

# **Estudio de ruidos**

## **Parques eólicos en Camarillas (Teruel)**

Enero 2024

# Contenido

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1	TERMINOLOGÍA.....	1
<b>2</b>	<b>OBJETO Y ALCANCE DEL ESTUDIO.....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>ÁMBITO DE ESTUDIO Y FUENTES DE RUIDO CONSIDERADAS .....</b>	<b>2</b>
3.1	DESCRIPCIÓN DEL RUIDO GENERADO POR UN PARQUE EÓLICO .....	2
3.2	FUENTES DE RUIDO AMBIENTAL DE UN PARQUE EÓLICO .....	3
3.3	FUENTES DE RUIDO CONSIDERADAS.....	4
3.3.1	<i>Red de carreteras .....</i>	<i>4</i>
3.3.2	<i>Fuentes puntuales. Aerogeneradores.....</i>	<i>5</i>
3.4	CONSIDERACIONES METEOROLÓGICAS ZONALES: EL VIENTO .....	5
<b>4</b>	<b>MARCO NORMATIVO.....</b>	<b>6</b>
4.1	REAL DECRETO 212/2002, DE 22 DE FEBRERO, POR EL QUE SE REGULAN LAS EMISIONES SONORAS EN EL ENTORNO DEBIDAS A DETERMINADAS MÁQUINAS DE USO AL AIRE LIBRE .....	6
4.2	LEY 37/2003, DE 17 DE NOVIEMBRE, DEL RUIDO.....	7
4.3	REAL DECRETO 1513/2005, 16 DE DICIEMBRE, POR EL QUE SE DESARROLLA LA LEY 37/2003 DEL RUIDO .....	7
4.4	REAL DECRETO 1367/2007 DE 19 DE OCTUBRE, POR EL QUE SE DESARROLLA LA LEY 37/2003 DE 17 DE NOVIEMBRE, DEL RUIDO.....	7
4.5	LEY 7/2010, DE 18 DE NOVIEMBRE, DE PROTECCIÓN CONTRA LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA DE ARAGÓN .....	8
<b>5</b>	<b>CRITERIOS DE APLICACIÓN: ÁREAS ACÚSTICAS Y LÍMITES SONOROS .....</b>	<b>8</b>
5.1	ÁREAS DE SENSIBILIDAD ACÚSTICA. CLASIFICACIÓN .....	9
5.2	PERIODOS DE EVALUACIÓN .....	9
5.3	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA.....	9
5.4	ALTURA DE EVALUACIÓN .....	10
5.5	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA APLICABLES A LA EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR RUIDO EN LAS ZONAS TRANQUILAS EN LAS AGLOMERACIONES Y EN CAMPO ABIERTO. ....	10
<b>6</b>	<b>ESTUDIO ACÚSTICO.....</b>	<b>10</b>
<b>7</b>	<b>ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>12</b>
<b>8</b>	<b>PROPUESTA DE MEDIDAS.....</b>	<b>13</b>
8.1	CAMPAÑA DE MEDIDA DE RUIDOS IN-SITU.....	13
8.2	APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS REDUCTORES DE RUIDO DE LOS AEROGENERADORES INSTALADOS.....	13
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>14</b>

## 1 INTRODUCCIÓN

La contaminación acústica entendida, de acuerdo con el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, como la *"presencia en el ambiente de ruidos y vibraciones, cualquiera que sea el emisor acústico que los origine, que impliquen molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, o que causen efectos significativos sobre el medio ambiente"*, es causa de preocupación en la actualidad en todos los países industrializados, ya que, además de suponer una reducción muy significativa de la calidad de vida, en especial de la población que se encuentra expuesta a niveles de ruido elevados, produce molestias y efectos negativos sobre la salud y el medio ambiente.

Aunque el término contaminación acústica incluye, de acuerdo con la Ley de Ruidos tanto el ruido como las vibraciones, en este punto se aborda únicamente el tratamiento de la contaminación acústica desde la óptica del ruido ambiental.

Especial atención se presta al ruido ambiental, definido por la Directiva 2002/49/CE, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental como *"el sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas, incluido el ruido emitido por los medios de transporte, por el tráfico rodado, ferroviario y aéreo y por emplazamientos de actividades industriales como los escritos en el Anexo I de la Directiva 96/61/CE del Consejo, de 24 de septiembre de 1996, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación"*.

La Comunidad Autónoma de Aragón se rige por la Ley 7/2010, de 18 de noviembre, de protección contra la contaminación acústica.

### 1.1 Terminología

Con objeto de un mejor entendimiento del presente informe, se introduce la definición de ciertos términos que aparecen en el mismo:

- Residual Sound. Según el vocabulario de la norma ISO 1996-1:2016 "Acoustics — Description, measurement and assessment of environmental noise — Part 1: Basic quantities and assessment procedures", se utiliza como sinónimo de "Ruido en situación Preoperacional", o "Ruido de Fondo".
- Specific Sound. Siguiendo el vocabulario de la citada norma ISO, se hace referencia al ruido introducido de forma directa e indirecta por la incorporación de la actividad objeto de estudio, en este caso el producido por los aerogeneradores de los parques eólicos.
- Total Sound. Del mismo modo, la norma ISO 1996-1:2016, utiliza esta nomenclatura para hacer referencia al "Ruido Operacional" o "Ruido con la Actividad Funcionando", es decir, es el considerado en la situación operacional prevista en los mapas de ruido.

## 2 OBJETO Y ALCANCE DEL ESTUDIO

El principal objetivo de este estudio es evaluar la incidencia ambiental de las emisiones acústicas producidas tras la puesta en funcionamiento de los PPEE "San Antón", "Virgen del Campo", "Virgen de Fátima" y "Virgen de los Dolores", de manera que permita establecer, con posterioridad, un plan de vigilancia y control alrededor del mismo.

