



RRA - 1202

Efectos del ruido de aerogeneradores sobre la avifauna

Marcos Raúl Lisboa^(a), Nicolás Rezzano Tizze^(a), Alice Elizabeth González^(a)

- (a) Departamento de Ingeniería Ambiental · IMFIA, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República. Herrera y Reissig 565, Montevideo, Uruguay. e-mail: elizabet@fing.edu.uy

Abstract

The effects of noise on biota is usually categorized into: hearing loss, reducing the ability of orientation and guard, communication interference, with potential reduction in reproductive success, habitat fragmentation barrier, annoyance, which can result in displacement or loss of habitat if the birds lose interest in certain sites that have become considered adverse. Each species may have different responses to noise pollution and different species have also different responses to the same source (in this case, wind turbines).

This article presents a compilation of the major advances in knowledge about the effects of noise on birds and wind turbines. Some audiograms presented in the literature of birds that live in Uruguay, as the common pigeon and the barn owl, are also presented.

Resumen

En líneas generales, los efectos del ruido sobre la biota se pueden categorizar en: pérdida auditiva, reduciendo la capacidad de orientación y defensa; interferencias en la comunicación, con potencial afectación en el éxito reproductivo; fragmentación del hábitat por efecto barrera; molestias, que pueden redundar en desplazamiento o pérdida de hábitats, al hacer que las aves pierdan interés en ciertos sitios que consideran se han tornado adversos. Cada especie presenta diferentes respuestas ante la contaminación sonora y son también diversas las reacciones ante una misma fuente, en este caso los aerogeneradores.

En este artículo se presenta una recopilación de los principales avances en cuanto al conocimiento acerca de los efectos del ruido de aerogeneradores sobre las aves y se muestran algunos audiogramas encontrados en la bibliografía de aves que habitan en nuestro país, como la paloma común y la lechuza de campanario.

1 Introducción

Muchos animales dependen de la emisión de sonidos y de su correcta recepción para que la comunicación con sus semejantes resulte exitosa. La adecuada recepción del mensaje depende de diversos factores ambientales tales como la temperatura, la humedad o la vegetación, pero sin dudas está condicionada por la intensidad de la señal dada por el emisor, las habilidades de percepción del receptor, la atenuación de la señal entre emisor y receptor y los niveles y características del ruido de fondo.

Los ruidos antropogénicos pueden interferir con las señales acústicas que los animales emplean para orientarse, cazar, defenderse y comunicarse entre ellos. Las implicaciones biológicas del enmascaramiento de estas señales dependen en gran medida de la función de éstas y del contexto.

Por otra parte, la capacidad de las aves para evitar ciertas fuentes de ruido depende fuertemente de su capacidad auditiva y de su capacidad de modificar su dirección de vuelo al detectarla. Ésas son posiblemente las causas por las que las aves rapaces, más fuertes y con audición más aguda, pueden evitar los aerogeneradores pues los escuchan desde más de un centenar de metros; sin embargo, las aves canoras los escuchan cuando ya están demasiado cerca y no tienen la capacidad física de desviarse para evitarlos.

2 Efectos generales del ruido sobre las aves

Los efectos generales que es esperable se produzcan sobre las poblaciones de aves ante incrementos del nivel de ruido no son en esencia diferentes de los esperados sobre los animales en general. Así, por ejemplo, se ha podido demostrar que los carboneros comunes (*Parus major*) responden ante un mayor nivel de ruido de fondo elevando la frecuencia de su canto. Hay aves que sufren molestias incluso con el ruido de conversaciones humanas, al extremo de que las densidades de sus poblaciones pueden llegar a descender. También se ha observado caídas significativas (de hasta un 30 %) en cuanto a nidificación en torno a instalaciones ruidosas, especialmente en aves canoras. Éstas parecen ser sensibles incluso a muy bajos niveles de ruido, aunque los estudios de respuesta auditiva no las muestran como aves con un umbral de percepción de los más bajos.

