



EFFECTO DE LA PRECISI3N EN LA EVALUACI3N SOBRE LA GESTI3N DEL RUIDO EN LA INDUSTRIA

Alberto Bañuelos Irusta¹, M^a Ángeles Ant3n Garc3a², Ainhoa Suso Mendizabal³, Jon Isasi Errasti⁴

AAC Centro de Acústica Aplicada, S.L. – Vitoria-Gasteiz (España)

¹abi@aacacustica.com ²mag@aacacustica.com ³asm@aacacustica.com ⁴jie@aacacustica.com

Resumen

La metodolog3a de evaluaci3n del ruido en la industria y, especialmente, la precisi3n que aporta a los resultados, tiene una fuerte incidencia sobre la definici3n de las soluciones, su presupuesto y la repercusi3n final que su adopci3n va a tener en el cumplimiento de los objetivos exigidos. Lograr una precisi3n elevada en la evaluaci3n y en la identificaci3n de las causas, es un requisito imprescindible para que una empresa pueda valorar la viabilidad de su plan de acci3n y tomar decisiones en funci3n de costes y resultados esperados. Es, adem3s, la clave para poder establecer planes de mejora que se puedan acordar con la autoridad ambiental o en pol3ticas de prevenci3n de riesgos laborales, en base a asegurar que la evaluaci3n va a permitir responder a esos objetivos.

La experiencia de AAC muestra que las metodolog3as existentes permiten elaborar evaluaciones con una precisi3n suficiente y con la necesaria reproducibilidad, tanto en relaci3n con el ruido ambiental como con el ruido en los puestos de trabajo, como se demuestra con algunos ejemplos extra3dos de la larga experiencia, con m3s de 300 industrias evaluadas. La validez de las metodolog3as hacen viable poder ofrecer a la industria asistencias t3cnicas contrastadas que den el respaldo necesario a las inversiones de la industria en el control y la prevenci3n del ruido.

Palabras-clave: Ruido, Industria, Evaluaci3n, Soluciones, Planes, Ambiental, Prevenci3n

Abstract

Industry noise assessment methodology and, specially, its accuracy on the results, has a great effect on the solutions, their budget and their effect on the possibilities to fulfill the required objectives. A high accuracy in the values and their causes is a needed requirement to provide useful results to the industrial companies to evaluate the proposed actions and to take their decisions according to costs and estimated benefits. Besides, it is the basic key to propose and agree consistent process with the environmental authorities or in OSHA policies, because the provided results will be the reference to assess the possibilities to fulfill the objectives.

The AAC experience shows that existing methods are able to get enough accuracy on the results and enough reproducibility, both on environmental noise and noise at work, as shown in some of the examples selected from a long experience including more than 300 industries. The technology is able to offer enough accurate technical assistance to give the support to investments for noise control and prevention on industry noise.

Keywords: Noise, Industry, Assessment, Solutions, Plan, Environment, Prevention

PACS no. 43.50.Gf, 43.50.Rq, 43.28.Js



1 Introducción

Las industrias que han tenido que abordar acciones de mejora frente al ruido, frecuentemente disponen de una relación de experiencias negativas, debido a que las inversiones efectuadas no han aportado los resultados esperados. La razón suele ser no haber partido de estudios técnicos suficientes para establecer las soluciones adecuadas. Sin embargo las metodologías disponibles permiten aportar esta información si se aplican de forma apropiada.

Frecuentemente la industria prefiere gastar en soluciones en lugar de invertir primero en estudios técnicos que permitan conocer la problemática y sus causas, para poder diseñar las soluciones apropiadas. La experiencia de AAC demuestra el valor de los estudios técnicos y el interés para la industria de aplicar este tipo de evaluaciones y las acciones técnicas necesarias para el diseño de soluciones, antes de invertir en soluciones concretas, porque, en general van a suponer un importante ahorro económico y una garantía para que las inversiones aporte los resultados esperados y no se conviertan sólo en un gasto.

En relación con el ruido ambiental, la legislación es cada vez más exigente en el cumplimiento de los límites y, cuando se superan, en el establecimiento de compromisos sustentados en planes de acción justificados técnicamente, que establezcan el proceso de mejora para llegar a cumplirlos. Para responder a estas exigencias es preciso contar con estudios cada vez más detallados y precisos que permitan valorar con precisión suficiente, los resultados que se puede alcanzar, así como la inversión económica que requieren y poder definir planes de actuación realistas.

