable a todos los efectos.



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

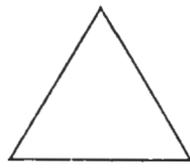
6.- VALORACIÓN FINAL DE LA INCIDENCIA SOBRE LA AVIFAUNA.

La aves que resultaron muertas por colisión con los aerogeneradores del parque eólico de Elgea durante el periodo de estudio (julio 2000- junio 2001), teniendo en cuenta la mortalidad observada y las correcciones pertinentes, fueron un total de 92 ejemplares, correspondientes en un 2,2% a grandes aves planeadoras (buitres leonados) y el 97,8% a paseriformes o afines. Una sola especie, la Alondra Común, concentra el 53% de la mortalidad.

A escala poblacional la mortalidad provocada por el parque eólico se valora poco significativa. Las especies con mayor incidencia (alondra y zorzal) son muy abundantes y se encuentran ampliamente distribuidas por todo el territorio, además de presentar poblaciones estables en todo su rango distributivo (Tucker y Heath, 1994). No obstante en el caso de la alondra puede incidir drásticamente sobre la población local reproductora aunque muy puntualmente. En el caso del Buitre Leonado, los dos (ó tres?) buitres colisionados pueden suponer el 2,1% de la población local en otoño. Teniendo en cuenta los datos de productividad de las colonias cercanas (18 pollos sobre 25 parejas reproductoras en Orkatzategi) y las tasas de crecimiento que presenta esta población (aproximadamente un 19% anual), esta incidencia se valora baja y posiblemente inapreciable desde un punto de vista demográfico.

A la vista de los resultados del presente estudio estimamos que la mortalidad por colisión no alcanza, globalmente, una significación biológica relevante como causa de mortalidad de aves.

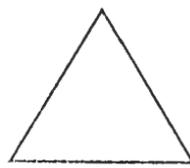
En comparación con otras causas no naturales de mortalidad, la incidencia de los parque eólicos resulta equiparable. Por ejemplo, Caletrio *et al.* (1996) estimaron una mortalidad anual de 10 millones de vertebrados en las carreteras españolas, con tasas de accidentalidad aviar superiores a las 20 aves/kilómetro de carretera/año. Por su parte,



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

Alonso y Alonso (1999) estiman una mortalidad por colisiones con tendidos eléctricos de 2,95 aves/km tendido/año, mientras que Janss y Ferrer (1999) estiman tasas de electrocución de unas 2,2 aves/km tendido/año, aunque citan casos de hasta 52 electrocuciones/km/año (considerando 10 apoyos por km de tendido). En nuestro caso, la mortalidad se estima en unas 26,3 aves/km de aerogeneradores, lo que la sitúa a un nivel semejante al de atropellos en carretera y superior a la mortalidad en tendidos eléctricos, aunque habría que considerar la entidad de estas infraestructuras (la longitud de aerogeneradores instalados es una mínima parte de la ocupada por carreteras o tendidos). Sin embargo estas cifras son irrelevantes en comparación con otras causas de mortalidad como es la caza en el caso de las especies cinegéticas: por ejemplo, para una especie afectada en el parque de Elgea, el zorzal común, con 25 bajas estimadas, sólo en el Territorio Histórico de Alava se han cazado entre 16.000 y 19.000 ejemplares en las temporadas 1993-94 y 1994-95 (CCASA, 1996).

La mortalidad final estimada es de 2,49 aves / aerogenerador / año, que para el caso de las aves de tamaño mediano-grande se cifra en 0,05 aves / aerogenerador / año. En la tabla siguiente se exponen los resultados de algunos estudios de colisión de aves con aerogeneradores desarrollados en América del Norte y Europa:

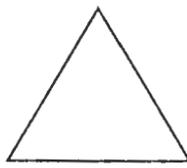


CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

Estudios de colisión de aves con aerogeneradores.

