

Estudio del impacto del
Parque Eólico El Oliado (Sesma, Navarra)
sobre los murciélagos

Octubre de 2021

Juan Tomás Alcalde

Dr. en Ciencias Biológicas, especializado en Quirópteros

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. ÁREA DE ESTUDIO	4
3. METODOLOGÍA.....	5
4. RESULTADOS	10
4.1. Revisión bibliográfica.....	10
4.2. Inspección diurna de la zona	11
4.3. Grabación de la actividad de murciélagos.....	12
4.4. Transectos nocturnos	15
4.5. Hábitats más relevantes para los murciélagos.....	16
4.6. Posibles efectos sinérgicos	17
5. CONCLUSIONES	18
6. RECOMENDACIONES	21
7. BIBLIOGRAFÍA	22
Anexo I. Tablas de registro de datos	24
Anexo II. Especies de murciélagos víctimas de parques eólicos	29
Anexo III. Protocolo de trabajo de campo (Gob. de Navarra	30

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la energía eólica ha experimentado un notable auge en todo el mundo, como alternativa al uso de combustibles fósiles. La ausencia de emisiones de gases de efecto invernadero presenta evidentes ventajas que la sitúan como una de las fuentes de energía más limpias en la actualidad.

Sin embargo, los aerogeneradores también plantean diversos problemas intrínsecos y de importancia ambiental. Además de las consideraciones sobre poblaciones humanas y el paisaje, el choque de las palas con aves y murciélagos produce la muerte de numerosos individuos. En lo relativo a murciélagos, se han comprobado mortalidades relevantes en América y en Europa (Johnson *et al.*, 2000; Alcalde y Sáenz, 2005; González *et al.*, 2013, etc.) Actualmente, los parques eólicos convencionales se han convertido ya en la primera causa de mortalidad de este grupo de vertebrados a nivel mundial (O'Shea *et al.*, 2015). El número de incidencias es además notablemente superior al de las aves (Smallwood, 2013; Rydell *et al.*, 2017) y compromete el futuro de algunas especies (Kunz *et al.*, 2007, Frick *et al.*, 2017).

La localización de los parques eólicos es una de las principales variables que influyen en la mortalidad de murciélagos. Los parques situados cerca de puntos de actividad de estos mamíferos (bosques, setos arbolados, zonas húmedas, collados de montaña) son los que mayor mortalidad registran (Rodrigues *et al.*, 2015).

En Europa se ha comprobado la muerte en parques eólicos de ejemplares de 27 especies de murciélagos (Rodrigues *et al.*, 2019), de las que 25 habitan en la Península Ibérica; al menos 20 de ellas se han encontrado muertas en parques eólicos de España (Anexo II).

Baerwald *et al.* (2008) observaron que un importante porcentaje de los murciélagos que mueren, no son víctimas de un choque directo contra las palas, sino de un golpe de presión (barotrauma) al pasar junto a ellas, que produce edemas pulmonares con consecuencias fatales. Por otro lado, el aumento del tamaño de los molinos de última generación parece producir elevadas mortandades en los murciélagos de Norteamérica (Barclay *et al.*, 2007). También se ha comprobado que la mayor parte de las muertes se producen con vientos relativamente flojos, menores de 6 m/s, por lo que en la actualidad se están llevando a cabo experiencias de detención de las palas cuando el viento es inferior a esta velocidad, con resultados muy positivos (Arnett *et al.*, 2010; Lemaitre *et al.*, 2017).

Todos estos datos revelan la importancia de realizar estudios previos a la construcción de parques eólicos, que permitan conocer los lugares con mayor actividad de quirópteros y determinar los emplazamientos de los aerogeneradores que causen un menor impacto sobre estos mamíferos.

Se ha realizado un estudio de la actividad de murciélagos en la zona prevista para el Parque Eólico El Oliado (Navarra), en la cual se prevé la instalación de 3 aerogeneradores. En el presente trabajo se muestran los resultados obtenidos en el muestreo en un ciclo anual completo, realizado entre marzo y octubre de 2021.

2. ÁREA DE ESTUDIO

El lugar previsto para el parque eólico El Oliado se encuentra en el término municipal de Sesma, 2,9 km al suroeste de dicho pueblo y 2,6 km al oeste de Lodosa. Los aerogeneradores se situarán en una línea en dirección N-S, a 420-430 msnm aproximadamente (Figura 1). El parque se encuentra junto a la Zona de Especial Conservación “Yesos de la Ribera Estellesa”. Esta ZEC no es relevante para los murciélagos.

La zona está ocupada fundamentalmente por cultivos de cereal en secano, aunque también hay barrancos y espueñas con matorral mediterráneo, viñedos en regadío, cultivos de árboles frutales y pequeños pinares de pino carrasco, de escaso porte.

No se encuentran balsas, ríos, regatas o canales de agua limpia que atraviesen el parque, aunque en el lugar existe una granja ganadera con su correspondiente laguna de oxidación.

No se conocen refugios de murciélagos en la superficie dedicada al parque eólico. Tampoco se han identificado cavidades subterráneas o árboles añosos que pudieran albergar estos mamíferos. Tan solo algunas pequeñas construcciones del lugar y los edificios de los pueblos cercanos (Lodosa y Sesma) podrían ofrecer refugio a los quirópteros.

Las zonas de matorral mediterráneo, los pinares y los cultivos de regadío y los de árboles frutales pueden ser utilizados por quirópteros como zonas de caza, ya que albergan poblaciones de insectos-presa. Los campos de cultivo en secano carecen de interés relevante para estos mamíferos.



Figura 1. Situación del PE El Oliado (Sesma).

3. METODOLOGÍA

Se ha seguido la metodología exigida por el Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente del Gobierno de Navarra, para estudios de afección de parques eólicos sobre poblaciones de murciélagos. Se incluye este protocolo en el Anexo III.

El trabajo ha constado de 4 partes: revisión bibliográfica, inspección diurna de la zona, grabación de ultrasonidos mediante grabadoras autónomas y transectos nocturnos con detector-grabador por la zona considerada.

Revisión bibliográfica

Se han revisado los datos bibliográficos acerca de murciélagos en la zona ocupada por el parque eólico y su entorno en un radio de 10 km, incluyendo los pueblos circundantes. Existen cuatro trabajos publicados con datos de murciélagos en esta zona (Alcalde y Escala, 1995; Palomo *et al.*, 2007; Alcalde, 2009). También se ha revisado los datos procedentes del Inventario Español de Especies Terrestres (IEET, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico) y la mortalidad de murciélagos en los parques eólicos del entorno en un radio de 10 km (datos del Gobierno de Navarra).

Inspección diurna de la zona.

Se ha recorrido el lugar ocupado por el parque eólico, en un radio de 2 km alrededor de todo el polígono, a la búsqueda de refugios potenciales como cuevas, minas, casas abandonadas o árboles con oquedades. El área inspeccionada se ha prolongado hasta el pueblo de Lodosa.

También se han revisado los diferentes hábitats presentes en el lugar por si alguno era especialmente atractivo para murciélagos.

Grabación de ultrasonidos mediante grabadoras autónomas.

Dado que el parque constará de 3 aerogeneradores, se ha colocado una grabadora de ultrasonidos SM4BAT (Wildlife Acoustics Ltd.), siguiendo el protocolo del Gobierno de Navarra (Figuras 2 y 3). La grabadora se ha instalado en una torre de medición meteorológica, con el micrófono situado a una altura de 70 m. La torre se halla en un campo de cereal, junto a la posición prevista para el aerogenerador Oli-1.

La grabadora ha registrado la actividad de murciélagos durante 197 noches completas entre el 30 de marzo y el 12 de octubre de 2021.

Tabla 2. Localización de la grabadora colocada en el PE El Oliado.

Pto muestreo	UTM-X	UTM-Y	Altitud	Hábitat	N noches
Torre meteorológica	573598	4700456	425	Cultivo cereal secano	197



Figura 2. Izquierda: grabadora de ultrasonidos Song Meter 4 BAT Full Spectrum (Wildlife Acoustics), utilizada en la estación de grabación autónoma. Derecha: micrófono Echo Meter Touch 2 Pro (Wildlife Acoustics) conectado a una Tablet (iPad, Apple) utilizado en los transectos nocturnos.

