



MVOTMA

Ministerio de Vivienda
Ordenamiento Territorial
y Medio Ambiente

Guía para el monitoreo de aves y murciélagos en parques eólicos

Febrero 2017



Foto de tapa: Santiago Carvalho

Bandurria baya (*Theristicus caudatus*)

Autoridades

Ministra de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente

Eneida de León

Subsecretario de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente

Jorge Rucks

Director Nacional de Medio Ambiente

Alejandro Nario

Grupo de trabajo

Dirección Nacional de Energía - MIEM

Pablo Caldeiro

Vanessa Labadie

Alicia Torres

UTE

María Carrau

Gustavo Cristiani

Magdalena Mandia

Área Evaluación de Impacto Ambiental DINAMA - MVOTMA

María Noel Martínez

Pablo Rocca

Pablo Waldenfels

Elaboración del documento

Diego Caballero

(PNUD Proyecto URU/14/001)

Revisión

Gerente Área Evaluación de Impacto Ambiental DINAMA

Rosario Lucas

Director División Emprendimientos de Alta Complejidad

DINAMA

Eugenio Lorenzo

Director Evaluación de Impacto Ambiental y Licencias Ambientales

DINAMA

Luis Anastasia

Índice

1. Objetivo.....	5
2. Proceso de elaboración	5
3. Alcance	5
4. Viabilidad Ambiental de Localización	6
4.1. Área de afectación	8
5. Estudio de Impacto Ambiental	10
5.1 Objetivos.....	10
5.1.1 Caracterización del área de afectación	10
5.1.2 Caracterización del ensamble de aves silvestres y murciélagos	10
5.1.3 Identificación de especies de interés para la conservación y/o que potencialmente puedan tener conflicto con el emprendimiento eólico	11
5.2 Esfuerzo de muestreo	11
5.3 Las técnicas de monitoreo	12
5.3.1 Monitoreo de Aves.....	12
5.3.1.1 Monitoreos poblacionales diurnos.....	12
5.3.1.2 Monitoreos poblacionales nocturnos.....	15
5.3.2 Monitoreo de murciélagos	16
6 Monitoreo operativo.....	17
6.1 Estimación de mortalidad	17
6.1.1 Factores de corrección	21
Corrección de área.....	21
Corrección de carroñeo	22
6.2 Poblacional y actividad	23
7 Impacto acumulativo	23
8 Mitigación y Compensación	23
9 Estandarización de entrega de datos	25
10 Información climática.....	25
11 El equipo técnico en campo	25
12 Desafíos a futuro	25
12.1 Investigación básica.....	26
12.2 Investigación aplicada.....	26
13 Bibliografía Citada	27
Anexo 1	31
Anexo 2	34
Anexo 3.....	36
Problemática global	37
Los impactos a aves silvestres y murciélagos	37
La fauna de objetivo.....	39
Bases legales.....	40

1. Objetivo

El objetivo del presente documento es guiar y apoyar la evaluación de impacto ambiental y el seguimiento ambiental en la fase de operación de parques eólicos, específicamente, en lo que respecta a fauna de aves silvestres y murciélagos; Esta guía es un complemento a la guía evaluación de impacto ambiental para parques eólicos (DINAMA – MVOTMA)

2. Proceso de elaboración

En vista al desarrollo en el país del sector eólico se conformó un grupo de trabajo integrado por la DINAMA, la DNE y UTE, para la elaboración de una guía de buenas prácticas para la evaluación de impactos ambientales de parques eólicos en aves y murciélagos, y para el monitoreo durante la operación de los proyectos. Para la elaboración del presente documento se partió de la “Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental de Parques Eólicos” (DINAMA-MVOTMA, 2015) y un índice temático elaborado por el Grupo de Trabajo.

Finalmente este documento fue elaborado durante la consultoría del Proyecto de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD URU/14/001) en consenso con el grupo de trabajo.

3. Alcance

Se entiende pertinente utilizar la guía como herramienta para todo proyecto de generación de energía eléctrica de fuente eólica que se encuentre comprendido en el ámbito de aplicación del artículo 2 del Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y Autorizaciones Ambientales (Decreto N°349/005, de 21 de setiembre de 2005) y en el Artículo 2 del Decreto 178/009. La propuesta de criterios en esta guía, en tanto no deriven de normativa vigente, es formulada sin carácter vinculante y no queda impedida la aplicación de otros criterios o el uso de otras guías técnicas, cuya aplicabilidad tendría que ser debidamente justificada para cada proyecto.

Aunque los proyectos de menor porte (de 1 a ≤ 10 MW) no se encuentran en el ámbito de aplicación del Reglamento, la presente guía podrá ser empleada para mejorar su desempeño ambiental.

Los lineamientos presentados en esta guía son un complemento a la “Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental para Parques Eólicos” la cual deberá ser tomada como referencia. El presente documento contiene herramientas y métodos para el estudio de aves silvestres y murciélagos específicos para el desarrollo de parques eólicos “on shore” (continentales) y pretende apoyar en la tramitación de la Comunicación del Proyecto y su declaración de Viabilidad Ambiental de Localización (VAL), Autorización Ambiental Previa (AAP), Autorización Ambiental Especial (AAE), Autorización Ambiental de Operación (AAO) y renovaciones de AAO. En tal sentido, contiene la metodología para la realización de la evaluación de impacto ambiental, su línea de base y del monitoreo operativo en parques eólicos.

Debido a la reciente experiencia nacional en el desarrollo de parques eólicos este documento incorpora principalmente información bibliográfica sobre la temática. Ya que la problemática del impacto sobre aves silvestres y murciélagos es sitio-específica, cobra gran importancia realizar revisiones periódicas de este

documento para contemplar la información generada de las experiencias en el país. En estas revisiones se debe incorporar información sobre el impacto en los parques nacionales como por ejemplo: identificación de las especies que están siendo afectadas, en que regiones y ambientes, estacionalidad del impacto entre otras. Lógicamente, las revisiones han de incorporar también la información generada de las experiencias de la aplicación de medidas de mitigación y la nueva producción científica nacional e internacional sobre la problemática.

4. Viabilidad Ambiental de Localización

La selección del sitio del emprendimiento es fundamental para evitar y reducir al mínimo los posibles efectos adversos sobre la diversidad de aves silvestres y murciélagos. Un análisis temprano de la sensibilidad ambiental de la zona de planificación de ubicación del proyecto y las infraestructuras que lo acompañan (subestaciones, líneas de alta tensión, oficinas, caminería y otros) ayudará a determinar el nivel de afectación potencial del mismo sobre la fauna objetivo. Por lo tanto, uno de los primeros pasos a considerar para establecer un parque eólico es la proximidad a sitios con valores para la conservación nacionales, regionales e internacionales que puedan entrar conflicto con el mismo (incluidas los situados al otro lado de las fronteras nacionales).

Los sitios con valores para la conservación pueden ser de interés local, regional e internacional y que presenten alguna característica reconocida por su valor natural. Un ejemplo de esto pueden ser los sitios RAMSAR, Reservas de Biósfera, Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (IBAs – Aves Uruguay/BirdLife International), Áreas Protegidas (Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SNAP), áreas de conservación o interés ambiental departamentales, ecosistemas singulares, ecosistemas amenazados, sitios de congregación de fauna, rutas migratorias y sitios que cumplan una etapa clave en el ciclo de vida de especies de interés de conservación y/o potencialmente afectadas por el emprendimiento. Contar con la información ambiental necesaria para este fin permite establecer una selección óptima de sitios y alternativas de ubicaciones.

Para determinar si existe solapamiento entre sitios de interés eólico y sitios de interés para la conservación es recomendable:

- Contrastar mapas del recurso eólico con mapas que contengan la información ambiental de interés. Por ejemplo, sitios RAMSAR, Reservas de Biósfera, Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (IBAs – Aves Uruguay/BirdLife International), Áreas Protegidas (Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SNAP), áreas de conservación o interés ambiental departamentales entre otros mapas que expresen los valores de biodiversidad y conservación en el país (Tabla 1).
- Consultar a especialistas y/o organizaciones de conservación, especialistas en aves y/o murciélagos (por ejemplo: instituciones gubernamentales como Museos de Historia Natural, Universidades, organizaciones no gubernamentales).
- Búsqueda bibliográfica en la literatura especializada de aves silvestres, murciélagos y la problemática de la fauna objetivo con parques eólicos.

Tabla 1. Sitios web que contienen la información de interés sobre áreas relevantes para la conservación, especies de interés y emprendimientos eólicos en el país.

Temática	Página Web	Institución
Áreas Protegidas	http://www.mvotma.gub.uy/snap	Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP-MVOTMA)
Áreas Protegidas, ecosistemas, proyectos impacto ambiental evaluados y otras herramientas	http://www.dinama.gub.uy/visualizador/	Sistema de Información Ambiental (DINAMA-MVOTMA)
Ubicación y características emprendimientos eólicos	http://www.energieolica.gub.uy/	Energía Eólica Uruguay (DNE-MIEM)
Base de datos global de biodiversidad	http://www.gbif.org/country/UY/participation	Global Biodiversity Information Facility (GBIF) (DINAMA-MVOTMA)
Sitios de interés territorial (como áreas protegidas)	http://sit.mvotma.gub.uy/	Sistema de Información Territorial (DINOT-MVOTMA)
Información general sobre las especies (ecosistemas, prioritarias para la conservación en Uruguay, otras)	http://www.snap.gub.uy/especies/	Base de datos de especies SNAP (SNAP-MVOTMA)
Estatus global de conservación	http://www.iucnredlist.org/	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)
Humedales de interés Internacional	http://www.ramsar.org/	Convención Ramsar
IBAs (Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves)	http://www.birdlife.org/	BirdLife International

Mientras no exista normativa que especifique impactos admisibles en la biodiversidad y se generen los conocimientos necesarios para entender mejor la interacción de las especies con los parques eólicos y su sensibilidad ante ellos, se plantean los siguientes lineamientos (DINAMA – MVOTMA, 2015):

Un Parque Eólico no debe tener impactos en los objetivos de conservación de áreas protegidas por normativa nacional o departamental, reservas de biósfera, áreas protegidas ingresadas al SNAP y sitios Ramsar. Como medida precautoria en ningún caso se deben instalar parques eólicos dentro de áreas protegidas y su zona adyacente, si los objetivos de conservación del área incluyen la protección de especies prioritarias para la conservación que puedan verse afectadas por la instalación de aerogeneradores.

Un parque eólico tampoco debería ser causa de la disminución de poblaciones de especies amenazadas o endémicas de la lista de especies prioritarias para la conservación, estén definidas áreas de protección para estas especies o no. Esto no significa que un parque eólico no pueda instalarse en un área con presencia de especies prioritarias para la conservación pero su presencia puede incidir en los esfuerzos necesarios para estudios de línea de base, estudios de impacto ambiental, monitoreo y el rigor de medidas de mitigación o compensación.

Se recomienda además ser especialmente precautorio y tomar medidas para no impactar de manera significativa en poblaciones de especies dentro de un hábitat o una unidad de paisaje destacado por sus valores naturales como pueden ser las IBAs.

4.1. Área de afectación

El área de afectación es el área geográfica en relación a la cual se van a evaluar los impactos ambientales. Se tomarán criterios en base a la fauna objetivo y se establecerá un perímetro fijo para cada grupo zoológico objetivo de entre 500 m (mínimo) hasta 6 km (potencial máximo) (S.N.H., 2014). Este perímetro se confeccionará en base a los aerogeneradores más externos (Figura 1). Se debe considerar la visita del sitio si es escasa la información en la literatura o para la verificación de información de interés (por ejemplo: existencia de dormideros, colonias reproductivas, presencia especies amenazadas, etc.).

Complementariamente, el técnico actuante podrá considerar una serie de sitios potencialmente sensibles por fuera del perímetro del área de afectación. Se deberá recabar la información biológica bibliográfica, de evaluaciones ambientales y operativa previas existente de los mismos.