El nivel de ruido para el que las poblaciones de aves de ecosistemas boscosos comienzan a declinar se sitúa en torno a los 42 dBA, en tanto por lo general para las aves de pastizal ese nivel es de 48 dBA. Algunas especies, como las que habitan en áreas urbanas -por ejemplo, gorriones o palomas (sus curvas de audición se presentan en las figuras 1 y 3)- se pueden adaptar a niveles de ruido elevados, pero no es lo que ocurre con la mayoría de las aves, que son sensibles a elevados niveles sonoros, por lo menos durante la época de cría. Las distancias a las que se han verificado efectos en este sentido varían desde unos pocos metros hasta los 3 km.

3 El sentido de la audición en las aves

El sentido de la audición en los animales puede ser estudiado usando métodos anatómicos, fisiológicos y de comportamiento. Existen estudios cuantitativos a propósito de la audición en aves publicados ya en la década de 1940, en donde se muestran los umbrales auditivos a diferentes frecuencias para diferentes especies. Si bien son estudios prácticamente en la misma época en que se consolidaban también los estudios a propósito de la audición humana, los procedimientos que se aplicaban en ambas investigaciones eran diferentes, dado que la audiometría de tonos puros, que es la técnica usual para trabajar con personas, implica la cooperación activa del individuo estudiado.

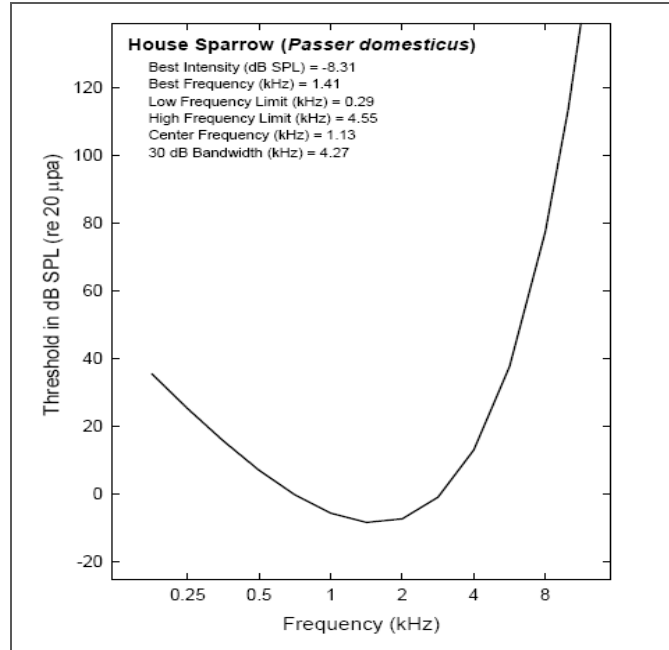


Figura 1. Curva de audición del gorrión (*Passer domesticus*) (Fuente: Dooling, 2002)

En general, la capacidad auditiva de las aves para distinguir sonidos de diferentes frecuencias e intensidades es similar a la de los humanos. Las aves son mayoritariamente sensibles a frecuencias comprendidas entre 1 Hz y 10.000 Hz, excepto las aves rapaces nocturnas, que pueden superar los 10.000 Hz. La zona del espectro en que el oído de las aves es más sensible suele ubicarse entre 1000 Hz y 5000 Hz, intervalo que coincide con el de mejor audición de los humanos.

La frecuencia central y la frecuencia superior del rango audible de las diferentes especies de aves suelen estar inversamente relacionadas con el tamaño del individuo y con su peso. También revisten especial importancia los hábitos de la especie y su dieta. Por ejemplo, las aves rapaces nocturnas, que cazan en la oscuridad, no sólo son capaces de desplazarse en forma muy silenciosa sino que también tienen umbrales auditivos muy bajos para poder detectar a sus presas.