El documento presenta:

- Estudio acústico del ámbito afectado por la instalación del parque eólico. Este incluye un análisis del grado de contaminación acústica de la situación operacional prevista en el ámbito a través de modelos de predicción sonora, acompañado de una campaña de medidas "in situ", que ayudará a caracterizar y cuantificar el mismo.
- Estudio de sinergias, donde se tendrá en cuenta los niveles de ruido emitidos por los parques eólicos, construidos o proyectados, que se encuentren en una envolvente de 5 km en torno al parque objeto de estudio.

- Justificación de las decisiones adoptadas en coherencia con la zonificación acústica y los mapas de ruido aprobados.

Como herramienta indispensable en el análisis acústico, se emplean mapas del ruido generados a partir de un modelo de cálculo homologado que incorpora la información recibida y procesada hasta la fecha referente a las fuentes de ruido de relevancia en el ámbito, incluyendo las condiciones de las infraestructuras de transporte circundantes. Al mismo tiempo, se realiza un juicio de la adecuación del proyecto de instalación del parque eólico previsto a la normativa acústica, identificando las posibles incompatibilidades, tanto reales como previsibles, incluyendo, en su caso, las medidas preventivas y correctivas que se deberán incorporar.

### 3 ÁMBITO DE ESTUDIO Y FUENTES DE RUIDO CONSIDERADAS

El ámbito de estudio del presente Estudio de Ruido comprende la zona de implantación de los parques eólicos ("San Antón", "Virgen del Campo", "Virgen de Fátima" y "Virgen de los Dolores"). Se entiende que la generación de ruidos provendrá únicamente de las tareas de construcción/desmantelamiento o bien del funcionamiento de los aerogeneradores en la fase de operación. Así pues, se considera que el funcionamiento de las infraestructuras de acceso (entronque, caminos internos, plataformas) y la infraestructura eléctrica para la canalización de la línea de media tensión hasta la subestación existente SET Aliaga no generarán ningún impacto sobre el vector ruido.

Los parques eólicos se implantarán en los términos municipales de Camarillas (comarca de Comunidad de Teruel), Hinojosa de Jarque y Aliaga, (comarca Cuencas Mineras) en la provincia de Teruel.

#### 3.1 Descripción del ruido generado por un parque eólico

Entre los impactos que potencialmente pueden causar los parques eólicos, el presente estudio se centrará sobre el ruido que producen los aerogeneradores. Se pretende valorar cual es el grado de emisión y de afección a las actividades humanas cercanas debido a su repercusión sobre el ruido aéreo. La peculiaridad evidente en este tipo de estudios está en la naturaleza de las fuentes acústicas, los aerogeneradores, que sólo generan emisión 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 posee mayor preponderancia. Cuando el factor viento aparece, la importancia de la temperatura en la propagación del sonido se hace irrelevante. Este hecho se debe a la implicación del viento en las posibilidades de propagación, sobre todo a baja frecuencia, por su vinculación en el funcionamiento de las instalaciones analizadas y por su repercusión sobre el ruido de fondo.

Para valorar convenientemente todos los aspectos del estudio y modelizar la situación de forma eficaz mediante mapas de ruido, se debe distinguir y caracterizar tanto el generador del ruido, como la propagación del sonido y los receptores del mismo.

En primer lugar, se consideran las fuentes sonoras. Así pues, el ruido emitido por los aerogeneradores está asociado a tres tipos de causas principales:

- El ruido aerodinámico generado en la interacción pala-viento.
- El ruido mecánico proveniente de los componentes de las turbinas tales como: caja de transmisión, multiplicador, generador o los engranajes para la modificación de la orientación de las palas.

Teniendo como energía de excitación a las consideradas en los apartados anteriores, se puede considerar como específico el ruido transmitido por la propia estructura del aerogenerador.

A su vez, estas fuentes generan ruidos de naturaleza muy diferente, que conviene analizar por separado:

- Una de las características peculiares del ruido emitido por los aerogeneradores es una especie de silbido que sube y baja en amplitud (más de 3 dBA) al ritmo de paso de pala. En inglés se denomina blade swish y es debido a una modulación en amplitud del ruido aerodinámico a la frecuencia de paso de la pala.

- La combinación de componentes mecánicas del aerogenerador se caracteriza por emitir ruidos que pueden tener una gran componente tonal
- Pequeños pulsos de presión causados por la interacción entre las palas y el flujo de aire que genera lo que se denomina infrasonido, habitualmente en frecuencias tan bajas, del orden de 1 Hz.

Los factores encargados de que el sonido se propague con mayor o menor facilidad, están definidos en una norma internacional, la ISO 9613-2:1996 "Acoustics — Attenuation of sound during propagation outdoors — Part 2: General method of calculation". Esta norma introduce los parámetros más importantes en la propagación de ruido en el exterior, con objeto de predecir el nivel de presión sonora esperable en determinado lugar. Uno de los elementos más importantes en este caso es el viento que puede alterar los resultados de una manera considerable si no es tenido en cuenta.

El ruido emitido por los aerogeneradores tras propagarse por el medio, va a llegar presumiblemente a las personas que residen en las inmediaciones del parque, por lo que se debe determinar el grado de molestia producido.

### 3.2 Fuentes de ruido ambiental de un parque eólico

El ruido ambiental está generado por fuentes de emisión de ruido muy distintas entre sí, tanto por los niveles sonoros y espectros de frecuencia emitidos, como por su fluctuación en el espacio temporal, así como por la amplitud de la zona de afección.

Las fuentes de emisión (emisores acústicos) más significativas se pueden agrupar de acuerdo con la clasificación siguiente:

- Infraestructuras y medios de transporte (tráfico rodado, tráfico ferroviario, tráfico aéreo)
- Maquinaria y equipos.
- Obras de construcción de edificios y de ingeniería civil.
- Actividades industriales.
- Actividades comerciales y de servicios.
- Actividades o instalaciones deportivo-recreativas y de ocio.

