

# **INFORME ACÚSTICO**

## **EVALUACIÓN DE PARÁMETROS ACÚSTICOS**

**Auditorio de la Casa de Cultura del  
Valle de Egües (Navarra)**

**Junio 2026**

**ID Ingeniería Acústica**



## ÍNDICE

## Página

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. OBJETIVO.....                                                        | 3  |
| 2. DESCRIPCIÓN Y USO DE LA SALA.....                                    | 4  |
| 2.1 MATERIALES PROPUESTOS PARA EL AUDITORIO .....                       | 4  |
| 2.2 USO DE LA SALA .....                                                | 6  |
| 3. DEFINICIONES ACÚSTICAS.....                                          | 7  |
| 3.1 TIEMPO DE REVERBERACIÓN .....                                       | 8  |
| 3.2 DEFINICIÓN(D).....                                                  | 9  |
| 3.3 CLARIDAD DE LA VOZ C50 .....                                        | 9  |
| 3.4 PARÁMETROS ASOCIADOS A LA INTELIGIBILIDAD DE LA PALABRA.....        | 9  |
| 3.5 ECO .....                                                           | 10 |
| 3.6 VALORES RECOMENDADOS PARA LOS PARÁMETROS ACÚSTICOS EN TEATROS ..... | 11 |
| 3.7 SOPORTE OBJETIVO DE ESCENARIO ST1.....                              | 11 |
| 4. SOFTWARE UTILIZADO EN EL PROYECTO.....                               | 12 |
| 5. PROCEDIMIENTO.....                                                   | 13 |
| 5.1 MODELIZACIÓN 3D DE LA SALA .....                                    | 13 |
| 5.2 SIMULACIÓN ACÚSTICA DE LA SALA .....                                | 15 |
| 5.2.1 Comprobación del modelo.....                                      | 15 |
| 5.2.2 Asignación de materiales en ODEON.....                            | 15 |
| 5.2.3 Resultados preliminares.....                                      | 17 |
| 5.2.4 Establecimiento de fuentes y receptores para la simulación.....   | 17 |
| 5.2.5 Establecimiento de mallas acústicas para la simulación. ....      | 19 |
| 5.2.6 Establecimiento de receptor en escenario para ST1.....            | 19 |
| 5.2.7 Valoración de alternativas al diseño .....                        | 20 |
| 6. RESULTADOS.....                                                      | 21 |
| 6.1 CONFIGURACIÓN 1 TEATRO COMPLETO.....                                | 21 |
| 6.2 CONFIGURACIÓN 2 BUTACAS GRADERÍO.....                               | 22 |
| 6.3. CONFIGURACIÓN USOS MÚLTIPLES.....                                  | 23 |
| 6.3. SOPORTE OBJETIVO ST1.....                                          | 25 |
| 7. VALORACIÓN DE RESULTADOS.....                                        | 25 |
| 7.1 VALORACIÓN DE RESULTADOS ACÚSTICOS PARA EL DISEÑO INICIAL.....      | 25 |
| 7.2 RESULTADOS ACÚSTICOS DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS .....           | 28 |



|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ANEXO 1. CONSIDERACIONES AL PROYECTO. ....                                         | 33 |
| ANEXO 2. TABLA MATERIALES Y SUS COEFICIENTES DE ABSORCIÓN. ....                    | 34 |
| ANEXO 3. FICHAS TÉCNICAS DE LAS SOLUCIONES COMERCIALES DEFINIDAS EN PROYECTO. .... | 35 |
| PLADUR KNAUF 8/18 .....                                                            | 35 |
| PANELES ROCKFON COLOR ALL.....                                                     | 36 |
| LAMAS PERFORADAS GRADHERMETIC. ....                                                | 37 |



## 1. OBJETIVO

Proyecto solicitado por OM ARQ S.L.P., cuyo objeto principal es la realización de un estudio acústico mediante software de simulación acústica del futuro auditorio situado en la Casa de Cultura del Valle de Egües en Sarriguren y que actualmente, se encuentra en fase de redacción de proyecto.

La simulación acústica permitirá obtener valores objetivos para los parámetros acústicos que caracterizan una sala en función de los materiales que se han proyectado para el interior de la misma.



## 2. DESCRIPCIÓN Y USO DE LA SALA

El auditorio de la Casa de Cultura del Valle de Egües constará de una sala de butacas de 318 m<sup>2</sup> y una caja escénica de 175 m<sup>2</sup>, que, a su vez, conectará con otros espacios auxiliares como almacenes, o vestuarios. El volumen total ascenderá aproximadamente a 5100 m<sup>3</sup>.

El auditorio dispondrá de una capacidad para 352 butacas, distribuidas en una zona con butacas móviles, que se podrán almacenar bajo el futuro escenario y un graderío retráctil que permita la reconfiguración del espacio de manera sencilla.



**Figura 1.** Infografía de la futura Casa de Cultura del Valle de Egües.

### 2.1 MATERIALES PROPUESTOS PARA EL AUDITORIO

El escenario del auditorio se elevará 105 centímetros respecto a la sala de butacas. Dispondrá de un suelo de tarima DM pintado. Bajo los primeros metros del escenario se podrán almacenar las butacas de la platea, en caso de ser necesario, según el tipo de espectáculo que se desarrolle en la sala.

El techo del escenario se elevará hasta una altura de 11,70 metros. El techo dispondrá de una chapa gregada correspondiente a la cubierta del edificio. De ésta se descolgará una tramoya con perfiles tubulares con un porcentaje de tupido de un 75%. Todas las paredes del escenario serán de bloques de hormigón con o sin mortero, a excepción de la pared que discurre desde la cercha de separación entre la sala de butacas y la altura final del escenario. Esta pared se diseña con pladur perforado tipo RIGITONE 8/18 o KNAUF 8/18 con velo



acústico y lana de roca de 40mm. Por los laterales del escenario discurrirán pasillos técnicos de tramex para los trabajos de montaje y mantenimiento de las escenografías.

La cavidad escénica se encontrará cercada perimetralmente por telones y bambalinas de 9,50 metros de altura, que delimitarán el espacio útil para el desarrollo de la actividad.

La apertura o ventana escénica tendrá 13,70 metros de ancho y alcanzará una altura de 5 metros de altura. Inicialmente se ha diseñado un telón de algodón con frunce que enmarque la boca del escenario.

| Sala escénica                      |                                                                                                                       |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Techo                              | Chapa grecada y una tramoya a base de perfiles tubulares con un 25% de transparencia.                                 |
| Suelo                              | Tarima madera DM pintada                                                                                              |
| Paredes                            | Bloques de hormigón con o sin mortero.<br>Pladur perforado tipo Knauf 8/18 con velo acústico y lana de roca de 40 mm. |
| Telones y Bambalinas               | Tejido de algodón de 7/8 de fruncido y 0,33kg/m <sup>2</sup> de 9,5 metros de altura.                                 |
| Telón cierre ventana del escenario | Tejido de algodón de 7/8 de fruncido y 0,33kg/m <sup>2</sup>                                                          |

**Tabla 1.** Materiales propuestos para las superficies de la sala escénica.

La sala de butacas dispondrá de una altura de 9,25 metros. De la cubierta, se ha proyectado suspender paneles Rockfon Color All a 40 cm del forjado. Además, se propone suspender a 2,4 metros, bafles metálicos de 15 cm de longitud dispuestos a interjes de 12cm y perforados con velo acústico cuya absorción ponderada es de 0,4 según el fabricante Gradhermetic.

El suelo de la sala de butacas será de cerámica de alta resistencia y de mantenimiento sencillo.

Las paredes de la sala de butacas dispondrán de un zócalo de 2,20 metros de altura con revestimiento de contrachapado. A partir de esta altura, y hasta los paneles Rockfon, se proyecta pladur perforado tipo RIGITONE 8/18 o KNAUF 8/18 instalado con velo acústico y lana de roca de 40mm.

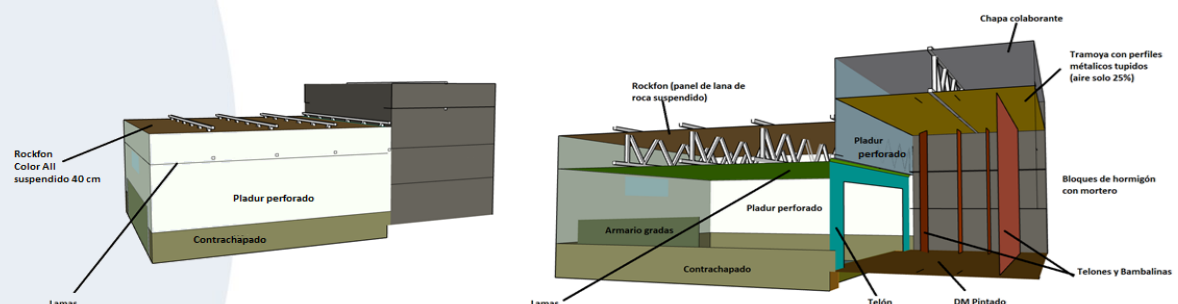


En la pared posterior, enfrentada al escenario, se dispone de un armario para albergar el graderío de butacas cuando sea necesario y un doble vidrio para las ventanas de la sala de control.

Las butacas seleccionadas para el público estarán tapizadas y son del fabricante Ezcaray.

| Zona de Butacas      |                                                                                                                                                                      |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Suelo                | Cerámica de alta resistencia                                                                                                                                         |
| Techo                | Paneles Rockfon Color All suspendido del forjado 40 cm.                                                                                                              |
|                      | Sistema de baffles perforados y suspendidos del techo 2,4 metros del fabricante Gradhermetic.                                                                        |
| Paredes              | Zócalo de 2,20 m de revestimiento de contrachapado de madera.<br>Pladur perforado tipo Knauf 8/18 con velo acústico y lana de roca desde el zócalo hasta el forjado. |
| Butacas              | Butaca tapizada y ocupada.                                                                                                                                           |
| Ventana Sala Control | Vidrio de doble cristal                                                                                                                                              |

**Tabla 2.** Materiales propuestos para las superficies de la sala de butacas.



**Figura 2.** Materiales para el auditorio en la Casa de Cultura del Valle de Egues.

## 2.2 USO DE LA SALA

El auditorio estará destinado a usos múltiples, pudiendo ser usado para representaciones teatrales, conciertos o para la realización de conferencias, entre otros posibles usos.

Para ello, la sala de butacas estará compuesta por dos zonas de asientos diferenciadas. La primera de ellas en la parte delantera, más próxima al escenario o zona de platea, dispondrá de cinco filas de butacas móviles que podrán guardarse de manera sencilla bajo el escenario.



La segunda zona de butacas, es la grada retráctil, que albergará el resto de las localidades. De este modo, en la sala se podrán dar diferentes configuraciones en las que bien la sala disponga de toda la audiencia sentada en butacas, únicamente la zona de graderío retráctil o bien, encontrarse la sala totalmente diáfana donde la audiencia se situará de pie.

