

Estudio del impacto del
Parque Eólico La Lobera (Artajona y Tafalla)
sobre los murciélagos

Noviembre 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	11
4.1. Revisión bibliográfica.....	11
4.2. Inspección diurna de la zona	12
4.3. Grabación de la actividad de murciélagos en el punto 1 (torre).....	12
4.4. Grabación de la actividad de murciélagos en el punto 2 (suelo)	16
4.5. Transectos nocturnos	18
4.6. Hábitats más relevantes para los murciélagos.....	19
4.7. Posibles efectos sinérgicos	20
5. CONCLUSIONES	22
6. RECOMENDACIONES	25
7. BIBLIOGRAFÍA.....	26
Anexo I. Tablas de registro de datos	28
Anexo II. Especies de murciélagos víctimas de parques eólicos	34
Anexo III. Protocolo de trabajo de campo (Gob. de Navarra	35

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 La Lobera (Artajona y Tafalla, Navarra), en la cual se prevé la instalación de 5 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 La Lobera se sitúa a 2,6 km al sureste del pueblo de Artajona, a una altitud de 500-600 msnm aproximadamente.

La zona está dedicada principalmente al cultivo intensivo de cereal en secano, con campos separados por setos y pendientes no cultivadas, que se ocupan por matorral mediterráneo y pequeños bosquetes de carrascas. En el lugar también hay algunas plantaciones de pino laricio.

A priori, en la zona no hay refugios naturales para murciélagos, como cuevas, roquedos o árboles con oquedades, aunque existen algunas carrascas viejas y construcciones que podrían ser utilizadas por quirópteros arborícolas y fisurícolas. En las cercanías hay también algunas pequeñas balsas de posible interés para los murciélagos.

Los bosquetes de carrascas y las manchas de matorral mediterráneo podrían tener interés como zonas de caza para murciélagos que se alimentan de insectos en esas zonas o que transitan de una a otra por los abundantes setos arbolados. También las balsas son lugares atractivos para los murciélagos, donde estos pueden cazar insectos o beber.

No existen espacios protegidos en la zona de estudio ni en los alrededores. Los más cercanos al parque eólico son la “Laguna del Juncal”, a 2,6 km hacia el sur y la ZEC “Montes de la Valdorba”, a 6,5 km hacia el oeste.



Figura 1. Situación del PE La Lobera (Artajona - Tafalla).

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 pocos trabajos con datos de murciélagos en esta zona (Alcalde y Escala, 1995; Palomo *et al.*, 2007). 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. *A priori*, en la zona no se conoce ningún refugio de murciélagos.

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.

En el proyecto inicial, el parque constaría de 6 aerogeneradores (aunque finalmente se han reducido a 5), por lo que se colocaron dos grabadoras de ultrasonidos Song Meter 4 BAT y Song Meter Mini Bat (Wildlife Acoustics Ltd.), siguiendo el protocolo del Gobierno de Navarra (Figuras 2 y 3) en dos puntos de muestreo:

- Punto 1. Torre. Una 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 pastizal, con carrascas, pinares y campos de cultivo en su entorno. Esta se sitúa 1 km más al norte del parque eólico.

- Punto 2. Suelo. Otra grabadora se ha colocado en el suelo, entre campos de cultivo de cereal y una espuela ocupada por pequeñas carrascas, coscojas, y otros matorrales mediterráneos. Se encuentra a 30 m de la posición del aerogenerador LOB-3.

Las grabadoras han registrado la actividad de los murciélagos durante 202 (en la torre meteorológica) y 89 (en el suelo) noches completas entre el 30 de marzo y el 17 de octubre de 2021. En total, se han grabado 291 noches. Ver tablas 1 y 2.

Tabla 1. Localización de las grabadoras colocadas en el PE La Lobera.

Pto muestreo	UTM-X	UTM-Y	Altitud	Hábitat	N noches
Punto 1 (torre)	604895	4712749	555	Pastizal y matorral	202
Punto 2 (suelo)	604254	4710370	505	Matorral y cultivos	89



Figura 2. Izquierda y centro: grabadoras de ultrasonidos SM Mini BAT y SM 4 BAT Full Spectrum (Wildlife Acoustics), utilizadas 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 La Lobera. Se indican los dos puntos donde se han instalado las grabadoras de ultrasonidos: la torre meteorológica (punto 1) y el punto 2.



Figura 4. Zona de estudio. Arriba: colocación de la grabadora SM4BAT en la torre meteorológica. Abajo: paisaje de cultivos de cereal, espueñas de matorral mediterráneo y pinares, donde se ha colocado la grabadora SM Mini BAT. A la derecha, la grabadora instalada en una coscoja.

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.

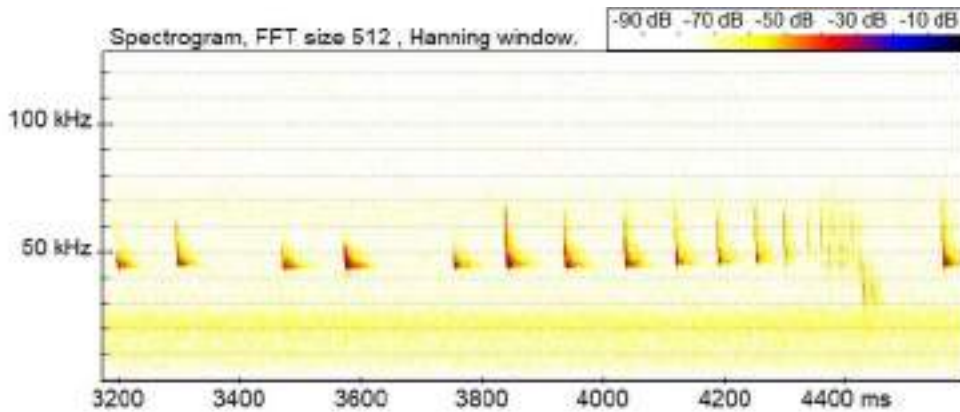


Figura 5. Espectrograma (frecuencia/tiempo) de los ultrasonidos de un murciélago enano, *P. pipistrellus*. A la derecha se aprecia un típico zumbido de caza.

