

ÁMBITO NORMATIVO PARA LA PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ALARMA POR VOZ

Juan Manuel Díaz¹, Javier Barrera², Pablo Vaquera³

¹ Director de Proyectos (CPMO) en LDA Audiotech S.L. (Máster en Ingeniería Acústica)
{jmdiaz@lda-audiotech.com}

² Director General (CEO) en LDA Audiotech S.L. (Máster en Ingeniería Acústica)
{jbarrera@lda-audiotech.com}

³ Responsable del área de Consultoría en LDA Audiotech S.L.
{pvaquera@lda-audiotech.com}

Resumen

Los sistemas acústicos de alarma por voz tienen cada vez más relevancia en el ámbito de la seguridad dada la importancia de evacuar de forma correcta y ordenada a los usuarios de un recinto, en particular cuando los ocupantes no se encuentran formados en las vías de evacuación del edificio. La serie de normas UNE-EN 54 establecen los requisitos que estos sistemas deben cumplir para la correcta certificación de su implantación. En este artículo se analiza el ámbito normativo actual para la planificación, diseño y el mantenimiento de los sistemas de alarma por voz como parte de instalaciones de protección contra incendios o para fines de emergencia diferentes, mediante la comparativa de requisitos definidos para un proyecto diseñado con la norma UNE-EN 60849 vigente, respecto a la nueva norma UNE-EN 23007-32 en proceso de implantación.

Palabras clave: evacuación, voz, alarma.

Abstract

Voice alarm systems are increasingly relevant in the field of safety due to the importance of evacuating users from a facility correctly and orderly, particularly when the occupants are not trained in the building's evacuation routes. The UNE-EN 54 series of standards establish the requirements that these systems must meet for proper certification of their implementation. This article analyzes the current regulatory framework for the planning, design, and maintenance of voice alarm systems as part of fire protection installations or for other emergency purposes. It compares the requirements defined for a project designed with the current UNE-EN 60849 standard with those of the new UNE-EN 23007-32 standard, which is in the process of being implemented.

Keywords: evacuation, voice, alarm,

PACS n.º. 43.72.Kb, 43.72.-p, 43.72.Dv

1 Introducción

El objetivo principal es la comparativa entre la norma UNE EN 60849 sobre “Sistemas electroacústicos para servicios de emergencia” [1] y la UNE 23007-32 “Sistemas de detección y alarma de incendios

(Parte 32: Planificación, diseño, instalación, puesta en marcha, uso y mantenimiento de sistemas de alarma por voz)” [2], a la hora de llevar a cabo un proyecto de sistema de alarma por voz (VAS, del inglés Voice Alarma System).

Para ello, se realizará un ejemplo práctico con un proyecto real de sistema VAS, tanto bajo las directrices de la actual norma EN 60849, como siguiendo las instrucciones de la UNE 23007-32. Esta última prevé dos métodos de diseño del sistema, prescriptivo y detallado, que así mismo se tendrán en cuenta en la comparativa.

2 Definición de especificaciones

En el modelo que tomaremos como ejemplo se requiere la implantación de un sistema de alarma por voz, que dará servicio a cuatro salas diáfanas dedicadas a oficinas, en el marco de un edificio que ya dispone de un sistema independiente para las zonas comunes.

El sistema se dividirá en cuatro zonas de alarma por voz, una por cada sala, siendo capaz de dar avisos específicos e independientes para cada una de las salas o de replicar los avisos del sistema de las zonas comunes, además de permitir la difusión de mensajes de viva voz.

2.1 Características del recinto

El recinto ejemplo en estudio consta de cuatro salas diáfanas, con una superficie total de 6.538 m², conectadas a través de pasillos y halls en las zonas comunes (Figura 1).

Los materiales constructivos utilizados son el terrazo en los suelos, placas de yeso laminado en paredes y un falso techo acústico, con un coeficiente de absorción medio de 0,02, 0,11 y 0,58, respectivamente.