### 3. DEFINICIONES ACÚSTICAS

Para describir la acústica de un recinto existen múltiples parámetros, que dependiendo del uso que se le otorga al recinto tienen mayor o menor importancia y cuyos valores óptimos a su vez, varían en función del uso del mismo. Es por tanto que las necesidades acústicas de una sala de conciertos no son las mismas que para un teatro, una sala de conferencias o un espacio multifuncional. Por ello, a la hora de diseñar una sala se considera oportuno realizar un acondicionamiento acorde con los usos más habituales de la misma.

Uno de los parámetros acústicos más importante a la hora de describir una sala, es el tiempo de reverberación que, grosso modo, indica lo viva o apagada que puede ser una sala. El resto de los parámetros acústicos, se encuentran altamente correlacionados con él.

Teniendo en cuenta esta correlación, es importante destacar que mediante el sistema electroacústico de la sala es posible aumentar la reverberación, pero no reducirla, por lo que es recomendable que la sala se diseñe conforme a los usos que requieren un local más apagado.

En este caso, el estudio se plantea con el objetivo de acondicionar la sala para el uso de la palabra (teatro, conferencias, charlas) ya que requiere de valores para el tiempo de reverberación más exigentes. Para el resto de las actividades, como pueden ser conciertos de ópera, cámara, etc., será posible reconfigurar la acústica mediante el apoyo de los sistemas electroacústicos que dispondrá el auditorio y que no se contemplan en este estudio.

Los parámetros acústicos más importantes a tener en cuenta en una sala de teatro son el tiempo de reverberación, la definición, la claridad de la voz y la inteligibilidad de la palabra.



Además, es importante comprobar la caída de nivel sonoro a lo largo de la sala a fin de comprobar la uniformidad sonora.

En este caso, y a pesar de no ser un parámetro propio de teatros, también se comprobará el soporte objetivo que indica la calidad con el que el músico encima del escenario se escucha a sí mismo y a sus compañeros.

A continuación, pasamos a describir en qué consisten estos parámetros.

### 3.1 TIEMPO DE REVERBERACIÓN

La reverberación es un fenómeno sonoro producido por la reflexión del sonido, que consiste en la permanencia del mismo una vez que la fuente original ha cesado su emisión.

Cuando recibimos un sonido nos llega desde su emisor a través de dos vías: el sonido directo y el sonido que se ha reflejado en algún obstáculo, como las paredes del recinto. Cuando el sonido reflejado es inteligible por el ser humano como un segundo sonido se denomina eco, pero cuando es percibido como una adición que modifica el sonido original se denomina reverberación.

La reverberación es un parámetro que cuantifica la acústica de un recinto. Para valorarla, se utiliza el denominado tiempo de reverberación que se define como el tiempo que transcurre desde que un foco emisor se detiene hasta el momento en que el nivel de presión sonora SPL cae 60 dB con respecto a su valor inicial.

Cuando un recinto tiene un TR grande se denomina “vivo”, mientras que si el TR es pequeño se denomina “apagado”

En este informe haremos referencia en todo momento al  $TR_{mid}$ , que se corresponde a la media aritmética del tiempo de reverberación para las frecuencias de 500 Hz y 1000 Hz.

En general, el valor más adecuado de  $TR_{mid}$  depende tanto del volumen del recinto como de la actividad a la que se ha previsto destinarlo. Cuando se trata de salas destinadas a la palabra, es conveniente que los valores del  $TR_{mid}$  sean bajos, con objeto de conseguir una buena inteligibilidad de la palabra, mientras en el caso de salas de conciertos son más



recomendables valores apreciablemente más altos a fin de que la audición musical resulte óptima. En la Tabla 3, se muestran los márgenes de los valores recomendados para los diferentes tipos de salas ocupadas.

| TIPOS DE RECINTOS                      | TR <sub>mid</sub> (s) |
|----------------------------------------|-----------------------|
| Sala de conferencias                   | 0,7 -1,0              |
| Salas de conciertos (música de cámara) | 1,3 -1,7              |
| Salas de conciertos (música sinfónica) | 1,8 -2,0              |
| Teatros                                | 0,7 -1,2              |
| Bibliotecas                            | 0,4 -0,6              |
| Restaurantes                           | < 0,9                 |
| Polideportivos                         | < 1,5                 |
| Salas multiusos                        | 0,8 -1,2              |

**Tabla 3.** TR<sub>mid</sub> recomendados según uso de la sala.

### 3.2 DEFINICIÓN(D).

La definición D, es la relación entre la energía que le llega al oyente dentro de los primeros 50 ms desde la llegada del sonido directo y la energía total recibida por el mismo. El valor de dicho parámetro para las frecuencias centrales debería situarse por encima de 0,5. Cuanto más elevado sea dicho valor, mejor será la inteligibilidad de la palabra.

### 3.3 CLARIDAD DE LA VOZ C50

Se define como la relación entre la energía sonora que llega al oyente durante los primeros 50 ms desde la llegada del sonido directo y la que le llega después de los primeros 50 ms. El valor recomendado de C<sub>50</sub> correspondiente debería ser superior a >2 dB, y cuanto mayor sea dicho valor, mejor será la inteligibilidad de la palabra.

### 3.4 PARÁMETROS ASOCIADOS A LA INTELIGIBILIDAD DE LA PALABRA

La comprensión de un mensaje oral depende fundamentalmente de la correcta percepción de las consonantes por parte del oyente. Existen dos parámetros que se encuentran muy correlacionados entre sí y que permiten cuantificar de manera precisa el grado de inteligibilidad de la palabra. Estos parámetros son %ALCons y el STI.



%ALCons (“Articulation Loss of Consonants”) cuantifica la pérdida de la articulación de consonantes, por lo que cuanto mayor sea este valor, peor será la inteligibilidad de la palabra y peor se percibirá el mensaje oral. Cuanto menor sea el RT y más cerca se encuentre el oyente de la fuente sonora, menor será el %ALCons.

El STI, es un parámetro asociado de igual manera a la inteligibilidad de la palabra y sus valores oscilan para una sala entre 0 y 1, lo que se traduce en que una sala con STI=0, dispone de una inteligibilidad nula y una sala cuyo índice STI es igual a 1, dispone de una inteligibilidad total. Se calcula a partir de la reducción de los índices de modulación de la voz debido a la existencia de tiempo de reverberación y ruido de fondo en la sala.

En la Tabla 4 se puede observar la relación entre los parámetros %ALCons y STI y la valoración subjetiva del grado de inteligibilidad de una sala.

| %ALCons        | STI         | VALORACIÓN SUBJETIVA |
|----------------|-------------|----------------------|
| 1,4 % - 0 %    | 0,88 – 1    | Excelente            |
| 4,8 % - 1,6 %  | 0,66 - 0,86 | Buena                |
| 11,4 % - 5,3 % | 0,50 - 0,64 | Aceptable            |
| 24,2 % - 12 %  | 0,36 - 0,49 | Pobre                |
| 46,5 % - 27 %  | 0,24 - 0,34 | Mala                 |

**Tabla 4.** Valoración subjetiva del grado de inteligibilidad de la palabra.

### 3.5 ECO

El eco es una anomalía asociada a teatros o salas de conferencia que resulta muy incómoda tanto para los actores como para los espectadores. El parámetro ECHO Criterion o EC permite detectar la presencia de un eco en un punto cualquiera de una sala. El valor EC de la sala correspondiente a cualquier punto de una sala a la frecuencia de 1kHz debe situarse por debajo de 1. El hecho de que se cumpla este criterio en cada punto asegura que el porcentaje de espectadores que percibirían el eco en el mismo sería de un 50%. Cuanto menor sea el valor de EC menor será dicho porcentaje.



### 3.6 VALORES RECOMENDADOS PARA LOS PARÁMETROS ACÚSTICOS EN TEATROS

El objetivo es comprobar que el acondicionamiento acústico propuesto para la sala logre alcanzar los valores recomendados para la inteligibilidad de la palabra, pudiendo posteriormente mediante apoyo electroacústico (Digital Signal Processing) modificarse para el uso musical.

En la Tabla 5 se muestran los valores recomendados de los parámetros acústicos definidos en los apartados 3.1 a 3.6 en salas de uso de la palabra o teatros.

| PARÁMETRO ACÚSTICO                                                     | VALOR RECOMENDADO                          |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Tiempo de Reverberación medio $TR_{mid}$ (500 Hz- 1 kHz), sala ocupada | $0,7 \leq TR_{mid} \leq 1,2$ s             |
| Claridad de la voz $C_{50}$ ('speech average'), sala ocupada           | $C_{50} > 2$ dB                            |
| Definición D (de 125 Hz a 4 kHz), sala ocupada                         | $D > 0,5$                                  |
| %ALCons, sala ocupada                                                  | Buena: $1,6 \leq \%ALCons \leq 4,8$ %      |
|                                                                        | Aceptable: $5,3 \leq \%ALCons \leq 11,4$ % |
| STI, sala ocupada                                                      | Buena: $STI \geq 0,65$                     |
|                                                                        | Aceptable: $0,51 \leq STI \leq 0,64$       |

**Tabla 5.** Valores recomendados para los parámetros acústicos para teatros.

### 3.7 SOPORTE OBJETIVO DE ESCENARIO ST1

Este parámetro acústico a pesar de no ser importante en teatros y usos de la palabra sí lo es para usos musicales.

El soporte ST1 describe la relación entre la energía de las reflexiones inmediatas y la energía del sonido directo. Esta relación se mide a 1 metro de distancia de la fuente y a 1,2 metros de altura al suelo, con todos los atriles colocados en el escenario. La medición sobre un escenario vacío representará la situación de un pequeño ensemble, pero cuando se incluyen las sillas con los músicos sentados tendremos el caso de la orquesta. La ocupación del escenario es importante en la medición.

La distancia de 1m citada intenta ser comparable a la distancia entre los oídos del músico con su propio instrumento. El ST1 intenta medir como las reflexiones inmediatas colaboran

Página 11 | 38



a mejorar el propio esfuerzo del músico, con relación el sonido directo, como lo oído por él mismo. Un alto ST corresponde a un fuerte sentimiento de soporte y viceversa. Dependiendo del instrumento que se toque el soporte umbral percibido puede corresponder a valores de ST alrededor de -15 a -10 dB.

Los instrumentos de cuerda son los que más soporte objetivo requieren, y los timbales y la percusión son los potencialmente más altos y requieren menos soporte que las cuerdas. En salas de concierto de renombre tienen un ST entre -16 a -13 dB, valores más negativos no son apropiados. Las salas de cámara tienen un ST de -12 a -8 dB

#### 4. SOFTWARE UTILIZADO EN EL PROYECTO

El equipamiento técnico con el que se ha desarrollado este proyecto está compuesto por:

**Software de modelado en 3D** SketchUp es un software de diseño gráfico y modelado en 3 dimensiones (3D) basado en caras, utilizado en arquitectura, entornos de planificación urbana, diseño escénico entre muchos otros ámbitos.