Los potenciales sitios sensibles a considerar por fuera del perímetro del área de afectación (modificado de Atienza *et al.*, 2011) son:

- Reservas de Biósfera, Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (IBAs – Aves Uruguay/BirdLife International), Áreas Protegidas (Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SNAP), áreas de conservación o interés ambiental departamentales, humedales (naturales o artificiales) y costa que sean sitios de concentración (dormideros, colonias de aves acuáticas, áreas de alimentación de aves playeras, corredores biológicos) u otra figura de conservación distantes hasta 15 km del perímetro mínimo. Los humedales considerados deben estar incluidos en el Inventario Nacional de Humedales (DINAMA-MVOTMA, actualmente en desarrollo) o justificar los valores de conservación para ser considerado.
- Otros proyectos eólicos distantes hasta 15 km del perímetro mínimo.
- Basureros o vertederos que concentren grandes cantidades de aves distantes hasta 5 km del perímetro mínimo.
- Refugios de importancia para murciélagos distantes hasta 10 km del perímetro mínimo.

El estudio de Viabilidad Ambiental de Localización debería contener por los menos la siguiente información:

- *Localización del sitio y descripción del emprendimiento.* Deberá incluir la información que solicita la Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental de Parques Eólicos (DINAMA-MVOTMA, 2015).
- *Listado de especies de aves silvestres y murciélagos* potencialmente presentes incluyendo: categoría de amenaza UICN global y nacional (siempre que exista), prioridad de conservación en el país (en base a Soutullo *et al.*, 2013 o actualizaciones del trabajo) y estatus migratorio (ver Anexo 1).

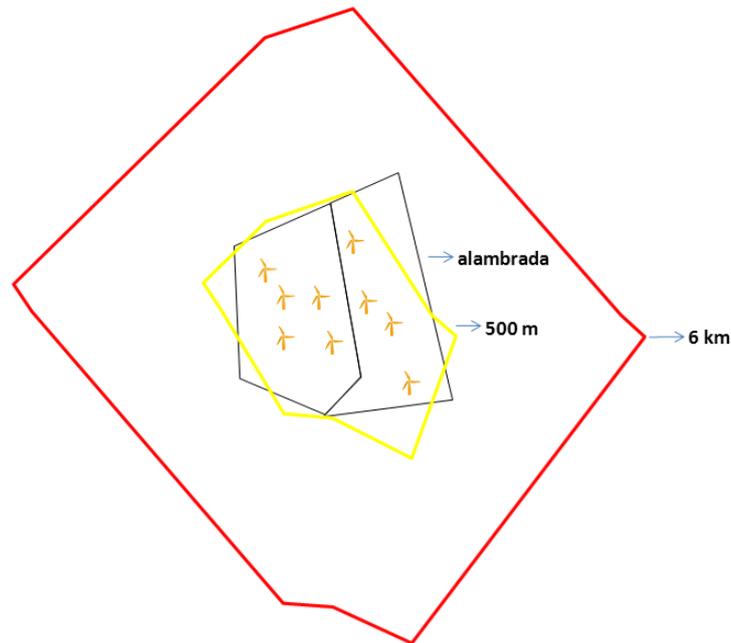


Figura 1. Esquematación del área de afectación con los perímetros mínimo (500 m) y máximo (6 km). El ancho de perímetro será establecido por el técnico dentro de este rango establecido en función a la fauna de interés. Podrán incluirse también sitios por fuera del mismo en función a la lista propuesta.

- *Sitios destacados por aspectos de conservación (valores o amenazas) cercanos.* Un Área Protegida, zona protegida o de conservación departamental, IBA, Reserva de Biósfera, humedales (naturales o artificiales dentro del Inventario Nacional de Humedales o justificada su inclusión), zonas costeras distantes que sean sitios de concentración de aves (dormideros, colonias de aves acuáticas, áreas de alimentación de playeras, corredores biológicos) u otra figura de conservación en un radio de hasta 15 km del perímetro mínimo (Atienza *et al.*, 2011).
- *Parques eólicos cercanos.* Deben contemplar los emprendimientos eólicos en un radio de hasta 15 km del perímetro mínimo (Atienza *et al.*, 2011). Indicar características generales de los emprendimientos eólicos cercanos, valores de diversidad de la fauna de interés, amenazas e impactos si ya fueron evaluados.
- *Especies potencialmente sensibles* al emprendimiento (resultado de la búsqueda bibliográfica e información de emprendimientos cercanos), incluir una breve justificación de su inclusión.
- *Bibliografía citada*

En muchas ocasiones la información bibliográfica es escasa y es necesaria por su relevancia la verificación en campo. Por ejemplo, puede ser necesario comprobar *in situ* ciertos valores de conservación o de forma adecuada el área de afectación.

5. Estudio de Impacto Ambiental

5.1 Objetivos

En esta etapa se debe generar información cualitativa y cuantitativa sobre la fauna de interés en el área de afectación.

El objetivo general de esta etapa es analizar el ensamble de aves silvestres y murciélagos, o sea, el uso (espacial y temporal) por parte de los mismos en el área de afectación. Además se debe analizar el potencial impacto del emprendimiento eólico sobre la fauna objetivo¹.

La información sobre la fauna objetivo obtenida y analizada en el estudio de impacto ambiental y su línea de base será el insumo para la evaluación de los impactos sobre la fauna y la comparación con la información obtenida durante los monitoreos poblacionales y mortalidad en etapas operativas.

Para cumplir con el objetivo general se sugiere:

- Caracterizar el área de afectación (en base a los sitios relevantes para aves silvestres y murciélagos) (información ya recopilada en la Viabilidad Ambiental de Localización).
- Caracterizar el ensamble de aves silvestres y murciélagos (riqueza específica y abundancia) que hacen uso del área de afectación del emprendimiento eólico.
- Identificar las especies que tienen interés para la conservación a nivel global y nacional e identificar las especies que potencialmente puedan tener conflicto con el emprendimiento eólico. Realizar una descripción de las mismas que incluyan los motivos del potencial riesgo.

5.1.1 Caracterización del área de afectación

Se deben indicar los ambientes dominantes del sitio y relevantes para la fauna objetivo. Incluir un mapeo de estos y de las principales características del emprendimiento (aerogeneradores, líneas de transmisión internas, caminería, edificios, obradores y otros) según lo indica la Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental para Parques Eólicos (DINAMA-MVOTMA, 2015). Esto se debe complementar con un texto explicativo de las características faunísticas y los valores de conservación de los mismos que justifiquen su inclusión. De la misma manera incluir los emprendimientos eólicos cercanos al mismo (ver apartado 4.1. Área de Afectación).

5.1.2 Caracterización del ensamble de aves silvestres y murciélagos

Se requiere información sobre las especies (riqueza) que hacen uso del área de afectación y su abundancia relativa (número de individuos). Esta información será recabada e informada con una frecuencia estacional en aves y de temporada fría y cálida como mínimo en murciélagos.

¹ Se define como “ensamble” a las especies (riqueza) y su abundancia (número de individuos) presentes en un área de interés durante un periodo determinado.

Las comunidades de aves y murciélagos presentan una importante estacionalidad (Sick, 2001; Hundt, 2012). Esta estacionalidad se refleja en corrientes migratorias de aves silvestres y murciélagos que llegan y dejan el país, y la región, en primavera y otoño las aves (Sick, 2001; Azpiroz, 2003) o pauta de hibernación durante la temporada fría los murciélagos (Hundt, 2012). Se cuenta con poca información bibliográfica sistematizada sobre los movimientos locales de las especies de aves silvestres y murciélagos en Uruguay, por esta razón, cobra mucha importancia la información recabada en estas instancias de evaluación del emprendimiento eólico. Particularmente, no se ha generado información detallada de migración de murciélagos en el país (González *in litt.*, 2016).

Acompañando la información del ensamble y su estacionalidad, se debe incluir información espacial del mismo. Destacar los aspectos más relevantes que contribuyan a evaluar el potencial impacto del emprendimiento eólico (por ejemplo: sitios destacados por su riqueza y abundancia y otros aspectos que el técnico considere relevantes en función al emprendimiento y las especies). Complementar el análisis de la información numérica con figuras que ayuden a la interpretación comprensiva de los datos. Éstas deben presentar los sitios de importancia de riqueza y abundancia, la ubicación de las especies amenazadas y las especies sensibles al emprendimiento, sitios de concentración de especies (alimentación, dormideros, colonias reproductivas y/o corredores biológicos) y otras características que el técnico considere necesario informar.

5.1.3 Identificación de especies de interés para la conservación y/o que potencialmente puedan tener conflicto con el emprendimiento eólico

Identificar las especies que potencialmente pueden entrar en conflicto con el emprendimiento eólico señalando aquellas que presenten interés de conservación. En cuanto a las especies prioritarias de aves no se considerarán las que hayan sido incluidas exclusivamente por el criterio número 7² (especies de valor cultural y/o económico). Complementariamente a la información vinculada al estudio del ensamble se debe incorporar cuáles son los problemas o el interés de conservación de estas especies y evaluar si el emprendimiento puede afectar a las mismas.

5.2 Esfuerzo de muestreo

Para todo proyecto de PE se deberá realizar una línea de base de aves y mamíferos voladores durante al menos un año antes de iniciar las obras de construcción (el estudio de impacto deberá contener una línea de base de al menos 6 meses, y abarcando por lo menos parte de las temporadas fría y cálida). En los relevamientos poblacionales de la línea de base se debe incluir toda el área de afectación. El esfuerzo en días de campo debe ser el suficiente para poder cumplir todas las tareas de monitoreo sugeridas. Este esfuerzo será variable y dependerá de la accesibilidad al sitio, extensión y diseño del parque eólico (por ejemplo número y configuración de los aerogeneradores, topografía) entre otras características. Las campañas de línea de base serán por lo menos estacionales en aves (otoño, invierno, primavera y verano) y para murciélagos se realizará una campaña en estación fría (otoño e invierno) y tres campañas en temporada cálida

² Especies prioritarias para la conservación en Uruguay. Vertebrados, moluscos continentales y plantas vasculares. (Soutullo et al., 2013).

(primavera y verano). Se recomienda tomar verano como los meses enero, febrero y marzo y así continuar con las restantes estaciones.

Se deberá tener en cuenta que las especies pueden modificar su comportamiento en distintas condiciones climáticas (por ejemplo viento) (Erickson *et al.*, 2001; Drewitt & Langston, 2008) y pueden tener un uso diferencial del sitio a lo largo del día (Zaldúa, 2012). No se recomienda realizar muestreos bajo lluvia.

5.3 Las técnicas de monitoreo

Se plantean diversas técnicas de monitoreo de aves silvestres y murciélagos para cumplir con los objetivos de la evaluación de impacto ambiental. Estas pueden ser complementadas por métodos que el técnico consideren necesarias en base a las características del sitio específico y las especies presentes.

Una metodología de trabajo sistematizada y clara permite fácilmente el entendimiento del trabajo realizado y su replicación. La estandarización de los métodos de muestreo hace viable el contraste numérico de los datos poblacionales durante las fases pre operativa y operativa.

5.3.1 Monitoreo de Aves

El estudio poblacional de aves se basará en el análisis del ensamble de aves, o sea, las especies de aves que habitan en un sitio y periodo determinados y la actividad de vuelo de las aves en los sitios de los aerogeneradores. Para los relevamientos poblacionales de aves existen diversas técnicas dependiendo de los ambientes a trabajar y los objetivos del estudio. Se deben utilizar técnicas de muestreo ampliamente reconocidas para este grupo zoológico.

5.3.1.1 Monitoreos poblacionales diurnos

Transectos y puntos de conteos

Se deben realizar transectas lineales, en espacios abiertos y de fácil desplazamiento, y conteo por puntos, en sitios con visibilidad acotada o difícil desplazamiento. La distribución de las transectas y/o puntos debe abarcar el área de afectación del emprendimiento y contemplar los diferentes ambientes identificados. Los ambientes dominantes los definirá el técnico en función a la relevancia de los mismos para las especies de aves presentes. Para la selección de sitios de conteo debe realizar un diseño de muestreo aleatorio estratificado (Gregory *et al.*, 2004), esto quiere decir, que si bien los sitios de conteos son elegidos al azar se deben cubrir todos los ambientes dominantes y también la zona con aerogeneradores.