Que la industria pueda llegar a estos compromisos requiere en primer lugar diferenciar su ruido del ruido ambiente que le rodea y justificar su impacto, para poder efectuar un diagnóstico real y, cuando sea necesario, establecer los planes de medidas correctoras necesarios, demostrar el avance en la mejora a medida que se van adoptando soluciones y, finalmente, justificar el cumplimiento de los límites. Este proceso tiene que estar sustentado en valoraciones técnicas justificadas con la necesaria precisión.

La precisión puede jugar un rol clave en el estudio de alternativas de solución, ya que aumentar la mejora en unos pocos decibelios, puede implicar costes elevados o, incluso, llegar a condicionar el cumplimiento de los límites. Teniendo en cuenta la alta incertidumbre de las mediciones de ruido ambiental, norma ISO 1996-2:2007 y la contribución de focos de ruido ajenos a la industria que se pretende evaluar, hace que la medida en los receptores puede ser complicada, por lo que se requiere contar con metodologías que permitan responder a estas necesidades con garantías.

Con respecto al ruido dentro de la industria, se tiene una problemática similar, para hacer evaluaciones precisas de la exposición de los trabajadores al ruido, en muchas ocasiones con puestos expuestos a condiciones de niveles de ruido muy variables, pero especialmente cuando se quieren adoptar soluciones que mejoren los niveles de ruido en los puestos de trabajo, para lo que es necesario conocer las causas y adecuar las soluciones a los condicionantes del proceso de fabricación,

Además, para poder defender actuaciones que pueden requerir inversiones significativas, es preciso justificar un plan de reducción del ruido industrial eficiente, que establezca las mejoras atribuibles a cada actuación o fase de actuaciones y, lógicamente, requiere un seguimiento de los resultados que sea consistente y que vaya demostrando la consecución de los objetivos parciales que el plan proponía, de forma que todo el proceso adquiera el respaldo técnico necesario y muestre la seriedad y viabilidad de los objetivos planteados.



Seguir un planteamiento técnico contrastado, da la garantía a la industria para poder programar inversiones teniendo en cuenta los logros esperados, para desde la fase de plan de acción poner en valor la contribución del plan a la mejora de la empresa, convirtiendo el plan de acción en una oportunidad de mejorar su imagen de responsabilidad social pero, para ello, los resultados tienen que ir consolidando el proceso.

La experiencia de AAC Centro de Acústica Aplicada durante más de 20 años desarrollando este planteamiento, demuestra la viabilidad de poder ofrecer a la industria soluciones con precisión suficiente y sustentadas en planteamientos con el necesario rigor técnico, para proporcionarles diagnósticos realistas y para poder lograr la mayor rentabilidad a las inversiones que se acometan, tanto en situaciones existentes como en reformas, ampliaciones o nuevas plantas, trabajando desde la fase de proyecto, ya que se dispone de metodologías adecuadas para situaciones existentes y futuras.

Pero para lograr este objetivo, también es imprescindible que la industria aborde la problemática asumiendo la necesidad de contar con estudios técnicos, a lo que debe exigir rigor para que los resultados que aporten sean fiables, con el correspondiente grado de incertidumbre, cuando ello afecte a las conclusiones, de forma que le permita conocer la problemática real y sus causas, como punto de partida necesario para analizar las soluciones, de forma que los estudios técnicos les aporten la información necesaria para la toma de decisiones.

Poder llegar a este objetivo, desde el apartado técnico implica asegurar dos aspectos principales:

- Precisión de la evaluación
- Soluciones ajustadas con valoración previa de la efectividad esperada.

La metodología y los procesos para su aplicación tienen que ser suficientes para garantizar estos dos apartados, de acuerdo con el grado de detalle de la evaluación que cada caso requiera. El grado de detalle esta marcado por la precisión necesaria para responder a los objetivos de una evaluación, por lo que es un elemento esencial a tener en cuenta desde el comienzo del proceso y que debe ser acorde con las exigencias de cada caso concreto.