**Software de simulación acústica** Odeón en su versión 18.18 Combined. Se trata de uno de los softwares más utilizados en Europa para el diseño y acondicionamiento acústico de salas.



## 5. PROCEDIMIENTO

### 5.1 MODELIZACIÓN 3D DE LA SALA

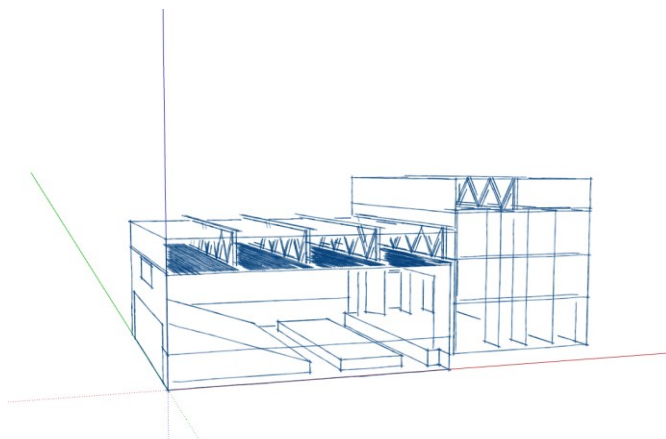
La sala objeto de estudio, es una sala en fase de diseño y proyecto por lo que el modelizado de la misma ha sido realizado en base a un modelo 3D previo y los planos proporcionados por parte del estudio de arquitectura OM ARQ S.L.P.

Siguiendo dichos planos se ha desarrollado un nuevo modelo en 3D de la sala con el Software SketchUP. Se ha tenido en cuenta en cada superficie el tipo de acabado propuesto, mediante capas independientes, para su posterior tratamiento en el software de simulación acústica. Se han realizado diferentes versiones de la sala, teniendo en cuenta que la disposición de las butacas es variable.

Para ello se han realizado 3 configuraciones dependiendo de la disposición de la audiencia.

#### Configuración 1: Teatro Completo.

Uso del escenario como lugar del ponente o actor y la audiencia ocupando la totalidad de las butacas, tanto las fijas como las retráctiles.



**Figura 3.** Modelizado 3D para la configuración 1 de la sala.



## Configuración 2: Butacas de Graderío

Uso del escenario como lugar del ponente o actor y la audiencia ocupando únicamente las retráctiles. Las butacas de platea se situarán recogidas bajo el escenario y esa zona se encontrará vacía.

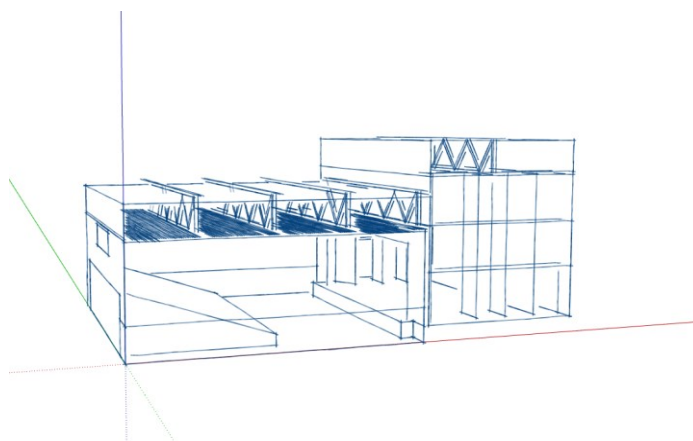


Figura 4. Modelizado 3D para la configuración 2 de la sala.

## -Configuración 3. Multiusos.

Uso del escenario como lugar del ponente, o grupo musical. Todas las butacas se encuentran recogidas y se prevé un aforo del 50% con personas de pie

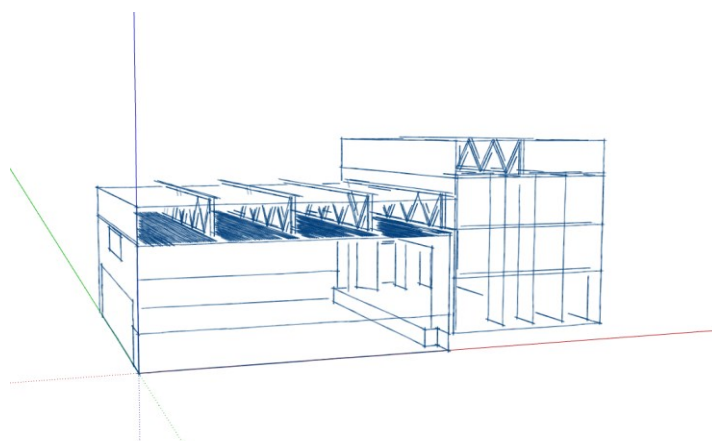


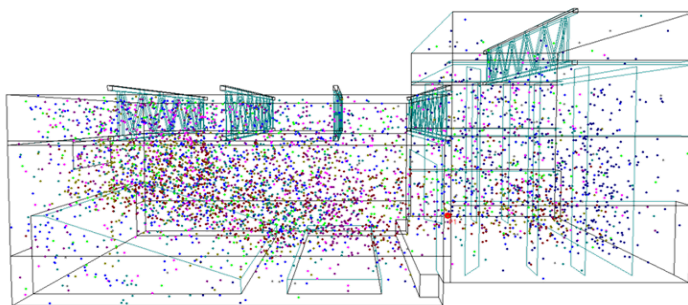
Figura 5. Modelizado 3D para la configuración 3 de la sala.



## 5.2 SIMULACIÓN ACÚSTICA DE LA SALA

### 5.2.1 Comprobación del modelo

Una vez obtenidos los modelos 3D, se inicia la simulación acústica de la sala. Para ello, se comienza la simulación acústica en ODEON con el fichero 3D de cada una de las configuraciones propuestas. El objetivo, es comprobar que la sala se encuentra correctamente modelizada, de manera que el modelo no tenga aperturas o falsos sellados que generen la pérdida de rayos sonoros simulados falseando los posibles resultados acústicos. Para ello se utiliza las herramientas 3D Investigate Rays Trace y el 3D Billiard del software ODEON.



**Figura 6.** 3D Billiard en la sala.

### 5.2.2 Asignación de materiales en ODEON.

Comprobada la consistencia de los modelos 3D del auditorio, se prosigue con la configuración inicial del programa ODEON.

A continuación, para cada superficie del modelo, se asigna el material establecido en el proyecto constructivo de la sala. Cada material tiene asociado unos coeficientes de absorción por bandas de frecuencia, un coeficiente de difusión y un coeficiente de transparencia.

Se han asignado los coeficientes de absorción a partir de la base de datos del propio software para las superficies de yeso laminado, tarima flotante, suelo cerámico y telones. Para el techo de Rockfon Color All, y las paredes perforadas Knauf 8/18, se han utilizado los

Página 15 | 38



coeficientes de absorción acústico proporcionados en sus fichas técnicas. En el caso de las lamas perforadas de Gradhermetic, únicamente se dispone del coeficiente ponderado de las mismas, por lo que se le ha asociado una curva de absorción similar al de otros fabricantes y cuyo índice ponderado se ajusta al que indica el fabricante Gradhermetic. Así mismo, se ha seleccionado para el revestimiento de madera contrachapada, los coeficientes proporcionados por bases de datos externas.

En el caso de las butacas, serán tapizadas y móviles. Para el cálculo, se ha considerado que la butaca estará ocupada por audiencia, por lo que se han estimado unos coeficientes de absorción medios, en base al porcentaje de ocupación y al tipo de tapizado de la butaca.

En la Tabla 6 se muestran los materiales que se asignan a cada tipo de paramento.

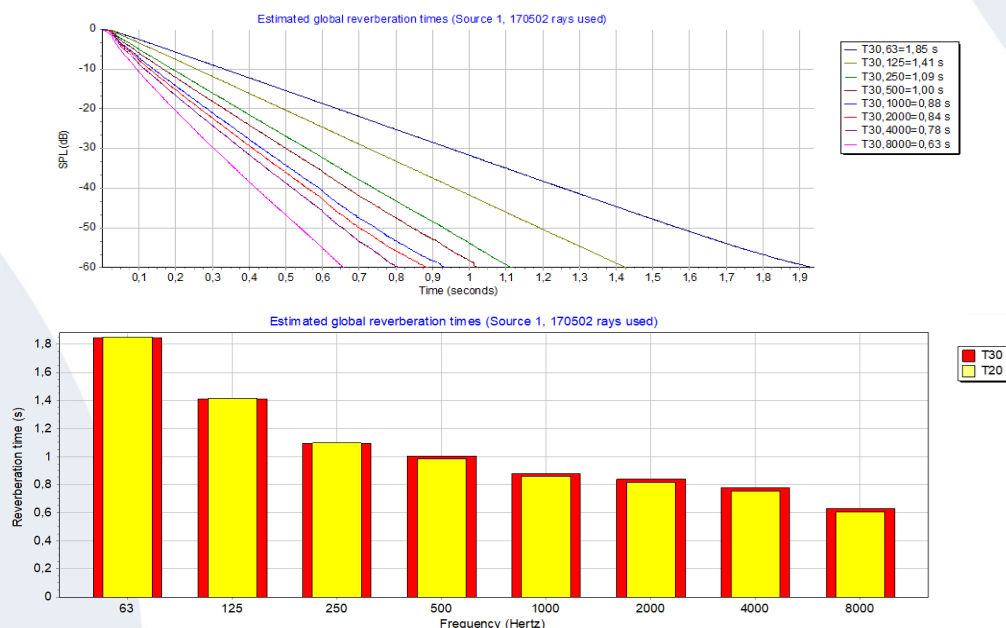
|                                    |                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Sala escénica</b>               |                                                                                                                                                                      |
| Techo                              | Chapa grecada y una tramoya a base de perfiles tubulares con un 25% de transparencia.                                                                                |
| Suelo                              | Tarima madera DM pintada                                                                                                                                             |
| Paredes                            | Bloques de hormigón con o sin mortero.<br>Pladur perforado tipo Knauf 8/18 con velo acústico y lana de roca de 40 mm.                                                |
| Telones y Bambalinas               | Tejido de algodón de 7/8 de fruncido y 0,33kg/m <sup>2</sup> de 9,5 metros de altura.                                                                                |
| Telón cierre ventana del escenario | Tejido de algodón de 7/8 de fruncido y 0,33kg/m <sup>2</sup>                                                                                                         |
| <b>Zona de Butacas</b>             |                                                                                                                                                                      |
| Suelo                              | Cerámica de alta resistencia                                                                                                                                         |
| Techo                              | Paneles Rockfon Color All suspendido del forjado 40cm.<br>Sistema de bafles perforados y suspendidos del techo 2,4 metros del fabricante Gradhermetic.               |
| Paredes                            | Zócalo de 2,20 m de revestimiento de contrachapado de madera.<br>Pladur perforado tipo Knauf 8/18 con velo acústico y lana de roca desde el zócalo hasta el forjado. |
| Butacas                            | Butaca tapizada y ocupada.                                                                                                                                           |
| Ventana Sala Control               | Vidrio de doble cristal                                                                                                                                              |

**Tabla 6.** Relación de materiales asignados.



### 5.2.3 Resultados preliminares

Se ha establecido un cálculo con un número limitado de receptores y rayos sonoros a fin de comprobar la idoneidad de los materiales proyectados. Estos resultados iniciales han arrojado que el tiempo de reverberación del auditorio  $Tr_{mid}$  se encuentran en un rango medio dentro de los valores óptimos para el uso de la sala como teatros.



**Figura 7.** Estimaciones globales del TR con la configuración 1.

En esta fase preliminar, se comprueba que el nivel de inteligibilidad de la sala (ALCons% y STI expected), ofrecen valores de aceptabilidad para el uso de la sala.

Teniendo en cuenta estos resultados preliminares en la configuración de Teatro Completo, se ha procedido a realizar un estudio pormenorizado de la sala en función de la disposición de las butacas.

### 5.2.4 Establecimiento de fuentes y receptores para la simulación.

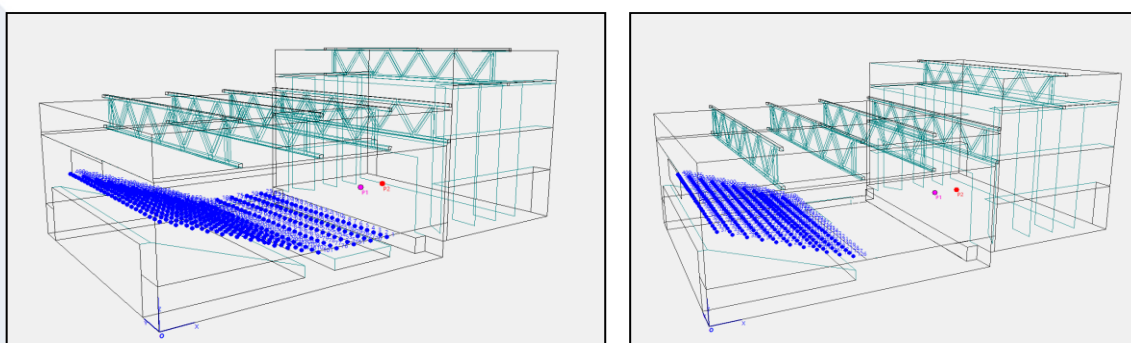
Para todas las configuraciones de butacas, se establece en el software una fuente acústica omnidireccional situada en el centro del escenario. Esta fuente se sitúa a 1,5m de altura



sobre el escenario y en la boca del mismo. En la simulación se le otorga un valor de potencia de 31 dBA.

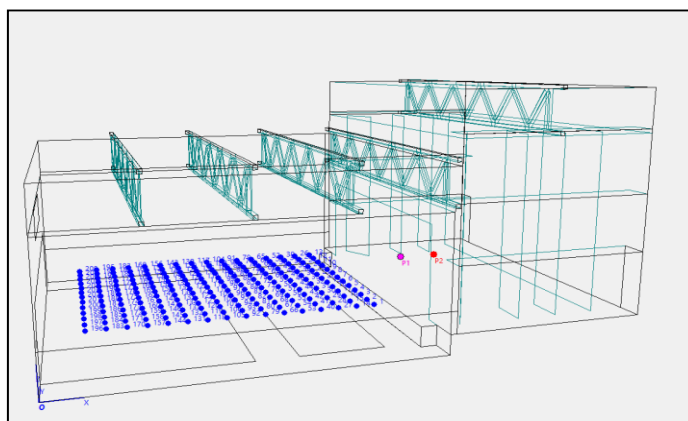
A la hora de establecer los receptores, se han diseñado 25 receptores por filas de butaca, obteniendo un total de 400 receptores para el análisis de la sala en la zona de audiencia para la configuración 1 de Teatro Completo.

En el caso de la evaluación de la configuración Butacas de Graderío, únicamente se han seleccionado los receptores situados en la zona de la grada retráctil.



**Figura 8.** Situación y posición de la fuente y receptores en la simulación en ODEON para configuración 1 y 2.

En el caso de la evaluación de la sala como usos múltiples, se han colocado receptores a lo largo de la sala distribuidos uniformemente y a una altura de 1,5 metros.



**Figura 9.** Situación y posición de la fuente y receptores en la simulación en ODEON para configuración 3.

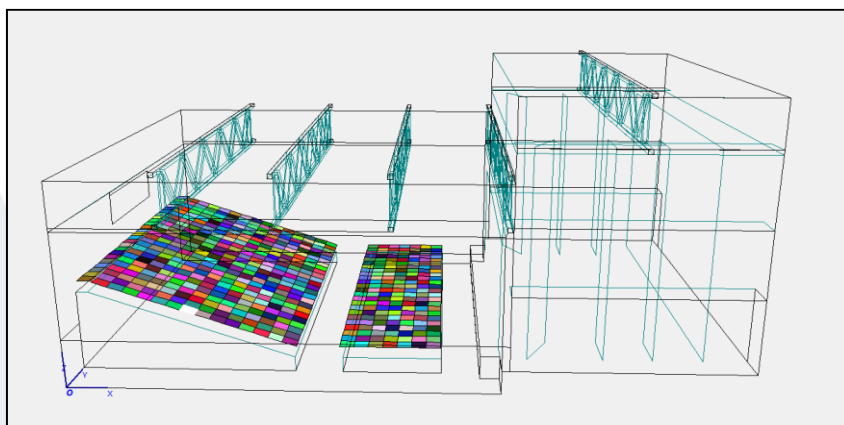


### 5.2.5 Establecimiento de mallas acústicas para la simulación.

Se establece una malla sonora a fin de representar los parámetros acústicos a la altura de las personas bien de pie o bien sentados, para cada una de las tres configuraciones.

Para las configuraciones de teatro y graderío se establecen receptores separados cada 60 cm. En el caso de la sala multiusos se establecen receptores cada metro de distancia.

Las mallas otorgarán una visión continua de los parámetros y de la caída de señal entre el principio y final de la sala.

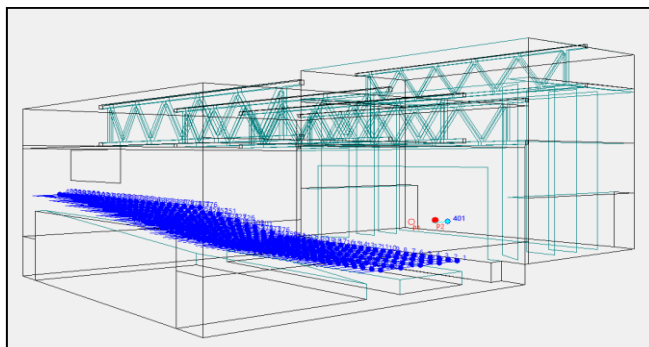


**Figura 10.** Superficies de malla estudiada en la configuración 1 de Teatro Completo.

### 5.2.6 Establecimiento de receptor en escenario para ST1

Por último, para comprobar el soporte objetivo ST1 que ofrece la cavidad escénica a los músicos, se ha evaluado con el escenario vacío simulando un pequeño ensemble y con el escenario ocupado por una orquesta con instrumentos y  $1,5 \text{ pax/m}^2$  (según coeficientes de absorción del programa ODEON). En los dos casos con todas las butacas desplegadas.





**Figura 11.** Posición de receptor en escenario para el cálculo del ST1.

### 5.2.7 Valoración de alternativas al diseño

Junto con la arquitectura, se decide comprobar algunas alternativas en la sala de butacas para valorar el resultado acústico de las mismas y así definir el diseño final del auditorio. Para ello se han estudiado dos alternativas en la sala de butacas.

- Opción 1: Eliminar las lamas perforadas suspendidas del forjado.
- Opción 2: Eliminar el telón de la boca del escenario.



## 6. RESULTADOS

### 6.1 CONFIGURACIÓN 1 TEATRO COMPLETO.

La configuración 1 de la sala es representativa de un uso de la sala para eventos donde la audiencia se encuentre completamente sentada en las butacas. Este escenario sería válido tanto para funciones teatrales como para conferencias de gran capacidad.

En este caso, los parámetros acústicos promediados y simulados con el software en los receptores se muestran por bandas de frecuencia en la Tabla 7.

|                 | TEATRO COMPLETO |      |      |      |      |      |
|-----------------|-----------------|------|------|------|------|------|
|                 | Frecuencia (Hz) |      |      |      |      |      |
|                 | 125             | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 |
| $TR_{(30)}$ (s) | 1,40            | 1,09 | 0,99 | 0,87 | 0,82 | 0,75 |
| D               | 0,42            | 0,60 | 0,66 | 0,73 | 0,75 | 0,78 |
| $C_{50}$ (dB)   | -1,40           | 1,70 | 2,90 | 4,20 | 4,80 | 5,40 |
| ECO             | 0,50            | 0,48 | 0,46 | 0,44 | 0,43 | 0,42 |

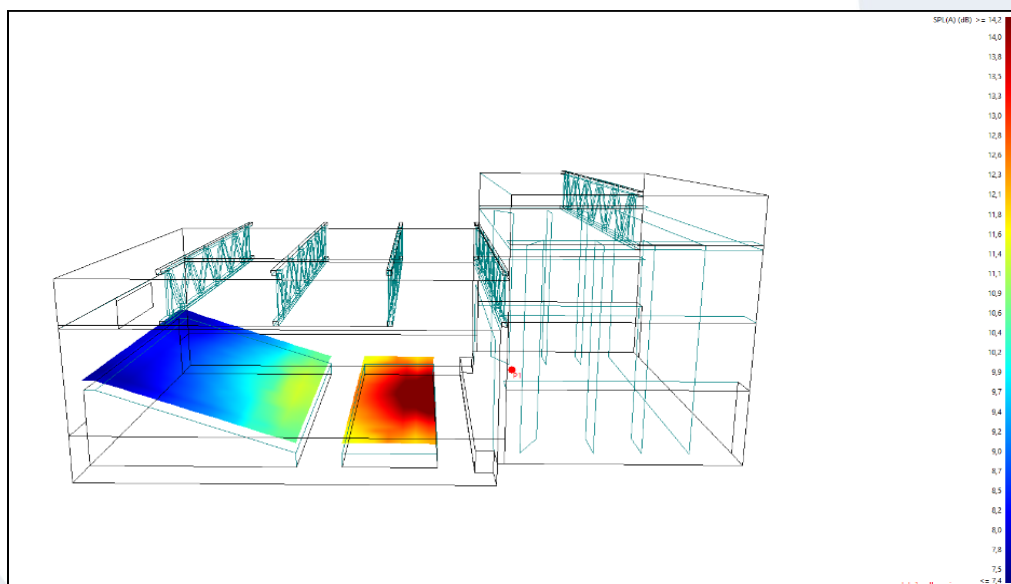
**Tabla 7.** Resultados de parámetros acústicos obtenidos para la configuración 1.

|                | TEATRO<br>COMPLETO |
|----------------|--------------------|
| $TR_{mid}$ (s) | 0,93               |
| D              | 0,77               |
| $C_{50}$ (dB)  | 5,35               |
| ECO (1kHz)     | 0,44               |
| %ALCons        | 5,58               |
| STI            | 0,61               |

**Tabla 8.** Valores acústicos globales para la configuración 1 de la sala.

En la Figura 12 se observa el nivel sonoro SPL a lo largo de una malla situada a 1,2 metros de altura sobre el suelo de las butacas, a la altura de las personas sentadas.





**Figura 12.** Representación en malla del SPL (dB(A)) para la sala con todas las butacas.

## 6.2 CONFIGURACIÓN 2 BUTACAS GRADERÍO.

La configuración 2 de la sala al igual que la anterior configuración, también es representativa de un uso de la sala para teatros o conferencias pero de menor capacidad.

|                 | BUTACAS GRADERÍO |      |      |      |      |      |
|-----------------|------------------|------|------|------|------|------|
|                 | Frecuencia (Hz)  |      |      |      |      |      |
|                 | 125              | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 |
| $TR_{(30)}$ (s) | 1,44             | 1,11 | 1,02 | 0,89 | 0,83 | 0,76 |
| D               | 0,38             | 0,56 | 0,63 | 0,69 | 0,71 | 0,74 |
| $C_{50}$ (dB)   | -2,10            | 1,00 | 2,30 | 3,50 | 4,00 | 4,60 |
| ECO             | 0,50             | 0,47 | 0,45 | 0,44 | 0,43 | 0,42 |

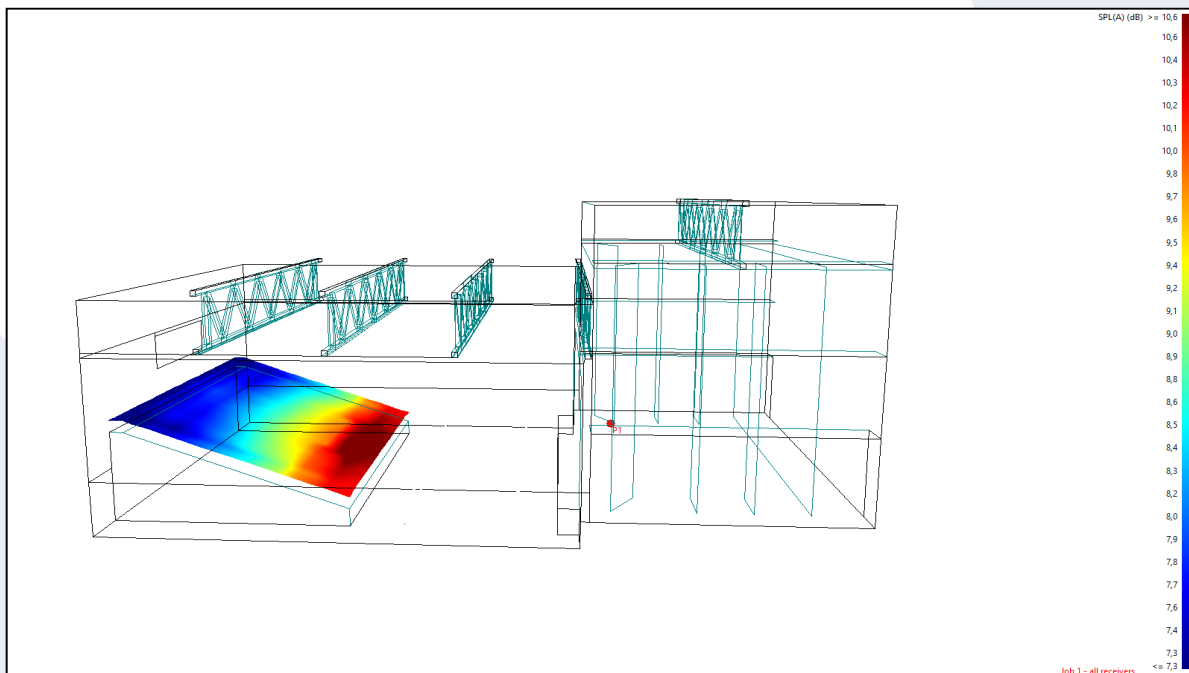
**Tabla 9.** Resultados de parámetros acústicos obtenidos para la configuración 2.

|                | SOLO<br>GRADERÍO |
|----------------|------------------|
| $TR_{mid}$ (s) | 0,96             |
| D              | 0,74             |
| $C_{50}$ (dB)  | 4,56             |
| ECO (1kHz)     | 0,44             |
| %ALCons        | 6,15             |
| STI            | 0,61             |

**Tabla 10.** Valores acústicos globales para la configuración 2 de la sala.



En las Figura 13 se observa el nivel sonoro SPL a lo largo de una malla situada a 1,2 metros de altura sobre el suelo de las butacas del graderío.



**Figura 13.** Representación en malla del SPL (dBA) para la sala con únicamente las butacas del graderío.

### 6.3. CONFIGURACIÓN USOS MÚLTIPLES

Es aquella en la que el evento se desarrolle en el escenario y no exista mobiliario. En este caso se ha considerado que la sala se encuentra ocupada al 50% con personas de pie. Esta configuración quiere recrear un uso de la sala menos formal, donde la audiencia no se siente y pueda interactuar con los ponentes, músicos, actores, etc.

En este caso, los parámetros acústicos promediados y simulados con el software en los receptores se muestran por bandas de frecuencia en la Tabla 11.



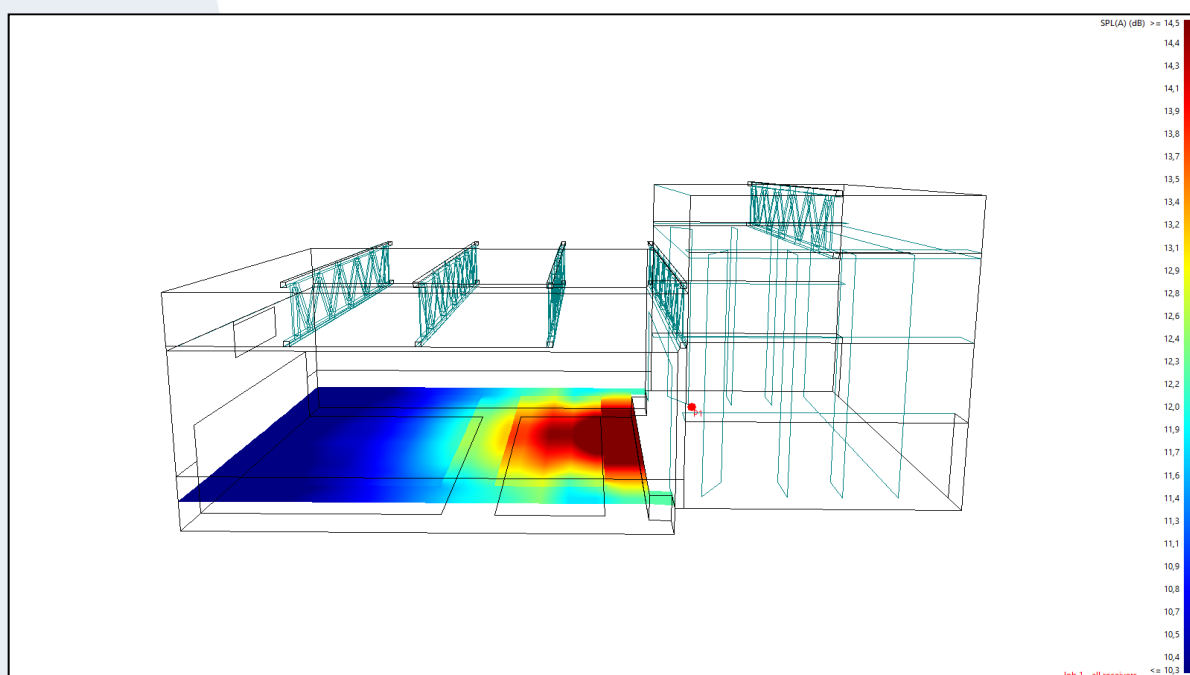
|                 | MULTIUSOS       |      |      |      |      |      |
|-----------------|-----------------|------|------|------|------|------|
|                 | Frecuencia (Hz) |      |      |      |      |      |
|                 | 125             | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 |
| $TR_{(30)}$ (s) | 1,60            | 1,18 | 1,04 | 0,91 | 0,85 | 0,76 |
| D               | 0,39            | 0,55 | 0,61 | 0,66 | 0,69 | 0,73 |
| $C_{50}$ (dB)   | -2,00           | 0,90 | 2,00 | 2,90 | 3,50 | 4,30 |
| ECO             | 0,53            | 0,52 | 0,51 | 0,49 | 0,48 | 0,46 |

**Tabla 11.** Resultados de parámetros acústicos obtenidos para la configuración 3 de Usos Múltiples.

|                | MULTIUSOS |
|----------------|-----------|
| $TR_{mid}$ (s) | 0,98      |
| D              | 0,73      |
| $C_{50}$ (dB)  | 4,22      |
| ECO (1kHz)     | 0,49      |
| %ALCons        | 6,31      |
| STI            | 0,60      |

**Tabla 12.** Valores acústicos globales para la configuración 3 de la sala.

La malla se ha dispuesto a una altura total de 1,2 metros de altura sobre el suelo, para ver la distribución sonora a lo largo de la sala.



**Figura 14.** Representación en malla del SPL (dBA) para la sala en configuración 3



### 6.3. SOPORTE OBJETIVO ST1

En la Tabla 13 se muestran los resultados obtenidos para el ST1.

|          | ESCENARIO VACÍO | ESCENARIO ORQUESTA |
|----------|-----------------|--------------------|
| ST1 (dB) | -13,90          | -16,04             |

**Tabla 13.** Resultado del ST1 early según la ocupación del escenario y en la configuración 1.

## 7. VALORACIÓN DE RESULTADOS

### 7.1 VALORACIÓN DE RESULTADOS ACÚSTICOS PARA EL DISEÑO INICIAL

Como se muestra en la Tabla 14, se ha conseguido que todos los parámetros de referencia a evaluar en esta sala cumplan con las recomendaciones para las diferentes configuraciones de la misma.

|                       | CONFIG. 1<br>TOTAL<br>BUTACAS | CONFIG. 2<br>GRADERÍO | CONFIG.3<br>USOS<br>MÚLTIPLES | RECOMENDACIONES                                                                                                                                     |
|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TR <sub>mid</sub> (s) | 0,93                          | 0,96                  | 0,98                          | 0,7 ≤ TR <sub>mid</sub> ≤ 1,2 s (Teatros)<br>0,7 ≤ TR <sub>mid</sub> ≤ 1,0 s (Sala conferencia)<br>0,8 ≤ TR <sub>mid</sub> ≤ 1,2 s (Sala multiusos) |
| D                     | 0,77                          | 0,74                  | 0,73                          | D > 0,5                                                                                                                                             |
| C <sub>50</sub> (dB)  | 5,35                          | 4,56                  | 4,22                          | C <sub>50</sub> > 2 dB                                                                                                                              |
| ECO (1kHz)            | 0,44                          | 0,44                  | 0,49                          | ECO < 1                                                                                                                                             |
| %ALCons               | 5,58                          | 6,15                  | 6,31                          | %ALCons ≤ 11,4% (Aceptable)<br>1,6 ≤ %ALCons ≤ 5,3% (Buena)                                                                                         |
| STI                   | 0,61                          | 0,61                  | 0,60                          | STI ≥ 0,65 (Buena)<br>0,50 ≤ STI ≤ 0,64 (Aceptable)                                                                                                 |

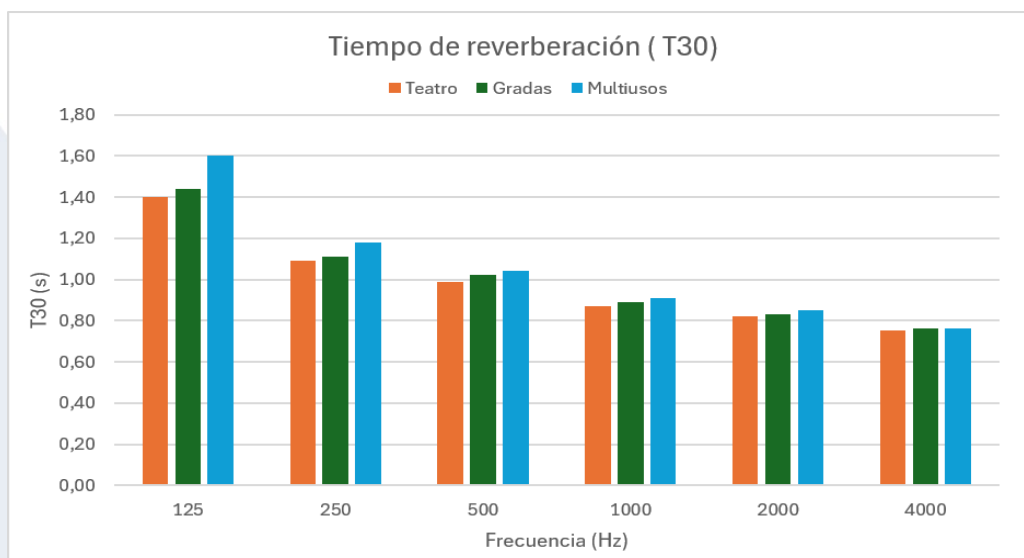
**Tabla 14.** Comparativa de resultados acústicos según diferentes configuraciones de la sala en los receptores.

Los parámetros que evalúan la sala para el uso de la palabra quedan perfectamente acotados dentro de las recomendaciones de las salas como teatros o conferencias.



El tiempo de reverberación simulado para cada uso queda en cualquier caso por debajo de 1 segundo, por lo que cumple con las recomendaciones para salas de teatro ( $TR_{mid}$  entre 0,7 s y 1,2s) y salas de usos múltiples (0,8 y 1,2 segundos).

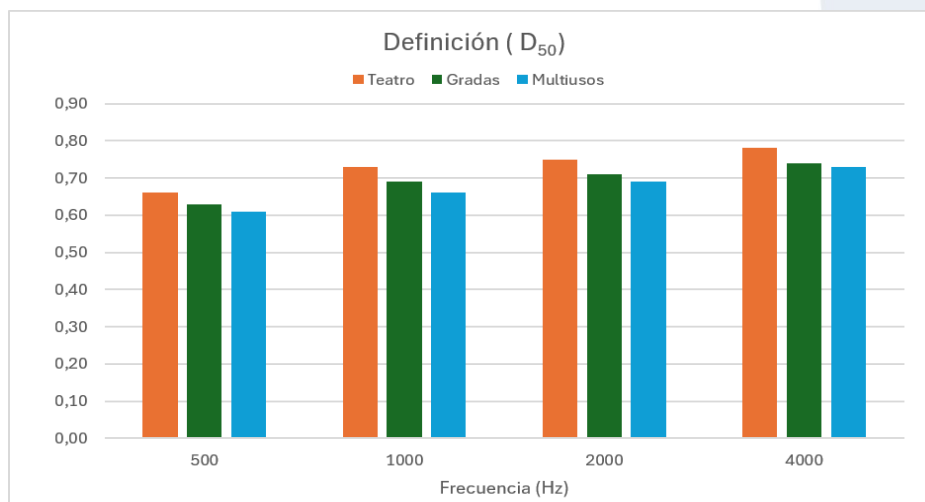
El  $TR_{mid}$  obtenido en cualquier configuración queda por debajo del rango óptimo para salas destinadas a música, por lo que, en estos casos, será necesario reforzar electro-acústicamente la sala, y así aumentar la reverberación para que la música se escuche y perciba de manera más rica.



**Figura 15.** TR por bandas de frecuencia según configuración de la sala.

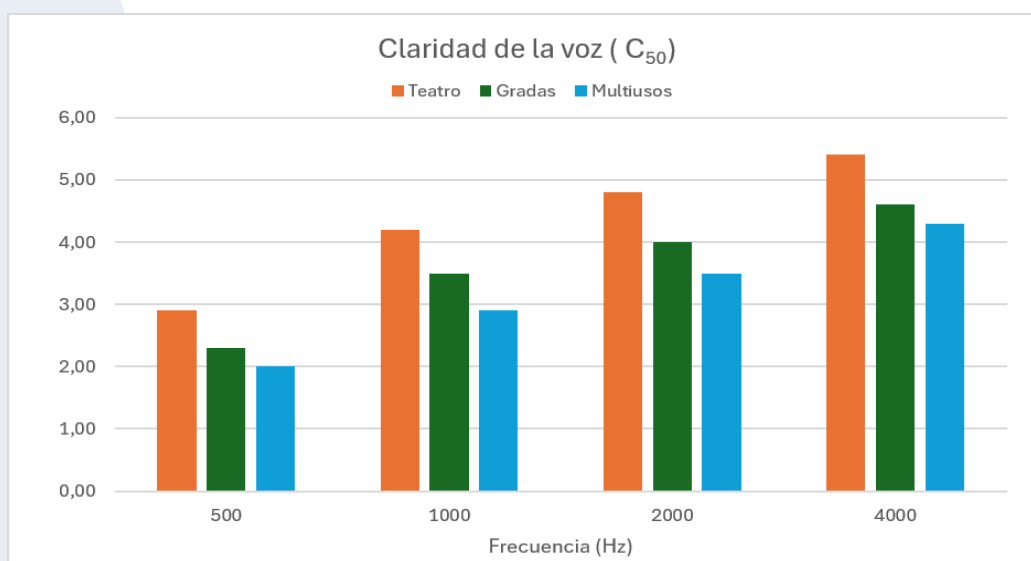
En cuanto a los valores obtenidos para la definición de la sala  $D_{50}$  frecuencias medias (500 y 1000 Hz), cumplen en todas las configuraciones de las salas con la exigencia de encontrarse por encima de 0,5.





**Figura 16.** Definición D por bandas de frecuencia según configuración de la sala.

El grado de claridad de la voz  $C_{50}$  que se obtiene de manera ponderada de las frecuencias medias y altas (500 y 1000Hz y 2000 y 4000Hz), cumplen con las exigencias de encontrarse por encima de 2dB para cada configuración.



**Figura 17.**  $C_{50}$  por bandas de frecuencia según configuración de la sala.

Tanto el parámetro STI, como el parámetro %ALCons, otorgan a la sala una valoración de la inteligibilidad de la palabra subjetiva de “Aceptable”, tal y como se muestra en la Tabla 15.



|                               | %ALCons | STI  | VALORACIÓN SUBJETIVA |
|-------------------------------|---------|------|----------------------|
| CONFIG. 1<br>TEATRO COMPLETO  | 5,58    | 0,61 | Aceptable            |
| CONFIG. 2<br>BUTACAS GRADERÍO | 6,15    | 0,61 | Aceptable            |
| CONFIG. 3<br>USOS MÚLTIPLES   | 6,31    | 0,60 | Aceptable            |

**Tabla 15.** Valoración subjetiva del grado de inteligibilidad de la palabra según configuraciones.

Las simulaciones acústicas de la sala para sus diferentes configuraciones no han detectado eco que condicione potencialmente la sala, situando el criterio de ECO por debajo de 1 e incluso de 0,5.

La diferencia de nivel sonoro entre las posibles posiciones de los oyentes no supera en ninguna de las configuraciones los 8 dBA de diferencia.

Por último, el resultado ST1 obtenido de manera simulada ofrece valores muy cercanos a los apropiados para salas de cámara que suelen tener un ST1 entre -12 a -8 dB como para orquestas sinfónicas. En caso de ser necesario por los músicos se puede instalar algún deflector de manera puntual en la tramoya o en algún punto fijo según las necesidades de los mismos.

## 7.2 RESULTADOS ACÚSTICOS DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS

En la Tabla 16 se obtiene los resultados acústicos para la Configuración 1 teniendo en cuenta las dos alternativas definidas en el punto 5.2.7.

- Opción 1: Eliminar las lamas perforadas suspendidas del forjado.
- Opción 2: Eliminar el telón de la boca del escenario.



|                | CONFIG 1<br>TEATRO<br>COMPLETO | OPCIÓN 1<br>Sin lamas<br>perforadas | OPCIÓN 2<br>Sin boca del<br>escenario | RECOMENDACIONES                                                                                                                                        |
|----------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $TR_{mid}$ (s) | 0,93                           | 0,91                                | 0,90                                  | $0,7 \leq TR_{mid} \leq 1,2$ s (Teatros)<br>$0,7 \leq TR_{mid} \leq 1,0$ s (Sala<br>conferencia)<br>$0,8 \leq TR_{mid} \leq 1,2$ s (Sala<br>multiusos) |
| D              | 0,77                           | 0,80                                | 0,74                                  | $D > 0,5$                                                                                                                                              |
| $C_{50}$ (dB)  | 5,35                           | 5,98                                | 4,54                                  | $C_{50} > 2$ dB                                                                                                                                        |
| ECO (1kHz)     | 0,44                           | 0,43                                | 0,45                                  | $ECO < 1$                                                                                                                                              |
| %ALCons        | 5,58                           | 5,25                                | 5,86                                  | $\%ALCons \leq 11,4\%$ (Aceptable)<br>$1,6 \leq \%ALCons \leq 5,3\%$ (Buena)                                                                           |
| STI            | 0,61                           | 0,62                                | 0,62                                  | $STI \geq 0,65$ (Buena)<br>$0,50 \leq STI \leq 0,64$ (Aceptable)                                                                                       |

**Tabla 16.** Comparativa de resultados acústicos según las diferentes opciones de diseño.

Los resultados de los parámetros acústicos más importantes no se ven afectados significativamente al estudiar las opciones del diseño, por lo que el tomar estas decisiones no afectará el resultado acústico en la sala.



## 8. CONCLUSIONES

- Proyecto solicitado por OM ARQ S.L.P. OMR Architect para el estudio del acondicionamiento propuesto en fase de diseño del auditorio de la Casa de Cultura de Sarriguren.
- El procedimiento llevado a cabo para la realización del proyecto ha sido la modelización 3D de la sala y la simulación acústica del auditorio en base a los materiales constructivos y decorativos proyectados por el estudio de arquitectura.
- Se estudian los parámetros acústicos para diferentes configuraciones, en base a la utilización o no de las butacas, y al tipo de evento que se desarrolle en la sala.
- El objetivo es que la sala tenga un buen acondicionamiento acústico para el uso de la palabra, cuyos valores acústicos son más restrictivos.
- Para el uso de la sala en actividades musicales, será necesario un refuerzo electroacústico que permita aumentar fácilmente el tiempo de reverberación y ajustarlo al valor óptimo para dicho uso. El resto de los parámetros acústicos relativos a la calidez acústica, brillo de la sala o claridad musical, que son necesarios valorar en auditorios destinados a la música, se encuentran íntimamente relacionados con el tiempo de reverberación.
- La simulación sonora para la configuración TEATRO COMPLETO, que considera una fuente sonora en el centro del escenario y el público sentado en las butacas (gradas y platea), obtiene un tiempo de reverberación promedio de 0,93 segundos, quedando dentro de los valores óptimos para teatros, salas de conferencias y usos múltiples. El resto de los parámetros acústicos estudiados como la claridad y la definición también se encuentran dentro de los valores óptimos para esos tipos de uso. La valoración subjetiva del grado de inteligibilidad de la palabra es de Aceptable según parámetro %ALCons y STI.



- Para la configuración 2 BUTACAS GRADERÍO, que considera una fuente sonora en el centro del escenario y el público sentado en las butacas de la grada retráctil, obtiene un tiempo de reverberación promedio de 0,96 segundos, quedando dentro de los valores óptimos para teatros, salas de conferencias y usos múltiples. La valoración subjetiva del grado de inteligibilidad de la palabra es de Aceptable según parámetro %ALCons y STI.
- Para la configuración 3 MULTIUSOS, que simula una sala de usos múltiples, con una fuente sonora en el escenario y un aforo al 50% situado de pie y con las butacas tanto de la platea como del graderío recogidas, se comprueba que el tiempo de reverberación es 0,98 segundos, situándose dentro de los valores óptimos para dicho uso. El resto de los parámetros acústicos estudiados como la claridad y la definición se encuentran dentro de los valores óptimos para esos tipos de uso. La valoración subjetiva del grado de inteligibilidad de la palabra es aceptable según los parámetros %ALCons y STI.
- El parámetro Soporte Objetivo ST1 resultante de las simulaciones acústicas da valores muy próximos a los valores considerados óptimos para escenario en salas de cámara. Estos resultados pueden mejorarse añadiendo deflectores portátiles o fijos, bien en la tramoya o en otros puntos según el tipo de necesidades que requiera cada grupo o ensemble musical.
- La adopción de alguna de las alternativas al diseño propuestas no modificará el resultado acústico en la sala a nivel general.



Mutilva, 25 de junio de 2026

|                                                                                                                                            |                                                                                                                                      |                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>BARBERO TAMAYO ELENA - 72808227W</b><br>Firmado digitalmente por BARBERO TAMAYO ELENA - 72808227W<br>Fecha: 2026.06.25 10:11:47 +02'00' | <b>PEREZ RUBIO DAVID - 33437742C</b><br>Firmado digitalmente por PEREZ RUBIO DAVID - 33437742C<br>Fecha: 2026.06.25 10:29:46 +02'00' | <b>NAGORE ESPARZA IÑAKI - 72700911G</b><br>Firmado digitalmente por NAGORE ESPARZA IÑAKI - 72700911G<br>Fecha: 2026.06.25 10:30:40 +02'00' |
| Elena Barbero Tamayo<br><b>ID Ingeniería Acústica</b>                                                                                      | David Pérez Rubio<br><b>ID Ingeniería Acústica</b>                                                                                   | Iñaki Nagore Esparza<br><b>ID Ingeniería Acústica</b>                                                                                      |



## ANEXO 1. CONSIDERACIONES AL PROYECTO.

- Los coeficientes de absorción introducidos para los materiales de la sala aun siendo similares, pueden no ser los coeficientes reales que tendrán los materiales comerciales finalmente elegidos, ya que éstos pueden variar en función de la manera en que se instalen o ejecuten sus acabados. Por este motivo, existe una incertidumbre asociada a los cálculos.
- Los materiales constructivos que avalan los resultados finales pasan por la elección de un revestimiento igual o similar al definido en este proyecto para cada una de las superficies descritas que ofrezcan coeficientes de absorción equivalentes.
- Se ha buscado la optimización acústica de la sala en cuanto a valores de tiempo de reverberación adecuados para el uso de la palabra.
- Los resultados se encuentran condicionados a que en la cavidad escénica se encuentre delimitada por bambalinas y telones traseros de 9,5 metros de altura y fruncidos.



## ANEXO 2. TABLA MATERIALES Y SUS COEFICIENTES DE ABSORCIÓN.

En la Tabla 17 se muestra el listado de materiales utilizados, así como sus coeficientes de absorción acústica estimados.

| Material                                                            | Coeficientes de absorción por frecuencias |      |      |      |      |      |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------|------|------|------|------|
|                                                                     | 125                                       | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 |
| Tarima madera o DM pintado                                          | 0,04                                      | 0,04 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,07 |
| Chapa Grecada                                                       | 0,15                                      | 0,10 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,02 |
| Tramoya altamente tupida de perfiles tubulares                      | 0,15                                      | 0,10 | 0,08 | 0,08 | 0,05 | 0,05 |
| Bloques de hormigón con o sin yeso                                  | 0,11                                      | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,05 |
| Telón y bambalinas de algodón de 0,33kg/m2 cubre de 7/8 area aprox. | 0,03                                      | 0,12 | 0,15 | 0,27 | 0,37 | 0,42 |
| Cerámica de alta resistencia                                        | 0,01                                      | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Pladur perforado Knauf 8/18 con velo acústico y lana mineral.       | 0,35                                      | 0,55 | 0,70 | 0,75 | 0,65 | 0,65 |
| Zócalo Contrachapado                                                | 0,05                                      | 0,06 | 0,06 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Rockfon Color All suspendido a más de 20cm.                         | 0,50                                      | 0,85 | 1,00 | 0,90 | 1,00 | 1,00 |
| Cerchas metálicas                                                   | 0,00                                      | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Lamas perforadas con velo acústico                                  | 0,15                                      | 0,20 | 0,40 | 0,45 | 0,40 | 0,35 |
| Vidrio de doble cristal                                             | 0,15                                      | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| Audiencia sentada en butacas tapizadas                              | 0,30                                      | 0,33 | 0,38 | 0,46 | 0,39 | 0,35 |
| Aforo al 50% de pie en sala de butacas                              | 0,11                                      | 0,17 | 0,21 | 0,22 | 0,24 | 0,22 |

**Tabla 17.** Coeficientes de absorción utilizados en la simulación.



## ANEXO 3. FICHAS TÉCNICAS DE LAS SOLUCIONES COMERCIALES DEFINIDAS EN PROYECTO.

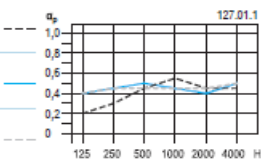
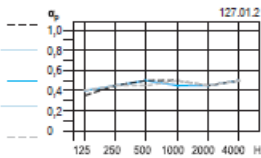
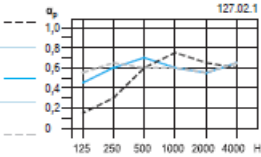
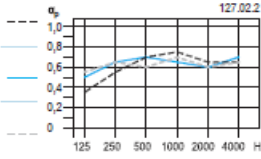
### PLADUR KNAUF 8/18

Diseño y planificación  
D127.es Absorción acústica

KNAUF

#### D127.es Techo Cleaneo® Akustik

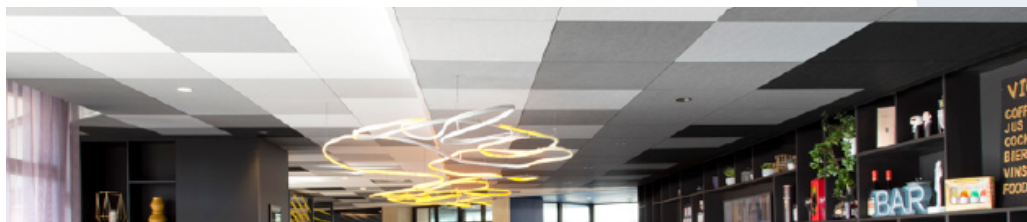
12,5 mm Placas Cleaneo® Akustik con velo acústico