Se establecerá un grillado que abarque el área de afectación con cuadros de 600 m x 600 m. En cada cuadro seleccionado se establecerá un sitio de conteo, ya sea por punto o transecta lineal. Se deberán realizar al menos 12 conteos por ambiente prioritario por campaña estacional. Los cuadros de conteos se seleccionaran al azar con reposición en cada campaña. Se recomienda utilizar un código alfanumérico para nombrar los cuadros.

Para evitar que los sitios con aerogeneradores queden sin monitoreos al menos un

tercio del total cuadros seleccionados en cada campaña contendrán un aerogenerador o será un cuadro adyacente a uno con aerogenerador (Figura 2). En caso que un ambiente dominante no abarque 12 cuadros de conteo se deberán hacer conteos en todos los cuadros que lo abarquen. No se relevaran cuadros fuera o parcialmente fuera del área de afectación.

En los casos donde no se permita el acceso al campo para la realización del monitoreo de uno o más cuadros se volverán a seleccionar nuevos cuadros para cubrir estos. Se deberá informar de la situación en los informes.

El recorrido por transecta lineal de un cuadro será de 400 m (aproximadamente 20 minutos) y el técnico deberá pasar por el centro del cuadro durante el recorrido lineal. El ancho de banda de transecta lineal será de 50 m para cada lado del observador. El conteo por puntos tendrá una duración de 20 minutos y el radio del conteo por puntos será de 50 m. Se registrarán todas las aves observadas y escuchadas dentro del ancho de banda o radio. Estos monitoreos se realizarán en las tres primeras horas luego de la salida del sol y/o en las tres horas previas a la puesta.

Se debe incorporar una tabla con las coordenadas geográficas de los cuadros relevados (tomadas en el centro del mismo).

Un diseño ágil y con suficientes número de muestras proporciona suficiente información del sitio y permite obtener una base de datos para el análisis numérico de la información. Los relevamientos se deben realizar utilizando binoculares.

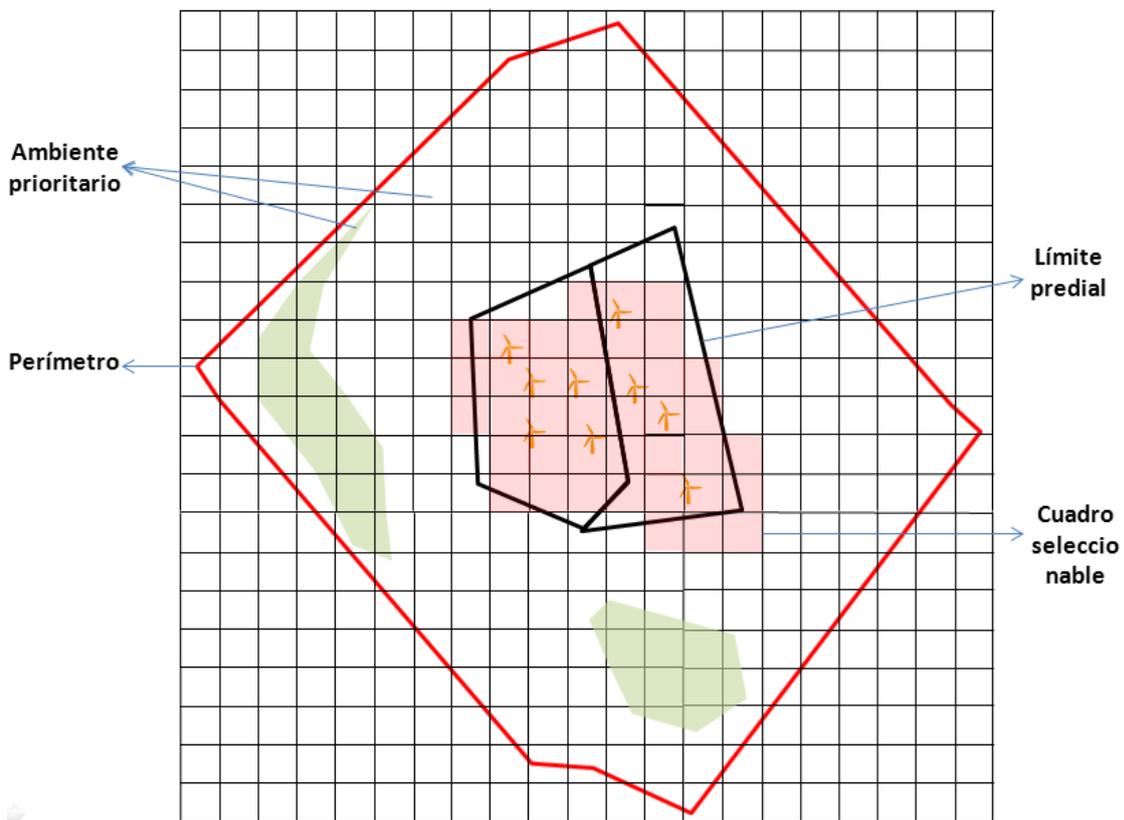


Figura 2. Cuadrícula de selección de cuadros para el conteo por transecta lineal o puntos. Se indican aerogeneradores, el perímetro del área de afectación y los límites prediales. Los cuadros blancos y los polígonos oscuros representan dos ambientes considerados prioritarios. Todos los cuadros que estén totalmente dentro del perímetro son seleccionables al azar pero al menos un tercio de los cuadros seleccionados deben contener un aerogenerador o ser adyacente al uno. Como mínimo se deben realizar 12 conteos por ambiente (12 cuadros por ambiente).

Muestreos panorámicos

Los muestreos panorámicos son de gran utilidad ya que tienen como objetivo obtener información sobre el vuelo de las aves en las proximidades en los aerogeneradores. La fauna objetivo de esta técnica serán especies de aves indicadas como sensibles a este tipo de emprendimientos (aves rapaces, acuáticas, playeras y marinas) y amenazadas (Atienza *et al.*, 2011). También se deben registrar bandos de aves de todas las especies de 10 individuos o más. El observador registrará las aves que estén en arco de 180° delante de él.

La información que se registrará es la siguiente:

- Fecha y hora
- Coordenadas del punto de observación
- Condiciones climáticas (temperatura, velocidad viento- escala Beaufort recomendado- y dirección viento).
- Especie y abundancia
- Altura de vuelo (en rangos de altura: altura por debajo del aspa, área de rotación de aspas, altura por arriba del aspa) (Figura 3)
- Dirección de vuelo (puntos cardinales)

Posición (puntos cardinales) y distancia (en metros) del ave con respecto al observador (permite mapear el registro).

La información se debe analizar comprensivamente para conocer el uso del espacio aéreo de las especies objetivo en relación a los aerogeneradores.

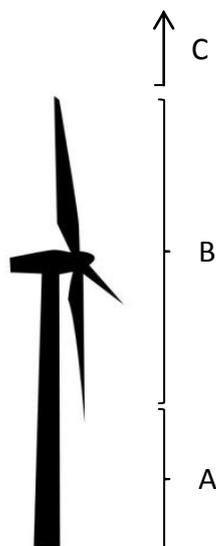


Figura 3. Rangos de altura para los monitoreos panorámicos. A: del suelo a la extremo inferior del aspa, B: la zona del rotor y C: encima de extremo superior del aspa

Se recomienda el armado de figuras que contengan los aerogeneradores, posición y dirección de vuelo de las especies objetivo y amenazadas. La grilla de cuadros de 600 m x 600 m puede ser de utilidad al momento de realizar las figuras.

Para tener datos robustos es necesario contar con gran cantidad de horas de monitoreo. Se deben realizar como mínimo 18 horas de observación por punto panorámico por conteo estacional (S.N.H., 2014). Como máximo un técnico puede realizar un conteo de 3 horas de corrido, teniendo un descanso de media hora entre conteos consecutivos. No se debe superar más de 9 horas por conteo por

técnico dentro de las 24 horas (S.N.H., 2014). El observador puede registrar múltiples aerogeneradores (o potenciales, si aún no están construidos). El aerogenerador más distante no debe estar a más de 2 km del observador ya que a mayor distancia se pierde capacidad de registro de las aves. Entonces se establecerán tantos sitios de conteos panorámicos para poder visualizar todos los aerogeneradores bajo estos criterios. Los relevamientos deben hacerse con binoculares y/o telescopio 30X. Se recomienda georreferenciar accidentes del terreno, aerogeneradores, montes, casas y otros elementos para poder tener referencias de distancia en campo. Los muestreos deben realizarse en distintas franjas horarias: las tres primeras horas luego de la salida del sol, las tres últimas horas de sol y el medio día.

En casos que debido a obstrucciones visuales (por ejemplo plantaciones de árboles) existan aerogeneradores que no puedan monitorearse mediante conteos panorámicos se puede implementar conteos individuales en el aerogenerador obstruido. Estas excepciones deben justificarse. Durante esta técnica se toma la misma información que en los conteos panorámicos pero el observador se ubica próximo al aerogenerador aislado (100 m). Se recomienda que al menos se realicen tres horas por molino por campaña estacional. Debido a que la dedicación horaria por técnico sería muy alta para abarcar todos los aerogeneradores y cumplir con las horas de monitoreo mínimas sugeridas para el panorámico se recomienda que esta técnica sea utilizada como excepción al método antes descripto.

5.3.1.2 Monitoreos poblacionales nocturnos

Los conteos diurnos proveen información sobre la riqueza y abundancia relativa de todas las especies de aves, residentes y migratorias pero pueden verse sub representadas las especies nocturnas. Ocasionalmente algunas especies de aves nocturnas pueden llegar a ser relevadas durante las transectas y puntos diurnos. Es necesario realizar monitoreos nocturnos para poder recabar información sobre estas aves.

Recorridos nocturnos

Se deben realizar recorridos nocturnos con iluminación (por ejemplo focos manuales, de vehículos) para la detección de individuos.

Esta técnica es útil con especies de dormilones (Caprimulgidae) que suelen ubicarse cercanos a los caminos. Se debe establecer una serie de recorridos y realizarlos en todas las campañas. Éstos deben abarcar la caminería secundaria y principal dentro perímetro mínimo del área de afectación. Se debe registrar la abundancia, especies observadas y georreferenciar el sitio.

Playback

La detección de individuos por cantos también es útil. Principalmente las especies nocturnas que desarrollan cantos elaborados suelen ser búhos y lechuzas (Strigiformes) que habitan zonas arboladas. Deben ser buscados activamente utilizando la técnica de playback, en donde se emite un canto específico y se espera la respuesta de la especie. Se recomienda establecer 10 puntos de conteos nocturnos donde se emitirá el canto de éstas especies y se registrará su presencia o ausencia en función a la respuesta o no de los mismos. El técnico determinará

ad libitum los sitios de conteo. Se recomienda priorizar los cuadros de grilla con molinos o adyacentes siempre que exista el ambiente adecuado.

Moonwatching

Para conocer si existen movimientos nocturnos de aves se puede utilizar la técnica "moonwatching" (muestreo de luna) que permite en noches de luna llena detectar a contraluz movimientos de fauna en una porción reducida de cielo. Esta técnica se debe utilizar un telescopio de por lo menos 30X para la observación. Se deben realizar 2 horas de monitoreo efectivas (sin nubosidad) como mínimo por campaña. Para evitar el cansancio del observador se recomienda que este realice por hora, como máximo, tres secuencias de revisión de 10 minutos con un descanso mínimo entre secuencias de 5 minutos. Los monitoreos deben hacerse dos o tres días antes y/o después de la luna llena. Las observaciones deben hacerse solo cuando la luna esta por encima de los 15° (Zehtindjiev & Liechti, 2003). Para el cálculo de la tasa de tráfico migratorio (MTR por sus siglas en inglés) se sugiere seguir el método propuesto por Liechti & Brueder, 1995.

