

## REPERCUSIÓN DEL CAMBIO AL MÉTODO CNOSSOS-EU EN LA EVALUACIÓN DEL RUIDO DE LA INDUSTRIA

**PACS:** (43.50.Rq).

Antón García María Angeles; Bañuelos Irusta, Alberto; Giraldo Valencia, José Omar, Isasi Errasti, Jon.

AAC Centro de Acústica Aplicada S.L. Parque Tecnológico de Álava, 01510 Vitoria-Gasteiz, España, 945298233, aac@aacacustica.com.

**Palabras Clave:** ruido, industria, método, cálculo.

### ABSTRACT.

The change that the CNOSSOS-EU method has implied in the calculation of the propagation of sound respect to the ISO 9613 standard, is leading to changes in the evaluation of industrial noise. In many cases assuming differences in the evaluation of compliance with environmental requirements in this matter.

For more than 25 years, AAC has accumulated noise evaluation experiences in the industry with calculation methods and measurements under the ISO 1996 standard, which provided good consistency, especially in the night period, which is usually the most problematic. Concerned about this situation, different types of industries have been valued with both calculation methods, which are the subject of this communication. In the analysis, deviations are observed that call into question evaluation criteria that have been consolidated until now and that they are the reference to solve industrial noise, consistent methods that allow industries to defend their solutions and define the new objectives of their action plans

Therefore, it is important to continue contrasting the results obtained with the new official method, supporting studies with calculation methodology, with long-term measurements especially aimed at differentiating industrial noise.

### RESUMEN.

El cambio que ha implicado el método CNOSSOS-EU en el cálculo de la propagación del sonido en exteriores respecto a la norma ISO 9613, está suponiendo variaciones en las valoraciones del ruido industrial, que en muchos casos suponen diferencias en la evaluación del cumplimiento de las exigencias ambientales en esta materia.

Durante más de 25 años, AAC ha acumulado experiencias de evaluación del ruido de la industria con métodos de cálculo y mediciones controladas con ISO 1996, que aportaban una buena coherencia, especialmente en el periodo nocturno que suele ser el más crítico. Preocupados por esta situación, se han valorado diferentes tipos de instalaciones con ambos métodos, que son el objeto de la comunicación, y donde se observan desviaciones que ponen en cuestión criterios de evaluación hasta ahora consolidados y que sirven de referencia ante una problemática que las industrias deben resolver apoyándose en evaluaciones técnicas consistentes, que les permitan defender sus actuaciones y establecer con seguridad los nuevos objetivos de sus planes de acción. Para ello es importante seguir contrastando los resultados obtenidos con el nuevo método oficial, apoyando los estudios con metodología de cálculo, con mediciones de larga duración especialmente orientadas a diferenciar el ruido de la industria.

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde hace más de 25 años AAC Centro de Acústica Aplicada, SL lleva realizado numerosos estudios del ruido ambiental originado por empresas de diferentes sectores, que en muchos casos han sido contrastados con mediciones controladas en aplicación de la norma ISO 1996 [1] para conseguir una incertidumbre aceptable, que permitiera cotejar resultados de cálculos con mediciones.

Los resultados han sido altamente satisfactorios, demostrando que los procedimientos de AAC para caracterizar las emisiones y la aplicación de la norma ISO 9613 [2] para evaluar la propagación del ruido industrial, presentaban resultados representativos de la propagación del sonido en condiciones meteorológicas favorables.

Estas evaluaciones han resultado consistentes en empresas evaluadas de forma periódica durante más de 20 años, respaldando la metodología y dando valor a los planes de reducción del ruido y a los procesos de seguimiento de la evolución del ruido ambiental, lo que ha permitido a las industrias, defender sus planes de acción y su progreso ante las autoridades ambientales.

La aparición de CNOSSOS-EU en 2015 [3] y su entrada en vigor como método oficial en España el 31 de diciembre de 2018, con la Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre [4], y la posterior actualización de este método finalizado el proceso transitorio de su revisión, el 8 de febrero de 2022, con la entrada en vigor de la Orden PCM/80/2022, de 7 de febrero, [5] ha conllevado un proceso de comparación de métodos, que ha dado como resultado diferencias significativas entre ambos. Como resultado, se ha generado inseguridad sobre el nuevo método oficial y su implantación definitiva en las evaluaciones del ruido de origen industrial que tenían el respaldo y la aprobación de las autoridades ambientales para marcar la aprobación y la evolución de los planes de acción y los procesos de mejora en el tiempo, con el anterior método de cálculo oficial.