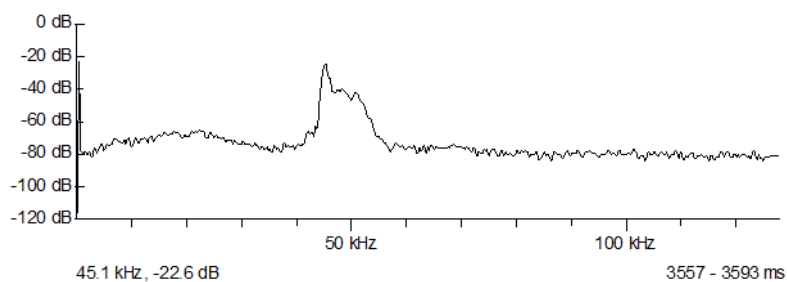


Figura 6 Gráfico de intensidad (amplitud/frecuencia) de un pulso de *P. pipistrellus*. Se observa un pico de máxima amplitud a 47,5 kHz.

Tabla 2. Períodos en los que se ha registrado la actividad de murciélagos con grabadora autónoma

Mes	Punto 1 (torre)		Punto 2 (suelo)		Total
	Períodos	Noches	Períodos	Noches	
Marzo	30-31	2			2
Abril	1-30	30	17-23	7	37
Mayo	1-31	31	19-26	8	39
Junio	1-30	30	21-29	9	39
Julio	1-31	31	21-30	10	41
Agosto	1-31	31	1-29	29	60
Septiembre	1-30	30	5-6 y 18-30	15	45
Octubre	1-17	17	12-22	11	28
Total		202		89	291

Realización de transectos nocturnos.

Se ha realizado un transecto nocturno por pistas de la zona que atraviesan la superficie ocupada por el parque, repetido una vez al mes en el período julio-octubre. El recorrido tiene una longitud total de 4 km y circula principalmente entre campos de cultivo, y espaldas de matorral mediterráneo y carrascas (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 La Lobera.

4. RESULTADOS

4.1. Revisión bibliográfica

El parque previsto se sitúa en la cuadrícula UTM de 10 km XN01, por lo que se ha revisado la presencia de murciélagos en esta cuadrícula y en las ocho adyacentes. Se han citado 11 especies, de las cuales una es dudosa (*P. nathusii*). Además, recientes trabajos sin publicar han identificado la presencia de otras 4 especies (Alcalde, datos sin publicar). Ver tabla 4.

Tabla 3. Cuadrícula donde se sitúa el parque eólico La Lobera (en verde) y adyacentes (en amarillo).

WN 92	XN 02	XN 12
WN 90	XN 01	XN 11
WN 90	XN 00	XN 10

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

*: Especies de difícil separación mediante ultrasonidos, en la zona podría estar presente cualquiera de las dos.

** : Especies identificadas en trabajos recientes, no publicados (Alcalde, datos sin publicar).

Especie	WN 92	WN 91	WM 90	XN 02	XN 01	XN 00	XN 12	XN 11	XN 10
<i>Barbastella barbastellus</i> **					X	X			
<i>Eptesicus serotinus</i> **					X	X			
<i>Hypsugo savii</i> **					X	X			
<i>Miniopterus schreibersii</i>							X		
<i>Myotis emarginatus</i>							X		
<i>Myotis myotis</i>							X		
<i>Myotis blythii</i>									X
<i>Nyctalus leisleri</i> **					X	X			
<i>Pipistrellus kuhlii</i> *	X	X	X	X	X	X			X
<i>Pipistrellus nathusii</i> *	X	X	X	X	X	X			X
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Plecotus austriacus</i>							X	X	X
<i>Rhinolophus hipposideros</i>							X		
<i>Tadarida teniotis</i>	X	X	X	X	X	X			X

La única colonia conocida en la zona se encontraba en el castillo de Olite (8,2 km) y estaba formada por medio centenar de murciélagos ratoneros medianos, *Myotis blythii*. Esta colonia, sin embargo, no se ha vuelto a observar desde 1991 y en la actualidad se considera desaparecida.

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, algunas carrasacas son añosas y de dimensiones considerables, por lo que es posible que ofrezcan refugio en pequeñas oquedades, donde puedan habitar quirópteros arborícolas. También algunas pequeñas construcciones de la zona podrían ser refugio de especies fisurícolas, como las del género *Pipistrellus*.

Por otro lado, las áreas de matorral mediterráneo y los carrascales pueden constituir buenas áreas de caza para algunos murciélagos que aprovechen la abundancia de insectos asociados a esas zonas de vegetación natural.

Las pequeñas charcas también pueden ser atractivas para algunos murciélagos durante la primavera y el comienzo del verano, aunque la mayoría de ellas son de carácter temporal y en los meses más cálidos se llegan a secar. El resto tiene muy poca agua en el verano. Es probable que la ausencia de agua en los meses más cálidos, restrinja las poblaciones de murciélagos de la zona.

Cabe indicar la presencia del Canal de Navarra en el entorno del parque (no en su interior), aunque esta infraestructura mantiene un aspecto muy artificial, con las orillas despejadas de vegetación y abundante agua circulando a velocidad considerable, lo que parece poco atrayente para los quirópteros.

4.3. Grabación de la actividad de murciélagos en el punto 1 (torre)

En 202 noches de grabación a 70 m de altura, se han registrado 1.020 vuelos de murciélagos (0,49 vuelos/hora) pertenecientes a 9 especies. (Ver tabla 5 y figura 8). El mes de mayor actividad ha sido septiembre (0,85 vuelos/hora, ver figura 9). Los días de más actividad se encuentran también en septiembre: las noches del 8 y el 25 se registraron 38 vuelos. Ver figura 10.

Las especies más frecuentes en el punto de muestreo son el murciélago rabudo, *T. teniotis* (41 % del total de vuelos), el enano, *P. pipistrellus* (16 %), el murciélago montañero, *H. savii* (16 %) y el de borde claro, *P. kuhlii* (10 %). El resto son relativamente infrecuentes, aunque cabe mencionar la presencia de los tres nótulos.

Tabla 5. Resultados globales obtenidos en cada mes de muestreo, en la torre.