5.3.2 Monitoreo de murciélagos

Los monitoreos de murciélagos deben considerar zonas de alimentación, dormitorios y/o corredores biológicos tanto dentro de la zona de afectación como áreas próximas. Existen diversas técnicas complementarias para el estudio de murciélagos.

Captura de individuos

Se pueden utilizar métodos directos que consisten en la búsqueda de refugios y el uso de redes de niebla para su captura, o indirectos donde se buscan indicios de actividad (por ejemplo la presencia de fecas) (P.C.M.U., *in litt.*, 2016). La entrevista a vecinos es de gran utilidad ya que suelen tener el conocimiento de la ubicación de refugios (P.C.M.U. *in litt.*, 2016). Para esto las redes pueden ser ubicadas en potenciales sitios de alimentación o dormitorios ya localizados. Los espejos de agua, montes naturales y exóticos y cuevas pueden ser dormitorios potenciales para los murciélagos y lugar de interés para la ubicación de redes de niebla también (P.C.M.U. *in litt.*, 2016). Se deberán visitar todas las casas habitadas o abandonadas en el área de afectación para realizar la consulta sobre la presencia de murciélagos. Si el técnico es informado de la presencia de murciélagos, detecta murciélagos o considera que es viable la presencia de murciélagos deberá colocar redes en el sitio. En caso de centros poblados con más de 10 casas dentro del área de afectación los técnicos seleccionarán como mínimo 10 de las mismas, *ad libitum* para el monitoreo, complementando las restantes casas aisladas dentro del área de afectación. Las redes se colocarán durante el crepúsculo y se harán observaciones diurnas para detectar individuos descansando. Se registrará la abundancia y riqueza de murciélagos. En el caso de los montes exóticos o autóctonos y cuerpos de agua el técnico seleccionará *ad libitum* los que considere potencialmente refugio de murciélagos y ubicará redes de niebla para la captura. Además, se registrará en cada evento de captura fecha, hora, coordenadas de sitio de redes, área total de redes y tiempo operativas en cada muestreo. Como mínimo seleccionarán 5 sitios de captura de ésta naturaleza para el monitoreo en el área de afectación por campaña. La revisión de todas las

casas y en montes y/o cuerpos de agua deberá ser completada durante el periodo anual (campaña de temporada fría y tres campañas temporada cálida).

Si bien no existen estudios a nivel local de la actividad estacional de murciélagos, durante los meses fríos estas especies pueden reducir drásticamente su actividad lo que deberá ser tenido en cuenta a la hora de la planificación de los trabajos de campo. La revisión de refugios, colocación de redes, captura y colecta de individuos debe realizarse bajo el permiso de colecta científica (decreto 164/996). Este permiso debe ser solicitado previo al comienzo de las actividades. Los técnicos que capturen y manipulen animales vivos en campo deberán acreditar la realización del curso uso y manejo de los modelos animales no tradicionales en investigación.

Ultrasonido

Actualmente la grabación de vocalizaciones ultrasónicas ha cobrado gran importancia para el estudio del ensamble de murciélagos. Con esta técnica se puede registrar la especie y los patrones de actividad de los individuos en un sitio. Existen diversos equipos de grabación ultrasónicos en el mercado internacional. Los hay móviles, los cuales pueden ser utilizados por un observador entrenado para la realización de transectas o puntos de conteo, y dispositivos fijos, que generalmente toleran las condiciones climáticas, para la grabación de una jornada nocturna o varias consecutivas. Estos equipos permiten registrar la actividad de los murciélagos en los sitios mismos de los aerogeneradores ya que la puesta de redes en sitios abiertos suelen tener bajo éxito de captura en lugares abiertos.

Se deberán grabar las emisiones ultrasonido de murciélagos en sitios con aerogeneradores durante toda la noche una vez por campaña. Esto permite para conocer su actividad en sitio (número de pasadas). El número de aerogeneradores que deberán ser monitoreados con ultrasonido dependerá del número de estos en el Parque Eólico. Se sugiere como mínimo seguir lo indicado por la tabla 2. Los aerogeneradores relevados serán los mismos en todas las estaciones para permitir determinar actividad y uso diferencial entre estaciones. Para la determinación específica exitosa de las grabaciones ultrasónicas es necesario contar con una biblioteca de sonogramas de las especies locales que servirá de referencia. En caso de grabar emisiones que no se conozcan su perfil sonoro deberán ser indicadas como especie no identificada.

También se establecerá al menos un sitio de conteo de ultrasonido por ambiente prioritario por campaña. Este será rotado en cada campaña y su ubicación será determinada por el técnico en base a las entrevistas con vecinos y las características de los sitios. El tiempo de grabación, información recabada y la frecuencia de monitoreo será la misma que en los sitios con aerogeneradores.

Se recomienda indicar en tablas las coordenadas geográficas de todos los sitios de muestreos (casa, montes, aerogeneradores) así como figuras esquemáticas que ayuden a la comprensión de los monitoreos.

6 Monitoreo operativo

6.1 Estimación de mortalidad

El estudio de mortalidad comienza durante la fase operativa del emprendimiento eólico. Este monitoreo permite corroborar las hipótesis sobre las especies

sensibles indicadas en las etapas previas (afectación por colisión) y detectar nuevas especies sensibles como resultado del mismo. A su vez, permite un manejo adaptativo del parque eólico en función a sus resultados y provee información científica para ampliaciones o parques instalados en las cercanías y el estudio de efectos acumulativos.

El monitoreo de mortalidad debe realizarse como mínimo durante dos años desde el comienzo de la operativa. Este monitoreo será de tres años como mínimo en sitios con especies amenazadas y como mínimo cinco años en sitios de alta diversidad biológica (como por ejemplo humedales RAMSAR, Áreas protegidas, zonas de conservación o de interés ambiental departamentales, Reservas de Biósfera). El trabajo entre años nos permite detectar patrones inter anuales de la fauna objetivo (Smallwood, 2013). Posteriormente a este trabajo el técnico deberá sugerir si es necesario continuar con los monitoreos y/o establecer nuevas acciones.

El método de evaluación de mortalidad es la búsqueda de individuos muertos asociado a los aerogeneradores en base a recorridos sistemáticos en áreas preestablecidas. Se asume que los individuos encontrados muertos en las áreas de búsqueda son consecuencia de la interacción con los aerogeneradores, a menos que haya evidencia de lo contrario.

El número de aerogeneradores a relevar en cada campaña seguirá lo sugerido por la I.A.I.A. en 2014 (Tabla 2).

Tabla 2. Número de aerogeneradores a seleccionar para el relevamiento de mortalidad de fauna (I.A.I.A., 2014).

Nº aerogeneradores del parque	1 a 10	11 a 20	21 a 40	41 a 60	61 a 90	91 a 120	+ de 112
Nº de aerogeneradores a monitorear	todos	10	50%	20	30%	30	35%

La frecuencia de búsqueda puede depender de las especies potencialmente afectadas en base a estudios previos realizados como la línea de base u otro estudio que contenga información sobre las especies presentes en el sitio. Por ejemplo, si la presencia de especies sensibles al emprendimiento es alta o existen especies amenazadas que puedan interactuar con el proyecto se deben realizar visitas con alta frecuencia, sugiriéndose visitas quincenales (Atienza y colaboradores 2011). En caso contrario la frecuencia puede ser menor, se sugiere mensual. Este proceso debe ser adaptativo y si los resultados de mortalidad no son los esperados pueden corregirse la frecuencia de monitoreo en cualquier momento. La frecuencia de búsqueda puede depender de las especies potencialmente afectadas en base a estudios previos realizados como la línea de base u otro estudio que contenga información sobre las especies presentes en el sitio. Por ejemplo, si la presencia de especies sensibles al emprendimiento es alta o existen especies amenazadas deben realizarse visitas con alta frecuencia. Atienza y colaboradores 2011 sugieren visitas quincenales si hay presencia de especies que puedan interactuar con el proyecto. En caso contrario la frecuencia puede ser menor, se sugiere mensual. Este proceso debe ser adaptativo y si los resultados de mortalidad no son los esperados pueden corregirse la frecuencia de monitoreo en cualquier momento.

Existen numerosas expresiones para el cálculo de mortalidad en Parques Eólicos y pueden encontrarse muchas sintetizadas en S.A.G. 2015. Se deberán usar las dos propuestas, la de Erickson y colaboradores (2004) y la presentada por el I.A.I.A. (International Association of International Assesment, 2014). Estas son

estimaciones de mortalidad teóricas que incorporan correcciones para tener valores precisos de mortalidad.

Erickson y colaboradores en 2004, incorporan diversos factores vinculados a la detectabilidad del observador y el carroñeo en el sitio. Esta expresión asume que los relevamientos de mortalidad son equidistantes en el tiempo y una tasa de desaparición de cadáveres con distribución exponencial. A la misma se agregó una expresión para la corrección de área. La mortalidad por molino se obtiene como:

$$m = \frac{\bar{c}}{\hat{\pi}}$$

donde \bar{c} es el número medio de cadáveres encontrados por molino corregido por la fracción de área efectivamente relevada, estimada en base a la siguiente expresión:

$$\bar{c} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} \frac{c_i}{Far_i}$$

donde C_i es el número de cadáveres detectados en un periodo de tiempo en cada aerogenerador y n el número de molinos relevados. Far_i es la fracción de área efectivamente recorrida en cada molino (área relevada/área total). $\hat{\pi}$ estima la probabilidad de que los cadáveres que están presentes sean encontrados y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\hat{\pi} = \frac{\bar{t} \cdot p}{I} \cdot \frac{\exp(I/\bar{t}) - 1}{\exp(I/\bar{t}) - 1 + p}$$

donde \bar{t} es el tiempo medio de permanencia (en días) de los cadáveres, calculado en base a la siguiente expresión:

$$\bar{t} = \frac{1}{s - s_c} \cdot \sum_{i=1}^{i=s} t_i$$

donde t_i son los días que permanece cada cadáver antes de desaparecer, S es el número de cadáveres del experimento, S_c el número de cadáveres remanentes al finalizar del experimento, p la proporción de señuelos localizados por el técnico respecto a los colocados e I la media del intervalo en días entre jornadas de búsqueda.

La fórmula de estimación de la I.A.I.A. en 2014 también incluye factores de corrección de área, de carroñeo y de detectabilidad. La fórmula expresa que la mortalidad estimada m se calcula:

$$m = \frac{C}{a \cdot s_c \cdot p \cdot n}$$

donde C es el número de carcasas encontradas, a es el factor de corrección de área

(área relevada/área total), P es el factor de corrección de detectabilidad (señuelos encontrados por el técnico/señuelos totales), n es la proporción de turbinas revisadas (turbinas revisadas/turbinas operativas) y

S_c es la corrección de carroñeo calculada como:

$$S_c = 1 - \frac{1}{1 + t}$$

t es el número de días promedio que persisten las carcadas antes de ser removidas.