Se presentan resultados de algunas de estas evaluaciones con el objetivo de mostrar la incidencia del cambio de método y la necesidad de adecuar las evaluaciones a esta nueva situación.

## 2. DIFERENCIAS POR EL CAMBIO DE MÉTODO

En la evaluación del ruido industrial con métodos de cálculo, el único cambio es la consideración de las variables que inciden en la propagación del sonido, así como, características especiales en la modelización de los elementos que inciden en el ámbito de actuación, ya que, tanto con el método anterior, ISO 9613, como con el actual, CNOSSOS-EU:2021 [6], los datos que caracterizan los focos de ruido son sus potencias acústicas, que se mantienen en las comparaciones efectuadas.

Teniendo en cuenta que CNOSSOS-EU efectúa la evaluación para dos condiciones diferentes de propagación, neutras y favorables, mientras la ISO 9613 calcula en condiciones favorables, las comparaciones deben ser más representativas para el periodo nocturno en el que, por defecto, se asume propagación 100% favorable en las evaluaciones con CNOSSOS-EU.

### 2.1. Resultados de Ejemplos

En el presente apartado se recogen los resultados obtenidos en tres tipos de actividades industriales en base a los dos métodos de cálculo.

El ejemplo 1 (Industria 1) corresponde a una actividad industrial sencilla, edificio de planta rectangular con pocos focos de ruido: emisión a través de puertas y zonas de escaso aislamiento en fachadas y salidas de ventilación en una fachada y cubierta, en un entorno llano con predominio de suelo blando. Los focos de ruido están situados a alturas de entre 0 y 4 metros sobre el terreno y entre los focos de ruido y los puntos de cálculo no existen edificaciones ni paramentos que supongan efectos de barrera en la propagación del sonido.

El ejemplo 2 (Industria 2) hace referencia a una actividad industrial compleja en cuanto a número y tipo de edificaciones y focos de ruido. En el ámbito de estudio las características del terreno son variables, zonas más llanas y zonas de terreno más abrupto, así como diferentes tipos de suelo entre focos y puntos de cálculo. Entre los principales focos de ruido que se han incluido en la modelización se encuentran: emisiones por superficies límites de las naves, zonas de escaso aislamiento acústico en fachadas cubiertas de las naves, focos en altura chimeneas, torres de refrigeración de eje vertical, extractores de ventilación sobre cubiertas edificios, etc. situados a alturas entre 0 y 15 metros, existiendo entre los diferentes focos de ruido, múltiples instalaciones, estructuras y edificaciones que generan efectos de barrera y difracción en el camino de propagación del sonido.

Y por último, el ejemplo 3 (Industria 3) alude a un recinto portuario, con una gran variabilidad de tipos de focos de ruido fijos y móviles, situados a alturas muy variables de entre 0,5 y 30 metros de altura, con los puntos de cálculo localizados dentro de una orografía montañosa próxima a la costa, existiendo entre focos de ruido y puntos de cálculo diferente tipología de suelo y sin la existencia de elementos constructivos que supongan efecto de barrera y difracción en la propagación del sonido, debido a la disposición en altura de los principales focos sonoros, excepto en el punto 1, que queda localizado en la primera línea de costa.

En las siguientes imágenes se muestra una representación gráfica de las modelizaciones efectuadas:



Figura 1 – Modelización en el programa de simulación acústica SoundPLAN® de la Industria 1.

