

ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LOS ESTUDIOS ACÚSTICOS SOBRE PARQUES DE AEROGENERADORES EN ANDALUCÍA

PACS: 43.50.Rq

Moreno Mateos, Miguel Ángel¹; Cueto Ancela, José Luis¹; Cobo Abascal, Norberto²; Hernández Molina, Ricardo¹

¹ Laboratorio 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: mamm@arquired.es

E-Mail: joseluis.cueto@uca.es

E-Mail: ricardo.hernandez@uca.es

² Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Delegación Provincial de Cádiz

Plaza Asdrúbal s/n. Cádiz 11008

Tel/Fax: 956 008 742

E-Mail: norberto.cobo@juntadeandalucia.es

ABSTRACT

This paper aims to highlight the number of different methodologies that some laboratories put into practice when dealing with characterization of noise and assessment of noise from wind farms. We will also put the focus on analyzing the consequences of this large dispersion. Five years ago, the Department of Environmental Affairs of the Andalusian Regional Government was already worried about the special requirements of these studies and that is why a set of recommendations were published [1]. To carry out this research we will address the two parts of the problem: the environmental noise measurement and the development of noise maps.

RESUMEN

Este trabajo trata de poner de manifiesto la dispersión de metodologías que los laboratorios ponen en juego cuando abordan estudios acústicos sobre parques eólicos y analizar sus consecuencias. La Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía se preocupó en su día de dar respuestas a las especificidades de este tipo de estudios [1]. Para llevar a cabo este trabajo se tendrán en cuenta, tanto las campañas de medidas acústicas ambientales, como los estudios predictivos basados en mapas de ruido, realizados en los últimos cinco años dentro de la comunidad autónoma de Andalucía.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Este trabajo surge del interés por conocer el grado de comparabilidad de los distintos estudios acústicos sobre parques eólicos que se están llevando a cabo en Andalucía. Para ello se ha contado con el apoyo de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta Andalucía. En caso de descubrirse que estos estudios se realizan basándose en metodologías de trabajo muy

distintas se haría necesario averiguar qué implicaciones pudiera tener sobre la calidad de las predicciones y, por tanto, de las conclusiones de los estudios.

En resumidas cuentas, los objetivos principales marcados en este trabajo incluyen la descripción, clasificación y análisis de las propuestas metodológicas que están incorporadas explícita o implícitamente en los informes enviados a la propia Junta de Andalucía.

El trabajo se desarrolló desde la Delegación Provincial de Cádiz.

METODOLOGÍA

Para analizar la situación de los estudios acústicos se han recopilado un total de 31 informes de estudios acústicos de parques eólicos presentados en las distintas delegaciones de la Consejería de Medio Ambiente de Andalucía en los últimos años.

El proceso de catalogación y análisis de los estudios acústicos de parques eólicos se ha dividido en tres bloques que intentan seguir la lógica de ejecución de este tipo de estudios, aunque esta muchas veces no coincide. En el primer acercamiento a los informes se ha buscado la información necesaria para la planificación del estudio. Se supone que con esta información inicial se generará una descripción del ruido ambiental presente en el área [1], y es vital para abordar los pasos posteriores. La segunda fase comprende el examen de las características más relevantes de las campañas de medidas acústicas en el exterior [1] [2] [3] [4]. Por último se han evaluado las decisiones (hasta donde ha sido posible) referentes al diseño y construcción del mapa de ruido para las situaciones actuales y futuras (tras la implantación del parque) [1] [5] [6] [7] [8]. De manera genérica el "check-list" inicial incluye:

Planificación

- Recopilación de datos de vientos: Datos exhaustivos sobre la velocidad y dirección del viento.
- Recopilación de todas aquellas características de los aerogeneradores que sean imprescindibles para la modelización de la emisión sonora del parque.
- Identificación y catalogación de otras fuentes de ruido en la zona, incluidos otros parques eólicos. ¿Cómo se va a gestionar la presencia de estas fuentes sonoras?
- Identificación y catalogación de los potenciales receptores del ruido, incluidas áreas tranquilas, parques naturales y otras figuras.
- Identificación y catalogación de barreras y accidentes geográficos que limiten la propagación del ruido.