La importancia del impacto acústico que una determinada fuente de ruido produce en un lugar determinado depende además de la naturaleza de la propia fuente, del conjunto de fuentes de ruido que inciden en el lugar, de las distancias que separan la fuente de los receptores y de la topología de la zona de afección al entorno de la fuente.

En el entorno de un parque eólico existen diferentes motivos por los que aumenta los niveles sonoros, los cuales se pueden diferenciar en la fase de construcción y la fase de explotación.

Durante la fase de construcción del proyecto tendrá lugar un aumento del ruido producido por el trabajo de la maquinaria pesada y la circulación de vehículos y operarios. El nivel de inmisión de ruidos a 5 metros de las zonas de obras con maquinaria en actividad (excavadoras) es de 75 dB(A) según mediciones en obras similares, aunque en las cercanías de algunas máquinas (compresores, etc.) se pueden alcanzar puntualmente los 100 dB(A). Este ruido se producirá, en diferente medida, en las distintas obras a realizar en el proyecto ya que todas ellas implican el uso de maquinaria y/o vehículos.

Si consideramos que los niveles medios de ruidos en la zona de obras por efecto de la maquinaria tienen un  $L_{eq}$  de 75 dB(A), a distancias próximas a los 500 m los niveles de inmisión de ruidos por atenuación con la distancia son inferiores a 50 dB(A), y a 1.000 metros serán inferiores a 45 dB(A). ( $L_{eq}$ = nivel sonoro continuo).

En la fase de explotación, un aerogenerador en funcionamiento genera dos fuentes de ruido: ruido mecánico y ruido aerodinámico.

- El ruido mecánico procede del generador, la caja multiplicadora y las conexiones, y puede ser fácilmente reducido mediante técnicas convencionales.
- En el caso del ruido de naturaleza aerodinámica, producido por el movimiento de las palas, el tratamiento por métodos convencionales es más difícil. El ruido aerodinámico es a su vez de dos tipos: Banda ancha e Irreflexivo.

La primera fuente de ruido de banda ancha incluye “el flujo inestable de aire sobre las palas” y está caracterizado por su ritmicidad.

El ruido irreflexivo es de baja frecuencia, por lo que a menudo es inaudible, pero tiene la propiedad de llegar a largas distancias; prevalece en las turbinas grandes y en las turbinas de eje horizontal orientadas a sotavento. El ruido irreflexivo depende del número y forma de las palas y de las turbulencias locales. Se intensifica cuando aumenta la velocidad del viento y la velocidad de rotación de la turbina.

### 3.3 Fuentes de ruido consideradas

Las fuentes de ruido consideradas condicionan la situación acústica en los terrenos que componen el ámbito objeto de estudio.

Durante las fases de construcción/desmantelamiento, las fuentes de ruido consideradas con el tránsito de maquinaria de obra

Por las características de los parques eólicos y su emplazamiento, durante la fase de operación, estas fuentes están relacionadas con el flujo de vehículos, principalmente de la vía A-2403 y las relacionadas con la propia actividad de los aerogeneradores.

#### 3.3.1 Red de carreteras

La red de carreteras autonómicas de Aragón<sup>1</sup> indica que por el término de Camarillas solamente discurre la carretera autonómica A-2403



Figura 1. Mapa de carreteras de la CA Aragón. Fuente: DGA

<sup>1</sup> Disponible en:

<https://gob-aragon.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=814896928ca6410e9a02e2ccf5eefca>

#### RED AUTONÓMICA DE CARRETERAS

VIA	A-2403
TIPO_VIA	CONVENCIONAL
TRAMO	
RED	RAA
TEN_T	
TITULAR	DGA
GESTOR	DGC
S_EXPL	1TE
PROV	TE
CTRA	A-2403
RED	CLASIFICADA
CLASE	LOCAL
CODIGO	A-2403
ACODIGO	A-2403
NOMBRE	De Camarillas a Ejulve
INICIO	Intersección A-228 (Km. 68,505), T.M. Camarillas
FINAL	Intersección A-1702 (Km. 10,275), T.M. Ejulve
PKI	0,00
PKF	38,73
OBSERVACIONES	

Como se puede apreciar en la ficha de la carretera A-2403, no se dispone de información sobre el IMD (índice medio diario). El IMD se define como el número total de vehículos que pasan durante un año por una sección transversal de la carretera dividido por el número de días del año, siendo el resultado el tráfico correspondiente a un día que es la media de todos los del año.

En base al IMD se podría estimar el impacto producido por la circulación de vehículos en este tramo de carretera y, por consiguiente, el impacto acústico que se podría generar.

Sin embargo, puesto que no se dispone de datos para la estimación de los ruidos generados por el tráfico de la carretera autonómica A-2403, se considerará despreciable a los efectos del presente estudio.

### 3.3.2 Fuentes puntuales. Aerogeneradores

Los parque eólicos “San Antón”, “Virgen del Campo”, “Virgen de Fátima” y “Virgen de los Dolores” quedan configurados como cuatro parques con un aerogenerador respectivamente. El modelo de aerogeneradores considerados en todos los casos es Enercon E-138 de 4 MW.

Los aerogeneradores están orientados básicamente en la orientación Norte-Sur. Las principales características se muestran en la tabla siguiente.

El funcionamiento de los aerogeneradores dependerá de las condiciones de viento. Sin embargo, en el presente estudio se considerarán las condiciones más desfavorables, evaluando el funcionamiento para los periodos día, tarde y noche de las máquinas a plena potencia y de forma continua.