2 Tecnologías y metodologías para la evaluación del ruido ambiental generado por la industria

La metodología que AAC viene aplicando desde 1995 para el ruido ambiental de la industria coincide con la que en 2002 propone la Directiva Europea como referencia para evaluar el ruido ambiental de la industria, medida de potencia e ISO 9613:1996, para la propagación y mediciones según ISO 1996-2:2007 para la medida del nivel de ruido. Lógicamente los métodos de referencia para la evaluación de la potencia acústica requieren ser adaptados para permitir la aplicación práctica en situaciones reales en una industria, con protocolos sustentados en estos años de experiencia y en los lógicos procesos de mejora. Pero la metodología base es internacionalmente conocida y está disponible por lo que las conclusiones de nuestra experiencia son un respaldo a la metodología en sí, siempre que se aplique adecuadamente.

Lógicamente, puede haber situaciones en las que se requiera metodologías específicas para mejorar la información efectuando análisis adicionales, que permitan conocer mejor las causas, pero lo que se pretende respaldar en este documento, es la viabilidad de la metodología establecida como referencia,



siempre que su aplicación sea correcta y suficientemente detallada, para que la industria adopte planteamientos con un soporte técnico más sólido, que además le va a resultar económicamente beneficioso.

Un elemento clave es la adecuada caracterización de las emisiones, ya que es la información de referencia para el resto de la evaluación, en donde la adecuada selección de focos, los protocolos de medida y su adecuación a los objetivos y grado de detalle de cada evaluación, son la clave para asegurar la consecución de los objetivos finales.

Por otro lado, la caracterización de la propagación se realiza de forma adecuada con modelos informáticos especializados, en nuestro caso SoudPLAN por las ventajas que representa para todo el proceso de evaluación y análisis de los resultados, así como para el proceso de estudio de soluciones. Pero en cualquier caso, la norma ISO 9613, en el caso de plantas industriales, aporta una buena representatividad en la mayoría de los casos, en general desde el lado de la seguridad ambiental para niveles promedio anuales, para conocer el nivel de ruido que una determinada instalación industrial genera en un receptor concreto, lo que permite efectuar todo el estudio para completar el diagnóstico del impacto generado y el estudio de soluciones.

Si bien en muchos casos, con el aval de la experiencia es posible trabajar sólo con este planteamiento, en otros casos, bien por situaciones particulares, bien por exigencias de la legislación, es necesario efectuar mediciones en los receptores. En estos casos, con medidas en las que se tengan en cuenta todas las variables que inciden en el cálculo de la incertidumbre, para obtener resultados mínimamente representativos, teniendo en cuenta la elevada incertidumbre de mediciones de ruido ambiental a distancias medias o altas. AAC dispone de experiencia en este tipo de evaluaciones y conoce esta problemática porque desde 1996 está acreditado por ENAC para este ensayo con un procedimiento que incluía un cálculo de incertidumbre prácticamente coincidente con la versión de la ISO 1996-2:2007.

Esta experiencia en ambas metodologías, permite combinarlas para poder contar con referencias de evaluaciones que, con una precisión aceptable, han valorado el impacto de la industria desde los dos métodos, emisión más cálculo de la propagación y medida del nivel de inmisión, lo que nos permite poder presentar algunas comparaciones, que respaldan ambas metodologías.

AAC desarrolló su metodología para la evaluación del ruido ambiental de la industria en los años 1995-96 para responder a la problemática de la industria y lo hizo con una metodología prácticamente igual a la posteriormente estableció la Directiva Europea 2002/49/CE. En ese momento, antes de generalizarla y tratándose entonces de métodos innovadores en España, ya contrastó los resultados de la metodología, comparando cálculos y mediciones en condiciones suficientemente controladas para que los resultados fueran representativos.

Para ello se realizó una campaña para contrastar los resultados ofrecidos por la evaluación exhaustiva de focos de ruido y la aplicación de la propagación del sonido en exteriores seleccionando para ello una acería, instalación industrial compleja con respecto al ruido. La evaluación se realizó efectuando diferentes mediciones independientes, en un mismo punto, únicamente afectado por la industria. Los resultados medidos se obtuvieron en 4 ó 5 días diferentes, en todos los casos con condiciones favorables de propagación para poder establecer una incertidumbre adecuada, del orden de ± 4 , ± 5 dB(A) para cada medición individual. Los resultados entre las mediciones aportaron diferencias de hasta 4 dB(A), acordes con la incertidumbre asociada, pero el valor promedio de todas las mediciones se desviaba menos de 0,5 dB(A) del valor calculado, demostrando la validez de la metodología basada en medir emisión y aplicar método de cálculo.