Para la estimación de mortalidad (utilizar ambas fórmulas) el recorrido establecido se basa en transectas paralelas separadas 10 m entre si alrededor del aerogenerador (Figura 4). La mortalidad se estimará para cada estación

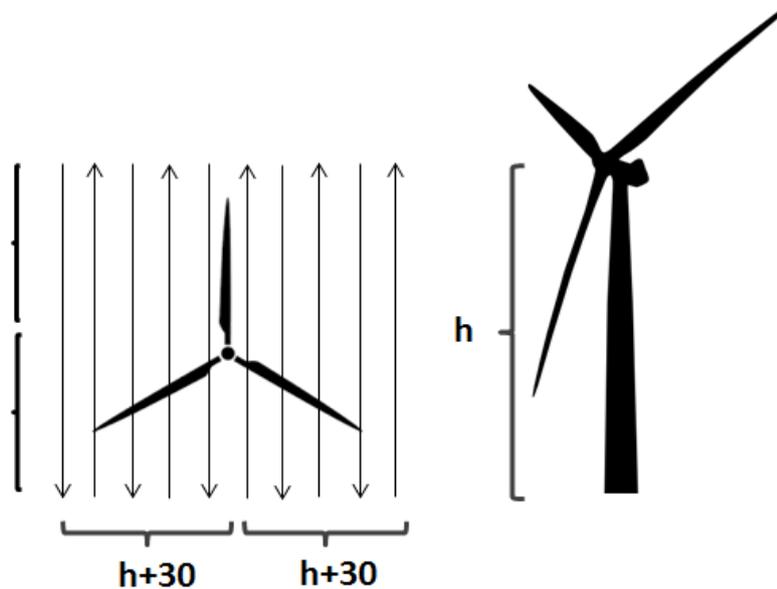


Figura 4. Esquema del recorrido por transectas lineales para la búsqueda de aves y murciélagos muertos para la estimación de mortalidad de los aerogeneradores. Se deberán realizar transectas equidistantes que cubran un área hacia cada lado del aerogenerador de la altura de la torre (h) más 30 m. La separación entre transectas será de 10 m.

discriminando entre aves chicas (menor a 20 cm), aves grandes y murciélagos. La combinación de estos valores dará la mortalidad anual o en otro periodo de interés. Se sugiere expresar el resultado como muertes/turbina/año o muertes/MW/año.

Si el Parque Eólico tuvo operativa previo a los relevamientos de mortalidad en una cantidad de días mayor a la frecuencia de monitoreo establecida debe limpiarse de cadáveres las áreas de monitoreo debajo a los aerogeneradores. Se registrará toda la información recabada de especies y número de individuos pero no se incluirán estos valores en las estimaciones estacionales o anual. Los monitoreos de mortalidad comenzarán luego del periodo establecido.

Es importante que los ejemplares colectados sean depositados en una colección estatal que asegure el acceso y mantención de los mismos por parte de la

comunidad científica. La institución decidirá a su interna el destino de los mismo. Se sugiere utilizar para ello alcohol etílico rectificado puro, recipientes de plástico con tapa de rosca y un catálogo de campo para la identificación y registro. Este modo de registrar la información permite, entre otras cosas, documentar adecuadamente nuevas localidades, incrementar el patrimonio nacional en materia de colecciones biológicas y disponibilizar muestras de tejidos conservados en alcohol para estudios moleculares que ayuden a dilucidar la sistemática de varias especies (González *in litt.*, 2016). Se debe proveer a la institución donde se depositen los ejemplares: nombre científico, fecha del hallazgo, coordenadas geográficas.

6.1.1 Factores de corrección

La búsqueda de carcasas y los valores de mortalidad estimada consecuencia del impacto de aves y murciélagos con aerogeneradores, deberá diseñarse contemplando diversos factores de corrección que pueden modificar el resultado de un simple conteo. Este diseño debe contar con los siguientes factores de correcciones:

Corrección de área

Smallwood (2013) proyectó una distancia teórica de búsqueda alrededor de un aerogenerador derivado de la recopilación de datos de parques eólicos en E.E.U.U. concluyó que definir un área de búsqueda de la altura del aerogenerador es válido para murciélagos pero podría subestimar la mortalidad de aves, siendo un aspecto abierto de investigación aún. Se recomienda inicialmente que el área inicial de búsqueda sea igual a la altura del aerogenerador más 30 m (I.A.I.A., 2014) (Figura 4).

Luego del año de relevamientos de mortalidad los técnicos pueden sugerir re determinar el área de búsqueda. Esto se hace en base a los datos de posición más externa de los individuos encontrados muertos y ésta no será menor a la mitad de la altura del aerogenerador.

Las áreas de búsqueda deben ser superficies de muy alta, alta y moderada visibilidad. El rendimiento de búsqueda por parte del observador en suelos muy heterogéneos disminuye debido a la existencia de una matriz irregular. Esto tiene como consecuencia subestimar el número de muertes. Los técnicos en campo deberán establecer en cada visita a un aerogenerador qué porcentaje del área de búsqueda es de baja visibilidad. La proporción de área viable para la estimación se calcula dividiendo el área recorrida (muy alta, alta y moderada visibilidad) entre el área total planificada.

Smallwood en 2013 sugiere el siguiente gradiente de visibilidad:

- "Baja visibilidad": áreas cubiertas por bosques, humedales o cultivos densos altos y densos (por ejemplo maíz, sorgo y otros)
- "Moderada Visibilidad": áreas cubiertas por matorrales espaciados, pastizales de altura, o cultivos como el trigo o cebada en etapas iniciales de emergencia.
- "Alta visibilidad": áreas de praderas anuales y hierbas bajas

- "Muy alta visibilidad": áreas de praderas anuales bajas, zonas sin vegetación

Corrección de detectabilidad del observador

Debido a que un observador no detecta todos los objetos de búsqueda presentes en un área determinada se deberá conocer la proporción de objetos que encuentra cada técnico. Para esto se deben realizar pruebas con señuelos de diferentes tamaños y calcular la proporción encontrada. Cada técnico deberá hacer un experimento utilizando señuelos que simulen aves y murciélagos. En el caso de los murciélagos serán todos considerados de tamaño chico. En aves se establecerán dos tamaños:

- Chicas: menor a 20 cm de largo
- Grandes: mayor a 20 cm de largo

El experimento se realizará debajo de un aerogenerador en el área establecida de búsqueda de cadáveres. Los señuelos se dispondrán en áreas de muy alta, alta y moderada visibilidad, ya que allí se realizarán las búsquedas de cadáveres. Cada técnico realizará el experimento en al menos dos aerogeneradores. En cada aerogenerador habrá al menos cinco señuelos de tamaño grande y 10 de tamaño pequeño. El número total de señuelos ubicados será desconocido para el observador. El factor de detectabilidad se calculará dividiendo señuelos encontrados entre el número total de señuelos. Se debe calcular para cada tamaño de señuelo.

Si las diferencias entre el equipo no son significativas en el porcentaje de detectabilidad se puede considerar utilizar un promedio por cada tamaño de señuelo.

Cada técnico volverá a calibrar durante el primer año a los 6 meses de comenzados los trabajos de búsqueda de mortalidad y al año. Se incorporarán los nuevos valores de corrección a la estimación de mortalidad.

Corrección de carroñeo

Debido a que en la fauna local existen especies que se alimentan de animales muertos es recomendable estimar la proporción de carcasas que son extraídas por la misma en un periodo de tiempo. Esto se debe realizar en base a experimentos de campo que estimen el tiempo que permanecen los distintos tipos de presas. En estos experimentos se ubican carcasas de aves y pequeños mamíferos (usualmente pollitos y roedores) para conocer el tiempo de desaparición de las carcasas en un periodo determinado. Se hará un experimento en la temporada cálida y uno en la temporada fría. En cada experimento se ubicarán al azar 40 carcasas de aves (20 grandes y 20 chicas) y 20 carcasas de mamíferos (chicas). Estas serán ubicadas en los mismos ambientes en que están ubicados los aerogeneradores.

Se utilizarán los valores de calibración de temporada (cálida y fría) para el análisis de mortalidad de cada una de ellas.

En caso que la frecuencia de los monitoreos de mortalidad sea de 15 días: las carcasas serán revisadas diariamente durante los primeros cinco días y se registrará su presencia y ausencia. Posteriormente se constatará su presencia y ausencia en el día 10 luego y en el día 15 luego de su colocación.

En caso que la frecuencia de los monitoreos de mortalidad sean de 30 días: las carcasas serán revisadas diariamente durante los primeros siete días. Posteriormente en el día 10 y cada cinco días hasta alcanzar los 30 días luego de su colocación.

Los valores de días de permanencia de cada carcasa, número de carcasas ubicadas en el experimento y número de carcasas encontradas al final del experimento son los

insumos necesarios con respecto a este parámetro para las fórmulas que estiman mortalidad (ver fórmulas de mortalidad a aplicar).

6.2 Poblacional y actividad

Durante el monitoreo operativo se debe continuar con el estudio poblacional iniciado durante la línea de base. Se debe respetar la misma metodología de monitoreo para posibilitar el análisis de la información entre años de estudio. La continuación en el tiempo posibilita detectar cambios cuantitativos en los parámetros poblacionales medidos de la fauna objetivo (riqueza, abundancia) permitiendo la detección de otras posibles afectaciones del emprendimiento (disturbios, efecto barrera etc.). También permite constatar cambios cualitativos en monitoreos de actividad de vuelo tanto de aves y murciélagos. Siempre que sea posible durante las campañas operativas se deben mantener los mismos puntos de conteo y su estacionalidad que en la línea de base. En caso de que surja la necesidad de cambiar un sitio de conteos debe ser justificado (por ejemplo: construcción de una edificación en un sitio donde existía una transecta de aves, demolición de una casa refugio de murciélagos).

Los resultados deben ser interpretados comprensivamente teniendo en cuenta distintas fuentes de información como por ejemplo la mortalidad detectada en el Parque Eólico y la información bibliográfica.

El tiempo de extensión de los monitoreos poblacionales operativos será: como mínimo durante dos años posteriores a la iniciación de la operativa, como mínimo de tres años en sitios con especies amenazadas y como mínimo cinco años en sitios de alta diversidad biológica (como por ejemplo humedales RAMSAR, Áreas Protegidas, áreas de conservación o interés ambiental departamentales, Reservas de Biósfera). El trabajo entre años permitirá detectar patrones interanuales de la fauna objetivo (Smallwood, 2013). Posteriormente a este trabajo se deberá sugerir si es necesario continuar con los monitoreos y/o establecer nuevas acciones.

7 Impacto acumulativo

Los impactos acumulativos pueden definirse como los cambios adicionales causados por un emprendimiento en conjunto con otros desarrollos de similares características (S.N.H., 2012).

Cuando varios Parques Eólicos están situados en la misma zona geográfica y particularmente cerca de un área de importancia para la conservación y/o cercanos (hasta 15 km) es favorable que los titulares de los proyectos apliquen procedimientos coordinados de monitoreo para que los resultados se pueden evaluar de forma acumulativa (por ejemplo: mortalidad)

8 Mitigación y Compensación

Las medidas de mitigación son utilizadas para minimizar o incluso anular las repercusiones negativas que pueda sufrir un sitio a consecuencia de la ejecución de un emprendimiento. Las medidas compensatorias, son independientes del emprendimiento, y su objetivo es compensar los efectos negativos del mismo (Red Natura 2000, 2015).

Cualquier impacto significativo adverso detectado durante el desarrollo del emprendimiento deberá tener una mitigación adecuada, que puede incluir las

siguientes recomendaciones entre otras:

- Si el Parque Eólico se encuentra cerca de zonas de interés para la conservación la gestión del aerogenerador activo. Por ejemplo, considerar su parada o disminución de velocidad como parte de la estrategia de mitigación (S.A.G.; I.F.C., 2015). Este método de mitigación debe ser adaptativo y guiado por un programa de seguimiento. Debe verificarse si la medida tiene los efectos deseados.
- Evitar crear características ambientales que puedan ser atractivas para las aves y los murciélagos en los Parques Eólicos. Por ejemplo: nuevos cuerpos de agua, áreas de anidación, áreas de alimentación y dormitorios (I.F.C., 2015).
- Se debe considerar la posibilidad del aumento de velocidades de viento de arranque para reducir las posibles colisiones con murciélagos (S.A.G., I.F.C., 2015). A partir de los 6 m/s de velocidad del viento disminuye la actividad de los murciélagos (S.A.G., 2015). La viabilidad de esta medida debe ser ponderada a nivel sitio y especie específico. Se debe verificar su eficacia en los molinos donde se aplique en base al monitoreo de mortalidad.
- No dejar rotar las aspas con vientos menores a la velocidad de arranque: usar los frenos de disco para no dejar rotar las aspas cuando no se produce energía. Esta medida también puede reducir la mortandad de aves y murciélagos (DI.NA.M.A.; I.F.C., 2015).
- Se debe evitar las fuentes de luz artificial cuando sea posible, particularmente, blanca y fija. Este tipo de luz atrae presas (por ejemplo: insectos), que a su vez atrae a los depredadores. Si se utilizan luces parpadeantes o pulsantes, luces rojas o blancas, de mediana intensidad son las mejores opciones (S.A.G., 2015). Las opciones deben respetar las normativas actuales de balizamiento. En la web de la Dirección Nacional de Aviación Civil e Infraestructura Aeronáutica (DI.N.A.C.I.A.) se puede encontrar la normativa vigente sobre la iluminación en estructuras de altura de distinta naturaleza (www.dinacia.gub.uy)
- Se deben enterrar las líneas de transmisión internas del parque ya que esto minimiza la probabilidad de impacto con la fauna voladora (I.F.C., 2015).
- Utilizar elementos que desvíen el vuelo de aves o haga visible las líneas de transmisión y los cables de sujeción de torres meteorológicos para reducir las colisiones de aves (S.A.G., 2015).
- En etapas iniciales del emprendimiento la modificación del número, tamaño y/o configuración espacial de los aerogeneradores en función al riesgo indicado (Atienza *et al.*, 2011, I.F.C., 2015).