Mes	N vuelos	N días	N horas/noche	N horas	N vuelos/h
Marzo	0	2	12	24	0,00
Abril	35	30	10,8	324	0,11
Mayo	113	31	9,6	297,6	0,38
Junio	172	30	8,8	264	0,65
Julio	126	31	9	279	0,45
Agosto	207	31	10,2	316,2	0,65
Septiembre	292	30	11,4	342	0,85
Octubre	75	17	13	221	0,34
Total	1020	202	84,8	2067,8	0,49

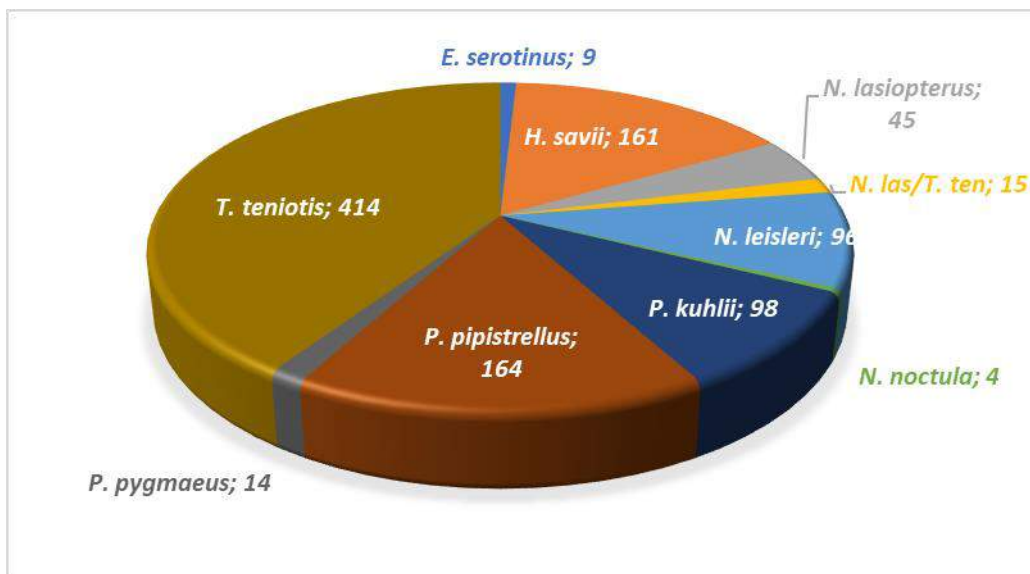


Figura 8. Número total de vuelos registrados en la torre durante todo el muestreo.

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

Especie	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Total	%
<i>E. serotinus</i>	0	0	0	0	0	0	7	2	9	1
<i>H. savii</i>	0	14	36	49	16	15	29	2	161	16
<i>N. lasiopterus</i>	0	0	0	0	7	28	8	2	45	4
<i>N. las/T. ten</i>	0	0	0	1	6	6	2	0	15	1
<i>N. leisleri</i>	0	0	1	1	4	7	58	25	96	9
<i>N. noctula</i>	0	0	0	0	0	2	1	1	4	0
<i>P. kuhlii</i>	0	5	32	31	0	7	21	2	98	10
<i>P. pipistrellus</i>	0	10	36	16	0	1	90	11	164	16
<i>P. pygmaeus</i>	0	0	0	0	0	0	13	1	14	1
<i>T. teniotis</i>	0	6	8	74	93	141	63	29	414	41
Total	0	35	113	172	126	207	292	75	1020	100
N vuelos/hora	0	0,11	0,38	0,65	0,45	0,65	0,85	0,34	0,49	

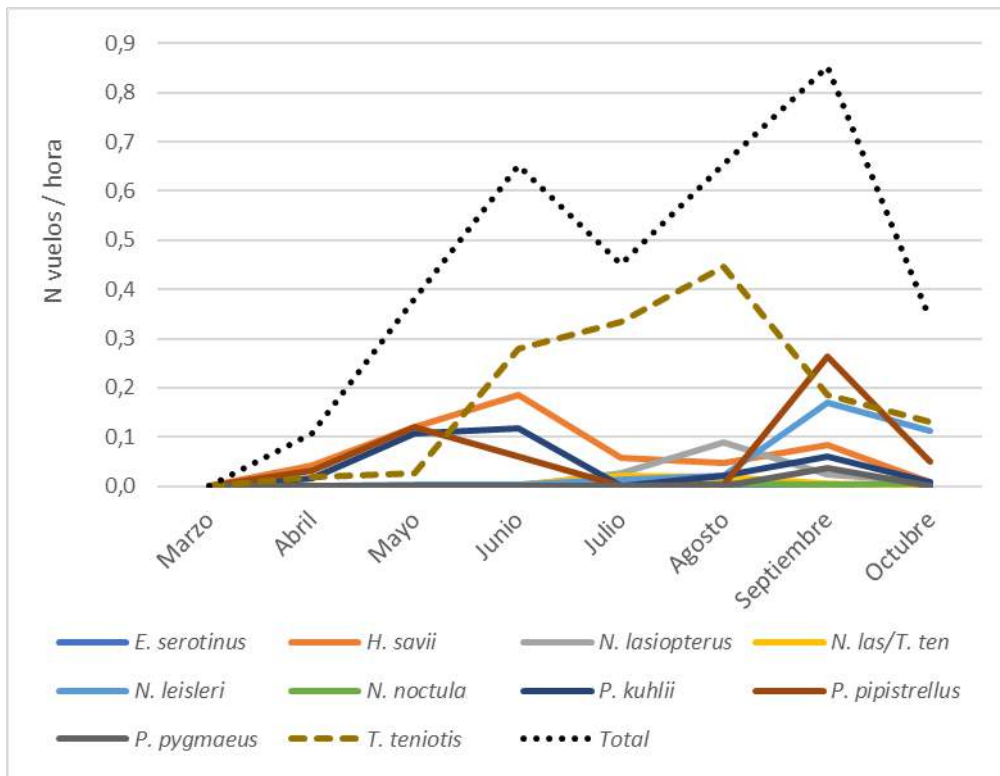


Figura 9. Tasa de actividad (vuelos / hora de grabación) por meses, en la torre muestreada.