En la figura 2 se presentan curvas de audición promedio para tres órdenes de aves: *Passeriformes* (son los que usualmente se designan como "pájaros" o "aves canoras"); *Strigiformes* (son los cazadores nocturnos, como lechuzas, búhos, cárabos, ñacurutúes) y los órdenes evolutivamente más antiguos, que comprenden a la mayor parte de las aves "no *Passeriformes*" y que corresponden a varios órdenes. Las que se muestran son curvas promedio, pero la bibliografía presenta también curvas que se desplazan de estas medias, a veces en forma importante.

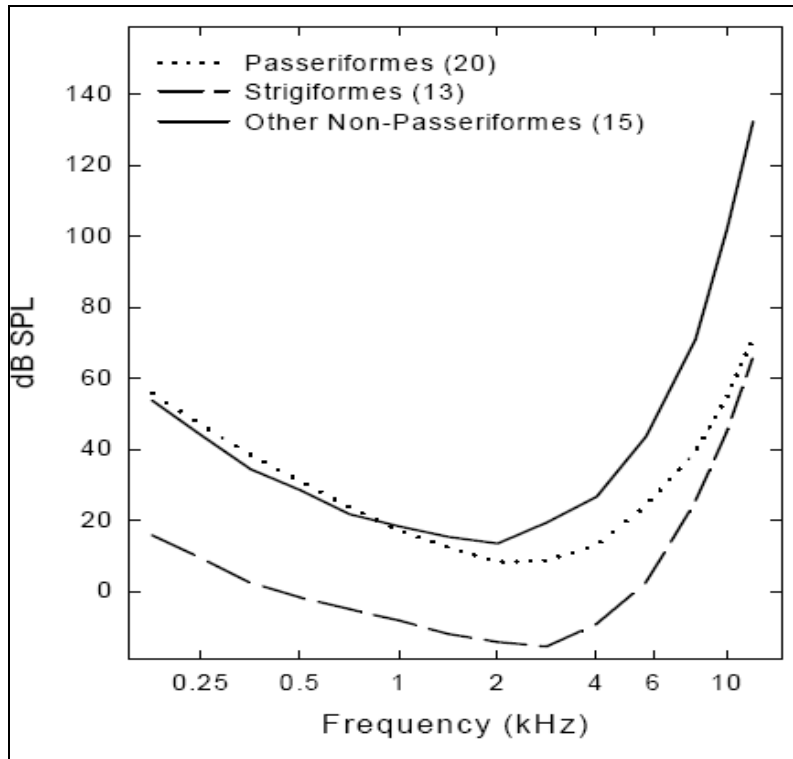


Figura 2. Curvas de audición promedio para diferentes órdenes de aves (Fuente: Dooling, 2002)

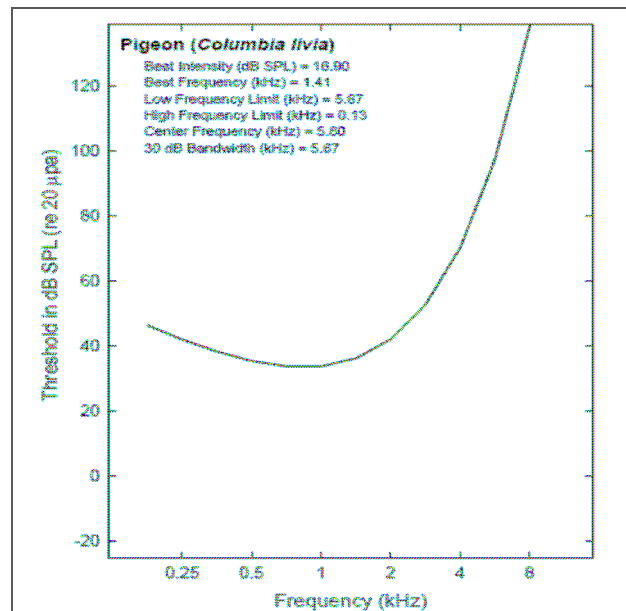


Figura 3. Curva de audición de la paloma común (*Columba livia*) (Fuente: Dooling, 2002)

Algunas especies tienen algunas características auditivas distintivas. Por ejemplo, la paloma común (*Columba livia*) tiene una sensibilidad auditiva inusual para sonidos de muy baja frecuencia (Figura 3). Algunos estudios indican que pueden tener un umbral de percepción casi 50 dB más bajos que los humanos en la región de frecuencias entre 1 Hz y 10 Hz, o sea que podrían registrar variaciones de presión casi del orden de los nanopascasles.