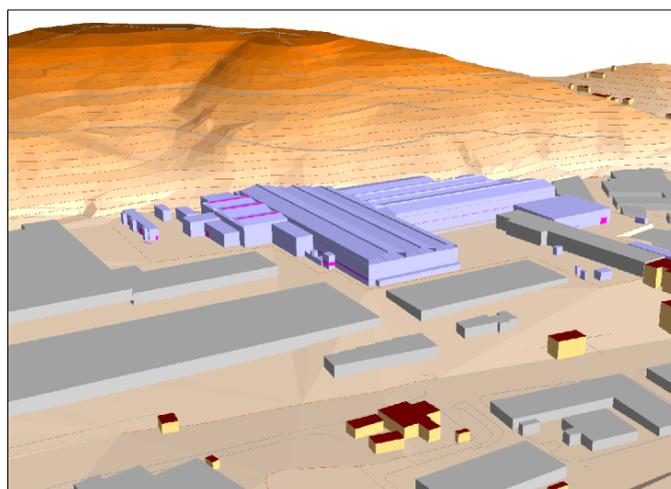


Figura 2 – Modelización en el programa de simulación acústica SoundPLAN® de la Industria 2.

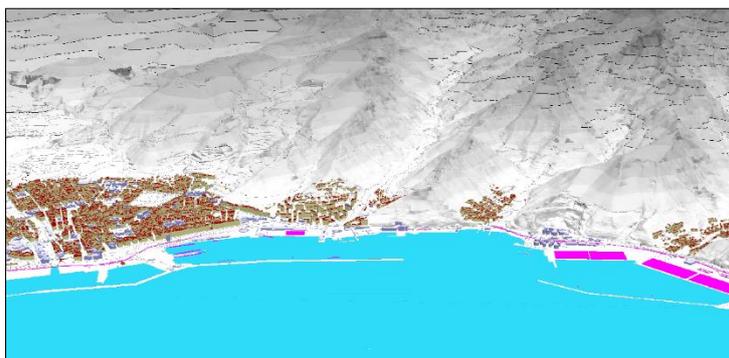


Figura 3 – Modelización en el programa de simulación acústica SoundPLAN® de la Industria 3.

En la tabla inferior se muestran los resultados obtenidos con ambos métodos en diferentes puntos de cálculo, indicando como referencia la distancia media entre focos y receptores, y la desviación de los niveles obtenidos entre ambas determinaciones. Valores positivos de las diferencias implican aumentos en los niveles de inmisión por el empleo del nuevo método oficial.

Tabla 1 – Comparativa de niveles de inmisión  $L_n$  dB(A) obtenidos con el empleo de los dos métodos en los ejemplos indicados

	Industria 1				Industria 2			
	Distancia (m)	ISO 9613-2	CNOSOS EU	Diferencia Niveles dB	Distancia (m)	ISO 9613-2	CNOSOS EU	Diferencia Niveles dB
Punto 1	40	49	50	1 ↑	160	49	51	2 ↑
Punto 2	46	47	48	1 ↑	335	43	47	4 ↑
Punto 3	46	51	51	0 ↔	175	48	53	5 ↑
Punto 4	108	41	43	2 ↑	326	50	55	5 ↑
Punto 5	205	32	34	2 ↑	430	39	41	2 ↑

	Industria 3			
	Distancia (m)	ISO 9613-2	CNOSOS EU	Diferencia Niveles dB
Punto 1	400	46	48	2 ↑
Punto 2	450	48	48	0 ↔
Punto 3	250	54	54	0 ↔
Punto 4	160	53	54	1 ↑
Punto 5	600	48	47	-1 ↓

## 2.2. Análisis de los Resultados Obtenidos

Analizando los resultados de la muestra elegida se pone de manifiesto un incremento general de los niveles obtenidos con el empleo del nuevo método oficial en valores que pueden llegar a ser considerados aceptables o asumibles por el cambio metodológico, en situaciones en las que no hay un claro efecto de barrera o difracción en el camino de propagación del sonido entre focos y receptores.

Sin embargo, los valores obtenidos en actividades industriales complejas, y localizadas en ámbitos más o menos urbanos o próximos a orografías montañosas, requieren al menos de un estudio pormenorizado del campo sonoro que se obtiene con el nuevo método oficial que deberá ser contrastado bien con mediciones de larga duración o con otros métodos ya validados tras muchos años de aplicación con éxito, en las evaluaciones del ruido ambiental de origen industrial.