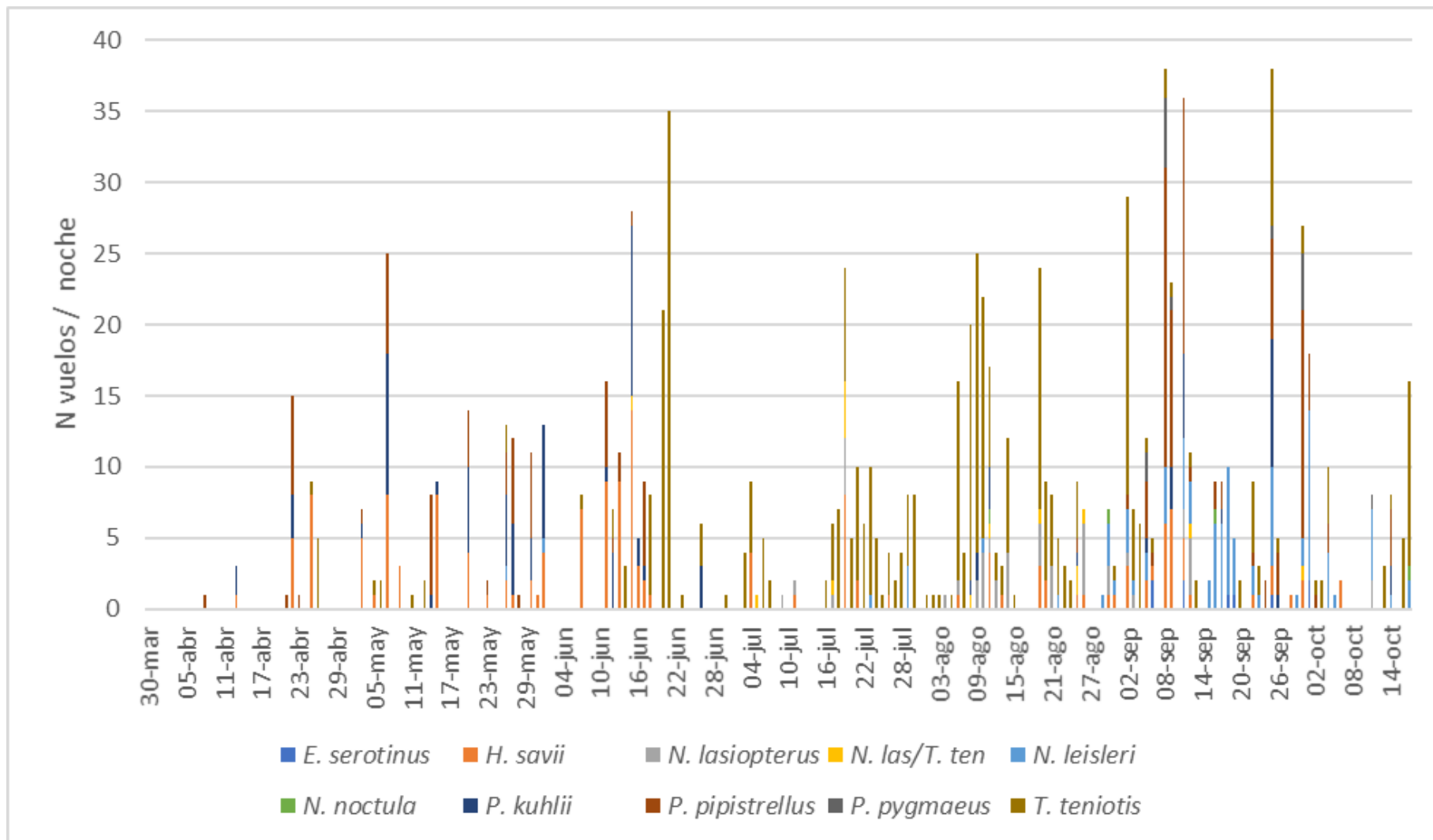


Figura 10. Número de vuelos diarios en la torre meteorológica del PE La Lobera durante todo el período de muestreo

4.4. Grabación de la actividad de murciélagos en el punto 2 (suelo)

En 89 noches se han registrado 1.789 vuelos (1,9 vuelos / hora) pertenecientes a al menos 13 especies, de las que 11 han podido ser determinadas. Las de los géneros *Myotis* y *Plecotus* no pueden ser identificadas mediante ultrasonidos.

Las especies más frecuentes en la zona son el murciélago de borde claro, *P. kuhlii* (39 % de todos los vuelos registrados), el enano, *P. pipistrellus* (30 %) y el montañero, *H. savii* (10 %). Las demás son relativamente escasas (Figura 11).

Todos los meses han registrado una actividad escasa; las mayores tasas de actividad se han observado en mayo (3,9 vuelos / hora), septiembre (2,2 v/h) y agosto (2,1 v/h). Ver figura 12.

Tabla 7. Número de vuelos grabados para cada especie y mes en el punto 2 (suelo).

Especie	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	Total	%
<i>B. barbastellus</i>	2	2			1	2	2	9	1
<i>E. serotinus</i>				3	3	3	3	12	1
<i>H. savii</i>	4	18	14	20	114	28	9	207	12
<i>M. schreibersii</i>					3	3	3	9	1
<i>Myotis sp.</i>	2	4			3	1		10	1
<i>N. lasiopterus</i>	1							1	0
<i>N. las/T. ten</i>	1	1	1		4			7	0
<i>N. leisleri</i>	1				7	34	3	45	3
<i>N. noctula</i>				1	3			4	0
<i>P. kuhlii</i>	8	127	53	42	319	83	69	701	39
<i>P. pipistrellus</i>	12	128	18	21	76	143	130	528	30
<i>P. pygmaeus</i>	1	11			12	68	31	123	7
<i>Plecotus sp.</i>	10	3	1		16	14	18	62	3
<i>T. teniotis</i>	1		10	21	18	11	10	71	4
Total	43	294	97	108	579	390	278	1789	100
N horas	74,2	75,2	77,4	92	281,3	178,6	143	921,7	
N vuelos/hora	0,6	3,9	1,3	1,2	2,1	2,2	1,9	1,9	

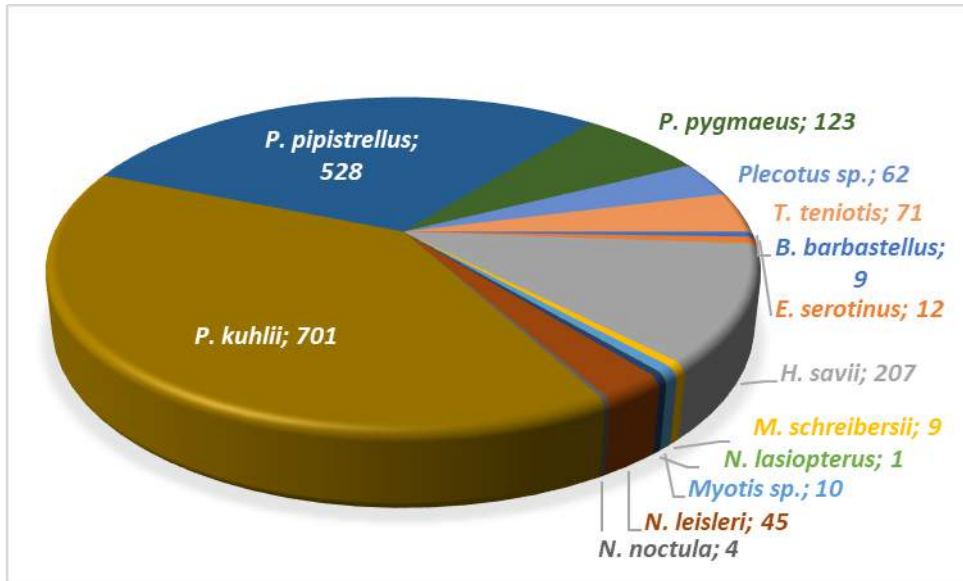


Figura 11. Número total de vuelos registrados en el punto 2 (suelo).