Datos generales	
Potencia nominal	16 MW
Temperatura operativa estándar	Rango desde -40°C hasta 45°C
Diámetro del rotor	138,25 m
Área barrida	15.011 m <sup>2</sup>
Longitud de la pala del rotor	69,1 m
Material de las palas	Plástico reforzado con fibra de carbono y fibra de vidrio
Altura de buje	111 m
Torre	Torre de acero tubular cónica
Generador	Trifásico asíncrono doblemente alimentado
Frecuencia	50 Hz/60Hz

Tabla 1. Especificaciones técnicas del aerogenerador E138-4 MW

### 3.4 Consideraciones meteorológicas zonales: el viento

El municipio de Camarillas está situado en la comarca Comunidad de Teruel en la provincia de Teruel, en la Comunidad Autónoma de Aragón. El núcleo está situado en el Sistema Ibérico, a una altitud de 1314 m.

Respecto a la velocidad y dirección del viento, tanto promedio como de racha máxima, se dispone de la información procedente de la empresa promotora.

Así pues, y en función de la figura 4, la dirección predominante promedio por hora del viento en el municipio, varía a lo largo del año de la siguiente manera:

- ☐ Procedente del NORTE, en un porcentaje máximo del 60%.
- ☐ Procedente del ESTE, en un porcentaje máximo del 22%.



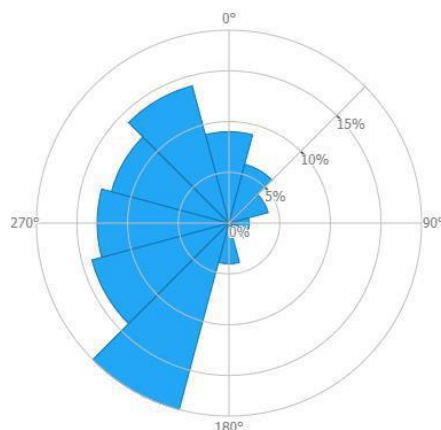


Figura 2. Rosa de vientos de frecuencias.

Fuente: Global wind atlas, disponible en: <https://globalwindatlas.info/es>

La velocidad libre a la altura de buje considerada es 6,5 m/s, con una densidad del aire de 1,225 kg/m<sup>3</sup>. La producción bruta estimada para los aerogeneradores considerados lle a 41.853,12 MWh/año considerando una curva de Weibull (k=2,5). Estos valores se resumen en la tabla siguiente.

CONDICIONES CLIMÁTICAS	
Velocidad libre altura buje (m/s)	6,5
Densidad del aire (kg/m <sup>3</sup> )	1,225
PRODUCCIÓN BRUTA (v = 6,5 m/s)	
Weibull (k=1,5) [MWh]	21337
Weibull (k=2) [MWh]	22528
Weibull (k=2,5) [MWh]	22856

## 4 MARCO NORMATIVO

A continuación, se lista el marco normativo de referencia para la realización de este estudio, tanto la normativa estatal, como la normativa autonómica.

- ☐ Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre
- ☐ Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido. (nacional, BOE, 18 de noviembre de 2003)
- ☐ Real Decreto 1513/2005, 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003 del Ruido
- ☐ Real Decreto 1367/2007 de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003 de 17 de noviembre, del Ruido
- ☐ Ley 7/2010, de 18 de noviembre, de protección contra la contaminación acústica de Aragón (BOA, de 3 octubre de 2010)

### 4.1 Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre

Como consecuencia, el Consejo y el Parlamento Europeo han aprobado la Directiva 2000/14/CE, de 8 de mayo, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre emisiones sonoras en el entorno debidas a las máquinas de uso al aire libre, mediante la cual se pretende armonizar los requisitos sobre el ruido emitido por las máquinas de uso al aire libre, a fin de prevenir los obstáculos a la libre circulación de dichas máquinas en el territorio de la Unión Europea, y proteger al mismo tiempo la salud y el



bienestar de los ciudadanos, así como el medio ambiente, mediante la reducción de los niveles acústicos aceptables para las mismas y la información a usuarios y público sobre el ruido emitido por estas máquinas.

En cumplimiento de los mecanismos establecidos en la Unión Europea, es preciso realizar la traslación de las obligaciones contenidas en la Directiva 2000/14/CE al derecho interno nacional, lo que se materializa mediante el presente Real Decreto.

El presente Real Decreto tiene por objeto establecer las normas sobre emisiones sonoras en el entorno, debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre, de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2000/14/CE del Consejo y del Parlamento Europeo, de 8 de mayo, con el fin de contribuir a facilitar el funcionamiento del mercado interior en la Unión Europea y a proteger la salud y el bienestar de las personas.

#### **4.2 Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.**

El 18 de noviembre de 2003 se publicó en el Boletín Oficial del Estado la Ley 37/2003 del Ruido, de 17 de noviembre, elaborada como transposición de la Directiva 2002/49/EC del Parlamento Europeo y del Consejo sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental. Dicha Ley incorpora además elementos encaminados a la mejora de la calidad acústica del entorno. En su Artículo 7, se establece la clasificación de áreas acústicas en atención al uso predominante del suelo, siendo las comunidades autónomas las responsables de determinar los tipos de dichas áreas, las cuales habrán de prever, al menos, los siguientes:

- a) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.
- b) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.
- c) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.
- d) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en el párrafo anterior.
- e) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera de especial protección contra la contaminación acústica.
- f) Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen.
- g) Espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica.

Los objetivos de calidad acústica aplicables a cada tipo de área acústica, tanto en el ambiente exterior como interior se fijan en el Real Decreto 1367/2007, que desarrolla la Ley 37/2003 en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. El 16 de diciembre de 2005 se publicó en el Boletín Oficial de Estado el Real Decreto 1513/2005, por el que se desarrolla la Ley 37/2003 del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental que incorpora consideraciones de interés que deberán ser asumidas por la normativa regional y municipal y que en este estudio ya se han considerado.

#### **4.3 Real Decreto 1513/2005, 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003 del Ruido**

El Real Decreto 1513/2005 desarrolla la Ley 37/2003 del Ruido en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, regulando determinadas actuaciones como la elaboración de mapas estratégicos del ruido. Este decreto, pretende completar la incorporación al ordenamiento jurídico español de la Directiva 2002/49/CE ya mencionada, definiendo, entre otras cosas, los índices de ruido de aplicación, así como periodos y métodos de evaluación.