A partir de este resultado inicial, en estos años se ha mejorado la metodología y aunque es complicado poder realizar comprobaciones exhaustivas, los resultados siguen respaldando la metodología y, por ello, es importante aportar referencias para que la industria y otras instalaciones equivalentes en cuanto a la evaluación del ruido, generalicen su aplicación..

Los siguientes resultados resumen algunos casos en los que se ha efectuado la comparación entre la evaluación aplicado metodologías de cálculo y la medición del nivel de inmisión en el receptor empleando la norma UNE EN ISO 1996-2:2009 / ISO 1996-2:2007. En todos los casos el foco se trata de plantas industriales y se refiere al conjunto de focos de cada planta industrial; las medidas controladas se realizan con condiciones meteorológicas y de ruido de fondo aceptables, realizadas en puntos alejados más de 100 metros en todos los casos de los principales focos de la industria, pero en algunos caso distancias bastante superiores.

En el siguiente gráfico se recogen los resultados obtenidos para el nivel de inmisión, nivel global en dB(A), en ocho puntos de control fijados en cuatro empresas y obtenidos con las dos metodologías indicadas.

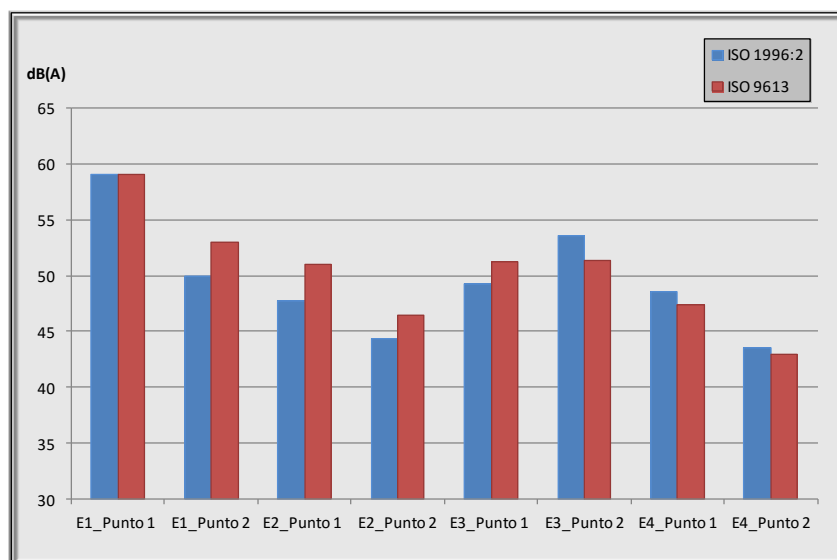


Figura 1 – Comparativa de resultados de niveles de inmisión obtenidos en puntos concretos con metodología de cálculo (ISO 9613) y medidas directas (UNE EN ISO 1996-2:2009)

Las desviaciones obtenidas, inferiores a 3 dB(A), se consideran muy aceptables teniendo en cuenta la incertidumbre asociada a las mediciones según UNE EN ISO 1996-2:2009, y son representativas de otras comparaciones similares, en las que se comprueba que, en general las diferencias entre el valor calculado y el nivel promedio de las mediciones en cada punto disminuyen a medida que aumentan las mediciones en el receptor, siempre que las mediciones garanticen resultados con incertidumbre inferior a ± 5 dB(A).

En los puntos en los que el ruido de la industria era claramente predominante en prácticamente todo el espectro se pudo establecer la comparación de los espectros de inmisión, en bandas de tercios de octava entre 100 y 5.000 Hz. En la siguiente gráfica se presentan los resultados obtenidos.

