

METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO SONORO PRODUCIDO POR LOS PARQUES EÓLICOS EN ANDALUCÍA

PACS: 43.50.Rq

Cueto Ancela, José Luis¹; Rivas Calvete, Silvia²; Hernández Molina, Ricardo¹.

¹Laboratorio de Ingeniería Acústica. Universidad de Cádiz.

C.A.S.E.M .Campus Río San Pedro

Puerto Real 11510. Cádiz

Tel/Fax:956 016 051

E-Mail: joseluis.cueto@uca.es

²Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente.

Avda. Manuel Siurot, 50

41071 Sevilla

Teléfonos: 955 003 400 / 955 003 500

Fax: 955 003 775

ABSTRACT

Nowadays in Spain, wind farms are being proposed as part of the solution to the energy needs and the installation of wind turbines in our territory is growing very quickly. The wind turbines, as a noise source, do have some unusual characteristics which could turn their evaluation complicated [1]. The aim of the present paper focus on the development of recommendations that allow the environmental consultants to asses the noise impact properly and at the same time, comply with the regional norms in Andalusia.

RESUMEN

La mecánica de trabajo aquí expuesta persigue revisar y matizar la metodología que venía siendo empleada en los estudios de impacto acústico sobre infraestructuras y nuevas instalaciones industriales, regulados por la legislación autonómica en Andalucía, y adaptarla al caso particular de los Parques Eólicos. De este modo se pretende dar una respuesta a las desviaciones detectadas en los análisis de impacto acústico ambiental, al no considerar las especiales características de estas instalaciones energéticas [1].

INTRODUCCIÓN

El Laboratorio de Ingeniería Acústica de la Universidad de Cádiz en virtud del Proyecto de Colaboración que mantiene en la actualidad con la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, está elaborando una serie de Guías en el campo de la acústica. Estas guías han sido elaboradas como un catálogo de recomendaciones y un instrumento de normalización que vienen a concretar y matizar ciertos aspectos controvertidos del Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía.

El caso que nos ocupa involucra al desarrollo de estudios acústicos, tal y como son definidos en el artículo 35 de dicho Decreto, aplicados a un caso muy concreto. En general estos estudios deben abarcar dos fases bien diferenciadas. La primera describirá la situación previa a la construcción y puesta en marcha de la instalación. Para la evaluación de la primera fase se debe hacer una valoración pormenorizada de la situación acústica de la zona de ubicación de la futura actividad. Se desarrollarán, para tal efecto, tanto medidas de campo como

herramientas de modelización por ordenador. En la segunda fase, o fase operativa, se indaga sobre la repercusión acústica que la nueva instalación ejerce sobre el conjunto de la zona de estudio. Para el desarrollo de esta segunda fase se utilizarán únicamente las herramientas de modelización, que en esta ocasión recrearán el futuro escenario acústico. Manteniendo esta estructura, proponemos organizar el proyecto en 6 pasos que garanticen la validez final de las conclusiones de los estudios acústicos sobre parques eólicos en Andalucía.

RECOPIACIÓN DE DATOS METEOROLÓGICOS

Paso 1. Series temporales de viento

La peculiaridad evidente de este tipo de estudios acústicos está en la naturaleza de las fuentes acústicas (los aerogeneradores) que sólo emiten ruido (sólo trabajan) cuando la velocidad del viento es lo suficientemente grande.

Es sabido que los factores meteorológicos afectan a la propagación del ruido en la atmósfera y que el viento (su velocidad y dirección) es el factor que más preponderancia tiene. Cuando el factor viento aparece, la importancia de la temperatura en la propagación del sonido se hace irrelevante. Ello es debido a su implicación en las posibilidades de propagación (sobre todo de la baja frecuencia), por su vinculación en el funcionamiento de las instalaciones analizadas y por su repercusión sobre el ruido de fondo.

Durante la realización de las campañas de medidas acústicas en condiciones de viento, al igual que para realizar la posterior simulación, se tendrán en cuenta diversos escenarios relativos a las distintas configuraciones de viento posible, la situación de las fuentes de ruido lejanas y su afección hacia los distintos potenciales receptores. En general, corriente arriba de las fuentes (situación “*up-wind*” o “*Unfavourable Conditions*”) apenas se oye ningún sonido.