Otro caso a destacar es el del bajo umbral auditivo (en materia de presión sonora) de las aves rapaces nocturnas, como lechuzas y búhos, probablemente debido a su estilo de vida. En las figuras 4 y 5 se presentan las curvas de audición de dos de estas aves nocturnas que habitan en Uruguay: la lechuza de campanario y el ñacurutú. Es muy remarcable la curva de audición de este último, en el sentido de que es muy plana casi hasta los 2000 Hz, acusando una audición extremadamente aguda en una amplia zona del espectro en que muchas aves y mamíferos presentan un umbral de percepción más elevado que en las frecuencias propias de su “nicho aural” (según la nomenclatura de Krause).

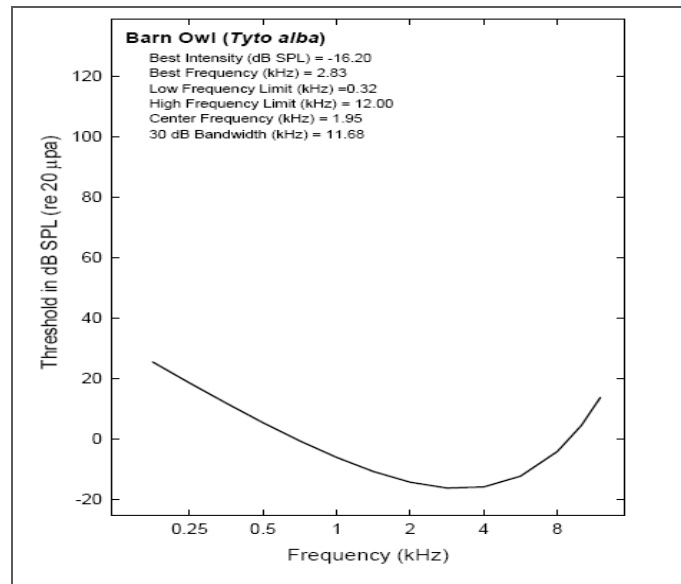


Figura 4. Curva de audición de la lechuza de campanario (*Tyto alba*) (Fuente: Dooling, 2002)

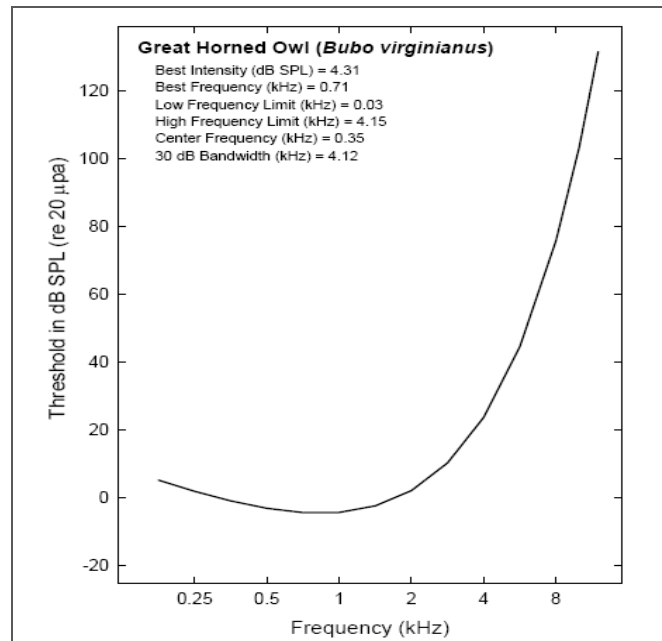


Figura 5. Curva de audición del ñacurutú (*Bubo virginianus*) (Fuente: Dooling, 2002)