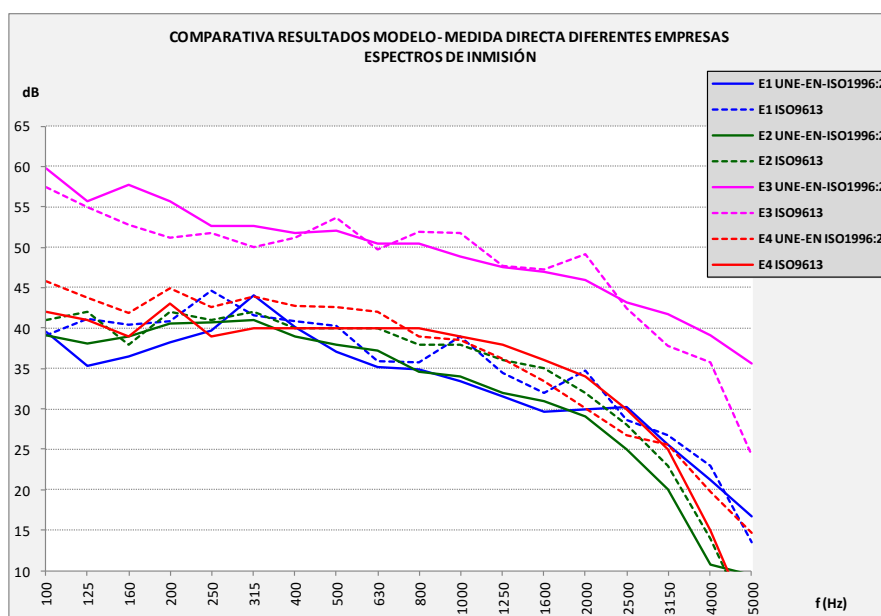


Figura 2 - Comparativa de resultados en espectros de 1/3 octava en niveles en el receptor obtenidos con metodologías de cálculo (ISO 9613:1996) y medidas directas (UNE EN ISO 1996-2:2009)

Las diferencias obtenidas, con desviaciones máximas de 4 dB en bandas de tercios de octava se consideran de igual forma muy aceptables teniendo en cuenta las desviaciones debidas a ambas determinaciones, poniendo de manifiesto la precisión de los modelos evaluados.

La experiencia de AAC pone de manifiesto que las incertidumbres que establece la ISO 9613:1996, son razonables y extrapolables para el cálculo de instalaciones industriales y asumibles para el ruido industrial, siempre que las emisiones se contemplen correctamente, tanto en la medición como en la incorporación al modelo. Esto supone que, en líneas generales, la metodología de medida de emisiones y aplicación de la ISO 9613:1996 para la propagación aporta mayor precisión en la evaluación que mediciones de nivel de inmisión, mediciones que para lograr incertidumbres aceptables son complejas y fuertemente condicionadas por la presencia de focos de ruido ajenos al que se quiere medir y por las condiciones meteorológicas, aparte de las limitaciones de acceso a los puntos de interés en los momentos representativos. La aplicación de Cnossos a partir de ahora, no debe cambiar esta conclusión, aunque puede requerir mayor detalle en el proceso de cálculo.

Esta experiencia ha permitido efectuar durante muchos años el proceso de seguimiento de la mejora en industrias complejas, con resultados satisfactorios, que además permiten corroborar la reproducibilidad de los resultados, cuando se controlan las variables que intervienen.

En el gráfico siguiente se presentan los resultados en varios puntos alrededor de una planta industrial y en varios años, cuando en la planta no ha habido cambios que incidan de forma significativa en los resultados con respecto al escenario de referencia para el cálculo. Se han eliminado las mediciones en los años en los que otros focos de ruido eran predominantes o del mismo orden que el ruido de la industria.

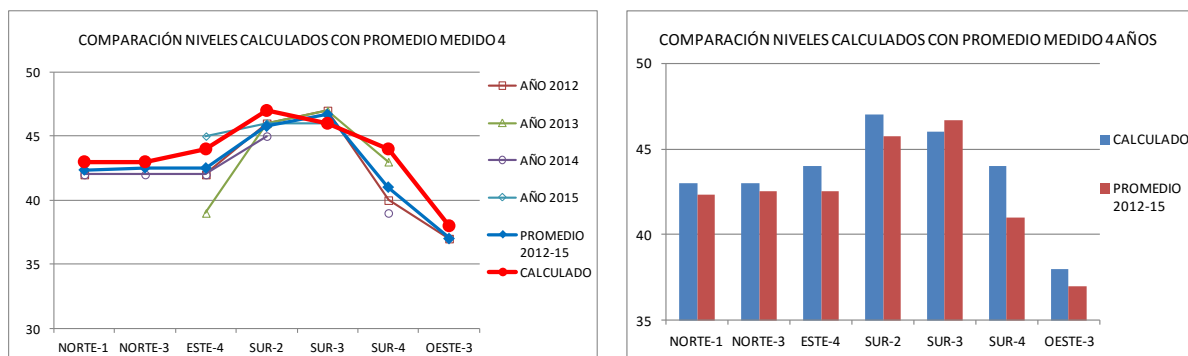


Figura 3 - Comparativa de resultados de nivel calculado con nivel promedio de 4 años de seguimiento

Igualmente las desviaciones están por debajo de la incertidumbre y se observa la consistencia en las medidas en años diferentes, así como la representatividad del nivel promedio con respecto al calculado, que sólo se desvía en uno de los puntos y que debe ser objeto de análisis en la actualización del modelo de cálculo.