Lugar	Hábitat	Especies presentes	Nº de turbinas	Colisiones/turbina/año	Especies accidentadas	Fuente
Altamont USA	Pastizales	Rapaces	7.000	0,06	Rapaces	Orloff & Flannery (1992 y 1996)
California, USA	-	-	600	0,2	-	Howell & None (1992)
California, USA	-	Rapaces	6500	0,2	Rapaces	Gipe (1995)
California, USA	-	Rapaces	5000	0,05-0,15	Rapaces	Howell & DiDonato (1991)
California, USA	-	-	3750	0,03	-	Howell (1995)
California, USA	-	-	5200	0,05-0,1	-	Anderson <i>et al.</i> (prensa)
Yukon, USA			1	0		Mossop, 1998
Minnesota, USA			73	1,4-1,9		Strickland, 1998
Ohio, USA			1	0,25		Rogers <i>et al.</i> , 1977
Vermont, USA			600	0,2		Kerlinger, en prensa
Tarifa, España	Colinas costeras	Rapaces y cigüeñas	90	0,34	Rapaces	Barrios (1995)
Burgar Hill, U.K.	Brezales costeros	Colimbo y rapaces	3	0,15	Gaviotas, Halcones	Meek <i>et al.</i> (1993)
Haverigg, U.K.	Pastizales costeros	Limícolas, Gaviotas	5	0	0	SGS Environment (1994)
Blyth, U.K.	Costa	Limícolas, Gaviotas	9	1,34	Gaviotas, Eideres	Still <i>et al.</i> (1995)
Eryn Tyli, U.K.	Brezales	Aves de matorral	22	0	0	Tyler (1995)
Cemmaes, U.K.	Brezales	Aves de matorral	24	0,04	Agachadizas	Dulas (1995)
Urk, Holanda	Costa	Acuáticas	25	1,7	Gaviotas, limícolas, otros	Winkelman (1989)
Oosterbier, Holanda	Costa	Acuáticas, migrantes	18	1,8	Acuáticas, palomas, passeriformes, otros	Winkelman (1992)
Kreekrak, Holanda	Costa	Acuáticas	5	3,4	Gaviotas, limícolas, anátidas	Musters <i>et al.</i> (1996)
Ovenden, U.K.	Brezales	Aves de matorral	23	0,04	Chorlitos y zarapitos	EAS (1997)
Tjaereborg, Dinamarca	Pastizales costeros	Acuáticas	1	3	Gaviotas, patos, otros	Pedersen & Poulsen (1991)
Nasudden, Suecia	Marismas costeras	Acuáticas	70	0,7	Limícolas	Percival (2000)
Borja, Aragón	Cultivos y matorral	Rapaces	8	0,25	Rapaces	Pelayo y Sanpietro (1998)
El Perdón, Navarra	Matorrales montanos	Rapaces	40	0,05	Rapaces	Lizarraga y Sáenz (1996)
Elgea, Alava	Brezales montanos	Rapaces, migrantes	37	2,5	Passeriformes, Buitre	Presente estudio

A la vista de estos resultados se pueden hacer varias consideraciones. A priori, la mortalidad encontrada en Elgea resulta elevada en comparación con otros parques eólicos (sólo superada en dos de los estudios). No obstante, para valorar adecuadamente estos resultados hay que tener en cuenta que la mayoría de estos trabajos se han focalizado en la incidencia sobre aves de tamaño mediano – grande (acuáticas, rapaces,



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

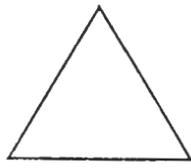
gaviotas ...), prestando poca atención a la mortalidad de paseriformes. De este modo, si consideramos únicamente las bajas de aves de mayor tamaño (0,05 aves/ generador / año), la cifra resulta más acorde con lo obtenido en otros lugares.

En la tabla siguiente se muestra una síntesis de los estudios desarrollados sobre incidencia de los aerogeneradores en lo referente a molestias sobre las aves.