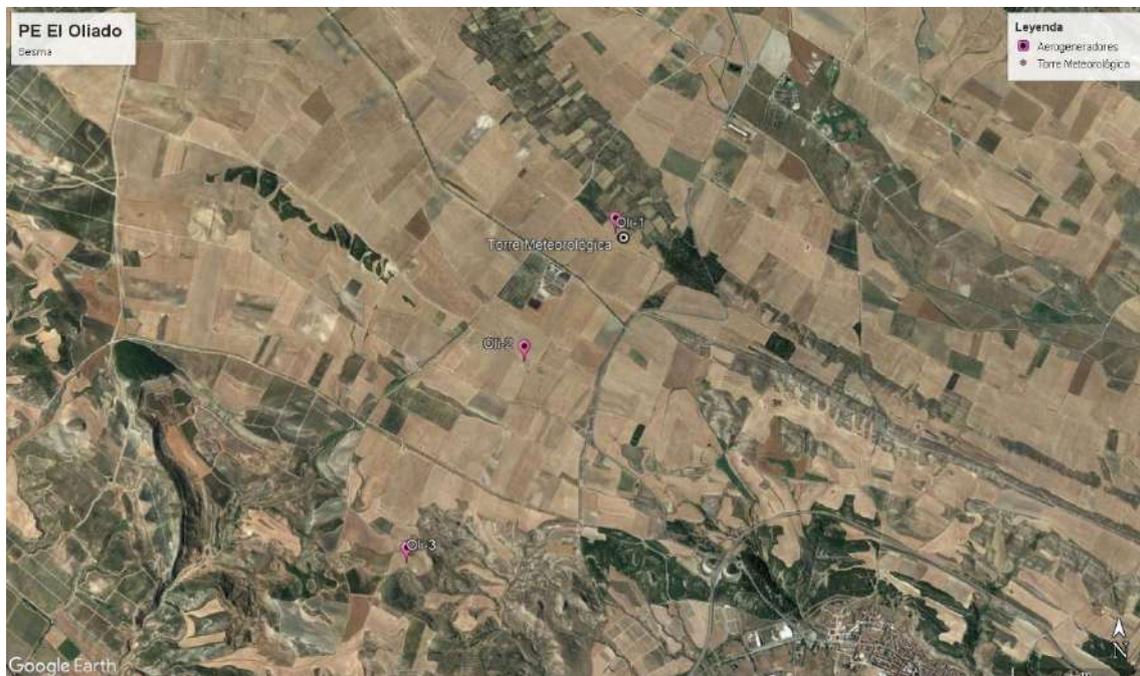


Figura 3. PE El Oliado. Se indica la situación de la torre meteorológica donde se ha instalado una grabadora de ultrasonidos.



Figura 4. Zona de estudio. Arriba: paisaje de cultivos de cereal donde se encuentra la torre meteorológica en la que se ha instalado la grabadora de ultrasonidos. Abajo izquierda: torre meteorológica con el micrófono a 70 m sobre el suelo. Abajo derecha: armario con la grabadora de ultrasonidos en su interior.

La grabadora ha permanecido activa, registrando ultrasonidos desde la puesta hasta la salida del sol. Se ha configurado para realizar grabaciones de 5 segundos con frecuencia de muestreo de 250 kHz. Las grabaciones han sido analizadas posteriormente con programas informáticos específicos (Batsound, Kaleidoscope) para discriminar los sonidos de insectos y otros factores, de los producidos por los murciélagos, e identificar las especies de quirópteros que los emiten.

Se han realizado espectrogramas (frecuencia/tiempo, Figura 5) y gráficos de potencia (amplitud/frecuencia, Figura 6) para conocer los principales parámetros de los ultrasonidos registrados: frecuencia máxima y mínima de cada pulso, frecuencia de máxima intensidad,

duración de los pulsos e intervalo de tiempo entre pulsos, de acuerdo con diferentes estudios de identificación de los ultrasonidos de murciélagos en Europa (Ahlén, 1990; Russo y Jones, 2002; Orbist *et al.*, 2004; Haquart y Disca, 2007; Barataud, 2012-2014). Este análisis permite identificar la mayoría de las especies de murciélagos que vuelan por la zona. No obstante, en ocasiones, algunas especies emiten ultrasonidos muy similares, y resulta prácticamente imposible identificarlas por este método; en estos casos, se ha determinado al menos el género o la pareja de especies a la que pertenecen y por ello se han clasificado como *N. lasiopterus*/*T. teniotis*. Aunque *Pipistrellus kuhlii* y *Pipistrellus nathusii* emiten ultrasonidos similares que pueden ser confundidos, se ha podido comprobar la presencia de la primera especie analizando sonidos sociales (más de 40 grabaciones), mientras que no se ha encontrado ningún sonido social de la segunda; por ello, todas las grabaciones que podrían pertenecer a ambas especies se han atribuido a la primera, mucho más frecuente en Navarra que la segunda.

Todos los ultrasonidos registrados se conservan en un disco duro y se suministran en formato digital (wav) junto con el informe final.

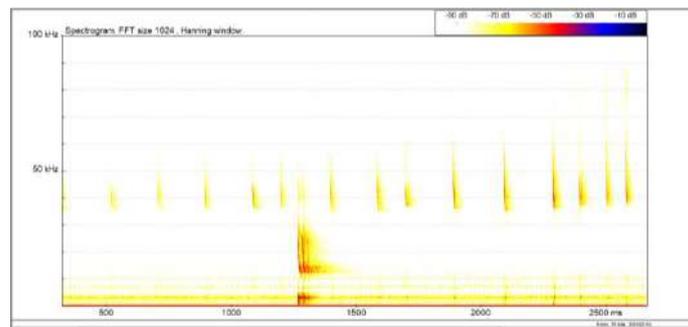


Figura 5. Espectrograma (frecuencia/tiempo) de los ultrasonidos de un murciélago de borde claro, *Pipistrellus kuhlii*. En el centro se observa un sonido social característico de esta especie.

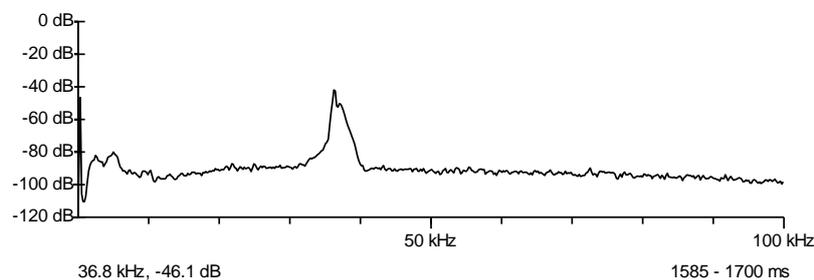


Figura 6. Gráfico de intensidad (amplitud/frecuencia) de un pulso ultrasónico de *P. kuhlii*. Se aprecia un pico de máxima amplitud a 36,8 kHz.

Realización de transectos nocturnos.

Se ha realizado un transecto nocturno por una pista de la zona que atraviesa la superficie ocupada por el parque, repetido una vez al mes en el período julio-octubre. El recorrido tiene una longitud total de 7 km y circula principalmente entre campos de cultivo, aunque también transita cerca de espueñas de matorral, viñedos y una granja de cerdos (Figura 7).

El transecto se ha llevado a cabo en vehículo, a velocidad inferior a 30 km/h, al menos media hora más tarde del anochecer. Se ha utilizado un micrófono Echo Meter Touch 2Pro colocado en el techo del vehículo, conectado a una Tablet iPad que graba los ultrasonidos y los georreferencia.



Figura 7. En azul se indica el recorrido realizado durante el transecto nocturno en el PE El Oliado.

4. RESULTADOS

4.1. Revisión bibliográfica

El parque previsto se sitúa en las cuadrículas UTM de 10 km WN70 y WM79, por lo que se ha revisado la presencia de murciélagos en estas dos cuadrículas y en las adyacentes. En total, se han citado 13 especies, de las cuales una es dudosa (*P. nathusii*) y otra ya no se considera presente en España (*M. nattereri*), donde los ejemplares atribuidos a esa especie se han reclasificado en dos nuevas (*M. escalerae* y *M. crypticus*). Es probable que sea la primera de estas dos, la presente en la zona, ya que en Azagra y Andosilla hay colonias reproductoras de *M. escalerae*. Además, recientemente se han observado ejemplares de nóctulo mediano (*N. noctula*) en el parque El Medianil de Lodosa (Alcalde, datos sin publicar).

Tabla 3. Cuadrículas donde se sitúa el parque eólico El Oliado (en verde) y adyacentes (en amarillo).

WN 61	WN 71	WN 81
WN 60	WN 70	WN 80
WM 69	WM 79	WM 89
WM 68	WM 78	WM 88

Tabla 4. Especies citadas en la bibliografía en las cuadrículas del parque (verde) y las de su entorno.

*: Especie actualmente considerada ausente en la península ibérica, probablemente se trate de *M. escalerae*, muy similar y de reciente descripción.

** : Especie no citada en la bibliografía, observada recientemente en Lodosa (Alcalde, datos sin publicar).

Especie	WN 61	WN 60	WM 69	WM 68	WN 71	WN 70	WM 79	WM 78	WN 81	WN 80	WM 89	WM 88
<i>E. serotinus</i>						X	X					
<i>M. emarginatus</i>							X					
<i>M. nattereri</i> *											X	
<i>M. schreibersii</i>			X									
<i>N. leisleri</i>						X			X			
<i>N. noctula</i> **							X					
<i>P. kuhlii</i>	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
<i>P. nathusii</i>	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X
<i>P. pipistrellus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>P. pygmaeus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>R. euryale</i>			X									
<i>R. ferrumequinum</i>	X	X				X					X	X
<i>R. hipposideros</i>	X								X	X		
<i>T. teniotis</i>						X	X			X		

4.2. Inspección diurna de la zona

No se han encontrado refugios naturales que puedan albergar colonias de murciélagos en la zona prevista para el parque eólico, al menos en un entorno de 2 Km alrededor de los aerogeneradores: no hay cavidades naturales ni roquedos y los árboles son, en su mayoría, de pequeñas dimensiones. No obstante, algunos álamos y chopos del Ebro (1,5 km al sur del parque) son de gran porte y podrían albergar colonias de especies arborícolas y oportunistas, como las de los géneros *Nyctalus* y *Pipistrellus*. Además, algunas pequeñas construcciones dispersas por los campos como granjas y bordas, o las de los pueblos del entorno pueden ofrecer refugio a los murciélagos.