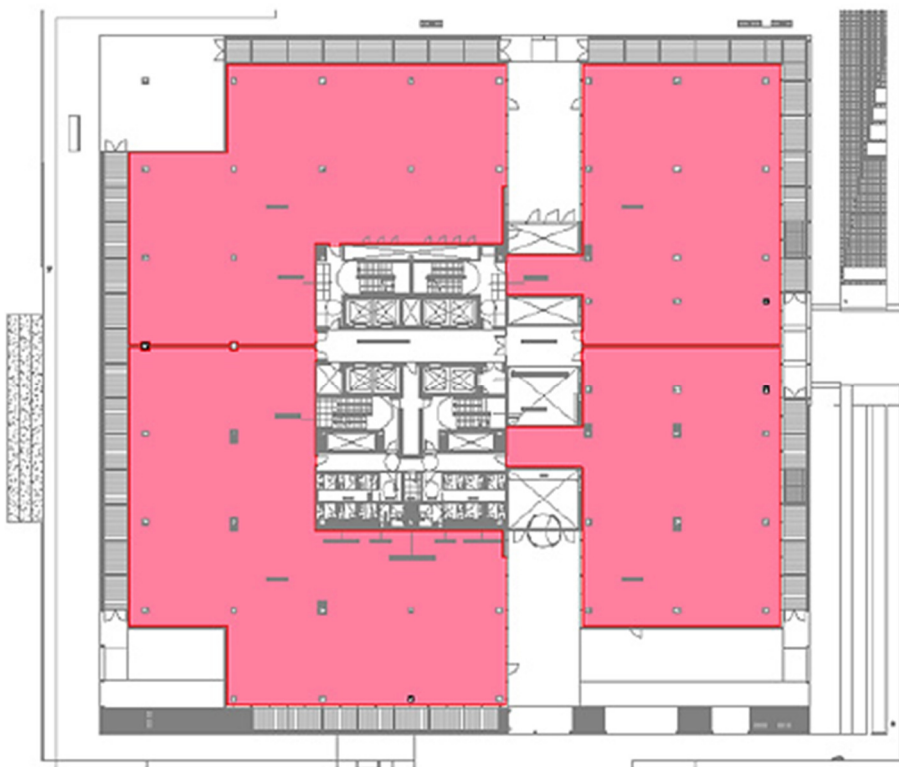


Figura 1 – Áreas en estudio.

3 Diseño de la solución electroacústica

Para el análisis se hará uso del software EASE® en su versión Estándar, que trabaja con modelos estadísticos (fórmulas de Sabina y Eyring) [3]. Con los materiales y la disposición propuesta, el modelo arroja un tiempo de reverberación (RT, del inglés Reverberation Time) de 0,57 segundos. Para el ruido de fondo, se utilizará una media de 65 dB, habitual en este tipo de recinto. Los altavoces se proponen dispuestos empotrados en el falso techo, a 3 metros de altura.

Con todo lo anterior, se trata por tanto de un ADA (Área Acústicamente Diferenciables) catalogada como simple [2].

3.1 Cobertura

3.1.1 Distribución según UNE-EN 60849

Si bien la norma UNE-EN 60849 no especifica ninguna pauta para el diseño de la solución electroacústica, sí indica los niveles de inteligibilidad: “La inteligibilidad de palabra sobre un área de cobertura deberá ser igual a o mayor de 0,7 en la escala de inteligibilidad común (CIS, del inglés Common Intelligibility Scale). Si las personas que deben entender los mensajes están, o estarán en el futuro, familiarizados razonablemente con éstos a través de ensayos regulares del sistema, la inteligibilidad efectiva tiende a incrementarse aproximadamente 0,05 en la escala CIS si el rango de inteligibilidad está entre 0,6 y 0,7”.

La equivalencia con el índice STI (del inglés, Speech Transmission Index) indica que la inteligibilidad de palabra no debe estar por debajo de STI 0,50. En el caso de oyentes familiarizados con los mensajes, la inteligibilidad aceptable podría bajar hasta STI 0,45.