Estudios de posibles molestias de los parques eólicos sobre la distribución de las aves.

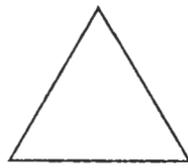
Lugar	Hábitat	Especies presentes	Nº turbinas	Especies afectadas	Distancia afección	Fuente
Tjaereborg, Dinamarca	Pastizales costeros	Limícolas y gaviotas	1	limícolas y gaviotas	300-800 mt	Pedersen & Poulsen (1991)
Urk, Holanda	Costa	Acuáticas	25	Cisnes y patos	< 300 mt	Winkelman (1989)
Oosterbierum, Holanda	Costa	Acuáticas	25	Limícolas, gaviotas y patos	< 500 mt	Winkelman (1992)
Burgar Hill, U.K.	Brezales costeros	Colimbos y rapaces	3	Colimbos		Meek <i>et al</i> (1993)
Haverigg, U.K.	Pastizales costeros	Limícolas y gaviotas	5	Ninguna		SGS Environment (1994)
Blyth, U.K.	Costa	Limícolas, gaviotas, patos	9	Ninguna		Still <i>et al.</i> (1995)
Bryn Tytti, U.K.	Brezales montanos	Especies montanas	22	Ninguna		Phillips (1994), Green (1995)
Cemmaes, U.K.	Brezales montanos	Especies montanas	24	Ninguna		Dulas (1995)
Carno, U.K.	Brezales montanos	Especies montanas	56	Ninguna		Williams & Young (1997)
Ovenden, U.K.	Brezales montanos	Especies montanas	23	Ninguna		EAS (1997)
Windy Standard, U.K.	Brezales montanos	Especies montanas	36	Ninguna		Hawker (1997)
Näsudden, Suecia	Marismas costeras	Acuáticas	70	Ninguna		Percival (2000)
Tuno Knob, Dinamarca	Marismas	Acuáticas	10	Ninguna		Guillemette <i>et al</i> (1998, 1999)
Elgea, Alava	Pastizales-brezales montanos	Rapaces, Paseriformes	37	Alondras		Presente estudio

En nuestro caso, no se han detectado evidencias de incidencia excepto para el caso de la alondra común. No obstante, más que un efecto relacionado con el hábitat, la incidencia sobre las alondras parece estar relacionado con la mortalidad que sufren, comportándose el parque eólico como un sumidero de alondras durante la reproducción. En este sentido, las diferencias encontradas en los distintos parámetros poblacionales y



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

comunitarios (riqueza, densidad, diversidad ...) pueden explicarse completamente con la mortalidad que sufre esta especie más que con alteraciones del hábitat o con molestias derivadas de la presencia del parque eólico.



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

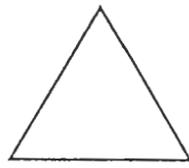
7.- RESUMEN.

1.- **Objetivos.** El objetivo de este trabajo es evaluar la incidencia del parque eólico de Elgea sobre la avifauna, y más concretamente los aspectos de: a) mortalidad por colisión con los aerogeneradores y factores influyentes; y b) cambios en el comportamiento producidos por la presencia del parque eólico, a través del estudio de las reacciones de las aves ante los aerogeneradores y los posibles cambios de uso del espacio que se produzcan.

2.- **Area de estudio.** El parque eólico de Elgea se sitúa en el cordal de la Sierra de Elgea, en la muga de los territorios de Alava y Gipuzkoa, entre los 1.050 y los 1.190 metros de altitud, en un ambiente de pastizales y brezales silíceos con presencia más o menos continua de ganado. Consta de 37 aerogeneradores de tipo tubular, con una torre cilíndrica de 45 metros y rotor con 3 aspas de 22 metros de longitud, separados cada 100 metros y dispuestos en dos alineaciones: Mugarri-Lutze (16 aerogeneradores, 1500 metros de longitud) y Saiturri-Aumategigaña (21 aerogeneradores, 2000 metros de longitud), existiendo un espacio entre ambas -Saiturriko Lepoa- de unos 800 metros de longitud.