### 2.3. Comparativa de los Métodos Oficiales de Cálculo con Medidas Controladas (norma ISO1996)

La experiencia de AAC en el campo de las evaluaciones de ruido ambiental de origen industrial ha permitido comprobar que evaluaciones efectuadas con metodología de cálculo -norma ISO 9613-2-, aporta niveles globales de inmisión en valores similares y acordes a los obtenidos con medidas directas bajo acreditación ENAC -norma ISO 1996-2:2017-, en condiciones de propagación de sonido favorables. En la mayoría de los casos se observa también un ajuste adecuado de los espectros de inmisión en bandas de tercios de octava entre 25 y 10.000 Hz

En este apartado se efectúa la comparativa de los resultados obtenidos con metodologías de medida directa y los dos métodos de cálculo objeto de estudio.

La comparativa se basa en medidas realizadas en periodo noche y puntos en los que la actividad industrial es claramente el agente sonoro predominante en el punto de evaluación, con el fin de evitar la afección del ruido ambiental de fondo.

A continuación, se muestran las gráficas comparativas de los resultados obtenidos con metodologías de cálculo y a partir de mediciones controladas en algunas industrias analizadas.

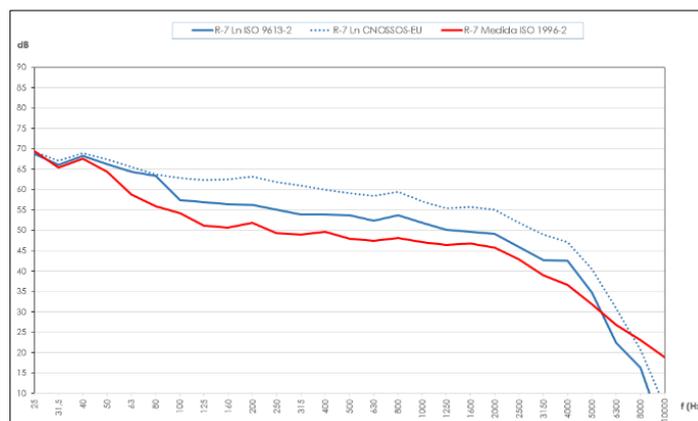


Figura 4 – Comparación ambos métodos de cálculo y medida controlada en periodo noche y condiciones de propagación del sonido favorables. Caso 1.

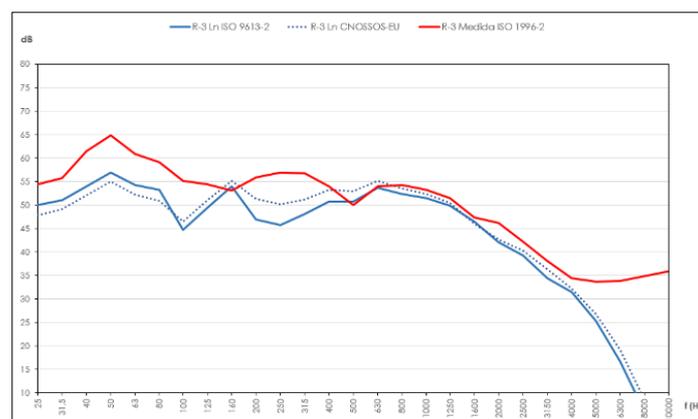


Figura 5 – Comparación ambos métodos de cálculo y medida controlada en periodo noche y condiciones de propagación del sonido favorables. Caso 2.

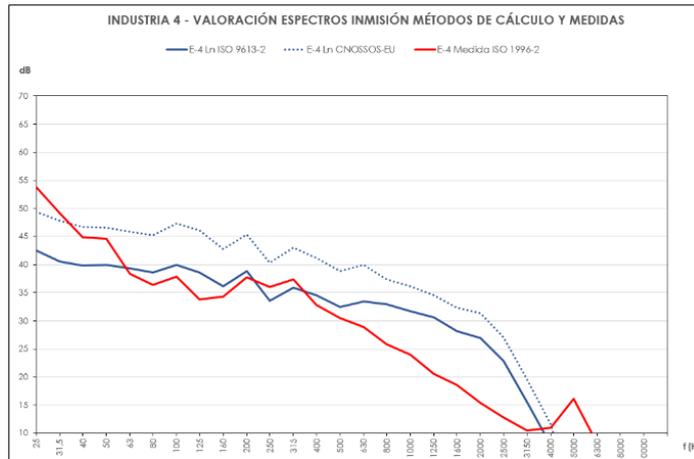


Figura 6 –Comparación ambos métodos de cálculo y medida controlada en periodo noche y condiciones de propagación del sonido favorables. Caso 3.