4 Efectos del ruido de aerogeneradores sobre las aves

Los ruidos vinculados al funcionamiento de parques eólicos pueden generar molestias para las aves, e incluso hacer que éstas eviten las zonas donde se encuentran emplazados los emprendimientos y se desplacen a otros hábitats. Cuando las áreas alternativas elegidas no tienen la suficiente extensión, se encuentran demasiado lejos o no tienen las características necesarias para ser su hábitat natural, pueden ocurrir efectos adversos que pueden afectar el éxito reproductivo e incluso la supervivencia de la especie en ese lugar.

En general se considera que los parques eólicos tienen una huella ecológica pequeña, de no más de 4.000 m² por turbina, por lo que se entiende que su potencial de generar pérdida de hábitats para las especies silvestres es también reducido. Sin embargo esto sólo es válido en cuanto a impactos directos como colisiones o alteraciones bruscas del vuelo debido al movimiento de las palas de los rotores. Las colisiones, que por lo general son mortales, revisten una especial importancia cuando se trata de especies amenazadas por la escasez de sus poblaciones como es el caso de las grandes rapaces o aves en vuelo migratorio.

En lo referente a efectos indirectos, como el desplazamiento de especies que pueden ocasionar, son potencialmente instalaciones de gran impacto.

Los efectos indirectos tienen que ver con las molestias que genera a las aves la modificación de su hábitat, que se suelen acusar en cambios de comportamiento de las aves ya desde la fase de obras, debido al incremento de presencia humana y a la elevación de los niveles sonoros. En cualquier caso, los efectos dependen fuertemente de cada especie. Por ejemplo, en Dinamarca hay varios ejemplos de nidos de halcones construidos en las torres de las turbinas eólicas, en tanto muchas especies de aves optan por no anidar en zonas ruidosas.

En la fase operativa, las principales consecuencias de los parques eólicos se asocian con el movimiento de las palas de los rotores y la ocupación de espacio aéreo consiguiente. Las aves tienden a modificar sus pautas de vuelo por la presencia de las palas de los rotores, para evitar la colisión con las mismas, e incluso puede ocurrir que eludan utilizar toda la zona ocupada por el parque eólico.

Si las aves son desplazadas de sus hábitats por estas causas y son incapaces de encontrar lugares alternativos, puede disminuir su éxito reproductivo y su supervivencia. El desplazamiento de especies se considera como una respuesta comportamental que puede conducir a una fragmentación del hábitat. Estudios realizados en 2008 indican desplazamientos de entre 100 m y 600 m en aves marinas. En otros casos se ha identificado respuesta nula -en materia de desplazamiento- por parte de las aves. En casos puntuales (como la perdiz roja, *Alectoris rufa*, o la alondra, *Alauda arvensis*) se ha detectado una preferencia por las áreas próximas a los aerogeneradores, que puede tener que ver con que en las áreas intervenidas por el hombre suelen poder encontrar mayor cantidad de alimento.

4.1 Enmascaramiento

Para los animales, el ruido de fondo es por lo general el ruido ambiental constituido por una diversidad de fuentes, incluyendo el viento, las vocalizaciones de otros animales, y las fuentes antropogénicas. El enmascaramiento que el ruido de fondo puede generar, puede afectar las posibilidades de que las aves detecten auditivamente una señal -por ejemplo el ruido de un aerogenerador-, está estudiado a nivel de laboratorio.

La forma más sencilla de cuantificar el enmascaramiento es medir el umbral de audición para tonos puros en la banda ancha que se estudia y se trabaja con los niveles sonoros por bandas para describir el nivel de ruido que enmascara la señal. La relación entre la potencia de un tono puro en el umbral de detección y la potencia del ruido de fondo en esa misma zona del espectro se llama la razón crítica¹.