En el anexo C, apartado 2, también se especifican los niveles objetivo de presión sonora: “Las señales de aviso en toda el área de cobertura deberán cumplir los siguientes criterios:

- A. nivel de sonido mínimo absoluto: 65 dBA;
- B. nivel de sonido mínimo absoluto en modo durmiente: 75 dBA;
- C. audibilidad de la alarma de sonido sobre ruido de fondo (señal-ruido): de 6 dBA a 20 dBA (o de 9 dB a 23 dB en las bandas de frecuencia de alarma correspondientes);
- E. nivel máximo de sonido de alarma (para limitar la exposición): 120 dBA.”

Dado que no especifica ninguna pauta explícita para la distribución de los altavoces, es necesaria la realización de un estudio acústico para garantizar que se cumplen los requisitos de inteligibilidad y presión sonora, arrojando valores por encima de los 0,5 de STI, según Figura 2.

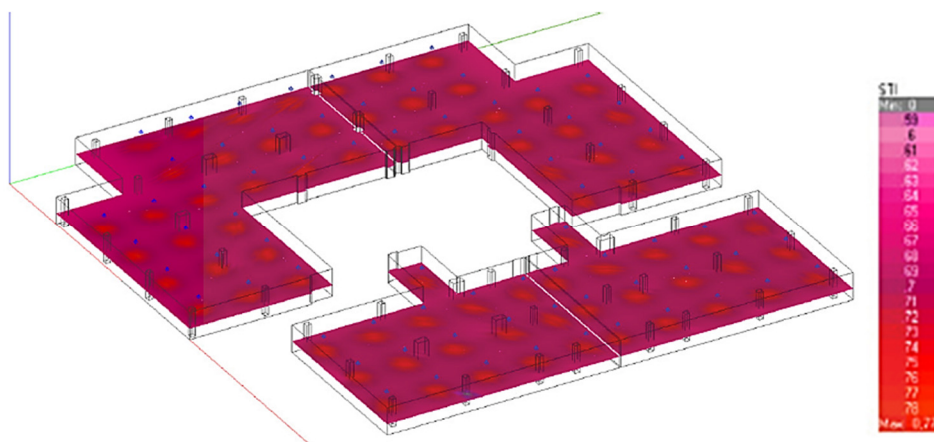


Figura 2 – Distribución de altavoces según el diseño de la norma UNE-EN 60849.

3.1.2 Diseño según UNE-EN 23007-32

3.1.2.1 Método prescriptivo

En un ADA catalogada como simple, como las del recinto sujeto de estudio, la norma UNE-EN 23007-32 considera que el diseñador del VAS puede ser capaz de estimar los tipos, cantidades y ubicaciones de los altavoces requeridos usando el método de diseño prescriptivo: “La buena cobertura de un ADA se puede obtener cuando los altavoces de techos están distribuidos en una rejilla cuadrada con una separación de dos veces la altura del techo, hasta un límite de 6 m de separación”.

En virtud de esta directriz, es posible diseñar una rejilla con 6 metros de separación entre altavoces, ajustando algunas separaciones a la baja para un mejor encaje con la arquitectura del recinto (Figura 3).



Figura 3 – Distribución de altavoces según el método prescriptivo de la norma UNE-EN 23007-32.

3.1.2.2 Método detallado

Aunque la UNE-EN 23007-32 solo exige la utilización del método de diseño detallado en una ADA donde las recomendaciones para el método prescriptivo no se puedan medir o predecir, con el objetivo de comparar resultados, se lleva a cabo un estudio bajo el método, previsto en la norma, “Modelo de simulación por ordenador basada en respuestas al impulso simuladas”.

Siguiendo las pautas contenidas en el apartado 6.5.4 b) [2], se crea “un modelo tridimensional del ADA usando un programa informático diseñado para predecir con precisión el comportamiento acústico. El detalle requerido de la geometría modelada debe tener en cuenta las superficies acústicamente relevantes más que los detalles arquitectónicos. Las propiedades de difusión del sonido de las superficies se deben tener en cuenta adecuadamente”.

Según indica, “después de la creación de la geometría del recinto, el modelo debe ajustarse al tiempo de reverberación previsto del ADA”. En el caso que nos ocupa, ante la imposibilidad de realizar mediciones empíricas, este ajuste se realiza indicando al software de simulación los materiales constructivos de las superficies modeladas, previa consulta con el diseñador del edificio.