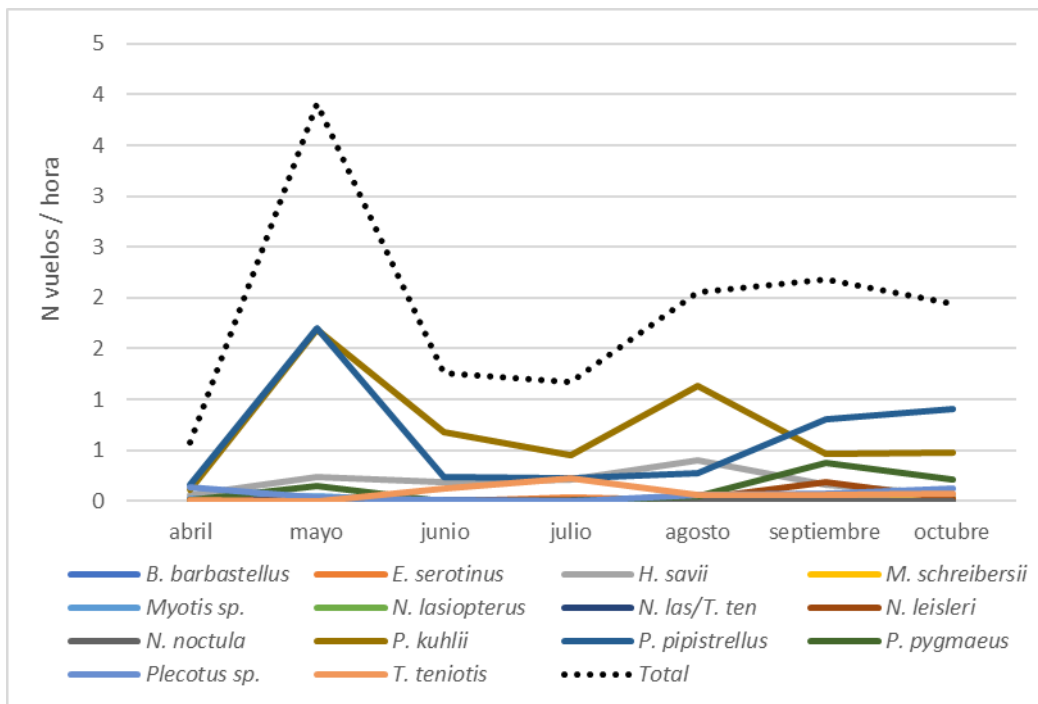


Figura 12. Tasas de vuelos / hora de muestreo para cada especie en el punto 2.

4.5. Transectos nocturnos

En los cuatro transectos nocturnos realizados solo se han identificado dos especies de murciélagos. El número de escuchas ha sido escaso (0,7 vuelos/km recorrido). El más frecuente ha sido el murciélago enano (*P. pipistrellus*), con 8 vuelos; además se han registrado 3 vuelos de murciélagos de borde claro, *P. kuhlii*. No se ha observado ninguna zona con elevada actividad. Se han escuchado varios murciélagos enanos en las cercanías de unas construcciones situadas al sur del parque (caserío de Valdiferrer), lo que parece indicar la presencia de ejemplares habitando en estos edificios. En octubre no se observó actividad (Tabla 8).

Tabla 8. 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	1	1		3	27
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	1	3	4		8	73
Total	2	4	5	0	11	100



Figura 13. Especies de murciélagos identificadas en los transectos nocturnos en el PE La Lobera. Puntos azules: *Pipistrellus kuhlii*; puntos blancos: *Pipistrellus pipistrellus*.

4.6. Hábitats más relevantes para los murciélagos

El polígono donde se instalará el Parque Eólico La Lobera está dedicado principalmente a cultivos herbáceos de secano que tienen poco o nulo interés para los murciélagos.

También hay en la zona numerosas manchas, intercaladas, de terreno forestal no arbolado, cubierto principalmente por matorral mediterráneo y algunos bosquetes de carrascas y pino laricio. De estos hábitats, los carrascales y los pinares son los más relevantes para los quirópteros, y aunque no son lugares óptimos, sí pueden tener un interés medio, dado que ofrecen insectos asociados a estos bosques, refugio en algunas ramas, y diversidad estructural en el paisaje, que facilita el tránsito de muchas especies acostumbradas a volar junto al arbolado.

El caserío de Valdiferrer, situado a 400-500 m de los aerogeneradores Lob-4 y Lob-5 parece ser refugio de algunos murciélagos enanos. Cerca de este caserío se encuentra la única balsa de la zona que mantiene agua durante todo el año. Ambos lugares también pueden tener un interés medio para los quirópteros del lugar.

En definitiva, la zona carece de refugios relevantes y los hábitats del lugar se encuentran parcialmente humanizados. *A priori*, no se observan lugares particularmente valiosos para los quirópteros, aunque sí diversos hábitats de un valor medio (bosquetes, bordas y una charca). Ver figura 14.



Figura 14. Hábitats más relevantes para los murciélagos en el PE La Lobera. Se indica en amarillo las zonas de valor medio. El resto tiene escaso valor para los quirópteros. No se encuentran zonas de valor elevado.

4.7. Posibles efectos sinérgicos

El parque eólico más cercano al PE La Lobera es el PE La Sorda, situado 0,8 km más al oeste. En él se han encontrado 6 murciélagos muertos, todos sin determinar la especie. Además, en un radio de 10 km se encuentran otros 8 parques eólicos. En total, hasta 2020, en estos parques se han encontrado 57 murciélagos muertos, pertenecientes a al menos 10 especies (datos del Gobierno de Navarra). Ver tabla 9.

La especie más afectada es el murciélago enano, *P. pipistrellus* (24 ejemplares hallados, 42 % del total encontrado), muy por encima de las demás. Cabe mencionar que el 21 % de los individuos encontrados no fue identificado. Además destaca el hallazgo de un nóctulo grande, *N. lasiopterus* (PE Tirapu, a 7,8 km) y un nóctulo mediano, *N. noctula* (PE San Esteban, 9 km). Ambas especies se hallan amenazadas y se catalogan como *vulnerable* en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (RD 139/2011).

Obviamente, la mortalidad encontrada es inferior a la real, y esta es desconocida, ya que no se dispone de estimaciones que tengan en cuenta test de permanencia y detectabilidad de cadáveres en cada parque eólico.