Este nivel de precisión, que se traslada al detalle de focos parciales dentro del conjunto industrial, es lo que permite adoptar soluciones precisas y establecer especificaciones ajustadas para las soluciones, que se constatan en los planes de seguimiento de los planes de mejora.

3 Evaluación del ruido en el interior de las industrias

Del mismo modo que sucede con el ruido ambiental, en el caso del ruido en el interior de las industrias, también es imprescindible partir de unos datos de entrada adecuados para la obtención de unos resultados fiables; de forma que las soluciones a implantar sean lo más ajustadas posible a las necesidades y por tanto, lo más económicas posible.

El ruido en el interior de las industrias suele ser un problema habitual y la consecuencia del funcionamiento de un gran número de focos de forma simultánea, lo que dificulta enormemente la determinación del origen del ruido y aún más, la definición de las medidas correctoras más adecuadas y eficientes.

En AAC, se emplea desde hace más de 15 años una metodología de caracterización de focos, basada en medidas de intensidad sonora que nos permite distinguir de una forma adecuada la procedencia del ruido y, por tanto, la emisión sonora de cada foco de ruido, prestando especial atención a otra serie de condicionantes, como la proximidad entre focos, a las paredes, condiciones de funcionamiento, etc.

Es importante a la hora de realizar la caracterización acústica de la industria, incluir como fuentes de ruido aquellas que presentan una emisión significativamente inferior a las principales, dado que una vez que se implanten soluciones sobre las principales máquinas, empiezan a tener influencia otros focos de ruido considerados como secundarios.

La precisión con la que se realizan estas medidas y la forma en la que se realiza la caracterización de la nave, afecta al grado de precisión en los resultados obtenidos, lo que condicionará la adecuada definición de las soluciones.

Las diferencias obtenidas típicamente entre los resultados obtenidos en puntos de control de la nave y puntos de cálculo en el modelo son inferiores a 1 dB(A), quedando, por tanto, dentro de los márgenes de incertidumbre de las mediciones, así como del modelo de cálculo empleado.

A partir del modelo se obtiene un mapa de ruido de la planta, en el que se pueden identificar las zonas prioritarias de actuación debido a los niveles existentes o la concentración de personal, pudiendo analizar en cada punto de la nave, el origen del ruido y la contribución de cada foco:

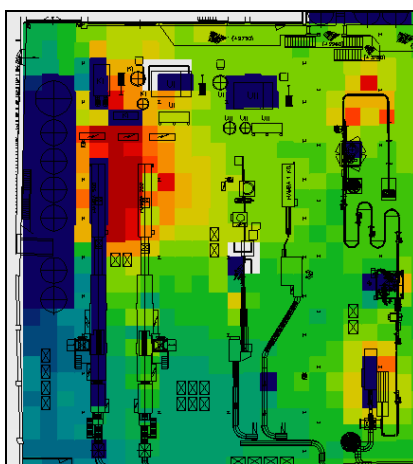


Figura 4 - Ejemplo de mapa de ruido interior

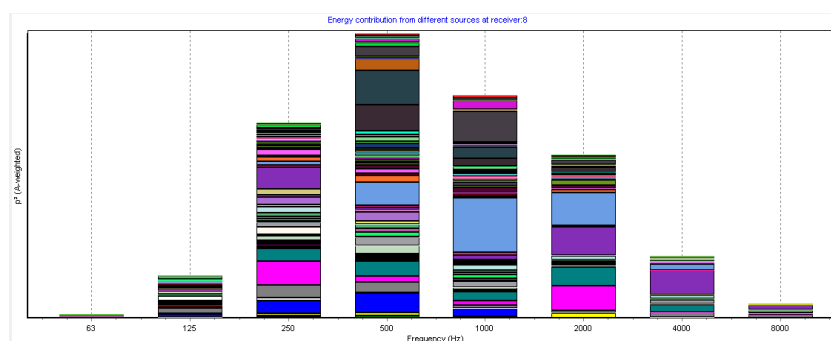


Figura 5 - Ejemplo de análisis de la contribución de focos en un punto

A partir de toda esta información, la cual sólo puede obtenerse mediante medidas de intensidad sonora, muy detalladas y controladas, se definen las soluciones acústicas necesarias para alcanzar el objetivo deseado.

En la mayoría de industrias existen numerosos condicionantes a la hora de implantar soluciones, por motivos de producción, mantenimiento, etc. Esto hace que sea imprescindible tener bien caracterizado cada foco, para poder conocer el efecto que supone dejar aberturas para el paso de cintas, tareas de mantenimiento, colocación de visores, etc. Dado que estas necesidades no se conocen hasta que no se

proponen las soluciones necesarias, es imprescindible contar con dicha información de partida desde el inicio, ya que si no, se requeriría una nueva campaña de mediciones.

Todos estos condicionantes que debilitan las soluciones, se contemplan en el modelo, obteniendo la mejora esperada tras la implantación de las actuaciones, de forma que se evita la colocación de una solución cuya eficacia sea mínima o nula



Figura 6 - Solución con visor y aberturas y cierre parcial adaptado a las necesidades

En el siguiente gráfico se muestra una comparativa entre los resultados iniciales, los esperados tras la implantación de algunas soluciones y los obtenidos tras la ejecución de las soluciones analizadas en una planta industrial:

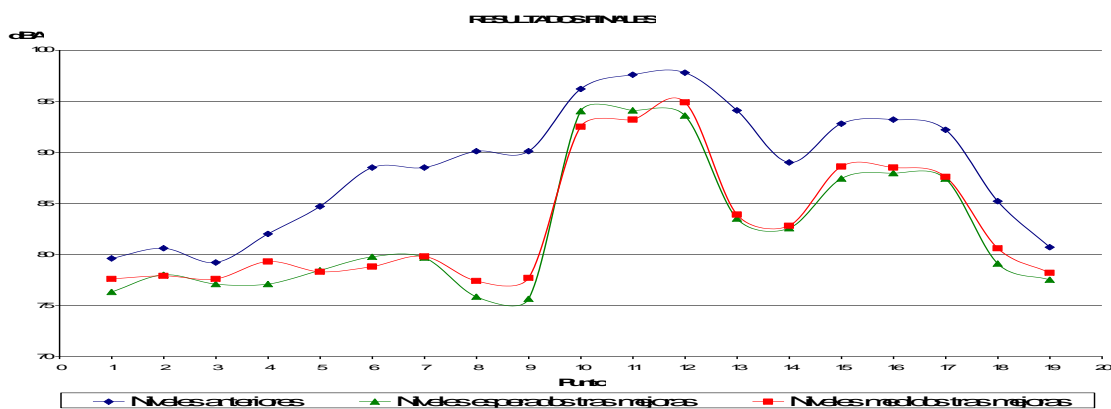


Figura 7 – Resultados iniciales, resultados esperados y resultados finales tras mejoras

Tal y como se observa, los resultados medidos con las soluciones son muy similares a los previstos con el modelo; lo cual es debido, como ya se ha comentado anteriormente, a la precisión adquirida en la fase inicial de caracterización y medidas. En caso de que la precisión de las medidas fuera inferior, la dispersión en los resultados sería muy superior, no pudiendo, además, definir las soluciones de forma tan precisa



4 Conclusiones

Teniendo en cuenta lo indicado se puede decir que cuando las metodologías se aplican con precisión suficiente y adecuada a los objetivos de cada caso, los resultados que se obtiene son representativos y es la forma de lograr la precisión suficiente para responder a las exigencias de la industria, aportándoles conclusiones que permitan una alta rentabilidad de los recursos y un asesoramiento sólido para encontrar soluciones ajustadas a cada situación.

La industria debe aplicar este tipo de metodologías en su evaluación para poder ajustar las soluciones y aprovechar los recursos que destina al control del ruido y, también, a la prevención en el caso de la consideración del ruido desde la fase de proyecto en modificaciones, ampliaciones o nuevas plantas.

Los estudios técnicos son los que pueden proporcionar la información necesaria sobre el origen y causas de los niveles, propuesta de soluciones para cumplir objetivos, o limitaciones para llegar a conseguirlo, valorar diferentes alternativas de mejora, análisis beneficio/coste, etc.