La norma UNE-EN 23007-32 también especifica que “para poder incorporar altavoces adecuadamente dentro del modelo de simulación, son necesarios conjuntos de datos que describan los parámetros electroacústicos de los altavoces propuestos. Éstos, consisten principalmente de las características de radiación polar en función de la frecuencia. Estos archivos de datos deberían ser aprobados por el fabricante y deben reflejar las propiedades reales del altavoz”. Para esta simulación se usará el fichero .gll del altavoz proporcionado por el fabricante (Figura 4).

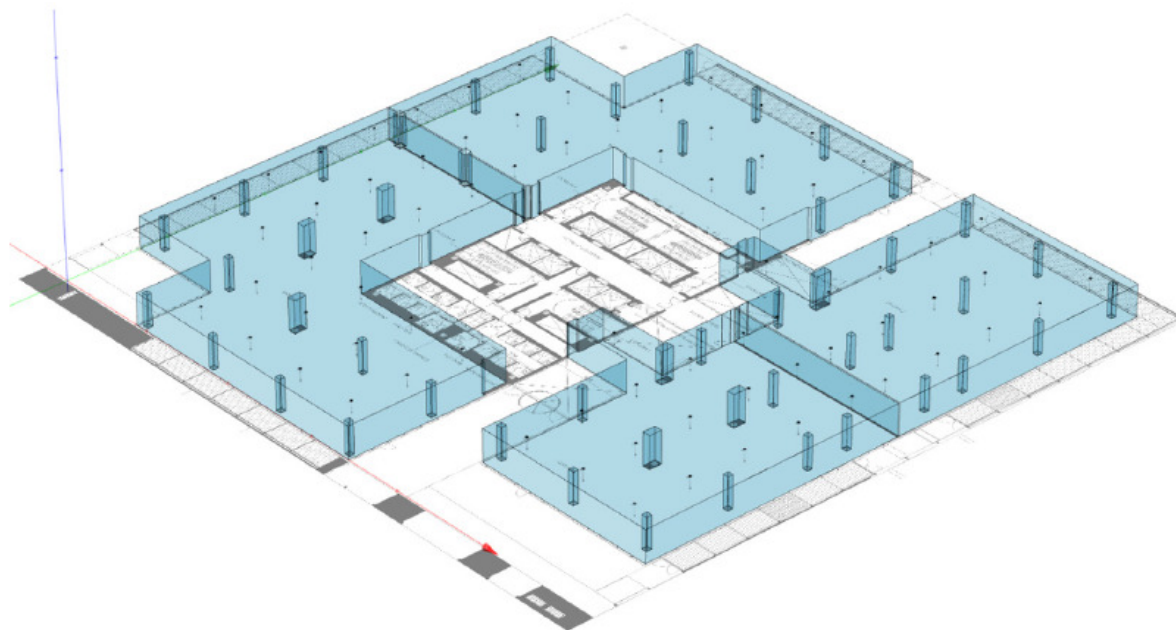


Figura 4 – Distribución de altavoces según el método detallado de la norma UNE-EN 23007-32.

Sobre las áreas de audiencia, indica que “al calcular la distancia desde los altavoces, la altura de escucha de los oyentes sentados debe considerarse 1,2 m por encima del suelo y la altura de escucha de oyentes de pie debe considerarse 1,6 m por encima del suelo”. En el caso en estudio, al tratarse de áreas de oficinas, con predominio de oyentes sentados, se considera 1,2 metros como área de audiencia. El resultado de la simulación arroja valores de inteligibilidad STI se sitúan por encima del 0,50 requerido (Figura 5).