Tabla 9. Mortalidad de murciélagos registrada en los parques eólicos situados en un radio de 10 km (Departamento de Medio Ambiente, Gobierno De Navarra)

Parque eólico	Distancia (km)	Mortalidad encontrada
La Sorda	0,8	6 sp.
Caraquidoya	3,9	
Campaña	3,9	5 <i>P. pipistrellus</i> 1 sp.
Peña Blanca II	5,3	3 <i>P. pipistrellus</i> 2 sp.
Barasoain	6,6	4 <i>P. pipistrellus</i> 2 <i>P. pygmaeus</i>
Tirapu	7,8	1 <i>N. lasiopterus</i> 2 <i>P. pipistrellus</i>
Egastiaga	8,3	.
		1 <i>E. serotinus</i> 3 <i>N. leisleri</i> 1 <i>N. noctula</i> 1 <i>P. nathusii</i> 5 <i>P. pipistrellus</i> 2 sp. 1 <i>P. pygmaeus</i> 1 <i>T. teniotis</i>
San Esteban	9	
Guerinda	9,2	4 <i>H. savii</i> 6 <i>P. kuhlii</i> 5 <i>P. pipistrellus</i> 5 sp.

Se conocen además al menos cuatro proyectos eólicos actualmente en tramitación, en el entorno de 10 km alrededor del PE La Lobera.

El cercano parque eólico La Sorda consta de cuatro aerogeneradores de 70 m de altura de buje y 77-82 m de diámetro de rotor (18.525 m² de superficie total barrida por las palas). Por su parte, el parque previsto de La Lobera, constará de otros cinco aerogeneradores de 122,5 m de altura de buje y 163 m de diámetro de rotor (104.283 m² de superficie total barrida por las palas). Es decir, el nuevo parque barrerá una superficie 5,6 veces mayor que el de La Sorda, y su altura mínima de barrido será ligeramente superior a la de este (36,5 m en La Sorda y 41 m en La Lobera).

Teniendo en cuenta estos datos, y considerando que ambos parques se sitúan en ambientes similares, de carrasacas, matorral mediterráneo y campos de cultivo, cabe prever una afección mayor en el PE La Lobera que el observado en el PE La Sorda, lo cual tendrá efectos acumulativos y quizás sinérgicos, dada la cercanía de ambos parques. *A priori*, las especies más afectadas serán probablemente el murciélago enano, *P. pipistrellus* y el de borde claro, *P. kuhlii*. Ambas especies se encuentran protegidas pero no amenazadas. Cuentan con poblaciones abundantes en el entorno y particularmente en los pueblos cercanos (Artajona, Tafalla). No obstante, es posible que se registrase mortalidad de otras especies menos comunes pero también frecuentes en la zona, como el murciélago montaño, *H. savii* y el nóctulo pequeño, *N. leisleri*. El desconocimiento de las especies muertas en La Sorda mantiene esta incertidumbre.

La elevada presencia de parques eólicos en la zona y los nuevos proyectos en tramitación podrían tener efectos acumulativos y quizás sinérgicos sobre algunas especies. Convendría realizar estimaciones de la mortalidad que den una idea real de su magnitud. *A priori*, las especies del género *Pipistrellus* cuentan con poblaciones numerosas en los pueblos del entorno, por lo que no se esperan efectos sinérgicos. No ocurre lo mismo con las especies de los géneros *Nyctalus*, *Hypsugo* y *Tadarida*, que cuentan con poblaciones mucho más reducidas y con dos especies amenazadas. El carácter migrante de los nóctulos, puede agravar el problema. Por otro lado, estas especies son, generalmente, más infrecuentes en el lugar y no se espera mortalidad relevante sobre ellas. Considerando estos aspectos, resulta fundamental realizar un Plan de Vigilancia Ambiental que permita conocer la mortalidad real de cada especie afectada, y si fuera necesario, tomar medidas correctoras.

5. CONCLUSIONES

La zona prevista para el Parque Eólico La Lobera se encuentra considerablemente humanizada por cultivos intensivos de cereal en secano, intercalados con hábitats seminaturales como espueñas de matorral mediterráneo y bosquetes de carrascas y pinos.

En el lugar que ocupará el parque no hay buenas posibilidades de refugios naturales para los quirópteros, ya que no existen cavidades subterráneas o roquedos y el arbolado maduro es muy escaso. Sin embargo, unas pocas carrascas maduras así como pequeñas construcciones agrícolas podrían poder ofrecer refugio a especies arborícolas y fisurícolas. Además, las casas de los pueblos del entorno (Artajona y Tafalla) pueden albergar murciélagos antropófilos y fisurícolas, como los de borde claro, los enanos y los de Cabrera.

En la revisión bibliográfica de trabajos publicados e informes sin publicar se han encontrado datos de la presencia segura de al menos 14 especies en un radio de 10 km alrededor del parque proyectado. La mayoría son comunes, pero algunas son escasas en la zona y en Navarra.

En los transectos nocturnos se ha observado una actividad reducida de solo dos especies de murciélagos, siendo el enano (*P. pipistrellus*) el más frecuente, y septiembre el mes de mayor actividad. La escucha de varios ejemplares de esa especie en los alrededores del caserío Valdiferrier sugiere la posible presencia de una agrupación en esas construcciones.

El estudio de la actividad de murciélagos al norte del parque, 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. En 202 noches se han registrado 1.020 vuelos de murciélagos (0,49 vuelos/hora de grabación). Se observa una actividad regular y relativamente reducida de murciélagos en ese punto, teniendo en cuenta la altura de muestreo. La actividad es algo superior en septiembre, cuando se alcanzan 0,85 vuelos/h. Las especies más frecuentes son el murciélago rabudo, el enano, el montañero y el de borde claro.

El estudio de la actividad mediante una grabadora de ultrasonidos colocada en el suelo, en la zona sur del parque, ha permitido identificar la presencia de al menos 13 especies de quirópteros. En 89 noches se han registrado 1.789 vuelos (1,9 vuelos/hora). Estos datos muestran una diversidad considerable, al tiempo que una actividad muy reducida en este punto. Las especies más frecuentes son el murciélago enano y el de borde claro.