Campaña de medidas de ruido

- Campañas de medida del ruido ambiental en estado pre-operacional y operacional siguiendo [2] [4]. Muestreo espacial y muestreo temporal, decisiones adoptadas. Parámetros de medida. Reproducibilidad de los ensayos. Cálculo de incertidumbre. Certificados de calibración y verificación de equipos.
- ¿Se realizan medidas acústicas en diferentes condiciones de viento (medida simultánea y sincronizada de las variables ruido y viento)? ¿Se realizan medidas de ruido aerodinámico?
- Campaña de monitoreo de ruido siguiendo [2] [4]. Número de estaciones, situación de las mismas, extensión de las medidas de larga duración, decisiones adoptadas. Parámetros de medida. Reproducibilidad de los ensayos. Cálculo de incertidumbre. Certificados de calibración y verificación de equipos.
- Planificación de la campaña de medida futura, una vez que la instalación se halle funcionando a pleno rendimiento.

Mapas de ruido

- Construcción del modelo geométrico en 3-D que va a servir de base para la predicción. Procedencia del modelo inicial. Se examina la integración de todos los elementos relevantes para el mapa de ruido (emisores, receptores, propagación), resolución de las curvas de nivel, altura de edificios, carreteras y barreras, grado de actualización del mapa. Decisiones adoptadas [5].
- Adquisición de los datos de atributos: por ejemplo datos catastrales, PGOU, tipos de suelo, densidad de tráfico, etc. Fuentes de los datos de partida. Decisiones adoptadas [5].
- Mapas de ruido. Tipos y número de mapas presentados. Reproducibilidad de los mapas. ¿Qué condiciones representan estos mapas? ¿Incluyen todos los emisores y receptores catalogados? ¿Como se han introducido y tratado los datos referentes a la campaña de medidas de ruido "in situ"? ¿Como se han introducido y tratado los datos referentes al viento?
- ¿Como se utilizan los mapas en la evaluación de la conformidad sobre el proyecto de ejecución de los parques eólicos?

Por motivos expositivos y de extensión, en esta comunicación se van a tratar solamente una selección de los parámetros que se han tenido en cuenta en la sistemática de trabajo. Sin embargo los datos aportados en esta comunicación son lo suficientemente reveladores para el entendimiento de las conclusiones. Como en ninguno de los casos se recogen medidas preventivas o correctivas que deban ser incorporadas al proyecto, se ha dejado este apartado fuera del estudio

Se ha mantenido el anonimato de los autores de los 31 trabajos, de tal manera que la confidencialidad queda preservada en todos los casos.

DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS EXTRAIDOS DE LOS ESTUDIOS ACÚSTICOS

Aerogeneradores

Obviamente, el punto de partida de este tipo de estudios debe girar sobre los datos concernientes a la definición de estas peculiares fuentes de ruido. Por ello se hace imprescindible el conocimiento de la posición de cada uno de los aerogeneradores dentro del parque, la altura del buje y los datos de potencia sonora emitida, a ser posible por banda de frecuencias. La potencia sonora será distinta para las distintas velocidades de viento. Viento, que a su vez condicionan las condiciones de propagación favorables dependiendo de su dirección [1] [3] [4] [7] [8] [9].

Sin embargo, de los 31 estudios analizados, solo 2 de ellos se proveen de los datos de los vientos predominantes en la zona. Incluso estos dos estudios no declaran una fuente fiable de los datos. Unos datos de calidad se pueden extraer de estaciones meteorológicas situadas en la región y de los datos propios del estudio previo de viabilidad del propio parque eólico. En este sentido para que la serie meteorológica sea realmente informativa debe proveer de datos, al menos con una resolución dato/hora, durante varios años.

Todos los estudios analizados aportan el número de aerogeneradores, así como la posición de cada uno dentro del parque, descripción por diámetro de rotor, tipo marca, altura de buje, dimensiones de las palas. El nivel de potencia de los aerogeneradores es aportado sólo por 26 de los 31 estudios, y solo 2 de ellos presentan la potencia por banda de octavas entre 31.5 y 8000 Hz y según las velocidades de viento, conforme a norma [3].