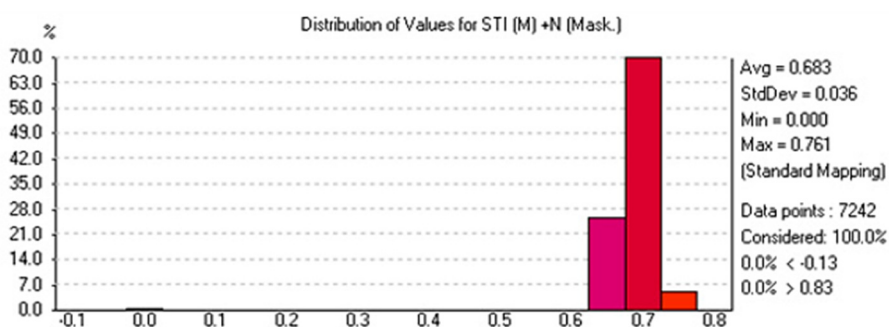


Figura 5 – Distribución de STI según el método detallado de la norma UNE 23007-32 en el modelo.

Según el apartado 1.3 del Anexo B de la norma, “En el caso de un fallo en un amplificador o vía de transmisión (circuito abierto, cortocircuito o fallo de igual efecto) la inteligibilidad del habla de acuerdo

con el método STI en cada zona de alarma por voz no debería caer por debajo de 0,45. Además de los requisitos para el nivel de seguridad I, este nivel requiere que las vías de transmisión se dispongan tal que incluso en el caso de un fallo, un mensaje de emergencia inteligible todavía pueda ser escuchado en las áreas afectadas. Esto se puede lograr por medios tales como cables tendidos de forma diversificada (véase 7.5.6) o cables de altavoz cableados en lazo (véase 7.5.7). De manera que, se permite el fallo de, por ejemplo, uno de dos circuitos de altavoces instalados en una misma zona de alarma por voz”. Es decir, será necesario por tanto realizar una simulación considerando la mitad de los altavoces, para asegurar que en caso de fallo en una de las vías de transmisión (A/B), los valores medios de STI no caigan por debajo de 0,45.

3.2 Vías de transmisión

3.2.1 Diseño según UNE-EN 60849

Según el apartado 4.1 de la UNE-EN 60849, “el fallo de un único circuito amplificador o altavoz no implicará la pérdida total de servicio en la zona de altavoces cubierta”. A fin de cumplir con este punto, las líneas de altavoces se dividirán por tanto en A/B (tresbolillo), de tal forma que el fallo en un amplificador, línea o altavoz no suponga la pérdida total del servicio en la zona. Contaremos, por tanto, con 8 líneas en total, 2 para cada zona de altavoces de emergencia, conectadas cada una a un canal de amplificación independiente:



Figura 6 – Distribución de líneas de altavoces según la norma UNE 60849.

3.2.2 Diseño según UNE-EN 23007-32

Como se ha indicado anteriormente, la norma UNE-EN 23007-32 establece que las vías de transmisión se dispongan tal que incluso en el caso de un fallo, un mensaje de emergencia inteligible todavía pueda ser escuchado en las áreas afectadas, como cables tendidos de forma diversificada o cables de altavoz cableados en lazo, de manera que, se permite el fallo de, por ejemplo, uno de dos circuitos de altavoces instalados en una misma zona de alarma por voz.

Con el tendido de cables en A/B (tresbolillo) mostrado en el apartado anterior, se evitará que una zona de emergencia quede sin servicio en su totalidad en caso de fallo en uno de los circuitos, aunque la norma nos facilita otros métodos para cumplir con las recomendaciones:

- Uso de cables resistentes al fuego.
- Uso de conductores resistentes al fuego.
- Tendido de cables a través de zonas de bajo riesgo.
- Cableado en lazo con aisladores automáticos.
- Limitación del número de altavoces que pueden fallar debido a un único fallo.

3.3 Instalación

3.3.1 Diseño según UNE-EN 60849

En el apartado 6 de la UNE-EN 60849, se indica sobre la instalación del cableado: “Si el sistema de sonido de emergencia forma parte de un sistema de alarma y/o de detección de emergencia, el cableado deberá cumplir los requisitos de las normas nacionales o locales obligatorias para sistemas de emergencia y/o alarma”. Cuando se instale un sistema electroacústico de emergencia en combinación con un sistema de detección de emergencia, las normas de instalación para el sistema electroacústico deben cumplir, hasta donde sea posible, con las normas requeridas para el sistema de detección. Por lo tanto, al igual que para los sistemas de detección, será necesario cableado con una resistencia intrínseca al fuego (AS+).

Además, la norma indica que “Los conectores deberán cumplir con la Norma CEI 60268-11 o con la Norma CEI 60268-12. Los requisitos para resistencia al fuego de los conectores pueden también ser estipulados por las autoridades competentes.” Se utilizarán a este respecto clemas cerámicas, para dotar de resistencia al fuego también a los empalmes y conexiones en el cableado.

3.3.2 Diseño según UNE-EN 23007-32

Por su parte, la UNE-EN 23007-32 en su apartado 7 nos ofrece, entre otras, las siguientes directrices “Los cables se deben instalar de acuerdo con las reglamentaciones locales, regionales o nacionales o, donde estas no sean aplicables o no estén disponibles, se deben seguir las recomendaciones de este apartado. Las características eléctricas de todos los cables, tales como caída de tensión, capacidad de transporte de intensidad, impedancia, capacitancia, tensión de rotura y resistencia de aislamiento, deben ser adecuadas para el sistema. La caída de tensión máxima en cualquier línea de altavoces no debe exceder del 10%. Así mismo, en el diseño se debe tener en cuenta que el efecto acumulado de las líneas de altavoces y los propios altavoces no debe ser menor que la carga resistiva mínima o mayor que la carga capacitiva máxima declaradas por el fabricante”. “Las cajas de empalme, prensaestopas, sellos, etc. deben resistir al menos la misma temperatura y protección contra el agua que la del cable para el que se usen. A menos que se cubra por reglamentaciones locales, regionales o nacionales, los cables que sirven a altavoces deben ser capaces de soportar los efectos del fuego durante 30 min como mínimo o recibir una protección adecuada para poder soportar los efectos durante ese período de acuerdo con la Norma EN 50200 (PH30)”.

En definitiva, se deduce que, al igual que en la UNE-EN 60849, es conveniente la utilización de cableado resistente al fuego, con conectores cerámicos que no pongan en peligro la integridad de las vías de transmisión, aunque no se especifica su obligatoriedad.

4 Nuevas herramientas para el diseño

Esta nueva norma introduce un conjunto de recomendaciones, dirigidas a la optimización de los distintos procesos a llevar a cabo en cada una de las fases de un proyecto de sistema de alarma por voz, manteniendo unas obligaciones similares a la UNE-EN 60849, lo que redundará en sistemas mejor diseñados, más seguros y a menores costes. Algunas de las herramientas que pone a nuestra disposición la UNE-EN 23007-32, y que pueden aportar importantes beneficios respecto a la norma UNE-EN 60849 al proyecto son:

4.1 Definición de las fases del proyecto

En el apartado 4.3 de la norma se detallan pormenorizadamente las fases para la realización de un proyecto, y se definen las responsabilidades de cada actor interviniente. Siguiendo las directrices aportadas, se garantiza que el diseñador del sistema dispone de toda la información y documentación necesarias desde el inicio del proyecto, permitiendo una gestión del tiempo más eficiente.

4.2 Evaluación de necesidades, evaluación de riesgos, consultas

La UNE-EN 23007-32 también desgana las responsabilidades del comprador del sistema en cuanto a la realización de una evaluación de riesgos, y las consultas que debe realizar con otras partes responsables para decidir los requisitos del sistema. Esto provee al diseñador de una serie de criterios, claros y detallados, de los que valerse a la hora de diseñar el sistema más óptimo, ahorrando así tiempos y costes.

4.3 Nivel de seguridad y categoría del sistema

Otras de las facilidades que introduce la UNE-EN 23007-32, son los conceptos de “Nivel de seguridad” y “Categoría” del VAS (sistema de alarma por voz). La especificación de un nivel de seguridad se basa en los escenarios de peligro posibles identificados por la evaluación del riesgo, mientras que las categorías se basan en la estrategia de evacuación, el riesgo y el nivel de competencia del personal. De esta forma, se categorizan las necesidades del sistema, con independencia del fabricante o instalador, haciendo que éste sea adecuado al riesgo existente y que no sea innecesariamente complejo o caro de instalar u operar.