Previo a la generación de un daño ambiental, las medidas compensatorias deben ser consideradas siempre como un último recurso y se aplicarán luego de analizar todas las opciones posibles para descartar que no haya ninguna alternativa ambiental y técnicamente viable (Red Natura 2000, 2015). Su objetivo es contrapesar el impacto negativo de un emprendimiento y proporcionar una compensación que se corresponda exactamente con los efectos negativos sobre las especies o hábitats afectados. Por ejemplo, si un emprendimiento eólico debe modificar un bosque dormitorio de

determinadas especies de aves en la zona de afectación del Parque Eólico, la medida compensatoria sería la generación de un nuevo bosque dormidero para esas especies en un sitio cercano. Además deberá realizarse el correspondiente monitoreo científico para conocer su viabilidad.

9 Estandarización de entrega de datos

Con el fin de homogeneizar la información proporcionada se sugiere que se presente la información en bruto de forma tabulada, además de un análisis comprensivo de la misma. Los distintos listados deberán ser presentados en tablas excel que contengan información en base a lo indicado en el Anexo 2.

10 Información climática

Se debe registrar en todos los monitoreos las condiciones climáticas ya que estas pueden influir el comportamiento de la fauna voladora. Conocer la relación de estas características con el comportamiento en el sitio ayuda al entendimiento de la problemática y puede aportar información relevante para los lineamientos de mitigación. Debe incluir:

- La velocidad y dirección del viento (Escala Beaufort, puntos cardinales)
- Temperatura
- Eventos de lluvia

Esta información debería ser proveída por el operador del parque, que cuenta con la instrumentación necesaria para el registro. Si esta posibilidad no existiese se debe contar con dispositivos portátiles que proporcionen esta información.

11 El equipo técnico en campo

El trabajo de campo debe ser realizado por profesionales del área ciencias de la vida o técnicos que acrediten vasta experiencia en los grupos zoológicos objetivo.

Si bien el número de técnicos en campo en cada emprendimiento puede variar en base a sus características se recomienda que al menos haya dos técnicos en campo simultáneamente. Esto mejora la respuesta en caso de contingencias.

12 Desafíos a futuro

Debido a que los impactos de los Parques Eólicos sobre a la avifauna silvestre y murciélagos son sitio específicos todos los avances sobre el conocimiento a nivel local cobran gran importancia. El desarrollo del conocimiento científico sobre los factores prioritarios que llevan a impactar a las aves y murciélagos, y estudios ecológicos sobre las mismas, son claves para aportar a la solución de la problemática. La estandarización en la toma de datos en todos los emprendimientos nacionales contribuye a poder realizar evaluaciones nacionales sobre algunas de las temáticas de interés.

12.1 Investigación básica

El desarrollo del cuerpo de conocimiento científico sobre las poblaciones silvestres y la ecología de la fauna objetivo es de gran valor ya que provee insumos para comprender la interacción con los emprendimientos eólicos. Particularmente, es importante conocer parámetros poblacionales como el tamaño poblacional, distribución, aspectos demográficos (por ejemplo la mortalidad natural) y la migración de la fauna objetivo. El conocimiento de antemano de esta información ayudaría a prevenir o disminuir los impactos en los emprendimientos eólicos ya que serían claves al momento de la selección de sitio de los mismos y daría insumos de antemano para los estudios ambientales. También son de interés al momento de implementar medidas de mitigación y/o compensación.

12.2 Investigación aplicada

Los factores que llevan al desplazamiento y/o mortalidad de las aves y murciélagos aún no están del todo claro (Cyran & Barclay, 2009). Es de gran importancia la realización de estudios científicos detallados evaluando la interacción de la fauna local con los emprendimientos eólicos para definir las causas del impacto y sus consecuencias. Por ejemplo, la evaluación de medidas de mitigación sugeridas como la detención de molinos a velocidades bajas de viento (5 a 6 m/s). Diversos estudios en otras latitudes indican que tiene resultados positivos ya que disminuye la mortalidad de murciélagos con una pequeña pérdida económica para el emprendedor (Bearwald *et al.*, 2009; Subramanian, 2012).

El estudio de la efectividad de otras medidas de mitigación sugeridas como la coloración de los molinos o la iluminación deberían ser testeadas. Sería de importancia la realización de estudios que ayuden a comprender las causas de la mortalidad, como por ejemplo, factores climáticos como niebla o fuertes vientos (Johnson *et al.*, 2002).

El desarrollo de herramientas locales de trabajo es clave. Para la determinación específica de murciélagos en base a sus emisiones ultrasónicas es necesario el desarrollo de una biblioteca nacional de las mismas. La utilización de bibliotecas que contengan las mismas especies pero de otras poblaciones biogeográficas podrían llevar a determinaciones específicas erróneas debido a diferencias en las emisiones. La constitución de una biblioteca nacional de libre acceso sería un recurso de gran importancia para realizar de forma adecuada los estudios poblacionales de los Parques Eólicos.

El desarrollo de la estimación de mortalidad anual y la determinación de especies susceptibles a nivel nacional sería relevante para poder realizar diagnósticos a nivel país y poder ponderar la problemática local con el resto del mundo.

Para lograr el desarrollo de estas actividades de investigación es clave desarrollar mecanismos para la financiación. Estas actividades pueden acompañar y apoyar los proyectos de evaluación actualmente en curso además de sentar las bases para las herramientas de futuras evaluaciones.

13 Bibliografía Citada

Alcalde, J. 2002. Impacto de los parques eólicos sobre las poblaciones de murciélagos. Barbastella. Boletín de la Sociedad Española para la Conservación y el Estudio de los Murciélagos 3: 1-10

A.P.L.I.C. (Avian Power Line Interaction Committee). 2006. Suggested Practices for Avian Protection on Power Lines: The State of the Art in 2006. Edison Electric Institute, APLIC, and the California Energy Commission. Washington, D.C and Sacramento, CA. 207pp

Arballo, E. & Cravino, J. 1999. Aves del Uruguay: Manual Ornitológico. Vol. 1. Editorial Hemisferio Sur, Montevideo. Pp. 466.

Atienza, J.C.; Martín Fierro, I.; Infante, O.; Valls, J. & Domínguez, J. 2011. Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos (versión 3.0). SEO/BirdLife, Madrid. Pp. 115.

Azpiroz, A. 2003. Aves del Uruguay. Lista e introducción a su biología y conservación. Aves Uruguay – GUPECA, Montevideo. Pp. 104.

Azpiroz, A; Jiménez, S. & Alfaro, M. 2012. Lista Roja de las Aves del Uruguay. Una evaluación del estado de conservación de la avifauna nacional con base en los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Dirección Nacional de Medio Ambiente, Montevideo. Pp. 81.

Baerwald E.F.; D'Amours G.H.; Klug B.J. & Barclay R.M.R., 2008. Barotrauma is a significant cause of bat mortalities at wind turbines. *Current Biology* 18: 695-696.

Botto, G. González, E. & Rodales A.L. 2008. *Promops centralis*, Thomas, 1915, nuevo género y especie de murciélago para Uruguay (Mammalia, Molossidae). Resúmenes de las IX Jornadas de Zoología del Uruguay.

Calvert, A. M., C. A. Bishop, R. D. Elliot, E. A. Krebs, T. M. Kydd, C. S. Machtans, and G. J. Robertson. 2013. A synthesis of human-related avian mortality in Canada. *Avian Conservation and Ecology* 8: 11. <http://dx.doi.org/10.5751/ACE-00581-080211>

Cyran, P. & Barclay, R. 2009. Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. *Journal of Mammalogy* 90:1330–1340

De Lucas, M. Janss G & Ferrer, M. 2005. A bird and small mammal BACI and IG design studies in a wind farm in Malpica (Spain). *Biodiversity and Conservation* 14: 3289–3303.

De Lucas M., Janss G.F.E., Whitfield D.P. & Ferrer M., 2008. Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. *Journal of Applied Ecology* DOI: 10.1111/j.1365-2664.2008.01549.x

Deveraux C.L., Denny M.J.H. & Whittingham M.J., 2008. Minimal effects of wind turbines on the distribution of wintering farmland birds. *Journal of Applied Ecology* 45: 1689–1694.

DI.NA.M.A. (Dirección Nacional de Medio Ambiente). 2015. Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental de Parques Eólicos. 37pp

D.N.E. (Dirección Nacional de Energía). 2015. <http://www.energiaeolica.gub.uy/>

Drewitt A.L. & Langston R.H.W., 2008. Collision Effects of Wind-power Generators and Other Obstacles on Birds. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1134: 233–266.

Edkins, M. 2008. Impacts on wind energy development of birds and bats: Looking into the problem. Environmental Change Institute.

Erickson W.P., Johnson G.D., Strickland M.D., Young D.P.Jr., Sernka K.J. & Good R.E. 2001. Avian Collisions with Wind Turbines: A Summary of Existing Studies and Comparisons to Other Sources of Avian Collision Mortality in the United States. National Wind Coordinating Committee (N.W.C.C.) Resource Document.

Erickson, W.P., J. Jeffrey, K. Kronner, and K. Bay. 2004. Stateline Wind Project Wildlife Monitoring Final Report, July 2001 – December 2003. Technical report peer-reviewed by and submitted to FPL Energy, the Oregon Energy Facility Siting Council, and the Stateline Technical Advisory Committee. Gregory, R.D., Gibbons, D.W. & Donald, P. 2004. Bird census and survey techniques: in Sutherland, W.J., Newton I. and R.E. Green. *Bird ecology and conservation. A Handbook of techniques.* Oxford University Press, New York.

Fernie K. J., & Reynolds S. J. 2005. The Effects of Electromagnetic Fields From Power Lines on Avian Reproductive Biology and Physiology: A Review. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B: Critical Reviews*, 8 (2), 127-140. doi: 10.1080/10937400590909022. EN: Zaldúa N. 2012. Principales impactos del desarrollo eólico sobre la avifauna: Síntesis de la revisión de bibliografía internacional de referencia. Programa de Energía Eólica en Uruguay (PEEU URU/07/G31). PNUD Uruguay.

González, E.M. & Martínez-Lanfranco, J.A. 2012. Mamíferos de Uruguay. Guía de campo e introducción a su estudio y conservación. Banda Oriental, Vida Silvestre & MNHN, Montevideo. Pp 463.

González, E.M.; Martínez-Lanfranco, J.A.; Juri, E.; Rodales, A.L.; Botto, G. & Soutullo, A. 2013. Mamíferos. En: Soutullo, A; C. Clavijo & J.A. Martínez-Lanfranco (eds.). *Especies prioritarias para la conservación en Uruguay. Vertebrados, moluscos continentales y plantas vasculares.* SNAP. Pp. 222.