CODIGOS DE PARQUES EÓLICOS	Nº aerogeneradores	Diámetro rotor	Altura buje	Nº palas	Potencia considerada. Laeq dBA
01/09/04/09	14	90	67		(1)
02/5/01/07	15	90	80		103,9
03/17/01/09	17		60	56	80
04/30/01/09	30		60	56	80
05/16/01/09	16		60	56	80
06/15/01/09	15		60	56	80
07/20/01/09	15		60	56	80
08/09/01/09	9	100	100		103,9
09/06/01/09	6	100	100		103,9
10/05/01/09	5	100	100		103,9
11/04/01/09	4	100	100		103,9
12/05/01/07	5	90	80		102,8
13/11/01/07	11	90	80		102,8
14/12/01/07	12	90	80		102,8
15/06/01/07	6	90	80		102,8
16/08/01/07	8	90	80		102,8
17/08/01/07	8	90	80		102,8
18/12/01/07	12	90	80		102,8
19/05/01/07	5	90	80		102,8
20/08/02/11	8	100	90		102,8
21/09/02/11	9	100	119		102,8
22/29/02/11	29	78,34	119		104
23/10/02/11	10	78,34	65		104
24/23/02/11	23	78,34	65		104
25/25/02/11	25	78,34	65		104
26/21/02/11	21	78,34	65		104
27/25/02/11	25	78,34	65		104
28/12/02/11	12	78,34	65		104
29/26/02/11	26	60	65		104
30/18/03/09	18	90	67		(1)
31/16/01/08	16	100	90		102,8

(1) Considera la potencia en bandas de octavas.

Tabla.1. Datos aportados de Aerogeneradores

La calidad y detalle de estos datos son imprescindibles para la elaboración de una buena predicción. Los niveles de potencia de un aerogenerador varían mucho respecto a las velocidades de viento, y el conocimiento de los niveles de emisión en las bajas frecuencias toman un papel relevante en largas distancias y es importante su estudio y valoración. Existen varios estudios y trabajos que corroboran esta necesidad [9] [10].

Las campañas para la medida del ruido ambiental en la situación pre-operacional

Actualmente los aerogeneradores en Andalucía se instalan en zonas alejadas, de tal manera que en muchos casos parece un poco absurdo medir ruido en el campo, cuando ni hay fuentes de ruido antropogénicas, ni receptores o zonas sensibles. Pequeñas explotaciones ganaderas, o agrícolas, carreteras y en algunas ocasiones otros parques eólicos son las fuentes de ruido más habituales en estos lugares. Aunque ciertamente se prevé que cada vez vayan invadiendo poco a poco espacios con mayor densidad de habitantes, en la actualidad sólo viviendas rurales dispersas jalonan el escenario estudiado. En los casos estudiados la distancia a la que se encuentran dichas viviendas rurales de los aerogeneradores más cercanos se encuentra comprendida entre 260 m y la máxima de 3100 m.

Sólo 21 estudios establecen campañas de medidas, aunque sean 22 estudios los que declaran la presencia de receptores en las proximidades. Por tanto quedan 10 estudios que no han realizado ninguna medida, aun siendo preceptivos por la normativa vigente [2].

Las medidas de larga duración no exceden nunca las 24 horas, y sólo en una ocasión se han realizado dos. Se ha escogido el punto de monitoreado en la fachada más expuesta de los edificios y viviendas rurales que asoman al futuro parque y situando el micrófono entre 0,5 y 2 m de la fachada o a ras de la misma con la ventana abierta.

Las medidas de corta duración de 10/15 minutos que completan la campaña no se efectuaron nunca en periodo nocturno. Los puntos escogidos se eligen en función de la proximidad de fuentes sonoras (normalmente carreteras y otros parques) y como puntos de control, considerando la situación e influencia de los futuros aerogeneradores.