4.4 Método de diseño prescriptivo

La norma UNE-EN 23007-32 permite la realización de diseños bajo el método prescriptivo, siempre y cuando se trate de áreas acústicamente simples (los criterios que establece suelen cumplirse en oficinas, habitaciones de hotel, hospitales, etc.). Así, indica claramente las pautas a seguir al realizar la elección y la distribución de altavoces en el recinto a sonorizar.

Este método está basado en un conjunto de fórmulas matemáticas que aseguran la obtención de resultados de inteligibilidad satisfactorios en este tipo de áreas, sin necesidad de utilizar softwares de simulación acústica, con el consiguiente ahorro de recursos y sin comprometer en modo alguno la seguridad. La utilización de este método redundará también en una menor necesidad de mediciones y comprobaciones, al quedar matemáticamente garantizada su efectividad bajo los criterios que la norma indica. Esto, a su vez, permite que instaladores, integradores e ingenierías puedan llevar a cabo proyectos de sistemas de alarma por voz sencillos sin la necesidad de contratar servicios externos de consultoría, reduciendo costes y asegurando resultados satisfactorios.

4.5 Supuestos de no cumplimiento

Por otro lado, la nueva norma UNE-EN 23007-32 prevé muchos de los supuestos en los que las recomendaciones no pueden cumplirse y que se dan con frecuencia (recintos con niveles de reverberación tales que imposibilitan llegar a los valores de inteligibilidad requeridos, líneas con caídas de tensión mayores a las recomendadas, etc.), permitiendo acuerdos entre las partes interesadas y evitando puntos muertos en el desarrollo de los proyectos, así como sobrecostes sin impacto sobre la operatividad del sistema.

4.6 VAS distribuido

Si bien la UNE-EN 60849 referencia, en algunos de sus apartados, los sistemas con armarios distribuidos, en ningún momento entra a describir y regular esta posibilidad en detalle. En cambio, en la UNE-EN 23007-32 se profundiza en este tipo de sistemas, favoreciendo el diseño de estos, con las ventajas a nivel operativo que representan, y el consiguiente ahorro en cableado para líneas de altavoces.

5 Matriz comparativa

A continuación, se incluye una tabla matriz comparativa con los principales apartados involucrados en el desarrollo de proyectos VAS, donde se pueden observar las diferencias y similitudes entre ambas normas. Esta tabla comparativa pretende ayudar a entender las mejoras propuestas en la nueva norma, así como los diferentes parámetros de diseño contemplados.

Tabla 1 – Matriz comparativa de los puntos clave de la norma UNE-EN 23007-32 y UNE-EN 60849.

	UNE-EN 23007-32	UNE-EN 60849
Herramienta de ayuda al diseño	Método Prescriptivo y Detallado	No contemplado
Inteligibilidad	STI > 0,5 *Se contemplan valores inferiores en casos determinados.	CIS > 0,7 (STI > 0,5)
Método evaluación inteligibilidad	STI, STIPA	CIS (STI, RASTI, PB, MRT, AI, ALCONS)
Áreas de cobertura	Según evaluación de riesgo	No especificado
SPL (Nivel de presión sonora)	> 65 dB, < 120 dB	>65dB, <120dB
Relación Señal-Ruido	> 6dB *cada ADA debe estudiarse por separado	Entre 6 - 20 dBA
Niveles de seguridad y categorías	Contemplado	No contemplado

	UNE-EN 23007-32	UNE-EN 60849
Amplificadores de reserva	Considerado como opción	No detallado
Cableado redundante A+B (tresbolillo)	Considerado como opción	No detallado
Cableado resistente al fuego	Considerado como opción	No detallado
Conductos resistentes al fuego	Considerado como opción	No detallado
Cableado en lazo	Considerado como opción	No detallado
Alimentación de reserva	Requerido (baterías de reserva) *Sujeto a evaluación de riesgo y acuerdo entre partes responsables.	Requerido (baterías/fuente alimentación auxiliar))
Capacidad alimentación de reserva (en evacuación)	30 min o dos veces tiempo de evacuación.	30 min o dos veces tiempo de evacuación.
Alimentación de reserva en modo PA	No obligatorio	No obligatorio
Sistema distribuido	Contemplado y detallado	Contemplado
Sistema jerárquico	Contemplado	No contemplado