En la figura 6 se grafica la razón crítica para diferentes especies y frecuencias, obtenidas experimentalmente por distintos autores y recopiladas por Dooling (2002). La curva promedio representa el comportamiento auditivo de 10 de las 14 especies ensayadas. Se aproxima al patrón auditivo característico de los mamíferos, incluyendo a los humanos: un incremento de entre 2 dB y 3 dB por octava. Se grafican por separado las curvas correspondientes a las especies ensayadas que presentan un patrón claramente diferente del promedio.

En términos prácticos, esta curva indica cuántos dB por encima del nivel del ruido de fondo en esa zona del espectro debe situarse un tono puro para que sea escuchado por el receptor en cuestión. La relación señal-ruido para diferentes especies de aves permite intentar predecir a qué distancia podría ser escuchado un cierto sonido en un ambiente ruidoso.

De acuerdo con los estudios de Miller (que, al igual que varias de las curvas de audición recopiladas por Dooling y presentadas antes también datan de la década del '40), para que una persona pueda detectar un sonido, debe estar aproximadamente 0,5 dB a 1,0 dB por encima del ruido de fondo.

Dooling, Lohr y Dent, determinaron en 2000 que el periquito australiano, el estornino, y la lechuza común, necesitan que una señal esté por lo menos 1,5 dB por encima del ruido de fondo para poder detectarla. Sin

¹ Estrictamente la razón crítica no es un cociente -una razón-, sino una diferencia aritmética entre niveles expresados en dB.

embargo, para que puedan detectar tonos puros se requiere una razón señal-ruido mucho mayor, que va desde 24 dB para tonos de 1000 Hz a 30 dB para tonos de 4000 Hz.

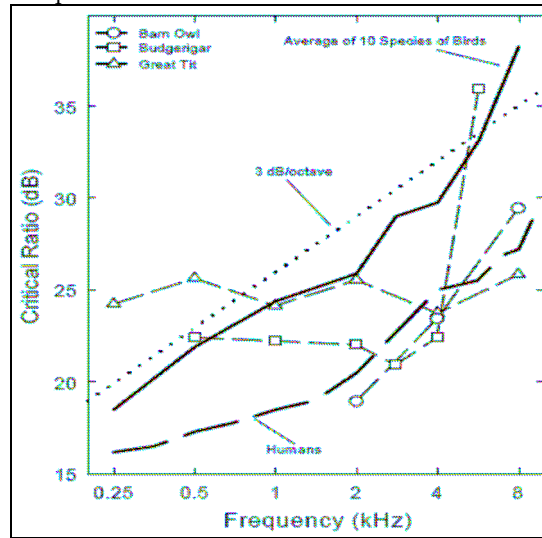


Figura 6. Razón crítica determinada para 14 especies de aves. (Fuente: Dooling, 2002)

4.2 Detección del ruido del aerogenerador

En la figura 7 puede verse a qué distancias puede ser detectado por las aves el ruido de un aerogenerador. El ruido de fondo considerado es el del viento. En el caso de un aerogenerador de eje vertical (gráfico a la izquierda), si el nivel de ruido de fondo ocasionado por el viento es de 70 dBA un ave puede detectar el funcionamiento de la máquina a una distancia de aproximadamente 25 m. En cambio, para detectar el silbido ocasionado por el pasaje de una pala de un aerogenerador Danwin debería estar a 15 m. Sin embargo, un estudio realizado con radar en Tjaereborg, en el oeste de Dinamarca, donde hay instalada una turbina de 2 MW con un rotor de 60 m de diámetro, mostró que los pájaros tienden a cambiar su ruta de vuelo entre 100 m y 200 m antes de la turbina, y pasan por arriba o por el costado a una distancia segura. Este comportamiento ha sido observado en forma consistente de día y de noche.