Por otro lado, las áreas de matorral mediterráneo, los cultivos de regadío, los cultivos arbolados y los pinares presentes en el área pueden ser lugares de caza que atraigan murciélagos del entorno. La presencia de una granja porcina también podría atraer murciélagos que cacen insectos asociados al ganado o al estiércol.

Cabe esperar además, que la mayor parte de los murciélagos concentren su actividad en el entorno del río Ebro, donde la productividad de insectos es muy elevada y hay refugios naturales (arbolado de gran tamaño y antigüedad) así como artificiales (construcciones humanas como las casas y el puente de Lodosa).

Se conoce la existencia de dos colonias de murciélagos de Cabrera (*P. pygmaeus*) en dos álamos del parque El Medianil de Lodosa. En junio, una de ellas contiene 300 ejemplares adultos, mientras que la otra alberga alrededor de 60 individuos. Además, durante la revisión de la zona, se ha encontrado también una casa de Lodosa en cuyo tejado se refugia otra colonia de murciélagos de Cabrera; en ella se han contabilizado 83 individuos (en septiembre).



Figura 8. Álamo de Lodosa, donde se establece una colonia de 300 *P. pygmaeus*, a orillas del Ebro.

4.3. Grabación de la actividad de murciélagos

En 197 noches de grabación se han registrado 2.236 vuelos de murciélagos (1,12 vuelos/hora) pertenecientes a 8 especies. (Ver tabla 5 y figura 9). El mes de mayor actividad ha sido septiembre (2,77 vuelos/hora, ver figura 10). Cabe destacar la elevada actividad observada en dos noches: el 26 de septiembre (497 vuelos) y el 4 de octubre (118 vuelos). Ver figura 11.

Las especies más frecuentes en el punto de muestreo son el murciélago enano, *P. pipistrellus* (29 % del total de vuelos), el rabudo, *T. teniotis* (21 %), el de borde claro, *P. kuhlii* (18 %) y el nóctulo pequeño, *N. leisleri* (13 %). También son frecuentes, pero menos, el murciélago montaño, *H. savii* (7 %) y el de Cabrera, *P. pygmaeus* (5 %). El resto son infrecuentes.

Tabla 5. Resultados globales obtenidos en cada mes de muestreo.

Mes	N vuelos	N noches	N horas/noche	N horas	N vuelos/h
Marzo	5	2	12	24	0,21
Abril	101	30	10,8	324	0,31
Mayo	258	31	9,6	297,6	0,87
Junio	259	30	8,8	264	0,98
Julio	190	31	9	279	0,68
Agosto	263	31	10,2	316,2	0,83
Septiembre	948	30	11,4	342	2,77
Octubre	212	12	13	156	1,36
Total	2236	197	84,8	2002,8	1,12

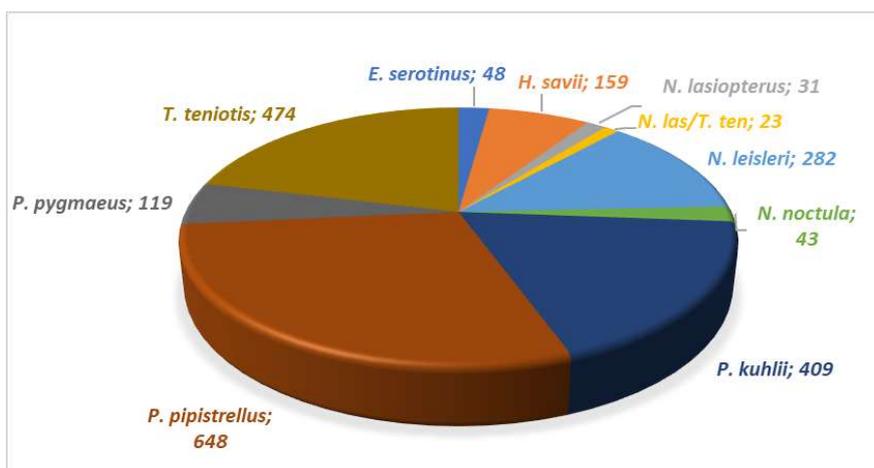


Figura 9. Número total de vuelos registrados en todo el muestreo.

Tabla 6. Especies identificadas y número de vuelos registrados por meses.

Especies	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Total	%
<i>E. serotinus</i>	0	0	3	7	4	4	22	8	48	2
<i>H. savii</i>	0	8	26	22	2	12	66	23	159	7
<i>N. lasiopterus</i>	0	0	0	0	6	3	22	0	31	1
<i>N. las/T. ten</i>	0	1	0	3	11	3	5	0	23	1
<i>N. leisleri</i>	0	1	19	36	35	47	120	24	282	13
<i>N. noctula</i>	1	0	0	8	4	11	17	2	43	2
<i>P. kuhlii</i>	3	26	33	38	7	24	235	43	409	18
<i>P. pipistrellus</i>	1	31	125	70	23	23	304	71	648	29
<i>P. pygmaeus</i>	0	4	12	9	5	6	54	29	119	5
<i>T. teniotis</i>	0	30	40	66	93	130	103	12	474	21
Total	5	101	258	259	190	263	948	212	2236	100

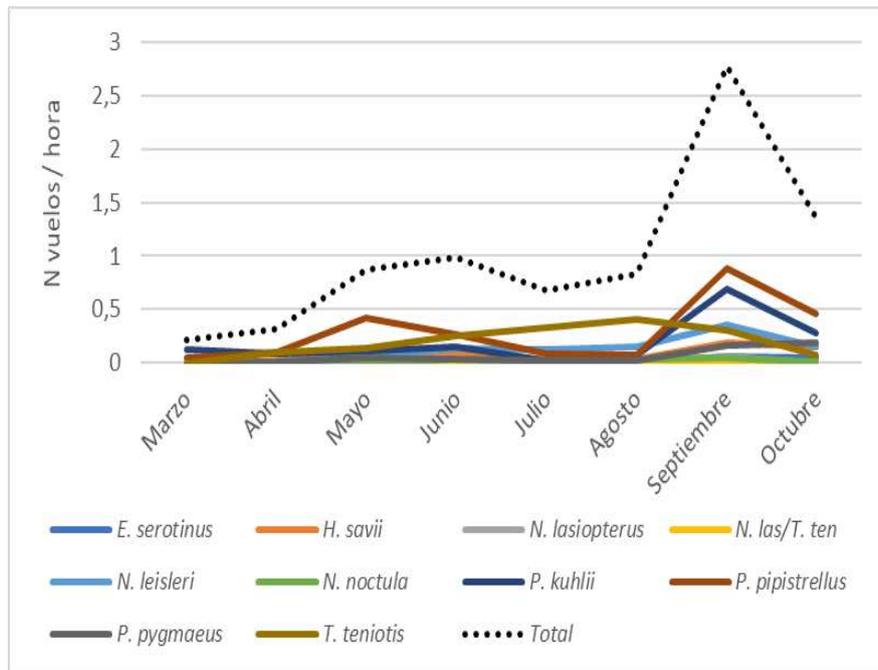


Figura 10. Tasa de actividad (vuelos / hora de grabación) por meses, en la torre muestreada.

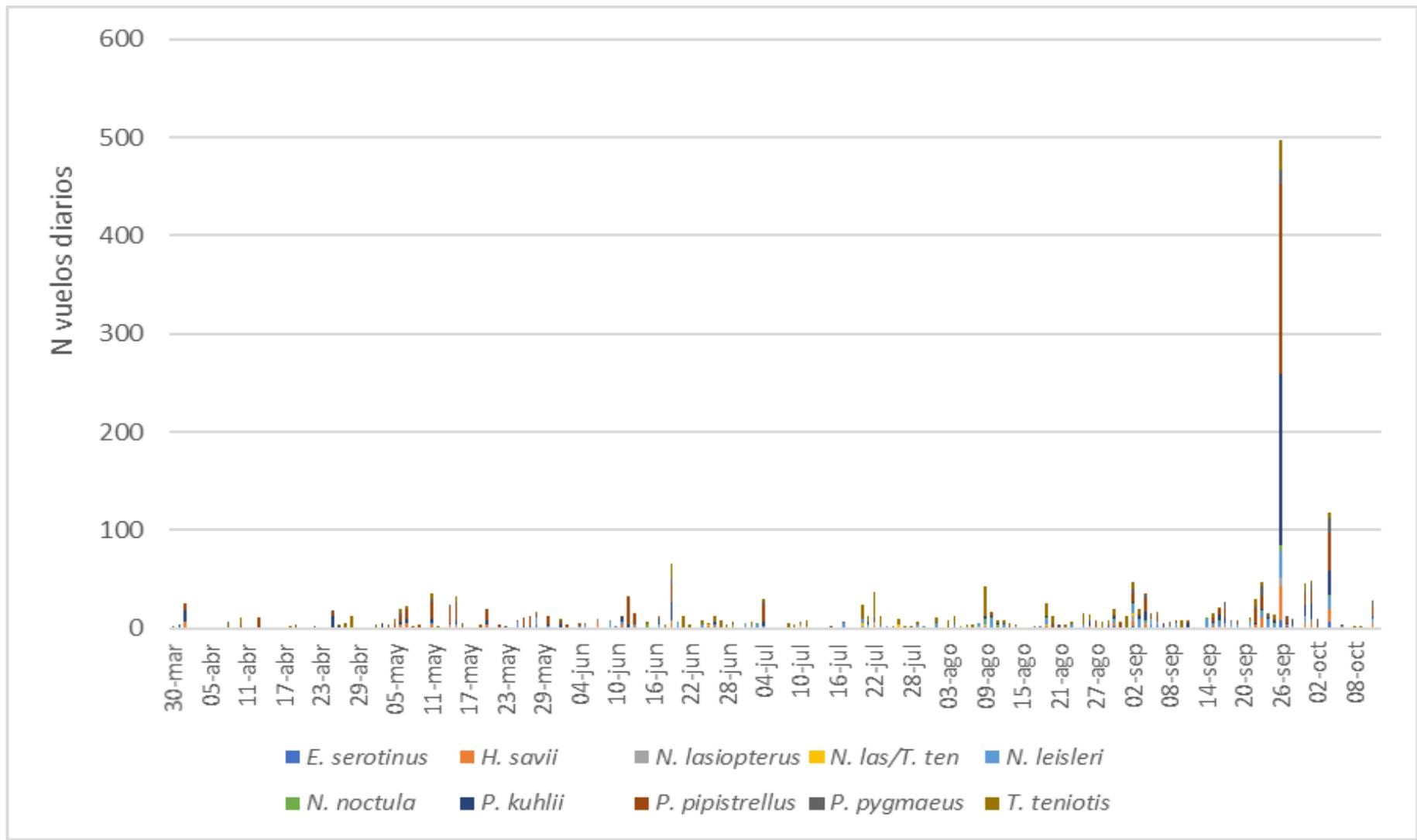


Figura 11. Número de vuelos diarios en la torre meteorológica del PE El Oliado durante todo el período de muestreo

4.4. Transectos nocturnos

En los cuatro transectos nocturnos realizados solo se han identificado tres especies de murciélagos. El número de escuchas ha sido reducido (0,5 vuelos/km recorrido). El más frecuente ha sido el murciélago enano (*P. pipistrellus*), que acumula el 71 % de todos los vuelos. La única zona identificada con mayor actividad de murciélagos ha sido el entorno de la granja porcina. Ello parece indicar que la granja atrae la actividad de murciélagos enanos y/o que en ella podría vivir una agrupación. En octubre no se observó actividad.

Por otro lado, en el pueblo de Lodosa se han registrado numerosos vuelos de murciélagos de Cabrera, *P. pygmaeus*, y en menor medida, también vuelos de murciélagos enanos, *P. pipistrellus*, de borde claro, *P. kuhlii* y hortelanos, *E. serotinus*. Se conocen dos colonias de la primera especie en el pueblo, y es probable que también habiten agrupaciones reproductoras de las otras tres.

Tabla 6. Número de vuelos de murciélagos registrado en los transectos nocturnos del PE El Oliado.

Especie	Jul	Ago	Sep	Oct	Total	%
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	1		2		3	21
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	2	4	4		10	71
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>		1			1	7
Total	3	5	6	0	14	100

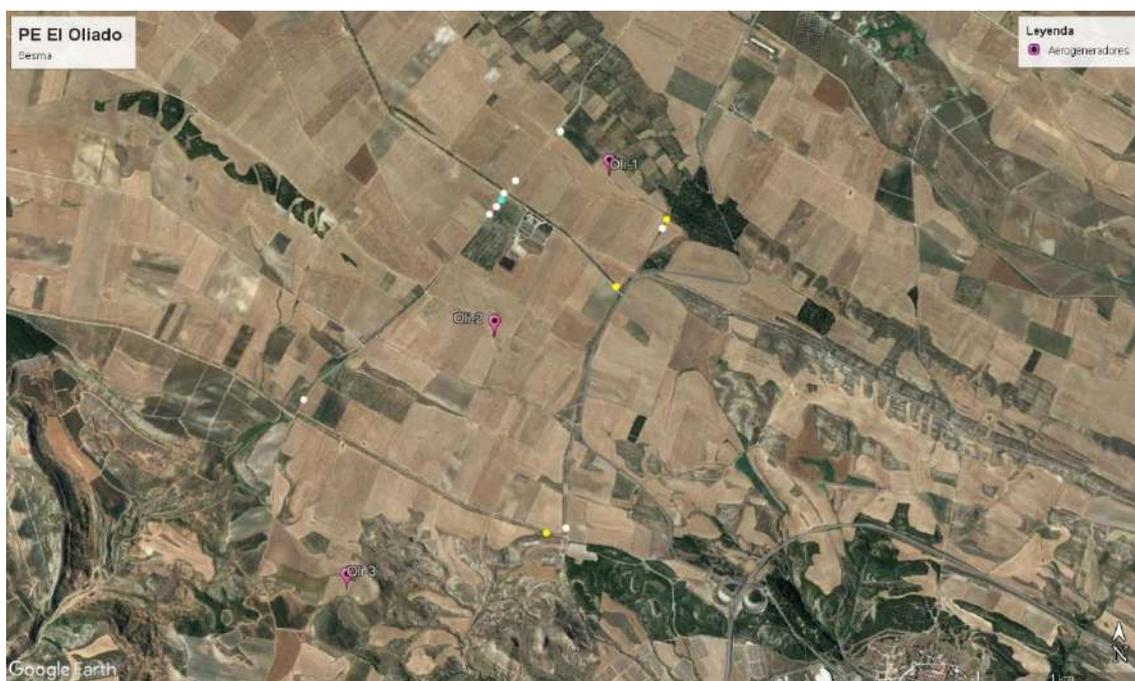


Figura 12. Especies de murciélagos identificadas en los transectos nocturnos en el PE El Oliado. Puntos amarillos: *Pipistrellus kuhlii*; puntos blancos: *Pipistrellus pipistrellus*; puntos azules: *Pipistrellus pygmaeus*.

4.5. Hábitats más relevantes para los murciélagos

El terreno que ocupará el Parque Eólico El Oliado está dedicado principalmente a cultivos herbáceos de secano que tienen poco o nulo interés para los murciélagos. Por otro lado, hay diversas manchas de terreno forestal no arbolado, cubierto principalmente por matorral mediterráneo y pastos, así como otros cultivos de árboles frutales, viñedos en regadío y plantaciones de pino halepo que sí pueden tener cierto interés para los murciélagos, en momentos concretos en los que abundan los insectos asociados a esa vegetación.

La granja situada entre los aerogeneradores Oli-1 y Oli-2 parece el lugar más relevante para murciélagos, donde acuden algunos ejemplares de murciélago enano para cazar insectos asociados al ganado. Es también posible que en sus edificios se refugie alguna colonia de esta especie fisurícola.

En definitiva, la zona carece de refugios relevantes y los hábitats del lugar se encuentran muy humanizados, por lo que *a priori*, no se observan lugares particularmente valiosos para los quirópteros, aunque sí diversos hábitats de un valor medio.

Cabe reseñar que la actividad encontrada en la torre, a 70 m de altura, es considerable, particularmente en septiembre y octubre, tratándose de un muestreo realizado a altura de riesgo, por lo que algunas zonas del lugar parecen tener cierto atractivo para los murciélagos en esos períodos (Figura 13).

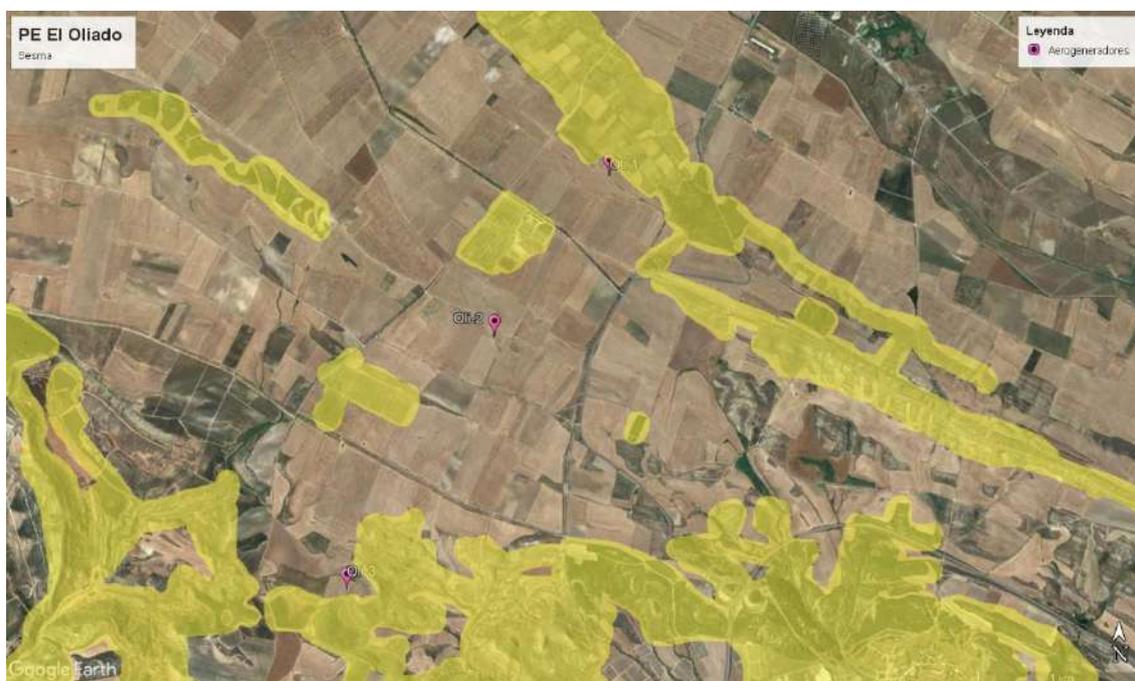


Figura 13. Hábitats más relevantes para los murciélagos en el PE El Oliado. Se indica en amarillo las zonas de valor medio. El resto tiene escaso valor para los quirópteros. No se encuentran zonas de valor elevado.

4.6. Posibles efectos sinérgicos

Actualmente sólo un parque eólico se halla en un radio de 10 km alrededor del PE El Oliado. Se trata del PE La Lomba, formado por tres aerogeneradores en una alineación NO-SE y situado a 1 km de distancia aproximadamente.

Entre 2008 y 2020 se han encontrado en este parque 25 cadáveres de murciélagos, de los que sólo 7 han podido ser identificados: un nótulo grande (*N. lasiopterus*), tres murciélagos enanos (*P. pipistrellus*) y tres nótulos pequeños (*N. leisleri*). Ver tabla 7. Cabe destacar la primera especie, por tratarse de un taxón protegido, considerado como *vulnerable* en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (RD 139/2011).

La mayor mortalidad se ha observado en octubre (12 cadáveres), aunque algunos de los individuos encontrados habían muerto días antes de su hallazgo, y podrían haber muerto en septiembre.

Tabla 7. Mortalidad de murciélagos registrada en el PE La Lomba.

Año	Fecha	Especie
2008	12-ago.	<i>N. lasiopterus</i>
	21-oct.	<i>P. pipistrellus</i>
2009	28-sep.	<i>P. pipistrellus</i>
2010	14-jun.	<i>P. pipistrellus</i>
2011		0
2012	16-oct.	Sin identificar
2013	17-jun.	Sin identificar
	1-oct.	Sin identificar
	1-oct.	Sin identificar
2014	18-ago.	Sin identificar
	20-oct.	Sin identificar
2015	27-jul.	<i>N. leisleri?</i>
2016	4-oct.	Sin identificar
	4-oct.	Sin identificar
2017	18-jul.	<i>N. leisleri</i>
	21-ago.	<i>N. leisleri?</i>
2018	8-may.	<i>Pipistrellus sp.</i>
	8-oct.	Sin identificar
	18-oct.	Sin identificar
	22-oct.	Sin identificar
2019	19-ago.	Sin identificar
	19-ago.	Sin identificar
	1-sep.	Sin identificar
	30-sep.	Sin identificar
	28-oct.	Sin identificar
2020	19-oct.	Sin identificar

En este parque se ha estudiado la mortalidad mediante inspecciones semanales, lo cual se considera un período adecuado para poder determinarla. No obstante, no hay datos sobre la permanencia de cadáveres de murciélagos ni sobre la detectabilidad de los mismos, por lo que no es posible estimar la mortalidad real.

El parque eólico La Lomba consta de tres aerogeneradores de 70 m de altura de buje y 77-82 m de diámetro de rotor (12.326 m² de superficie total barrida por las palas). Por su parte, el parque previsto de El Oliado, constará de otros tres aerogeneradores de 122,5 m de altura de buje y 163 m de diámetro de rotor (62.570 m² de superficie total barrida por las palas). Es decir, el nuevo parque barrerá una superficie 5 veces mayor que el de La Lomba, y su altura mínima de barrido será ligeramente superior a la de este (36,5 m en La Lomba y 41 m en El Oliado).

Teniendo en cuenta estos datos, y considerando que ambos parques se sitúan en ambientes similares, de espueñas y campos de cultivo cercanos al río Ebro, cabe prever una mayor mortalidad de quirópteros en el PE El Oliado, lo cual tendría efectos acumulativos y quizás sinérgicos. *A priori*, las especies más afectadas serían las de los géneros *Pipistrellus* y *Nyctalus*. Como se ha indicado anteriormente, en las orillas del Ebro son abundantes las poblaciones de murciélagos del género *Pipistrellus*, por lo que cabe esperar que puedan soportar cierta mortalidad. Sin embargo, las poblaciones de nóctulos son mucho más escasas, tanto a nivel regional (Alcalde y Escala, 1995) como nacional (Palomo *et al.*, 2007). Por ello, la mayor afección se produciría sobre este último género, destacando el nóctulo grande (*N. lasiopterus*) y el mediano (*N. noctula*) por tener poblaciones más reducidas que el nóctulo pequeño (*N. leisleri*) y ser especies amenazadas.

5. CONCLUSIONES

La zona prevista para el Parque Eólico El Oliado se encuentra notablemente humanizada por cultivos intensivos de cereal en secano, intercalados con hábitats seminaturales como espueñas de matorral mediterráneo y plantaciones de pinares de pino carrasco. También cabe mencionar algunos viñedos en regadío y una granja porcina.

En el lugar que ocupará el parque no hay buenas posibilidades de refugios naturales para los quirópteros, ya que no existen cavidades subterráneas, roquedos o bosques caducifolios con árboles maduros. Únicamente algunas pequeñas construcciones agrícolas podrían poder ofrecer refugio a estos mamíferos. Además, las casas de los pueblos del entorno pueden albergar murciélagos antropófilos y fisurícolas, como los de borde claro, los enanos y los de Cabrera. También los álamos y chopos del Ebro pueden constituir refugios relevantes para esas especies.

No se conocen colonias de murciélagos en el espacio ocupado por el parque, aunque en el vecino pueblo de Lodosa se han identificado tres colonias de murciélagos de Cabrera, *P. pygmaeus*.

En la revisión bibliográfica se han encontrado datos de la presencia de al menos 14 especies en un radio de 10 km alrededor del parque proyectado. Otra más se ha encontrado muerta en el parque.

En los transectos nocturnos se ha observado una actividad reducida de solo tres especies de murciélagos, siendo el enano (*P. pipistrellus*) el más frecuente, y septiembre el mes de mayor actividad. La zona con mayor número de vuelos es la más cercana a la granja porcina, lo que sugiere la posible presencia de una agrupación en esas construcciones y/o un posible efecto atrayente de los insectos asociados al ganado del lugar.

El estudio de la actividad de murciélagos mediante una grabadora autónoma de ultrasonidos con el micrófono situado a 70 m de altura, ha proporcionado información sobre la presencia de 9 especies de murciélagos en la zona. Todas ellas se conocían previamente en un radio de 10 km. En 197 noches se han registrado 2.236 vuelos de murciélagos (1,1 vuelo/hora de grabación). Este valor muestra una actividad regular y relativamente elevada de murciélagos en la zona, teniendo en cuenta la altura de muestreo. Cabe destacar los resultados obtenidos en septiembre (2,8 vuelos/h), muy por encima del resto de meses. Dos noches (26 de septiembre y 4 de octubre) han mostrado una actividad muy elevada, lo que podría deberse a alguna explosión de insectos muy puntual, ya que son varias las especies que han tenido actividad elevada esas noches. La mayoría de las especies identificadas han mostrado una actividad superior en dicho mes.

Se ha observado una notable diversidad de especies en el lugar, y cuatro de ellas son particularmente frecuentes: el murciélago enano, *P. pipistrellus* (29 %), el rabudo, *T. teniotis* (21 %), el de borde claro, *P. kuhlii* (18 %) y el nóctulo pequeño, *N. leisleri* (13 %).

La especie más frecuente en el lugar, el murciélago enano, *P. pipistrellus*, es abundante a nivel regional: se distribuye por toda Navarra (Alcalde y Escala, 1995). Es una especie pequeña, sedentaria, cazadora aérea y muy común en pueblos y ciudades, así como en hábitats naturales. Se encuentra protegida pero no amenazada (Tabla 8). Vuela generalmente a altura baja (2-10 m) aunque puede adaptar la altura de vuelo a la estructura del paisaje. Es víctima frecuente en parques eólicos de Navarra (Alcalde y Sáenz, 2005) y Europa (Rodrigues *et al.*, 2015). Teniendo en cuenta las grabaciones realizadas, es probable que haya alguna colonia en las cercanías del punto muestreado.

El murciélago de borde claro, *P. kuhlii*, es una especie similar a la anterior, aunque algo mayor de tamaño; es común en Navarra, donde se distribuye por la mayor parte de la región salvo las zonas de altitud superior a los 800 m (Alcalde y Escala, 1995). Está protegida pero no se considera amenazada (Tabla 8). Es sedentaria, cazadora aérea y frecuente en entornos muy humanizados como pueblos y ciudades, pero también en zonas naturales. Vuela generalmente a altura media, entre 5 y 10 m, aunque esto depende de las estructuras del paisaje. Es víctima frecuente en parques eólicos de Navarra (Alcalde y Sáenz, 2005) y Europa (Rodrigues *et al.*, 2015).

El murciélago rabudo, *T. teniotis* es una especie de tamaño grande, vuelo directo y rápido, que recorre grandes distancias durante sus cacerías nocturnas, volando a gran altura. Es fisurícola y sedentaria. Se distribuye por toda Navarra, aunque sus efectivos son probablemente escasos (Alcalde y Escala, 1995). Algunos de los vuelos atribuidos a esta especie podrían también pertenecer al nóctulo grande, ya que en ocasiones pueden emitir sonidos similares. Se ha encontrado muerta en algunos parques eólicos europeos (Rodrigues *et al.*, 2015) pero en los de Navarra es infrecuente (Gob. de Navarra, 2020). No se conocen colonias cerca de la zona de muestreo, por lo que es posible que los individuos grabados provengan de lugares lejanos.

El nódulo pequeño, *N. leisleri*, es una especie arborícola y migrante, de tamaño medio. Tiene un vuelo alto, por encima del dosel del bosque, rápido y directo. Se conocen movimientos migratorios de ejemplares reproductores en Centro Europa que acuden a la península ibérica para hibernar (Ohlendorf *et al.*, 2000; Wohlgemuth *et al.*, 2004; Alcalde *et al.*, 2013), así como el paso migratorio de individuos por collados del Pirineo navarro (Alcalde, 2019). La mayoría de los vuelos registrados provienen de septiembre, por lo que se supone se trata de ejemplares migrantes. Esta especie se ha encontrado muerta en parques eólicos de Navarra (Gob. de Navarra) y Europa (Rodrigues *et al.*, 2015).

El murciélago montañero, *H. savii*, es más escaso que los anteriores (7 % de los vuelos). Es de tamaño pequeño, sedentario y fisurícola. Vuela a gran altura, por encima del arbolado, y con frecuencia campea en crestas de montaña, por lo que es una especie muy vulnerable a los parques eólicos situados en lo alto de sierras o lomas. Se ha encontrado muerto en numerosos parques eólicos de Navarra y Europa (Alcalde y Sáenz, 2005; Rodrigues *et al.*, 2015; Gobierno de Navarra, 2020).

El murciélago de Cabrera, *P. pygmaeus* es muy pequeño, sedentario y fisurícola. Puede llegar a ser particularmente abundante en las orillas de ríos y lagunas, donde caza a baja altura (0-5 m) adaptándose a la altura de las estructuras circundantes. En Lodosa se conocen al menos tres colonias reproductoras y es la especie más frecuente a orillas del Ebro. Se encuentra también con frecuencia en parques eólicos de Europa (Rodrigues *et al.*, 2015).

Tabla 8. Estado de conservación de las especies de murciélagos identificadas, en Navarra (DF 254/2019) y España (Catálogo Español de Especies Amenazadas, RD 139/2011 y categorías UICN del Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España). E: en peligro; V: vulnerable; LESPE: Listado de especies en régimen de protección especial; NA: no amenazada; NT: casi amenazada). El riesgo de colisión con los aerogeneradores es de Rodrigues *et al.* (2015).

Nombre científico	Nombre común	Navarra	España	UICN	Riesgo
<i>Eptesicus serotinus</i>	M hortelano	LESPE	LESPE	NA	Medio
<i>Hypsugo savii</i>	M montañero	LESPE	LESPE	NT	Alto
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	Nódulo grande	V	V	V	Alto
<i>Nyctalus leisleri</i>	Nódulo pequeño	LESPE	LESPE	NT	Alto
<i>Nyctalus noctula</i>	Nódulo mediano	E	V	V	Alto
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	M de borde claro	LESPE	LESPE	NA	Alto
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	M enano	LESPE	LESPE	NA	Alto
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	M de Cabrera	LESPE	LESPE	NA	Alto
<i>Tadarida teniotis</i>	M rabudo	LESPE	LESPE	NT	Alto

El resto de especies son considerablemente más escasas, aunque cabe destacar dos por ser particularmente vulnerables a los parques eólicos: *N. lasiopterus* y *N. noctula*. Ambas se catalogan en España como vulnerables, y la segunda se considera *en peligro* en Navarra (DF 254/2019). El nódulo grande ya ha sido víctima del cercano parque La Lomba. Aunque se espera escasa mortalidad de estas especies, dado que son menos frecuentes, es importante considerar que ambas son de vuelo alto, arborícolas y de grandes desplazamientos, contando además con poblaciones de pequeño tamaño, por lo que son quirópteros especialmente vulnerables a los parques eólicos.

En definitiva, teniendo en cuenta la actividad registrada en la torre meteorológica, a 70 m de altura, así como los datos de mortalidad del parque cercano de La Lomba, se prevé que el parque pueda ocasionar principalmente, mortalidad de murciélagos enanos, *P. pipistrellus*, de borde claro, *P. kuhlii*, y nóctulos pequeños, *N. leisleri*. Además, hay riesgo menor para otras especies generalmente más infrecuentes, pero algunas de ellas muy sensibles a los parques, como son *T. teniotis*, *H. savii*, *N. noctula* y *N. lasiopterus*.

La presencia de dos especies amenazadas (*N. noctula* y *N. lasiopterus*), de las cuales al menos se ha registrado ya un caso de mortalidad en las cercanías, así como el elevado número de vuelos de nóctulos pequeños (*N. leisleri*), especie también migrante y relativamente escasa, exige tomar medidas preventivas para reducir su posible mortalidad y realizar un seguimiento detallado de la posible mortalidad.

6. RECOMENDACIONES

La mayor parte de las especies identificadas muestran una actividad considerablemente más intensa en septiembre; este patrón es particularmente destacado en las especies de nóctulos presentes en el lugar. Precisamente en este mes, se concentra la mayor mortalidad de murciélagos en los parques eólicos de Navarra (Gobierno de Navarra, 2020). La temporalidad en las incidencias parece tener relación con la fenología de estos animales: entre agosto y octubre coinciden el período de celo de los murciélagos y la migración de ejemplares desde Europa continental hasta la península ibérica. Ello permite tomar medidas puntuales y efectivas para reducir la mortalidad de estos mamíferos.

Por ello, se recomienda implementar medidas preventivas al menos en las noches comprendidas entre el 15 de agosto y el 30 de octubre, aumentando la velocidad de arranque de los aerogeneradores a 5 m/s. Se ha comprobado que esta actuación es muy eficiente para reducir la mortalidad de los murciélagos en Europa y EE. UU. (Arnett *et al.*, 2010; Lemaitre *et al.*, 2017).

Así mismo, conviene desarrollar un Plan de Vigilancia Ambiental de la posible mortalidad de murciélagos en el parque, siguiendo las directrices propuestas en manuales específicos (González *et al.*, 2013; Rodrigues *et al.*, 2015). Conviene realizar estudios de permanencia y detectabilidad de los cadáveres, usando ratones oscuros y de peso similar a los murciélagos (entre 7 y 20 g aproximadamente). La búsqueda de cadáveres debería realizarse con perros adiestrados, que tienen una efectividad muy superior a la de las personas (Domínguez *et al.*, 2019; Smallwood *et al.*, 2020).

En el caso de que, durante la realización de este seguimiento, se detectara mortalidad significativa o de especies amenazadas en alguno de los aerogeneradores, convendría elevar más la velocidad de arranque de las turbinas implicadas durante las noches de los períodos de mayor accidentalidad, previsiblemente agosto-octubre. También se recomienda realizar análisis biométricos, y si fuera necesario moleculares, para determinar hasta el nivel de especie, todos los restos de murciélagos encontrados durante el seguimiento, con el objeto de poder conocer la incidencia real del parque sobre las especies implicadas.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Ahlén, I., 1990. *Identification of bats in flight*. Swe. Soc. Cons. Nature & Swe. Youth Ass. Env. Stud. Cons., Stockholm. 50 pp.
- Alcalde, J.T., 2009. *Myotis alcaethoe* Helversen & Heller, 2001 y *Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825), nuevas especies de quirópteros para Navarra. *Munibe*, 57, 225–236.
- Alcalde, J.T., 2019. Primeros datos sobre migración e hibernación de nóctulos en el Pirineo occidental. *Journal of Bat Research and Conservation*, 12(1): 52-59.
- Alcalde J.T., Escala M.C., 1999. Distribución de los Quirópteros en Navarra, España. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Biología)*, 95(1-2): 157-171.
- Alcalde J.T., Ibáñez C., Antón I., Nyssen P. 2013. First case of migration of a Leisler's bat (*Nyctalus leisleri*) between Spain and Belgium. *Le Rhinolophe* 19: 87-88.
- Alcalde, J.T., Sáenz J., 2005. First data on bat mortality in wind farms of Navarra (northern Iberian peninsula). *Le Rhinolophe*, 17: 1-5.
- Arnett, E.B., Huso, M.M.P., Schirmacher, M., Hayes, J.P., 2010. Altering turbine speed reduces bat mortality at wind-energy facilities. *Front Ecol Environ* 2010.
- Baerwald, E.F., D'amours, G.H., Klug, B.J., Barclay, R.M.R., 2008. Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology*, 18(16): 695-696.
- Barataud, M., 2012-2014: *Écologie acoustique des chiroptères d'Europe*. Biotope Éditions, Mèze. Muséum national d'Histoire naturelle, París. 344 pp.
- Barclay, R.M.R., Baerwald, E.F., Gruver, J.C., 2007. Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities: assessing the effects of rotor size and tower height. *Can. J. Zool.* 85: 381-387.
- Domínguez del Valle, J., Cervantes Peralta, F., Jaquero Arjona, M.I., 2019. Factors affecting carcass detection at wind farms using dogs and human searchers. *Journal of Applied Ecology*, 2019.
- Frick, W.F., Baerwald, E.F., Pollock, J.F., Barclay, R.M.R., Szymanski, J.A., Weller, T.J., Russell, A.L., Loeb, S.C., Medellín, R.A., Mcguire, L.P., 2017. Fatalities at wind turbines may threaten population viability of a migratory bat. *Biological Conservation*, 209: 172-177. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2017.02.023>.
- González, F., Alcalde, J.T., Ibáñez, C., 2013. Directrices básicas para el estudio del impacto de instalaciones eólicas sobre poblaciones de murciélagos en España. *SECEMU. Barbastella*, 6 (núm. especial): 1-31.
- Haquart, A., Disca, T., 2007. Caractéristiques acoustiques et nouvelles données de Grande Noctule *Nyctalus lasiopterus* (Schreber, 1780) dans le sud de la France. *Le Vespère*, 1: 5-20.
- Johnson, G.D., Erickson, W.P., Strickland, M.D., Shepherd, M.F., Shepherd, D.A., 2000. *Avian monitoring studies at the Buffalo Ridge, Minnesota wind resource area: results of a 4-year study*. Final report. Northern States Power Company. Minneapolis, Minnesota.
- Kunz, T.H., Arnett, E.B., Erickson, W.P., Hoar, A.R., Johnson, G.D., Larkin, R.P., Strickland, M.D., Thresher, R.W., Tuttle, M.D., 2007. Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Front. Ecol. Environ.* 5, 315–324.

- Lemaitre, J., MacGregor, K., Tessier, N., Simard, J., Desmeules, J., Poussart, C., Dombrowski, P., Desrosiers, N., Dery, S., 2017. *Bat mortality caused by wind turbines: review of impacts and mitigation measures*. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Québec City, 26 p.
- Ohlendorf V.B., Hecht B., Strassburg D., Agirre-Mendi P.T., 2000. Fernfund eines Kleinabendseglers (*Nyctalus leisleri*) in Spanien. *Nyctalus(N.F.)* 7 (3): 239-242.
- Orbist, M.K., Boesch, R., Flückiger, P.F., 2004. Variability in echolocation call design of 26 Swiss bat species: consequences, limits and options for automated field identification with a synergetic pattern recognition approach. *Mammalia* 68 (4): 307-322.
- O'shea, T.J., Cryan, P.M., Hayman, D.T.S., Plowright, R.K., Streicker, D.G., 2016. Multiple mortality events in bats: a global review. *Mammal Review*, 46, (3): 175-190. <https://doi.org/10.1111/mam.12064>.
- Palomo, L.J., Gisbert, J., & Blanco, J. C. (Eds.), 2007: *Atlas y libro rojo de los mamíferos terrestres de España*. Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid.
- Rodrigues, L., Bach, L., Dubourg-Savage, M.J., Karapandza, B., Kovac, D., Kervyn, T., Dekker, J., Kepel, A., Bach, P., Collins, J., Harbusch, C., Park, K., Micevski, B., Minderman, J., 2015. *Guidelines for consideration of bats in wind farm projects - Revision 2014*. EUROBATS Publication Series No6. (English version). UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 133 pp.
- Rodrigues, L., *et al.*, 2019. Report of the Intersessional Working Group on Wind Turbines and Bat Populations. 24th Meeting of the Advisory Committee. Doc EUROBATS.AC24.5. Rev.1. Skopje, Macedonia.
- Russo, D., Jones, G., 2002. Identification of twenty-two bat species (Mammalia: Chiroptera) from Italy by analysis of time-expanded recordings of echolocation calls. *J. Zool. Lond.* 258: 91-103.
- Rydell, J., Ottvall, H.R., Pettersson, S., Green, M., 2017. *The effect of wind power on birds and bats. an updated synthesis report 2017*. VINDVAL. The Swedish Environmental Protection Agency. Bromma, Sweden.
- Smallwood, K.S., 2013. Comparing bird and bat fatality - rate estimates among North American wind energy projects. *Wildlife Society Bulletin*, 37(1): 19-33.
- Smallwood, K.S., Bell, D.A., Standish, S. 2020. Dogs Detect Larger Wind Energy Effects on Bats and Birds. *Journal of Wildlife Management*, 84(5): 852-864.
- Wohlgemuth R., Devrient I., García A., Hutterer R., 2004. Long-distance flight of a Lesser noctule (*Nyctalus leisleri*) after rehabilitation. *Myotis* 41-42: 69-73.

Firmado: Juan Tomás Alcalde, octubre de 2021

Anexo I. Tablas de registro de datos

Número de vuelos diarios de murciélagos en la torre meteorológica, a 70 m de altura.

Fecha	<i>Ept. sero</i>	<i>Hyp. savi</i>	<i>Nyc. lasi</i>	<i>N. las/T. ten</i>	<i>Nyc. leis</i>	<i>Nyc. noct</i>	<i>Pip. kuhl</i>	<i>Pip. pipi</i>	<i>Pip. pygm</i>	<i>Tad. teni</i>	Total
30-mar							1	1			2
31-mar						1	2				3
01-abr		6					12	7			25
02-abr									1		1
03-abr											0
04-abr											0
05-abr											0
06-abr											0
07-abr											0
08-abr							1	3	2		6
09-abr											0
10-abr				1				3		7	11
11-abr											0
12-abr											0
13-abr		1						10			11
14-abr											0
15-abr											0
16-abr											0
17-abr											0
18-abr										2	2
19-abr					1			1		2	4
20-abr											0
21-abr											0
22-abr								2			2
23-abr											0
24-abr											0
25-abr							12	5	1		18
26-abr		1					1			2	4
27-abr										5	5
28-abr										12	12
29-abr											0
30-abr											0
01-may											0
02-may								2		2	4
03-may		1					2	2			5
04-may							1	1		2	4
05-may								3		6	9

06-may	3		1	2	7	2	4	19
07-may	5			4	11		2	22
08-may							2	2
09-may				1	1		2	4
10-may								0
11-may	3		2	5	17	2	6	35
12-may							2	2
13-may							1	1
14-may	3			2	16	3		24
15-may	2		1	5	17	2	5	32
16-may	1				1		3	5
17-may								0
18-may								0
19-may				1	1		2	4
20-may	4			4	12			20
21-may			1					1
22-may	1				2			3
23-may					1	1		2
24-may				1				1
25-may			6		1			7
26-may				2	7	1		10
27-may				2	10			12
28-may	3	2	6		3	1	1	16
29-may			1					1
30-may	1		1	1	10			13
31-may								0
01-jun	1			2	3	2	1	9
02-jun				1	2			3
03-jun							1	1
04-jun			2		1		1	4
05-jun	1		2				2	5
06-jun					1			1
07-jun	8		1					9
08-jun								0
09-jun			7	1				8
10-jun			2					2
11-jun	1	2	4	4	1			12
12-jun	1			3	29			33
13-jun	2		2		11			15
14-jun			1					1
15-jun			1	2			4	7
16-jun								0
17-jun			3	1	5	2	2	13

18-jun								3	3	
19-jun	1	6		1		19	17	7	15	66
20-jun	1			4	2					7
21-jun			1						11	12
22-jun									4	4
23-jun										0
24-jun	1			3					4	8
25-jun	1	1		2					1	5
26-jun	1	1		1		3	1		5	12
27-jun									8	8
28-jun				1					2	3
29-jun				1	2		2		2	7
30-jun						1				1
01-jul	1			3	1					5
02-jul			1	1					4	6
03-jul				3	1					4
04-jul			1	1		5	17	3	3	30
05-jul									1	1
06-jul										0
07-jul										0
08-jul				1					4	5
09-jul									3	3
10-jul			2	2					3	7
11-jul				1	1		1		5	8
12-jul										0
13-jul										0
14-jul										0
15-jul				1			1			2
16-jul				1						1
17-jul				5				1		6
18-jul				1						1
19-jul										0
20-jul	1		1	3	5				14	24
21-jul			2		2		2		6	12
22-jul	1	1	2	1	1		4	1	26	37
23-jul					2				11	13
24-jul	1				1					2
25-jul									2	2
26-jul				3	1				5	9
27-jul									2	2
28-jul									2	2
29-jul		1	1		1	1			2	6
30-jul					2					2

31-jul											0
01-ago				4	1			1	5		11
02-ago				1							1
03-ago				1					7		8
04-ago				4					8		12
05-ago		2									2
06-ago				1					2		3
07-ago									4		4
08-ago	1		1	3							5
09-ago			2	1	3	3	4		30		43
10-ago				9	2	2	2		1		16
11-ago				1	2	2			3		8
12-ago				4					1	3	8
13-ago								2		3	5
14-ago		1				1		1			3
15-ago									1		1
16-ago											0
17-ago									2		2
18-ago	1			1							2
19-ago		2		2	6	1	1	1		12	25
20-ago								3	2	7	12
21-ago				1			1	2			4
22-ago										3	3
23-ago		1		2			1			3	7
24-ago											0
25-ago		1		2			1			11	15
26-ago		2					4	1	1	6	14
27-ago							1	5		2	8
28-ago				1						6	7
29-ago							2	1		5	8
30-ago	2	3		3	1	4	1			6	20
31-ago							1	4		1	6
01-sep								1		11	12
02-sep	2	5	5	3	9	2	1	8	5	7	47
03-sep					10		3	1		6	20
04-sep		4	1		2	1	8	14	4	1	35
05-sep	4				4	1		3	2	1	15
06-sep	3				3			7	1	2	16
07-sep				1			3	1			5
08-sep					2			2	1	1	6
09-sep				1	4			3			8
10-sep								1		7	8
11-sep							5	1		2	8

12-sep											0
13-sep											0
14-sep				10	1						11
15-sep		2		3		2	4		4		15
16-sep			2	5	1	6	5		2		21
17-sep		2		3		6	8	8			27
18-sep			2	5					1		8
19-sep	1			2		3	1				7
20-sep											0
21-sep			2	4	1				4		11
22-sep	1	2		1		1	14	4	6		29
23-sep		11		5	2	2	13	9	5		47
24-sep				9		2	2	1	1		15
25-sep				4	1	3	1		5		14
26-sep	8	34	9	27	6	175	194	14	30		497
27-sep	2	1	1			1	6	1			12
28-sep		1		1		6	1				9
29-sep											0
30-sep	1	4		7	1	11	11	3	7		45
01-oct		6		4		15	14	7	2		48
02-oct						1	6	2			9
03-oct											0
04-oct	6	13		13	2	24	40	14	6		118
05-oct											0
06-oct	1			1				1			3
07-oct							1				1
08-oct									2		2
09-oct									2		2
10-oct				1							1
11-oct	1	4		5		3	10	5			28
12-oct											0
Total	48	159	31	23	282	43	409	648	119	474	2236

Tasas de vuelos/hora de cada especie identificada, en los meses de muestreo

Especies	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Total
<i>E. serotinus</i>			0,01	0,03	0,01	0,01	0,06	0,05	0,02
<i>H. savii</i>		0,02	0,09	0,08	0,01	0,04	0,19	0,15	0,08
<i>N. lasiopterus</i>					0,02	0,01	0,06		0,02
<i>N. las/T. ten</i>		0,00		0,01	0,04	0,01	0,01		0,01
<i>N. leisleri</i>		0,00	0,06	0,14	0,13	0,15	0,35	0,15	0,14
<i>N. noctula</i>	0,04			0,03	0,01	0,03	0,05	0,01	0,02
<i>P. kuhlii</i>	0,13	0,08	0,11	0,14	0,03	0,08	0,69	0,28	0,20
<i>P. pipistrellus</i>	0,04	0,10	0,42	0,27	0,08	0,07	0,89	0,46	0,32
<i>P. pygmaeus</i>		0,01	0,04	0,03	0,02	0,02	0,16	0,19	0,06
<i>T. teniotis</i>		0,09	0,13	0,25	0,33	0,41	0,30	0,08	0,24
Total	0,21	0,31	0,87	0,98	0,68	0,83	2,77	1,36	1,12

Anexo II. Especies de murciélagos víctimas de parques eólicos

Especies de quirópteros ibéricos hallados muertos en parques eólicos. Se indican las especies encontradas muertas en PE de España.

ESPECIE	Nombre común	En España
1. <i>Myotis myotis</i>	Murciélago ratonero grande	Sí
2. <i>Myotis blythii</i>	Murciélago ratonero mediano	Sí
3. <i>Myotis daubentonii</i>	Murciélago ratonero ribereño	No
4. <i>Myotis emarginatus</i>	Murciélago ratonero pardo	Sí
5. <i>Myotis bechsteinii</i>	Murciélago ratonero forestal	No
6. <i>Myotis mystacinus</i>	Murciélago ratonero bigotudo	No
7. <i>Myotis capaccinii</i>	Murciélago ratonero patudo	Sí
8. <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Murciélago enano	Sí
9. <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Murciélago de Cabrera	Sí
10. <i>Pipistrellus nathusii</i>	Murciélago de Nathusius	Sí
11. <i>Pipistrellus kuhlii</i>	Murciélago de borde claro	Sí
12. <i>Hypsugo savii</i>	Murciélago montañero	Sí
13. <i>Nyctalus leisleri</i>	Nóctulo pequeño	Sí
14. <i>Nyctalus noctula</i>	Nóctulo mediano	Sí
15. <i>Nyctalus lasiopterus</i>	Nóctulo grande	Sí
16. <i>Eptesicus serotinus</i>	Murciélago hortelano	Sí
17. <i>Eptesicus isabellinus</i>	Murciélago hortelano ibérico	Sí
18. <i>Vespertilio murinus</i>	Murciélago bicolor	Sí
19. <i>Plecotus auritus</i>	Orejudo dorado	No
20. <i>Plecotus austriacus</i>	Orejudo gris	No
21. <i>Barbastella barbastellus</i>	Murciélago de bosque	Sí
22. <i>Miniopterus schreibersii</i>	Murciélago de cueva	Sí
23. <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Murciélago grande de herradura	Sí
24. <i>Rhinolophus mehelyi</i>	Murciélago mediano de herradura	Sí
25. <i>Tadarida teniotis</i>	Murciélago rabudo	Sí

Protocolo de trabajo de campo para el Estudio del uso del espacio por murciélagos (Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente, Gobierno de Navarra).

El trabajo deberá ser realizado por personal competente y con experiencia en la identificación de ultrasonidos de murciélagos. Abarcará la mayor parte de un ciclo biológico anual de actividad, es decir, desde abril hasta octubre, ambos incluidos.

Estudio de la actividad nocturna.

El uso del espacio por murciélagos en el parque eólico se estudiará por medio del análisis de grabaciones de ultrasonidos. Para ello se utilizarán grabadoras de registro automático y continuo de ultrasonidos.

Si el parque dispone de una torre de medición meteorológica, se registrará la actividad en altura de riesgo, es decir, a la altura donde giran las palas, y preferiblemente 25 metros por encima de la zona más baja de giro de las palas, para que las grabaciones se ajusten a la actividad en zona de riesgo

Si el parque no dispone de torre meteorológica o de otra infraestructura de altura similar a los aerogeneradores, el muestreo se realizará al nivel del suelo. Se empleará el número suficiente de grabadoras que cubran los diferentes tipos de hábitats a los que afecte el parque eólico, y al menos una grabadora cada 5 aerogeneradores. Las grabadoras se colocarán dentro del polígono definido por los aerogeneradores más un radio de 1 km, en los hábitats más apropiados para la actividad de estos mamíferos (cursos o masas de agua, lindes de bosques, setos arbolados o roquedos). Para ello, se identificarán previamente los diferentes hábitats presentes en la zona y se justificará la elección de las zonas de muestreo. Cualquier instalación a una distancia inferior a 100 metros de la masa de arbolado caducifolio será considerada de riesgo. En caso de duda, se puede plantear la validez de la selección de ubicaciones escogida a la Sección con competencias en evaluación ambiental.

Las grabadoras registrarán todos los ultrasonidos de su entorno desde la puesta del sol hasta la salida del mismo. Las grabaciones de ultrasonidos deberán ser presentadas en archivo digital junto con el estudio de impacto ambiental y deberán ser almacenadas durante un período mínimo de 5 años por parte del promotor.

Entre el 15 de agosto y el 30 de septiembre se muestreará al menos cinco noches consecutivas cada diez. El resto del período, entre el 1 de abril y el 30 de octubre, se muestreará cinco noches consecutivas de cada 20.

Además de las grabadoras autónomas, se realizarán transectos nocturnos por el recorrido del parque eólico, cubriendo los diferentes tipos de hábitats del lugar, que no contengan grabadoras. Se realizarán al menos cuatro transectos nocturnos, uno por mes durante el período julio-octubre. En estos recorridos se registrarán las especies detectadas y su localización.

Se identificarán las especies presentes en la zona o el género en aquellas que no es posible identificar hasta el nivel de especie (*Myotis*, *Plecotus*). Se determinará la tasa de actividad de cada especie (número de vuelos/hora de grabación) para cada mes. También se tendrá en cuenta la presencia de secuencias de caza, para determinar la actividad de los murciélagos presentes en la zona.

Identificación de refugios de colonias

Además del trabajo nocturno de la actividad de los murciélagos, se realizará un estudio de los refugios presentes en el lugar:

- Se inspeccionarán los refugios potenciales situados en un radio de 2 km alrededor del parque. En caso de detectarse refugios se censarán.
- Se revisarán y censarán los refugios de especies amenazadas que se conozcan previamente, en un radio de 5 km alrededor del parque.

El censo se realizará en las épocas en las que es ocupado por los murciélagos. Si no se conoce, se hará al menos un censo por estación del año.

Revisión bibliográfica

Se revisará la bibliografía disponible (artículos científicos, libros, informes no publicados) referente a murciélagos presentes en las cuadrículas UTM de 10 km de lado ocupadas por el parque eólico, así como las cuadrículas adyacentes.

En estos informes se examinarán las especies presentes en la zona, las épocas de presencia y la actividad desarrollada por ellas. Todas las fuentes consultadas serán reseñadas claramente.

Parques eólicos cercanos

En caso de hallarse algún parque eólico en un radio de 10 km, se revisarán los datos de actividad y de mortalidad registrada en dicho parque, y se incorporarán en el informe del parque objeto de estudio. Estos datos se tendrán en cuenta a la hora de valorar el posible impacto del nuevo proyecto.

Informe final

En el informe final se mostrarán los resultados obtenidos:

- Número de noches completas muestreadas y temporalización
- Especies identificadas.
- Tasa de actividad para cada especie y mes.
- Hábitats favorables para los murciélagos en el polígono del parque y 500 m alrededor.
- Colonias encontradas: localización, especies, número de ejemplares, estacionalidad.
- Valoración del posible impacto del parque sobre las especies identificadas. Se hará especial hincapié en las amenazadas identificadas en la zona y en las más vulnerables a los parques eólicos (géneros *Pipistrellus*, *Hypsugo*, *Eptesicus*, *Nyctalus*, *Miniopterus*, *Tadarida*).
- Recomendaciones (posible cambio de localización de aerogeneradores, recomendación de aumento de la velocidad de arranque, etc.)