PARQUES EÓLICOS	Nº medidas 24 horas	Medidas	
		10min	15min
01/09/04/09	1	8	
02/5/01/07	1	9	
08/09/01/09	1	7	
10/05/01/09	1	11	
11/04/01/09	1	7	
12/05/01/07	1	7	
13/11/01/07	1	11	
14/12/01/07	1	7	
20/08/02/11	1	6	
21/09/02/11	1	7	
22/29/02/11	1	7	
23/10/02/11	1	6	
24/23/02/11	1	8	
25/25/02/11	1	6	
26/21/02/11	1	7	
27/25/02/11	1	7	
28/12/02/11	2		8
29/26/02/11	1	6	

Tabla.2. Listado de medidas, cantidad y duración

Se explicita la altura del micrófono en los ensayos (1,5 o a 4 metros de altura) y se han realizado correcciones debidas por la presencia de superficies reflectantes, si las hay, aunque no por la altura del micrófono.

Los ensayos se realizan siempre con velocidades de viento siempre inferior a los 3 m/s como indica la norma [2] [4]. En ningún caso se realizan medidas simultáneas de viento a 10 m de altura y ruido [1] [3] [11]. Por tanto, ninguno de los estudios acústicos analizados, caracterizan este ruido aerodinámico como tal. El ruido aerodinámico, emitido por el viento al pasar por los elementos existentes en la zona, ya sean árboles, terreno, matorrales, etc., podrá enmascarar a ciertas velocidades el propio

ruido recibido de los aerogeneradores en un futuro. De ahí la importancia de su estimación a la hora de evaluar la posible afección acústica cuando el parque entre en funcionamiento [1] [12]. Siguiendo con la problemática de medir sin viento, tampoco se caracterizará el ruido emitido por los parques eólicos aledaños en funcionamiento. Y tampoco se conocerá la influencia del ruido de carreteras en condiciones favorables a la propagación debidas al viento (hay que tener en cuenta que tampoco se ha medido de noche).

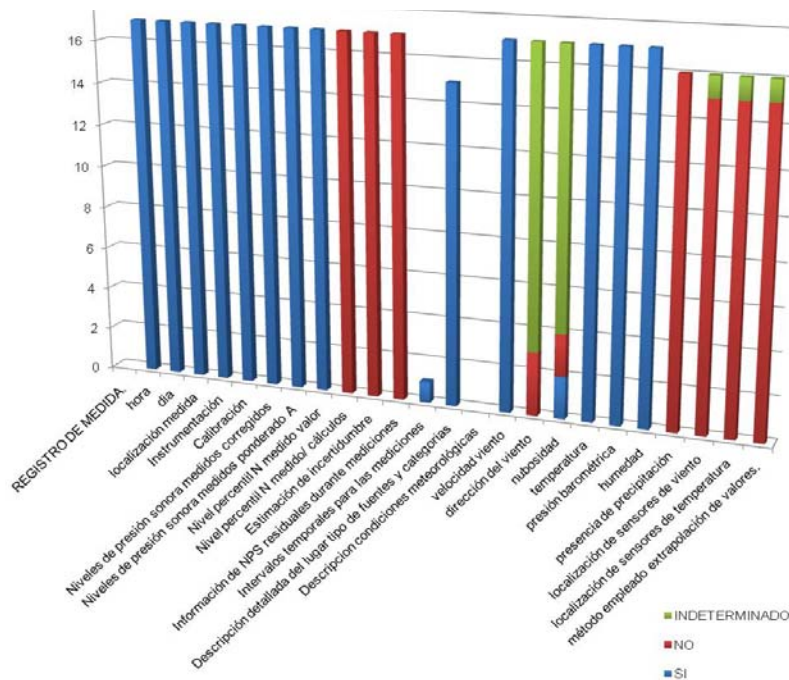


Fig. 1 Datos aportados para la modelización.