A veces los aerogeneradores presentan irregularidades en la superficie de sus álabes, que pueden generar ruidos aerodinámicos de alta frecuencia. La frecuencia de ese silbido suele ser de entre 2000 Hz y 5000 Hz, intervalo que se sitúa justamente en la región de mejor audición de las aves. Esto condujo a algunos investigadores a pensar que quizás niveles de ruido más elevados pudieran contribuir a bajar la tasa de mortalidad de aves por colisión contra los aerogeneradores. Aparentemente, de ser viable esto debería ser analizado muy cuidadosamente, ya que uno de los impactos ambientales más frecuentemente reportado en la zona de influencia de parques eólicos son las quejas de vecinos debido a las molestias que les ocasiona el ruido de las máquinas.

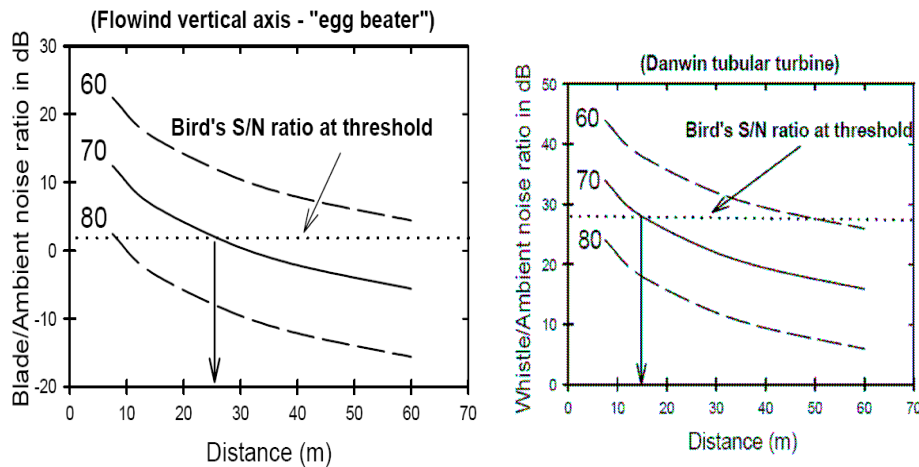


Figura 7. Distancias a las que un ave podría detectar el ruido de un aerogenerador. Izquierda: ruido de banda ancha de un generador de eje vertical. Derecha: silbido generado por el pasaje de una pala. (Fuente: Dooling, 2002)

4.3 Colisiones

La consecuencia más directa de los aerogeneradores sobre las aves es el riesgo de colisión, que ocasiona la muerte del ejemplar que choca. Aunque hay reportes que afirman que la tasa de mortandad por colisión con aerogeneradores es inferior a la que ocurre debido a otras infraestructuras humanas. Sin embargo, para especies amenazadas o con productividades muy bajas igual podría ser un aspecto crítico. Algunos puntos que interesa remarcar son los siguientes:

- aunque por lo general los estudios se centran en los efectos de los aerogeneradores sobre las aves rapaces, entre el 75 % y el 80 % de las aves que mueren en los parques eólicos son *Passeriformes*. A
- Las aves rapaces y marinas son las que vuelan más cerca de las turbinas y a una altura de riesgo de colisión con las aspas. Entre ellas, el halconcito colorado (*Falco sparverius*) está entre las que demuestra mayor osadía al respecto. En la figura 8 se muestra la curva de audición de *Falco sparverius*, que está presente en nuestro país y tiene un estatus de "ave abundante o muy fácil de observar".
- Aunque las tasas de mortalidad absoluta de aves rapaces son bastante bajas, sus valores relativos son elevados porque se trata de poblaciones con números de individuos mucho menores que las de *Passeriformes*.
- No es esperable que las tasas de mortalidad detectadas en diferentes estudios realizados por diversos autores en diversos países y sobre distintas especies estén produciendo riesgos de preservación para ninguna especie.
- Estudios realizados en Portugal indican que ocurre un número significativo de colisiones de aves con las torres de los aerogeneradores y no sólo con sus aspas.