Liechti, F. & Brueder, B. 1995. Quantification of nocturnal bird migration by moonwatching: comparison with radar and infrared observations. *Journal of Field Ornithology* 66: 457-468

Gregory, R.; Gibbons, D.; & Donald, P. 2004. Bird census and survey techniques. In: Sutherland, W.; Newton, I. & Green, R. *Bird ecology and conservation.* Oxford University Press, Oxford, UK. 17 pp.

Hayes, M. 2013. Bats killed in large numbers at United States wind energy facilities. *BioScience*, 63 (12), 975–979.

Hundt, L. 2012. Bat Surveys: Good Practice Guidelines, 2nd edition, Bat Conservation Trust ISBN-13: 9781872745985

I.A.I.A. (International Association of Impact Assessment). 2014. <http://prizmablog.com/2014/09/29/wind-power-challenges-and-solutions-seminar-hosted-by-idb/>

Johnson, G.D., Erickson W.P, Strickland, M.D, Shepherd M.F, Shepherd D.A., & Sarappo S.A. 2002. Collision mortality of local and migrant birds at a large-scale wind-power development on Buffalo Ridge, Minnesota. Wildlife Society Bulletin 30: 879-887.

Kingsley, A. & Whittam, B. 2005. Wind Turbines and Birds. A Background Review for Environmental Assessment. Bird Studies Canada. Environment Canada/ Canadian Wildlife Service. Quebec. Pp. 81.

Larsen J.K. & Madsen J., 2000. Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese (*Anser brachyrhynchus*): A landscape perspective. Landscape Ecology 15: 755-764.

Leddy, K.; Higgings, K. & Naugle, D. 1999. Effects of wind turbines on uplands nesting birds in conservation reserve program grasslands. Wilson Bulletin 111: 100-104.

Nelson, H. & Curry, R. 1995. Assessing Avian Interactions with Wind Plant Development and Operations. Transactions of the 61st North American Wildlife and Natural Resources Conference.

N.R.C. (National Research Council). 2007. Environmental Impacts of Wind Energy Projects. National Academies Press. Washington, D.C. Disponible en: www.nap.edu

N.W.C.C. (National Wind Coordinating Committee). 2010. Wind Turbine Interactions with Birds, Bats, and their Habitats: A Summary of Research Results and Priority Questions. Disponible en: https://www.nationalwind.org/assets/publications/Birds_and_Bats_Fact_Sheet_.pdf

Red Natura 2000. 2015. <http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-prottegidos/red-natura-2000/>

Rodales, A.L. González E., Botto G. 2010. Primer registro de *Molossus rufus* E. Geoffroy, 1805 (Mammalia: Chiroptera: Molossidae) para Uruguay. Primer Congreso de Zoología del Uruguay.

Rodrigues, L.; Bach, L.; Dubourg-Savag, M.J.; Goodwin, J. & Harbusch, C. 2008. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. EUROBATS Publication Series No. 3 (English version). UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany. Pp. 51.

S.A.G. (Servicio Agrícola y Ganadero). 2015. Guía para la evaluación del impacto ambiental de proyectos eólicos y de líneas de transmisión eléctrica en aves silvestres y murciélagos. Primera edición. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 120 p.

Sick, H. 2001. Ornitología brasileira. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro. 862pp

S.N.H. (Scotland Natural Heritage). 2012. Assessing the cumulative impact of onshore wind energy developments. Versión 3, Marzo. 41pp.

S.N.H. (Scotland Natural Heritage). 2014. Recommended bird survey methods to inform impact assessment of onshore wind farms. Mayo. 37 pp.

Smallwood S. 2013. Comparing Bird and Bat Fatality-Rate Estimates Among North American Wind-Energy Projects. *Wildlife Society Bulletin* 37:19–33.

Strickland, M.D., E.B. Arnett, W.P. Erickson, D.H. Johnson, G.D. Johnson, M.L., Morrison, .A. Shaffer, and W. Warren-Hicks. 2011. *Comprehensive Guide to Studying Wind Energy/Wildlife Interactions*. Prepared for the National Wind Coordinating Collaborative, Washington, D.C., USA. 281 pp

Soutullo, A., Clavijo C & Martínez-Lanfranco J.A. (eds.). 2013. *Especies prioritarias para la conservación en Uruguay. Vertebrados, moluscos continentales y plantas vasculares*. SNAP. Pp 222.

Subramanian, M. 2012. An ill wind. *Nature* 486: 310–311

U.I.C.N. (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 2013. <http://www.iucnredlist.org/>

Zaldúa N. 2012. Principales impactos del desarrollo eólico sobre la avifauna: Síntesis de la revisión de bibliografía internacional de referencia. Programa de Energía Eólica en Uruguay (PEEU URU/07/G31). PNUD Uruguay.

Zehtindjiev, P. and Liechti F. A quantitative estimate of the spatial and temporal distribution of nocturnal bird migration in south-eastern Europe - a coordinated moon-watching study. *Avian Science* 1: 37-45

Anexo 1

Categorías UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) de interés (UICN 2013)

Nombre	Abreviatura	Ponderación
En Peligro Crítico	CR	Amenazada
En Peligro	EN	
Vulnerable	EN	
Casi Amenazada	NT	Amenazada si continúa la tendencia actual
Preocupación menor	LC	No amenazada

Estatus migratorio de las especies de aves en Uruguay (adaptado de Azpiroz, 2003)

Nombre	Abreviatura	Meses	Temporada	Observaciones
Residente	R	Enero a Diciembre	Cálida	Reproduce
Residente de Verano	RV	Octubre a Marzo	Cálida	Reproduce
Visitante de Verano	VV	Octubre a Marzo	Cálida	No reproduce
Visitante de Invierno	VI	Abril a Setiembre	Fría	No reproduce

Especies amenazadas y casi amenazadas a nivel nacional y global de aves y murciélagos en base a la última lista roja disponible (según UICN). La presente lista nacional en base a (Azpiroz et al., 2012) y global a (UICN 2013).

* *Myotis ruber* única especie de murciélago en el país considerada casi amenazada a nivel global por la UICN será retirada de la lista nacional de especies.

NA en este caso indica que no se aplicaron los criterios de evaluación a la especie, por ejemplo especie recientemente descubierta en el país.

Especie	UICN nacional	UICN global
<i>Aegolius harrisii</i>	EN	LC
<i>Alectrurus risora</i>	CR	VU
<i>Amblyramphus holosericeus</i>	VU	LC
<i>Anas cyanoptera</i>	NT	LC
<i>Anthus nattereri</i>	VU	VU
<i>Asio flammeus</i>	NT	LC
<i>Asthenes hudsoni</i>	EN	NT
<i>Athene cunicularia</i>	NT	LC
<i>Cacicus solitarius</i>	NT	LC
<i>Cairina moschata</i>	EN	LC
<i>Calidris canutus</i>	EN	NT
<i>Campephilus leucopogon</i>	EN	LC
<i>Casiornis rufus</i>	VU	LC
<i>Certhiaxis cinnamomeus</i>	NT	LC
<i>Circus cinereus</i>	EN	LC
<i>Cistothorus platensis</i>	VU	LC

<i>Conopophaga lineata</i>	NT	LC
<i>Coryphistera alaudina</i>	NT	LC
<i>Cranioleuca sulphurifera</i>	NT	LC
<i>Crotophaga major</i>	EN	LC
<i>Crypturellus obsoletus</i>	EN	LC
<i>Culicivora caudacuta</i>	VU	VU
<i>Cyanocompsa brissonii</i>	NT	LC
<i>Cyanocorax caeruleus</i>	VU	NT
<i>Diomedea epomophora</i>	NT	VU
<i>Diomedea exulans</i>	EN	VU
<i>Diomedea sanfordi</i>	EN	EN
<i>Elaenia obscura</i>	NT	LC
<i>Elaenia spectabilis</i>	NT	LC
<i>Emberizoides herbicola</i>	NT	LC
<i>Emberizoides ypiranganus</i>	VU	LC
<i>Eudytes chrysocome</i>	EN	LC
<i>Fluvicola albiventer</i>	NT	LC
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	EN	LC
<i>Gubernatrix cristata</i>	EN	EN
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	NT	LC
<i>Larus atlanticus</i>	EN	NT
<i>Lepidocolaptes falcinellus</i>	NT	LC
<i>Limnocittes rectirostris</i>	EN	NT
<i>Limnornis curvirostris</i>	EN	LC
<i>Megascops sanctaecatarinae</i>	NT	LC
<i>Melanerpes cactorum</i>	EN	LC
<i>Neoxolmis rufiventris</i>	VU	LC
<i>Oreopholus ruficollis</i>	EN	LC
<i>Paroaria capitata</i>	NT	LC
<i>Phacellodomus ferrugineigula</i>	NT	LC
<i>Phacellodomus sibilatrix</i>	NT	LC
<i>Phoebetria fusca</i>	NA	EN
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	EN	NT
<i>Picumnus nebulosus</i>	LC	NT
<i>Poecilatriccus plumbeiceps</i>	NT	LC
<i>Polystictus pectoralis</i>	EN	NT
<i>Porzana spiloptera</i>	EN	VU
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	EN	LC
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	LC	VU
<i>Procellaria cinerea</i>	NA	NT
<i>Procellaria conspicillata</i>	LC	VU
<i>Pseudocolopteryx sclateri</i>	NT	LC
<i>Pterodroma incerta</i>	EN	EN
<i>Pterodroma incerta</i>	EN	EN
<i>Puffinus griseus</i>	NT	LC

<i>Rhea americana</i>	LC	NT
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	NT	LC
<i>Spartonnoica maluroides</i>	EN	NT
<i>Spheniscus magellanicus</i>	NT	NT
<i>Sporophila bouvreuil</i>	NT	LC
<i>Sporophila cinnamomea</i>	VU	VU
<i>Sporophila collaris</i>	VU	LC
<i>Sporophila hypochroma</i>	VU	NT
<i>Sporophila palustris</i>	VU	EN
<i>Sporophila ruficollis</i>	VU	LC
<i>Sporophila ruficollis</i>	VU	NT
<i>Sturnella defilippii</i>	EN	VU
<i>Thalassarche chlororhynchos</i>	EN	EN
<i>Thalassarche chrysostoma</i>	NA	EN
<i>Thalassarche melanophrys</i>	LC	NT
<i>Thalassarche steadi</i>	NT	LC
<i>Thalasseus acuflavidus</i>	EN	LC
<i>Thalasseus maximus</i>	CR	LC
<i>Tryngites subruficollis</i>	EN	NT
<i>Veniliornis mixtus</i>	NT	LC
<i>Xanthopsar flavus</i>	VU	LC
<i>Xolmis dominicanus</i>	VU	VU

Anexo 2

Tabla esfuerzo muestro y tabla conteo poblacionales (aves y murciélagos). Ver anexo 1 por nomenclatura UICN y migración.

Cuadrante	Nombre Científico	Abundancia	Tipo cuantificación	Migración	UICN global	UICN nacional	Prioritaria	Ecosistema	Tipo conteo	Latitud	Longitud	Técnico	Fecha	Observaciones
C4	<i>Pitangus sulphuratus</i>	2	individuos	R	LC	LC	No	Pradera	Transecta	34,5453	54,2121	Diego Caballero	2016-01-01	reproducción
C4	<i>Tyrngites subruficollis</i>	10	individuos	VV	NT	VU	Si	Humedal	Punto	34,5563	54,3456	Diego Caballero	2016-01-01	Dieta
B1	<i>Podager nacunda</i>	1	individuos	RV	LC	LC	No	Pradera	Nocturno	34,5673	54,4631	Diego Caballero	2016-01-01	Dieta
F3	<i>Tadarida brasiliensis</i>	50	individuos	n/a	LC	LC	No	Pradera	Observación n directa	34,4589	54,2091	Diego Caballero	2016-01-01	dormidero. Observación directa
F4	<i>Tadarida brasiliensis</i>	3	individuos	n/a	LC	LC	No	Pradera	Red Niebla	34,1321	54,3939	Diego Caballero	2016-01-01	salida galpón

Cuadrante	Tamaño muestra	Unidad de muestra	Fecha	Latitud	Longitud
C4	30000	m ²	2016-01-01	34,5453	54,2121
C4	31416	m ²	2016-01-01	34,5563	54,3456
B1	31416	m ²	2016-01-01	34,5673	54,4631
F3	90	m ² /h	2016-01-01	34,4589	54,2091
F4	72	m ² /h	2016-01-01	34,1321	54,3939

continuación Anexo 2

Tabla sitio y ambiente y tabla conteo panorámico. Ver anexo 1 por nomenclatura UICN y figura 3 por estratos de altura (A, B, C).