Modelización y mapas de ruido

Si el obscurantismo y la falta de transparencia son comunes a las demás partes examinadas de los informes, es el apartado de mapas de ruido, donde encontramos más obstáculos para entender como han sido desarrollados. Es de destacar que en 7 de los parques no se realiza un mapa de ruido mediante un software de predicción sonora, sino que estiman el impacto sonoro en base a cálculos en la que establecen la atenuación de la señal por distancia. En el resto nadie desvela la procedencia de la base topográfica, ni de la

información datos de los atributos, ni si estos han sido modificados, actualizados o mejorados: No se explicitan la resolución de las curvas de nivel, se sospecha que en algunos casos ni se han utilizado. No se explicitan los datos de tráfico con los que se han realizado los mapas.

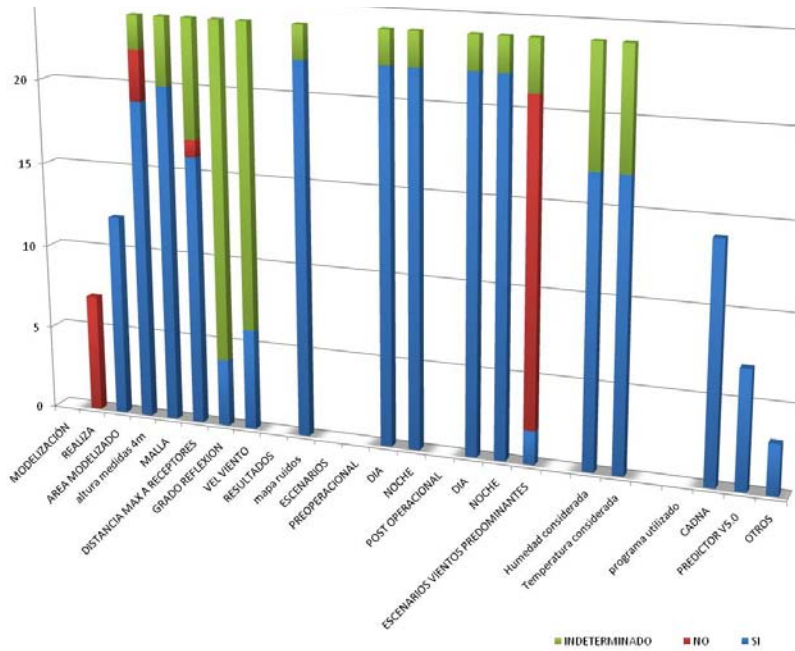


Fig. 2 Datos aportados para la modelización.

Características declaradas de los 24 estudios que han presentado un mapa de ruido como método de evaluar la viabilidad de la instalación.	
Modelo de cálculo	En los 24 casos se usa la ISO-9613-2
Modelización de la fuente de ruido. Datos en coordenadas UTM (X,Y) de la posición de cada aerogenerador.	En los 24 informes se modelizan los aerogeneradores como fuentes de ruido puntual localizadas a la altura del buje.
Número y tipo de mapas presentados	Mapas de niveles sonoros en estado preoperacionales para el día y la noche y operacionales para el día y la noche. En total 4 mapas son los presentados en los 24 informes.
Resolución de la malla de cálculo	Máxima 10x10 metros. Mínima 50x50 metros
Altura de cálculo y evaluación.	En los 24 informes se presenta a 4 metros a pesar de que algunas viviendas rurales tenían una altura menor.
Distancia considerada para la predicción	2000 metros.
Reflexiones	Sólo consideradas en 2 de los informes
Impedancia acústica del terreno. Todos ellos se basan en ortoimágenes para determinar la impedancia del terreno.	11 de los informes distinguen entre terrenos no asfaltados, superficies asfaltadas y mixtas. Otros 5 informes presentan un G=0,8 para toda el área.
¿Se ha considerado el viento como factor de propagación en los mapas?	Sólo en 2 de los casos se consideran los vientos en la zona para diseñar el mapa.

Tabla.3. Datos aportados sobre la construcción de los mapas

En este apartado lo que encontramos es una falta de transparencia en los datos de partida y entrada computacional en los estudios, bien por falta de exposición de los mismos o bien por la inexistencia de ellos. El parámetro de la velocidad del viento, crucial en este tipo de estudios no está debidamente descrito, ni estudiado, con lo cual no se puede saber si se están teniendo o no en cuenta las condiciones singulares de esta actividad. Solo uno de los estudios recrea un escenario contando con los vientos predominantes.