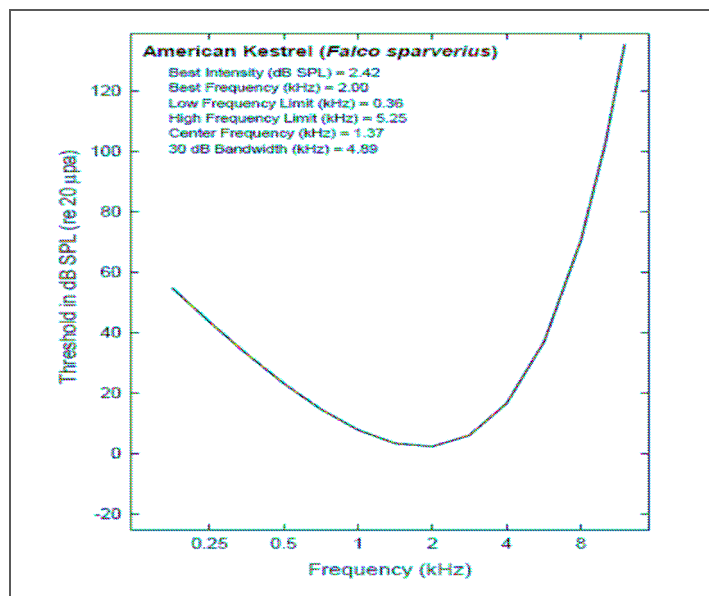


Figura 8. Curva de audición del halconcito rojo (*Falco sparverius*) (Fuente: Dooling, 2002)

5 Síntesis general

Existe un gran número de estudios acerca del impacto de parques eólicos sobre la fauna, los cuales señalan a las aves entre los animales más afectados. Entre los efectos principales, se menciona el riesgo de colisión, molestias y desplazamiento, efecto barrera y destrucción del hábitat.

No todas las especies presentan el mismo tipo de respuesta. Las que tienen sentido de la audición más agudo, como las aves rapaces diurnas y las cazadoras nocturnas, acusan menos colisiones que, por ejemplo, los *Passeriformes*.

El punto central a la hora de la concepción de un proyecto de energía eólica es la selección del sitio en que éste debe ser emplazado, dicho esto en sentido amplio pensando en encontrar un punto que maximice los beneficios del proyecto, incluidos los ambientales. En este sentido los efectos sobre la salud de los animales no pueden ser minimizados al evaluar estos emprendimientos.

Referencias

California Energy Commission and California Department of Fish and Game. *California Guidelines for Reducing Impacts to Birds and Bats from Wind Energy Development*. 2007.

Cummings, Jim. *The management implications of individual variability in sensitivity to noise within wildlife populations*. Acoustic Ecology Institute, 2010.

de Lucas, Manuela; Guyonne F.E., Janns; Ferrer, Miguel. *Birds and wind farms: risk assessment and mitigation*. Ed. Quercus, ISBN: 978-84-87610-18-9, Madrid 2007.

National Wind Coordinating Collaborative. *Wind Turbine Interactions with Birds, Bats, and their Habitats: A Summary of Research Results and Priority Questions*, Spring 2010, www.nationalwind.org.

Ruiz González, Aritz; Rubines García, Jonathan; Lahoz Carballo, Eva; Asencor Pérez, Francisco Javier. *Efecto de la contaminación acústica sobre las poblaciones de vertebrados forestales en Álava*. Asociación medioambiental ATTHIS.

Saraiva, Teresa; Tomé, Ricardo; Costa, Hugo; Travassos, Paulo; Neves, João. *La evaluación de los impactos de parques eólicos sobre la avifauna en Portugal*. Grupo de trabajo energía eólica y avifauna, Sociedad Portuguesa para el estudio de Aves (a SPEA é o parceiro português da BirdLife).