3.- **Metodología.** Para estimar la mortalidad por colisión con los aerogeneradores se han realizado una serie de recorridos semanales y batidas multitudinarias mensuales a pié por la base de los aerogeneradores en busca de cadáveres. Además se han realizado algunos experimentos de detectabilidad y tasas de pérdida de cadáveres en cada estación del año para corregir los resultados obtenidos.

Para evaluar los posibles factores influyentes en la accidentalidad aviar (avifauna, meteorología, emplazamiento de los aerogeneradores) se han utilizado observatorios fijos desde los que se registraba el flujo de aves por el entorno de los aerogeneradores en distintas condiciones ambientales (época del año, horario,



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

meteorología), anotando también las reacciones mostradas por las aves ante la presencia de los molinos.

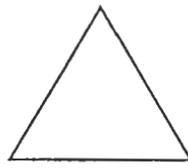
Finalmente, para abordar los posibles cambios de uso del espacio derivados de la mera presencia de los aerogeneradores o de las modificaciones del hábitat, se han censado las aves nidificantes de dos parcelas situadas en la cumbre de la Sierra, caracterizadas por la presencia o no de aerogeneradores. La comparación de estas parcelas ha permitido abordar los cambios producidos a varias escalas: comunidad, poblaciones y especies.

El periodo de estudio ha sido de un ciclo anual: junio de 2000 a junio de 2001.

4.- Mortalidad detectada. Se han registrado 13 aves accidentadas pertenecientes a 5 especies diferentes: 2 buitres leonados, 1 vencejo, 6 alondras, 1 bisbita alpino y 3 zorzales comunes. La primavera concentra el 61% de los accidentes, seguida del otoño (31%) y el invierno (8%). La máxima distancia a la que se localizó un ave accidente fue de 133 metros, si bien el 54% de los cuerpos se detectaron a menos de 50 metros de los aerogeneradores.

5.- Mortalidad estimada. Se han calculado índices de detección del 36-53% y tasas de desaparición del 64-80% a la semana en cadáveres de aves mediano-pequeñas, dependiendo de la estación del año, lo que permite estimar la mortalidad real en Elgea en 92 aves, correspondientes a 2 buitres, 8 vencejos, 49 alondras, 8 bisbitas alpinos y 25 zorzales comunes. La mortalidad total estimada es de 2,49 aves/generador/año y de 0,05 aves/aerogenerador/año si consideramos sólo las aves de gran tamaño (buitres).

6.- Vulnerabilidad de la avifauna. Buitres leonados y chovas piquirrojas son las dos especies de aves de mediano-gran tamaño más frecuentes en Elgea, sumando el 64% de los pasos por el parque eólico. Si atendemos a los cruces de mayor riesgo, buitres y chovas concentran el 98% de los mismos, completando el cuervo el elenco de especies con más riesgo de colisión.



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

7.- **Flujo de aves por el parque eólico.** Se estima que a lo largo de un ciclo anual se producen 45.260 cruces de aves de mediano o gran tamaño por Elgea, correspondiendo unos 20.737 a buitres. Los máximos se alcanzan en primavera y otoño y los mínimos en invierno. Considerando la mortalidad obtenida en buitres, resulta un accidente mortal cada 7.000-10.300 pasos de buitres. La presencia de ganado y carroñas en las proximidades del parque eólico se considera un factor de alto riesgo para la accidentalidad aviar.

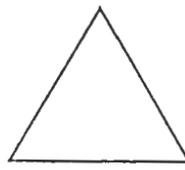
8.- **Collado de Saiturri.** No se han encontrado diferencias entre el flujo de aves por el collado de Saiturri y el parque eólico. No obstante en condiciones de vientos fuertes de componente sur el collado parece jugar un importante papel en el flujo de aves por la sierra, especialmente durante la migración otoñal.

9.- **Influencia del emplazamiento.** A partir de los datos de cruce de aves por el parque eólico se valoran de mayor riesgo de colisión los seis aerogeneradores situados en el extremo oriental de la alineación (números 35-40), especialmente para los buitres.

10.- **Influencia de la meteorología.** No se han encontrado relaciones significativas entre las distintas variables meteorológicas y el riesgo de colisión, a excepción del viento. Los vientos de componente Este generan más situaciones de riesgo y se han encontrado correlaciones significativas entre la intensidad del viento y las situaciones de riesgo (más velocidad de viento= más situaciones de riesgo).

11.- **Reacciones de las aves.** En menos de un 1% de los casos se han registrado reacciones de pánico ante los aerogeneradores, siempre implicando a buitres, que realizaban cambios bruscos de la dirección de vuelo mediante fuertes aleteos en la proximidad de los molinos.

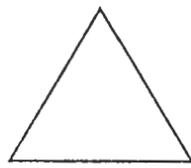
12.- **Influencia sobre el hábitat.** En general, no se han detectado diferencias significativas a escala de comunidades ni poblaciones en la época de cría entre el parque



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

eólico y la parcela control libre de aerogeneradores. Únicamente en el caso de la alondra se han encontrado valores menores de abundancia y densidad en el parque eólico. Sin embargo, más que un efecto sobre el hábitat este resultado parece estar relacionado con la mortalidad detectada en esta especie. De este modo el parque eólico podría estar actuando como sumidero de las poblaciones reproductoras de esta especie en el entorno inmediato del mismo.

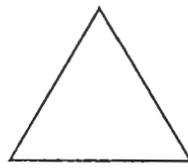
13.- Consideraciones finales. Si tenemos en cuenta los datos de mortalidad estimada y el estatus distributivo y demográfico de las especies afectadas, se valora la incidencia del parque eólico sobre las aves como baja y poco significativa. Los valores de mortalidad encontrados se sitúan dentro del rango conocido en otros parques analizados y semejante o menor a otras causas de mortalidad no natural.



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

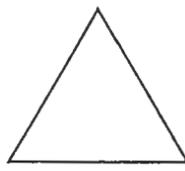
8.- BIBLIOGRAFÍA.

- Alonso, J.A. & Alonso, J.C. (1999). Colisión de aves con líneas de transporte de energía eléctrica en España. Pp: 61-88, en M.Ferrer y G.Janss (eds): *Aves y Líneas Eléctricas*. Quercus, Madrid.
- Anderson, R.; Morrison, M.; Sinclair, K. & Strickland, D. (1999). *Studying wind energy/bird interactions: a guidance document*. National Wind Coordinating Committee. Washington.
- Aseginolaza, C.; Gómez, D.; Lizaur, X.; Montserrat, G.; Morante, G.; Salaverria, M.R. & Uribe-Echebarria, P.M. (1996). *Vegetación de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Gobierno Vasco.
- Barrios, L. & Martí, R. (1995). *Incidencia de las plantas de aerogeneradores sobre la avifauna en la comarca del Campo de Gibraltar*. Sociedad Española de Ornitología - Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
- Benner, J.H.B.; Berkhuizen, J.C.; deGraff, R.J. & Potsma, A.D. (1992). *Impact of wind turbines on birdlife, an overview of existing data and lacks in knowledge in order of the European Community*. Final Report.
- Eevanger, K. (1999). Estimación de mortalidad de aves provocada por colisión y electrocución en líneas eléctricas: una revisión de la metodología. Pp: 31-60, en M.Ferrer y G.Janss (eds): *Aves y Líneas Eléctricas*. Quercus, Madrid.
- Bibby, C.J.; Burgess, N.D. & Hill, D.A. (1992). *Bird Census Techniques*. Academic Press, London.
- Caletrio, J.; Fernández, J.M.; López, J. & Roviralta, F. (1996). Spanish national inventory on road mortality of vertebrates. *Global Diversity*, 5 (4): 15-18.
- CCASA (1996). *Estadísticas de Caza*. Centro de Cálculo de la Diputación Foral de Alava.
- Colson, A. (1995). *Avian interactions with wind energy facilities: a summary*. Report for American Wind Energy Association, Washington, USA.



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

- Crockford, N.J. (1992). *A review of the possible impacts of wind farms on birds and other wildlife*. JNCC Report nº 27. Joint Nature Conservation Committee. Peterborough, U.K.
- Del Moral, J.C. & Martí, R. (2001). *El Buitre Leonado en la Península Ibérica. III Censo Nacional y I Censo Ibérico coordinado, 1999*. Monografía nº7. SEO/BirdLife, Madrid.
- Dillon Consulting Ltd. (2000). *Potential impacts of Wildlife / Wind Turbine Interactions*. Toronto Renewable Energy Cooperative.
- Dirksen, S.; Van der Winden, J. & Spaans, A.L. (1998). Nocturnal collision risks of birds with turbines in tidal and semi-offshore areas. *Proceedings of the International Workshop on Wind Energy and Landscape*, Genova, Italia.
- Dulas engineering Ltd (1995). *The Mynydd Cemmaes windfarm impact study, Vol. II. Ecological Impact*. ETSU Report.
- EAS (1997). *Ovenden Moor Ornithological Monitoring. Report to Yorkshire Windpower*. Keighley: Ecological Advisory Service.
- Fowler, J. & Cohen, L. (1999). *Estadística básica en Ornitología*. Sociedad Española de Ornitología, Madrid.
- Galarza, A. (1996). *Abifaunaren Banaketa Espaziotenporala Euskal Autonomi Elkarte*. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco.
- Gipe, P. (1995). *Wind Energy comes of age*. John Wiley & sons, Inc, Toronto.
- Green, M. (1995). *Effects of windfarm operation on the winter bird community of the Bryn Tŷli Uplands: 1994/95*. Report to National Windpower.
- Hawker, D. (1997). *Windy Standard wind farm: breeding bird survey 1997*. Report to National Wind Power.
- Howell, J.A. (1995). *Avian mortality at rotor swept area equivalents, Altamont Pass and Montezuma Hills, California*. Report Kennetech Windpower, San Francisco.
- Howell, J.A. & DiDonato, J.E. (1991). *Assessment of avian use and mortality related to wind turbine operations, Altamont Pass, Alameda and Contra Costa Counties, California, 1988-1989*. U.S.Windpower, Inc., Livermore, California.



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

- Howell, J.A. & Noone, J. (1992). *Examination of avian use and mortality at a U.S. Windpower wind energy development site, Montezuma Hills, Solano County, California*. Solano Co. Dept. Environ.Manage., Fairfield, California.

- Janss, G. & Ferrer, M. (1999). La electrocución de aves en los apoyos del tendido eléctrico: experiencias europeas. Pp: 155-174, en M.Ferrer y G.Janss (eds): *Aves y Líneas Eléctricas*. Quercus, Madrid.

- Lizarraga, A. & Sáenz, J. (1996). *Seguimiento de la afección sobre la avifauna en el Parque Eólico de El Perdón (Navarra)*. Energía Hidroeléctrica de Navarra, S.A.

- Loidi, J.; Herrera, M. & Biurrun, I. (1994). *Datos sobre la vegetación del País Vasco y zonas limítrofes*. Gobierno Vasco, Vitoria Gasteiz.

- Martínez-Rica, J.P. y Serra, J. (1999). *Aproximación al impacto potencial sobre las poblaciones de quirópteros derivado de la construcción del proyectado "Parque Eólico de Boquerón" en la Muela de Borja (Borja)*. Garona Estudios Territoriales, CSIC y Compañía Eólica Aragonesa, S.A.

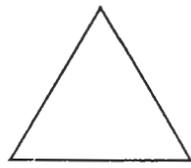
- Meek, E.R.; Ribbans, J.B.; Christer, W.B.; Davy, P.R. & Higginson, I. (1993). The effects of aerogenerators on moorland bird populations in the Orkney Islands, Scotland. *Bird Study*, 40: 140-143.

- Mossop, D.H. (1998). *Five years of monitoring bird strike potential at a mountain-top wind turbine, Yukon Territory*. CANMET Energy Tech Centre, Dept.Natural Resources. Canada, Ottawa.

- Musters, C.J.M.; Noordervliet, M.A.W. & Ter Keurs, W.J. (1996). Bird casualties caused by a wind project in an estuary. *Bird Study*, 43: 124-126.

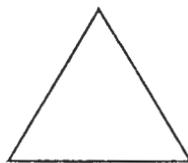
- Orloff, S. & Flannery, A. (1992). *Wind turbine effects on avian activity, habitat use and mortality in Altamont Pass and Solano County Wind Resource Areas 1989-1991*. Biosystems Analysis Inc. California Energy Commission.

- Orloff, S. & Flannery, A. (1996). *A continued examination of avian mortality in the Altamont Pass wind resource area*. California Energy Commission, Sacramento.



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

- Pedersen, M.B. & Poulsen, E. (1991). *Avian response to the implementation of the Tjaereborg wind turbine at the Danish Wadden Sea*. Denmark Institute of Ecological Studies. Studies on Danish Fauna, report n° 47.
- Pelayo, J. & Sanpietro, E. (1998). *Estudio de seguimiento de la incidencia del Parque Eólico Borja-1 sobre la avifauna*. SEO/BirdLife, Madrid.
- Percival, S.M. (2000). Birds and wind turbines in Britain. *British Wildlife* (october 2000): 8-15.
- Phillips, J.F. (1994). *The effects of a windfarm on upland breeding bird communities of Bryn Tytli, Mid Wales 1993-1994*. RSPB Report to National Windpower Ltd.
- Rivas-Martínez, S. (1987). *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. Serie Técnica ICONA, Madrid.
- SGS Environment (1994). *Haverigg windfarm ornithological monitoring programme*. Report to Windcluster Ltd.
- Still, D.; Little, B. & Lawrence, S. (1995). *The effect of wind turbine on the bird population at Blyth Harbour*. ETSU Report.
- Strickland, M.D.; Johson, G.D. & Erickson, W.P. (1998). *Avian use, flight behaviour and mortality on the Buffalo Ridge*. Minnesota Wind Resource Area.
- Tellería, J.L. (1986). *Manual para el censo de vertebrados terrestres*. Ed.Raíces, Madrid.
- Tucker, G.M. & Heath, M.F. (1994). *Birds in Europe: their conservation status*. BirdLife International. Bird Conservation Series, n° 3. Cambridge.
- Tyler, S. (1995). *Bird strike study at Bryn Tilti windfarm*. Rhayader Report to National Windpower.
- Williams, I.T. & Young, A.J. (1997). *Trannon Moor ornithological survey 1997*. RSPB report to Powys County Council.
- Winkelman, J.E. (1985). Bird impact by middle-sized wind turbines on flight behaviour, victims and disturbance. *Limosa*, 58: 117-121.



CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, S.L.

- Winkelman, J.E. (1989). *Birds and the wind park near Urk: collision victims and disturbance of ducks, geese and swans*. RIN Rep 89/15. Rijkinstituut voor Natuurbeheer, Arhem, The Netherlands.

- Winkelman, J.E: (1992). *The impact of the Sep Wind park near Oosterbierum, The Netherlands, on birds*. RIN Report N° 92.

- Zalles, J.I. & Bildstein, K.L. (2000). *Raptor Watch. A global directory of raptor migration sites*. BirdLife International & Hawk Mountain Sanctuary. BirdLife Conservation Series, 9.