Punto de conteo	Nombre científico	Abundancia	Dirección de vuelo	Posición	Distancia observador (m)	Altura	UICN global	UICN nacional	Prioritaria	Latitud	Longitud	Técnico	Fecha	Observaciones
Sitio 1	<i>Caracara plancus</i>	3	NE	N	300	C	LC	LC	NO	34,5453	54,2121	Diego Caballero	2016-01-01	
Sitio 2	<i>Geranoastus melanoceus</i>	1	SE	E	500	A	LC	VU	SI	34,5563	54,3456	Diego Caballero	2016-01-01	Dieta

Categoría	Nombre	Valores	Ecosistema	Distancia (km)	Observaciones
Paisaje Protegido	Laguna de Rocha	gran concentración de aves acuáticas y marinas	Humedal	3	Gran concentración de aves gregarias migratorias durante primavera-verano
Sin Categoría	Cerro Atequita	Concentración de murciélagos del Género <i>Molossus</i>	Serrano	5	Posibles especies migratorias, concentración de sitio de descanso de murciélagos

continuación Anexo 2

Tabla mortalidad y tabla potencial acumulativ. Ver anexo 1 por nomenclatura UICN.

Parque Eólico	Nº Aerogeneradores	Latitud	Longitud	Distancia (Km)	Ecosistema	Especie de Interés	Interés	Observaciones
PE. ABC	34	34,5453	54,2121	10	Serrano	Caracara plancus	impactada	mortalidad Caracara plancus 0,5/aerogenerador/año
PE. ABC	34	34,5563	54,3456	10	Serrano	Geranoaetus albicaudatus	UICN nacional / prioritaria	no mortalidad
PE. AAA	21	34,4454	54,2332	12	Pradera	Xolmis dominicanus	UICN global / prioritaria	no mortalidad

Nombre científico	Aerogenerador	Latitud	Longitud	Distancia al aerogenerador (m)	Conservación cadáver	Sexo	Migración	UICN global	UICN nacional	Prioritaria	Técnico	Fecha	Observaciones
<i>Lasius cinereus</i>	12	34,5453	54,2121	13	regular	m	n/a	LC	LC	NO	Diego Caballero	2016-01-01	momificado
<i>Xolmis rupeo</i>	8	34,5563	54,3456	40	buena	n/a	No	LC	LC	NO	Diego Caballero	2016-01-01	golpe cabeza

Anexo 3

Antecedentes

Problemática global

Actualmente en el mundo los emprendimientos eólicos se vienen desarrollando a gran velocidad ya que los avances tecnológicos posibilitan reducidos costos industriales (Nelson & Curry, 1995). La generación de energía eólica tiene fuerte apoyo público (Leddy et al., 1999) ya que es una fuente de energía renovable y limpia (De Lucas et al., 2005; 2008). El uso de los parques eólicos también es beneficioso para la fauna silvestre, ya que no contamina el aire y el agua y no genera consecuencias vinculadas al cambio climático como la emisión de gases de efecto invernadero durante su operativa (N.W.C.C., 2010). Sin embargo, este tipo de emprendimiento presenta algunas consecuencias negativas para la naturaleza (Alcalde, 2002; Atienza et al., 2011). En las últimas décadas las poblaciones de fauna silvestre han tenido importantes declives en sus números poblacionales y en gran medida es consecuencia del desarrollo humano (N.W.C.C., 2010). Estas consecuencias deben ser tenidas en cuenta ante el incremento del número de Parques Eólicos y otros emprendimientos industriales en el país.

En Uruguay, al 2015, se encuentran operativos 24 Parque Eólicos y 10 están en fase de desarrollo³. La generación de potencia actual es de 856 MW y con la entrada en funcionamiento de los parques en desarrollo se alcanzarán los 1.513 MW¹. Desde la década de los 1970s se conocen registros de mortalidad de fauna voladora con emprendimientos eólicos pero a partir de los 2000s se comenzó a reconocer como un problema serio (Edkins, 2008). Las tasas de mortalidad son muy variadas incluso entre emprendimientos del mismo país observándose valores de 0 muertes a 60 muertes de aves por aerogenerador por año en E.E.U.U. y Europa (Edkins, 2008). La mortalidad de aves y murciélagos durante 2013 en E.E.U.U. se estimó en 573.000 y 888.000 individuos con una potencia de 51.670 MW mientras que en Canadá en el mismo año se estimaron 16.700 aves con una potencia de 6.927 MW (Smallwood, 2013). Se estima que para el 2030 en E.E.U.U. el 20 % de su energía será eólica y se calcula una mortalidad mínima de murciélagos de 1.500.000 por año. Si bien estos valores resultan impactantes, dentro de la mortalidad generada por emprendimientos humanos, la generación de energía eólica no es de las que mayor mortalidad genera (A.P.L.I.C., 2006; Calvert et al., 2013).

Los impactos a aves silvestres y murciélagos

Para evitar o disminuir la mortalidad de fauna silvestre asociada a estos emprendimientos, es necesario la realización de estudios básicos y aplicados

³ DNE – 2015 (<http://www.energieolica.gub.uy/>)

que aporten a la solución del problema. La realización de estudios ecológicos permite contar con información de base para observar tendencias en el tiempo. Esto es importante ya que permite discernir entre patrones naturales y potenciales impactos generados. Los factores que influyen sobre las tasas de mortalidad de aves y murciélagos en Parques Eólicos siguen siendo poco conocidos, pero la evidencia disponible sugiere que pueden ser en función a la abundancia, las concentraciones locales de individuos, las características de comportamiento de las especies, el clima y las características de las instalaciones de energía eólica (Strickland *et al.*, 2011).

Los Parques Eólicos tienen el potencial de generar impactos negativos, directos e indirectos sobre la biodiversidad en las distintas etapas de desarrollo del emprendimiento (construcción, operación y abandono) (S.A.G., 2015).

Impactos pre operativos:

Destrucción y fragmentación del hábitat: consiste en daños, alteración o destrucción propiamente dicha de los ambientes de alimentación, desplazamiento (corredores biológicos) y refugios (Larsen & Madsen, 2000; Rodrigues *et al.*, 2008; N.R.C., 2007; Erickson *et al.*, 2004). El daño se puede producir por la construcción de los aerogeneradores, la caminería y otras obras accesorias del emprendimiento (Erickson *et al.*, 2004).

Perturbación: Por ruido, vibraciones y tránsito vehicular y peatonal durante la construcción del emprendimiento (Fernie & Reynolds, 2005; Deveraux *et al.*, 2008).

Impactos operativos:

Muerte de individuos por colisión: durante el vuelo contra los aerogeneradores y otras estructuras del emprendimiento (Kingsley & Wittham, 2005; Rodrigues *et al.*, 2008).

Muerte de individuos por rápida descompresión: debido al cambio de presión de un lado y otro de una turbina. Conocido como barotrauma (Baerwald *et al.*, 2008; Hayes, 2013).

Efecto barrera: el parque eólico supone un obstáculo para las aves y murciélagos provocando un mayor gasto energético en los mismos al esquivarlo (Atienza *et al.*, 2011).

Efecto acumulativo: la presencia de diversos emprendimientos cercanos aumenta el perjuicio sobre la fauna (por ejemplo mayor efecto barrera, mayor mortalidad) (S.A.G., 2015).

Perturbación: Por ruido, vibraciones y tránsito vehicular y peatonal durante la operativa y abandono del emprendimiento (Fernie & Reynolds, 2005; Deveraux *et al.*, 2008).

La fauna de objetivo

Uruguay presenta una variada fauna de vertebrados continentales, habiéndose registrado unas 912 especies (Soutullo *et al.*, 2013).

Los murciélagos, son mamíferos voladores del orden Quiróptera, que están representados por 23 especies registradas en el país (González & Martínez-Lanfranco, 2012). La información ecológica sobre los murciélagos de Uruguay y la región pampeana en general es muy escasa (González *in litt.*, 2016). Se desconoce casi todo lo relativo a reproducción, comportamiento, alimentación, movimientos estacionales, refugios e incluso es limitada la información sobre distribución, abundancia y estado de conservación de muchas especies (González *in litt.*, 2016). En la actualidad se siguen registrando especies nuevas de murciélagos para Uruguay (Botto *et al.*, 2008; Rodales *et al.*, 2010). Por sus hábitos nocturnos es un grupo que presenta ciertas dificultades en su estudio. Afortunadamente nuevas tecnologías se han desarrollado facilitando la investigación. La existencia de equipos que graban ultrasonido permite registrar las emisiones sonoras de los murciélagos, e incluso, estudiando el sonograma, la determinación a nivel de especie. Esto ha permitido en otros países expandir los listados de especies y localidades, además de conocer aspectos del comportamiento y ecología de los mismos (González *in litt.*, 2016).

Sólo una de las especies registradas de murciélagos en el país presenta problemas de conservación a nivel mundial, *Myotis ruber*. Se encuentra en la lista roja global como casi amenazada (UICN, 2013) pero debido a que sólo existe un registro puntual antiguo la especie va a ser retirada de la lista nacional (González *in litt.*, 2016). Dos especies de murciélagos presentan problemas de conservación a nivel regional, *Platyrrhinus lineatus* y *Nyctinomops laticaudatus* (González & Martínez-Lanfranco, 2012). Actualmente se está elaborando la lista roja de los mamíferos del Uruguay (González *com. pers.*, 2016).

Nuestro país se encuentra en una zona transicional, donde el bioma pampeano se diluye y además de las aves típicas de esta región, presenta aportes de otros biomas, como el chaqueño y la mata atlántica. Esto se traduce en una alta diversidad de aves tomando en cuenta el pequeño territorio (Arballo & Cravino, 1999). En Uruguay se han registrado unas 453 especies (Soutullo *et al.*, 2013) de las cuales aproximadamente un tercio tienen hábitos migratorios (Azpiroz, 2003). Esta importante diversidad de aves habita en una gran cantidad de ambientes continentales: praderas, bosques y serranías, bañados, cursos de agua lóticos y lénticos, islas fluviales, playas. En su mayoría son especies diurnas, como principalmente utilizan la comunicación acústica y visual, ha sido un grupo zoológico muy atractivo para el estudio.

En Uruguay existen pocos estudios ecológicos sobre las aves. Se cuenta con una noción general de los ambientes que habitan, hábitos alimentarios y migratorios a gran escala, gracias a obras generales nacionales y bibliografía internacional.

Lamentablemente un alto porcentaje de aves en el país tienen problemas de conservación. Unas 40 especies de aves presentes en el país se encuentran amenazadas o casi amenazadas de extinción en la lista roja global (UICN,

2013) y unas 70 en la lista roja nacional (Azpiroz *et al.*, 2012).

Bases legales

Uruguay presenta un cuerpo legal importante en cuanto el cuidado ambiental. Entre las más relevantes incluye la Ley de Protección de Fauna (Ley N° 9.481), la de Protección del Medio Ambiente (Ley N° 17.823), la Política Nacional de Aguas (Ley N° 18.610) y la implementación de un Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Ley N° 17.234). Además ha suscripto diversos convenios internacionales como lo son el de Conservación de Especies Migratorias (Ley N° 16.062), el de Diversidad Biológica (Ley N° 16.408) y el de protección de Humedales “Ramsar” (Ley N° 15.337) entre otros. A ello se agrega la Ley N° 16.466 del 19 de enero de 1994 de Prevención y Evaluación del Impacto ambiental y su reglamentación (Decreto 349/005), estableciendo así un marco legal para el compromiso de investigación y conservación.