Algunos casos que destacar serían, por ejemplo, los relativos a la supervisión de líneas. La UNE-EN 60849 solo indica que “el fallo en un único circuito amplificador o altavoz no implicará la pérdida total de servicio en la zona de altavoces cubierta”, sin entrar en detalles sobre cómo cumplir este requisito, lo que históricamente se ha resuelto en la práctica utilizando canales de reserva, y cableados redundantes tipo A/B o “tresbolillo”. En cambio, la UNE-EN 23007-32 ofrece diversas técnicas para conseguir el mismo resultado, como el uso de cables resistentes al fuego, cableado en lazo con aisladores automáticos, el tendido de cableado por zonas de bajo riesgo, etc. Estas opciones, en determinadas ocasiones, pueden redundar en proyectos más sencillos de ejecutar, sin renunciar a la seguridad y abaratando costes.

Otro caso para destacar es el de la alimentación de reserva, donde la UNE-EN 23007-32 no solo indica los requerimientos, sino todas las técnicas posibles, además de los sistemas de cargador y baterías, para cumplirlos, adaptándose a los distintos escenarios (por ejemplo, un centro logístico que cuenta con grupo electrógeno y sistemas de alimentación independientes).

6 Conclusiones

En definitiva, la nueva norma UNE-EN 23007-32 reestablece los requerimientos de su predecesora UNE-EN 60849, ampliando y detallando la información sobre éstos. Además, ofrece distintas opciones y ejemplos sobre cómo acometer, ayudando a diseñar sistemas más optimizados.

Según los datos y estudios expuestos podemos afirmar que, en la práctica, el diseño de un sistema VAS sigue unas directrices muy similares bajo ambas normas, si bien la norma UNE-EN 23007-32 ofrece descripciones mucho más detalladas sobre los requerimientos técnicos y generales que debe cumplir el sistema. En este sentido, la realización de proyectos de implantación de sistemas de alarma por voz es mucho más simple siguiendo las recomendaciones de la UNE-EN 23007-32, dada la mayor concreción en cada uno de sus apartados con respecto a su predecesora.

Esto no significa, como se ha visto en apartados anteriores, que se introduzcan nuevas exigencias o criterios de diseño más restrictivos, sino que se amplían las herramientas disponibles para una mejor y más sencilla toma de decisiones por parte del diseñador del sistema.

Referencias

- [1] Asociación Española de Normalización. (2002). UNE-EN 60849. Sistemas electroacústicos para servicios de emergencia. Madrid, mayo 2002. (Derogada por UNE EN 50849:2017).
- [2] Asociación Española de Normalización. (2020). UNE 23007-32. Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 32: Planificación, diseño, instalación, puesta en marcha, uso y mantenimiento de sistemas de alarma por voz. Madrid, septiembre 2020.
- [3] Díaz Contreras, J. M., Vaquera Bermúdez, P. (2023). Criterios de inteligibilidad en los sistemas de alarma y evacuación por voz. Cuenca.
- [4] CENELC. (2011). BS EN 60268-16:2011. Sound system equipment. Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index. Bruselas, agosto 2011.
- [5] Asociación Española de Normalización. (2017). UNE-EN 50849:2017. Sistemas de sonido para servicios de emergencia. Ratificada en abril de 2017.
- [6] Barrera, J., Díaz, J. M. (2020). La inteligibilidad en los sistemas de evacuación por voz. Málaga. Recuperado de <https://lda-audiotech.com/category/articulos/blog-tecnico/>
- [7] Asociación Española de Normalización. (2010). UNE-EN 54-16:2010. Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 16: Control de la alarma por voz y equipos indicadores, apartado 7.1.1.