#### **4.4 Real Decreto 1367/2007 de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003 de 17 de noviembre, del Ruido**

Este texto tiene por objeto establecer las normas necesarias para completar el desarrollo y ejecución de la Ley 37/2003 del Ruido en los aspectos que, como se ha visto, quedaban sin definir en dicha ley y en el desarrollo parcial que suponía el Real Decreto 1513/2005, tales como zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. En el capítulo II (artículos 3 y 4) se establecen los índices acústicos para la

valoración del ruido y de las vibraciones en los distintos periodos temporales de evaluación de los objetivos de calidad en áreas acústicas y de los valores límite que deben cumplir los emisores acústicos.

En el capítulo III se desarrolla la delimitación de las áreas acústicas en función de los usos actuales o previstos del suelo. Se prevé que los instrumentos de planificación territorial y urbanística incluyan la zonificación acústica y se establezcan objetivos de calidad acústica aplicables a las distintas áreas.

El Anexo II, en su tabla A, fija los valores límite que no deben ser superados, aplicables a áreas urbanizadas existentes.

El capítulo IV regula el control de las emisiones de las diferentes fuentes de ruido. El capítulo V regula las condiciones de uso respecto de los objetivos de calidad acústica de los métodos de evaluación de la contaminación acústica, así como el régimen de uso de los equipos de medida y procedimientos de evaluación.

El anexo IV fija los métodos de evaluación. La regulación de mapas de contaminación acústica se contiene en el capítulo VI. Por tanto, el marco normativo al que debe acogerse este estudio acústico lo forma el desarrollo reglamentario de la Ley 37/2003 del Ruido, en especial el Real Decreto 1367/2007.

#### **4.5 Ley 7/2010, de 18 de noviembre, de protección contra la contaminación acústica de Aragón**

La estructura territorial del Estado, con importantes competencias de las comunidades autónomas en materia de medio ambiente, y las continuas referencias de la Ley 37/2003 a la participación de las comunidades autónomas en el proceso normativo justifican la aprobación de esta Ley, por la que la Comunidad Autónoma de Aragón pretende colaborar eficazmente en la permanente tarea de defender el medio ambiente y la salud de las personas contra las agresiones que puedan representar ruidos y vibraciones, colocados en su intensidad fuera de las limitaciones permitidas por el ordenamiento jurídico.

En este contexto, la presente Ley se dicta al amparo de la competencia compartida en materia de protección del medio ambiente, de acuerdo con el artículo 75.3 del Estatuto de Autonomía de Aragón, así como en virtud de la competencia exclusiva que tiene la Comunidad Autónoma para dictar normas adicionales de la legislación básica sobre protección del medio ambiente y paisaje, tal y como establece el artículo 71.22 del citado Estatuto.

La Ley contiene un título dedicado a la calidad acústica en el que se define este concepto acústico. Se tipifican, después de definirse, las áreas acústicas dejando abierta la posibilidad de que el Gobierno de Aragón, mediante decreto, pueda modificar las áreas acústicas reguladas legalmente, siempre que, sin perjuicio de lo dispuesto por la normativa básica, redunde en una mayor protección ambiental. En conexión con esta regulación se describen las posibilidades de suspensión de los objetivos de calidad acústica por las Administraciones públicas competentes, dejando perfectamente delimitadas las formas de actuación administrativa en una materia harto delicada.

Por otra parte se definen los mapas de ruido, tipificándose estos con relación a los exigidos por la legislación básica estatal y por la específica aragonesa. Para estos mapas de ruido se describe su finalidad así, como otras características de su régimen jurídico, como son la obligatoriedad de su elaboración y el régimen de su revisión. De nuevo en esta regulación, afloran los presupuestos necesarios de flexibilidad, construyéndose un sistema, que en algunas de sus partes es puramente dispositivo, y que podrá ser adecuado, por lo tanto, a las concretas necesidades que se manifiesten en cada momento.

### **5 CRITERIOS DE APLICACIÓN: ÁREAS ACÚSTICAS Y LÍMITES SONOROS**

Como ya se ha comentado, el marco normativo al que se acoge el presente estudio, lo constituye, principalmente, el Real Decreto 1367/2007, que establece la necesidad de evaluación acústica a nivel de planificación, obligando a que todas las figuras de planeamiento incluyan la correspondiente delimitación de las diferentes áreas acústicas de la superficie de actuación, según los niveles sonoros previstos, así como el Decreto Foral 135/1989, de 8 de junio, por el que se establecen las condiciones técnicas que deberán

cumplir las actividades emisoras de ruidos o vibraciones. Así mismo, de acuerdo al artículo 5.4 del Real Decreto, la zonificación del territorio en áreas acústicas debe mantener la compatibilidad entre ellas, a efectos de calidad, y en su artículo 14, establece los objetivos de calidad acústica aplicables a dichas áreas.

## 5.1 Áreas de sensibilidad acústica. Clasificación

Las Áreas de Sensibilidad Eólica delimitan sectores del territorio con predominio de suelo de usos de alta sensibilidad frente a la contaminación acústica, por lo que requieren de una especial protección contra la misma. Los usos de estas áreas son predominantemente sanitarios, docentes y culturales.