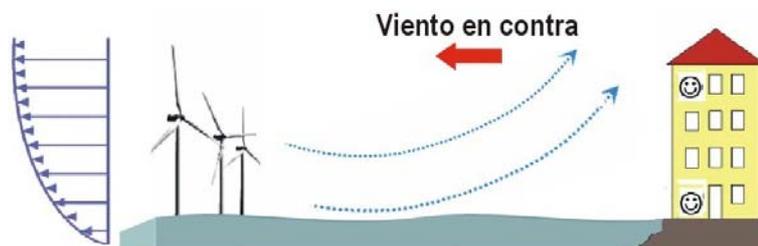


Figura 1: Propagación del sonido up-wind

Por el contrario, en situaciones de viento a favor (“*down-wind*” o “*Favourable Conditions*”) el sonido se refracta hacia abajo, y se crean condiciones muy propicias para la propagación del sonido a largas distancias, produciéndose además reflexiones que luego se refractan formando canales.

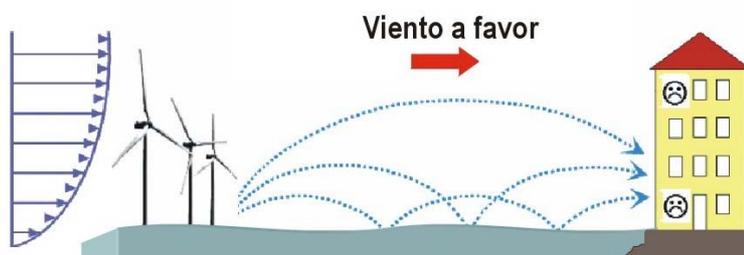


Figura 2: Propagación del sonido down-wind

Como paso previo a todas las fases de trabajo propuestas es imprescindible que se disponga de los datos de viento de estaciones meteorológicas que se ubiquen en las proximidades de la zona donde se ubicará el futuro parque eólico. Si bien se considera 30 años el tiempo mínimo imprescindible para establecer conclusiones fiables en climatología, se puede considerar

suficiente contar con 5 años de datos. Sería conveniente que los datos relativos a dirección y velocidad del viento estuvieran disponibles al menos de hora en hora. Estos datos deben ordenarse y clasificarse estadísticamente, de tal forma que sirvan de punto de partida a la toma de decisiones en las fases posteriores.

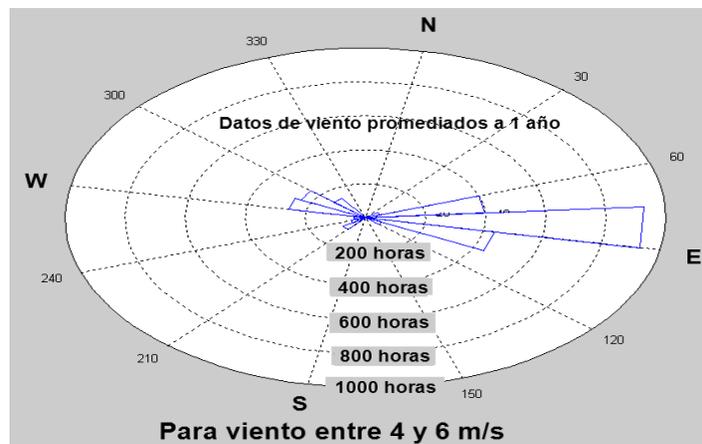


Figura 3: Número de horas anuales y dirección en la que el viento toma velocidades entre 4 y 6 m/s

CAMPAÑA DE MEDIDAS

Paso 2. Campaña de medidas siguiendo la ISO-1996

Este paso incluye la campaña de medidas “in situ” del ruido existente en este estado del proyecto (ruido pre-operacional). Debe caracterizarse el área de estudio espacial y temporalmente, siguiendo las prescripciones de la Norma ISO-1996 y las exigencias de la propia normativa andaluza.

Paso 3. Medida del ruido en condiciones de viento. Ruido aerodinámico

En este tercer paso se pretende caracterizar el ruido provocado por la presencia del propio viento en la zona a describir. Hay que tener en cuenta que el parque eólico sólo funciona (y por tanto sólo genera ruido) cuando la velocidad del viento supera un cierto valor, en general 4 m/s (velocidad de conexión). Además se tendrá en cuenta que los aerogeneradores se paran al rebasar el viento los 25 m/s (velocidad de corte). Todo esto sin olvidar que la potencia sonora radiada por el propio aerogenerador depende de la velocidad del viento (en general aumenta cuando aumenta ésta) [2].

Esto representa un problema ya que habitualmente se establecen unas condiciones de viento por encima de las cuales se desechan las medidas o simplemente se detiene el ensayo. Habitualmente este umbral se sitúa en vientos de 3 m/s. Por encima de esta velocidad se genera el llamado pseudo-ruido que crea en el micrófono como un sonido ficticio consecuencia de la presión ejercida por el viento. Como se pone de manifiesto en el documento [3] existen cuatro técnicas que reducen o eliminan el ruido inducido sobre el micrófono en condiciones extremas de viento:

- Utilizando técnicas de correlación entre 2 micrófonos que recojan el mismo ruido de manera sincronizada.
- Montando el micrófono sobre una superficie reflectante que se dispone verticalmente protegiendo el micrófono del viento directo (teniendo en cuenta descontar 6 dB por reflexión).
- Usando micrófonos direccionales.
- Usando una segunda pantalla protectora anti-viento extra-grande.

El uso de una segunda pantalla protectora anti-viento extra-grande, es la protección más extendida y robusta para este tipo de estudios. Esta segunda cubierta reduce aún más el ruido inducido debido a la turbulencia del viento contra el micrófono y aumenta los niveles de señal/ruido, especialmente a baja frecuencia.

El mismo viento que hace funcionar el campo de aerogeneradores produce ruido a su paso a través de obstáculos. El nivel de este ruido va a depender del tipo de obstáculo, árboles, cables, etc, y la velocidad de paso del viento. Por tanto, el segundo paso consiste en medir viento y ruido de manera simultánea, promediando ambas magnitudes durante un intervalo de tiempo concreto (en la literatura se encuentra el intervalo de 10 minutos, como el tiempo de integración adecuado [4]). Los datos de velocidad promedio de viento durante 10 minutos y el LAeq 10 minutos, así obtenidos simultáneamente se correlacionan deduciéndose la relación entre las variaciones de ambas magnitudes. El análisis de regresión presentará el ruido aerodinámico del viento (LAeq) en ese lugar a diferentes velocidades del viento.

El viento se ha de medir con un anemómetro colocado a 10 metros de altura. En caso de no poder situar a esta altura el sensor, habrá de corregirse la velocidad, ya que a más altura más velocidad. Esta corrección se hace posible usando la siguiente expresión [2] [5].

$$V_1/V_2 = \ln (h_1/z_0) / \ln (h_2/z_0)$$

Expresión 1. Corrección de la velocidad del viento en función de la altura

Donde V_1 = velocidad del viento en m/s a la altura de h_1 metros sobre el terreno
 V_2 = velocidad del viento en m/s a la altura de h_2 metros sobre el terreno
 z_0 = longitud de la rugosidad del terreno en metros

Esta longitud de la rugosidad del terreno z_0 se extrae de la relación existente entre distintas alturas y velocidades del viento de una manera empírica. Se puede usar también la siguiente tabla [2] [6].

Tipo de terreno	Longitud de la rugosidad z_0
Agua, nieve, arena,	0,001 metros
Superficies planas, con hierba o tierra	0,01 metros
Mixta, con matorral	0,05 metros
Ciudades, bosques	0,3 metros

Tabla 1. Tipo de terreno y rugosidad

Así se pretende medir el ruido que genera el viento a su paso por distintas superficies y que depende de su velocidad. Se tomarán puntos que definan la diversidad de suelos y superficies existentes en la zona de estudio, ello nos servirá de base para tener una información sobre el ruido aerodinámico en diferentes situaciones de suelo y velocidad del viento. En cualquier caso las zonas más importantes para definir el ruido aerodinámico son las habitadas. El tiempo de registro debe ser el suficiente para obtener muestras suficientes con velocidades de viento comprendidas entre 4 y 15 m/s. Para obtener el ruido aerodinámico de fondo de tendrán en cuenta la distribución estadística de la velocidad del viento, estimada en el Paso 1. Por encima de 15 m/s no se pueden efectuar medidas de ruido fiables utilizando un solo método de protección contra el viento. Afortunadamente existen varias estrategias que también se pueden añadir a las comentadas anteriormente [4]:

- Se situará el sonómetro en un emplazamiento protegido lo mejor posible del viento
- El sonómetro se situará a 1,2 metros de altura (lo más bajo posible)

Paso 4. Medida del ruido procedente de otras fuentes, en distintas condiciones de viento.

Cuando las series temporales de vientos indican que una o varias direcciones del mismo son altamente probables deberán tenerse en consideración las fuentes sonoras lejanas en esas direcciones que puedan afectar a la zona de estudio. Es interesante advertir que no sólo se ha de contar con fuentes convencionales como autovías. Por ejemplo el oleaje, que muchas veces es provocado por el propio viento de manera local, puede ser un factor importante en zonas costeras. No deberán incluirse en los modelos ni deberán medirse aquellas situaciones en las que la afección está provocada por influencia de un viento de componente poco habitual en la zona.

MODELIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Pasos 5 y 6. Construcción de los modelos predictivos

Los modelos de predicción acústica son necesarios para prevenir situaciones conflictivas. Estos modelos nos ayudan a conocer la repercusión sonora sobre la población (impacto ambiental por ruido) de una actividad que se va a desarrollar en el futuro y en caso de que no se cumpla con la legislación vigente nos permiten modificar el proyecto inicial para subsanar esos problemas.

La mecánica de valoración de la afección provocada por una nueva actividad derivada del Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía exige la descripción en primer lugar de la situación actual tanto de día como de noche (modelo pre-operacional, Paso 5) y que viene corroborada por la campaña de medidas. A continuación, a los mapas acústicos anteriores se les añade la repercusión de la nueva instalación (modelo operacional, Paso 6). O sea, se valora el efecto acumulativo que la incorporación que el parque de aerogeneradores tiene en el medio ambiente.

Para la construcción del modelo hemos de seguir la siguiente guía metodológica, donde los pasos obvios se han quedado fuera.

Paso 5.1. Ruido de fondo de origen aerodinámico	
Pasos 5.1.1	Se corrigen los datos de la estación meteorológica obtenidos en el Paso 1, a 10 metros de altura.
Paso 5.1.2	Para cada tipología de paisaje (arena, bosque, viviendas, etc), se determina el ruido aerodinámico LAeq para cada velocidad de viento: de 4 a 6 m/s, de 6 a 8 m/s, hasta 15 m/s. Todo ello en base a los ensayos realizados en el paso 3.
Paso 5.1.3	En base a las probabilidades de que el viento en la estación meteorológica supere ciertos valores a lo largo del año se calcula el ruido aerodinámico para cada tipología de paisaje.

Paso 5.2. Ruido de fondo de otras fuentes (en los momentos de calma)	
Paso 5.2.1	Considerando la probabilidad de que el viento en la estación meteorológica NO supere 2 m/s a lo largo del año se calcula el ruido preoperacional emitido por todas las fuentes definidas en la zona.
Paso 5.2.2	Se utilizará los criterios definidos en la Guía [7]: % Favourable conditions. Day 50%, Evening 75 % and Night 100%.

Paso 5.3. Ruido de fondo de otras fuentes (en condiciones de viento)	
Paso 5.3.1	Considerando la probabilidad de que el viento en la estación meteorológica SI supere 2 m/s a lo largo del año se calcula el ruido preoperacional emitido por todas las fuentes definidas en la zona.
Paso 5.3.2	Partiendo de una rosa de los vientos (basta una de 4 puntas) donde sólo se consigne la probabilidad de que una determinada dirección supere los 2 m/s a lo largo del año, se tomará es tanto por ciento como: % <i>Favourable conditions</i> y <i>Not favourable</i> en las otras.

Paso 6.1. Ruido procedente del parque de aerogeneradores	
Paso 6.1.1	Se corrigen los datos de la estación meteorológica obtenidos en el Paso 1, a la altura de los aerogeneradores.
Paso 6.1.2	Se excluyen los datos de viento que estén por debajo de 4 m/s o sobrepasen los 25 m/s.
Paso 6.1.3	Se toman las referencias de la potencia emitida por los aerogeneradores en relación a los valores de velocidad del viento [8].
Paso 6.1.4	Se crea una rosa de los vientos de 16 puntas para cada clase de valores de viento tabuladas en la actividad anterior para los que existe un valor de potencia.
Paso 6.1.5	Partiendo de la actividad anterior se crea una rosa de los vientos de 16 puntas con el valor de potencia sonora radiada anual para cada dirección y el tiempo de funcionamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Helmut Klug (2005). A Review of Wind Turbine Noise. First International Meeting on Wind Turbine Noise: Perspectives for Control. Berlin
- [2] UNE-EN 61400-11:2004. Aerogeneradores. Parte 11: Técnicas de medida de ruido acústico. Versión española de la norma IEC 61400-11:2002
- [3] J. Kragh et al (1999) Noise immission from wind turbines. Technical report ETSU W/13/00503/REP Department of Trade and Industry U.K.
- [4] Churro, D. et al. (2004). Parques Eólicos – Estudio dos Impactes no Ambiente Sonoro. I – Influencia no Ruido Local. Congreso Tecniacústica. Guimaraes.
- [5] McKenzie, Hayes Proposed Wind Farm at Largie Estate, Argyll and Bute Environmental Impact Assesment: NOISE. Report HM:1104/R4 prepared for Eurus Energy UK Ltd. 2004
- [6] R. Meir et al (1996) The assessment and rating of noise from wind farms. Technical report ETSU-R-97. Department of Trade and Industry U.K.