| Perforación                       | Plénium<br>mm | $\alpha_m$ | $\alpha_w$ | Coeficiente de absorción en función de la frecuencia $\alpha_p$ |           |           |            |            |            |                                                                                      |
|-----------------------------------|---------------|------------|------------|-----------------------------------------------------------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   |               |            |            | 125<br>Hz                                                       | 250<br>Hz | 500<br>Hz | 1000<br>Hz | 2000<br>Hz | 4000<br>Hz |                                                                                      |
| Con velo acústico                 |               |            |            |                                                                 |           |           |            |            |            |                                                                                      |
| Perforación Redonda<br>6/18 R     | 65            | 0,48       | 0,50       | 0,20                                                            | 0,30      | 0,45      | 0,55       | 0,45       | 0,45       |    |
|                                   | 200           | 0,45       | 0,45       | 0,40                                                            | 0,45      | 0,50      | 0,45       | 0,40       | 0,50       |                                                                                      |
|                                   | 400           | 0,45       | 0,45       | 0,40                                                            | 0,45      | 0,45      | 0,45       | 0,45       | 0,50       |                                                                                      |
| Con velo acústico y tana mineral  |               |            |            |                                                                 |           |           |            |            |            |                                                                                      |
| Porcentaje de perforación: 8,7 %  | 65            | 0,48       | 0,50       | 0,35                                                            | 0,45      | 0,50      | 0,50       | 0,45       | 0,50       |   |
|                                   | 200           | 0,47       | 0,50       | 0,40                                                            | 0,45      | 0,50      | 0,45       | 0,45       | 0,50       |                                                                                      |
|                                   | 400           | 0,47       | 0,50       | 0,40                                                            | 0,45      | 0,45      | 0,50       | 0,45       | 0,50       |                                                                                      |
| Con velo acústico                 |               |            |            |                                                                 |           |           |            |            |            |                                                                                      |
| Perforación Redonda<br>8/18 R     | 65            | 0,67       | 0,60       | 0,15                                                            | 0,30      | 0,60      | 0,75       | 0,65       | 0,60       |  |
|                                   | 200           | 0,62       | 0,60       | 0,45                                                            | 0,60      | 0,70      | 0,60       | 0,55       | 0,65       |                                                                                      |
|                                   | 400           | 0,58       | 0,60 (L)   | 0,55                                                            | 0,65      | 0,60      | 0,60       | 0,55       | 0,65       |                                                                                      |
| Con velo acústico y tana mineral  |               |            |            |                                                                 |           |           |            |            |            |                                                                                      |
| Porcentaje de perforación: 15,5 % | 65            | 0,70       | 0,70       | 0,35                                                            | 0,55      | 0,70      | 0,75       | 0,65       | 0,65       |  |
|                                   | 200           | 0,65       | 0,65       | 0,50                                                            | 0,65      | 0,70      | 0,65       | 0,60       | 0,70       |                                                                                      |
|                                   | 400           | 0,63       | 0,65       | 0,55                                                            | 0,65      | 0,60      | 0,70       | 0,60       | 0,65       |                                                                                      |

18 D12.es Techo Knauf Cleaneo® Akustik



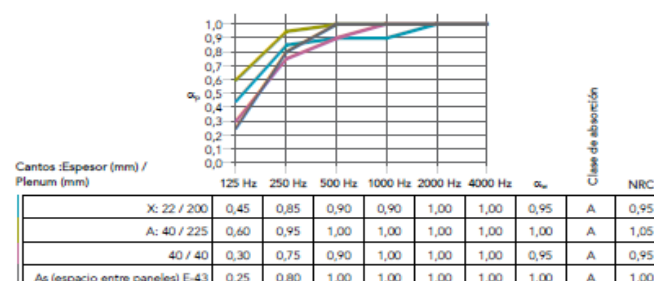
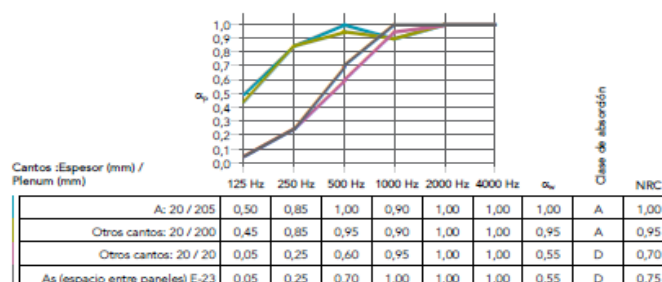
## PANELES ROCKFON COLOR ALL



### Prestaciones



**Absorción acústica**  
 $\alpha_w$ : hasta 1,00 (Clase A)



**Reacción al fuego**  
A1  
ColorAll Mercury: Clase A2-s1,d0



**Resistencia al fuego**  
La lana de roca es un material incombustible, cuyo punto de fusión sobrepasa los 1000 °C.



**Reflexión de la luz**  
Reflexión de la luz según colores



**Resistencia a la humedad y estabilidad dimensional**  
Hasta un 100 % HR.  
No se observan signos visibles de deformación en condiciones de humedad elevada C/DN



**Mantenimiento**  
- Aspirador



**Higiene**  
La lana de roca no contiene ningún elemento que favorezca el desarrollo de microorganismos.



**Capacidad de reciclaje**  
La lana de roca es totalmente reciclable



**Aislamiento térmico**  
40 mm:  
Aislamiento térmico:  
 $\lambda_{10} = 37 \text{ mW/mK}$   
Resistencia térmica:  
 $R = 1,05 \text{ m}^2\text{K/W}$



**Clima interior**  
Los productos de techo Rockfon poseen clasificación E1 de acuerdo con la norma EN 13964 (EN 717-1). Los productos de techo Rockfon tienen muy bajo nivel de emisiones de COVs. Una muestra representativa de los productos Rockfon ha obtenido los siguientes niveles de rendimiento y etiquetas de emisiones de aire interior:



**Seguridad de materias primas**  
Todos los materiales utilizados en los productos Rockfon son verificados en la lista de sustancias restringidas bajo REACH y no contienen sustancias altamente preocupantes (SVHC). Las fibras de lana de roca Rockfon cumplen con la normativa de la UE sobre fibras seguras y tienen una certificación EUCER.

Las fábricas de Rockfon están certificadas según las normas de sistemas de gestión ISO 9001 e ISO 14001.

3



## LAMAS PERFORADAS GRADHERMETIC.

**GRADHERMETIC**



Ficha técnica  
Techos > Phalcel > Serie Baffle > Sistema suspensión sin perfil primario

**BF 50 / BF 75 / BF 100 / BF 150**

### Detalles componentes (Sistema de suspensión sin perfil primario)

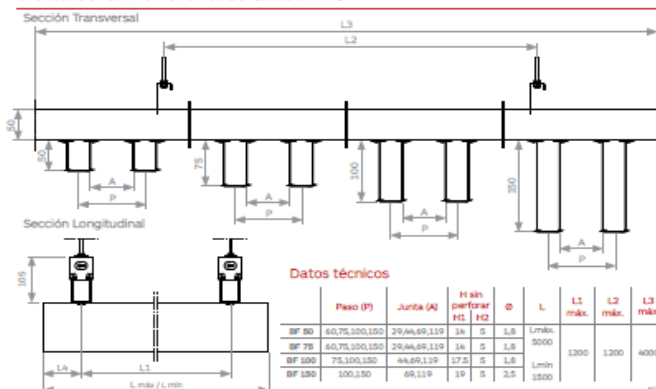
Baffle de aluminio aleación 3005, perfiladas, lisas o perforadas, colocadas con perfil soporte para el montaje de los baffles separados, lacados con pintura poliéster-poliurea (coil-coating) espesor entre 20 y 25 micras, aplicada en continuo y termoendurecida al horno, cumpliendo normativas y especificaciones de la ECCA (European Coil Coating Association). Gran cantidad de acabados en colores de la gama Gradcolors.

Sistema de perfil soporte en forma de U, con paso variable (60/75/100/150 mm) y separación entre baffles de 29/44/69/119 mm. Fabricado en acero galvanizado con grado de acero Dx51D+Z, y lacado con pintura poliéster-poliurea (coil-coating).

Sistema de suspensión sin perfil primario con cuelgues rígidos de acero galvanizado suspendidos con varillas roscadas con tuercas y contra tuercas. Para la colocación de suspensiones y perfil soporte se seguirán las instrucciones de montaje de Industrial Gradhermetic®.

Posibilidad de aislamiento con manta acústica con film termosellado.

### Detalles dimensionales (Cotas en mm.)



### Perforación (opcional) (Cotas en mm)

PERFORACIÓN NORMAL L8 (trebolillo)

SUPERFICIE PERFORACIÓN 13%

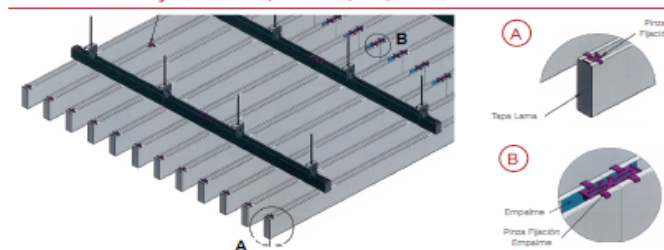


PERFORACIÓN NORMAL 2,5 (trebolillo)

SUPERFICIE PERFORACIÓN 23%

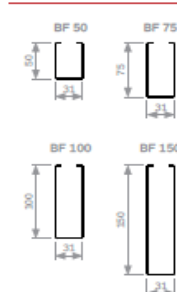


### Detalles montaje (sistema suspensión sin perfil primario)



Avda. de Béjar, 345  
08226 Terrassa (España)  
gradhermetic.es | tlambt.com

### Sección Lama



### Perfilería

#### Soportes

Soporte (Fe)

P: 60/75/100/150 mm



#### Accesorios

Cuelgue perfil soporte (Fe)



#### Empalmes

Empalme (Al)

E 50/75/100/150



#### Tapas

Tapa lateral (Al)

T 50/75/100/150





AYUNTAMIENTO  
del VALLE de EGÜÉS  
EGUESIBARKO  
UDALA

NIF: P3108500D

## Documento bajo custodia en Sede Electrónica

VALLE DE EGÜÉS / EGUESIBAR

### 01.03\_CCS\_ANEXO2\_ESTUDIO ACUSTICO

Puede acceder a este documento en formato PDF - PAdES y comprobar su autenticidad en la Sede Electrónica usando el código CSV siguiente:



**URL (dirección en Internet) de la Sede Electrónica:** <https://sedeelectronica.valledeegues.es/>

**Código Seguro de Verificación (CSV):** AJCA AR9U NYPU JLLZ MQMA

En dicha dirección puede obtener más información técnica sobre el proceso de firma, así como descargar las firmas y sellos en formato XAdES correspondientes.

### Resumen de firmas y/o sellos electrónicos de este documento

| Huella del documento para el firmante | Texto de la firma                                                                   | Datos adicionales de la firma                                                                                                            |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | ELENA BARBERO TAMAYO                                                                | Firma electrónica avanzada - FNMT-RCM - 25/06/2026 10:11 (según el firmante)<br>ELENA BARBERO TAMAYO                                     |
|                                       | DAVID PEREZ RUBIO                                                                   | Firma electrónica avanzada - FNMT-RCM - 25/06/2026 10:29 (según el firmante)<br>DAVID PEREZ RUBIO                                        |
|                                       | IÑAKI NAGORE ESPARZA                                                                | Firma electrónica avanzada - FNMT-RCM - 25/06/2026 10:30 (según el firmante)<br>IÑAKI NAGORE ESPARZA                                     |
|                                       | VALLE DE EGÜÉS / EGUESIBAR<br>Registro de entrada nº 10554/2026<br>04/09/2026 19:17 | Sello electrónico - 04/09/2026 19:17<br>Sede Electrónica VALLE DE EGÜÉS / EGUESIBAR                                                      |
|                                       | La persona interesada<br>OM ARQ, SOCIEDAD LIMITADA PROFESIONAL<br>NIF B31816150     | Firma electrónica avanzada - FNMT-RCM - 04/09/2026 19:19<br>OM ARQ, SOCIEDAD LIMITADA PROFESIONAL<br>Representante: OSCAR MONGAY JIMENEZ |