Como se puede observar la aproximación a los niveles medidos es más ajustada en resultados obtenidos bajo la norma ISO 9613-2. Respecto al Caso 2 en condiciones de máxima emisión (con tres de sus hornos funcionando de forma simultánea), los resultados en ambos métodos aportan valores muy similares y es la medida directa en la que se obtienen niveles más elevados en frecuencias bajas y medias, que puede justificarse por la afección continua de ruido de tráfico viario lejano y otras actividades industriales próximas.

#### 2.4. Comparativa de los Métodos Oficiales en Escenarios Sencillos

Las desviaciones detectadas en las evaluaciones realizadas en casos reales también se han puesto de manifiesto en valoraciones mucho más sencillas, analizando el efecto de las variables que se han revelado como principales causantes de las diferencias encontradas, -focos de ruido sobre edificios y efectos de barrera o difracción del sonido-, en las siguientes imágenes se muestran los campos sonoros resultantes de estas otras valoraciones, donde de forma general se obtienen en situaciones sencillas aumentos del orden de 1-2 dB(A) con CNOSSOS-EU en los campos sonoros resultantes de la consideración de estas variables, debido al empleo del nuevo método oficial.

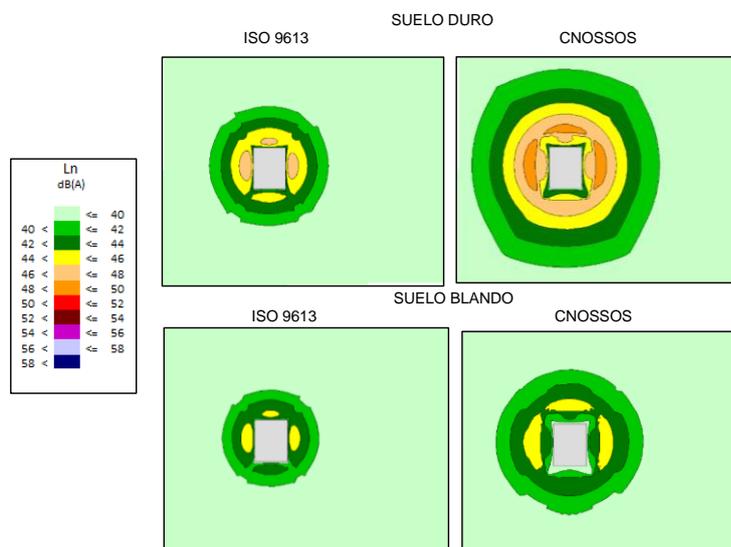


Figura 7 – Comparación caso sencillo focos sobre cubierta.

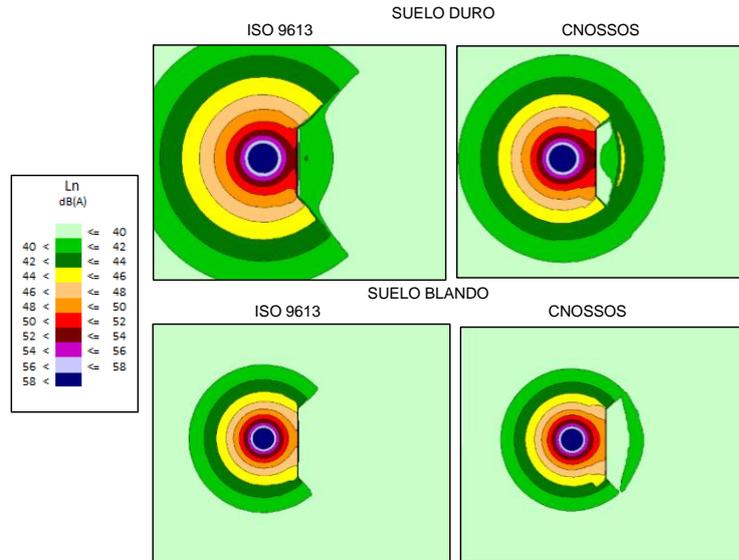


Figura 8 – Comparación caso sencillo pantalla vertical reflectante.

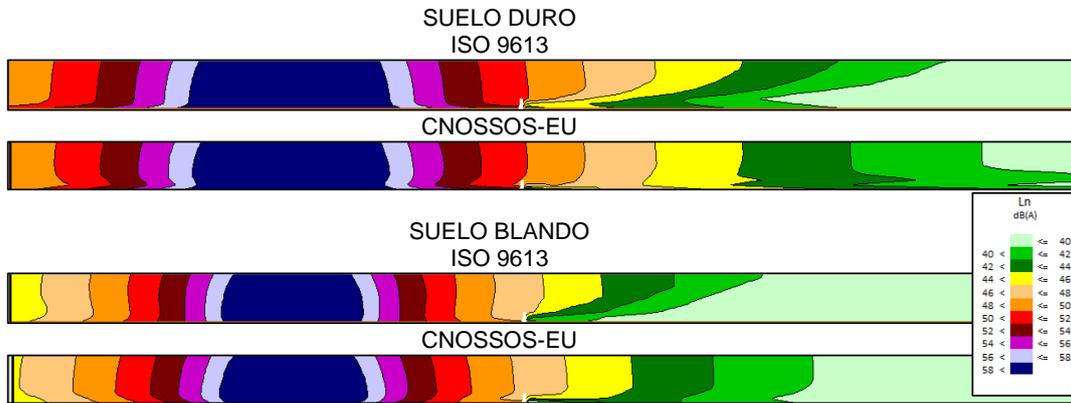


Figura 9 – Comparación caso sencillo pantalla vertical reflectante corte transversal.

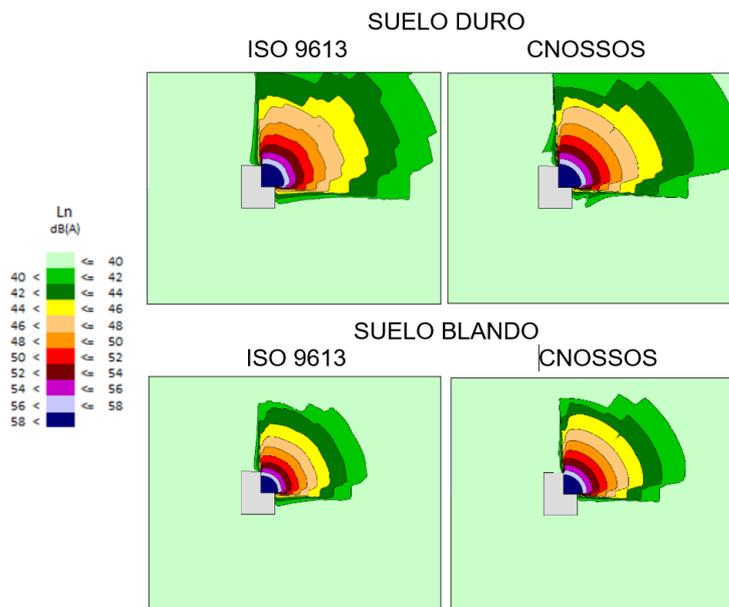


Figura 10 – Comparación caso sencillo difracción lateral en bordes de edificios.

En estas valoraciones de casos simples ya se detectan desviaciones claras de entre 1 ó 2 dB(A), lo que supone en evaluaciones de industrias más complejas; en cuanto a localización de focos de ruido sobre edificios, orografías montañosas y múltiples efectos de barrera entre focos de ruido y puntos de cálculo, diferencias de hasta 4-5 dB(A), observadas en nuestra experiencia en estudios del ruido ambiental originado por actividades industriales.

### **3. REPERCUSIÓN DEL EMPLEO DEL NUEVO MÉTODO OFICIAL DE CÁLCULO EN LA EVALUACIÓN DEL RUIDO DE LA INDUSTRIA Y OTRAS INSTALACIONES FIJAS**

En primer lugar, estos resultados, que técnicamente pueden tener justificación por el cambio de método, generan una incertidumbre importante en la industria, especialmente cuando variaciones de 1 ó 2 dB(A), que se producen de forma generalizada en la comparativa de situaciones muy sencillas, pueden suponer cambios importantes en el cumplimiento de límites y en los planteamientos de los planes de acción e inversiones de las empresas en esta materia.

La aplicación de forma definitiva del nuevo método oficial en la industria requiere disponer de referencias que permitan confirmar cual es la situación real y asegurar que el método de cálculo se ajusta a la realidad, siendo la metodología de modelización una herramienta imprescindible para una gestión eficaz del ruido en la industria.

Una forma de resolver esta situación consiste en disponer de procesos de evaluación detallada que permitan establecer con mediciones de los niveles reales de larga duración para valorar el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica (OCA), que también son los que representa el modelo. Este objetivo está muy alejado de las exigencias de evaluación del RD1367/2007, que engloba a las industrias, independientemente de su tamaño y de sus características, dentro de la misma categorización que una actividad como puede ser un bar, un pequeño taller o un supermercado, localizados en los bajos de un edificio, dentro de suelo residencial.

Sólo se podrá comparar la bondad de un método oficial de cálculo para la evaluación del ruido industrial con medidas controladas, que deben ser realizadas teniendo en cuenta las especificaciones de medida de la norma ISO 1996, pero que se deberán complementar con los métodos apropiados, línea en la que AAC viene ya trabajando en los últimos años, para asegurar comparaciones representativas entre ruido real de la industria y niveles de ruido ambiental de larga duración obtenidos con el modelo en puntos de referencia del perímetro de una industria o en puntos concretos de viviendas que presentan queja, para verificar el cumplimiento de límites.

Para lograr este objetivo, los resultados medidos deben asegurar niveles con incertidumbre aceptable en distancias donde se dé la influencia de condiciones meteorológicas, por lo que en muchos casos es necesario recurrir a monitorizados de larga duración, que permitan establecer la contribución específica de la industria a los niveles medidos, para poder compararla con el modelo de cálculo de la instalación evaluada, que deberá realizarse con el mayor rigor técnico, realizando una tarea previa importante de muestreo espacial que permita contemplar todos los principales focos de ruido ambiental y operaciones ruidosas presentes en ella.

Dentro de este proceso es conveniente analizar las diferencias entre los dos métodos de cálculo para poder ofrecer justificaciones a la industria y para establecer ajustes en los procesos de modelización, que eviten que se generen resultados no representativos por la forma de introducir la información en el modelo.

Conscientes de esta problemática AAC viene abordando estos retos en sus últimos proyectos de I+D+i d, como Arza-Tik (2016-2018), NoisEnv4.0 (2019-2021) y NoisePort4.0, puesto en marcha en 2022 y orientado específicamente a la especial problemática del ruido en los puertos, que ha permitido una evolución progresiva en la generación de procesos de evaluación que responde a estas necesidades y que van a permitir a las instalaciones fijas, industrias o puertos, poder demostrar su impacto en el entorno.

Esta debe ser una línea general que también debe completarse con cambios en la legislación, ya que es necesario dar un marco legislativo y técnico al sector industrial, aportando seguridad sobre la evaluación del cumplimiento de las exigencias normativas impuestas por la administración competente, y sobre el planteamiento y seguimiento de la evolución de los planes de acción.

La industria requiere disponer de una herramienta eficaz para establecer con precisión sus necesidades de actuación para reducir su impacto y para definir un plan de gestión del ruido ambiental que debe permitir identificar las principales operaciones y focos de ruido problemáticos en la industria, realizar una categorización de los mismos en función de mayor a menor afección a su entorno, valorar a nivel de proyecto la mejora que se va a conseguir con determinadas soluciones y tomar decisiones de inversión que no se vean sujetas a incertidumbres elevadas en su evaluación posterior.

#### 4. CONCLUSIONES

La entrada en vigor, el 31 de diciembre de 2018, de la Orden PCI/1319/2018, que modifica el Anexo II del RD1513/2005 en lo referente a la evaluación del ruido ambiental y métodos de referencia y posterior entrada en vigor el 8 de febrero de 2022 de la Orden PCM/80/2022, implica un cambio metodológico que tiene repercusión para las industrias, el establecimiento de un nuevo método oficial de cálculo para la valoración del ruido ambiental de origen industrial, método CNOSSOS-EU: 2021.

Las comparativas realizadas entre el anterior método de cálculo oficial, ISO 9613, y el nuevo método CNOSSOS-EU: 2021 ponen de manifiesto variaciones en los resultados obtenidos justificadas principalmente en la consideración de variables como efecto de la absorción del terreno en las proximidades de la fuente de ruido y, en el caso de focos de ruido en altura en las proximidades del receptor, la definición del plano de referencia para el cálculo de la propagación del sonido en terrenos abruptos o con focos situados sobre cubiertas de edificios y el cálculo de la difracción en bordes verticales de elementos reflectantes en las proximidades de las fuentes sonoras, que aunque se pueden dar situaciones diversas, en las evaluaciones realizadas por AAC apuntan a que, de forma general, suponen niveles más elevados con el nuevo método CNOSSOS-EU:2021.

En estos trabajos de contraste de métodos de cálculo y mediciones, si algo queda especialmente claro es la imposibilidad de aplicar evaluaciones como las que establece el apartado 3.4.2. b) del Anexo IV del RD1367/2007 para evaluar el ruido de los puertos o industrias, ya que siendo habitual que se trate de mediciones a distancias elevadas de los focos de ruido, efectuar mediciones de corta duración sin tener en cuenta la consideración de condiciones como la dirección del viento y la incertidumbre asociada al resultado, no pueden servir para poner en cuestión la evaluación de este tipo de agentes sonoros, que requieren estudios completos y detallados para evaluar los niveles en su entorno e identificar sus causas, para plantear soluciones o planes de mejora que reduzcan o mantengan sus niveles de ruido dentro de los OCA o los límites que en cada caso sean de aplicación.

La relevancia de estos resultados requiere que la legislación española cambie y diferencie entre medidas en medio urbano a corta distancia de los focos, para las que pueden tener sentido procedimientos simplificados como los del apartado referenciado del Anexo IV RD1367/2007, y medidas para la evaluación de instalaciones industriales o puertos, donde haya distancias de focos a receptores por encima de los 50 o 100 m. Es necesario que las evaluaciones en estos últimos casos se realicen aplicando de forma completa la norma ISO 1996 y valorando las incertidumbres asociadas a los resultados, o con métodos de cálculo suficientemente contrastados y verificados.

La investigación realizada implica también la necesidad de realizar un mayor análisis del método CNOSSOS-EU en su aplicación al ruido industrial para establecer su representatividad y forma de aplicarlo en la modelización, ya que el incremento de las exigencias en el cumplimiento de los objetivos en ruido ambiental requiere disponer de la necesaria precisión en la evaluación.

El empleo de un método oficial de cálculo que se ajuste a la realidad es la principal herramienta que dispone la industria para definir un plan de acción eficiente, evitando como desgraciadamente sucede en ocasiones, que grandes inversiones en soluciones aporten mejoras inapreciables en las zonas de afección.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las entidades que han subvencionado proyectos de I+D+i en los que se han efectuado desarrollos que han incluido las evaluaciones realizadas, así como el desarrollo de los procesos que nos están permitiendo mejorar la asistencia a empresas y puertos en esta problemática:

Proyecto NoisEnv4.0 que ha sido objeto de ayuda en el programa HAZITEK con cargo al presupuesto de gastos del Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente y al Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

Proyecto NoisePort4.0 que recibe financiación pública del Fondo "Puertos 4.0" de Puertos del Estado.

## REFERENCIAS

- [1] ISO 1996-2:2017 / UNE EN ISO 1996-2:2020 Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de presión sonora).
- [2] ISO 9613-2:1996 Acoustics — Attenuation of sound during propagation outdoors — Part 2: General method of calculation
- [3] COMMISSION DIRECTIVE (EU) 2015/996 of 19 May 2015 establishing common noise assessment methods according to Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council
- [4] Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre, por la que se modifica el Anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a la evaluación del ruido ambiental.
- [5] Orden PCM/80/2022, de 7 de febrero, por la que se modifica el anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- [6] Directiva Delegada (UE) 2021/1226 de la Comisión, de 21 de diciembre de 2020, para lo que se modifican aquellos apartados y preceptos del anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, que resultan afectados por dicha directiva, con el fin de proceder a su adaptación al progreso científico y técnico