Las áreas acústicas exteriores (que es el caso de estudio) se clasifican, según la Ley 7/2010 en las siguientes categorías:

- Áreas naturales:** estas áreas delimitan sectores del territorio que, por sus valores naturales, poseen una muy alta sensibilidad frente a la contaminación acústica, por lo que requieren de una especial protección frente a ella.
- Áreas de alta sensibilidad acústica:** estas áreas delimitan sectores del territorio con predominio de suelo de usos de alta sensibilidad frente a la contaminación acústica, por lo que requieren de una especial protección contra la misma. Los usos de estas áreas son predominantemente sanitarios, docentes y culturales.
- Áreas de uso residencial:** se incluyen en esta tipología aquellos sectores del territorio que, por su sensibilidad acústica, requieren de una protección alta contra la contaminación acústica, que incluyen zonas predominantemente en suelo de uso residencial o asociado a usos residenciales.
- Áreas de uso terciario:** estas áreas delimitan sectores del territorio de moderada sensibilidad acústica, que requieren de una protección media contra la contaminación acústica y que incluyen zonas con predominio de suelo de uso terciario distinto del recreativo y de espectáculos.
- Áreas de usos recreativos y de espectáculos al aire libre:** estos sectores del territorio delimitan zonas que, por sus especiales características, presentan baja sensibilidad acústica, por lo que no requieren de una especial protección frente a la contaminación acústica, incluyendo preferentemente usos recreativos y de espectáculos al aire libre.
- Áreas de usos industriales:** estas áreas delimitan sectores del territorio de muy baja sensibilidad acústica y que, por lo tanto, no requieren de una especial protección contra la contaminación acústica, incluyendo zonas con predominio de suelo de uso industrial, así como de usos complementarios al mismo.
- Áreas de usos de infraestructuras y equipamientos:** se delimitan como tales aquellos sectores del territorio en los que, por la propia naturaleza de sus usos, los niveles de contaminación acústica son especialmente elevados y que, por lo tanto, poseen escasa o nula sensibilidad acústica.

## 5.2 Periodos de evaluación

Antes de definir los valores límite de inmisión para cada área, es necesario determinar las tres zonas horarias de un día normal: día, tarde y noche.

Intervalo horario	Delimitación horaria	Duración (h)
Día (subíndice <sub>d</sub> )	07:00-19:00	12
Tarde (subíndice <sub>e</sub> )	19:00-23:00	4
Noche (subíndice <sub>n</sub> )	23:00-07:00	8

## 5.3 Objetivos de calidad acústica

Según el Anexo III de la Ley 7/2010, Los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a los distintos tipos de áreas acústicas exteriores contempladas en la presente Ley vendrán definidos, sin perjuicio de lo establecido en el punto 2 del presente apartado, por la no superación de los valores de los correspondientes índices de inmisión de ruido  $L_d$ ,  $L_e$  y  $L_n$  establecidos en la Tabla 2 mostrada a continuación.

Tipo de área acústica	Índices de ruido		
	$L_d$	$L_e$	$L_n$
a Áreas naturales.	Regulado en el apartado 1f)		
b Áreas de alta sensibilidad acústica.	60	60	50
c Áreas de uso residencial.	65	65	55
d Áreas de uso terciario.	70	70	65
e Áreas de usos recreativos y espectáculos.	73	73	63
f Áreas de usos industriales.	75	75	65
g Áreas de usos de infraestructuras y equipamientos.	Regulado en el apartado 1e)		

Tabla 2. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas

Apartado 1e) Objetivos de calidad acústica para áreas de usos de infraestructuras y servicios.

En el caso de los sectores del territorio delimitados por las autoridades competentes como áreas de usos de infraestructuras y servicios, los valores límite de los objetivos de calidad acústica para ruido y vibraciones no se determinarán de manera específica, tal y como recoge la tabla 1, debido a sus especiales características. En estos casos deberán adoptarse por parte de las autoridades competentes programas de actuación basados en la aplicación de aquellas tecnologías que conlleven la menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles. Estos programas de actuación deberán cumplir los requisitos mínimos que a tal efecto establezca la Comunidad Autónoma de Aragón, sin perjuicio de lo dispuesto a tal efecto en la normativa básica del Estado.

Apartado 1f) Objetivos de calidad acústica aplicables a las áreas naturales y paisajes sonoros protegidos.

En el caso de los espacios naturales delimitados como paisajes sonoros protegidos, los objetivos de calidad acústica para ruido y vibraciones que les sean de aplicación serán establecidos a partir de estudios acústicos específicos cuyo alcance y contenido mínimo será establecido por el Gobierno de Aragón, sin perjuicio de lo que a tal efecto establezca la normativa básica estatal. Estos estudios deberán tomar en consideración la problemática específica de cada espacio natural con el objeto de garantizar la protección de su entorno frente a la contaminación acústica.

## 5.4 Altura de evaluación

Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo.

## 5.5 Objetivos de calidad acústica aplicables a la evaluación de la contaminación por ruido en las zonas tranquilas en las aglomeraciones y en campo abierto.

El objetivo de calidad acústica aplicable a las zonas tranquilas en las aglomeraciones y en campo abierto, consideradas de acuerdo con la definición recogida en el anexo I de la Ley 7/2010, será el mantenimiento en dichas zonas de los niveles sonoros por debajo de los valores  $L_d$ ,  $L_e$  y  $L_n$  establecidos en la Tabla 2 anterior, disminuidos en 5 decibelios. A tal efecto, en el desarrollo normativo de la Ley 7/2010 se contemplarán los procedimientos destinados a garantizar el cumplimiento de dichos objetivos.

# 6 ESTUDIO ACÚSTICO

Durante la fase de construcción de las instalaciones de proyecto, el impacto sobre el ruido ambiental del ámbito de proyecto provendrá del funcionamiento de maquinaria y del tráfico de vehículos pesados. Las molestias que pueden ocasionar este incremento de los niveles sonoros pueden afectar a las poblaciones más cercanas y a la fauna situada en el área de influencia. Para la estimación del nivel de presión sonora (NPS) producido durante la fase de construcción, se ha considerado que la onda sonora se propaga a través de una atmósfera homogénea, libre de pérdidas por atenuaciones. Así el NPS viene definido mediante la siguiente expresión:

$$NPS_1 = NPS_2 - 20 \cdot \log\left(\frac{r_1}{r_2}\right)$$

Donde el nivel de presión sonora a una distancia  $r_1$  ( $NPS_1$ ), es igual al nivel de presión sonora a una distancia  $r_2$  ( $NPS_2$ ), menos veinte veces el logaritmo decimal del cociente entre la distancia  $r_1$  y la distancia  $r_2$ .

En la tabla siguiente se muestra el nivel de presión sonora producido por los equipos utilizados durante las obras. Estos datos se han obtenido de mediciones realizadas en obras de envergadura similar a la de este estudio, pudiendo sufrir variaciones de  $\pm 3$  dB(A). También se reflejan todos los valores de NPS a la distancia de 1 m aplicando la expresión anterior.

Equipo	NPS	NPS a 1 m
Camión	90 dB(A) a 1m	90 dB(A)
Excavadora	95 dB(A) a 2m	101 dB(A)
Hormigonera	85 dB(A) a 5m	99 dB(A)
Grúa	75 dB(A) a 6m	91 dB(A)
Compresor	80 dB(A) a 5m	94 dB(A)
Equipo de soldadura	80 dB(A) a 3m con picos eventuales de 85 dB(A)	90 dB(A) con picos eventuales de 95 dB(A)

Tabla 3. Nivel de presión sonora “tipo” producido por los equipos utilizados durante las obras. Elaboración propia

En la se indica la variación de los valores de NPS ocasionados por las obras con la distancia, siempre aplicando la expresión anterior. Los cálculos se han calculado para el caso más desfavorable de máxima intensidad de obra, es decir, suponiendo que todos los equipos están funcionando a la vez.

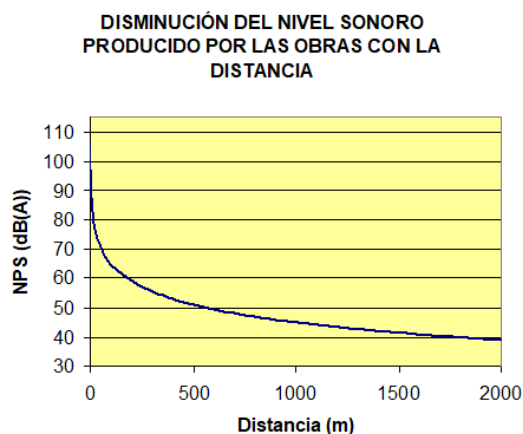


Tabla 4. Reducción del nivel sonoro con la distancia. Elaboración propia

En base a lo anterior, para valorar este impacto se han tenido en cuenta las distancias medias de las obras respecto a los núcleos de población. A este respecto, cabe señalar que, para el establecimiento de las distintas alternativas de proyecto se estableció como condicionante de diseño la localización de las instalaciones de proyecto (principalmente para parques eólicos y subestaciones) a una distancia mínima de 1000 m a núcleos de población y respetando la máxima distancia posible entorno a edificaciones rurales. De esta forma, se minimiza la afección a los habitantes por las molestias acústicas derivadas de la fase de construcción.

En cuanto a los parques eólicos, los aerogeneradores de los parques eólicos se localizan fuera de los buffers de 1000 m generados en torno a los núcleos urbanos del ámbito de estudio: Camarillas, Aliaga e Hinojosa de Jarque.

En la tabla siguiente se muestran las distancias a cada uno de los aerogeneradores desde los núcleos ubicados en los alrededores de los aerogeneradores, y el cálculo de los niveles de presión sonora generados por el funcionamiento de las máquinas tras la amortiguación por distancia:

Aerogenerador	Núcleo	NPS1 (dB(A))
SA-AG1	Camarillas	31,18
	Hinojosa de Jarque	28,53
	Aliaga	34,08
	Campos	26,70
	Cobatillas	36,07
	Montoro de Mezquita	22,72
	Pitarque	23,24
	Miravete de la Sierra	26,04
VF-AG1	Camarillas	35,02
	Hinojosa de Jarque	27,95
	Aliaga	30,51
	Campos	25,26
	Cobatillas	33,36
	Montoro de Mezquita	21,69
	Pitarque	22,43
	Miravete de la Sierra	26,66
VC-AG1	Camarillas	39,00
	Hinojosa de Jarque	25,60
	Aliaga	28,01
	Campos	23,44
	Cobatillas	32,75
	Montoro de Mezquita	21,34
	Pitarque	22,53
	Miravete de la Sierra	29,43
VD-AG1	Camarillas	34,26
	Hinojosa de Jarque	22,82
	Aliaga	24,61
	Campos	21,26
	Cobatillas	25,04
	Montoro de Mezquita	20,03
	Pitarque	21,63
	Miravete de la Sierra	32,93

Tabla 5. Nivel de presión sonora generado por el funcionamiento de los aerogeneradores. Elaboración propia

Para realizar los cálculos para configurar la tabla anterior, se ha considerado como dato inicial que el nivel de presión sonora del modelo de aerogenerador considerado (E138-4MW) es de 105,9 dB(A) a 1 metro de distancia.

## 7 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

En vista de los niveles de presión sonora calculados para la fase de construcción y para la fase de operación, se considera que los ruidos generados durante la fase de construcción serán más intensos y más cercanos a la población, pero de carácter más temporal y cuando acaben las obras de ejecución de los parques eólicos desaparecerán completamente.

Los niveles de ruido generados durante la fase de operación de los parques eólicos serán continuos en el tiempo, pero de menor intensidad, quedando mostrado en la Tabla 5. Los núcleos más afectados por el funcionamiento de los aerogeneradores serán Camarillas, Cobatillas y Aliaga, si bien la amortiguación de los niveles sonoros por la distancia se verá reducida por debajo de 40 dB(A).

En los cálculos realizados solamente se ha considerado la amortiguación por distancia en el eje horizontal, pero a esa amortiguación habría que añadirle también la amortiguación por distancia vertical (ya que el ruido se generará a la altura de la nacelle de los aerogeneradores (111 m) y los receptores se consideran a una altura máxima de 4 metros sobre el nivel del suelo).



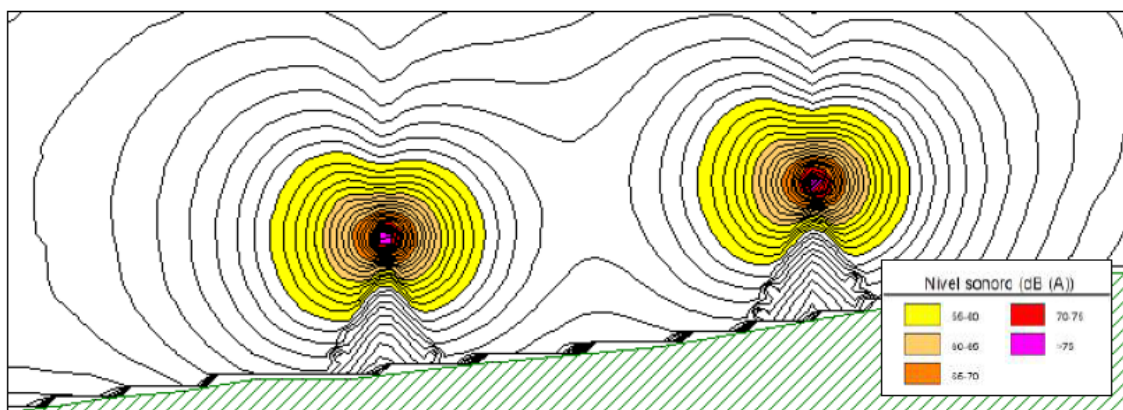


Figura 3. Amortiguación de ruido por distancia vertical

A los efectos de los parques eólicos considerados, se estima que la amortiguación de ruido por distancia vertical es despreciable, manteniendo solamente la amortiguación por distancia horizontal como el caso más desfavorable.

## 8 PROPUESTA DE MEDIDAS

Aún sin superar los niveles de inmisión establecidos en la legislación vigente, se proponen algunas medidas para reducir o controlar los niveles de ruido generados, de forma que el impacto sobre el medio ambiente y la población circundante sea más reducido.

### 8.1 Campaña de medida de ruidos in-situ

Concluido el proyecto, se propone la realización de una campaña de medidas “in situ” que verifique el cumplimiento de los objetivos de calidad y los valores límites admisibles de aplicación, una vez se encuentren los parques eólicos, objeto del presente estudio, en fase de explotación.

Así pues, se tomarán las siguientes consideraciones:

- ☐ Los puntos serán seleccionados de acuerdo con las zonas en que sea previsible una mayor contaminación acústica.
- ☐ Los controles se realizarán en las condiciones normales de funcionamiento de la actividad, donde se determinarán, además, parámetros como la humedad, temperatura y velocidad del viento.

Las mediciones deberán ir acompañadas de un informe, que contendrá, al menos, la siguiente información:

- ☐ Identificación del titular.
- ☐ Identificación de los receptores.
- ☐ Fecha y hora de los ensayos.
- ☐ Identificación de las fuentes de ruido.
- ☐ Descripción de funcionamiento de la actividad.
- ☐ Equipos de medición de utilizados.

### 8.2 Aplicación de los sistemas reductores de ruido de los aerogeneradores instalados

El modelo de aerogenerador seleccionado para su instalación de los parques eólicos objeto del presente estudio (Enercon E138 EP3 E2) cuenta con varios sistemas de reducción de ruido.

El Sistema de Reducción de Ruido NRS (Noise Reduction System) es un módulo opcional disponible con la configuración SCADA básica y por lo tanto requiere la presencia de un sistema SCADA SGRE para funcionar.



El objetivo de este sistema es limitar el ruido emitido por cualquiera de las turbinas en funcionamiento y así cumplir con la normativa local en materia de emisiones sonoras. Esto permite ubicar los parques eólicos cerca de las zonas urbanas, limitando el impacto ambiental que implican.

El control del ruido se logra mediante la reducción de la potencia activa y la velocidad de rotación de la turbina eólica. Esta reducción depende de la velocidad del viento: la función del Sistema de Reducción de Ruido es controlar la configuración de ruido de cada turbina al nivel más adecuado en cada momento, con el fin de mantener las emisiones de ruido dentro de los límites permitidos.

Para hacer esto, el control SCADA debe considerar la velocidad del viento de cada turbina, su dirección y un programa/calendario configurado.

Hay 7 modos de bajo ruido disponibles para este modelo de aerogenerador, además del de funcionamiento completo. Los niveles de ruido correspondientes a cada modo son los siguientes:

## 9 CONCLUSIONES

Las simulaciones acústicas efectuadas indican que los niveles sonoros generados por la instalación de los Parques Eólicos “San Antón”, “Virgen del Campo”, “Virgen de Fátima” y “Virgen de los Dolores” no causan afección relevante a ninguna zona habitada o que tenga consideración de zona residencial, ya que en todos los casos estudiados, los niveles sonoros se sitúan por debajo de los 40 dB(A) durante el día o la noche.

No se dispone de información para evaluar la afección generada por las infraestructuras que rodean el ámbito de estudio (carretera A-2403).

Por otro lado, en la envolvente de 5 km alrededor de la zona de estudio no se tiene localizado ningún otro parque eólico en funcionamiento, por lo que se entiende que no se producirán sinergias que afecten a la calidad acústica de la zona.

Por todo lo anterior y considerando que las simulaciones responden a los peores escenarios posibles en cuanto a la emisión de ruido, no se considera necesario el planteamiento de medidas correctoras.

Los técnicos que suscriben el estudio se reservan el poder rectificar el contenido de este documento, en función de nuevas informaciones que se le comuniquen o de las que tengan conocimiento posterior a la fecha de emisión de este documento, y de modificaciones o interpretaciones de la normativa en vigor por parte de la administración u órgano competente.