El murciélago rabudo, *T. teniotis* es la especie más registrada en el micrófono situado en altura de riesgo (70 m). Es preciso indicar que este quiróptero emite ultrasonidos muy potentes, que se pueden grabar a una distancia mucho mayor (más de 100 m), que la mayoría de los murciélagos, que sólo se escuchan hasta distancias de 25-30 m, por lo que, si se corrigiera el número de vuelos en función de la distancia de escucha, su frecuencia en la zona sería similar a la del murciélago enano o el montañero. Tiene tamaño grande, vuelo directo y rápido, recorriendo grandes distancias durante sus cacerías nocturnas y volando a gran altura. Es fisurícola y sedentaria. Se distribuye por toda Navarra (Alcalde y Escala, 1995), aunque sus efectivos son probablemente escasos. 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) aunque en los de Navarra es infrecuente (Gob. de Navarra, 2020). No se conocen colonias en el entorno del

parque, aunque se sospecha que pueda haber una agrupación en la Peña de Unzué, a 14 km del parque La Lobera. Teniendo en cuenta el número de escuchas, relativamente elevado, al tiempo que la baja mortalidad observada en parques del entorno, cabe deducir riesgo de mortalidad de esta especie, y probablemente el impacto será moderado.

El murciélago de borde claro, *P. kuhlii*, es el taxón más frecuente al nivel del suelo, aunque en altura es más escaso; es de tamaño pequeño, fisurícola, cazador aéreo y sedentario. Resulta 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). Es frecuente en entornos muy humanizados como pueblos y ciudades, pero también en zonas semi-naturales de la zona media y Ribera. Está protegido aunque no se considera amenazado (Tabla 10). Vuela generalmente a altura media, entre 5 y 10 m, pero 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). Cabe esperar mortalidad escasa de esta especie, dada su escasez en altura y la baja mortalidad registrada en parques del entorno (Gob. de Navarra).

La segunda especie más frecuente en el lugar, a nivel del suelo, es el murciélago enano, *P. pipistrellus*. Es abundante y frecuente 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 10). Vuela generalmente a altura baja (2-10 m) aunque puede adaptar la altura de vuelo a la estructura del paisaje. Es el murciélago más común hallado en los parques eólicos de Navarra (Alcalde y Sáenz, 2005; Gob. de Navarra) y muy frecuente también en los de Europa (Rodrigues *et al.*, 2015). Teniendo en cuenta las grabaciones realizadas (164 en altura y 528 en suelo), es posible que se registre mortalidad de esta especie en el parque. A pesar de ello, se espera un impacto bajo, debido a que el número de grabaciones no es elevado y la especie cuenta con poblaciones numerosas en la región.

El murciélago montañero, *H. savii*, es más escaso que el enano a nivel del suelo, pero igual de frecuente en altura (161 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 encuentra protegido pero no se considera amenazado. Se ha encontrado muerto en numerosos parques eólicos de Navarra y Europa (Alcalde y Sáenz, 2005; Rodrigues *et al.*, 2015; Gobierno de Navarra, 2020). Por todo ello, cabe esperar mortalidad de la especie en el parque, que podría tener más relevancia que en las especies de *Pipistrellus*, dado que cuenta con poblaciones más escasas.

El noctulo 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 en el suelo y en altura provienen de septiembre, por lo que se supone que 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). Cabe esperar riesgo de mortalidad de algunos ejemplares en el parque. Dado que es una especie migrante, la elevada densidad de

parques en el entorno y en sus rutas migratorias, podría tener un efecto significativo sobre sus poblaciones.

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. Se encuentra también con frecuencia en parques eólicos de Europa (Rodrigues *et al.*, 2015). El número de vuelos registrado en altura es relativamente bajo, y la mortalidad observada en los parques del entorno también, por lo que se espera baja o nula afección en el PE La Lobera.

Tabla 10. 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>Barbastella barbastellus</i>	M barbastela	LESPE	LESPE	NA	Bajo
<i>Eptesicus serotinus</i>	M hortelano	LESPE	LESPE	NA	Medio
<i>Hypsugo savii</i>	M montañero	LESPE	LESPE	NT	Alto
<i>Miniopterus schreibersii</i>	M de cueva	E	V	V	Alto
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	Nóctulo grande	V	V	V	Alto
<i>Nyctalus leisleri</i>	Nóctulo pequeño	LESPE	LESPE	NT	Alto
<i>Nyctalus noctula</i>	Nóctulo 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 infrecuentes y por tanto no se espera mortalidad o esta sería muy escasa, aunque cabe destacar dos por ser particularmente vulnerables a los parques eólicos: el nóctulo grande, *N. lasiopterus* y el mediano, *N. noctula*. Ambas se catalogan en España como *vulnerables*, y la segunda se considera *en peligro* en Navarra (Tabla 10). El nóctulo grande ya ha sido encontrado muerto en el PE Tirapu, situado a 8 km, y el mediano en el PE San Esteban, situado a 9 km. Aunque se espera escasa o nula mortalidad de estas especies, dado que son menos frecuentes en la zona, es importante considerar que ambas son arborícolas y realizan grandes desplazamientos a mucha altura, contando además con poblaciones de pequeño tamaño, por lo que son quirópteros especialmente vulnerables a los parques eólicos.

En la grabadora situada al nivel del suelo (punto 2) se han registrado unos pocos vuelos de murciélagos de cueva, *M. schreibersii*. Este quiróptero se considera *en peligro* en Navarra (Tabla 10) y es sensible a la presencia de parques eólicos, aunque su mortalidad es por lo general, muy baja. Considerando que no se ha observado mortalidad en los parques del entorno, ni vuelos de esta especie en el micrófono situado en altura, y a nivel del suelo el número de escuchas es muy escaso, cabe deducir que no se registrará mortalidad de esta especie en el PE La Lobera.

El murciélago hortelano, *E. serotinus*, también es una especie sensible a los parques eólicos, pero no amenazada. En la zona es un animal muy escaso, por lo que no se espera mortalidad en el parque estudiado.

En definitiva, teniendo en cuenta la actividad registrada en la torre meteorológica a 70 m de altura y en el punto 2 al nivel del suelo, así como los datos de mortalidad de los parques cercanos, se prevé que el parque pueda ocasionar principalmente, mortalidad de murciélagos enanos, *P. pipistrellus*, y en menor medida, podría registrarse también mortalidad de murciélagos rabudos, *T. teniotis*, nótulos pequeños, *N. leisleri*, murciélagos montañeros, *H. savii* y de borde claro, *P. kuhlii*.

La presencia en la zona, además, de dos especies amenazadas y muy vulnerables a estas infraestructuras (*N. noctula* y *N. lasiopterus*), de las cuales se ha registrado al menos dos casos de mortalidad en parques del entorno, exige realizar un seguimiento detallado de la posible mortalidad en el PE La Lobera.

6. RECOMENDACIONES

La actividad de los murciélagos en el PE La Lobera es relativamente baja, por lo que *a priori* no se prevé la necesidad de tomar medidas preventivas. No obstante, en el prolongado muestreo realizado en la torre meteorológica, a altura de riesgo, se ha observado un aumento de las tasas de vuelo/hora en agosto y septiembre, que son los meses de mayor mortalidad de quirópteros en los parques eólicos de Navarra (Gobierno de Navarra, 2020). Además, en esos meses se concentra la mayoría de los vuelos de nótulos, las especies previsiblemente más sensibles encontradas en la zona de estudio.

Por ello, conviene desarrollar un detallado 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) para poder estimar la mortalidad real con fiabilidad. Convendría realizar la búsqueda de cadáveres 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 la velocidad de arranque de las turbinas implicadas durante las noches de los períodos de mayor accidentalidad, previsiblemente agosto-octubre. 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).

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 afectadas.

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, noviembre 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>E. ser</i>	<i>H. sav</i>	<i>N. las</i>	<i>N. las /T. ten</i>	<i>N. lei</i>	<i>N. noc</i>	<i>P. kuh</i>	<i>P. pip</i>	<i>P. pyg</i>	<i>T. ten</i>	Total
30-mar											0
31-mar											0
01-abr											0
02-abr											0
03-abr											0
04-abr											0
05-abr											0
06-abr											0
07-abr											0
08-abr								1			1
09-abr											0
10-abr											0
11-abr											0
12-abr											0
13-abr		1					2				3
14-abr											0
15-abr											0
16-abr											0
17-abr											0
18-abr											0
19-abr											0
20-abr											0
21-abr								1			1
22-abr		5					3	7			15
23-abr								1			1
24-abr											0
25-abr		8								1	9
26-abr										5	5
27-abr											0
28-abr											0
29-abr											0
30-abr											0
01-may											0
02-may											0
03-may		5					1	1			7
04-may											0
05-may		1								1	2

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

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

31-jul									0
01-ago								1	1
02-ago								1	1
03-ago								1	1
04-ago			1						1
05-ago								1	1
06-ago		1	1					14	16
07-ago								4	4
08-ago				1		1		18	20
09-ago			2			2		21	25
10-ago			4		1			17	22
11-ago		4	1	1		1	3	7	17
12-ago			2					2	4
13-ago		1						2	3
14-ago			4					8	12
15-ago								1	1
16-ago									0
17-ago									0
18-ago									0
19-ago		3	3	1				17	24
20-ago		2						7	9
21-ago			3					5	8
22-ago				1				4	5
23-ago								3	3
24-ago								2	2
25-ago		1		2		1	1	4	9
26-ago		1	5	1					7
27-ago									0
28-ago									0
29-ago				1					1
30-ago		1	2	3		1			7
31-ago		1		1				1	3
01-sep									0
02-sep		3	1	3			1	21	29
03-sep			1	1				5	7
04-sep								6	6
05-sep		2		2		1	4	2	12
06-sep	2	1					1	1	5
07-sep									0
08-sep		6		4			21	5	38
09-sep		7				3	11	1	23
10-sep									0
11-sep	2	3	2		5	6	18		36

12-sep		1	4		1	3			1		1	11
13-sep										2		2
14-sep												0
15-sep						2						2
16-sep					6	1		2				9
17-sep					6		1	2				9
18-sep	1				9							10
19-sep	1				4							5
20-sep										2		2
21-sep												0
22-sep		1			2			1		5		9
23-sep					1					2		3
24-sep								2				2
25-sep	1	2			7		9	7	1	11		38
26-sep							1	3		1		5
27-sep												0
28-sep		1										1
29-sep					1							1
30-sep		2			1	2		16	4	2		27
01-oct	2				12			4				18
02-oct								1		1		2
03-oct										2		2
04-oct					4			2		4		10
05-oct					1							1
06-oct		2										2
07-oct												0
08-oct												0
09-oct												0
10-oct												0
11-oct			2		5				1			8
12-oct												0
13-oct										3		3
14-oct					1		2	4		1		8
15-oct												0
16-oct										5		5
17-oct					2	1				13		16
Total	9	161	45	15	96	4	98	164	14	414	1020	

Tasas de vuelos/hora de cada especie identificada, en los meses de muestreo en la torre (a 70 m)

Lobera	<i>E. ser</i>	<i>H. sav</i>	<i>N. las</i>	<i>N. las /T. ten</i>	<i>N. lei</i>	<i>N. noc</i>	<i>P. kuh</i>	<i>P. pip</i>	<i>P. pyg</i>	<i>T. ten</i>	Total
Marzo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abril	0	0,043	0	0	0	0	0,015	0,031	0	0,019	0,108
Mayo	0	0,121	0	0	0,003	0	0,108	0,121	0	0,027	0,380
Junio	0	0,186	0	0,004	0,004	0	0,117	0,061	0	0,280	0,652
Julio	0	0,057	0,025	0,022	0,014	0	0	0	0	0,333	0,452
Agosto	0	0,047	0,089	0,019	0,022	0,006	0,022	0,003	0	0,446	0,655
Septiembre	0	0,085	0,023	0,006	0,170	0,003	0,061	0,263	0,038	0,184	0,854
Octubre	0,009	0,009	0,009	0	0,113	0,005	0,009	0,050	0	0,131	0,339
Total	0,004	0,078	0,022	0,007	0,046	0,002	0,047	0,079	0,007	0,200	0,493

Tasas de vuelos/hora de cada especie identificada, en los meses de muestreo en el punto 2 (suelo)

Especie	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	Total
<i>B. barbastellus</i>	0,027	0,027			0,004	0,011	0,014	0,010
<i>E. serotinus</i>				0,033	0,011	0,017	0,021	0,013
<i>H. savii</i>	0,054	0,239	0,181	0,217	0,405	0,157	0,063	0,225
<i>M. schreibersii</i>					0,011	0,017	0,021	0,010
<i>Myotis sp.</i>	0,027	0,053			0,011	0,006		0,011
<i>N. lasiopterus</i>	0,013							0,001
<i>N. las/T. ten</i>	0,013	0,013	0,013		0,014			0,008
<i>N. leisleri</i>	0,013				0,025	0,190	0,021	0,049
<i>N. noctula</i>				0,011	0,011			0,004
<i>P. kuhlii</i>	0,108	1,689	0,685	0,457	1,134	0,465	0,483	0,761
<i>P. pipistrellus</i>	0,162	1,702	0,233	0,228	0,270	0,801	0,909	0,573
<i>P. pygmaeus</i>	0,013	0,146			0,043	0,381	0,217	0,133
<i>Plecotus sp.</i>	0,135	0,040	0,013		0,057	0,078	0,126	0,067
<i>T. teniotis</i>	0,013		0,129	0,228	0,064	0,062	0,070	0,077
Total	0,580	3,910	1,253	1,174	2,058	2,184	1,944	1,941

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.)