CONCLUSIONES.

Los estudios acústicos de los 31 parques eólicos que han sido presentados en las distintas delegaciones de la consejería de medio Ambiente de la Junta de Andalucía, analizados en este trabajo muestran la diversidad de metodologías adoptadas a la hora de abordar el trabajo, alguna de ellas alejadas de lo estipulado por la normativa vigente [2], en espera de la aprobación de un nuevo Reglamento de Protección Acústica en Andalucía que desarrolle los preceptos establecidos por la [13] [14]. La falta de aplicación de una metodología y normativa específica para este tipo de trabajos hace que muchos de ellos no contemplen parámetros básicos que influyen de manera determinante en los resultados, tales como los efectos del viento, que definen los distintos escenarios afectando en la propagación del sonido, en los niveles de potencia de los aerogeneradores, así como en el enmascaramiento por el ruido aerodinámico de la zona. Son importantes también las carencias en las definiciones de los datos del terreno, fuentes existentes como las carreteras, así como la falta de un criterio claro en la aplicación de la normativa respecto a la clasificación de los receptores característicos de estas zonas donde se implantan los parques eólicos. Esta excesiva simplificación de los factores considerados está dando lugar a estudios imprecisos, con resultados claramente mejorables. El hecho de que los parques andaluces se sitúen en zonas alejadas de los núcleos de población juega a favor de los mismos, pero no debemos olvidar que es una actividad en auge y en un futuro cercano la población afectada puede ser considerable. Sería pues necesario el desarrollo de unas recomendaciones para dar respuestas a las especificidades de este tipo de estudios, en la que se marcara una metodología específica para abordar este tipo de estudios de forma que se garantizara la comparabilidad de los trabajos y la validez final de las conclusiones de los estudios acústicos sobre los parques eólicos en Andalucía.

REFERENCIAS

- [1] José Luis Cueto Ancela, Silvia Rivas Calvete, Ricardo Hernández Molina (2006) **Metodología para la evaluación del impacto sonoro producido por los parques eólicos en Andalucía**. Congreso Iberoamericano de Acústica, Tecniacústica. Gandia.
- [2] Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el **Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía**.
- [3] UNE-EN 61400-11:2004. **Aerogeneradores. Parte 11: Técnicas de medida de ruido acústico**. Versión española de la norma IEC 61400-11:2002
- [4] ISO 1996-2-1987. Acoustics -- Description and measurement of environmental noise -- Part 2: Acquisition of data pertinent to land use
- [5] European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN) (2006) **Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure**. Version 2.
- [6] ISO 9613-2:1996 Acoustics -- Attenuation of sound during propagation outdoors -- Part 2: **General method of calculation**
- [7] B. Plovsing, J. Kragh, (2000) **Nord2000. Comprehensive Outdoor Sound Propagation Model'. part 2: 'Propagation in an Atmosphere with Refraction'**, DELTA Acoustics & Vibration Report AV 1851/00.
- [8] Draft JRC REFERENCE REPORT on **Common Noise Assessment Methods in EU CNOSSOS-EU** version 2d de 28 de Mayo de 2010
- [9] G.P. Van den Berg (2003) **Effects of the Wind Profile at Night on Wind Turbine Sound**. University of Groningen, Netherlands
- [10] Geoff Leventhal (2004) **Low Frequency Noise Wind Turbines** – Genesis Power/Hegley Acoustic. Consultants
- [11] ETSU-R-97, ETSU for the DTI. (1996).ETSU: **The Assessment and Rating of Noise from Wind Turbines**
- [12] O F'egeant (1999). **On the masking of wind turbine noise by ambient noise**. In European Wind Energy Conference, EWEC '99, pages 184–188. Niza.
- [13] **Ley 37/2003**, de 17 de noviembre, **del Ruido**
- [14] **Real Decreto 1367/2007**, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la **Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas**