



INDICE

1.- Objetivo.

2.- Reseña histórica.

3.- Características del local.

4.- Descripción de parámetros.

4.1.- Parámetros de la sala y de las aulas de música.

4.1.1.- Ruido de fondo.

4.1.2.- Grado de reverberación.

4.2.- Parámetros de la sala de conciertos.

4.2.1.- Visuales.

4.2.2.- Ecos y focalizaciones.

4.2.3.- Adecuada relación señal fondo.

4.2.4.- Impresión espacial.

4.2.5.- Claridad musical C_{80} .

4.2.6.- Intimidad.

4.2.7.- Sonoridad.

4.3.- Parámetros de las aulas de música.

4.2.1.- Aislamiento.

4.2.2.- Claridad C_{50} , STI.

5.- Toma de datos.

5.1.- Instrumentos.

5.2.- Normativa.

5.2.1.- Tiempo de reverberación.

5.2.2.- Ruido de fondo.

5.2.3.- Aislamiento.



5.3.- Procedimiento seguido en las mediciones.

5.4.- Reportaje fotográfico.

6.- Análisis de las mediciones y parámetros.

6.1.- Parámetros de la sala y de las aulas de música.

6.1.2.- Ruido de fondo.

6.2.- Parámetros de las aulas de música.

6.2.1.- Aislamiento.

6.2.2.- Tiempo de reverberación en aulas.

6.2.3.- Claridad C_{50} , STI y RASTI.

6.3.- Parámetros de la sala de conciertos.

6.3.1.- Tiempo de reverberación.

6.3.2.- Claridad C_{80} .

6.3.3.- Relative strenght.

6.3.4.- Intimidad.

6.3.5.- Visuales.

6.3.6.- Adecuada relación señal fondo.

6.3.7.- Ondas estacionarias.

6.3.8.- Claridad C_{50} , STI y RASTI.

7.- Propuesta de intervención.

7.1.- Propuesta para mejora de aislamiento y acondicionamiento.

7.2.- Propuesta para mejora del tiempo de reverberación de sala de conciertos.

7.3.- Reforma interior.

8.- Estudio económico.

8.1.- Propuesta para mejora de aislamiento y acondicionamiento.

8.2.- Propuesta para mejora del tiempo de reverberación de sala de conciertos.

8.3.- Reforma interior.



9.- Programación.

9.1.- Propuesta para mejora de aislamiento y acondicionamiento.

9.2.- Propuesta para mejora del tiempo de reverberación de sala de conciertos.

9.3.- Reforma interior.

10.- Conclusiones y valoración personal.

11.- Bibliografía



Objetivo

1.- Objetivo.

El objetivo del presente trabajo es la realización una propuesta de intervención en el local de ensayo del Centro Instructivo Musical de Massanassa.

Con esta rehabilitación se pretende dotar al local de las características acústicas adecuadas para realizar ensayos y conciertos de bandas de música; además de adecuar las aulas de estudio a la normativa existente para que se puedan utilizar de forma cómoda. A tal efecto, no solo se debe tener en cuenta los aspectos funcionales que van ligados a las diferentes actuaciones en el local, sino también el aspecto estético y el grado de modificación puesto que se trata de un recinto en funcionamiento constante.

Se ha de tener presente que nuestro objetivo final es realizar una propuesta que no solo sea económicamente viable para la sociedad musical sino que se pueda llevar a cabo con el menor tiempo posible y sin la existencia de obras que impidan realizar durante un largo tiempo la actividades del recinto.

El término general banda de música puede hacer referencia a un amplio grupo de agrupaciones musicales. Pese a ser un término general la acepción más común del término banda de música se refiere a un esquema concreto de agrupación musical formada básicamente por instrumentos de viento metal, viento madera y percusión. Aunque las bandas de música sean similares a las orquestas en su disposición cabe mencionar que ambas agrupaciones son distintas. Las bandas de música, a diferencia de las orquestas, no están basadas en los instrumentos de cuerda sino de viento.



Reseña histórica



2.- Reseña histórica.

El local objeto de estudio se sitúa en la localidad de Massanassa, perteneciente a la comarca Horta Sud con una población de aproximadamente 8000 habitantes. Dentro de la población se puede emplazar el recinto en la calle del Braç Mitjà al lado de la plaza del país valencia donde se sitúa la biblioteca i la Iglesia de San Antonio.

El primer indicio de existencia data de 1958 donde en la revista del pueblo “La Terreta” presentan la idea de construcción de un Hogar Parroquial en el sótano de un solar perteneciente al arzobispado de Valencia. Esta obra es ideada y promovida por el Cura del pueblo Josep Alba Alba y financiada por todos los vecinos de la localidad.

“Tenemos el gusto de presentar a todos los vecinos de Masanasa un Hogar Parroquial, un centro de recreo... el señor Cura Párroco se verificó un llamamiento a las personas que creíamos mas pudientes económicamente. El mismo señor cura nombro una junta provisional, la cual a su vez por votación secreta eligió un presidente y acto seguido comenzaron as gestiones...”

La Terreta 1958

En el proyecto inicial el local era un salón de actos constituido por un escenario, zona para el público, vestuario además habitaciones necesarias para la actividad que se desarrollaba en ese momento como cabinas de producción o archivos.

“...el sótano que consta de un salón de actos, de un escenario con vestuarios, de un club juvenil, una biblioteca, una discoteca y una cabina de proyecciones.”

La Terreta 1972

En sus inicios, el local tenía como objetivo ser un centro cultural donde se pudiera llenar el vacío intelectual y espiritual de las personas de la época con la realización de conferencias, reproducciones de cines, actuaciones teatrales, recitales de música e incluso misas en valenciano.

“Fructífera ha sido la labor de este Centro celebrando diversos actos... una Velada de Opera Flamenca, por un Club de Aficionados de Catarroja. El concertó de presentación del Orfeón de Masanasa y la actuación de la agrupación coral de cámara de Valencia...”

La Terreta 1960

Durante años el interior del local ha permanecido intacto, únicamente sufrió la realización de la Iglesia de San Antonio en el 1973 encima de este con lo que pasó a ser el sótano esta y fue perdiendo poco a poco e interés de la población. Es en 1982, fecha en la que se forma el Centro Instructivo Musical de Massanassa, cuando el local es cedido a esta institución para utilizarlo como sala de ensayos y conciertos hasta la actualidad.

En los años en los que se han realizado interpretaciones de banda de música el local ha sufrido varias reformas. La primera fue en 1982 una vez pasa a formar parte de la banda de música se realiza un limpieza a fondo del local además de pintar y situar puertas interiores para delimitar habitaciones. Las posteriores reformas fueron la ampliación del escenario en dos fases, una en 1985 y la última y más relevante en 1990 donde se creó una cámara debajo de este como almacén y se situó el falso techo de escayola.

Actualmente la banda de música está formada por un total de 97 músicos donde 61 pertenecen a instrumentos de madera, 26 pertenecen a instrumentos de metal y 10 a instrumentos de percusión.



Características del local



3.- Características del local.

Para describir el local; en primer lugar se va a realizar desde el punto de vista funcional, donde se nombran los diferentes espacios o recintos y el uso de cada uno. En segundo lugar desde el punto de vista constructivo y haciendo especial hincapié en los materiales utilizados en cada recinto.

3.1.- Funcionales.

Como se ha mencionado anteriormente, el local es utilizado por el Centro Instructivo Musical de Massanassa, una sociedad que además de realizar conciertos, es una escuela de música. Por lo tanto en el local existen dos tipos de recintos principalmente, la sala de conciertos y diversas aulas de música.

Al local se accede desde la calle a través de una escalera descendente puesto que se trata de un sótano, que hace la función de vestíbulo previo a la sala de conciertos que es el principal recinto del local, todo gira alrededor del escenario con capacidad para 70 músicos aproximadamente y su zona de butacas con una capacidad para 170 espectadores.

A la derecha del vestíbulo se sitúan tres recintos que tiene el uso de aulas, la más grande de ellas es utilizada como aula de solfeo y una de las pequeñas como aula de instrumentos de metal, madera y la otra como estudio donde se realizan modificaciones de partituras y archivo de ellas. En la parte superior de estas dos aulas se encuentra la oficina del centro, pero este recinto no es objeto de estudio.

A la izquierda del escenario se sitúan las aulas de percusión, una más pequeña donde se guardan los instrumentos y la otra más grande donde se puede practicar en el caso de que en la pequeña no haya suficiente espacio; este recinto hace también de entrada de músicos al escenario. En la parte derecha hay dos recintos, el más grande es para guardar instrumentos y el más pequeño hace función de trastero, ambos no son objeto de estudio ya que no se realiza ninguna función dentro de ellos.

3.2- Constructivas.

Para explicar las características constructivas se va a realizar primero las que tiene que ver con el uso del local como sala de conciertos y en segundo lugar las que son importantes para las aulas de música.

La sala tiene un volumen de 930m^3 y su forma se podría decir que es rectangular, con dos partes bien diferenciadas; el escenario que está elevado ente 0,4 y 0,9 respecto de la línea del suelo de butacas, y la otra parte sería la zona de espectadores que tiene una inclinación para favorecer las visuales.

El escenario tiene una superficie en planta de 80m^2 ; el suelo es de parque, el techo es un falso techo de escayola y las paredes laterales son tabiques de fábrica de ladrillo con guarnecido y enlucido de yeso y posterior pintado y todas ellas con cortinas de terciopelo.

La zona de butacas tiene una superficie de 135m^2 ; el suelo es de hormigón, el techo es un falso techo de escayola, las paredes son muros de hormigón pintado, la pared del fondo tiene una parte de tabique de fábrica de ladrillo con guarnecido y enlucido de yeso y posterior pintado y otra parte que son ventanas con un cristal simple y el mobiliario no es fijo y son sillas de plástico.

En las aulas de música predominan los materiales reflectantes, el suelo es de hormigón, las paredes son tabiques de fábrica de ladrillo con guarnecido y enlucido de yeso y un posterior pintado y el techo es de hormigón en las aulas pequeñas y de falso techo de escayola en las otras aulas.

Los tipos de paramentos verticales de separación entre recintos son los que se muestran a continuación y su posición está representada en el plano tipos de paramentos verticales.

- Tipo 1: Muro de sótano de 30cm de espesor pintado por su cara interior.
- Tipo 2: Tabique de fábrica de ladrillo compuesta por un ladrillo de dimensiones 24x11.5x8 y un guarnecido y enlucido de yeso pintado de 1cm de espesor por ambas caras.
- Tipo 3: Tabique de fábrica de ladrillo compuesta por un ladrillo de dimensiones 28x10x13 y un guarnecido y enlucido de yeso pintado de 1 cm de espesor por ambas caras.

3.3.- Reportaje fotográfico.







Descripción de parámetros

4.- Descripción de parámetros.

Para describir los parámetros que se van a tener en cuenta, se va a separar en tres partes; en primer lugar se van a estudiar los comunes a la sala de conciertos y a las aulas de música, en segundo lugar los que pertenecen a la sala de conciertos y por últimos los correspondientes a las aulas de música.

4.1.- Parámetros de la sala y de las aulas de música.

4.1.1.- Ruido de fondo.

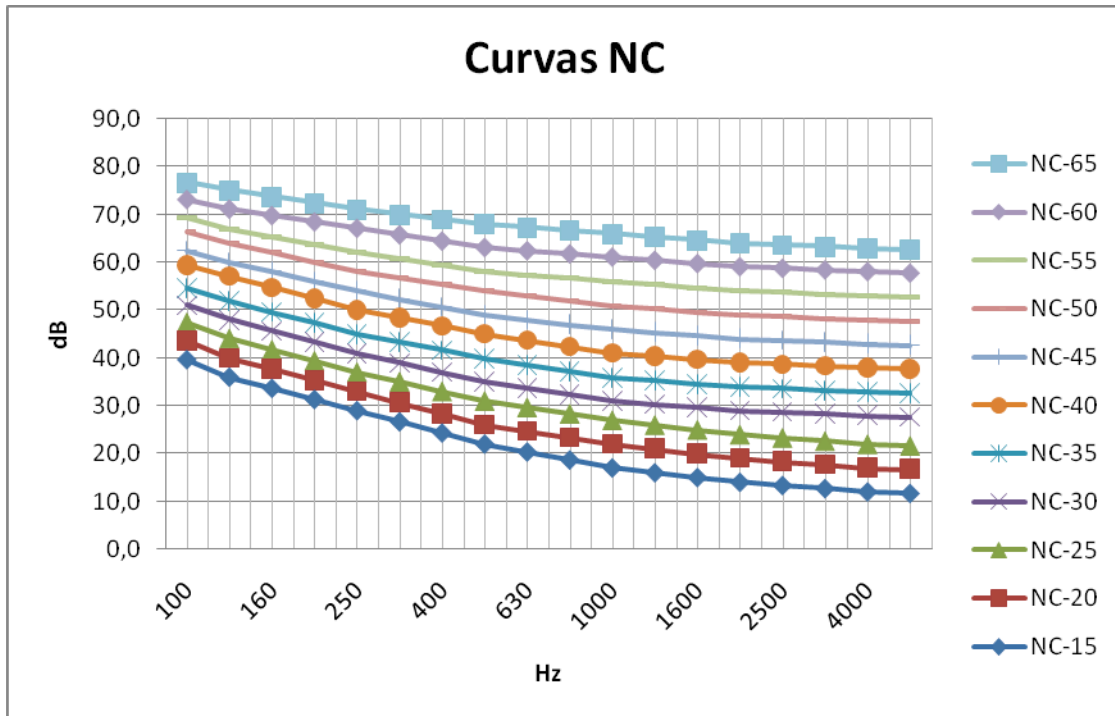
La evaluación objetiva del grado de molestia que un determinado ruido ambiental provoca en un oyente se realiza por comparación de los niveles de ruido existentes en un recinto, en cada tercio de octava comprendido entre 100 Hz y 5 kHz, con un conjunto de curvas de referencia denominadas NC (“Noise Criteria”).

Las curvas NC son, además, utilizadas de forma generalizada para establecer los niveles de ruido máximos recomendables para diferentes tipos de recintos en función de su aplicación (oficinas, salas de conferencias, teatros, salas de conciertos, etc.). Se dice que un recinto cumple una determinada especificación NC (por ejemplo: NC- 20) cuando los niveles de ruido de fondo, medidos en cada una de dichas bandas de octava, están por debajo de la curva NC correspondiente.

A continuación se muestran los valores de cada curva NC en su frecuencia correspondiente.

F(hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1125	1600	2000	2500	3150	4000	5000
NC-65	76,7	75,0	73,7	72,3	71,0	70,0	69,0	68,0	67,3	66,7	66,0	65,3	64,7	64,0	63,7	63,3	63,0	62,7
NC-60	73,0	71,0	69,7	68,3	67,0	65,7	64,3	63,0	62,3	61,7	61,0	60,3	59,7	59,0	58,7	58,3	58,0	57,7
NC-55	69,3	67,0	65,3	63,7	62,0	60,7	59,3	58,0	57,3	56,7	56,0	55,3	54,7	54,0	53,7	53,3	53,0	52,7
NC-50	66,3	64,0	62,0	60,0	58,0	56,7	55,3	54,0	53,0	52,0	51,0	50,3	49,7	49,0	48,7	48,3	48,0	47,7
NC-45	62,3	60,0	58,0	56,0	54,0	52,3	50,7	49,0	48,0	47,0	46,0	45,3	44,7	44,0	43,7	43,3	43,0	42,7
NC-40	59,3	57,0	54,7	52,3	50,0	48,3	46,7	45,0	43,7	42,3	41,0	40,3	39,7	39,0	38,7	38,3	38,0	37,7
NC-35	54,7	52,0	49,7	47,3	45,0	43,3	41,7	40,0	38,7	37,3	36,0	35,3	34,7	34,0	33,7	33,3	33,0	32,7
NC-30	51,0	48,0	45,7	43,3	41,0	39,0	37,0	35,0	33,7	32,3	31,0	30,3	29,7	29,0	28,7	28,3	28,0	27,7
NC-25	47,3	44,0	41,7	39,3	37,0	35,0	33,0	31,0	29,7	28,3	27,0	26,0	25,0	24,0	23,3	22,7	22,0	21,7
NC-20	43,7	40,0	37,7	35,3	33,0	30,7	28,3	26,0	24,7	23,3	22,0	21,0	20,0	19,0	18,3	17,7	17,0	16,7
NC-15	39,7	36,0	33,7	31,3	29,0	26,7	24,3	22,0	20,3	18,7	17,0	16,0	15,0	14,0	13,3	12,7	12,0	11,7

Según se puede observar, las curvas NC siguen de forma aproximada la evolución de la sensibilidad del oído en función de la frecuencia. Ello significa que, para una determinada curva NC, los niveles SPL máximos permitidos a bajas frecuencias (sonidos graves) son siempre más elevados que los correspondientes a frecuencias altas (sonidos agudos), ya que el oído es menos sensible a medida que la frecuencia considerada es menor.



En la siguiente tabla se muestran las curvas NC recomendadas para diferentes tipos de recintos.

TIPOS DE RECINTOS	CURVA NC RECOMENDADA
Estudios de grabación	15
Salas de conciertos y teatros	15-25
Hoteles(habitaciones individuales)	20-30
Salas de conferencias/aulas	20-30
Despachos de oficinas/bibliotecas	30-35
Hoteles(vestíbulos y pasillos)	35-40
Restaurantes	35-40
Salas de ordenadores	35-45
Cafeterías	40-45
Polideportivos	40-50
Talleres (maquinaria ligera)	45-55
Talleres (maquinaria pesada)	50-65

4.1.2.- Grado de reverberación RT.

Se define el tiempo de reverberación a una frecuencia determinada como el tiempo (en segundos) que transcurre desde que el foco emisor se detiene hasta el momento en que el nivel de presión sonora SPL cae 60 dB con respecto a su valor inicial.

Un recinto con un RT grande se denomina “vivo” (nave industrial, iglesia, etc.), mientras que si el RT es pequeño recibe el nombre de recinto “apagado” o “sordo” (locutorio, estudio de grabación, etc.). Ambas denominaciones coinciden con las del apartado anterior, lo cual es lógico habida cuenta de que el nivel de campo reverberante aumenta con el tiempo de reverberación.

Por lo general, el RT varía con la frecuencia, tendiendo a disminuir a medida que ésta aumenta. Ello es debido, en parte, a las características de mayor absorción con la frecuencia de los materiales comúnmente empleados como revestimientos, así como a la absorción del aire, especialmente manifiesta en recintos grandes y a altas frecuencias.

Habitualmente, cuando se establece un único valor recomendado de RT para un recinto dado, se suele hacer referencia al obtenido como media aritmética de los valores correspondientes a las bandas de 500 Hz y 1kHz. Se representa por RT_{mid} .

En general, el valor más adecuado de RT_{mid} depende tanto del volumen del recinto como de la actividad a la que se haya previsto destinarlo. Por ejemplo, como se verá en capítulos sucesivos, cuando se trata de salas destinadas a la palabra, es conveniente que los valores de RT sean bajos, con objeto de conseguir una buena inteligibilidad, mientras que en el caso de salas de conciertos son recomendables unos valores apreciablemente más elevados a fin de que la audición musical resulte óptima.

A continuación se muestran los márgenes de valores recomendados de RT_{mid} para diferentes tipos de salas en el supuesto de sala ocupada.

TIPOS DE RECINTOS	TR_{mid}
Estudios de grabación	0,2-0,4
Cines	1,0-1,2
Salas de conferencias	0,7-1,0
Aulas	0,5-0,7
Salas multiusos	1,2-1,5
Teatros	1,0-1,2
Ópera	1,2-1,5
Música de cámara	1,3-1,7
Salas de conciertos	1,8-2,0
Iglesias	2,0-3,0

También decir, que el tiempo de reverberación va ligado a la relación entre el volumen de la sala y el número de espectadores; en el caso de una sala de conciertos la relación debe de ser entre 3 y $4,2m^3$ /espectador.

La calidez (BR) y el brillo (Br) va completamente ligado al tiempo de reverberación y su evaluación se realiza a partir de valores de TR en determinadas frecuencias según se indica en las expresiones siguientes.

$$BR = \frac{TR_{125} + TR_{250}}{TR_{500} + TR_{1000}} = 1$$

$$Br = \frac{TR_{2000} + TR_{4000}}{TR_{500} + TR_{1000}} = > 0,87$$

Se dice que una sala tiene calidez acústica si presenta una buena respuesta a frecuencias bajas. La palabra calidez representa, pues, la riqueza de graves, la suavidad y la melosidad de la música en la sala. Como medida objetiva de la calidez se suele utilizar el parámetro BR (“Bass Ratio”). Se define como la relación entre la suma de los a frecuencias bajas (125 Hz y 250 Hz) y la suma de los tiempos de reverberación correspondientes a frecuencias medias (500 Hz y 1 kHz). El margen de valores recomendados de BR para una sala de conciertos destinada a música y totalmente ocupada es:

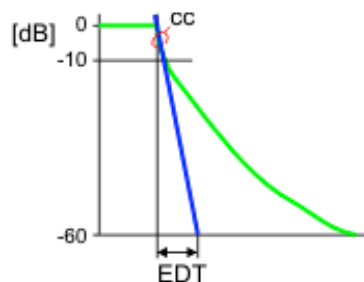
$$1,10 \leq BR \leq 1,45$$

Por otra parte, el término brillante se ha elegido como indicativo de que el sonido en la sala es claro y rico en armónicos. Por definición, el brillo Br de una sala es la relación entre la suma de los tiempos de reverberación RT a frecuencias altas (2 kHz y 4 kHz) y la suma de los RT correspondientes a frecuencias medias (500 Hz y 1 kHz). El valor recomendado de Br para salas totalmente ocupadas:

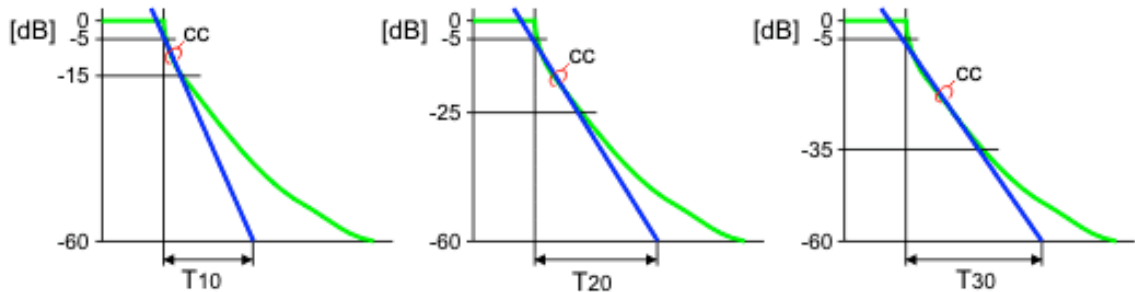
$$Br \leq 0,87$$

No obstante, conviene tener presente que el brillo no será, por lo general, mayor que 1. Ello se debe a la pérdida de energía de las ondas sonoras al propagarse a través del aire causada por la fricción existente entre sus partículas. Dicha inevitable absorción tiene lugar a partir de la frecuencia de 2 kHz, aumenta con la frecuencia y también aumenta a medida que la humedad relativa disminuye. Excepcionalmente, el sonido de una sala puede llegar a ser excesivamente brillante en el caso de que se utilice de forma incorrecta un sistema electrónico de amplificación del sonido.

Los diferentes grados de reverberación a analizar son; por un lado EDT (Early Decay Time), el cual se deriva de la sección curva de caída entre 0 dB y 10 dB por debajo del nivel inicial.



Por el otro lado; TR10, TR20, TR30; los cuales nos aportan la información sobre la decadencia de sonido difuso y se derivan de la sección curva de caída entre 5 dB y 15 dB, 5 y 25, 5 y 35 por debajo del nivel inicial.

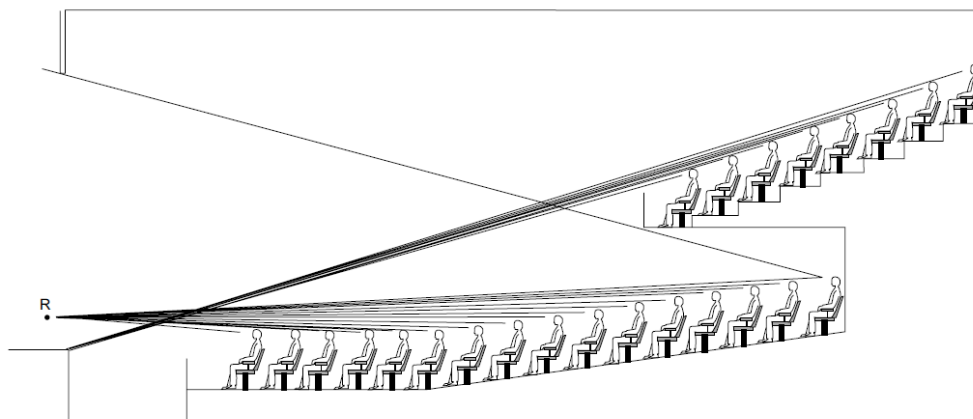


4.2.- Parámetros de la sala de conciertos.

4.2.1.- Visuales.

Uno de los objetivos prioritarios en un teatro o en una sala de conciertos es que el sonido directo que llega a cada espectador no sea obstruido por los espectadores situados delante. Este requerimiento se cumple si existe una buena visibilidad del escenario.

El diseño de las visuales en una sala se basa en la siguiente consideración: los ojos se hallan, como promedio, 100 mm por debajo de la parte más elevada de la cabeza. Por lo tanto, la inclinación del suelo debe ser tal que permita el paso de la visual por encima de la cabeza del espectador situado en la fila inmediatamente anterior. Para que esto se cumpla la elevación entre rayos de dos espectadores consecutivos debe estar entre 8 y 12 cm.



La ubicación del punto de referencia R en el escenario condiciona el resultado final. Habitualmente, para los asientos de platea R se suele situar a una altura entre 0,6 y 0,9 m del suelo correspondiente a la parte anterior del escenario, mientras que para las localidades del anfiteatro se sitúa directamente sobre el suelo de dicha zona.



4.2.2.-Ecos y focalizaciones.

Uno de los objetivos fundamentales en el diseño de una sala de conciertos es evitar la aparición de ecos y focalizaciones del sonido. En una sala de conciertos, el eco es toda aquella reflexión de nivel significativo que alcanza al oyente en un instante de tiempo superior a los 80 ms desde la llegada del sonido directo. El eco resulta totalmente pernicioso tanto para los músicos como para los espectadores.

Los ecos suelen ser debidos a la existencia de una pared posterior reflectante, o bien a la presencia de un reflector de esquina. Para que efectivamente aparezca un eco, la distancia entre el escenario y la superficie conflictiva debe ser superior a 13,8 m, ya que en tal caso la reflexión generada llegará con un retardo superior a los 80 ms.

Las focalizaciones se producen cuando la superficie generadora de reflexiones tiene una forma cóncava que concentra la energía reflejada en una zona concreta de la sala ocupada por el público o hacia el escenario.

4.2.3.- Adecuada relación señal fondo.

En una sala, para que tenga una adecuada relación señal fondo se debe potenciar al máximo la señal procedente del escenario y disminuir el ruido de fondo.

Existen dos formas de potenciar la señal procedente del escenario; una es que la distancia entre el emisor y el receptor sea la mínima posible y la otra reforzando el sonido directo.

Para que la distancia entre emisor y receptor sea la menor posible se debe tener en cuenta la forma de la planta y que exista una pendiente en la zona de audición para procurar que ningún espectador situado en la platea se encuentre a una distancia del escenario superior a, aproximadamente, 30 m. En los anfiteatros, la distancia puede ser mayor, pudiéndose incluso llegar a los 40 m, siempre y cuando las paredes y el techo generen primeras reflexiones destacadas en dichas zonas. Esta máxima distancia se establece tanto por motivos acústicos como visuales.

Con la colocación de superficies reflectoras próximas a la fuente se consigue reforzar el sonido directo y para ello también se debe tener en cuenta la forma de la sala ya que debe garantizar la existencia de primeras reflexiones significativas en todos sus puntos (reflexiones con un retardo de hasta 80 ms desde la llegada del sonido directo) y, en especial, de primeras reflexiones laterales.

La existencia de primeras reflexiones en una sala contribuye a un aumento de la claridad musical (C_{80}), de la sonoridad (G) y, en muchos casos, a una mayor intimidad acústica (t_i). Si además dichas reflexiones son laterales, se produce una mejora del grado de impresión espacial en la sala (amplitud aparente de la fuente sonora mayor). Las reflexiones laterales más importantes son las que llegan a los oídos de los espectadores con un ángulo entre 35° y 75° respecto al plano vertical que pasa a través suyo y del centro del escenario.

A continuación se enumeran tres tipos de diseños que garantizan la existencia de primeras reflexiones laterales significativas:

- > Sala estrecha de planta rectangular
- > Utilización de paneles reflectantes separados de las paredes laterales y con una inclinación adecuada
- > Distribución de los asientos en diversas zonas a diferente nivel, a modo de terrazas trapezoidales

A la hora de limitar el ruido de fondo se debe prestar atención a tres aspectos; el exterior, las salas o recintos anejos y el acceso y las instalaciones.

La correcta ubicación del edificio sumada a la distribución de espacios en el interior y el correcto aislamiento de los cerramientos es fundamental para que dentro de la sala se tenga un nivel de fondo adecuado. También se debe acondicionar acústicamente las salas anejas y crear unos accesos con doble puerta para que se garantice un aislamiento suficiente. Por último, las instalaciones tienen un papel importante en el diseño de la sala ya que se debe aislar el recinto donde estén ubicadas y en algunos casos es necesario que tengan un comportamiento especial para que no sobrepasar el nivel de ruido de fondo adecuado.

4.2.4.- Impresión espacial.

Los dos componentes básicos de la impresión espacial del sonido son la amplitud aparente de la fuente sonora y la sensación de sonido envolvente.

La amplitud aparente de la fuente sonora se asocia con la sensación de que el sonido que llega del escenario proviene de una fuente de mayor amplitud que la correspondiente a la fuente real. Cuanto mayor sea la amplitud aparente de la fuente sonora, mayor será la impresión espacial del sonido y mejor resultará la valoración subjetiva de la calidad acústica de la sala.

La amplitud aparente de la fuente sonora aumenta con el número de primeras reflexiones que inciden lateralmente sobre el oyente. Ello es debido a que el oído las suma con el sonido directo, con lo cual la localización de la fuente tiende a ser ambigua. Por otra parte, la existencia de primeras reflexiones laterales importantes hace que aumente el grado de disimilitud entre los sonidos que llegan a los dos oídos, tanto por la diferencia entre los caminos recorridos como por el obstáculo que representa la presencia de la cabeza. Cuanto mayor sea la diferencia entre ambos sonidos, mayor será la amplitud aparente de la fuente sonora.

Existen dos parámetros que permiten cuantificar el grado de amplitud aparente de la fuente sonora. Se trata de la eficiencia lateral, relacionada con la energía de primeras reflexiones laterales, y de la correlación cruzada interaural, asociada al grado de disimilitud entre las primeras reflexiones que llegan a ambos oídos.

La sensación de sonido envolvente, o sensación de sentirse envuelto por el campo sonoro, constituye la segunda componente básica de la espacialidad del sonido. Cuando un sonido es marcadamente envolvente se dice que el grado de sensación envolvente es alto.

La condición acústica que favorece esta sensación es que el sonido reverberante llegue a los oídos del oyente por un igual en todas las direcciones, es decir, que el grado de difusión sea elevado. Para ello es necesario que existan destacadas irregularidades y/o relieves en las superficies límite de la sala, o bien cualquier tipo de ornamentación. El parámetro que mide el grado de difusión es el índice de difusión.

4.2.5.- Claridad musical C_{80} .

La claridad musical C_{80} indica el grado de separación entre los diferentes sonidos individuales integrantes de una composición musical.

$$C_{80} = 10 \log \frac{\int_0^{0,08} p^2(t) dt}{\int_{0,08}^{\infty} p^2(t) dt} \quad (\text{en dB})$$

El C_{80} se define como la relación entre la energía sonora que llega al oyente durante los primeros 80 ms desde la llegada del sonido directo y la que le llega después de los primeros 80 ms, calculada en cada banda de frecuencias entre 125 Hz y 4 kHz.

La elección del intervalo temporal de 80 ms se debe a que, cuando se trata de música, las reflexiones que llegan al oyente dentro de dicho intervalo son integradas por el oído junto con el sonido directo y, por tanto, contribuyen a aumentar la claridad musical. Se recomienda para la sala vacía y ocupada que el valor medio de los C_{80} correspondientes a las bandas de 500 Hz, 1 kHz y 2 kHz se sitúe preferentemente entre:

$$\begin{aligned} \text{Vacía:} & \quad -4 \leq C_{80} \leq 0 \text{ dB} \\ \text{Ocupada:} & \quad -2 \leq C_{80} \leq +2 \text{ dB} \end{aligned}$$

La claridad musical no sólo depende de la relación energética que da origen a su definición sino que también es función de una serie de factores puramente musicales, así como de la habilidad y virtuosismo de los intérpretes. Habitualmente se utiliza el valor medio:

$$C_{80} = \frac{C_{80}(500\text{Hz}) + C_{80}(1\text{kHz}) + C_{80}(2\text{kHz})}{3} \quad (\text{en dB})$$

4.2.6.- Intimidad.

Este parámetro se asocia con la sensación que tiene el oyente de escuchar la música en un espacio de dimensiones más reducidas que las dimensiones reales de la sala pero, también se utiliza el término de intimidad acústica para denominar el grado de conexión o identificación entre el oyente y la orquesta, es decir, si el oyente se siente inmerso o, por contra, distante de la música que está escuchando.

El grado de intimidad acústica está con el intervalo de tiempo (en milisegundos) en un punto cualquiera de una sala, existente entre la llegada del sonido directo procedente del escenario y la primera reflexión significativa que llega al mismo. El valor recomendado de este parámetro en el centro de la platea debe ser:

$$T \leq 20\text{ms}$$

La razón principal por la cual se elige el centro de la platea como punto representativo de T de la sala es que los valores correspondientes a puntos cercanos a las paredes o a los frontales de los anfiteatros o palcos son siempre cortos y por tanto, no resultan útiles para juzgar el grado de intimidad acústica de un recinto.

4.2.7.- Sonoridad.

La sonoridad G se corresponde con el grado de amplificación producido por la sala. Depende de la distancia del oyente al escenario, de la energía asociada a las primeras reflexiones, de la superficie ocupada por el público y del nivel de campo reverberante. La sonoridad G se define como la diferencia entre el nivel total de presión sonora L_p producido por una fuente omnidireccional en un determinado punto de una sala y el nivel de presión sonora producido por la misma fuente situada en campo libre y medido a una distancia de 10 m.

En nuestro caso, dada la dificultad de cumplir las condiciones para medir la sonoridad, analizaremos el parámetro llamado “relative strenght”, el cual nos dará un valor aproximado de la sonoridad.

4.3.- Parámetros de las aulas.

4.3.1.- Aislamiento.

El aspecto más importante a tener en cuenta en las aulas es el aislamiento entre ellas y entre los recintos adjuntos. El objetivo del aislamiento consiste en limitar dentro de las aulas y recintos en unas condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias que el ruido pueda producir en los usuarios.

Para satisfacer el objetivo, las aulas se deben de proyectar, construir y mantener de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus recintos tengan las características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido de impacto, ruido de vibraciones y sobretodo de ruido aéreo que es el que se va a analizar.

Los valores límite que se indican en el código técnico de la edificación van en función del nivel de ruido en la calle de día; tomando como dato anterior 60dB el aislamiento entre aulas debe de ser de 30dB. En nuestro caso, se debe tener en cuenta que las aulas son de música donde se tocan los instrumentos y pueden alcanzar niveles mayores a los de la palabra, por lo tanto se deberá alcanzar en las particiones entre estancias aislamientos mayores a los exigidos por el código técnico de la edificación para que los usuarios de recintos adjuntos puedan realizar un uso sin ningún tipo de molestia acústica.

4.3.2.- Claridad C_{50} y STI (speech articulation index).

La claridad C_{50} es la diferencia en dB entre la energía que llega en los primeros 50ms respecto a la que llega después de los 50ms; y STI mide la inteligibilidad de la palabra en base a los índices de modulación de transferencia en varias frecuencias. Estos son dos parámetros que corresponden a la palabra pero se van a analizar para saber cómo respondería la sala en el caso de que hubiera alguna conferencia. Habitualmente se utiliza el valor medio ponderado:

$$C_{80}=0,15 \cdot C_{50}(500\text{Hz})+0,25 \cdot C_{50}(1\text{kHz})+0,35 \cdot C_{50}(2\text{kHz})+0,25 \cdot C_{50}(4\text{kHz})= (\text{en dB})$$

$$C_{50} = 10 \log \frac{\int_0^{0,05} p^2(t) dt}{\int_{0,05}^{\infty} p^2(t) dt} \quad (\text{en dB})$$



A continuación se muestra la inteligibilidad de la palabra según su STI:

STI(RASTI)	Inteligibilidad palabra
0-0.3	Mala
0.3-0.45	Pobre
0.45-0.6	Aceptable
0.6-0.75	Buena
0.75-1	Excelente



Toma de datos



5.- Toma de datos.

En este apartado se van a nombrar los diversos instrumentos utilizados en las mediciones, las Normas seguidas para la obtención de datos y evaluación de ellos y la manera de calcular diversos parámetros.

5.1.- Instrumentos.

Los instrumentos utilizados para realizar todas las mediciones han sido:

- Sonómetro BRUEL & KJAER modelo 2238 N° Serie 2684693
- Micrófono BRUEL & KJAER Tipo 4188 N° Serie 02669426
- Fuente sonora BRUEL & KJAER Tipo 4224 N° Serie 1877773
- Dirac BRUEL & KJAER 2671 N° Serie 2265334

5.2.-Normativa.

5.2.1.- Tiempo de reverberación.

Para la medición del tiempo de reverberación se ha seguido la Norma UNE-EN ISO 354 en que explica que las mediciones deben realizarse en las bandas de tercios de octavas desde las frecuencias de 100 Hz hasta la frecuencia de 5000 Hz, tal y como se especifica en la Norma ISO 226.

El método empleado ha sido el de respuesta impulsiva que consiste en la evolución temporal de la presión sonora observada en un punto del recinto como resultado de la emisión de un impulso de Dirac en otro punto de la sala.

También se ha seguido la Norma UNE-EN ISO 3382-1, en la que indica que no se debe admitir ninguna sobresaturación en ninguna fase del equipo de medida, y para ello se ha utilizado indicadores de niveles para detectarlas. Además se ha seguido lo descrito en la Norma referente a las posiciones de medición donde explica que la fuente acústica se debe colocar donde se situarían generalmente las fuentes sonoras naturales en el recinto, es decir, en el escenario. Las posiciones de los micrófonos se han colocado donde se encuentran habitualmente los oyentes y ninguna de ellas se ha colocado cerca de la fuente sonora para evitar una influencia demasiado fuerte del sonido, además se han colocado a una altura de 1,2m del nivel del suelo, lo que corresponde a la altura de los oídos de los oyentes sentados.

5.2.2.- Ruido de fondo.

A la hora de tomar los niveles del ruido de fondo se han realizado en cada recinto del local 5 medidas abarcando toda la superficie para posteriormente realizar un promedio de ellas. La situación de cada recinto durante las mediciones debe ser la misma que cuando se está haciendo un uso normal de este, por tanto en nuestro caso se ha encendido el sistema de alumbrado y en algunos casos el sistema de refrigeración en forma de ventiladores suspendidos en el techo.

5.2.3.- Aislamiento.

Para el procedimiento de medición del aislamiento aéreo se ha seguido la norma UNE-EN ISO 140-4 de 1999 en la cual indica que los parámetros necesarios a medir para evaluar el aislamiento de elementos de construcción son el nivel medio de presión sonora en el recinto emisor, el nivel (L1), el nivel medio de presión sonora en el recinto receptor (L2), el tiempo de reverberación del recinto receptor (T2) y el nivel de ruido de fondo del recinto receptor (B2).

La precisión del equipo de medida del nivel sonoro cumple con los requisitos de precisión clase 0 ó 1 definidos en las Normas CEI 60651 y CEI 60804. El sistema de medida completo incluyendo el micrófono debería de ajustarse antes de cada medición empleando un calibrador acústico que cumpla con los requisitos de precisión clase 1 en la Norma CEI 60942, pero al tratarse de un estudio con una finalidad puramente docente no se ha realizado. EL equipo de medida del tiempo de reverberación cumple con los requisitos de la Norma ISO 354.

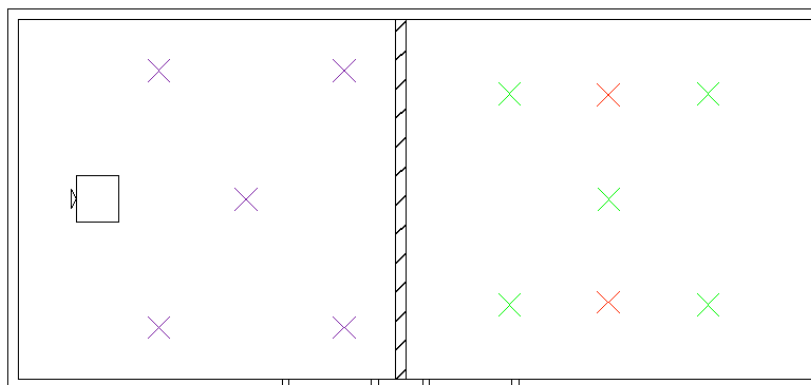
Las mediciones in situ se han realizado en bandas de tercios de octava con un ruido rosa generado en el recinto emisor y con un espectro continuo en el rango de frecuencias considerado. La potencia sonora ha sido lo suficientemente alta como para que el nivel de presión sonora en el recinto receptor sea, al menos, 10 dB más alto que el nivel de ruido de fondo de cualquier banda de frecuencias; en el caso de que esto no se cumpla se han aplicado las correcciones del apartado 6.6 de la Norma.

La fuente sonora se ha posicionado de tal forma que se ha creado un campo tan difuso como ha sido posible y a una distancia tal del elemento constructivo separador y de los elementos laterales que no ha influenciado la transmisión, de manera que la radiación directa sobre ellos no ha sido dominante.

El nivel medio de presión sonora se ha obtenido mediante un micrófono situado cada vez en una posición distinta y siguiendo siempre y cuando lo ha permitido las dimensiones de los recintos las siguientes distancias:

- 0,7m entre posiciones de micrófono.
- 0,5m entre cualquier posición de micrófono y los bordes del recinto.
- 1m entre cualquier posición de micrófono y la fuente sonora.

En vez de realizar 10 mediciones en cada recinto como indica la normativa, al tratarse de un estudio puramente docente se han realizado 5 medidas. A continuación se muestra un ejemplo de las mediciones tomadas y la posición de cada una de ellas para evaluar el aislamiento de un cerramiento vertical.



Emisor(L1)

Receptor(L2)

Ruido de fondo

Tiempo de reverberación



Para la medición del aislamiento al ruido aéreo entre dos recintos se ha tomado 5 medidas en el local emisor (L1), 5 medidas en el local receptor (L2), 5 medidas del ruido de fondo en el local receptor (B2) y 2 medidas del tiempo de reverberación en el local receptor (T2).

A la hora de evaluar el aislamiento se ha realizado conforme a la Norma UNE-EN ISO 717-1 de 1996, la cual indica que los valores obtenidos en las mediciones se deben comparar con los valores de referencia a las frecuencias de medición en el rango de 100Hz a 3150 Hz. El valor que buscamos es $D_{nt,w}$ que corresponde en la curva de referencia a 500Hz.

5.3.- Procedimiento seguido en las mediciones.

Durante toda la medición se han seguido dos procesos; uno utilizando el sonómetro integrador para medir niveles y otro utilizando el Dirac para medir parámetros.

En primero lugar se explica el proceso seguido para tomar las medidas con el sonómetro integrador. Antes de realizar cualquier ajuste se borran las medidas guardadas en la memoria del sonómetro y se cambia la configuración en análisis de frecuencias para así poder obtener el espectro de la medida.

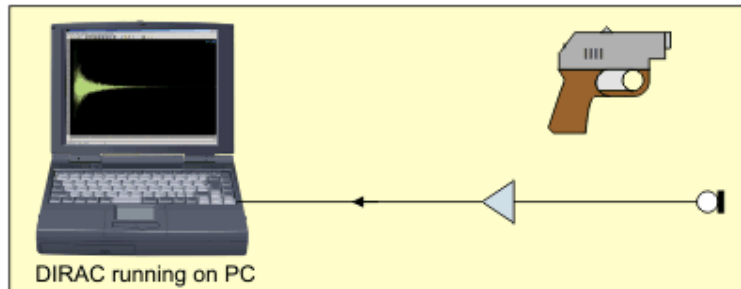
Una vez realizado lo anterior, se elige el ancho de banda que será en tercios de octava desde la frecuencia de 100Hz hasta la de 5000Hz, después se marca el número de barridos que se desea realizar, en este caso se han puesto 3 barridos para el ruido de fondo y 1 barrido en las medidas del aislamiento ya que al tomarse 5 medidas mínimo de cada recinto se obtenía una muestra suficientemente representativa. Por último se deben ajustar los niveles para evitar la saturación y el subgama y realizar la medición.

Durante el tiempo en el que el sonómetros este recogiendo datos, es importante no realizar ningún ruido que influya en la medición, por ejemplo en el caso de medir el ruido de fondo sería conveniente no moverse porque al medir niveles bajos nuestro movimiento podría interferir en la medición. También es importante, alejar lo máximo posible el micrófono del sonómetro de nosotros bien situando el sonómetro en un trípode o bien sujetándolo con la mano y extendiendo el brazo para que nuestra absorción influya lo mínimo posible en los datos.

Una vez obtenidos los datos se guardan en la memoria del sonómetros y se resetea antes de realizar la siguiente medición. Es conveniente apuntarse la posición de cada una de las mediciones así como algún dato representativo de esta para que cuando se vayan a analizar saber de donde son. Por último solo queda realizar el volcado de datos y ya están listos para ser analizados.

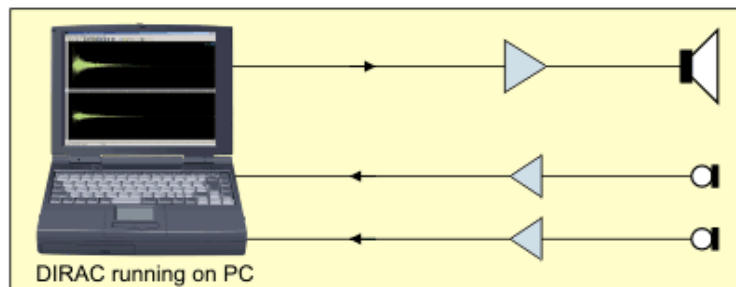
En el otro proceso seguido se ha utilizado un programa informático llamado Dirac. Dirac mide las respuestas impulsivas acústicas utilizando un ordenador con tarjeta de sonido y micrófonos. DIRAC calcula el espectro de frecuencias y muchos parámetros acústicos, tales como el tiempo de reverberación, la claridad y la fuerza del sonido, estos parámetros acústicos se determinarán de acuerdo con la norma ISO 3382 y las normas IEC60268-16.

Para fines docentes, es suficiente utilizar una pequeña fuente de sonido impulsivo, tal como una pistola en blanco. De esta manera, el sonido fuerza G, el tiempo de decaimiento temprano EDT, los tiempos de reverberación T10, T20 y T30, y las proporciones de energía C80, D50 y TS se pueden medir.

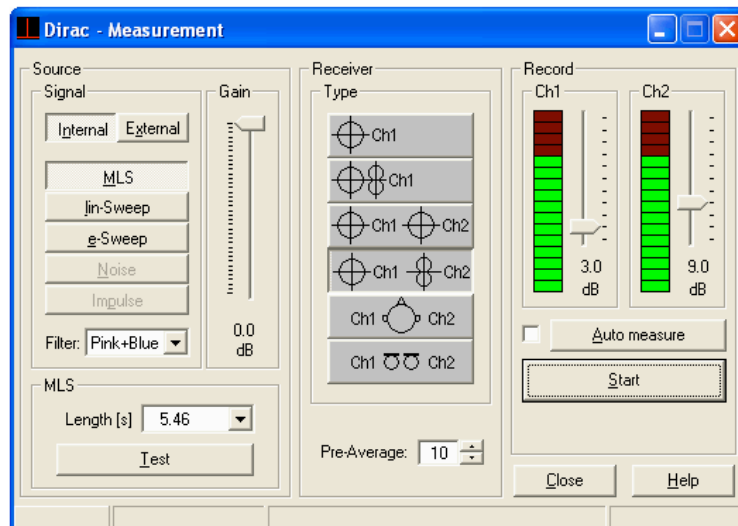


Las mediciones son más precisas y reproducibles con la MLS o la técnica de barrido con evolución, utilizando una tarjeta de sonido full-duplex. En este caso, la señal de excitación requerida es generada por DIRAC y se alimenta a una fuente de altavoz través de un amplificador de potencia.

Algunos de los parámetros acústicos requieren dos canales de grabación, tales como las fracciones de energía primeros laterales LF o LFC y el coeficiente Inter-aural de correlación cruzada IACC. En estos parámetros, es necesario una sesión de medición midiendo simultáneamente en dos posiciones, Dirac soporta dos canales de entrada.

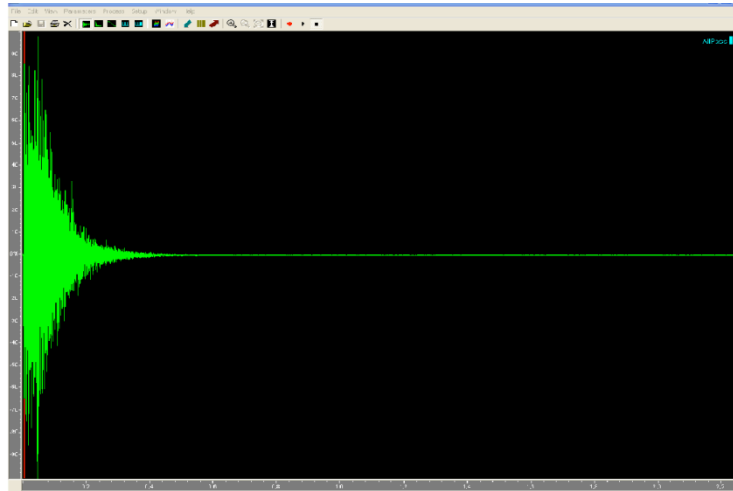


Antes de realizar cualquier medición se debe conectar todos los instrumentos necesarios para que funcione correctamente; fuente de alimentación, micrófono y ordenador con el programa Dirac. Una vez conectado todo se abre el Dirac y se pulsa la opción de medición, con lo que nos aparece una ventana similar a la que se muestra a continuación.



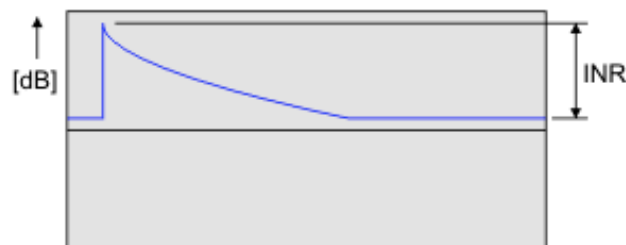
En ella se debe proceder a la calibración, en nuestro caso se ha elegido señal interna y MLS como muestra la imagen, pero en la parte donde se elige el micrófono, se han realizado las mediciones con un único micrófono por tanto se elige la primera opción. Una vez realizados todos los ajustes se procede a la calibración pulsando la tecla test, de esta forma se regula el nivel de potencia para evitar la saturación.

Cuando este calibrado se procede a la medición indicando el número de barridos, en nuestro caso han sido 4 y mediante el botón start se iniciará la medición. Una vez finalizada en la pantalla aparecerá la respuesta impulsiva de la medición tal como se muestra a continuación.

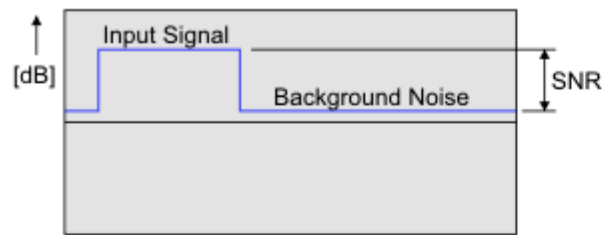


Antes de guardar la medición se debe asegurar si es válida o por el contrario no es servible; para ello se analizan dos parámetros que son el impulso responsable del ruido INR y la relación señal ruido SNR.

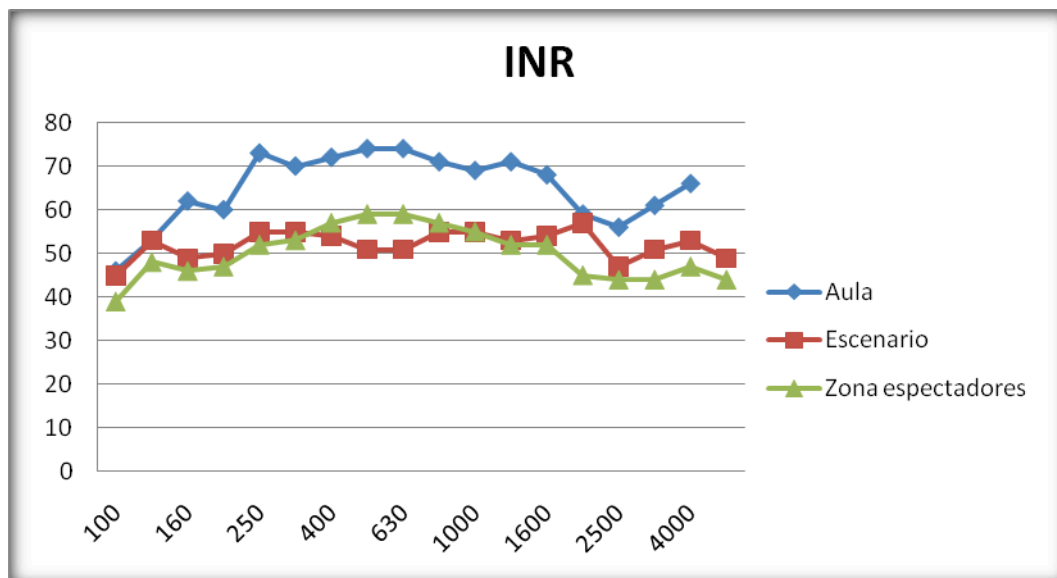
El INR se define como la relación logarítmica de la respuesta al impulso de nivel máximo y el nivel de ruido, y refleja la descomposición. Sirve como parámetro de medición de calidad general, relacionada con la medición del sistema en lugar de medición de la señal, y se calcula con cualquier tipo de receptor. De acuerdo con la norma ISO 3382, el INR debe ser por lo menos 35dB o 45 dB para la determinación exacta de T20 o T30, respectivamente. Con buenas mediciones, los valores de INR más prácticos están en el rango de 35 a 60 dB.



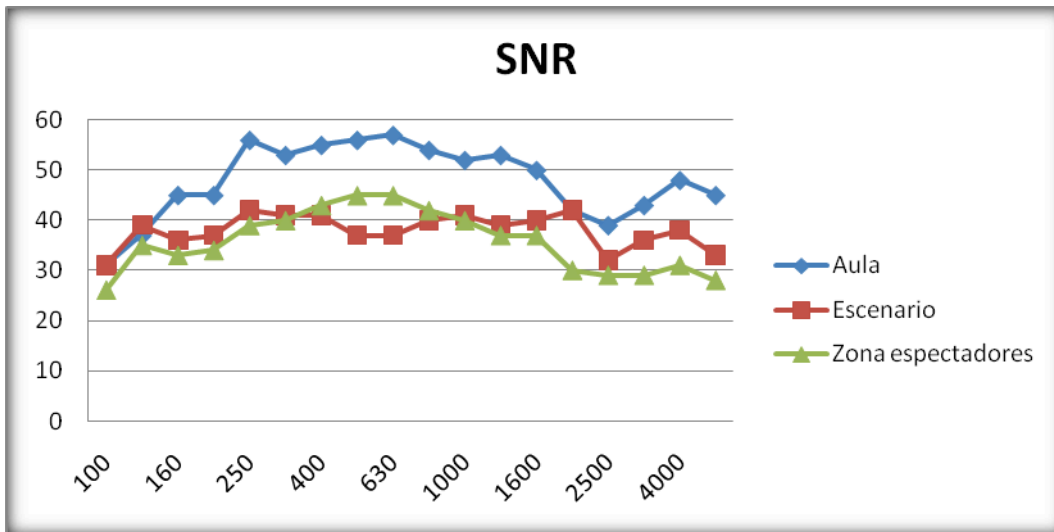
La relación señal a ruido SNR se define como la relación logarítmica del nivel de señal y el nivel de ruido. El SNR es un parámetro de medición de calidad general, relacionada con la señal de entrada en lugar de respuestas impulsivas. Con el fin de obtener la correcta SNR de una respuesta de impulso, el ruido debido al sistema de medición y debido a los cambios acústicos del sistema bajo prueba debe ser mucho menor que el ruido de fondo, y el valor medio debe ser 1. Ejemplos de cambios acústicos son personas caminando por ahí y los movimientos de aire. Dirac utiliza la SNR para determinar la inteligibilidad de la voz en situaciones en las que se deterioró no sólo por el sistema (por ejemplo habitación) bajo prueba, sino también por el ruido de fondo. Los valores SNR más prácticos deben variar entre 10 y 40 dB.



A continuación se muestra el INR de tres medidas tomadas en los recintos más representativos; aula, escenario y zona espectadores y como se observa en todas las frecuencias el nivel es superior a 35 por tanto se pueden considerar medidas de buena calidad.



En la siguiente gráfica se indica el valor de SNR de las mismas medidas que en el caso anterior y como se puede observar son de buena calidad ya que tiene un valor de relación señal ruido alto.

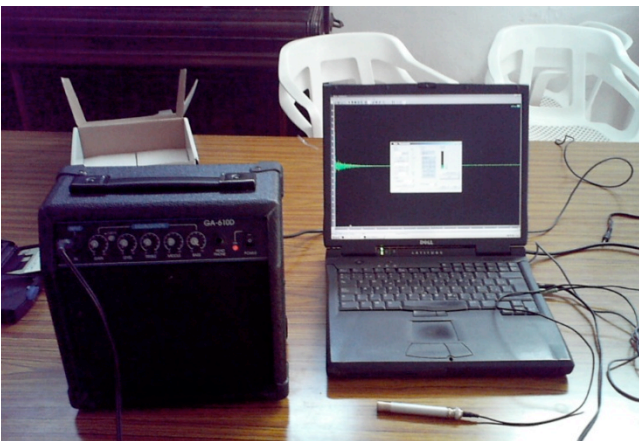


Como último paso del procedimiento, una vez obtenida la medida y comprobada su calidad se guarda para posteriormente analizarla.

Por último; se debe tener en cuenta que en todas las medidas van a tener una cierta incertidumbre por un lado provocado porque en las mediciones acústicas influyen muchos factores que no se pueden controlar como por ejemplo la temperatura o la humedad y si midiéramos dos veces el mismo parámetro en el mismo punto de la misma manera no se obtendrían los mismos resultados. Por otro lado, esta incertidumbre va asociada al método utilizado y sobre todo a la fuente sonora utilizada ya que el nivel de energía transmitido a frecuencias bajas es menor por tanto se tiene una incertidumbre alta en frecuencias graves, medias en frecuencias medias y bajas o mínima en frecuencias altas.

5.4.- Reportaje fotográfico.







Análisis de mediciones y parámetros

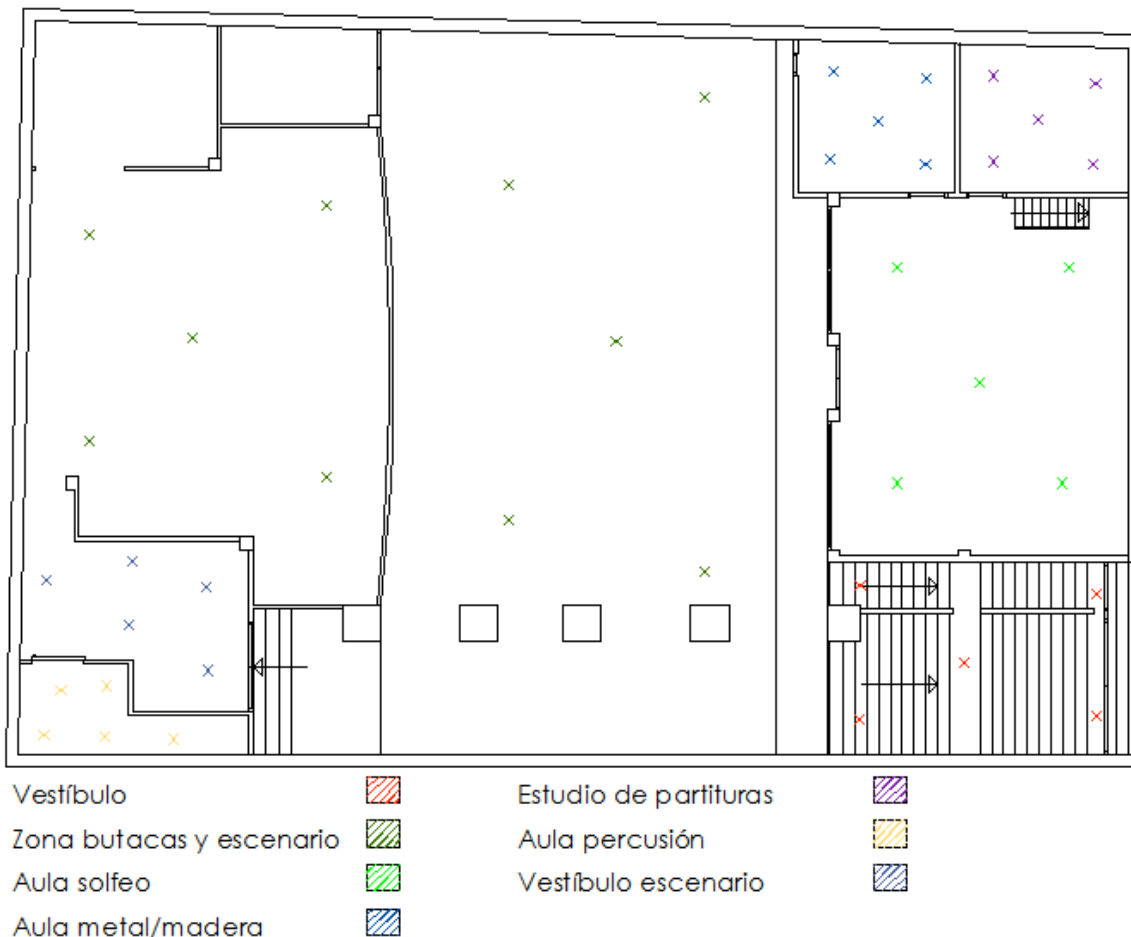
6.- Anàlisis de mediciones y paràmetros.

En este apartado se va a realizar un anàlisis de las mediciones y de los diferentes aspectos como visuales o reflexiones para determinar la calidad de los diferentes paràmetros. En primer lugar se analizaràn los aspectos comunes con la sala y las aulas, en segundo lugar los pertenecientes a la sala y por último los correspondientes a las aulas.

6.1.- Paràmetros de la sala y de las aulas de música.

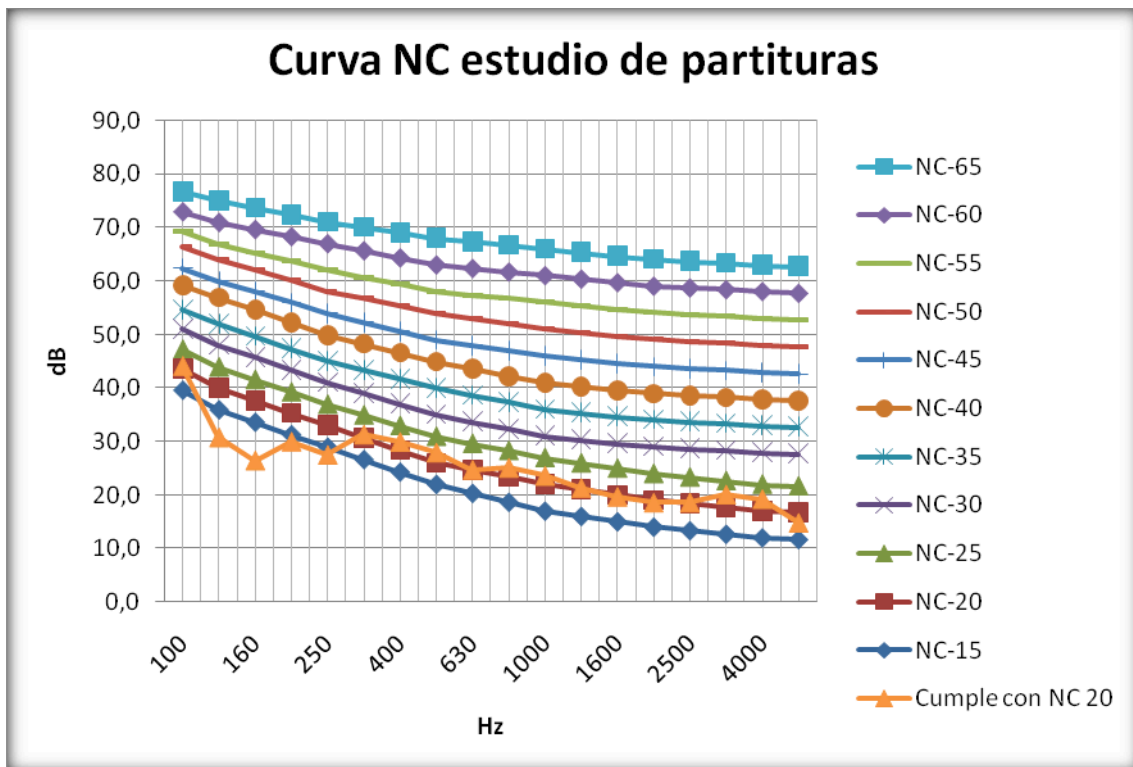
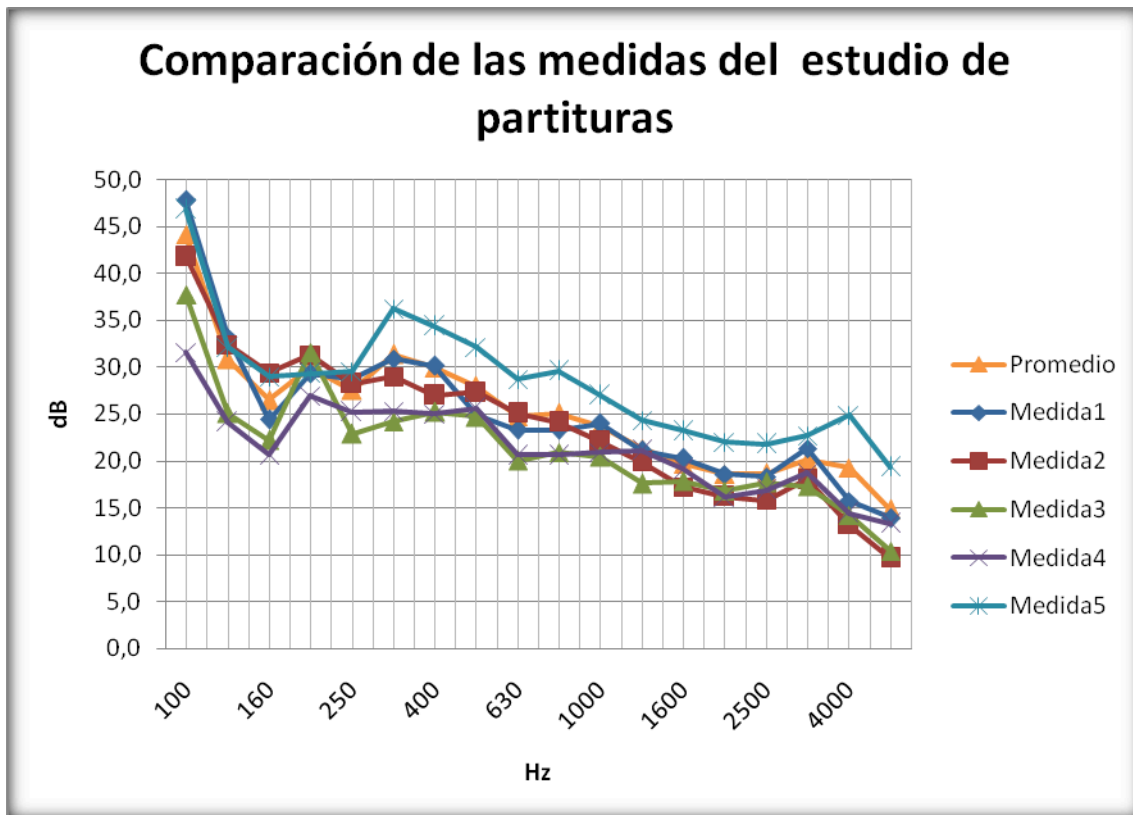
6.1.1.- Ruido de fondo.

A continuación se muestra el número de medidas realizadas y la posición en cada recinto. Con los valores obtenidos se ha realizado un promedio para posteriormente compararlas con las curvas NC y determinar el nivel de ruido de fondo.

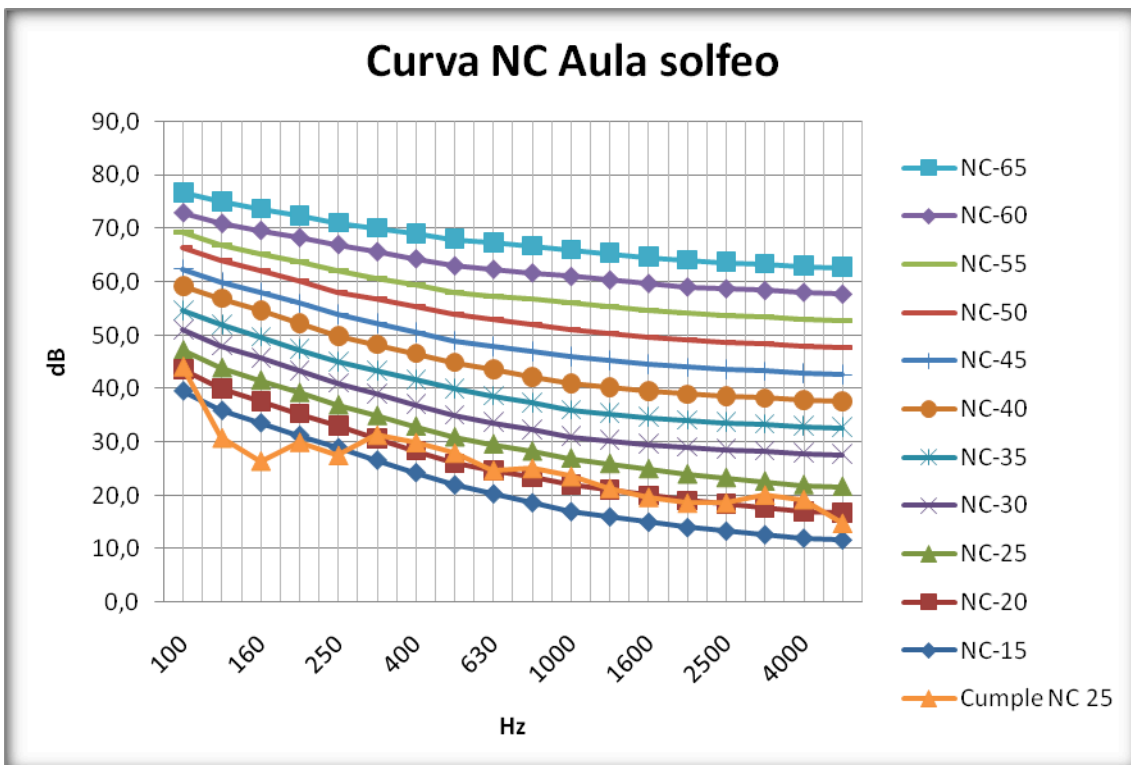
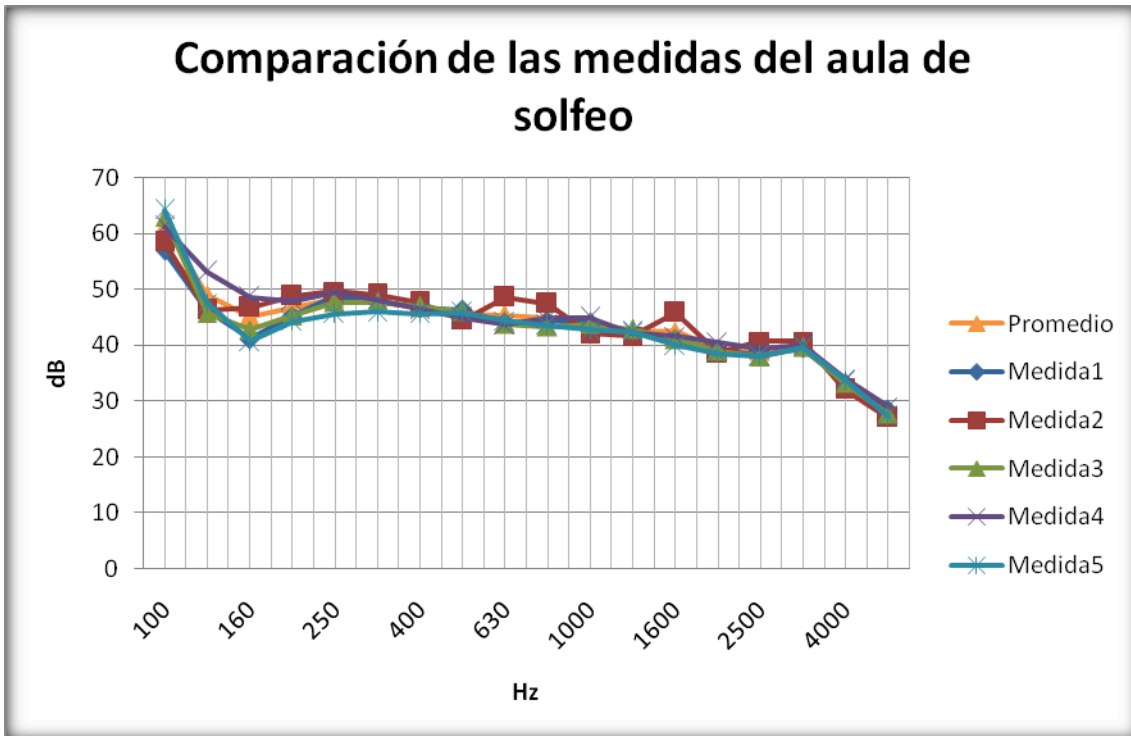


En este apartado se seguirá el mismo esquema en todos los recintos; una primera gráfica donde se muestran las medidas tomadas para observar si alguna de ellas es diferente a las demás y una segunda gráfica donde valorar mediante las curvas NC el nivel del ruido de fondo.

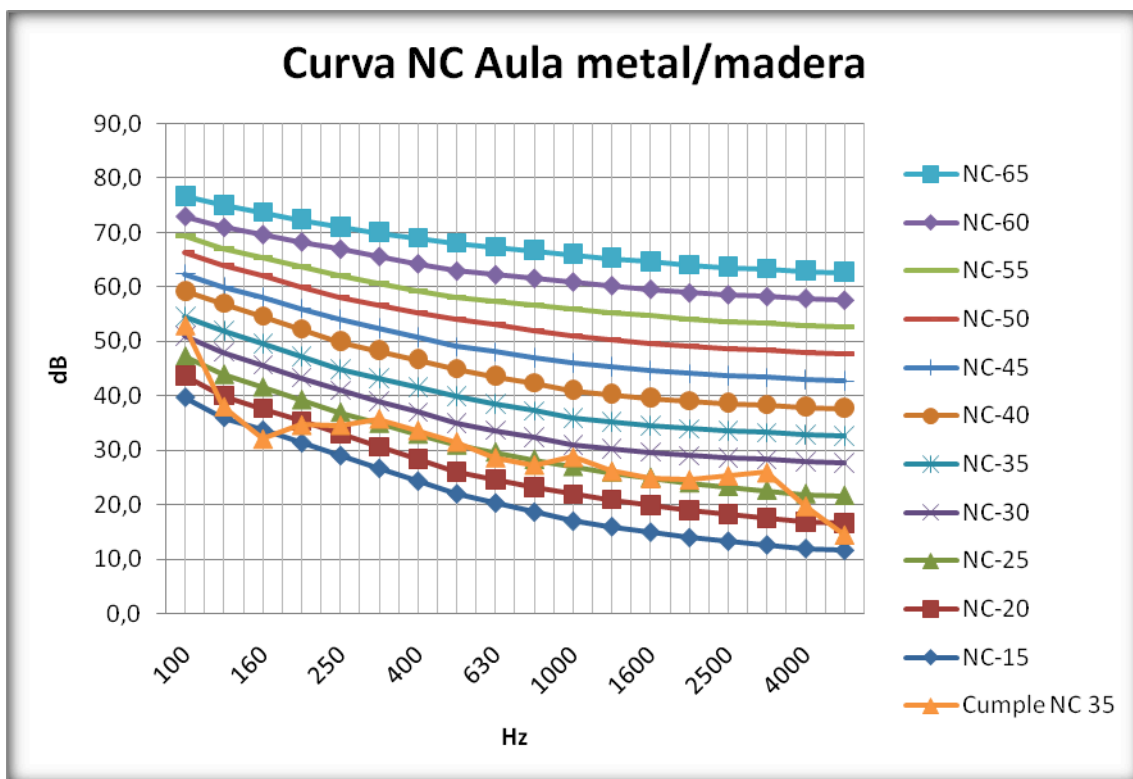
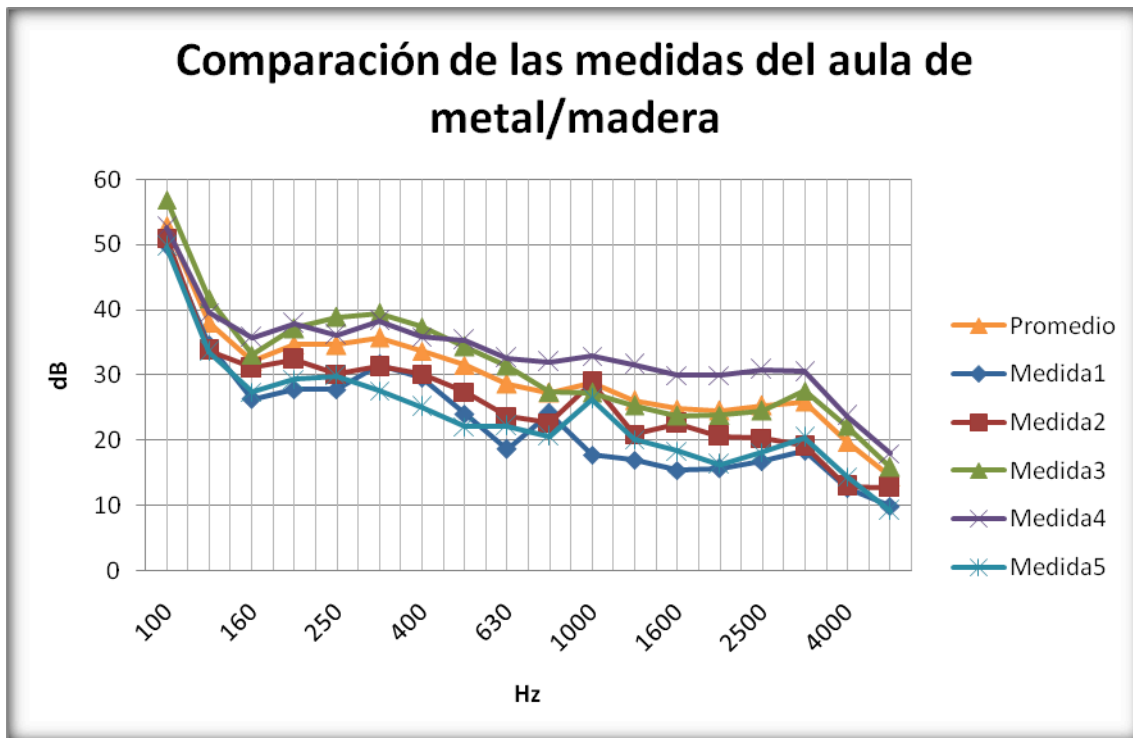
Se empieza el análisis con el aula donde se realizan modificaciones de partituras; y se observa que la medidas tomadas son parecidas a excepción de la medida 5 que es superior a las demás a partir de 315 Hz ello es debido a el sistema de iluminación que es deficiente.



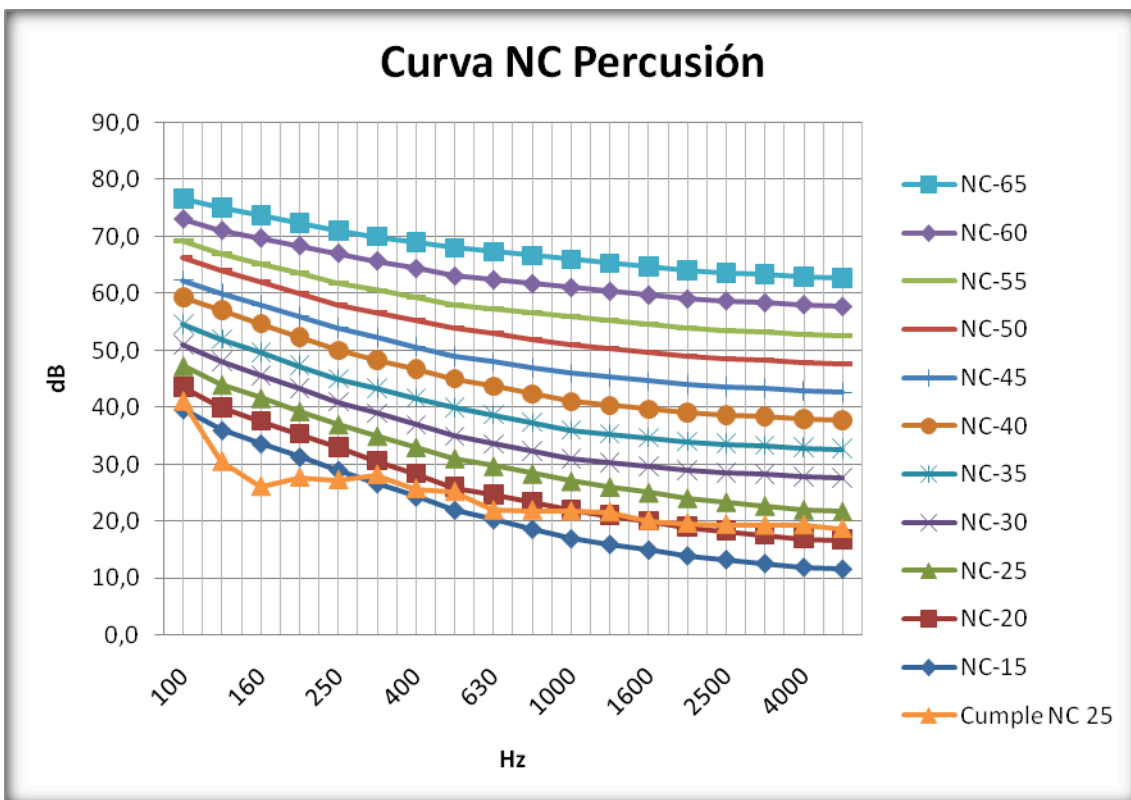
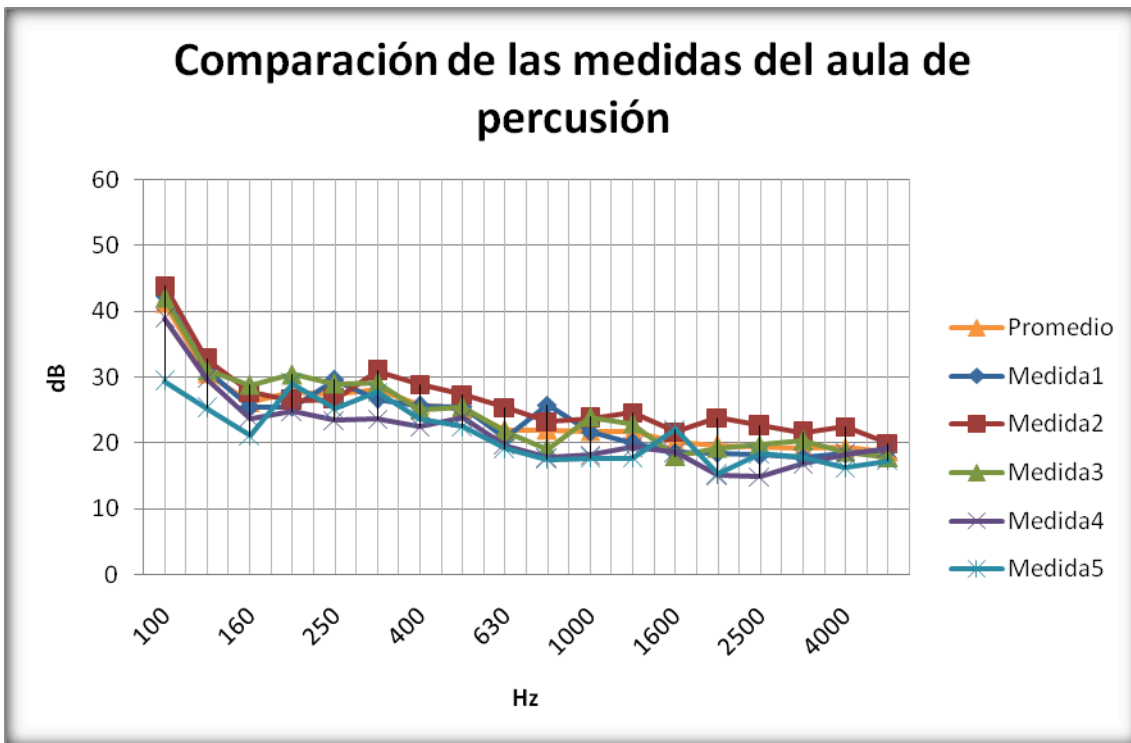
Las medidas tomadas en el aula de solfeo son uniformes, únicamente tenemos una diferencia notable de 2 o 3 dB en la medida 2 a la frecuencia de 630, 800 y 1600 Hz.



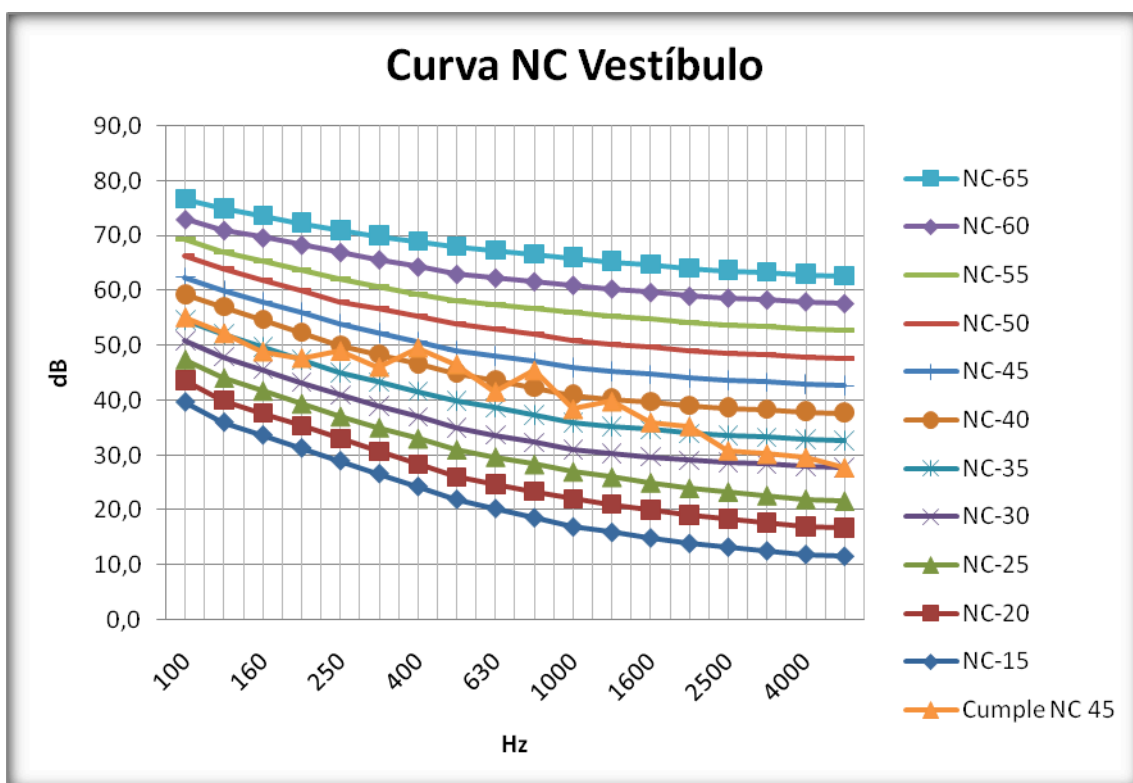
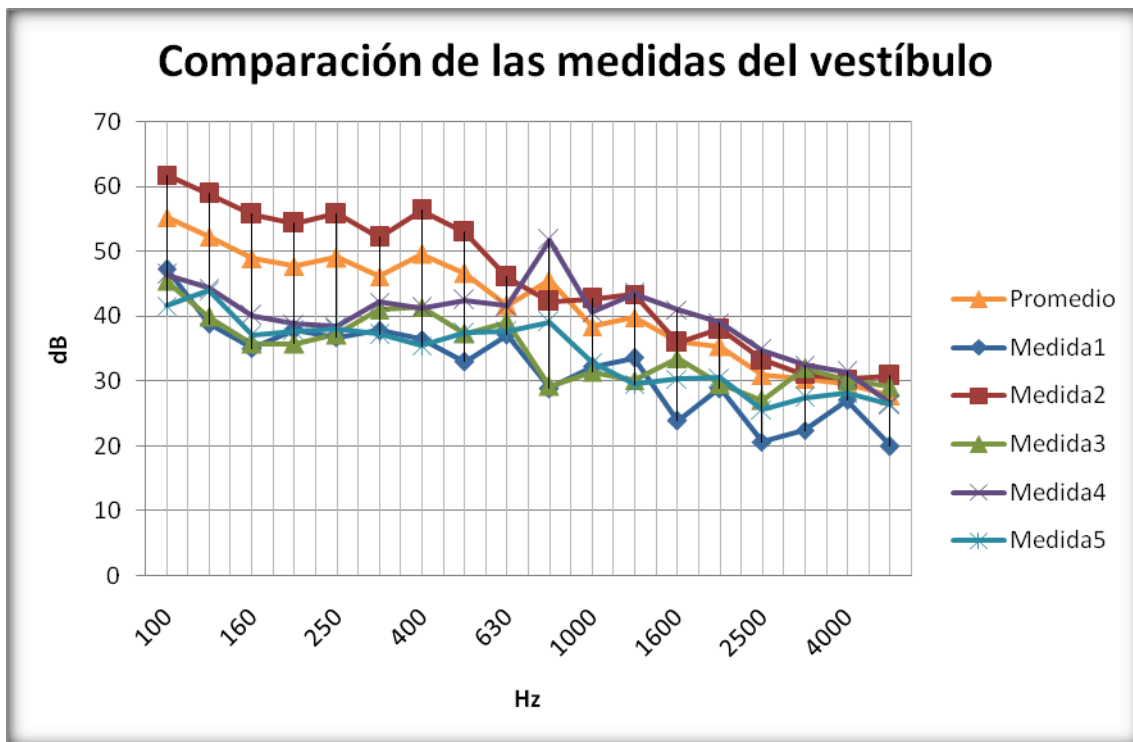
Las medidas tomadas en el aula de metal/madera son dispares debido a los aparatos electrónicos como ordenador y la fotocopiadora y a la radiación del sistema de iluminación.



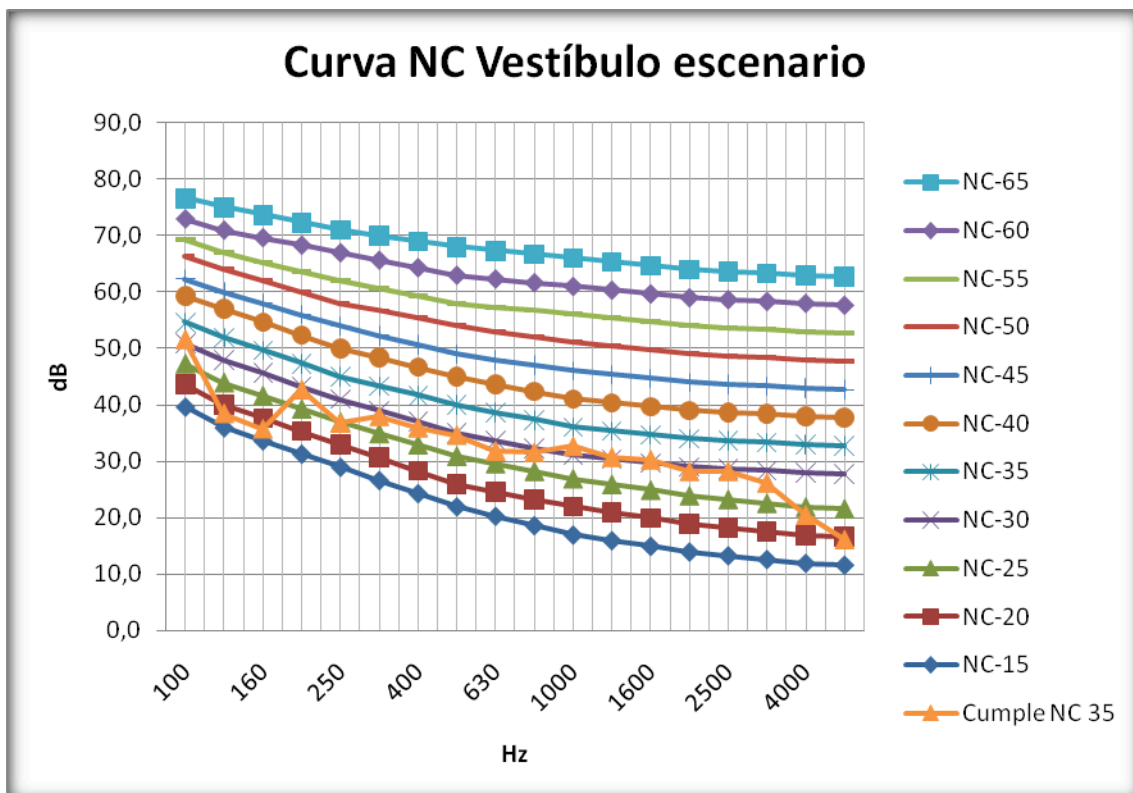
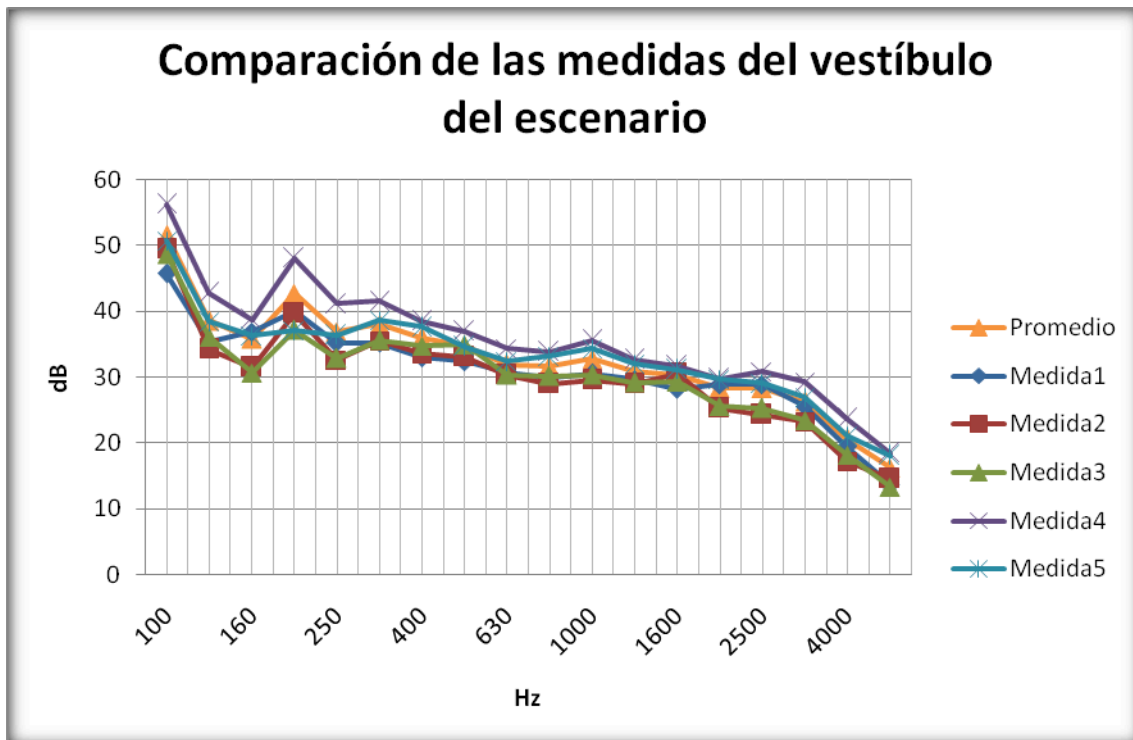
Las medidas tomadas en el aula de percusión están todas dentro de un mismo rango a excepción de la medida 5 en bajas frecuencias.



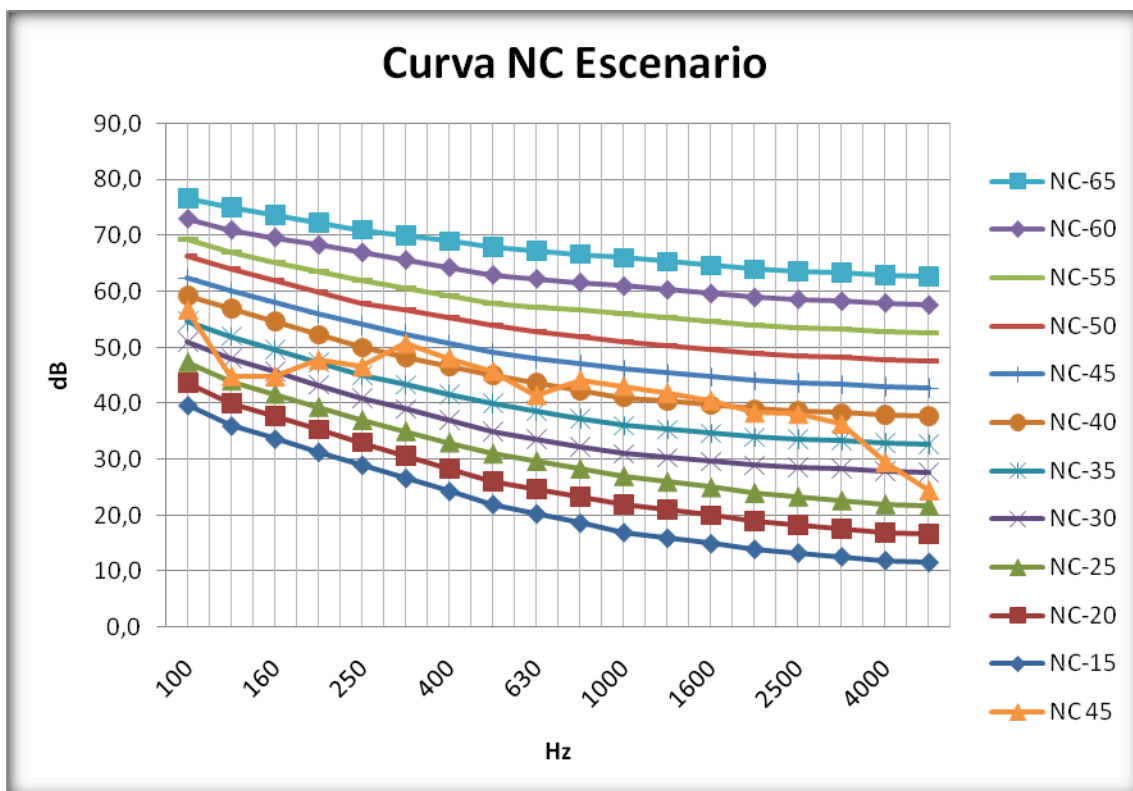
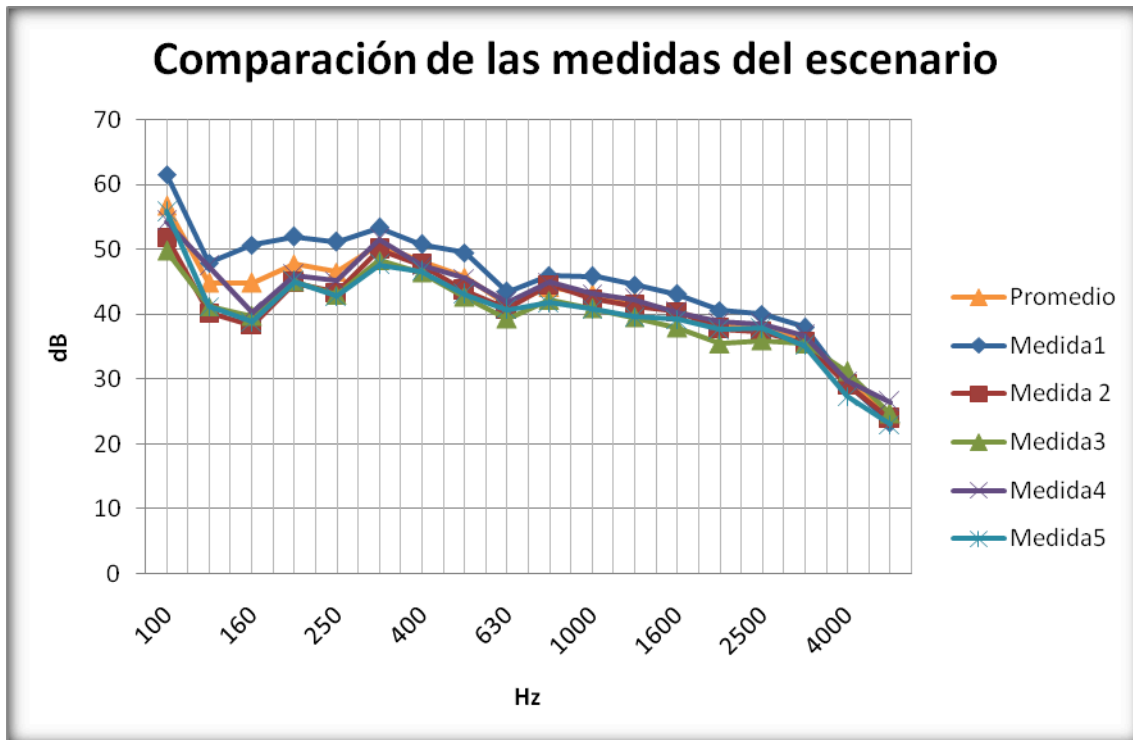
En las medidas tomadas en el vestíbulo de entrada hay mucha disparidad por la proximidad a la calle y el poco aislamiento de la puerta de entrada.



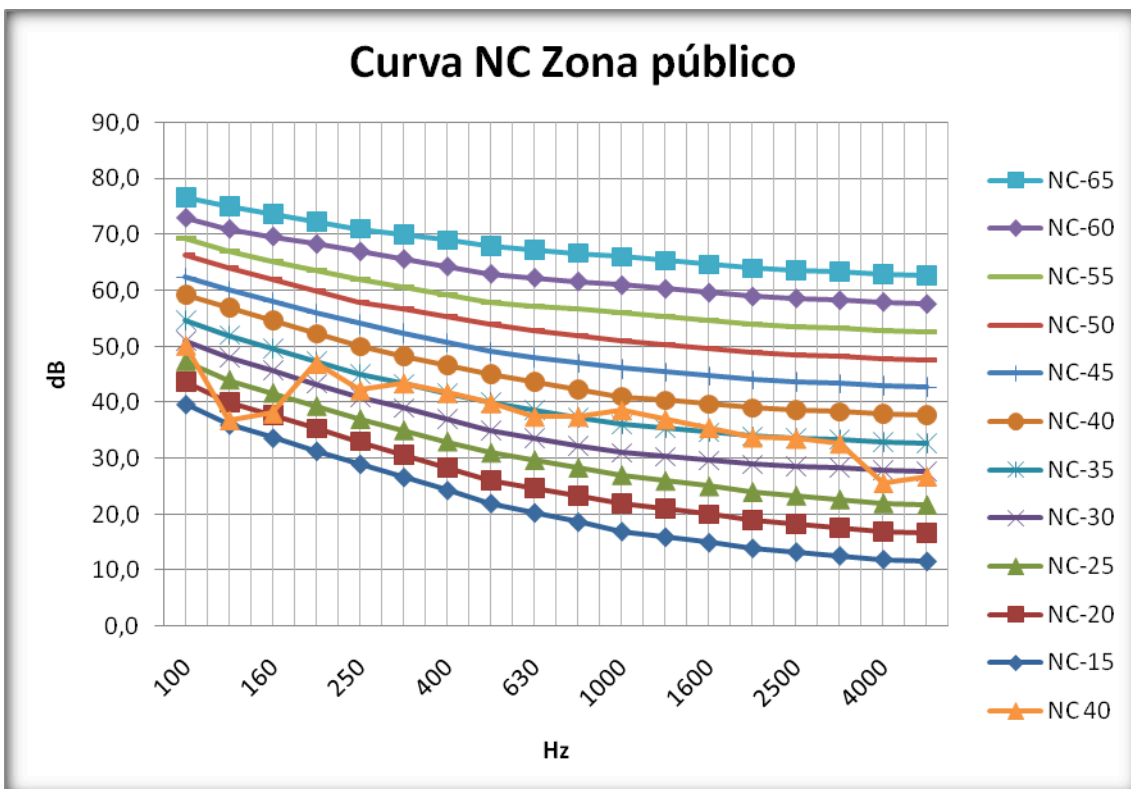
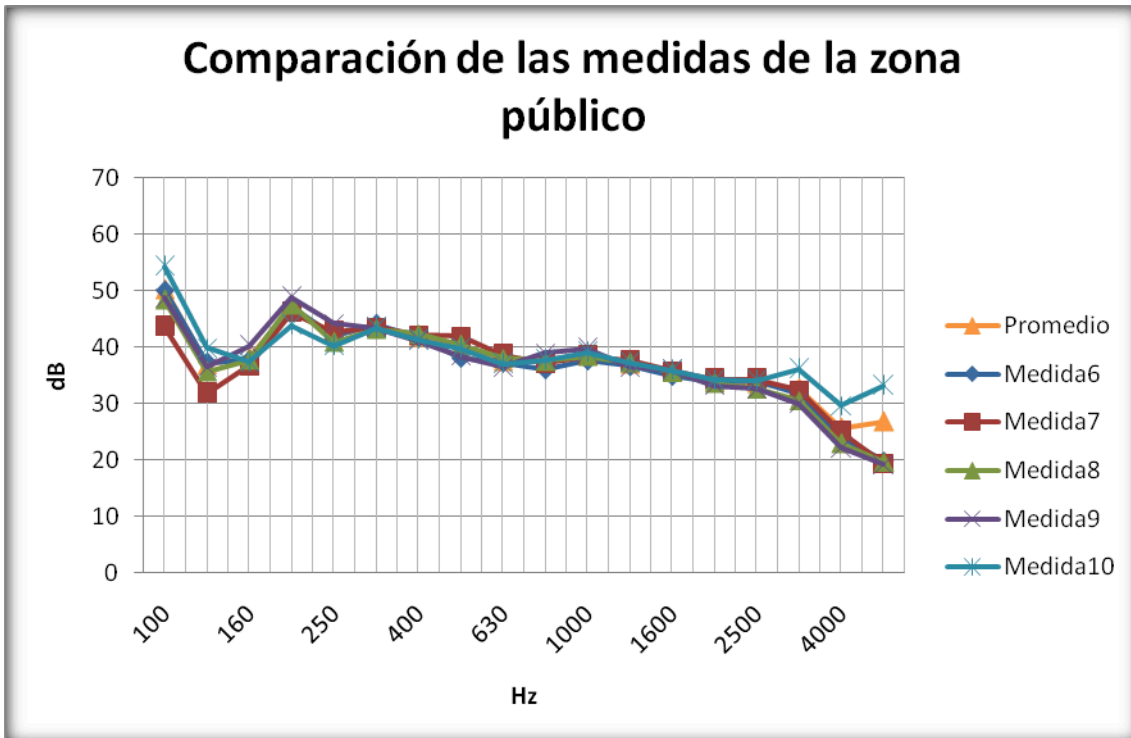
En las medidas tomadas en el vestíbulo de entrada al escenario se observa que aunque en la medida 4 hay una diferencia de niveles apreciable, todas las medidas en todas las frecuencias tiene una relación parecida.



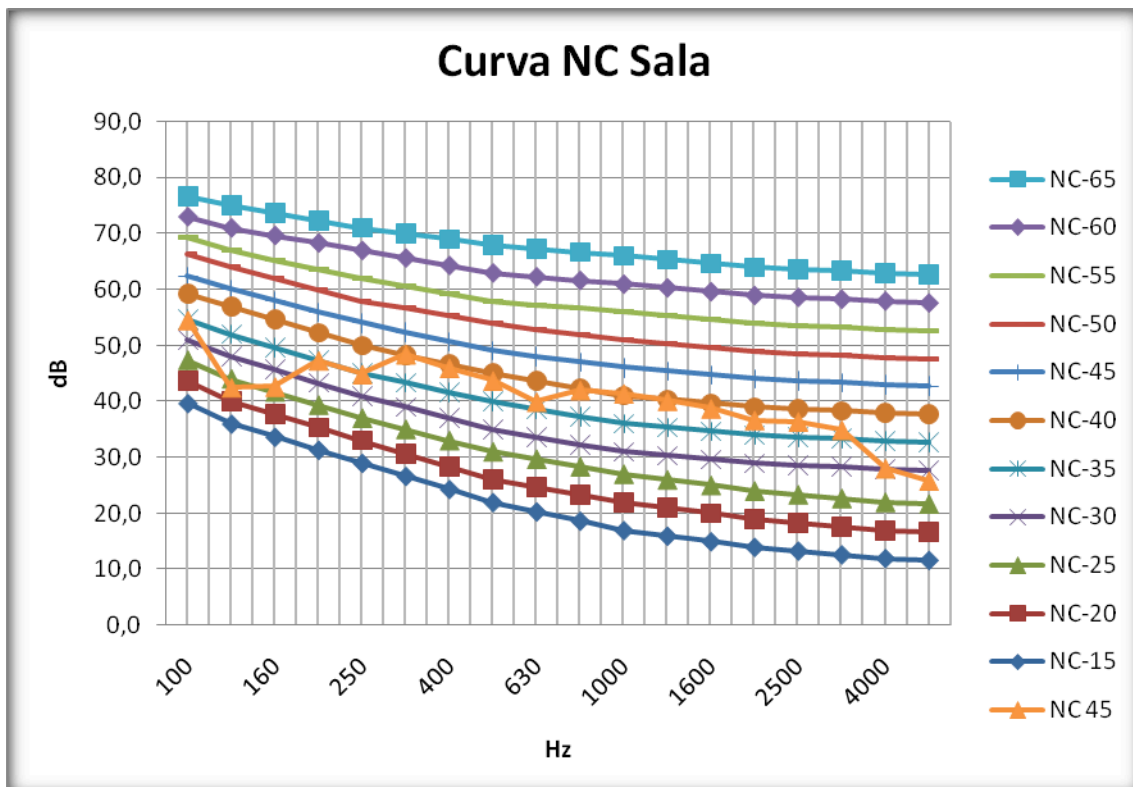
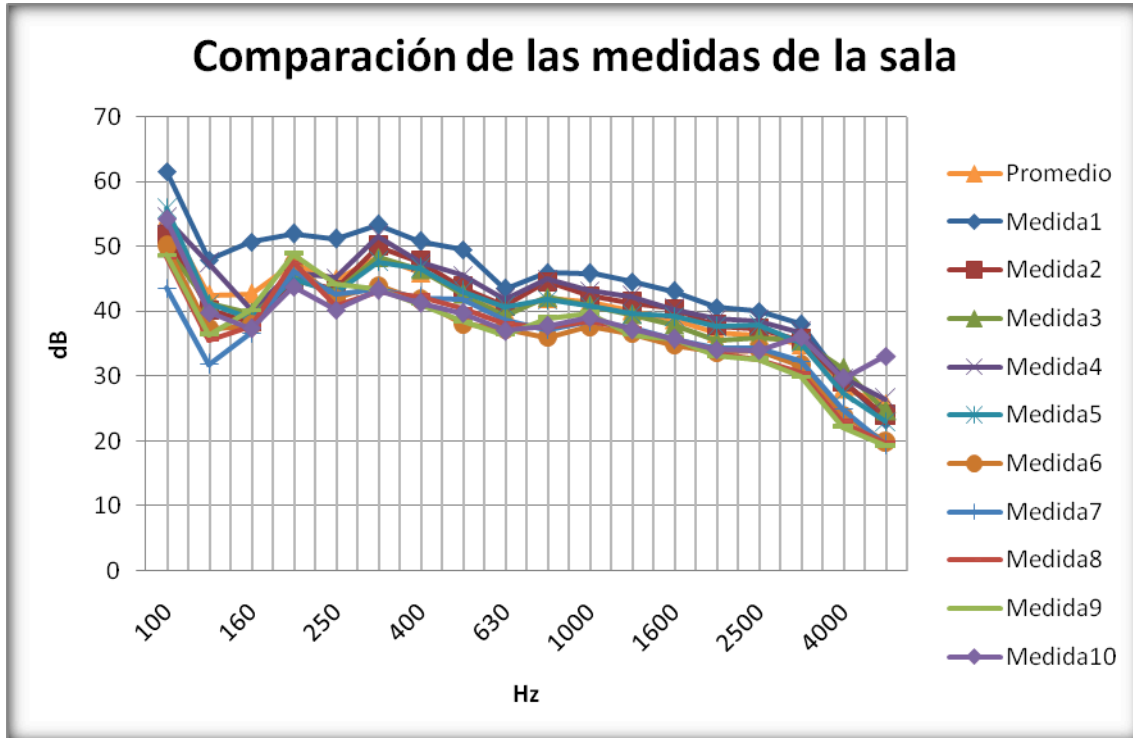
Para analizar el ruido de fondo de la sala primero se va a realizar el del escenario y la zona público por separado y posteriormente conjuntamente.



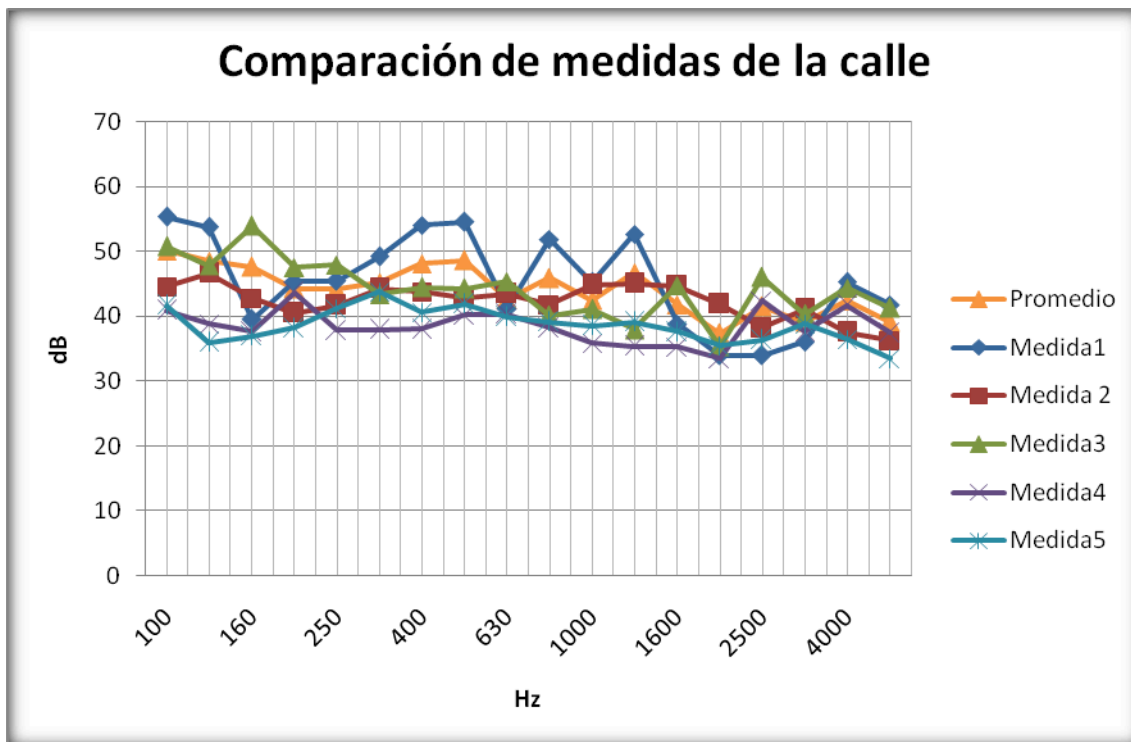
Se observa que el nivel de ruido de fondo es mayor en el escenario que en la zona de público, eso es debido a que el sistema de refrigeración en forma de ventiladores están situados en el techo del escenario.



Se puede observar que las medidas tomadas en la sala guardan una relación dependiendo si forman parte del grupo tomado en el escenario o en la zona de público; a excepción de la medida 1 que se sitúa próxima a un ventilador con un funcionamiento deficiente que provoca más ruido.



Por último, se analiza el ruido de fondo de la calle; se puede observar que las medidas son irregulares debido al ruido de tráfico.



Como las curvas NC únicamente se utilizan para recintos cerrados, para evaluar el ruido de fondo de la calle se realiza obteniendo el promedio de las 5 medidas y a partir de este se componen todos los niveles de las frecuencias con lo que se obtiene un nivel equivalente de día de 54dBA.

Tomando como base lo expuesto en el punto 4.1.1 los valores de las curvas NC para las aulas y sala de conciertos debe ser NC 20-30 y NC 15-20 respectivamente.

El aula de solfeo con NC 25, el aula de percusión con NC 25 y el aula estudio de partituras con NC 20 cumplen con los valores del ruido de fondo. Pero el aula de metal/madera con NC 35 no cumple, esto es debido a que en su interior tiene aparatos electrónicos con ordenador o fotocopiadora y que el alumbrado es deficiente y emite una radiación que afecta al ruido de fondo.

La zona de escenario de la sala de conciertos con NC 45 y la zona de público con NC 40 no cumplen con los valores límite del ruido de fondo, esto tiene como principal causa los ventiladores situados en el techo del escenario.

Las demás zonas como el vestíbulo del escenario o el vestíbulo de entrada tienen valores de ruido de fondo demasiado elevado debido al poco aislamiento de los cerramientos y a unas instalaciones de electricidad y refrigeración antiguas y deficientes.



Para terminar a continuación se muestra la lista de todos los recintos con sus correspondientes curvas NC:

- Aula estudio de partitura: NC 20
- Aula solfeo: NC 25
- Aula metal/madera: NC 35
- Aula percusión: NC 25
- Vestíbulo de entrada: NC 45
- Vestíbulo de escenario: NC35
- Sala de conciertos: NC 45
- Calle: $L_d = 54\text{dBA}$.

6.2.- Parámetros de las aulas de música.

6.2.1.- Aislamiento.

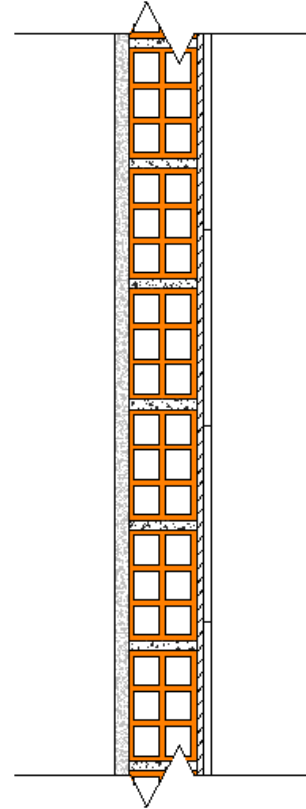
Como se ha explicado en el punto 5, en este apartado se va a analizar el aislamiento entre cada uno de los recintos que se representan en el siguiente plano obteniendo el valor de $D_{nt,w}$.



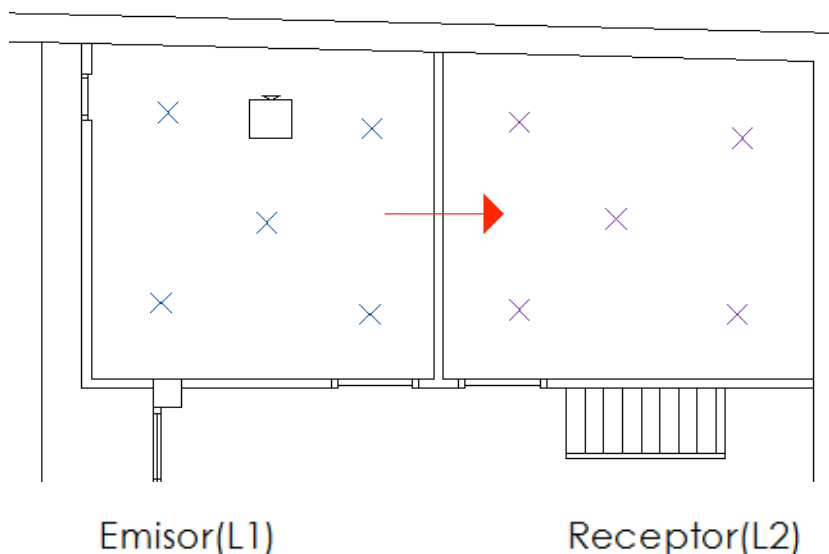
Aula metal/madera y estudio de partituras		Aula de solfeo y sala	
Aula metal/madera y aula solfeo		Aula de solfeo y vestíbulo	
Aula metal/madera y sala		Vestíbulo escenario y aula percusión	
Aula de partituras y aula de solfeo		Vestíbulo escenario y sala	
Sala y vestíbulo			

Para analizar el aislamiento, en primer lugar se van a mostrar las posiciones de las medidas y de la fuente sonora, en segundo lugar se representará una gráfica para comparar los valores en el recinto emisor (L1), recinto receptor (L2) y ruido de fondo, y por último una gráfica con la referencia desplazada, curva D_{nt} y el valor de $D_{nt,w}$.

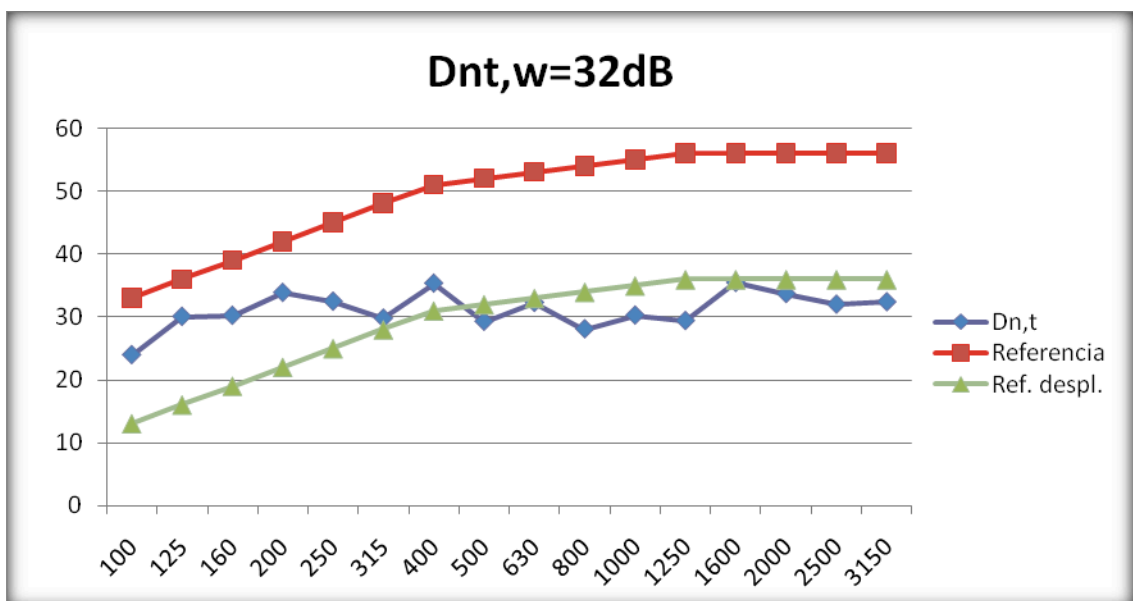
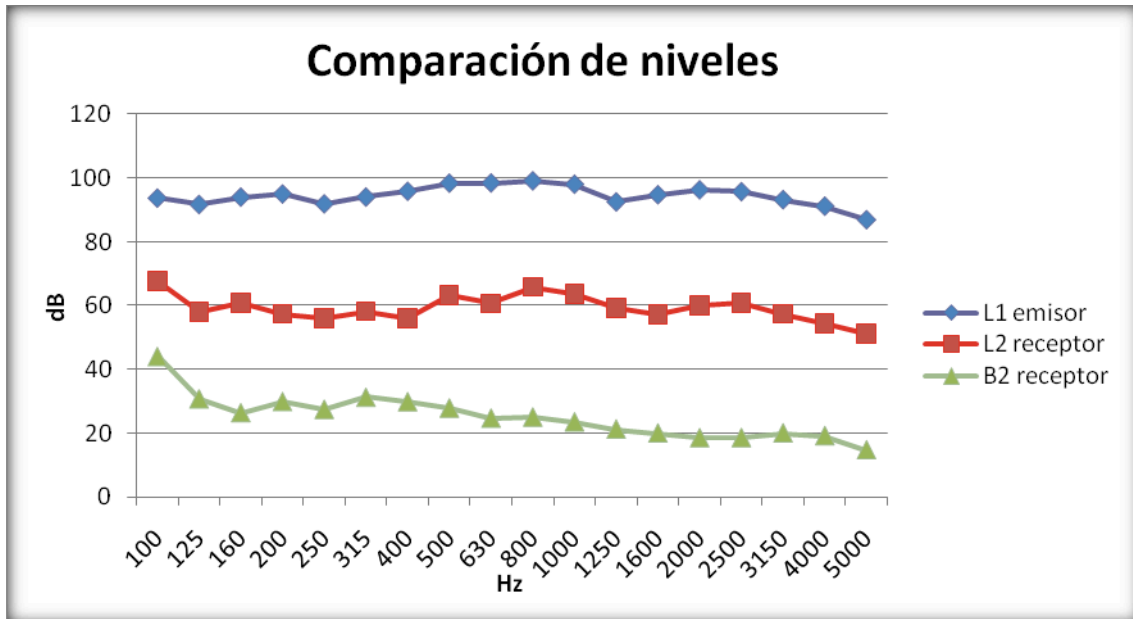
Se empieza estudiando el aislamiento entre el aula de metal/madera y estudio de partituras. Se trata de un cerramiento ciego de $6,3\text{m}^2$ compuesto por una fábrica de ladrillo de ladrillo de $24 \times 11,5 \times 8$ con un guarnecido y enlucido de yeso de 1cm por la cara interior y con un alicatado por la cara exterior con un espesor total de 10cm.



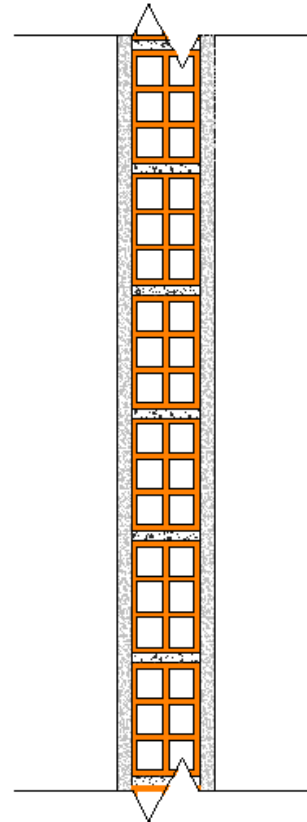
A continuación se muestra la situación de los puntos tomados y la posición de la fuente sonora.



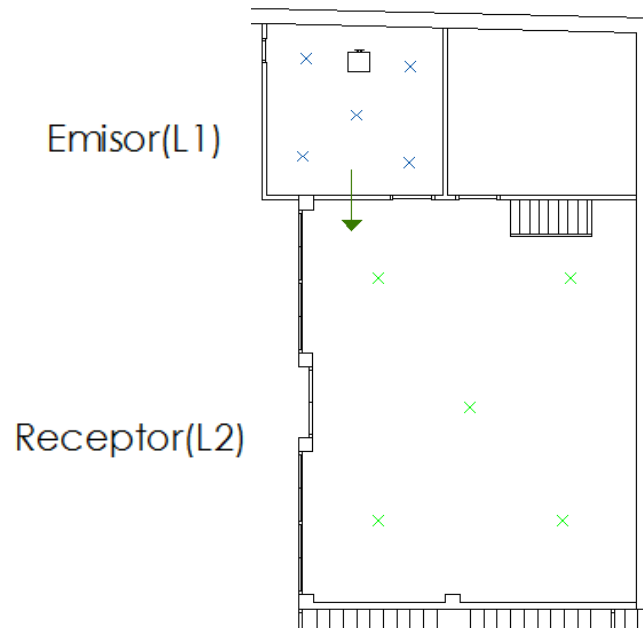
Se observa que hay una diferencia notable entre los valores del recinto emisor, recinto receptor y ruido de fondo.



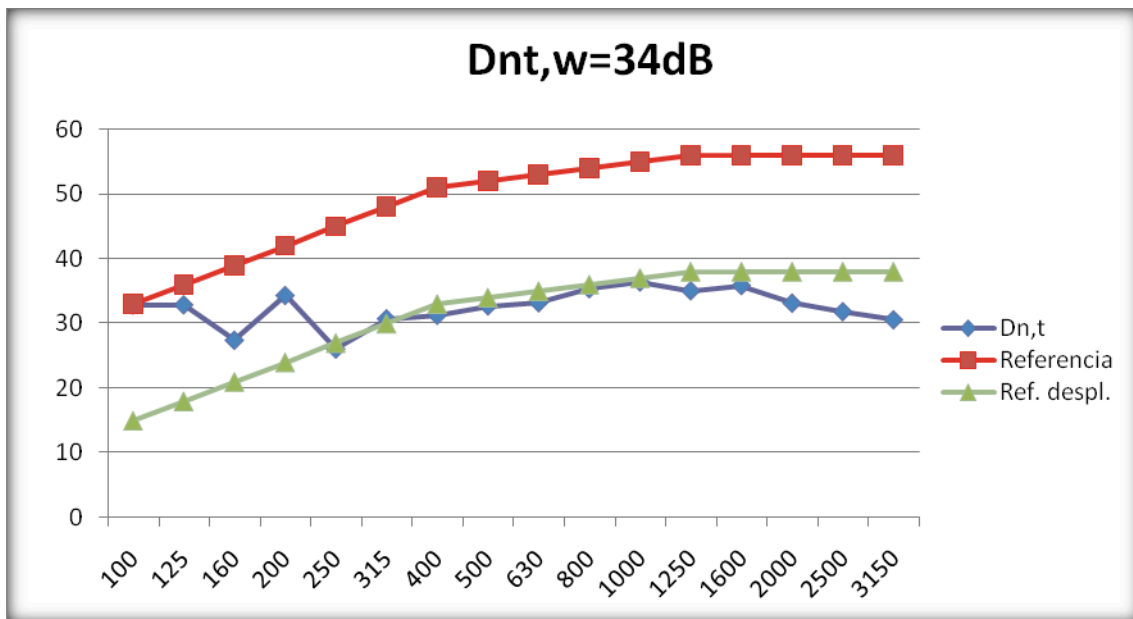
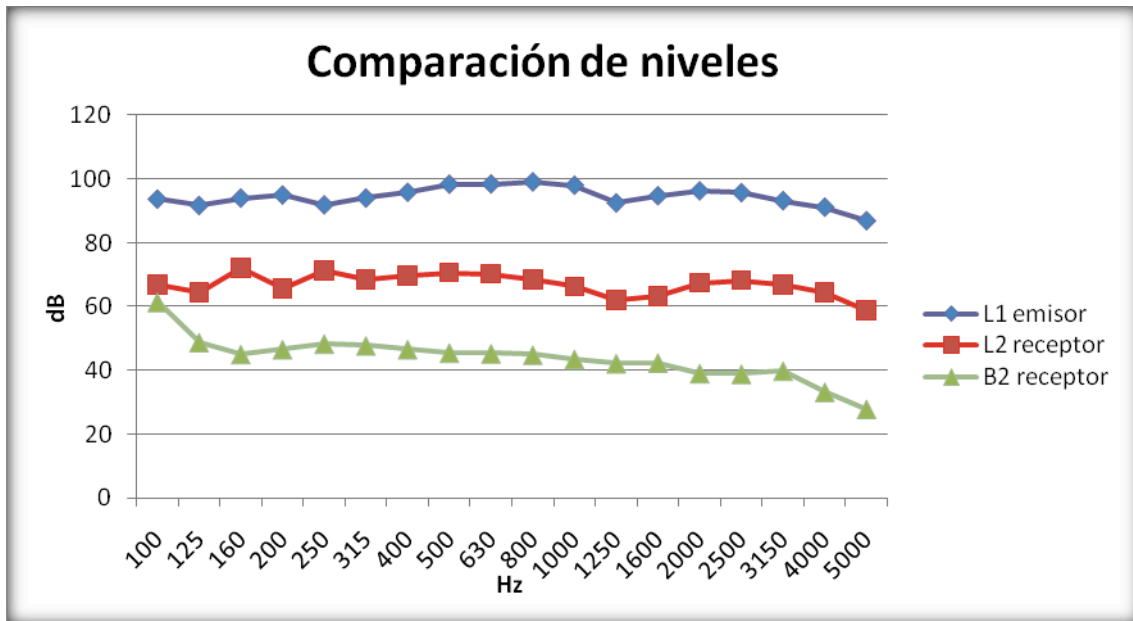
En segundo lugar se estudiará el aislamiento entre el aula de metal/madera y el aula de solfeo. El cerramiento está formado por una parte ciega de 4m^2 compuesta por una fábrica de ladrillo de $24 \times 11,5 \times 8$ con guarnecido y enlucido de yeso en ambas partes y una puerta de $0,8 \times 2\text{m}$ y $3,5\text{cm}$ de espesor. La puerta es de madera realizada con aglomerado chapado.



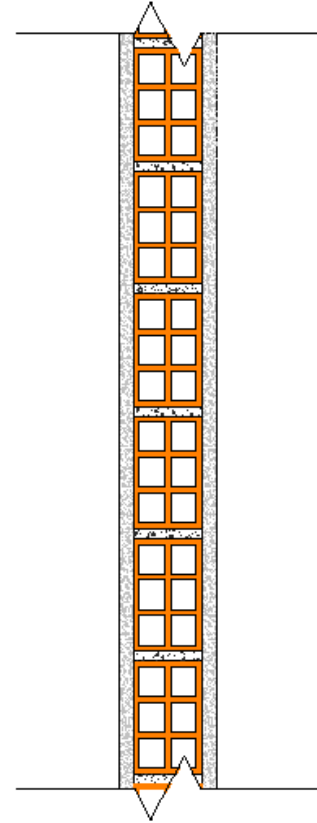
A continuación se muestra la situación de los puntos tomados y la posición de la fuente sonora.



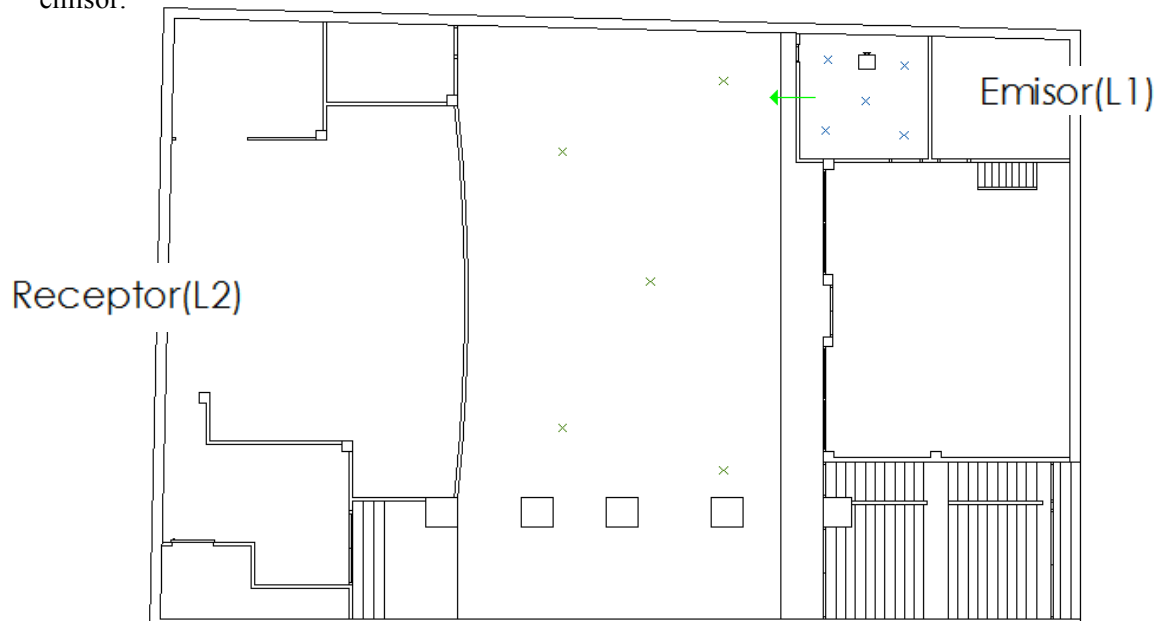
Se observa que hay una diferencia notable en todas las frecuencias entre los valores del recinto emisor, recinto receptor y ruido de fondo; únicamente a 100Hz el valor de L2 y el ruido de fondo son parecidos.



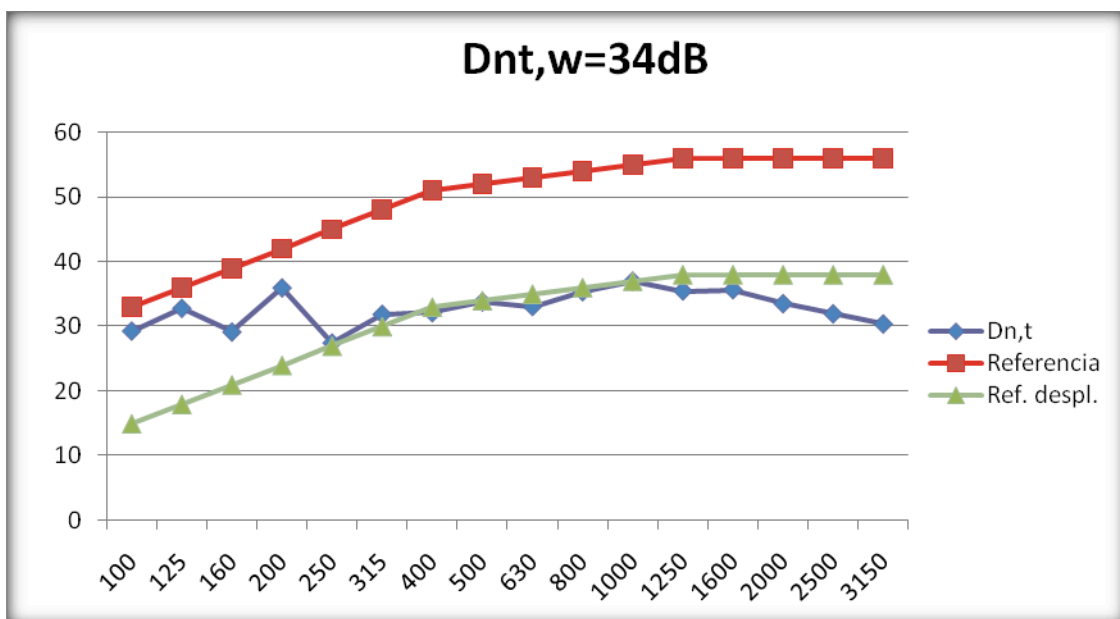
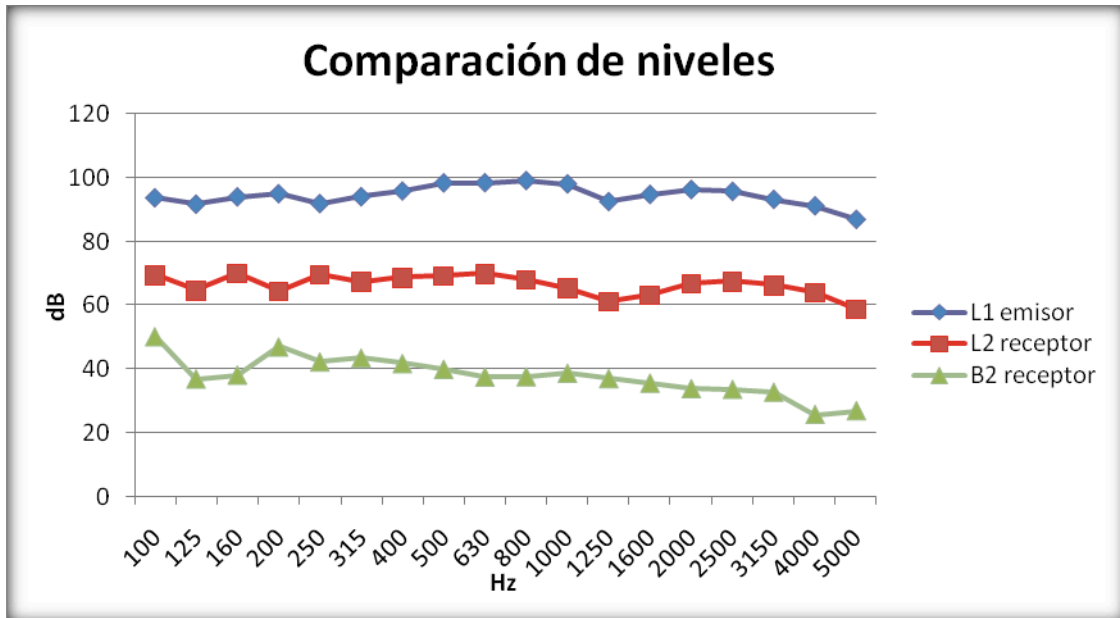
El siguiente cerramiento a analizar separa el aula de metal/madera y la sala de conciertos; está compuesto por una parte ciega de 8m^2 realizada de fábrica de ladrillo de $24 \times 11,5 \times 8$ con guarnecido y enlucido de yeso en ambas partes de 1cm de espesor y una ventana de $0,7\text{m}^2$ con un marco de madera un vidrio simple de 3mm .



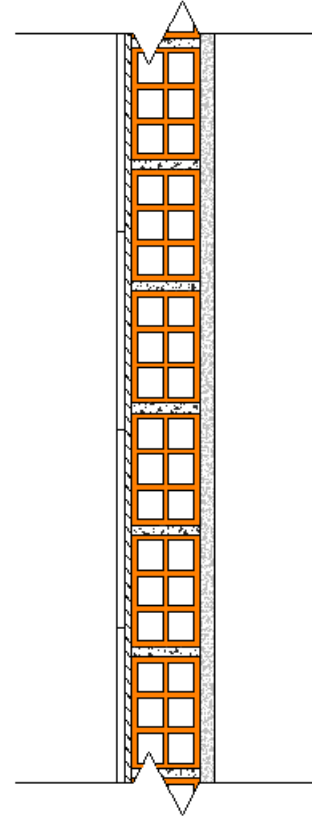
A continuación se muestra la situación de los puntos tomados y la posición de la fuente sonora. Dada la superficie de la sala se ha decidido tomar los puntos más próximos al recinto emisor.



Se observa que hay una diferencia notable en todas las frecuencias entre los valores del recinto emisor, recinto receptor y ruido de fondo; cabe decir que el valor reducido de L2 en comparación con los valores de los anteriores aislamientos es debido al tamaño de la sala ya que la distancia de los puntos a la fuente sonora en este caso es mayor.



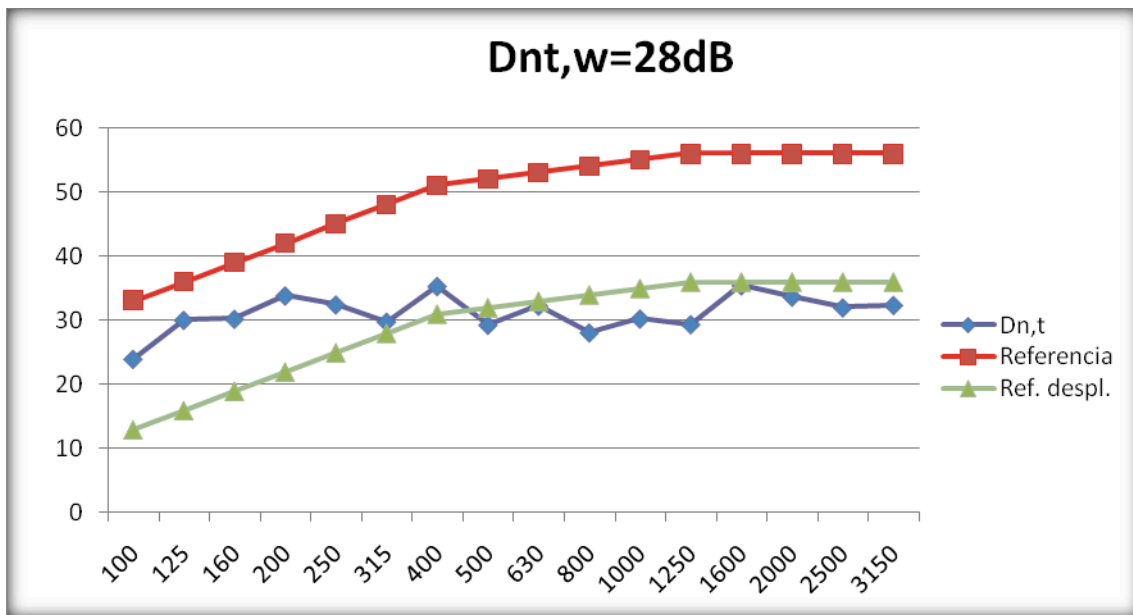
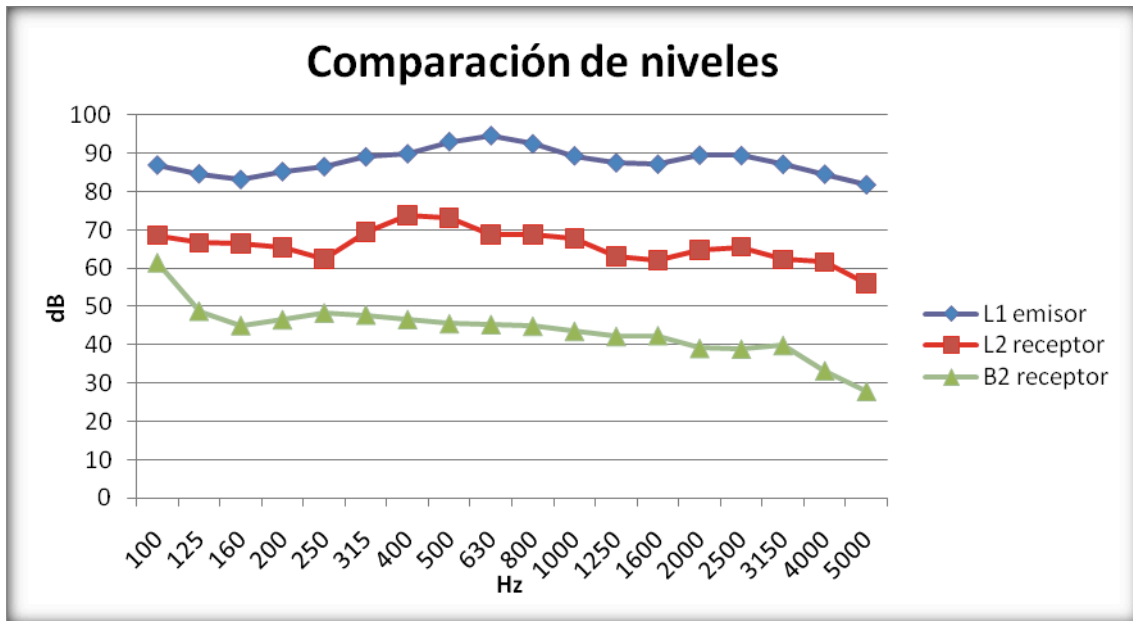
La siguiente partición divide el estudio de partituras con el aula de solfeo; está compuesta por una parte ciega de 6m^2 donde hay una oberturas para la ventilación y una puerta de $0,8 \times 2\text{m}$ y de $3,5\text{cm}$ de espesor. El tabique está realizado de fábrica de ladrillo de $24 \times 11,5 \times 8$ con un alicatado por el interior y un guarnecido y enlucido de yeso de 1cm de espesor por el exterior.



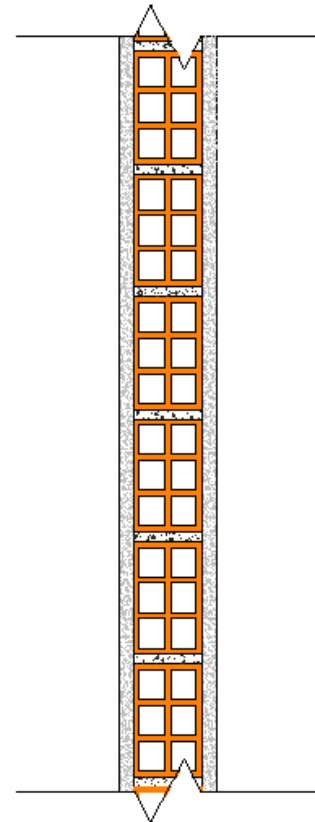
A continuación se muestra la situación de los puntos tomados y la posición de la fuente sonora.



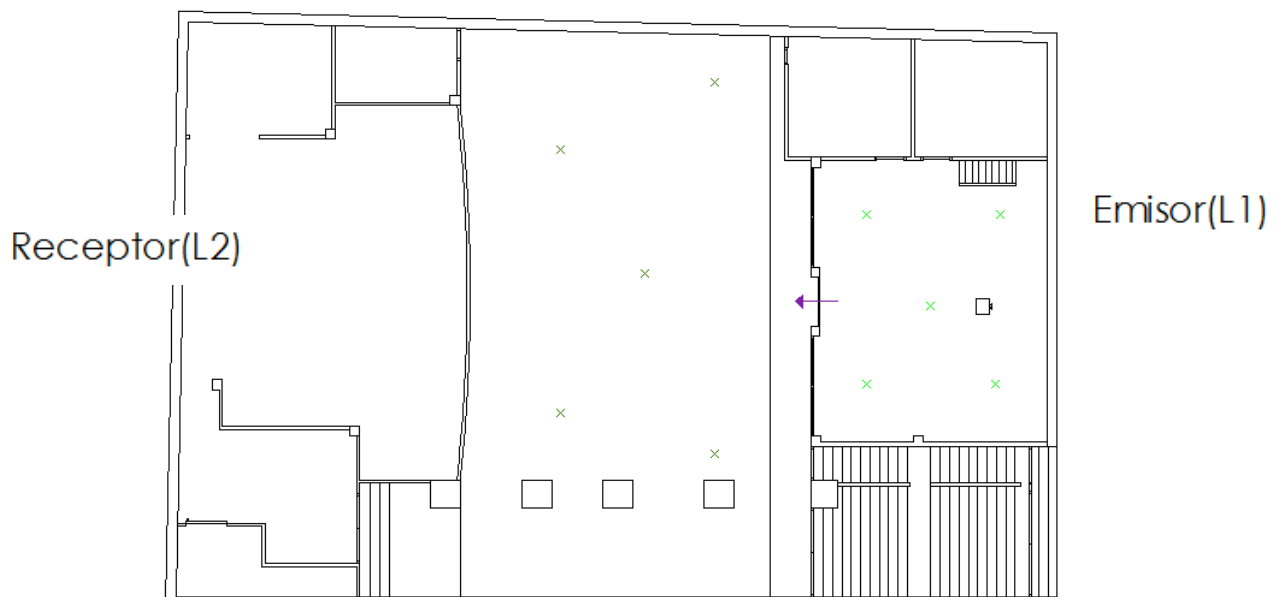
Se observa que hay una diferencia notable en todas las frecuencias entre los valores del recinto emisor, recinto receptor y ruido de fondo; solo a la frecuencia de 100Hz el ruido de fondo es mayor.



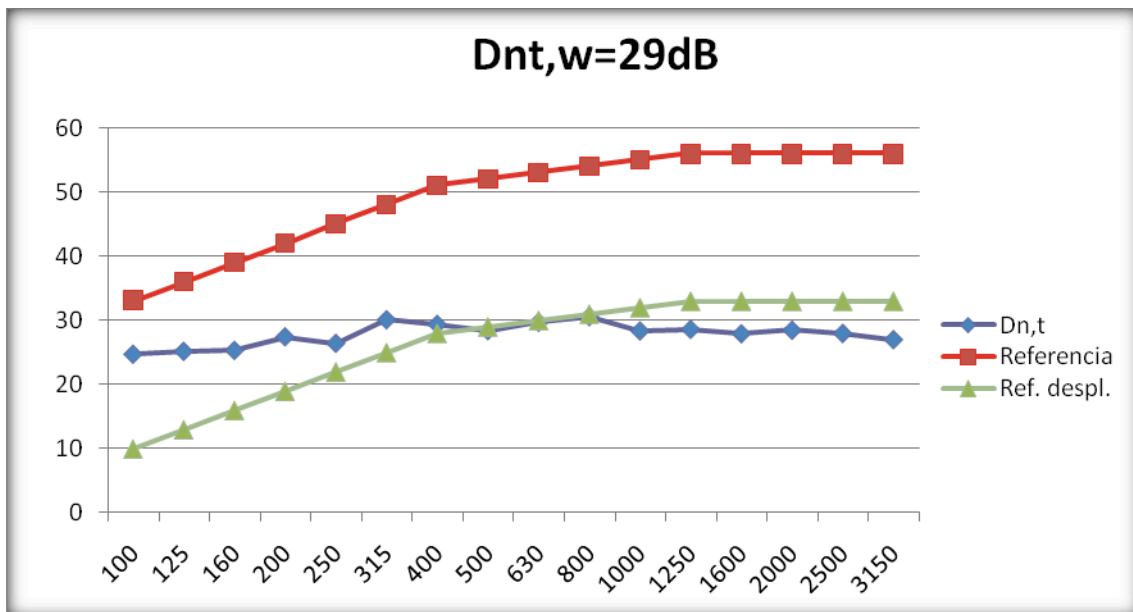
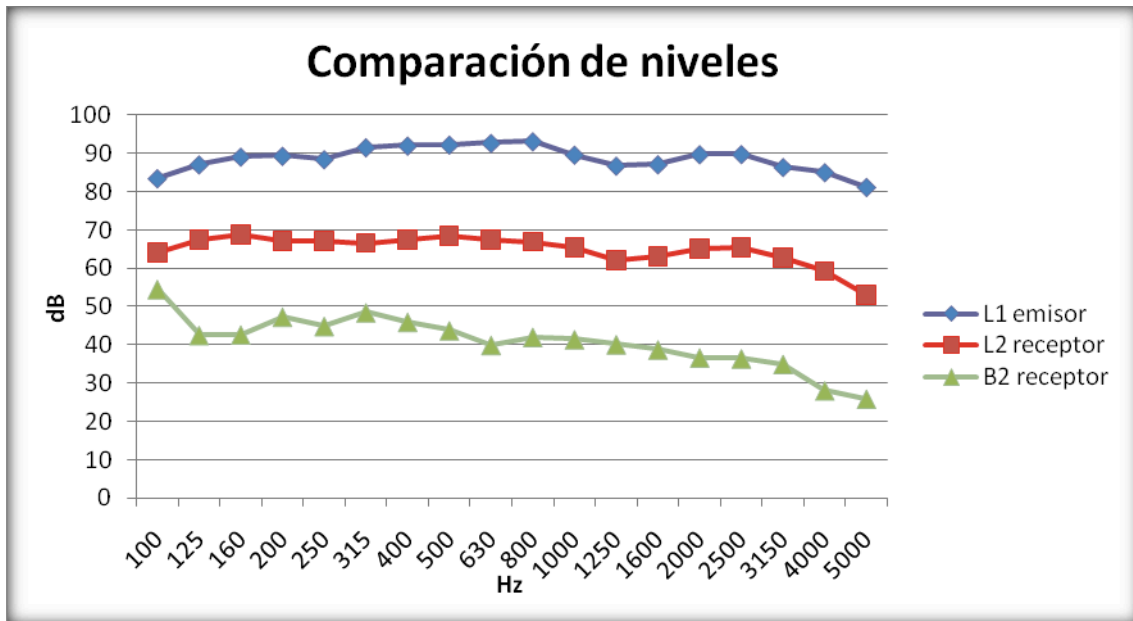
El siguiente aislamiento a analizar pertenece a la separación entre el aula de solfeo y la sala de conciertos. Se trata de un cerramiento compuesto por una parte ciega de 20m² realizada con ladrillo de 24x11,5x8 un guarnecido y enlucido de yeso de 1cm de espesor por ambas caras; una puerta de dos hojas abatibles de 4m² y unas ventanas correderas con marco de aluminio y vidrio simple de 3mm que ocupan una superficie de 9m².



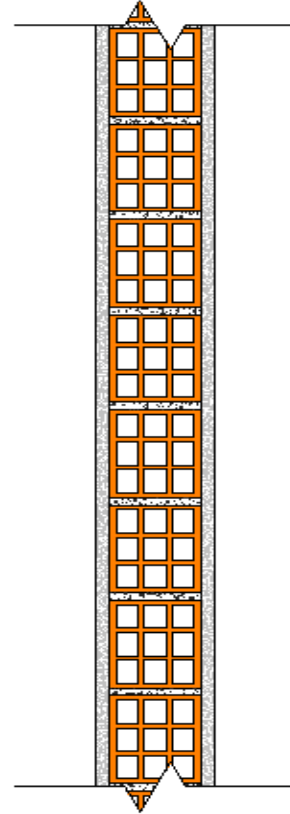
A continuación se muestra la situación de los puntos tomados y la posición de la fuente sonora. Dada la superficie de la sala se ha decidido tomar los puntos más cercanos al recinto emisor para que el aislamiento sea más representativo.



Se observa que hay una diferencia notable en todas las frecuencias entre los valores del recinto emisor, recinto receptor y ruido de fondo; cabe decir que aísla casi lo mismo en todas las frecuencias ya que la curva L2 guarda en todas las frecuencias casi la misma relación con la curva L1.



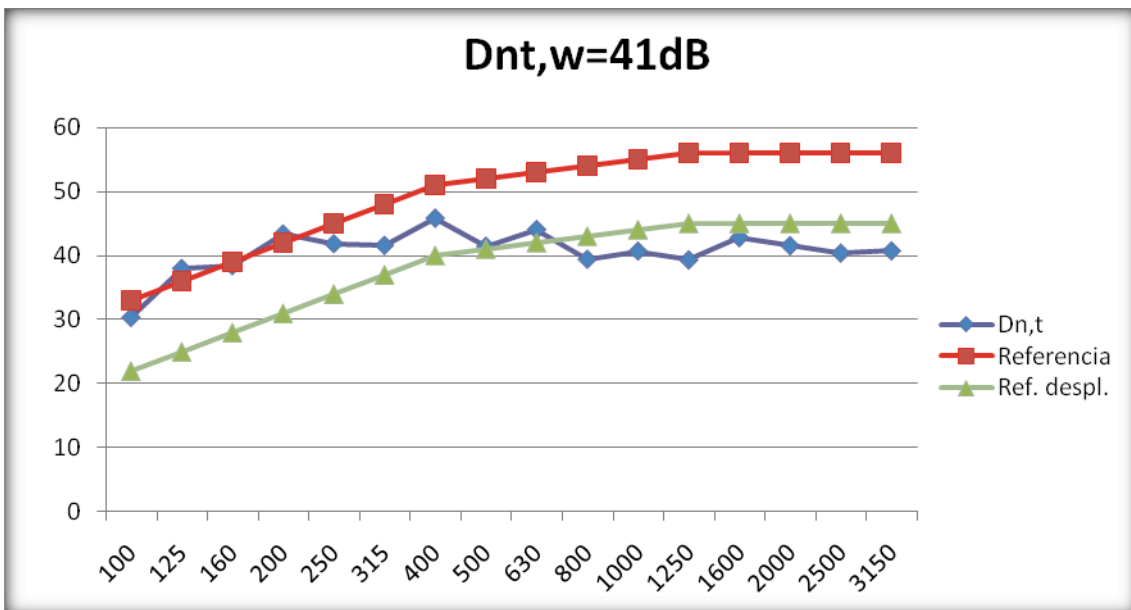
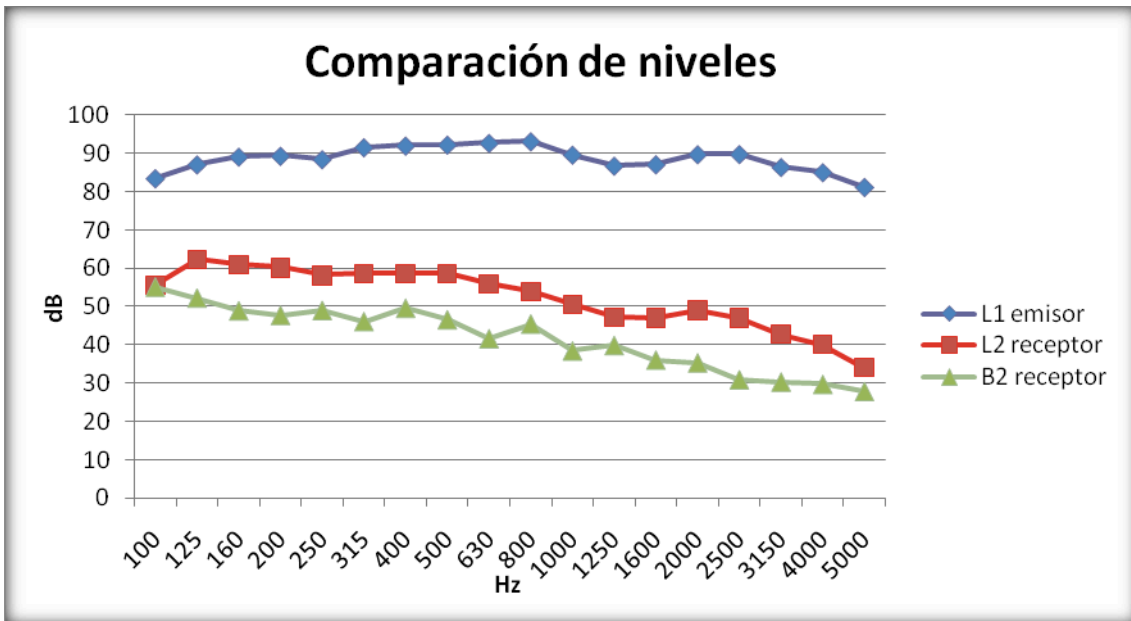
La partición que divide el aula de solfeo con el vestíbulo de entrada se trata de un cerramiento ciego realizado con ladrillo de 28x10x13cm con un guarnecido y enlucido de yeso de 1cm de espesor por ambas caras; con un espesor total de 15cm.



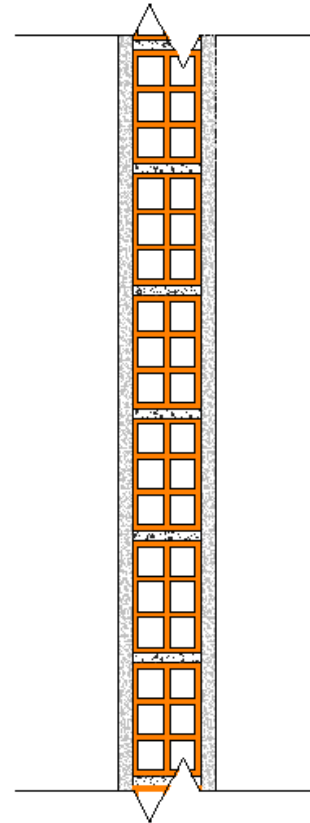
A continuación se muestra la situación de los puntos tomados y la posición de la fuente sonora.



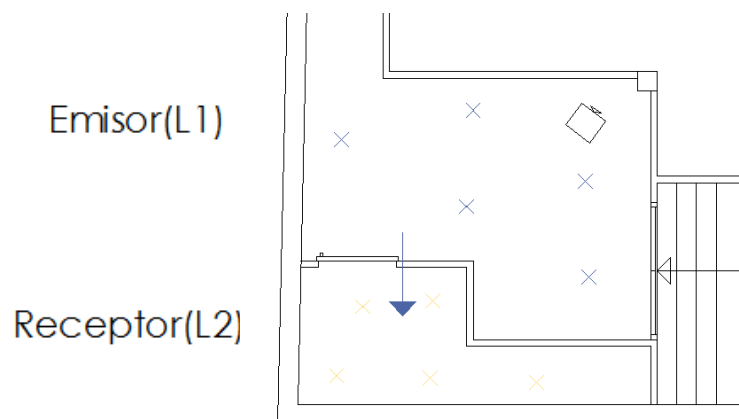
Se observa que hay una diferencia notable en todas las frecuencias entre los valores del recinto emisor, recinto receptor y ruido de fondo; solo en la frecuencia de 100Hz los valores de L2 y el ruido de fondo son muy próximos.



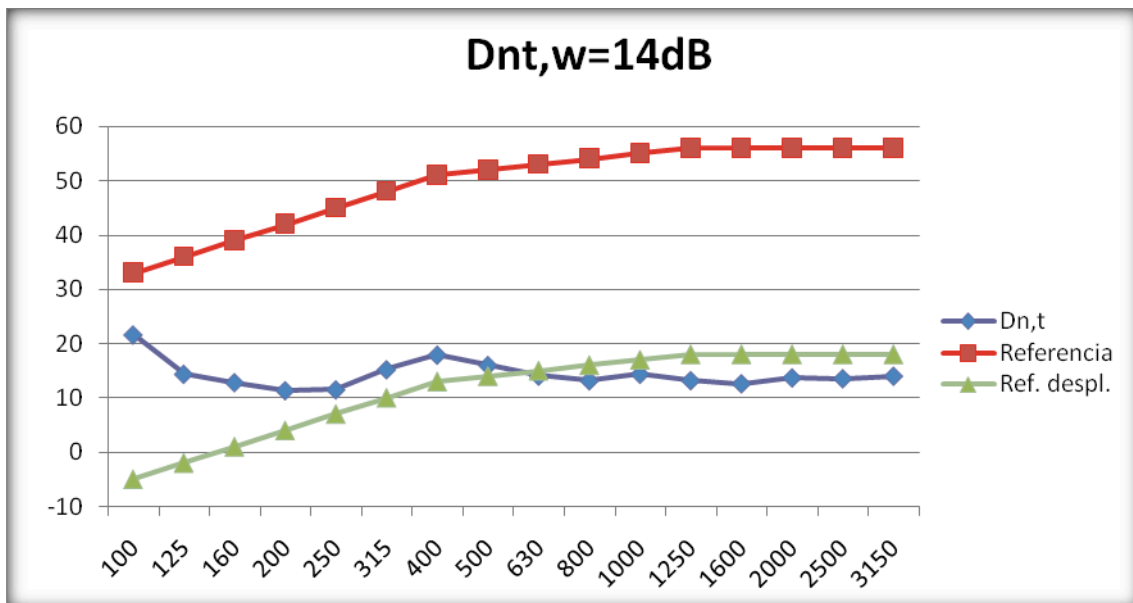
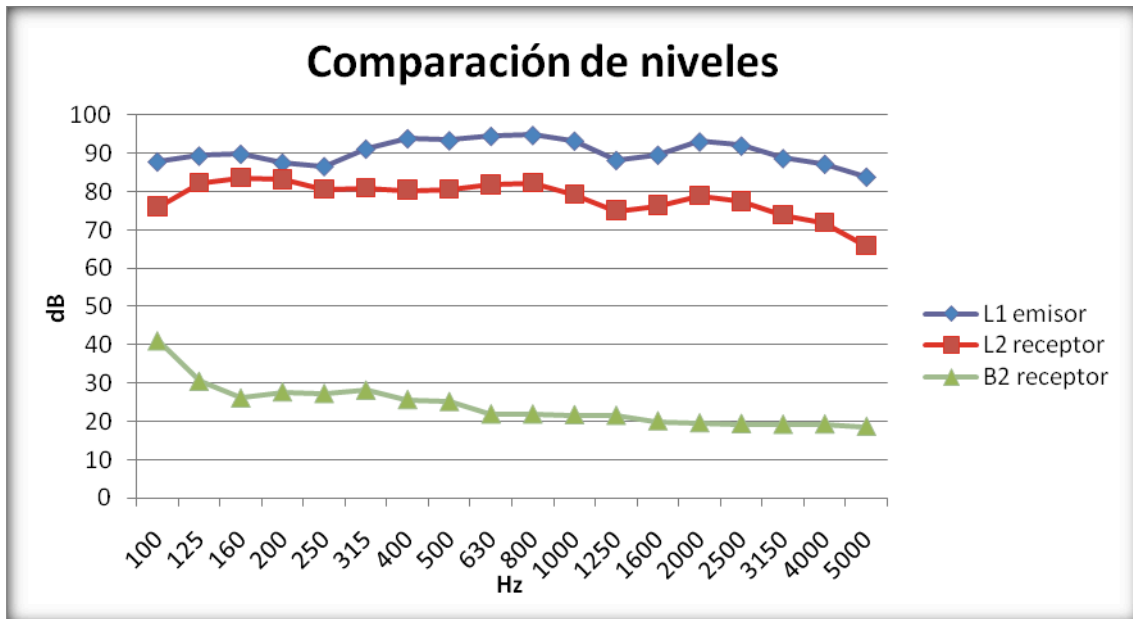
El siguiente aislamiento a analizar pertenece a la separación entre el vestíbulo del escenario y el aula de percusión. Se trata de un cerramiento compuesto por una parte ciega de 20m² realizada con ladrillo de 24x11,5x8 un guarnecido y enlucido de yeso de 1cm de espesor por ambas caras y una puerta de PVC corredera de 5cm de espesor pero cabe decir que en todo el contorno tiene una holgura notable con el marco. Además tiene unos orificios en el tabique probablemente para la ventilación debido al uso que tenía cuando se construyó.



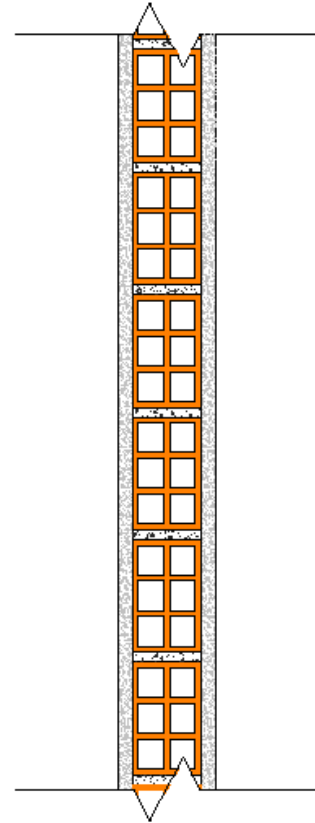
A continuación se muestra la situación de los puntos tomados y la posición de la fuente sonora.



Se observa que hay una diferencia notable en todas las frecuencias entre los valores del recinto emisor y recinto receptor con el ruido de fondo; pero los valores de nivel del emisor y receptor son bastante parecidos, por lo tanto se obtendrá un aislamiento muy bajo.



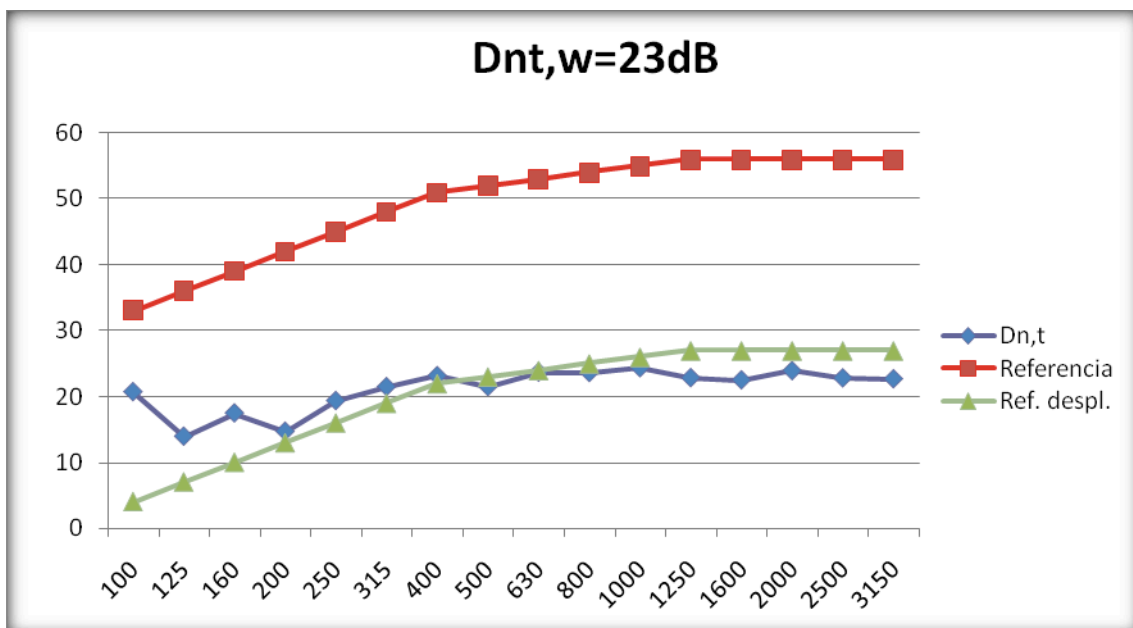
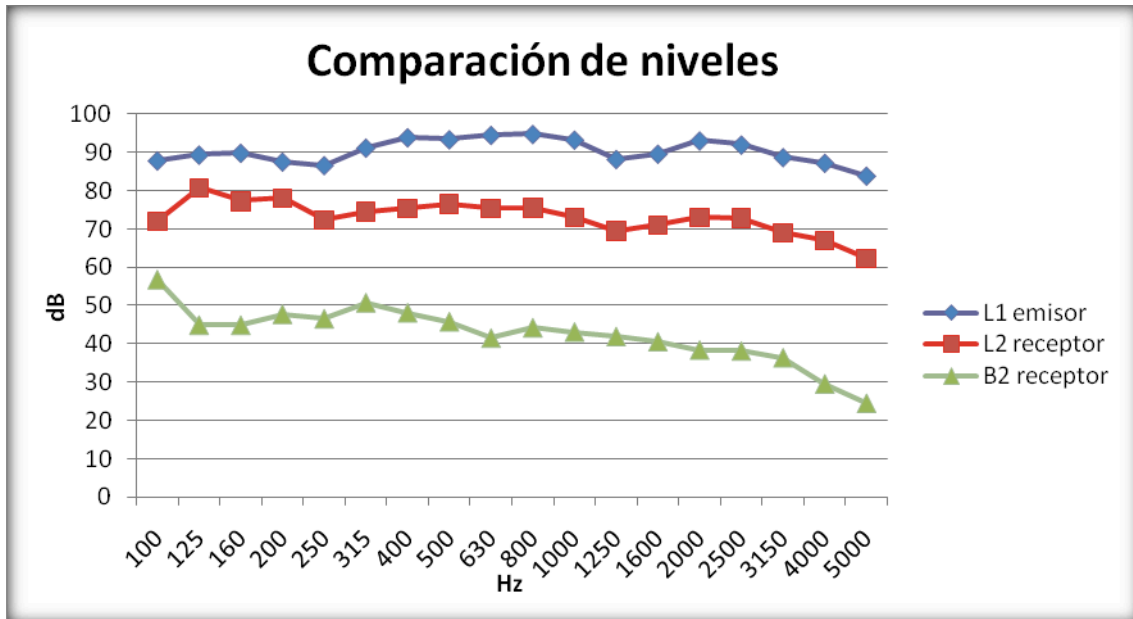
El siguiente aislamiento a analizar pertenece a la separación entre el vestíbulo del escenario y el aula de percusión. Se trata de un cerramiento compuesto por una parte ciega de 20m² realizada con ladrillo de 24x11,5x8 un guarnecido y enlucido de yeso de 1cm de espesor por ambas caras; cabe decir que en la pared de la sala hay cortinas pero como la fuente se ha puesto en el vestíbulo del escenario no tiene tanta influencia.



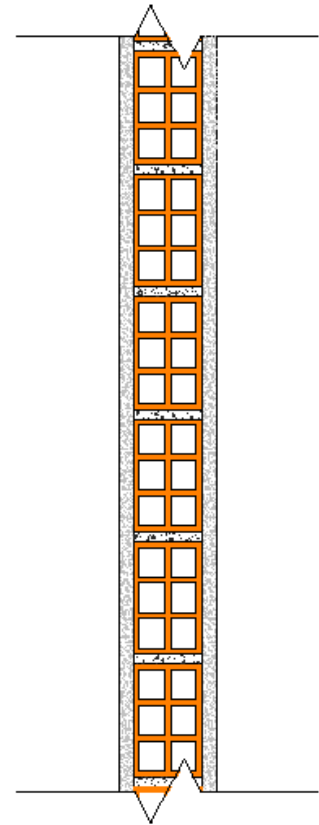
A continuación se muestra la situación de los puntos tomados y la posición de la fuente sonora. Dada la superficie de la sala se ha decidido los puntos más cercanos para que la muestra fuera lo más representativa posible.



Se observa que hay una diferencia notable en todas las frecuencias entre los valores del recinto emisor y recinto receptor con el ruido de fondo.



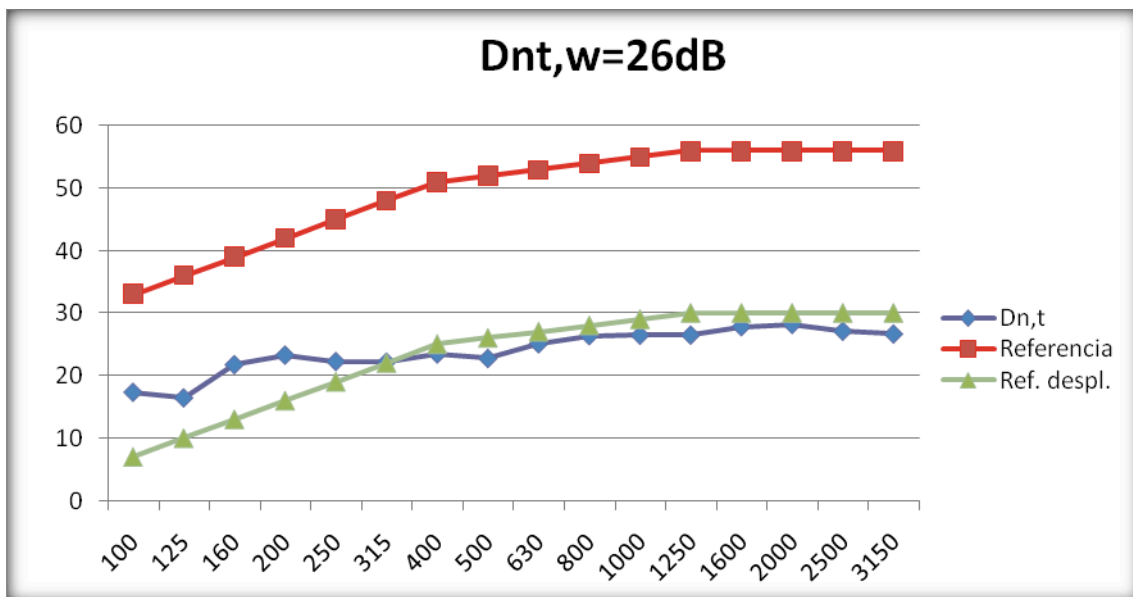
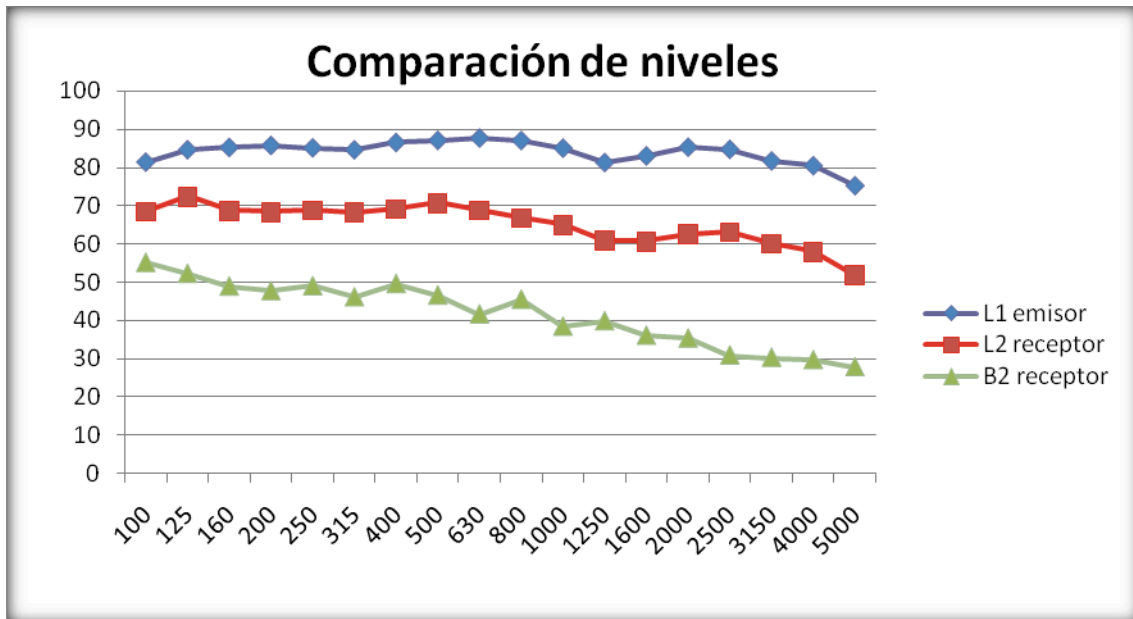
El siguiente aislamiento a analizar pertenece a la separación entre el vestíbulo de entrada y la sala de conciertos. Se trata de un cerramiento compuesto por una parte ciega de 8,6m² realizada con ladrillo de 24x11,5x8 un guarnecido y enlucido de yeso de 1cm de espesor por ambas caras; el resto de superficie lo ocupan dos puertas una de dos hojas y la otra de 1 hoja.



A continuación se muestra la situación de los puntos tomados y la posición de la fuente sonora. Dada la superficie de la sala se ha decidido los puntos más cercanos para que la muestra fuera lo más representativa posible.



Se observa que hay una diferencia notable en todas las frecuencias entre los valores del recinto emisor y recinto receptor con el ruido de fondo.



Una vez obtenidos los resultados se va a comparar estos con los valor indicados según la partición en el catálogo de elementos constructivos del Código Técnico de la Edificación.

Para una partición ciega realizada con ladrillo de 24x11,5x8 un guarnecido y enlucido de yeso de 1cm de espesor por ambas caras con un espesor total de 10cm; el CTE indica un aislamiento de 36dB. En nuestro local la única partición que tiene características similares separa el aula de metal/madera con el estudio de partituras y tiene un $D_{nt,w}=32\text{dB}$.

Código	Sección	Hoja de fábrica HF	HE ⁽⁹⁾		
			R (m ² K/W)	R _A (dBA)	
P1.1 ⁽⁹⁾		LH PF	0,21	36 [37]	89 [97]
P1.2 ⁽⁹⁾		LH GF	0,38	33 [34]	70 [80]

Para una partición ciega realizada con ladrillo de 28x10x13cm con un guarnecido y enlucido de yeso de 1cm de espesor por ambas caras; con un espesor total de 15cm.; el CTE indica un aislamiento de 40dB. En nuestro local la única partición que tiene características similares separa el aula de solfeo con el vestíbulo de entrada y tiene un $D_{nt,w}=41\text{dB}$.

P1.3		LH	0,28	40 [42]	127 [160]
------	--	----	------	------------	--------------

Las particiones que tiene puerta o ventana y por tanto no se pueden comparar mediante el catálogo de elementos constructivos del CTE, se ha realizado con la aplicación del DB-HR del CTE. La definición de los dBA de aislamiento de las puertas y ventanas se ha realizado de forma aproximada ya que ha sido imposible conseguir la información técnica.

Aislamiento	Medición	Aplicación CTE
Aula metal/madera y aula de solfeo	34	33
Sala de conciertos y aula de solfeo	34	32
Sala de conciertos y vestíbulo de entrada	26	26
Vestíbulo de escenario y aula de percusión	14	12

A continuación se muestran las fichas justificativas de los aislamientos comparados. Como se observa mediante la aplicación del CTE se han obtenido valores inferiores a las mediciones pero de cómo mucho 2dB de diferencia.

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 2 aristas comunes. Transmisión horizontal. Caso B

Proyecto	Acondicionamiento acústico del CIM	
Autor	Josep Garcia Marco	
Fecha	29-Mayp-2012	
Referencia	Aislamientos entre aula metal/madera y aula de sofoeo	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor	Otros recintos(*)						
Tipo de recinto como receptor	-	Volumen	26 m ³				
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo F1	LM 200 mm						
Techo F2	LM 200 mm						
Pared F3	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Pared F4	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _A (dBA)	ΔL _w (dB)
Separador	6	-	97	37	-	0	-
Suelo F1	13,25	2,7	500	60	70	0	0
Techo F2	13,25	2,7	500	60	70	0	0
Pared F3	3	2,5	97	37	-	0	-
Pared F4	7	2	97	37	-	0	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor	Otros recintos(*)						
Tipo de recinto como receptor	Protegido	Volumen	231 m ³				
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo f1	LM 200 mm						
Techo f2	LM 200 mm						
Pared f3	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Pared f4	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _A (dBA)	ΔL _w (dB)
Separador	6	-	97	37	-	0	-
Suelo f1	57,3	2,7	500	60	70	0	0
Techo f2	57,3	2,7	500	60	70	0	0
Pared f3	32	2,5	97	37	-	0	-
Pared f4	8	2	97	37	-	0	0

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	2
	índice de reducción	R _A (dBA)	18
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D _{n,s,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D _{n,s,A} (dBA)	0



Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 2 aristas comunes. Transmisión horizontal. Caso B

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Fr}	K_{Fd}	K_{Or}
separador - suelo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	-1,45	8,59	8,59
separador - techo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 1)	-1,45	8,59	8,59
separador - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	5,70	5,70	5,70
separador - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 4)	5,70	5,70	5,70

Transmisión del recinto 1 al recinto 2			
		Cálculo	Requisito
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	33	-
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	60	-

Transmisión del recinto 2 al recinto 1			
		Cálculo	Requisito
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	24	-
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	63	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 2 aristas comunes. Transmisión horizontal. Caso A

Proyecto	Acondicionamiento acústico del CIM	
Autor	Josep Garcia Marco	
Fecha	29-may-12	
Referencia	Aislamiento entre aula de sofleo y sala de conciertos	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Otros recintos(*)						
Tipo de recinto como receptor	-		Volumen	231 m ³			
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo F1	LM 200 mm						
Techo F2	LM 200 mm						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores medios)						
Pared F4	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Parámetros Acústicos							
	S_i (m ²)	l_i (m)	m'_i (kg/m ²)	R_a (dBA)	$L_{n,w}$ (dB)	ΔR_a (dBA)	ΔL_w (dB)
Separador	33	-	97	37	-	0	-
Suelo F1	57,3	8	500	60	70	0	0
Techo F2	57,3	8	500	60	70	0	0
Pared F3	27	4	80	34	-	0	-
Pared F4	27	4	97	37	-	0	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Otros recintos(*)						
Tipo de recinto como receptor	Protegido		Volumen	930 m ³			
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo f1	LM 200 mm						
Techo f2	LM 200 mm						
Pared f3	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Pared f4	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Parámetros Acústicos							
	S_i (m ²)	l_i (m)	m'_i (kg/m ²)	R_a (dBA)	$L_{n,w}$ (dB)	ΔR_a (dBA)	ΔL_w (dB)
Separador	33	-	97	37	-	0	-
Suelo f1	174	8	500	60	70	0	0
Techo f2	174	8	500	60	70	0	0
Pared f3	7	4	97	37	-	0	0
Pared f4	8	4	97	37	-	0	0

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	11
	índice de reducción	R_a (dBA)	18
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0



Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 2 aristas comunes. Transmisión horizontal. Caso A

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Fr}	K_{Fd}	K_{Dr}
separador - suelo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	-1,45	8,59	8,59
separador - techo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 1)	-1,45	8,59	8,59
separador - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 4)	5,74	5,74	4,56
separador - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 4)	5,70	5,70	5,70

Transmisión del recinto 1 al recinto 2 ⇨				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	32	-	
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	52	-	

Transmisión del recinto 2 al recinto 1 ⇦				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	26	-	
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	53	-	

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 3 aristas comunes. Transmisión horizontal.

Proyecto	Acondicionamiento acústico del CIM	
Autor	Josep Garcia Marco	
Fecha	29-may-12	
Referencia	Aislamiento entre vestíbulo de entrada y sala de conciertos	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor			Otros recintos(*)				
Tipo de recinto como receptor			-		Volumen	85 m ³	
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo F1	LM 200 mm						
Techo F2	LM 200 mm						
Pared F3	Muro de sótano						
Pared F4	Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores medios)						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _a (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _a (dBA)	ΔL _w (dB)
Separador	9	-	97	37	-	0	-
Suelo F1	29,7	4,5	500	60	70	0	0
Techo F2	29,7	4,5	500	60	70	0	0
Pared F3	20	4	305	60	66	0	0
Pared F4	20	4	160	42	-	0	0

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor			Otros recintos(*)				
Tipo de recinto como receptor			Habitable		Volumen	930 m ³	
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo f1	LM 200 mm						
Techo f2	LM 200 mm						
Pared f3	Muro de sótano						
Pared f4	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _a (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _a (dBA)	ΔL _w (dB)
Separador	9	-	97	37	-	0	-
Suelo f1	174	4,5	500	60	70	0	0
Techo f2	174	4,5	500	60	70	0	0
Pared f3	52	4	305	60	66	0	0
Pared f4	10	4	97	37	-	0	0

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S(m ²)	8
	índice de reducción	R _a (dBA)	18
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D _{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D _{n,e,A} (dBA)	0



Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 3 aristas comunes. Transmisión horizontal.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Dr}
separador - suelo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	-1,45	8,59	8,59
separador - techo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 1)	-1,45	8,59	8,59
separador - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 1)	0,10	7,11	7,11
separador - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 4)	5,97	5,97	9,03

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	34	-	
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	52	-	

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	23	-	
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	55	-	

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Proyecto	Acondicionamiento acústico del CIM	
Autor	Josep Garcia Marco	
Fecha	29-may-12	
Referencia	Aislamiento entre vestíbulo de escenario y aula de percusión	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Otros recintos(*)						
Tipo de recinto como receptor	-		Volumen	88 m ³			
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo F1	LM 200 mm						
Techo F2	LM 200 mm						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores medios)						
Pared F4	Muro sótano						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _a (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _a (dBA)	ΔL _w (dB)
Separador	26	-	97	37	-	0	-
Suelo F1	20	6,4	500	60	70	0	0
Techo F2	20	6,4	500	60	70	0	0
Pared F3	15	3,75	80	34	-	0	-
Pared F4	14,25	3,75	305	52	66	0	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Otros recintos(*)						
Tipo de recinto como receptor	Protegido		Volumen	32 m ³			
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo f1	LM 200 mm						
Techo f2	LM 200 mm						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores medios)						
Pared f4	Muro sótano						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _a (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _a (dBA)	ΔL _w (dB)
Separador	26	-	97	37	-	0	-
Suelo f1	8	6,4	500	60	70	0	0
Techo f2	8	6,4	500	60	70	0	0
Pared f3	3,3	3,75	80	34	-	0	-
Pared f4	8,25	3,75	305	52	66	0	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	2
	índice de reducción	R _a (dBA)	5
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D _{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D _{n,e,A} (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Fr}	K_{Fd}	K_{Dr}
separador - suelo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	0,49	17,12	17,12
separador - techo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	0,49	17,12	17,12
separador - pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	4,22	10,84	10,84
separador - pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	-1,44	14,98	14,98

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	12	-	
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	66	-	

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	16	-	
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	65	-	



A partir de los resultados obtenidos en cada partición y mediante los valores indicados en el Código Técnico de la Edificación dependiendo de la zonificación que se realice, en el capítulo 7 se van a evaluar para saber si cumplen con lo especificado. Aquellos paramentos que no cumplan con el aislamiento requerido se explicará una solución para llegar a los valores mínimos.

A continuación se muestra la lista de valores de aislamiento entre recintos analizados anteriormente:

-Aislamiento entre aula de metal/madera y estudio de partituras.

$D_{nt,w} = 32\text{dB}$

-Aislamiento entre aula de metal/madera y aula de solfeo.

$D_{nt,w} = 34\text{dB}$

-Aislamiento entre aula de metal/madera y sala de conciertos.

$D_{nt,w} = 34\text{dB}$

-Aislamiento entre estudio de partituras y aula de solfeo.

$D_{nt,w} = 28\text{dB}$

-Aislamiento entre aula de solfeo y sala de conciertos.

$D_{nt,w} = 29\text{dB}$

-Aislamiento entre aula de solfeo y vestíbulo de entrada.

$D_{nt,w} = 41\text{dB}$

-Aislamiento entre vestíbulo del escenario y aula de percusión.

$D_{nt,w} = 14\text{dB}$

-Aislamiento entre vestíbulo de escenario y sala de conciertos.

$D_{nt,w} = 23\text{dB}$

-Aislamiento entre sala de conciertos y vestíbulo de entrada.

$D_{nt,w} = 26\text{dB}$

Como se puede observar los valores obtenidos son bajos y más si tenemos en cuenta el uso al cual están destinados los recintos. Esto es debido a que es una construcción antigua donde no se ha prestado ninguna atención al confort acústico, además de utilizarse puertas y ventanas con un RA bajo e incluso en algunos recintos no se han sellado los huecos o orificios y esto provoca que el aislamiento sea insuficiente para desarrollar la actividad en unas condiciones normales.

En este proyecto se debe profundizar más en el aislamiento ya que se trata de aulas de música donde en el interior se pueden alcanzar niveles próximos a 80dB; por tanto además de cumplir con el CTE las particiones deben tener unos índices de aislamiento suficientes para el uso que se va a realizar en los recintos.

6.2.2.- Tiempo de reverberación aulas.

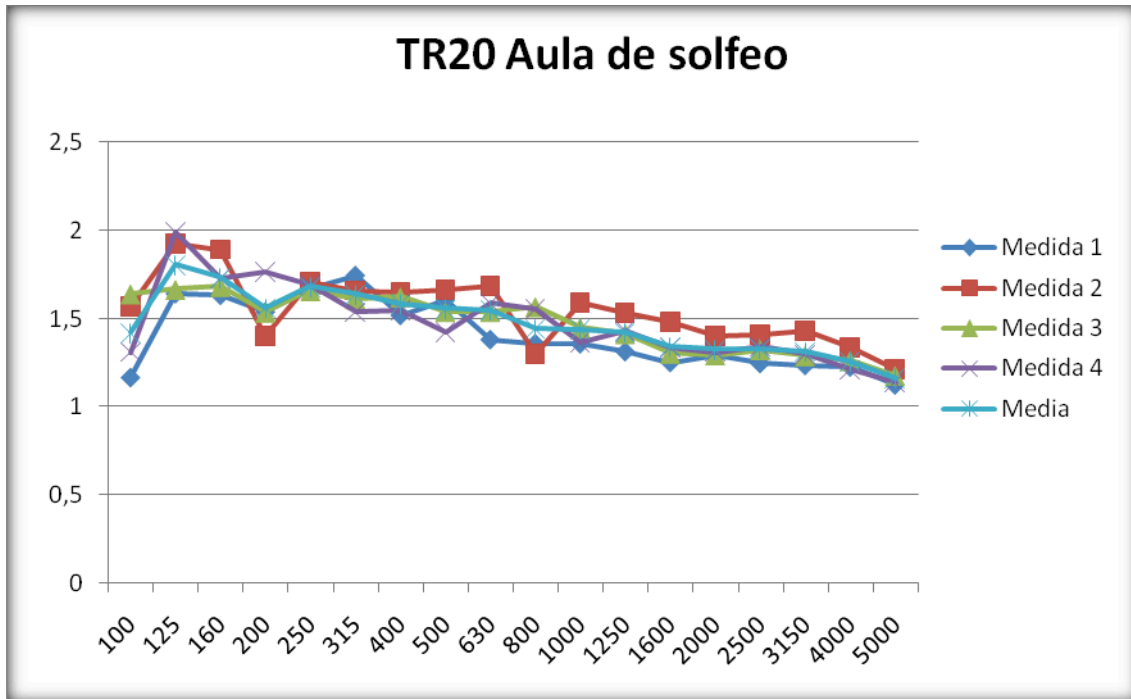
El otro parámetro importante en las aulas de música es el tiempo de reverberación, el cual en este caso es diferente al caso de una sala de conciertos porque el valor adecuado debe ser más bajo, alrededor de 0,5s. Entre todos los grados de reverberación se va a analizar el TR20 por ser el más común y el más fácil de medir.

En el siguiente plano se muestran los puntos tomados para analizar el TR20 en cada una de las aulas.

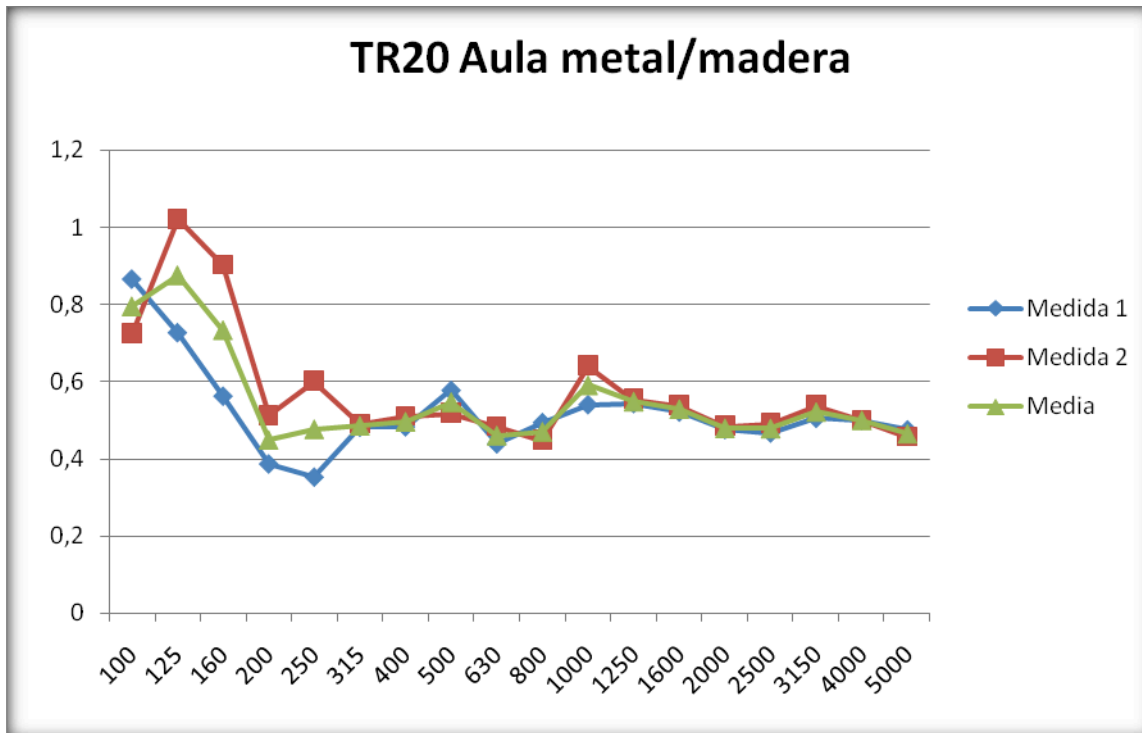


Se seguirá el mismo esquema en todos los recintos; una gráfica donde se muestran las medidas y en segundo lugar el valor del tiempo de reverberación medio.

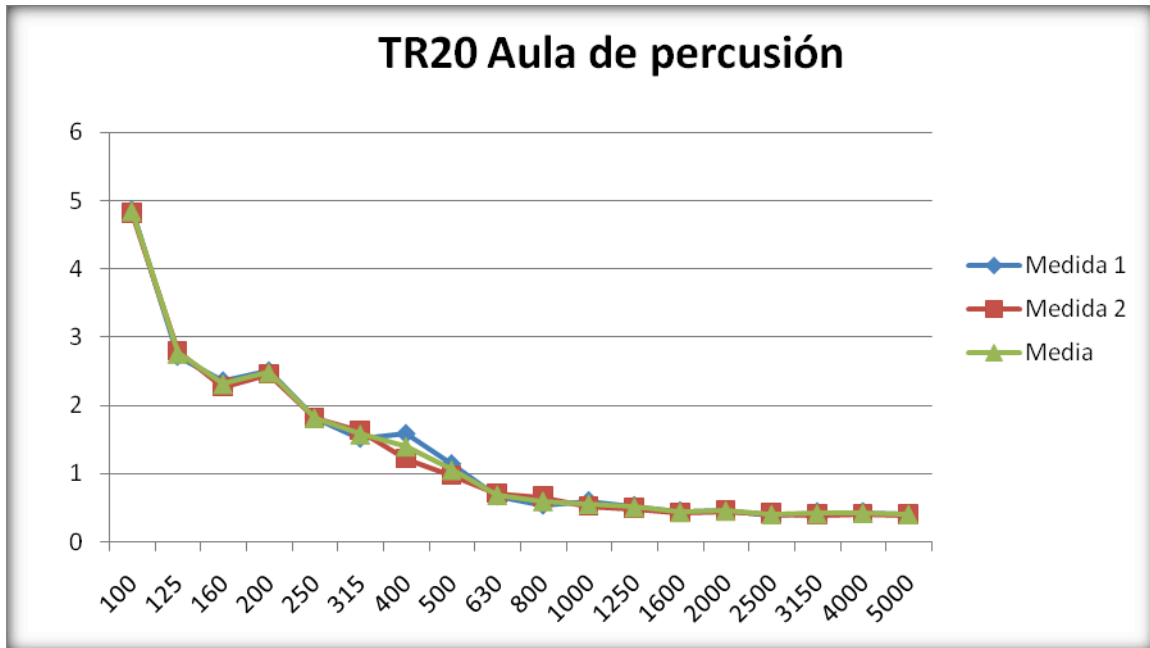
Se empezará el análisis con el aula de solfeo; es la más grande de todas con un volumen de 220m³. Todas las paredes están enlucidas de yeso menos la de salida que tiene un ventanal. Se han tomado 4 medidas del tiempo de reverberación para tener una muestra lo más representativa posible.



Se sigue con el aula de metal/madera; la cual tiene un volumen de 30m³, todas las paredes están enlucidas de yeso y el suelo y techo es de hormigón visto.



Por último se analiza el aula de percusión, es la más pequeña de todas con un volumen de 20m³; todas sus paredes son de enlucido de yeso, el suelo es una pavimento de gres y el techo es de hormigón visto.



Como resumen se indican los valores del tiempo de reverberación medios; se observa que en las s aulas el valor de TRmid es elevado ya que debería estar por debajo de 0,5s; para ello es necesario poner absorbente poroso en el interior como se explica en el apartado 7.1.

TRmid Aula solfeo= 1,49s

TRmid Aula metal/madera= 0,56s

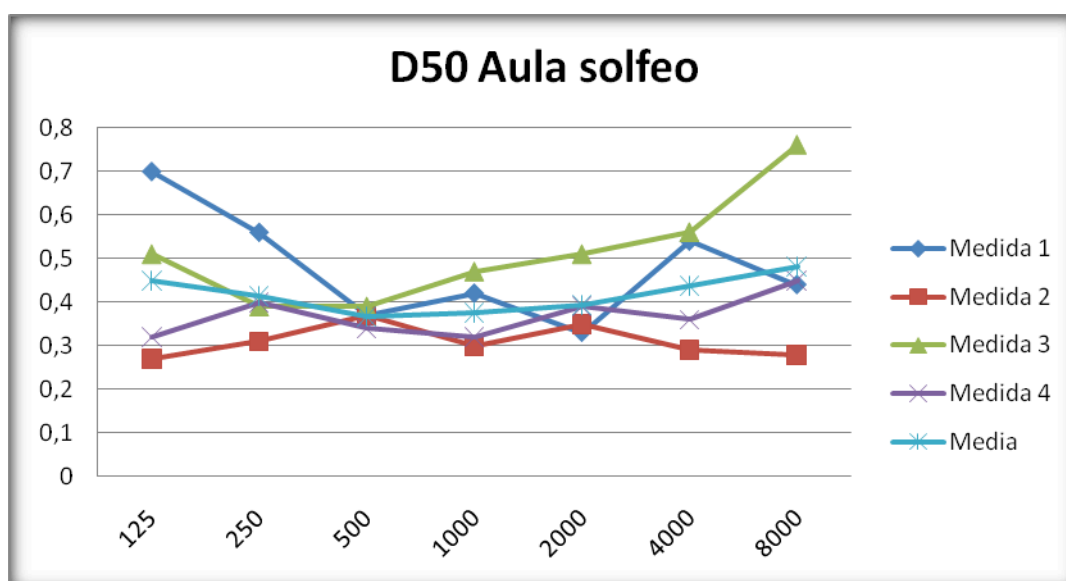
TRmid Aula percusión= 0,806s

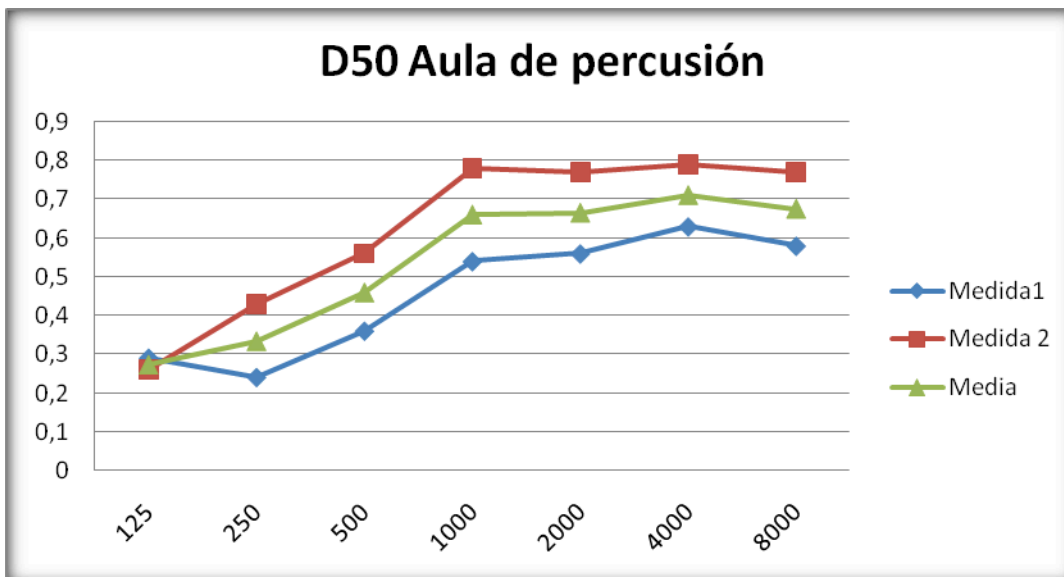
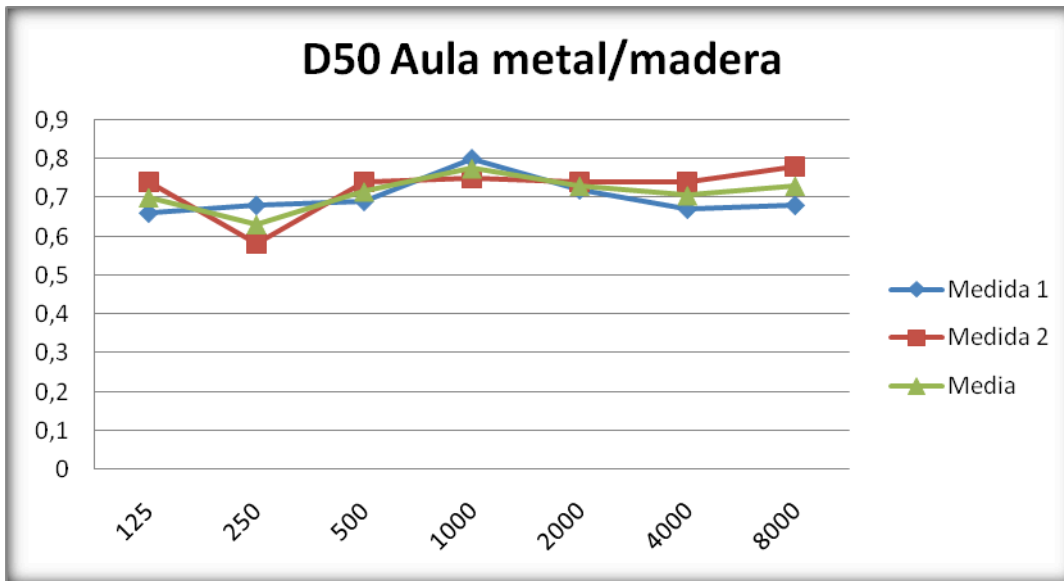
6.2.3.- Claridad C_{50} , STI y RASTI.

En el caso de las aulas, aunque su uso principal sea de música, también es importante que tenga buena respuesta a la palabra para entenderse de forma adecuada. Los puntos siguientes muestran la posición de las mediciones en las aulas.



En primer lugar se muestran las gráficas de la definición D_{50} en cada una de las aulas. En segundo lugar las gráficas de la claridad C_{50} y por último los valores de STI y RASTI en cada uno de los puntos.

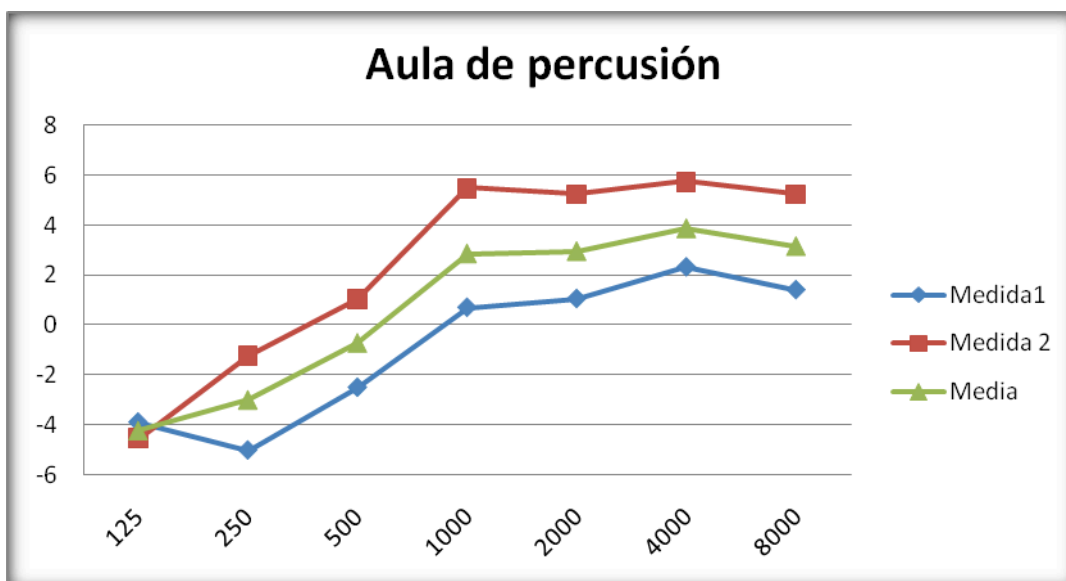
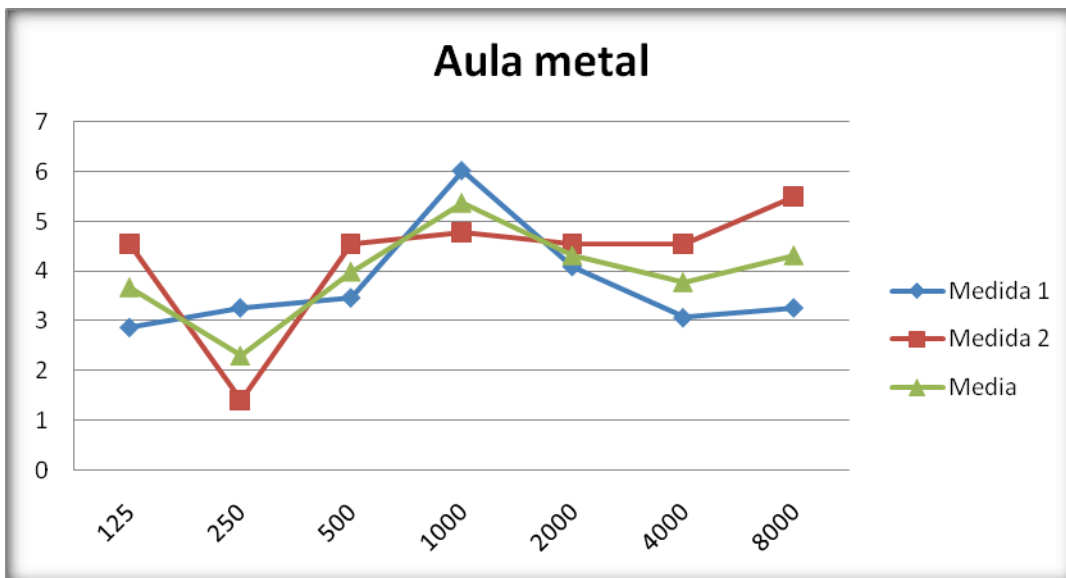
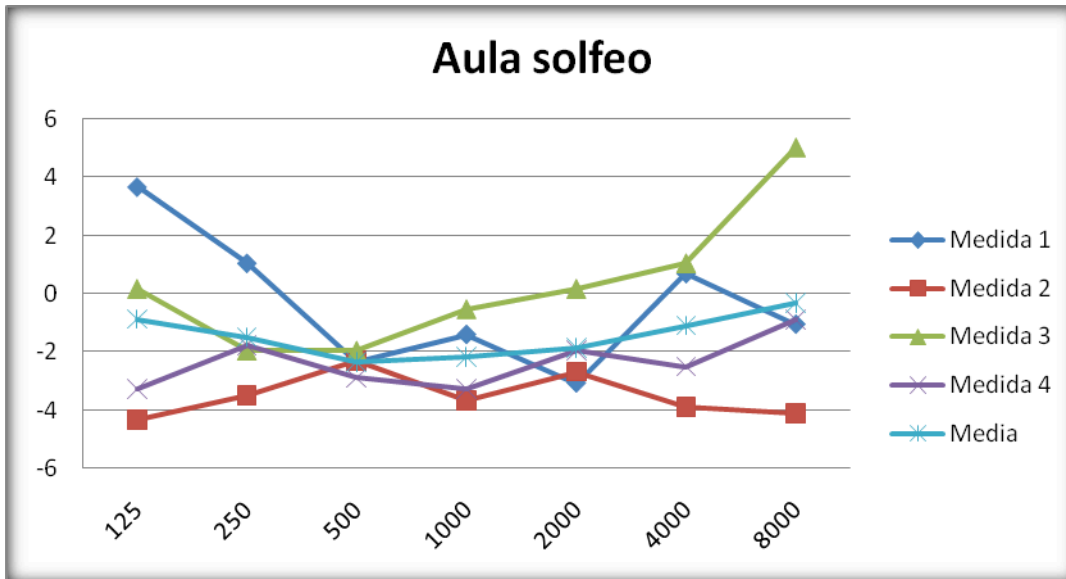




A partir de los datos de la definición D_{50} , se puede obtener la claridad C_{50} mediante la fórmula que relaciona ambos parámetros:

$$D = \frac{1}{1 + 10^{-C_{50}/10}}$$

$$C_{50} = \left(\log \frac{1}{D} - 1\right) \cdot (-10)$$



Aplicando la fórmula de la claridad C_{50} se obtiene los siguientes resultados:

Claridad C_{50} aula de solfeo: -1,81
Claridad C_{50} aula de metal/madera: 4,39
Claridad C_{50} aula de percusión: 2,63

Un valor adecuado de claridad C_{50} debe ser mayor que 2, por tanto en dos de las aulas se tiene un valor correcto, pero en el aula de solfeo que es en la que más se debe tener en cuenta este parámetro porque en este recinto no se toca ningún instrumento sino que únicamente se utiliza la voz, se obtiene un resultado de claridad C_{50} bajo.

Para finalizar a continuación se muestra un plano donde se sitúan los valores de claridad C_{50} en cada punto de la medición.



En cuanto al STI y RASTI, se analiza en cada punto de la medición; en primer lugar el STI correspondiente a la voz masculina, después el correspondiente a la voz femenina y por último el RASTI.



Como se puede observar en el mapa de puntos y basándose en la tabla del apartado 4 correspondiente a la palabra; se obtiene en todas las aulas unos valores de STI tanto para voz masculina como para femenina como poco aceptables llegando a ser excelente en el aula de metal/madera y en el aula de percusión.

De igual manera ocurre con el RASTI; el único inconveniente que se puede decir es que en el aula que más se necesita que la inteligibilidad de la palabra sea alta es en el aula de solfeo y justamente es esta la que tiene los valores más bajos aunque sean de todas formas valores aceptables.



6.3.- Parámetros de la sala de conciertos.

En este apartado se van a analizar los parámetros correspondientes a la sala de conciertos en base a los resultados obtenidos en las mediciones.

6.3.1.- Tiempo de reverberación de la sala.

El tiempo de reverberación es el parámetro más importante y en el que todos los técnicos están de acuerdo en afirmar que es necesario tener un valor adecuado al uso de la sala. Para analizar este parámetro en profundidad se van a estudiar el EDT, TR10, TR20 y TR30 de la sala; y posteriormente utilizar el EDT y el TR20 para obtener el tiempo de reverberación medio, la calidez y el brillo. Se van a utilizar estos dos por las siguientes razones; el primero porque según Barron, al tratarse de música de banda es el que más se va a percibir ya que los otros únicamente se percibirían al final de la obra. El TR 20 los utilizaremos para compararlo con el EDT y ver las diferencias.

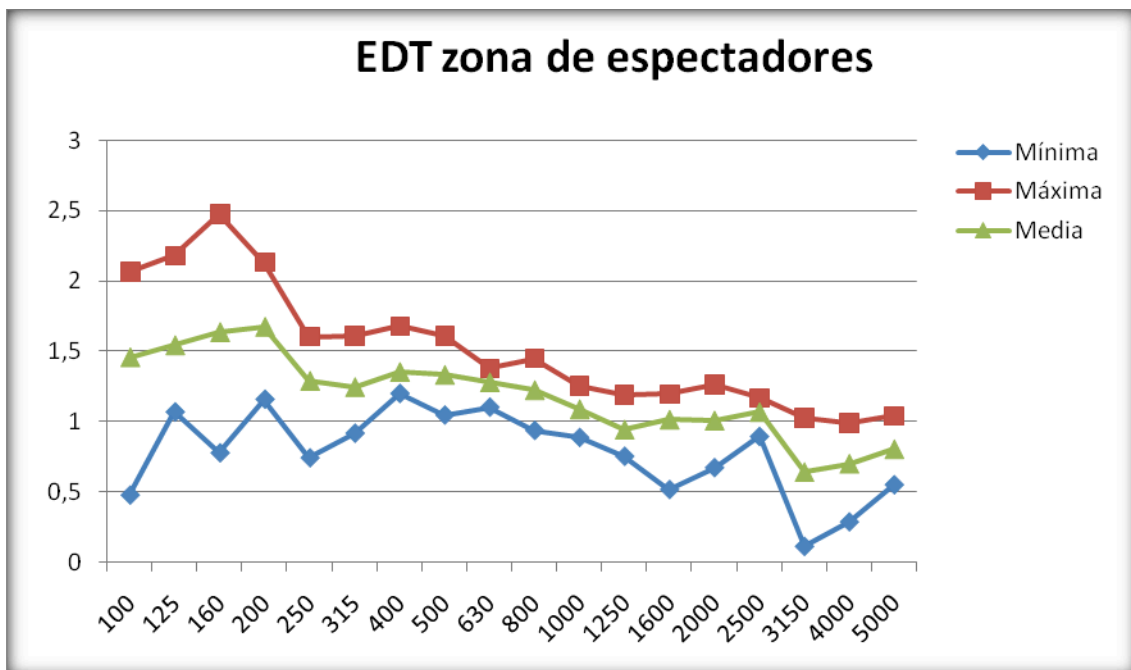
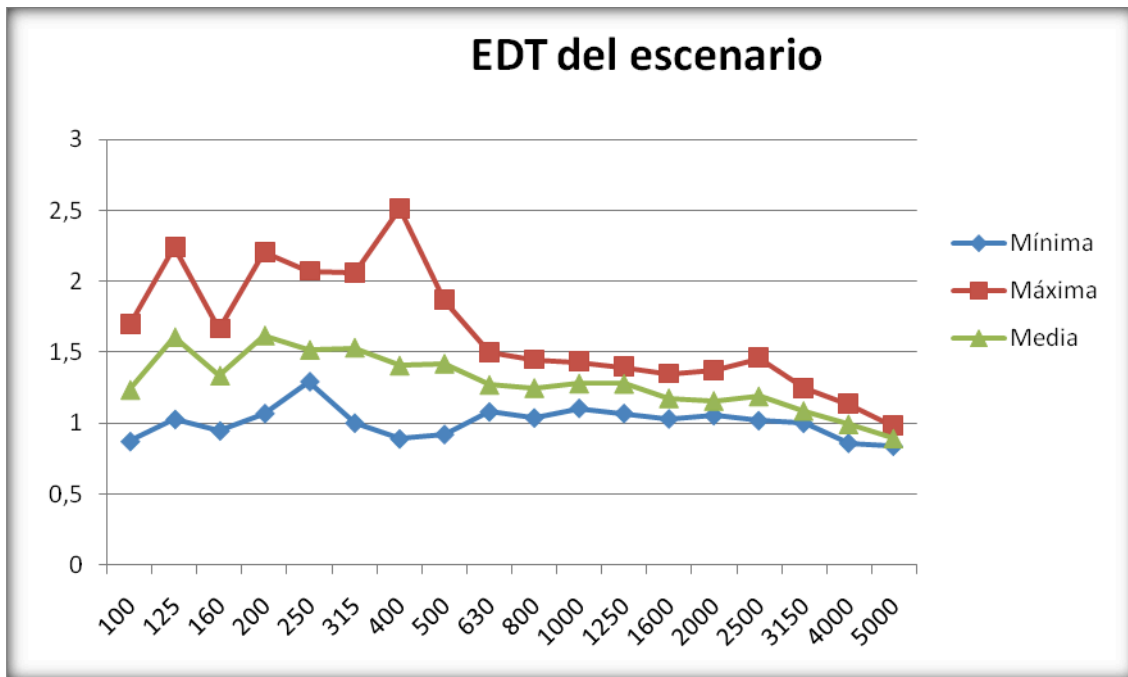
Se empieza mostrando los puntos tomados en la sala, separando la zona de espectadores y el escenario. Se han tomado un total de 8 medidas en el escenario y 10 medidas en la zona de espectadores repartidas para que la muestra sea lo más representativa posible.

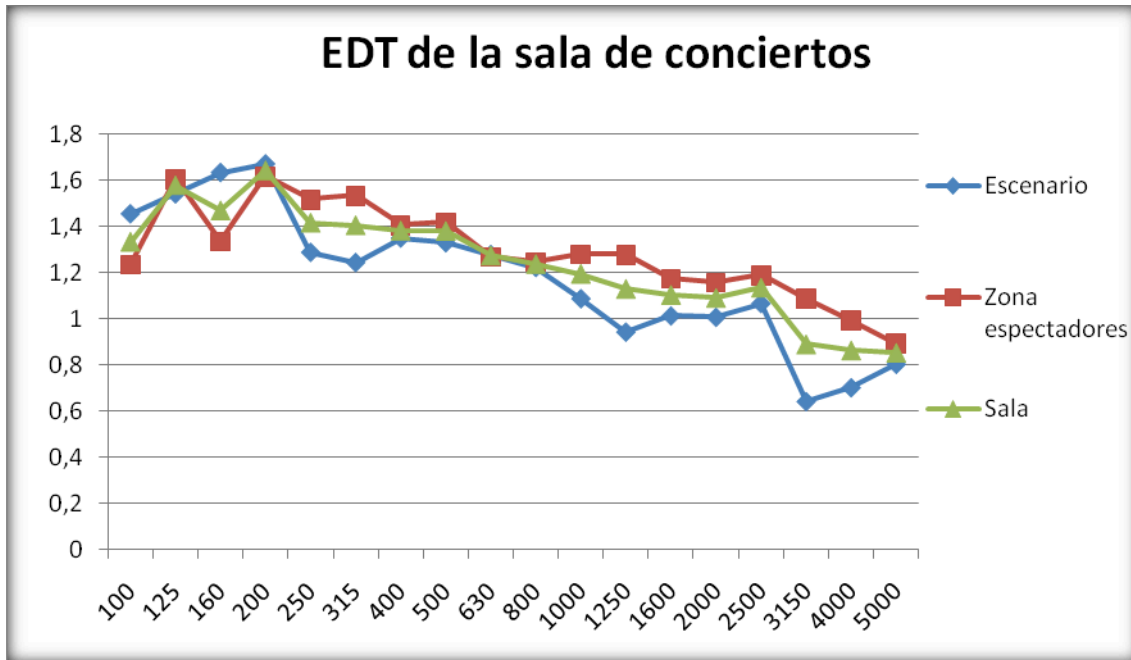


Se va a seguir el mismo procedimiento durante todo el apartado, dos primeras gráficas, una del escenario y otra de la zona de espectadores; donde se muestran las medidas máxima, mínima y media tomadas para observar si existe mucha disparidad entre ellas y una segunda gráfica donde se mostrará la media de cada una de las anterior y ver las diferencias entre una zona y otra. El resto de valores se adjuntan en el apéndice.

Después de las gráficas de EDT y TR20 se analizará el tiempo de reverberación medio la calidez y el brillo de cada una para ver si son correctos. Se eligen estos grados de reverberación porque son los más adecuados para música de banda.

Se observa que existe diferencia entre medidas a frecuencias bajas, pero que a medida que aumenta las curvas se van igualando. Esto es debido a que existe mayor incertidumbre a frecuencias graves debido en primer lugar al método de medida y en segundo lugar a la fuente utilizada porque la energía emitida es más débil en estas frecuencias.





Se puede afirmar que el EDT es mayor en la zona de espectadores y con los valores de las gráficas y aplicando las fórmulas del tiempo de reverberación medio, la calidez y el brillo se obtiene:

$$TR_{mid} = 1,285$$

$$BR = 1,15$$

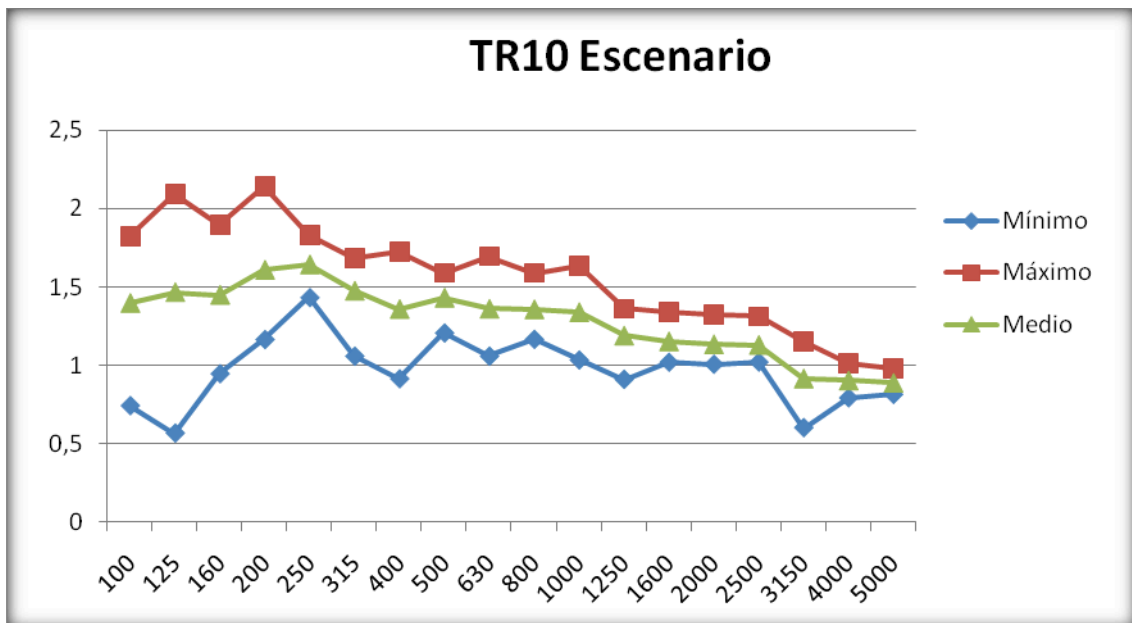
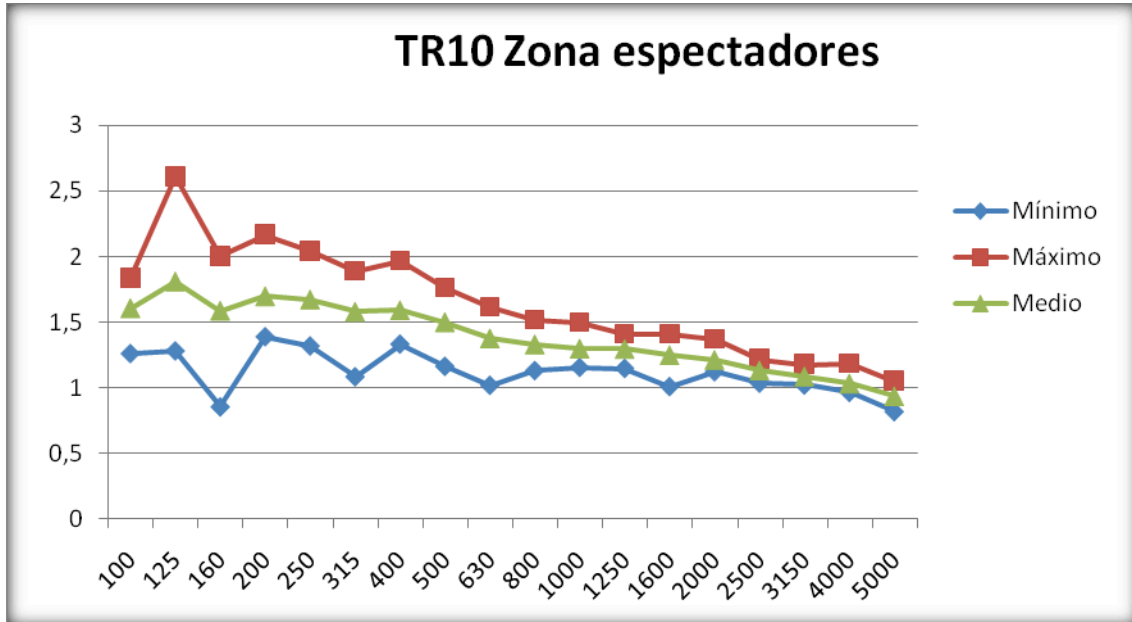
$$Br = 0,758$$

Según la tabla del apartado 4 correspondiente a los tiempos de reverberación nuestro resultado sería correcto; pero hay que tener en cuenta que esos valores son para música sinfónica.

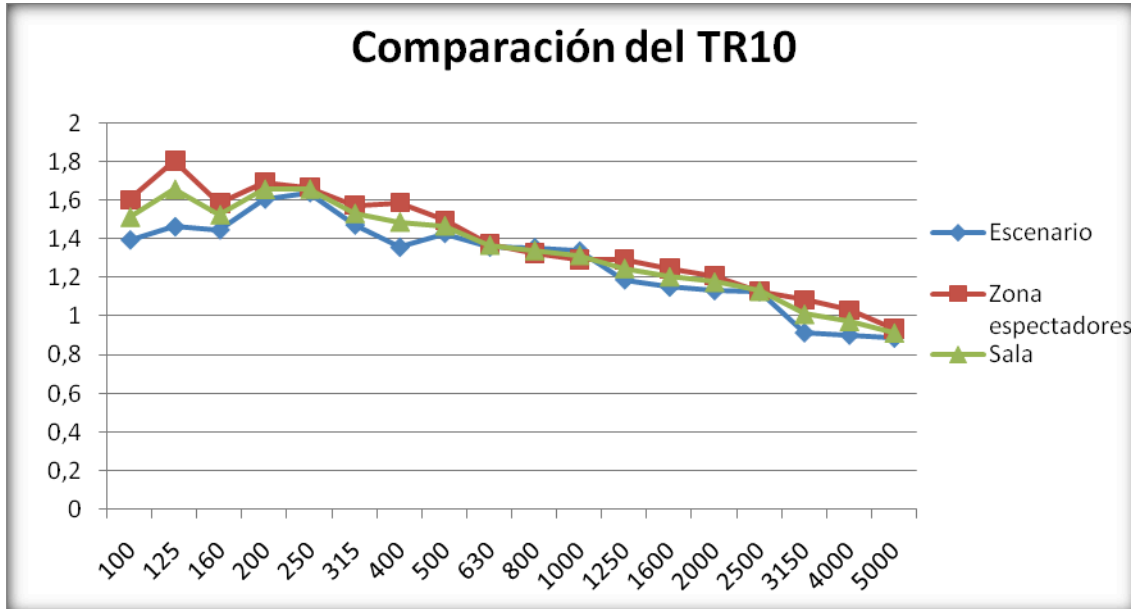
La banda de música está preparada para tocar por la calle. Además según la tesis doctoral presentada por el arquitecto Jose Luis Gallardo Blanquer en la que habla sobre parámetros acústicos en salas de ensayo de bandas de música; de las mediciones realizadas deduce que a frecuencia de 1000Hz el valor más usual está entre 0,9 a 1s por lo que los valores óptimos de tiempo de reverberación deben ser inferiores a los obtenidos y estar entre 0,7 y 1; por tanto en la sala tenemos un tiempo de reverberación alto. Es conveniente que el EDT sea bajo ya que de esa manera percibiremos de mejor manera los pasajes rápidos y los ataques de los instrumentos cosa que ocurre a menudo en la música de banda.

En cuanto a la calidez, si se compara con los valores recomendados, presenta una buena respuesta a frecuencias bajas ya que nuestro resultado está en el rango adecuado. Por otro lado el brillo, está un poco por debajo de lo recomendado por lo tanto aunque es claro y rico en armónicos la sala presenta mejor respuesta frente a frecuencias bajas que altas.

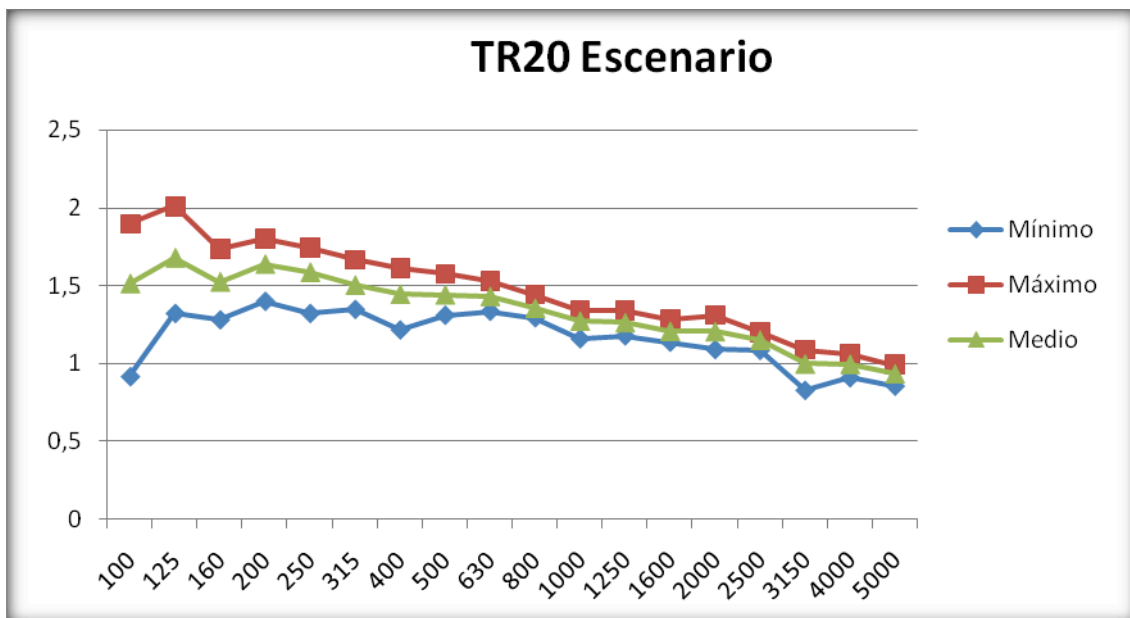
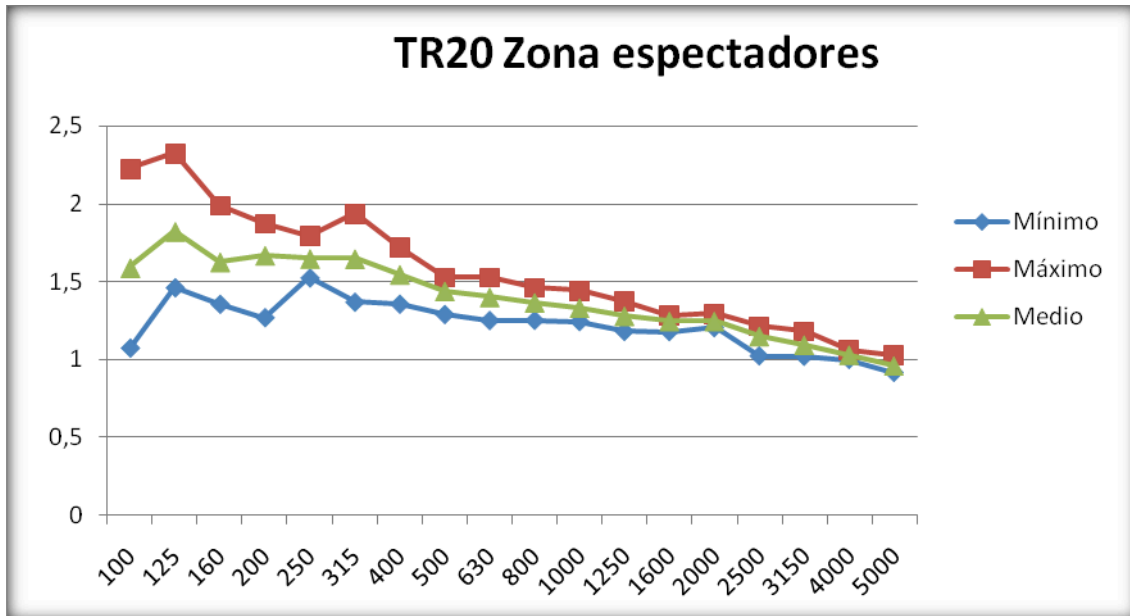
En segundo lugar se analiza el TR10; ocurre de igual manera que el EDT, diferencia en frecuencias bajas pero a medida que se aumenta se van igualando los valores.

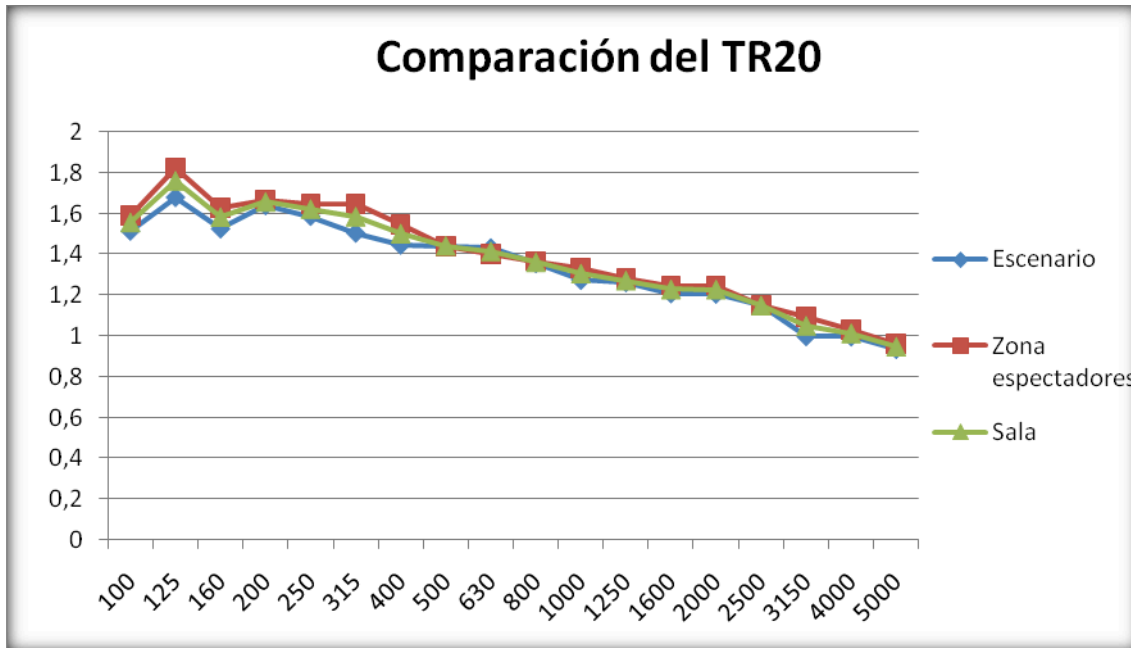


Como resumen del TR10, decir que existe un mayor tiempo de reverberación en la zona de espectadores que en el escenario además de que la curva tiene una forma correcta con un mayor grado de reverberación en frecuencias bajas que a medidas que aumentan la reverberación baja; el único inconveniente es que los valores son demasiado elevados.



A continuación se estudia el TR20, y se observa que a medida que las frecuencias aumentan los valores del tiempo de reverberación se van igualando de la misma manera que ocurre en los casos anteriores.





Al comparar las tres medidas se observa que son muy parecidas y solo a frecuencias graves hay dispersión eso es debido a la incertidumbre en estas frecuencias. Con los valores de las gráficas y aplicando las fórmulas del tiempo de reverberación medio, la calidez y el brillo se obtiene:

$$TR_{mid} = 1,37$$

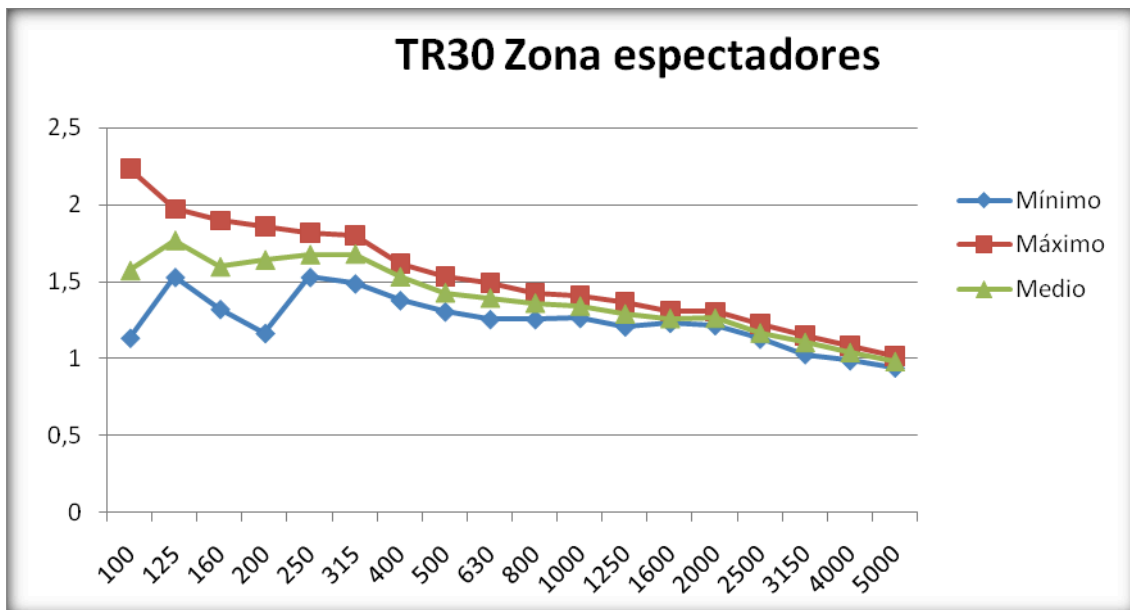
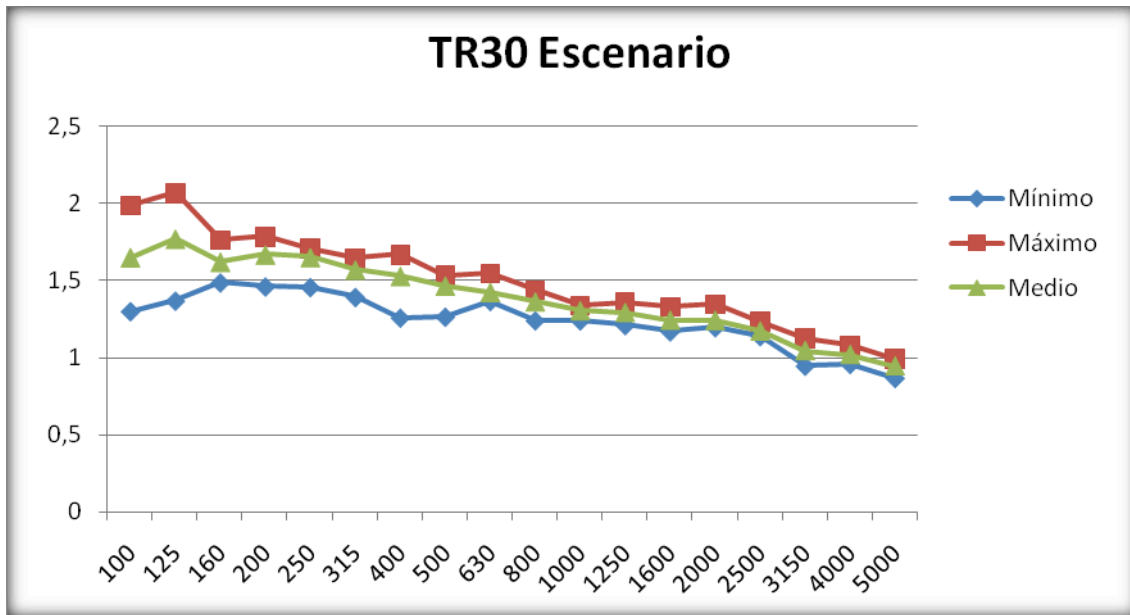
$$BR = 1,23$$

$$Br = 0,758$$

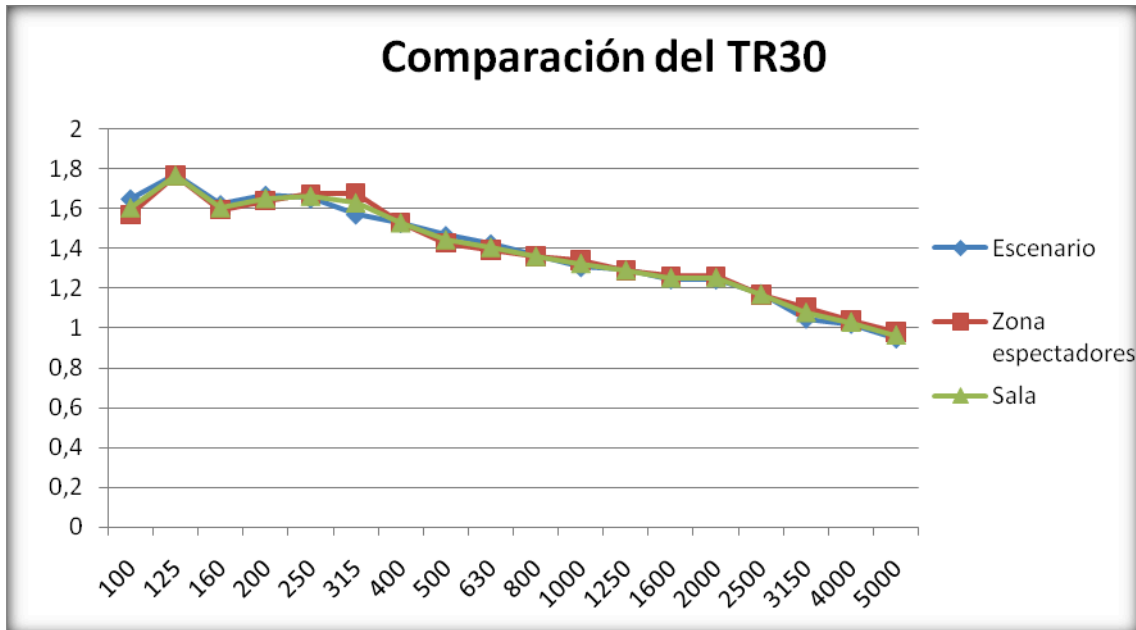
Comparando el TR20 con el EDT, se observa que el valor de TR20 es superior. Según la tesis doctoral nombrada anteriormente donde indica que el tiempo de reverberación adecuado o más usual debe ser 0,9 a 1s; este valor se refiere al TR30. Al analizar el TR20 para que el valor sea correcto este debe aproximarse más que el valor de EDT, por tanto se puede afirmar con más fuerza que el tiempo de reverberación es alto.

En cuanto a la calidez y el brillo no se tiene ningún problema y se puede afirmar lo mismo que en los valores de EDT, la calidez está en el rango adecuado y el brillo un poco por debajo pero esta diferencia no es importante.

En el análisis del TR30 se observa en las medidas de las dos zonas una diferencia en las frecuencias bajas que a medida que aumentan se igualan.

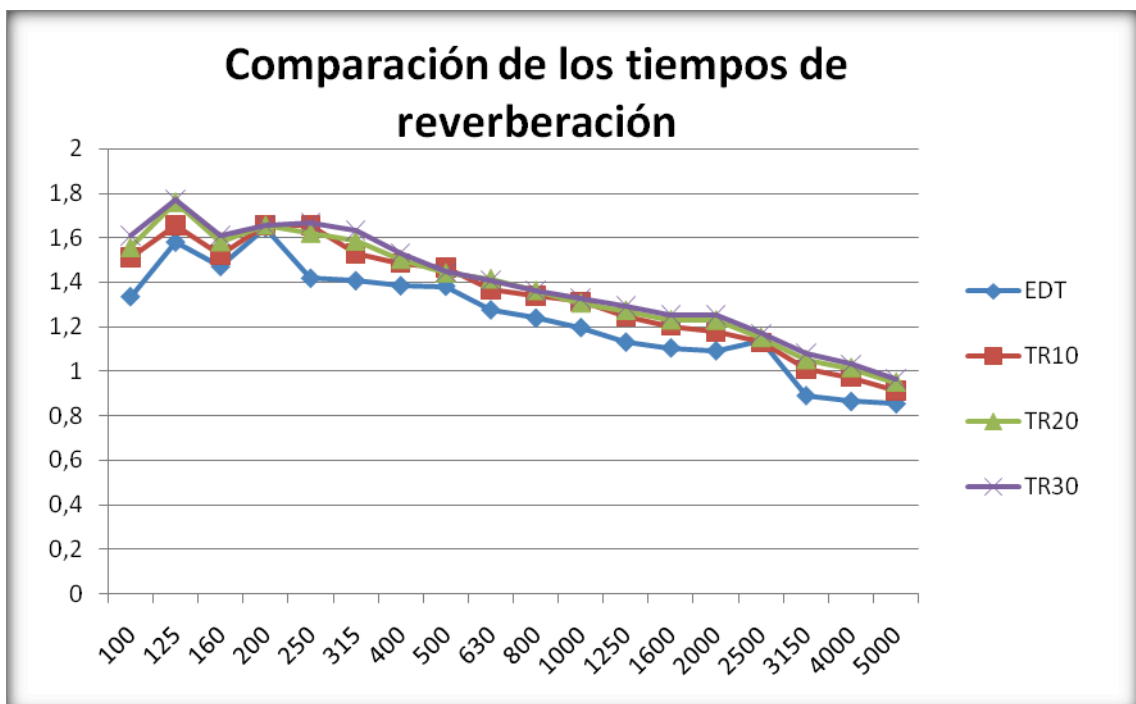


Cuando se comparan las medidas del TR30 se observa que es en la que más igualdad existe entre ellas; eso es debido a que para disminuir el sonido 30 dB el sonido necesita más tiempo por lo que recorrerá toda la sala y se reflejará en todas las superficies sin dependencia de la posición de la medida.



Al comparar los diferentes grados de reverberación se observa que las curvas son parecidas, únicamente el EDT se separa un poco de las otras; por eso se puede afirmar que se trata de una sala sabiniana en la que existen pocos modos propios y es razonablemente difusa.

La curva tonal tiene una forma adecuada con valores altos en frecuencias graves que a medida que aumenta esta los valores disminuyen; el único problema es que los valores en general deberían ser más bajos para así tener un tiempo de reverberación adecuado que estuviera entre 0,7 y 1s.

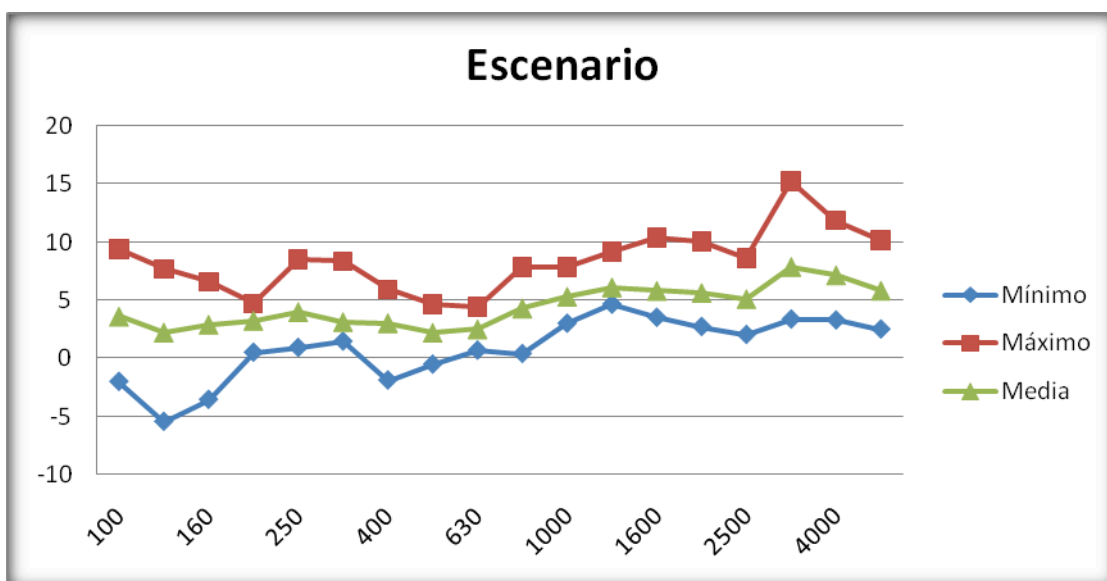


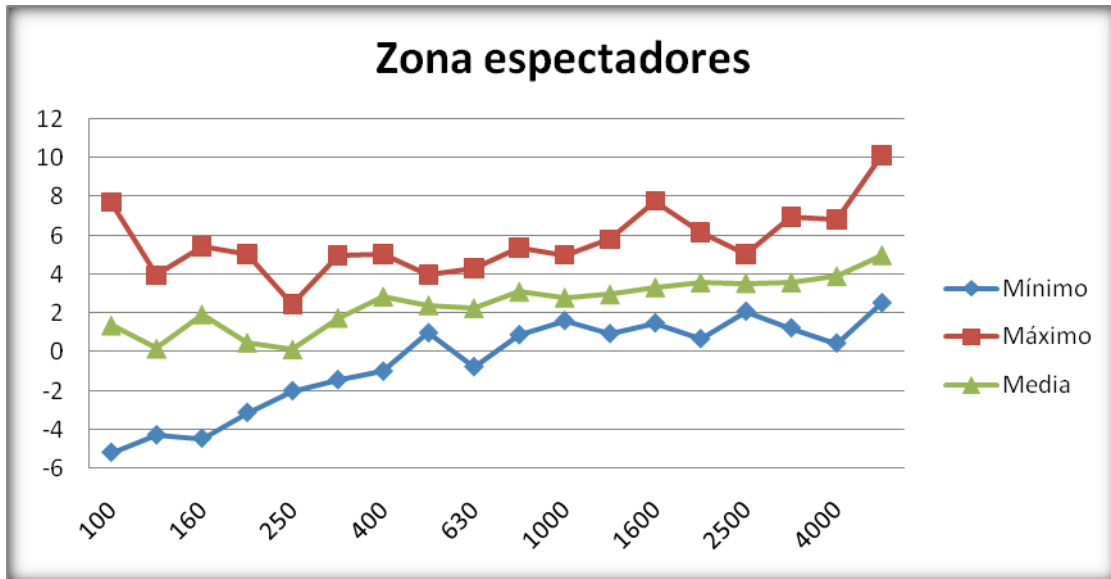
6.3.2.- Claridad C_{80} .

Para analizar la claridad C_{80} , se han tomado se han tomado las medidas en los puntos que se muestran a continuación para abarcar toda la superficie de la sala.



En primer lugar se estudiarán las mediciones máximas, mínimas y medias tomadas por un lado en el escenario y por otro lado la zona de espectadores. En segundo lugar se analiza la media de las dos zonas y se comparan con la media de la sala y por últimos se muestran los valore de claridad C_{80} en cada uno de los puntos. El resto de valores se adjuntan en el apéndice.





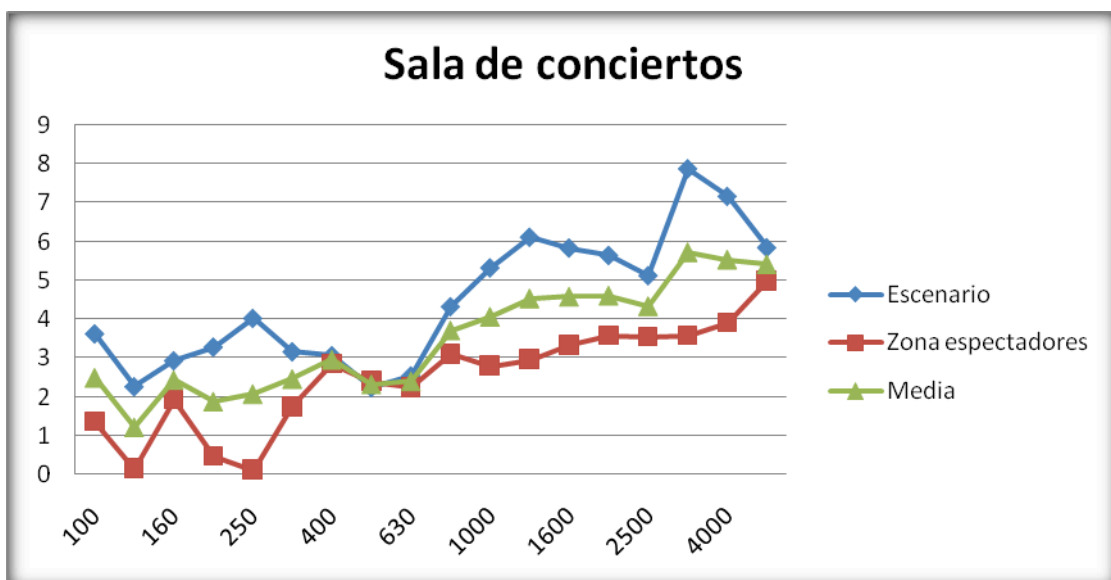
A partir de los datos de las gráficas y aplicando la fórmula se obtiene los valores de claridad C_{80} siguientes:

Claridad C_{80} escenario: 4,6

Claridad C_{80} zona espectadores: 2,91

En base a los datos del apartado 4; se obtiene unos valores de Claridad C_{80} en general altos debido a que se trata de una sala pequeña. En el escenario es más alto que en la zona de espectadores porque está más próximo a la fuente sonora.

Si se analiza la sala en conjunto y se compara con las medidas del escenario y la zona de espectadores se obtiene la siguiente gráfica con una claridad C_{80} de 3,75



Para terminar, se muestra el mapa de puntos con los valores de claridad C_{80} en cada punto de la medición.

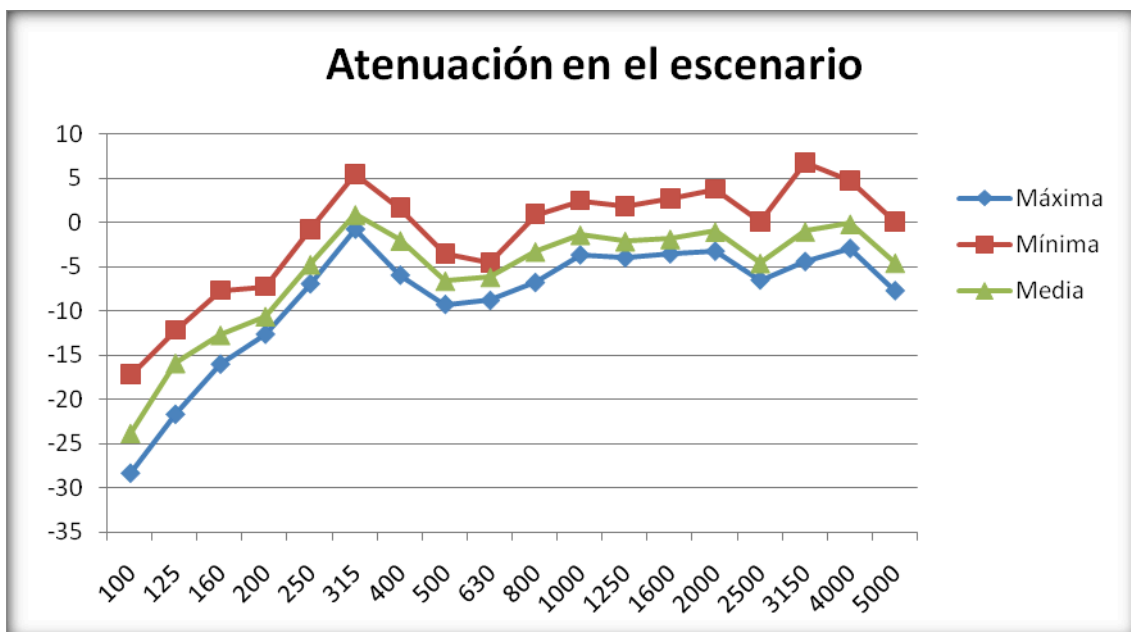


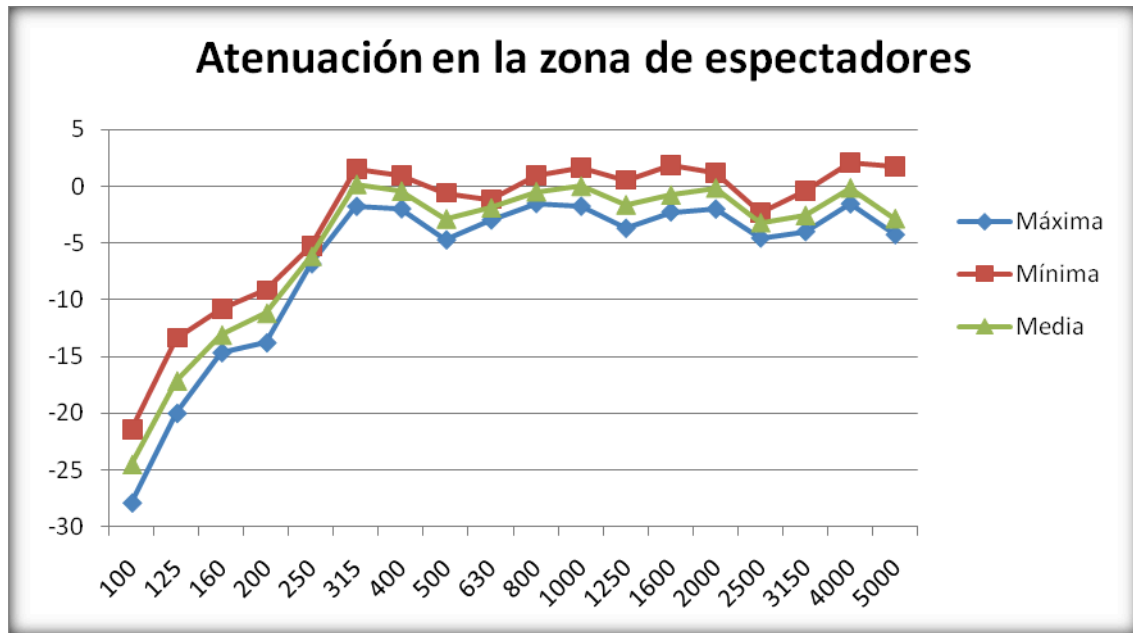
6.3.3- Relative strenght.

Con la información que nos proporciona el Dirac con relación a la fuerza relativa (relative strenght) se puede obtener la atenuación en cada punto de la medición o también llamado función de transferencia. Para ello se realizar la media de todos los valores a 1000Hz y posteriormente realizar la diferencia entre el valor de cada frecuencia y la media obtenida; de esta manera se calcula la atenuación del sonido en cada frecuencia y en la posición que se muestra a continuación.



Se estudia por un lado la atenuación en el escenario y por otro lado en la zona de espectadores; mostrando la medida con la máxima atenuación, con la mínima y con la media. El resto de valores se adjunta en el apéndice.



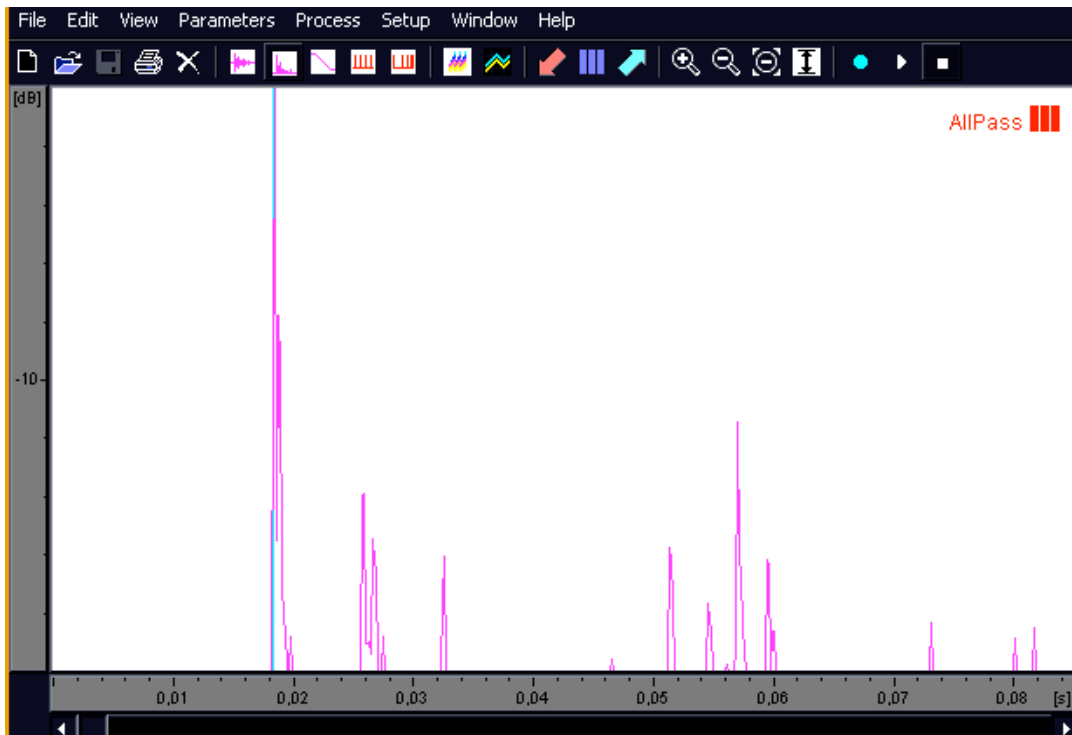


Como se puede observar existe una atenuación desproporcionada en las frecuencias más graves desde 100 Hz a 400Hz eso es debido a que en este rango de frecuencias la incertidumbre es alta, por tanto no se puede confiar en los resultados obtenidos sino que la atenuación en las frecuencias nombradas anteriormente estaría en el rango de -5 a -15dB.

En general la atenuación es mayor en frecuencias graves cosa que es normal, y a medida que se acerca a las frecuencias centrales va disminuyendo. Si se compara la atenuación en las dos zonas, a pesar de ser el escenario más pequeño atenúa más, eso es debido a los materiales empleados. En el caso del escenario todos los paramentos verticales están cubiertos con una cortina y está es de un material absorbente; en el caso de la zona de espectadores todos los materiales son reflectante o bien hormigón visto o tabique de ladrillo con guarnecido enlucido de yeso.

6.3.4- Intimidad.

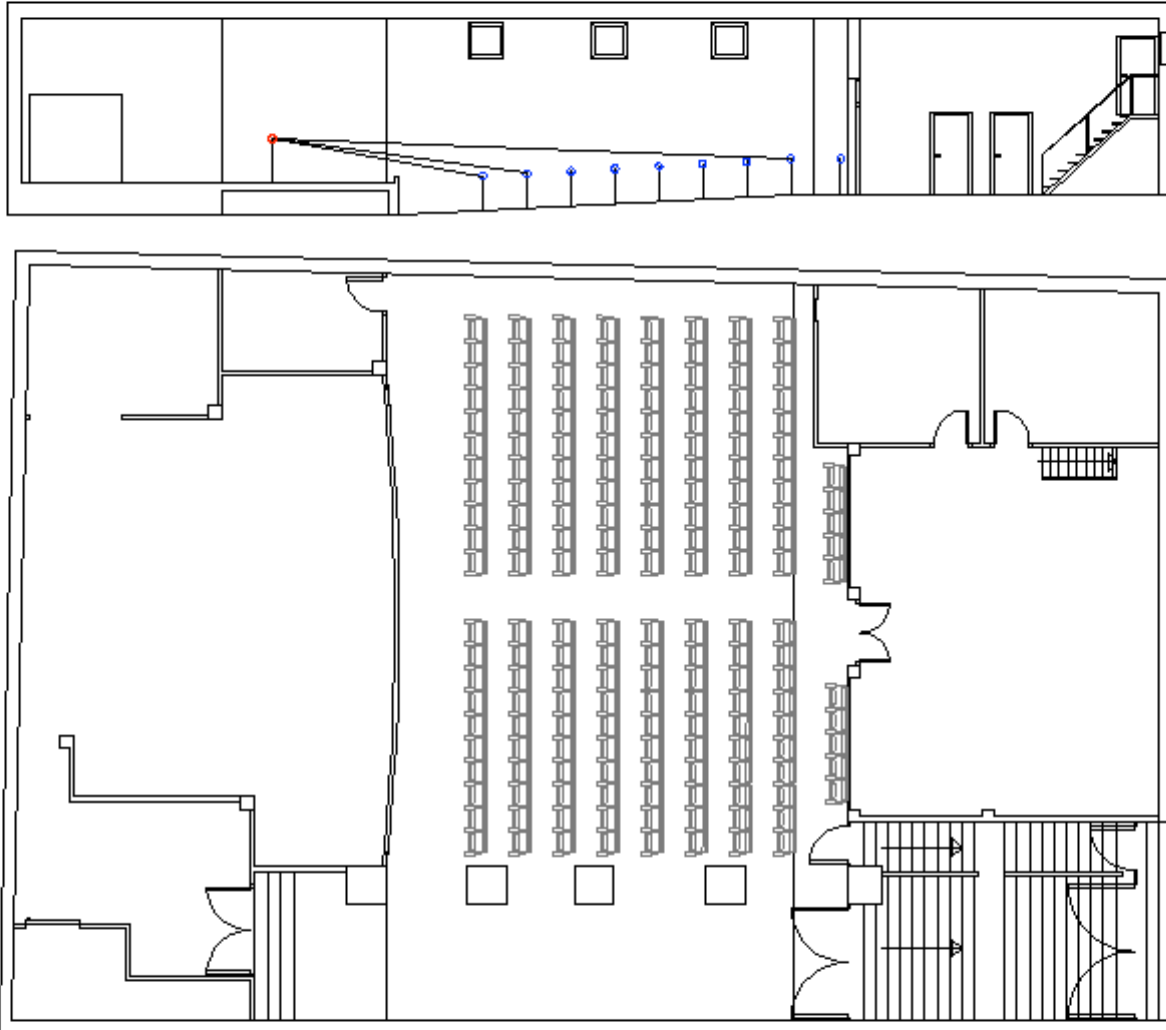
Como se ha explicado en el apartado 4, la intimidad acústica define el grado de identificación entre la orquesta y el oyente. Para ello se evalúa en un punto situado en el centro de la platea el intervalo de tiempo existente entre la llegada del sonido directo procedente del escenario y la primera reflexión significativa y el valor recomendado según Beranek para el centro de la zona de espectadores debe ser $\leq 20\text{ms}$.



La primera reflexión proviene del techo con una diferencia de tiempo de 0.007s respecto del sonido directo; lo que equivale a una diferencia de recorrido de 2.57m. La disminución de nivel de potencia al reflejar en el falso techo de escayola y recorrer la distancia correspondiente es de -14 dB respecto del nivel del sonido directo.

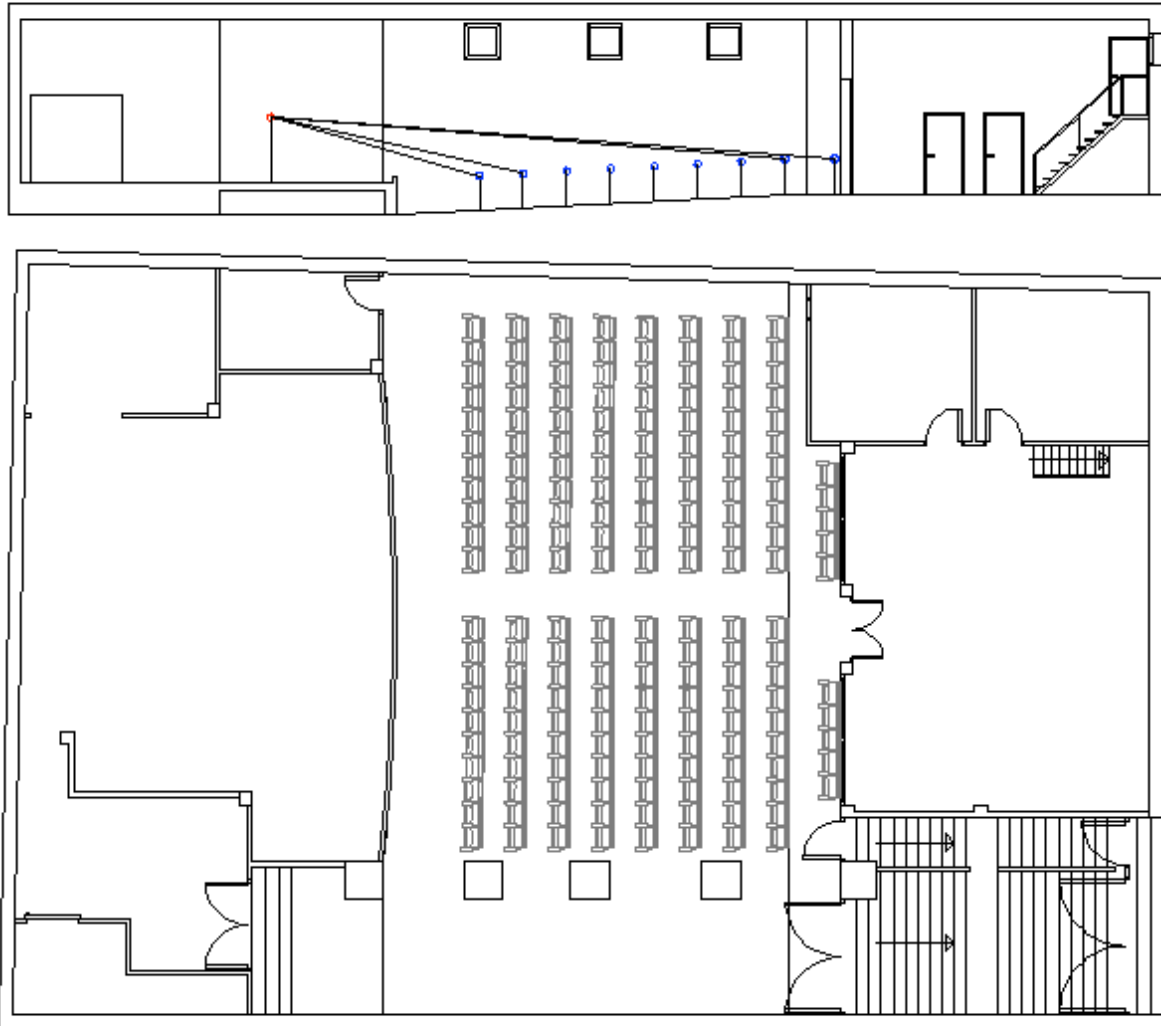
6.3.5- Visuales.

Con el análisis de las visuales se comprueba si con la inclinación del suelo existente los espectadores percibirían el sonido directo de una manera correcta sin ser obstruido por el espectador de delante. La ubicación del punto de referencia puede condicionar el resultado; para ello se realiza el estudio en 2 puntos situados en centro del escenario, a 1m y a 1,5m. Para la posición de los espectadores como la sala no tiene butacas simularemos la posición normal de las sillas en cada actuación y una altura de 0,8m para cada espectador.



En la primera posición, a 1m de altura, todos los espectadores situados en la pendiente de la platea tienen buena visual ya que la elevación entre rayos es mayor de 8cm. El único problema reside en las pocas butacas de la última fila, las cuales están situadas sobre suelo llano sin pendiente y no se cumple la relación mínima entre rayos de 8cm por tanto estos espectadores no percibirán el sonido directo de manera correcta.

En la segunda posición, a 1,5m, todos los espectadores incluidos los de la última fila tienen buena visibilidad y percibirán el sonido directo correctamente.



Como conclusión se puede afirmar que todos los espectadores tienen buena visibilidad en el caso de que la fuente sonora se posicione a partir de 1,5m; este sería el caso de una audición o un recital en el que una sola persona este de pie. Sin embargo para el uso más común de la sala que es para conciertos de banda los espectadores que se sitúen en la última fila no tendrán buena visibilidad.

Analizando el total de posiciones que tienen buena visibilidad y las que no; únicamente 10 sillas que equivalen a un poco más del 5% del aforo tendrían mala visibilidad; por tanto se puede considerar que la pendiente de la plata es correcta y que en la sala los espectadores perciben el sonido de manera correcta.



6.3.6.- Adecuada relación señal fondo.

Como se ha explicado en el apartado 4; para percibir el sonido de la mejor manera posible, la diferencia entre el nivel de la señal y el nivel del ruido de fondo debe ser lo mayor posible. Para ello existen dos formas: potenciar la señal procedente del escenario y disminuir el ruido de fondo.

En nuestra sala, para potenciar el nivel procedente del escenario se ha diseñado la zona de audición con una pendiente para que la distancia de entre el emisor y el receptor sea mínima. Sin embargo faltan superficies próximas al emisor de un material reflectante como contrachapado de madera, ya que los materiales próximos al emisor son las cortinas que se sitúan en las paredes laterales del escenario.

A la hora de limitar el ruido de fondo, la sala no tiene ningún sistema ya sea solución especial de aire acondicionado o bien accesos acondicionados acústicamente con dos puertas y vestíbulo absorbente.

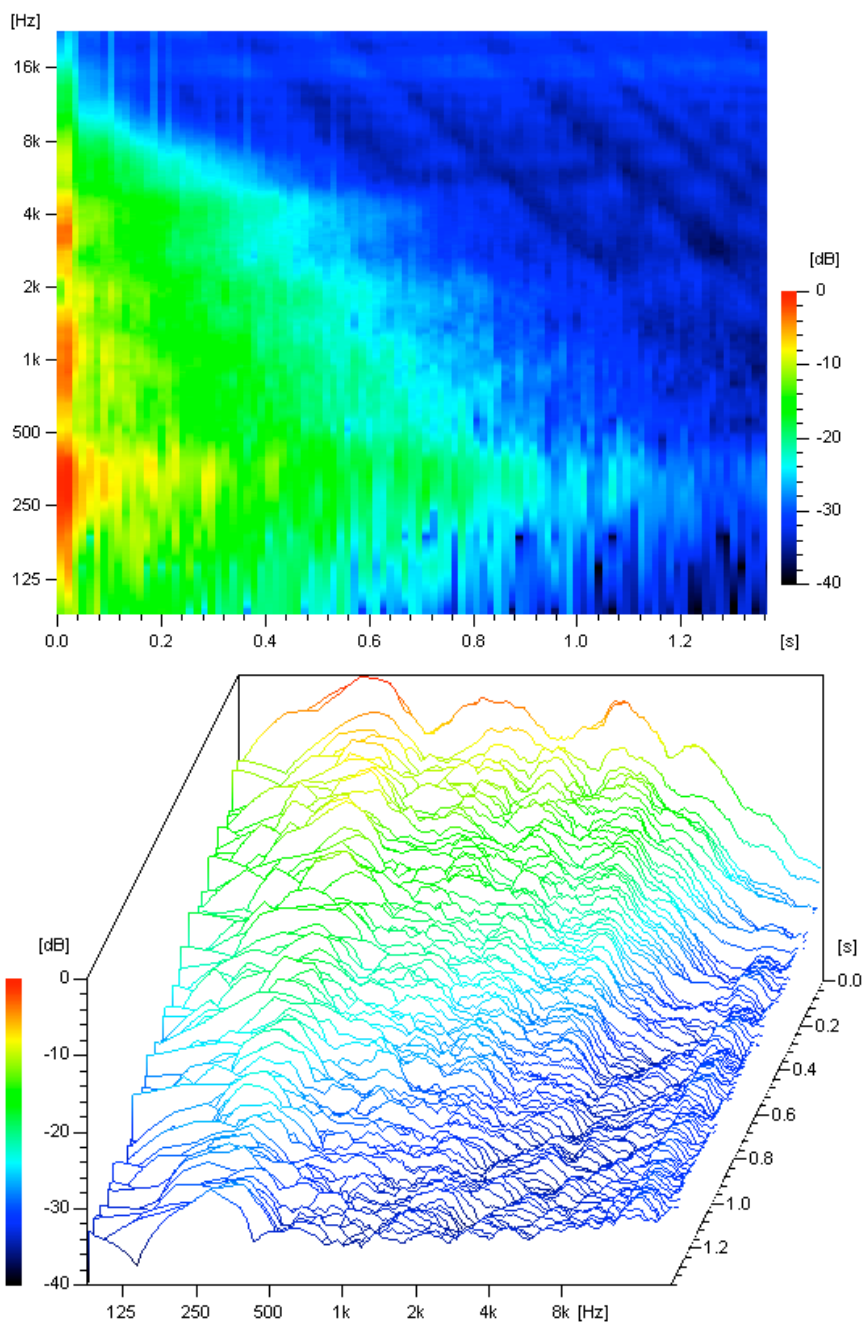
Para la refrigeración se utilizan ventiladores colgados del techo del escenario los cuales hacen un nivel de ruido elevado. Por otra parte el local no está aislado correctamente, dispone de tres ventanas con un vidrio simple de 3mm que dan a la zona de la platea por la parte interior y por la parte exterior a una plaza. La única solución que se aproxima a aumentar el confort acústico es la entrada al local que se realiza por una puerta pasando por unas escaleras a modo de vestíbulo y otra puerta para acceder a la sala, el inconveniente reside en los materiales utilizados ya que la primera puerta es metálica y tiene holgura en sus 4 lados, el vestíbulo no tiene ningún material absorbente y la segunda puerta no cumple con un $RA \geq 30\text{dB}$ porque es una puerta antigua que tiene un mal comportamiento frente al aislamiento acústico.

Como conclusión, la sala tiene una mala relación señal/fondo provocado en gran parte por el alto ruido de fondo de la sala que cumple con la NC45 además de no potenciar la señal procedente del escenario.

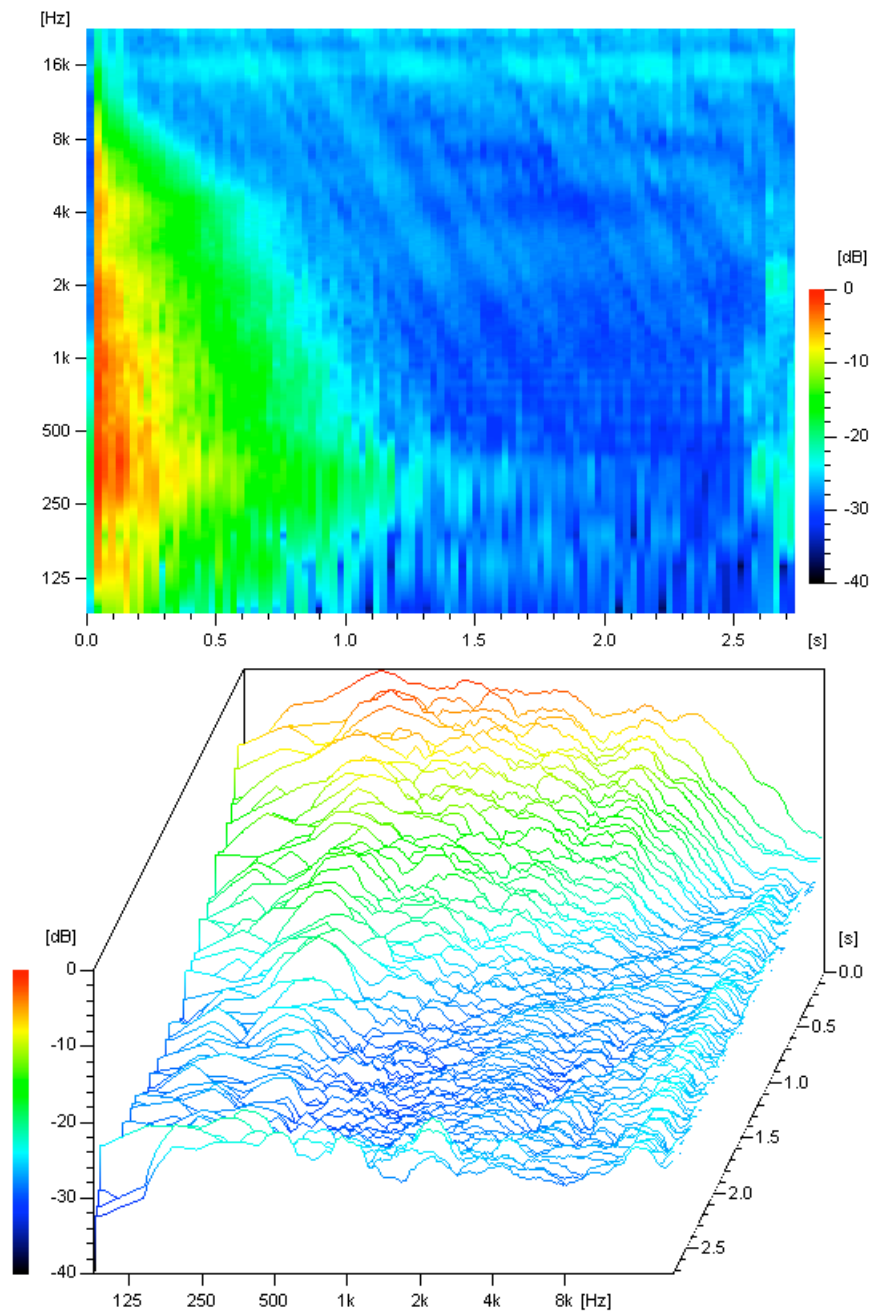
6.3.7-Ondas estacionarias.

Los gráficos Energía-Tiempo-Frecuencia (ETF), muestran el cambio de un espectro en sus frecuencias en el tiempo. De esta manera se pueden encontrar apariciones de modos propios, resonancias u ondas estacionarias. Se distinguen dos tipos de gráficos; uno llamado Waterfull (cascada de la trama), el cual muestra el progreso del espectro general. El otro se llama espectrograma y se considera como la vista superior del waterfull y simplifica el reconocimiento de patrones de energía.

En primer lugar se va a analizar los modos propios de un punto situado en el centro del escenario. Mediante el espectrograma se puede observar que la sala tiene un modo propio a la frecuencia de 250Hz aproximadamente. Con el grafico de cascada se observa que el nivel disminuye más rápido a frecuencias altas y que alrededor de 250 Hz la caída de nivel va más despacio; esto es debido a que existen superficies en la sala a partir de 1,36m que corresponde a la longitud de onda de 250 Hz que provocan que el sonido tarde en desaparecer.



En segundo lugar se va a estudiar un punto situado en el centro de la zona de espectadores. También se observa que existe un modo propio en la frecuencia de 250 Hz, pero no está tan marcado como en el punto situado en el escenario probablemente debido a que se sitúan más superficies que generan esta onda estacionaria en el escenario que en la platea.



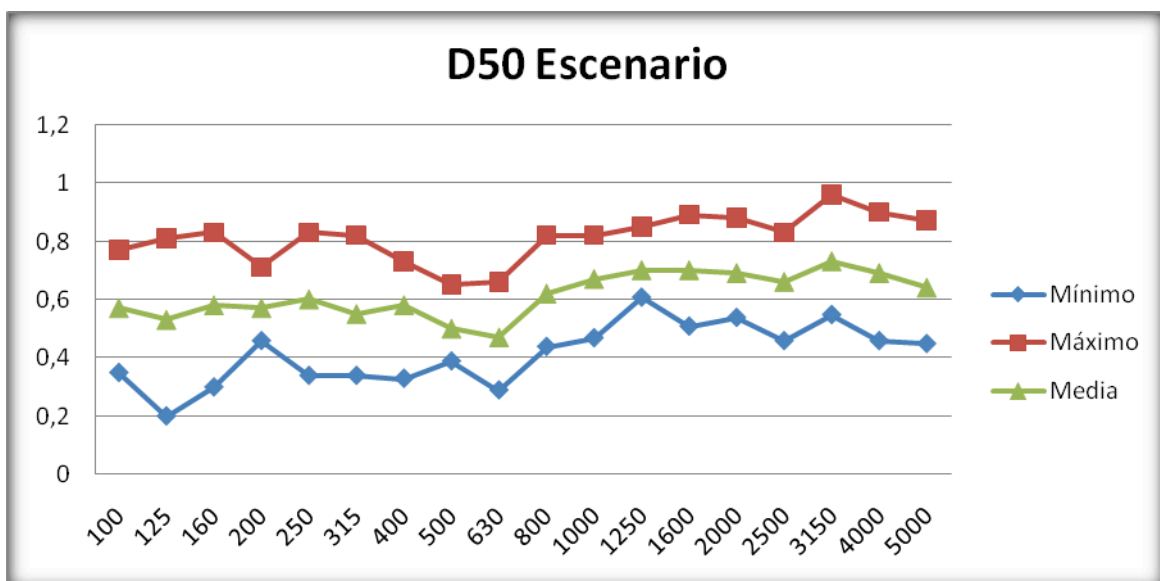
Si se comparan los dos puntos; se puede observar que el tiempo en disminuir 10dB en el escenario es más corto que en la zona de espectadores debido a que en el escenario todas las paredes están cubiertas de cortinas de tela y este es un material absorbente. En cambio para disminuir 30 dB el sonido tarda más en el escenario que en la platea, debido a las ondas estacionarias creadas a 250Hz principalmente, pero que se repiten también a los múltiplos de esta frecuencia como a 1000, 2000 y 4000Hz.

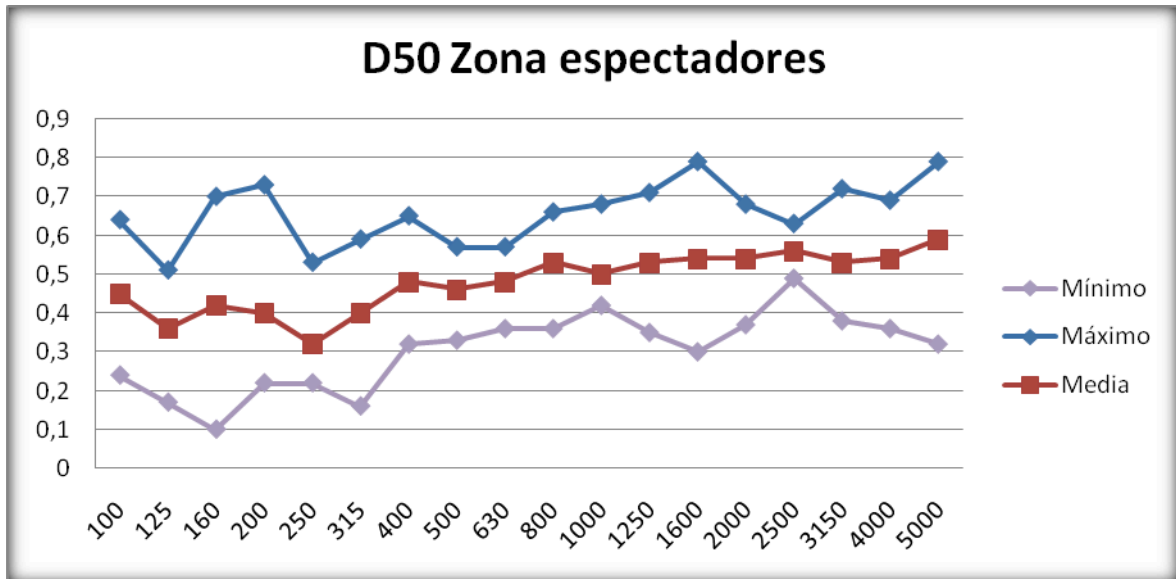
6.3.8- Claridad C_{50} , STI y RASTI.

Aunque el uso principal de la sala objeto de estudio es musical, también se va a estudiar cómo respondería esta frente a la palabra y en el caso de que se realizara una conferencia. Para analizar los parámetros relacionados con la palabra se han tomado las medidas en los puntos que se muestran a continuación para abarcar toda la superficie de la sala.



En primer lugar se estudia la Definición D_{50} ; para ello se separa el escenario y la zona de espectadores y se muestra la medida máxima, la mínima y la media, después se obtienen los valores de la sala. El resto de medidas así como los valores de ellas se adjuntan en el apéndice.

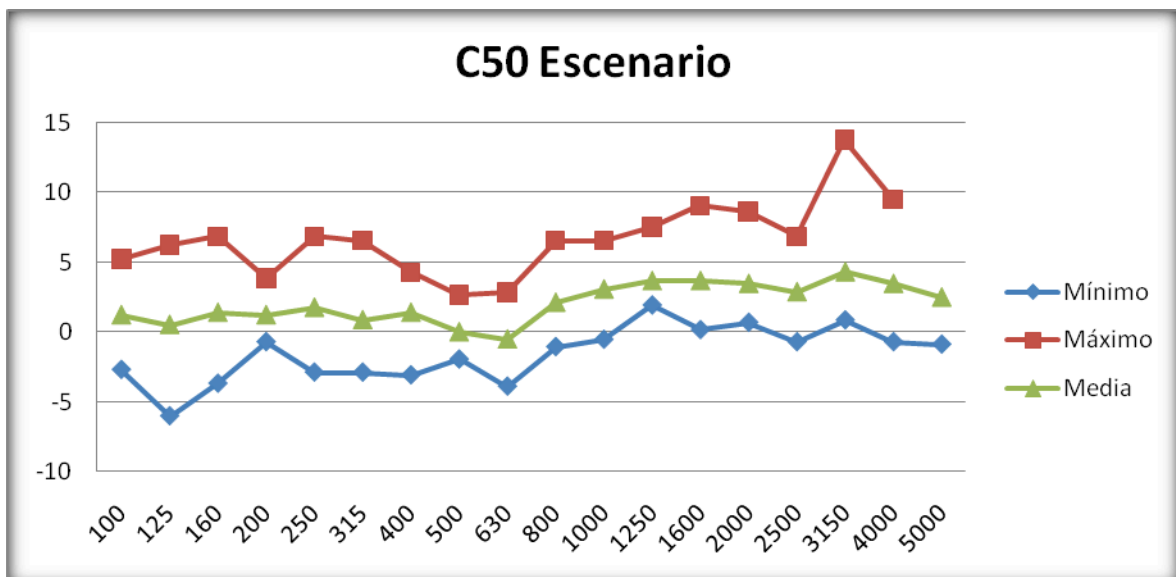


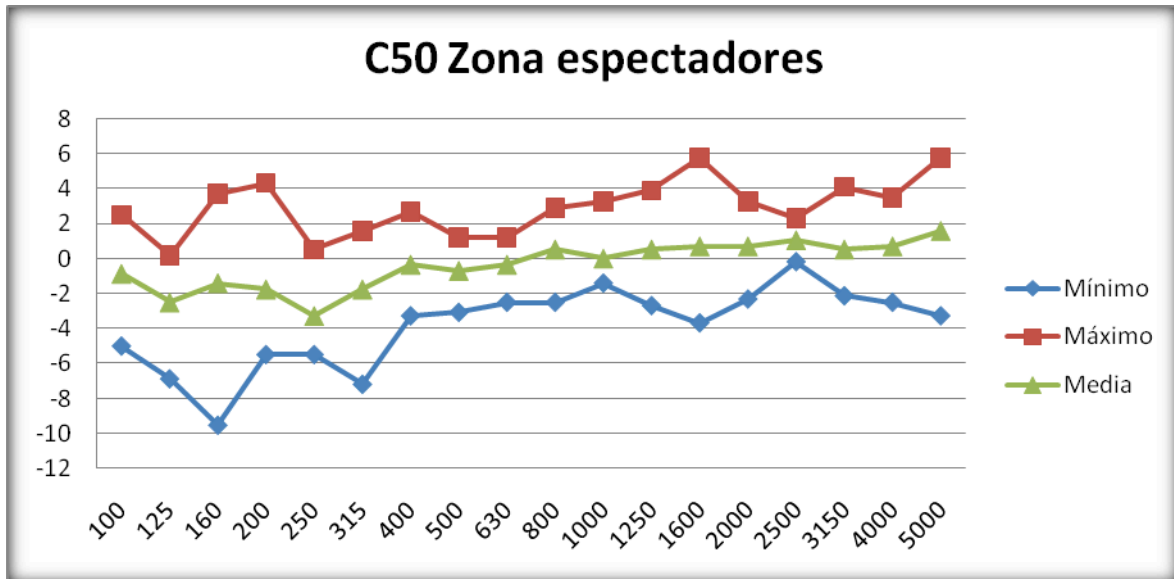


A partir de los datos de la definición D_{50} , se obtiene la claridad C_{50} mediante la fórmula que relaciona ambos parámetros:

$$D = \frac{1}{1 + 10^{-C_{50}/10}}$$

$$C_{50} = \left(\log \frac{1}{D} - 1\right) \cdot (-10)$$



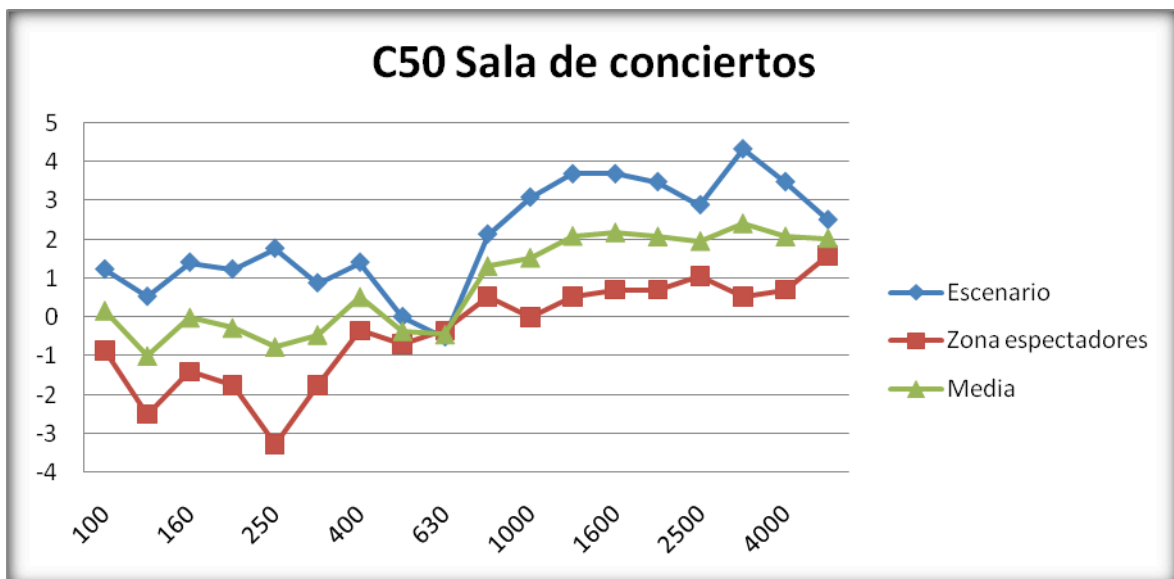


A partir de los datos de las gráficas y aplicando la fórmula se obtienen los valores de claridad C_{50} siguientes:

Claridad C_{50} escenario: 2,85

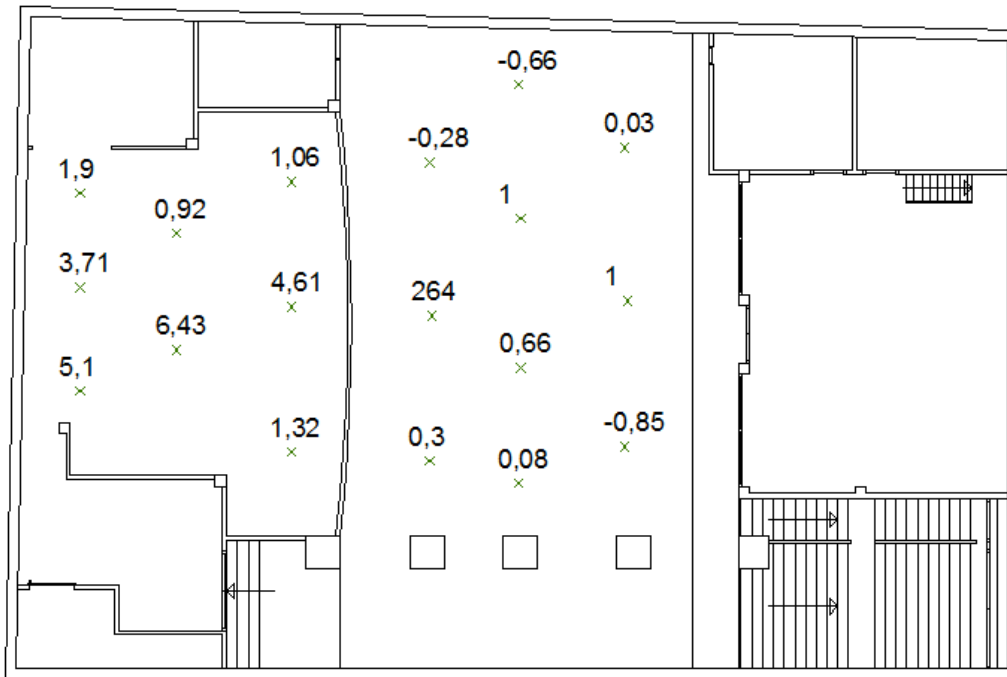
Claridad C_{50} zona espectadores: 0,31

Si se analiza la sala en conjunto y se compara con las medidas del escenario y la zona de espectadores se obtiene la siguiente gráfica con una claridad C_{50} de 1,58



Como la claridad C_{50} adecuada para la palabra debe ser mayor que dos; se concluye en base a los resultados anteriores que en el escenario el valor es adecuado cosa que es normal ya que la fuente está más próxima y la diferencia de energía que llega en los primeros 50ms proviene del sonido directo por ello se tienen valores elevados. En cuanto a la zona de espectadores el valor es bajo porque al estar más alejado de la fuente el sonido va perdiendo energía y la diferencia es menor.

Para finalizar a continuación se muestra un plano donde se sitúan los valores de claridad C_{50} en cada punto de la medición.



En cuanto al STI y RASTI, se analiza en cada punto de la medición; en primer lugar el STI correspondiente a la voz masculina, después el correspondiente a la voz femenina y por último el RASTI.





Como se observa en el mapa de puntos y basándose en la tabla del apartado 4 correspondiente a la palabra; tenemos en toda la sala unos valores de STI tanto para voz masculina como para femenina como poco aceptables llegando en algunos puntos a ser buena sobretodo en la zona del escenario. También se puede afirmar que la inteligibilidad de la sala para voz femenina es ligeramente superior que para voz masculina.



De igual manera ocurre con el RASTI; en general los valores son aceptable pero en algunos puntos, su mayoría en el escenario los valores son bueno, esto es debido principalmente a la proximidad de la fuente.



Propuesta de intervención

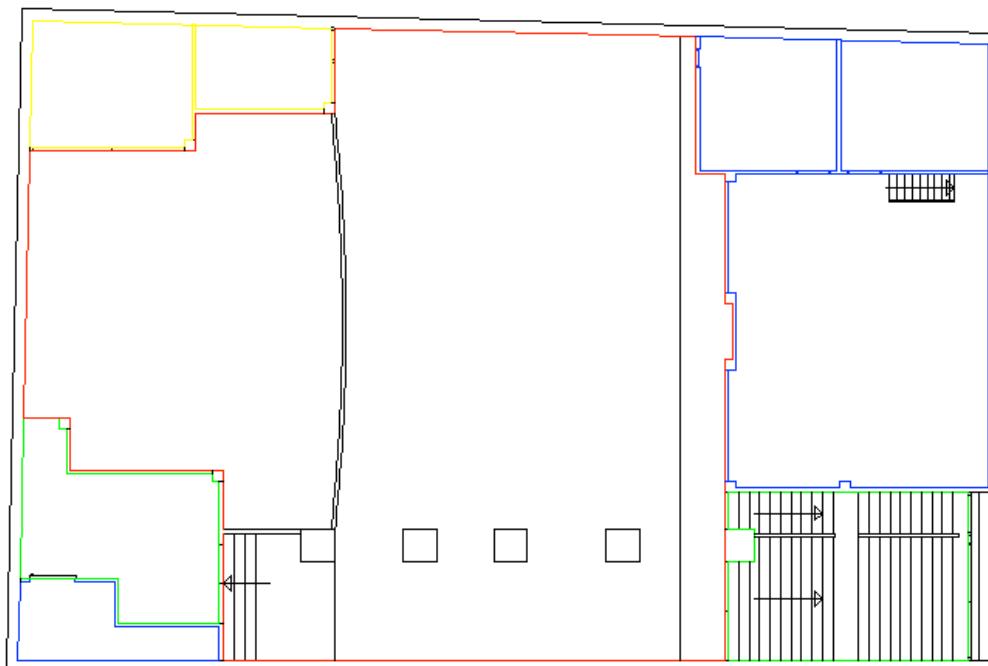
7.- Propuesta de intervención.

En este capítulo se van a explicar tres propuestas para mejorar las condiciones acústicas del local. En primer lugar se describirán soluciones para mejorar el aislamiento y acondicionamiento en las aulas de música. En segundo lugar se estudiará la forma de obtener en la sala un tiempo de reverberación óptimo para la música que en ella se realiza; se ha tenido muy en cuenta al realizar las dos propuestas primeras el coste económico ya que es posible que en un futuro se realicen. En tercer lugar se explicara una reforma interior para dotar al local del aislamiento y acondicionamiento adecuado para la música.

7.1.- Propuesta para mejora de aislamiento y acondicionamiento.

En este apartado se van a realizar las modificaciones necesarias en las particiones para cumplir con la normativa existente, Código Técnico de la Edificación, Ley del Ruido 37/2003 y Ordenanza de Valencia de Protección Contra La Contaminación Acústica. Al ser un edificio antiguo es posible que en algunos casos no se llegue al aislamiento exigido y este únicamente mejore considerablemente, bien por falta de espacio para realizar trasdosados, por la disposición de los elementos de separación como las particiones o las puertas y ventanas o por la distribución de espacios en el local. También se van a acondicionar las aulas para que tengan un tiempo de reverberación adecuado a su uso.

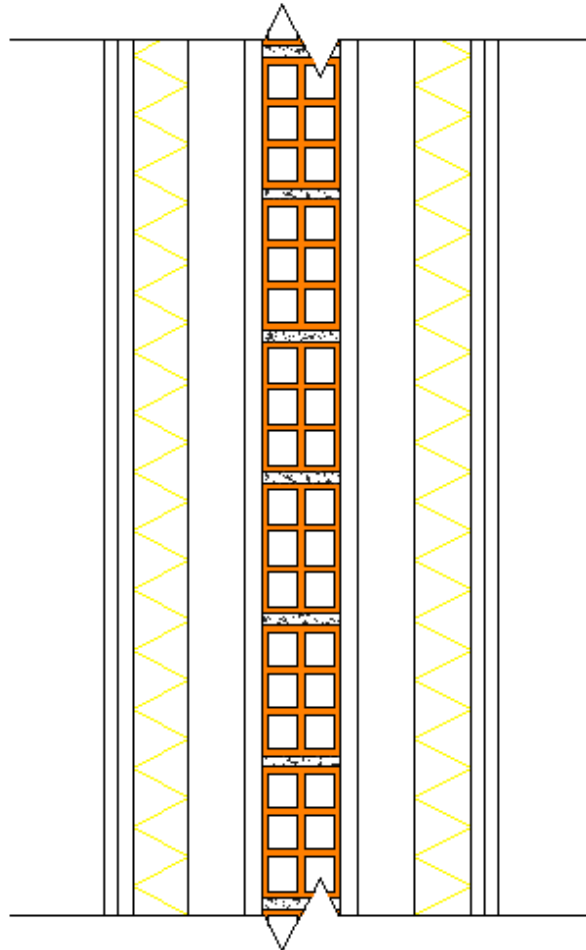
Para cumplir con la normativa, en primer lugar se debe hacer una zonificación de los recintos para saber que aislamiento deben tener.



Recinto de actividad		Elemento común	
Recinto protegido		Recinto no habitable	

Se ha decidido calificar a la sala de conciertos como un recinto de actividad ruidoso ya que entra en el grupo 1 del artículo 44 de la Ordenanza de Valencia de Protección Contra La Contaminación Acústica. Las aulas serán recintos protegidos según el CTE, así como los vestíbulos elementos comunes y los trasteros recintos no habitables.

El primer aislamiento a tratar va a ser el producido entre los recintos aula metal/madera y estudio de partituras que según el CTE es necesario un $D_{nt,A} \geq 50 \text{dBA}$ por ser dos recintos protegidos separados por una partición sin puerta ni ventana. Se ha decidido realizar un trasdosado compuesto por una cámara de aire de 5cm, 5cm de aislante térmico en forma de lana mineral y dos placas de yeso laminado de 12,5mm de espesor; el trasdosado se realizará por las dos partes como se indica a continuación.



Mediante la hoja de cálculo del método general del CTE realizando los trasdosados se obtiene un $D_{nt,A} = 53 \text{dBA}$ por lo tanto la partición cumple en cuanto a ruido aéreo. El problema está en que el ruido a impacto es $L_{nt,w} = 68 \text{dB}$ y debe ser como máximo 65. La única manera de solucionarlo es poner un aislante a ruido de impacto en el suelo; la solución más indicada para este caso es realizar sobre el pavimento existente una solera seca compuesta por aislante a ruido de impacto y dos placas de yeso laminado.

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Proyecto	Acondicionamiento acústico del CIM	
Autor	Josep Garcia Marco	
Fecha	25 de Mayo de 2012	
Referencia	Aislamiento entre aula metal/madera y estudio de partituras	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	-	Volumen	26 m ³				
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo F1	LM 200 mm						
Techo F2	LM 200 mm						
Pared F3	Muro de sótano						
Pared F4	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _a (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _a (dBA)	ΔL _w (dB)
Separador	7	-	97	37	-	17	-
Suelo F1	13,25	3	500	60	70	0	0
Techo F2	13,25	3	500	60	70	0	0
Pared F3	7	2	305	52	66	0	-
Pared F4	7,2	2	97	37	-	17	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido	Volumen	26 m ³				
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo f1	LM 200 mm						
Techo f2	LM 200 mm						
Pared f3	Muro de sótano						
Pared f4	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _a (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _a (dBA)	ΔL _w (dB)
Separador	7	-	97	37	-	17	-
Suelo f1	13,25	3	500	60	70	0	0
Techo f2	13,25	3	500	60	70	0	0
Pared f3	7	2	305	52	66	0	-
Pared f4	7	2	97	37	-	17	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R _a (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D _{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D _{n,e,A} (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{ef}	K_{fd}	K_{Dr}
separador - suelo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	-3,44	17,12	17,12
separador - techo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-3,44	17,12	17,12
separador - pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-2,43	14,98	14,98
separador - pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	3,00	10,00	10,00

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	53	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	68	65	NO CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	53	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	68	65	NO CUMPLE

El siguiente aislamiento a analizar es el producido por la partición que separa el aula de metal/madera con el aula de solfeo. Se trata de dos recintos protegidos que al tener una puerta la partición; según el CTE es necesario un $R_A \geq 50\text{dBA}$ para el ciego y un $R_A \geq 30\text{dBA}$ para la puerta. Se tiene una partición realizada con ladrillo del 7 con enfoscado por las dos caras que según el catalogo de elementos constructivos tiene un $R_A = 36\text{dBA}$.

Código	Sección	Hoja de fábrica HF	HE ⁽⁷⁾	HR ⁽⁸⁾	
			R (m ² K/W)	R _A (dBA)	m (kg/m ²)
P1.1 ⁽⁶⁾		LH PF	0,21	36 [37]	89 [97]
P1.2 ⁽⁶⁾		LH GF	0,36	33 [34]	70 [80]

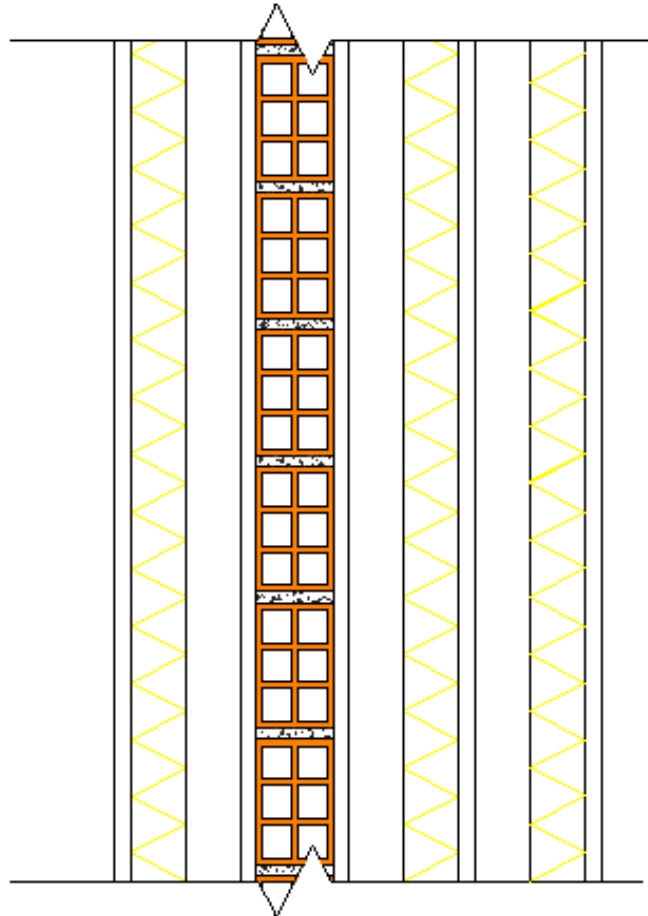
Como se necesita aumentar en 14dBA para cumplir con el CTE; se ha decidido realizar un trasdosado compuesto por una cámara de aire de 5cm, 5cm de aislante térmico en forma de lana mineral y dos placas de yeso laminado de 12,5mm de espesor; el trasdosado se realizará por el interior.

Código	Sección	e _{VL} (mm)	e _{AT} (mm)	HE ⁽⁸⁾	HR ⁽⁴⁾
				R (m ² K/W)	ΔR_A [m _{eq, trans}] (dBA)
TR1		15	50	0,21+R _{AT}	17 [70]
					16 [100]
					15 [140]
					14 [160]
					13 [180]
		2x12,5	50	0,25+R _{AT}	12 [200]
					10 [250]
					9 [300]
					8 [350]
					7 [400]

Con este sistema se obtiene una mejora de 16dBA que sumados al aislamiento que proporciona la partición inicial da como resultado un R_A del ciego de 52dBA que cumple al ser superior a 50dBA. Para terminar solo falta cambiar la puerta por una que tenga un $R_A \geq 30\text{dBA}$.

El siguiente aislamiento a tratar es el producido entre los recintos aula metal/madera y sala de conciertos. El aislamiento exigido puesto que se trata de un recinto de actividad ruidoso y un aula, según la Ordenanza emitiendo un nivel de 104dB en la sala, no se debe tener más de 35dB en el interior del aula según la Ley del Ruido. Por lo tanto el $D_{nt,A}$ de la partición debe ser de cómo mínimo 69dB.

Como se tiene una ventana de tamaño reducido y su funcionamiento es nulo, se ha decidido en primer lugar sellar el hueco para mejorar el aislamiento y en segundo lugar realizar un trasdosado compuesto por una cámara de aire de 5cm, 5cm de aislante térmico en forma de lana mineral y dos placas de yeso laminado de 12,5mm de espesor; el trasdosado se realizará por las dos caras del tabique y se doblará por el interior del aula.



Mediante la hoja de cálculo del método general del CTE aplicando el trasdosado se obtiene un $D_{nt,A}=56\text{dBA}$, este valor no cumple con la Ley del Ruido pero si con lo mínimo exigido por el CTE de 55dBA para aislamiento entre recintos de actividad y espacios protegidos. Para terminar a continuación se muestra la ficha justificativa del aislamiento.

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 6 aristas comunes (esquina).

Proyecto	Acondicionamiento acústico del CIM	
Autor	Josep Garcia Marco	
Fecha	30-may-12	
Referencia	Aislamiento entre aula metal/madera y sala de conciertos	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	-	Volumen		26 m ³			
Soluciones Constructivas							
Sección Separador 1	Enl15+LHD+Enl15+YLI2x1,5+MV45+SP						
Sección Separador 2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Sección Suelo F1a	LM 200 mm						
Sección Suelo F1b	LM 200 mm						
Sección Techo F2a	LM 200 mm						
Sección Techo F2b	LM 200 mm						
Sección Pared F3	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Sección Pared F4	Muro de sótano						
Parámetros Acústicos							
	S_i (m ²)	l_i (m)	m'_i (kg/m ²)	R_x (dBA)	$L_{n,w}$ (dB)	ΔR_x (dBA)	ΔL_w (dB)
Sección Separador 1	1,4	-	305	53	-	17	-
Sección Separador 2	7,2	-	97	37	-	17	-
Sección Suelo F1a	20	0,7	500	60	70	0	0
Sección Suelo F1b	20	0,7	500	60	70	0	0
Sección Techo F2a	20	3,6	500	60	70	0	0
Sección Techo F2b	20	3,6	500	60	70	0	0
Sección Pared F3	7,5	2	97	37	-	0	-
Sección Pared F4	12,5	2	305	60	66	17	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Recinto de actividad o instalaciones							
Tipo de recinto como receptor	Habitable	Volumen		930 m ³				
Soluciones Constructivas								
Sección Separador 1	Enl15+LHD+Enl15+YLI2x1,5+MV45+SP							
Sección Separador 2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)							
Suelo f1	LM 200 mm							
Techo f2	LM 200 mm							
Pared f3	Enl15+LHD+Enl15+YLI2x1,5+MV45+SP							
Pared f4	Muro de sótano							
Parámetros Acústicos								
	S_i (m ²)	$l_{i,a}$ (m)	$l_{i,b}$ (m)	m'_i (kg/m ²)	R_x (dBA)	$L_{n,w}$ (dB)	ΔR_x (dBA)	ΔL_w (dB)
Sección Separador 1	1,4	-	-	305	53	-	17	-
Sección Separador 2	7,2	-	-	97	37	-	17	-
Suelo f1	174	0,7	0,7	500	60	70	0	0
Techo f2	174	3,6	3,6	500	60	70	0	0
Pared f3	7,5	2	-	305	53	-	17	-
Pared f4	52	2	-	305	60	66	17	-



Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 6 aristas comunes (esquina).

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios Separador a	superficie	$S(m^2)$	0
	índice de reducción	$R_A (dBA)$	0
Ventanas, puertas y lucernarios Separador b	superficie	$S(m^2)$	0
	índice de reducción	$R_A (dBA)$	0
Vías de transmisión aérea Separador a	transmisión directa	$D_{n,s,A} (dBA)$	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A} (dBA)$	0
Vías de transmisión aérea Separador b	transmisión directa	$D_{n,s,A} (dBA)$	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A} (dBA)$	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Pf}	K_{Pd}	K_{Df}
separador a - suelo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	0,24	12,15	12,15
separador b - suelo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	-4,15	17,12	17,12
separador a - techo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	0,24	12,15	12,15
separador b - techo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-4,15	17,12	17,12
separador a - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 4)	7,11	7,11	2,29
separador b - pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 4)	-2,60	14,98	14,98

Transmisión del recinto 1 al recinto 2			
		Cálculo	Requisito
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nTA} (dBA)$	72	-
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w} (dB)$	46	-

Transmisión del recinto 2 al recinto 1			
		Cálculo	Requisito
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nTA} (dBA)$	56	55
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w} (dB)$	52	60

Para el aislamiento entre el estudio de partituras y el aula de solfeo, al ser dos recintos protegido de diferente unidad de uso se debe cumplir un $RA \geq 50$ dBA para el ciego y un $RA \geq 30$ dBA para la puerta. Se tiene una partición realizada con ladrillo del 7 con enfoscado por las dos caras que según el catalogo de elementos constructivos tiene un $RA = 36$ dBA; pero lo primero que se debe hacer para que este aislamiento se cumpla es tapar los huecos que existen para la ventilación.

Código	Sección	Hoja de fábrica HF	HE ⁽⁷⁾	HR ⁽⁸⁾	
			R (m ² K/W)	R _A (dBA)	m (kg/m ²)
P1.1 ⁽⁹⁾		LH PF	0,21	36 [37]	89 [97]
P1.2 ⁽⁹⁾		LH GF	0,38	33 [34]	70 [80]

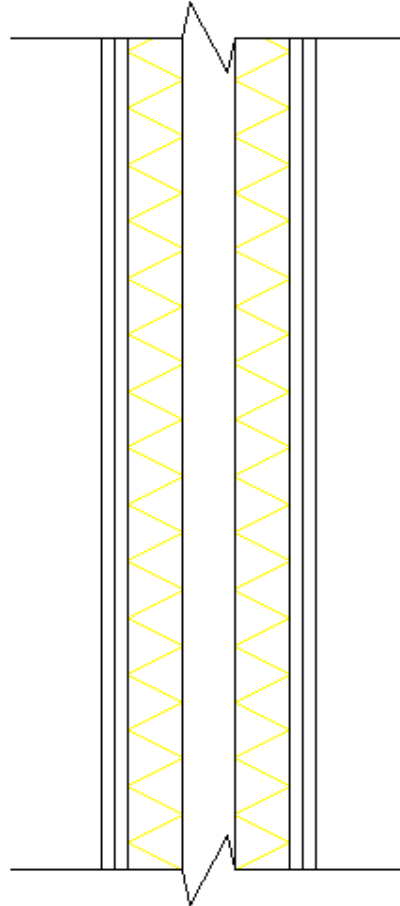
Se ha decidido realizar un trasdosado compuesto por una cámara de aire de 5cm, 5cm de aislante térmico en forma de lana mineral y dos placas de yeso laminado de 12,5mm de espesor; el trasdosado se realizará por la parte interior ya que en la parte exterior es imposible porque hay una escalera.

Código	Sección	e _{YL} (mm)	e _{AT} (mm)	HE ⁽¹⁰⁾	HR ⁽¹¹⁾
				R (m ² K/W)	ΔR_A [M _{el. base}] (dBA)
TR1		15	50	0,21+R _{AT}	17 [70]
					16 [100]
		2x12,5	50	0,25+R _{AT}	15 [140]
					14 [160]
					13 [180]
					12 [200]
					10 [250]
					9 [300]
					8 [350]
					7 [400]

Con este sistema se obtiene una mejora de 16dBA que sumados al aislamiento que proporciona la partición inicial da como resultado un RA del ciego de 52dBA que cumple al ser superior a 50dBA. Para terminar solo falta cambiar la puerta por una que tenga un $RA \geq 30$ dBA.

En cuanto al aislamiento entre el aula de solfeo y la sala de conciertos, al tratarse del aislamiento entre un recinto de actividad ruidoso y un aula, este debe ser tal que, según la Ordenanza emitiendo un nivel de 104dB en la sala, no se debe tener más de 35dB en el interior del aula según la Ley del Ruido. Por lo tanto en $D_{nt,A}$ de la partición debe ser de 69dB; al tener la partición una puerta hace más difícil conseguir este valor.

En este caso se tiene un ventanal que ocupa la mayor parte del cerramiento por lo que se ha decidido quitar ya que este es perjudicial para conseguir el aislamiento necesario y se ha realizado una partición vertical de entramado autoportante con perfiles libres compuesta por dos placas de yeso laminado de 12,5mm, aislante térmico en forma de lana mineral de 4,8cm, cámara de aire de 5cm, aislante térmico en forma de lana mineral de 4,8cm y 2 placas de yeso laminado de 12,5mm.



Con esta partición formada por la parte ciega explicada anteriormente y una puerta de dos hojas con un $R_A=44$ dB se alcanza un $D_{nt,A}=56$ dB. Este valor es insuficiente según lo exigido por la ley del ruido pero cumple con el CTE para el aislamiento exigido entre un recinto de actividad y un recinto protegido que debe ser como mínimo 55dB. A continuación se muestra la ficha justificativa.

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 2 aristas comunes. Transmisión horizontal. Caso A

Proyecto	Acondicionamiento acústico del CIM	
Autor	Josep Garcia Marco	
Fecha	30-may-12	
Referencia	Aislamiento entre aula de solfeo y sala de conciertos	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	-	Volumen	231 m ³				
Soluciones Constructivas							
Separador	YL 2x12,5 + AT MW 48 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles libres)						
Suelo F1	LM 200 mm						
Techo F2	LM 200 mm						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores medios)						
Pared F4	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _A (dBA)	ΔL _w (dB)
Separador	33	-	45	62	-	0	-
Suelo F1	57,3	8	500	60	70	0	0
Techo F2	57,3	8	500	60	70	0	0
Pared F3	27	4	80	34	-	17	-
Pared F4	27	4	97	37	-	17	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor	Recinto de actividad o instalaciones						
Tipo de recinto como receptor	Protegido	Volumen	930 m ³				
Soluciones Constructivas							
Separador	YL 2x12,5 + AT MW 48 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles libres)						
Suelo f1	LM 200 mm						
Techo f2	LM 200 mm						
Pared f3	YL 2x12,5 + AT MW 48 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles libres)						
Pared f4	YL 2x12,5 + AT MW 48 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles libres)						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _A (dBA)	ΔL _w (dB)
Separador	33	-	45	62	-	0	-
Suelo f1	174	8	500	60	70	0	0
Techo f2	174	8	500	60	70	0	0
Pared f3	7	4	45	62	-	0	0
Pared f4	8	4	45	62	-	0	0

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	2
	índice de reducción	R _A (dBA)	44
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D _{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D _{n,e,A} (dBA)	0



Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 2 aristas comunes. Transmisión horizontal. Caso A

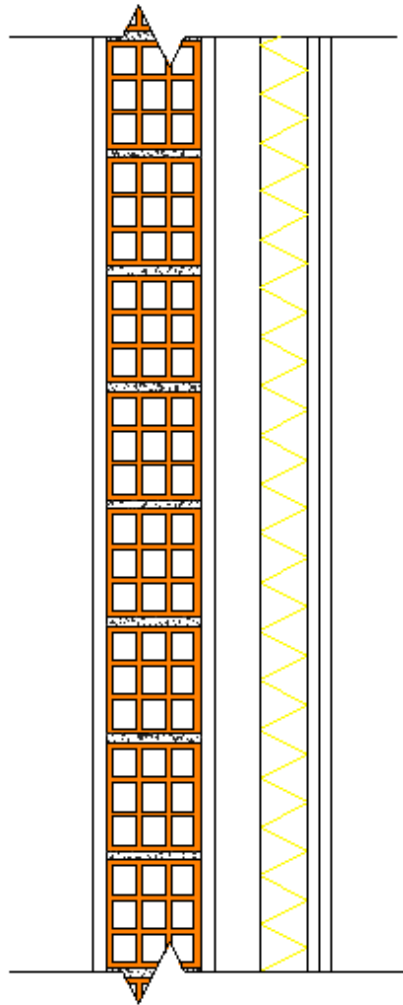
Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Fr}	K_{Fd}	K_{Dr}
separador - suelo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	-5,51	20,46	20,46
separador - techo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-5,51	20,46	20,46
separador - pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 4)	12,50	12,50	6,88
separador - pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 4)	13,34	13,34	8,34

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	63	-	
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	52	-	

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	56	55	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	53	60	CUMPLE

El siguiente aislamiento a analizar es el producido por la partición que separa el aula de solfeo y el vestíbulo de entrada que según el CTE es necesario un $D_{nt,A} \geq 50$ dBA. Se ha decidido realizar un trasdosado compuesto por una cámara de aire de 5cm, 5cm de aislante térmico en

forma de lana mineral y dos placas de yeso laminado de 12,5mm de espesor; el trasdosado se realizará por el interior del aula.



Mediante la hoja de cálculo del método general del CTE aplicando el trasdosado se obtiene un $D_{nt,A}=55\text{dBA}$. Para terminar a continuación se muestra la ficha justificativa del aislamiento.

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Proyecto	Acondicionamiento acústico del CIM	
Autor	Josep Garcia Marco	
Fecha	30-may-12	
Referencia	Aislamiento entre aula de solfeo y vestíbulo de entrada	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	-	Volumen	231 m ³				
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo F1	LM 200 mm						
Techo F2	LM 200 mm						
Pared F3	Muro de sótano						
Pared F4	YL 2x12,5 + AT MW 70 + SP + AT MW 70 + YL 2x12,5 (perfiles libres)						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _A (dBA)	ΔL _w (dB)
Separador	16	-	160	42	-	17	-
Suelo F1	57,3	7	500	60	70	0	0
Techo F2	57,3	7	500	60	70	0	0
Pared F3	33,6	4	305	52	66	0	-
Pared F4	33,6	4	54	67	-	0	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor	Otros recintos(*)						
Tipo de recinto como receptor	Habitabile	Volumen	85 m ³				
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo f1	LM 200 mm						
Techo f2	LM 200 mm						
Pared f3	Muro de sótano						
Pared f4	YL 2x12,5 + AT MW 70 + SP + AT MW 70 + YL 2x12,5 (perfiles libres)						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _A (dBA)	ΔL _w (dB)
Separador	16	-	160	42	-	0	-
Suelo f1	23,8	7	500	60	70	0	0
Techo f2	23,8	7	500	60	70	0	0
Pared f3	20	4	305	52	66	0	-
Pared f4	24	4	54	67	-	0	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R _A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D _{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D _{n,e,A} (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Fr}	K_{Fd}	K_{Dr}
separador - suelo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	-2,58	14,95	14,95
separador - techo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-2,58	14,95	14,95
separador - pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-0,50	12,80	12,80
separador - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	13,62	6,97	6,97

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	55	-	
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	60	-	

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	59	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	59	65	CUMPLE

El siguiente aislamiento a analizar es el producido por la partición que separa el aula de percusión con el vestíbulo del escenario. Al tener una puerta; según el CTE es necesario un $RA \geq 50\text{dBA}$ para el ciego y un $RA \geq 30\text{dBA}$ para la puerta. Se tiene una partición realizada con ladrillo del 7 con enfoscado por las dos caras que según el catalogo de elementos constructivos tiene un $RA=36\text{dBA}$.

Código	Sección	Hoja de fábrica HF	HE ⁽⁷⁾	HR ⁽⁸⁾	
			R (m ² K/W)	R _A (dBA)	m (kg/m ²)
P1.1 ⁽⁹⁾		LH PF	0,21	36 [37]	89 [97]
P1.2 ⁽⁹⁾		LH GF	0,38	33 [34]	70 [80]

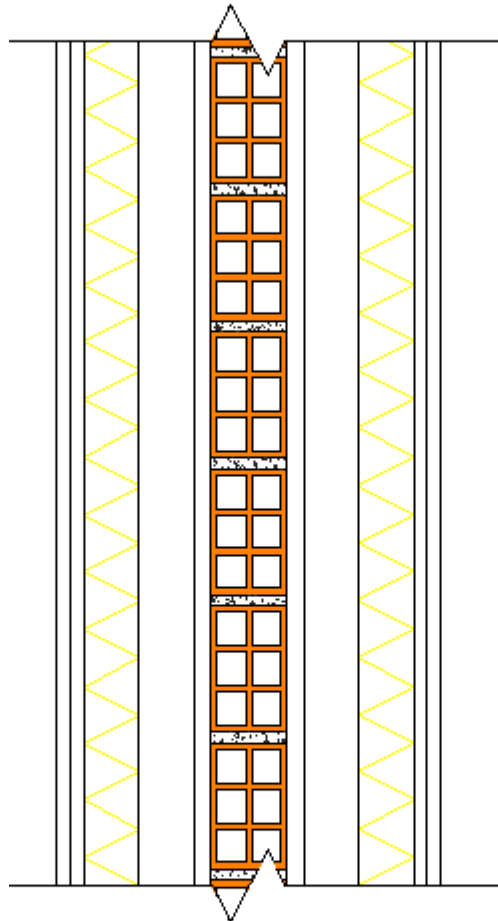
Como se necesita aumentar en 14dBA para cumplir con el CTE; se ha decidido realizar un trasdosado compuesto por una cámara de aire de 5cm, 5cm de aislante térmico en forma de lana mineral y dos placas de yeso laminado de 12,5mm de espesor; el trasdosado se realizará por el interior.

Código	Sección	e _{VL} (mm)	e _{AT} (mm)	HE ⁽¹⁰⁾	HR ⁽⁴⁾
				R (m ² K/W)	ΔR_A [M ₀₁ base] (dBA)
TR1		15	50	0,21+R _{AT}	17 [70]
					16 [100]
					15 [140]
					14 [160]
		2x12,5	50	0,25+R _{AT}	13 [180]
					12 [200]
					10 [250]
					9 [300]
					8 [350]
					7 [400]

Con este sistema se obtiene una mejora de 16dBA que sumados al aislamiento que proporciona la partición inicial da como resultado un RA del ciego de 52dBA que cumple al ser superior a 50dBA. Para terminar solo falta cambiar la puerta por una que tenga un $RA \geq 30\text{dBA}$.

El siguiente aislamiento a analizar es el producido por la partición que separa el vestíbulo del escenario con la sala de conciertos; al tratarse del aislamiento entre un recinto de actividad ruidoso y un aula, este debe ser tal que, según la Ordenanza emitiendo un nivel de 104dB en la sala, no se debe tener más de 40dB en el interior del aula según la Ley del Ruido. Por lo tanto en $D_{nt,A}$ de la partición debe ser como mínimo de 64dB; al tener la partición una puerta hace más difícil conseguir este valor.

Se va a realizar un trasdosado compuesto por una cámara de aire de 5cm, 5cm de aislante térmico en forma de lana mineral y dos placas de yeso laminado de 12,5mm de espesor; el trasdosado se realizará por las dos caras del tabique además de cambiar la puerta por una con un $R_A=37$ dB



Mediante la hoja de cálculo obtenemos que con esta partición formada por la parte ciega explicada anteriormente y una puerta de 1 hoja con un $R_A=37$ dB se alcanza un $D_{nt,A}=47$ dB. Este valor es insuficiente para disminuir de los 104dB hasta 40 dB; pero el CTE no exige aislamiento entre un recinto de actividad y un elemento común. A continuación se muestra la ficha justificativa.

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 6 aristas comunes (esquina).

Proyecto	Acondicionamiento acústico del CIM	
Autor	Josep Garcia Marco	
Fecha	07-jun-12	
Referencia	Aislamiento entre sala de conciertos y vestíbulo sala de conciertos	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor		Otros recintos(*)					
Tipo de recinto como receptor		-		Volumen	75 m ³		
Soluciones Constructivas							
Sección Separador 1	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Sección Separador 2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Sección Suelo F1a	LM 200 mm						
Sección Suelo F1b	LM 200 mm						
Sección Techo F2a	LM 200 mm						
Sección Techo F2b	LM 200 mm						
Sección Pared F3	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Sección Pared F4	Muro de sótano						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _A (dBA)	ΔL _w (dB)
Sección Separador 1	6	-	97	37	-	17	-
Sección Separador 2	19,8	-	97	37	-	17	-
Sección Suelo F1a	19,3	1,6	500	60	70	0	0
Sección Suelo F1b	19,3	1,6	500	60	70	0	0
Sección Techo F2a	19,3	5,3	500	60	70	0	0
Sección Techo F2b	19,3	5,3	500	60	70	0	0
Sección Pared F3	15,75	2,5	97	37	-	0	-
Sección Pared F4	9	2,5	305	60	66	0	-

Características técnicas del recinto 2								
Tipo de recinto como emisor		Recinto de actividad o instalaciones						
Tipo de recinto como receptor		Habitable		Volumen	930 m ³			
Soluciones Constructivas								
Sección Separador 1	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)							
Sección Separador 2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)							
Suelo f1	LM 200 mm							
Techo f2	LM 200 mm							
Pared f3	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)							
Pared f4	Muro de sótano							
Parámetros Acústicos								
	S _i (m ²)	l _{i,a} (m)	l _{i,b} (m)	m' _i (kg/m ²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _A (dBA)	ΔL _w (dB)
Sección Separador 1	6	-	-	97	37	-	17	-
Sección Separador 2	19,8	-	-	97	37	-	17	-
Suelo f1	174	1,6	1,6	500	60	70	0	0
Techo f2	174	5,3	5,3	500	60	70	0	0
Pared f3	7,5	2,5	-	97	37	-	17	-
Pared f4	27	2,5	-	305	60	66	0	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 6 aristas comunes (esquina).

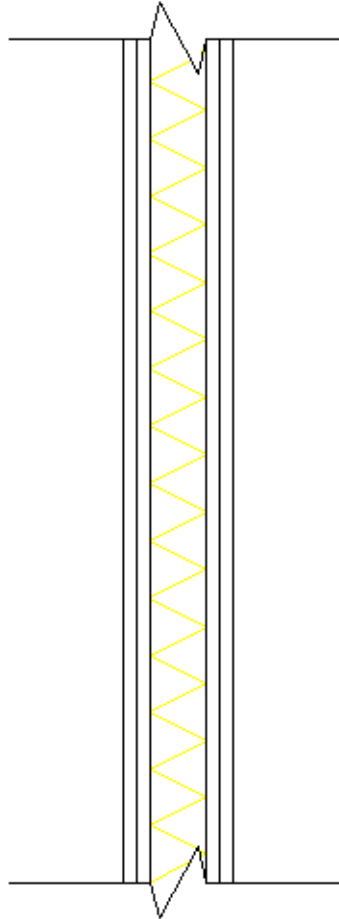
Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios Separador a	superficie	S(m ²)	0
	índice de reducción	R _A (dBA)	0
Ventanas, puertas y lucernarios Separador b	superficie	S(m ²)	2
	índice de reducción	R _A (dBA)	37
Vías de transmisión aérea Separador a	transmisión directa	D _{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D _{n,e,A} (dBA)	0
Vías de transmisión aérea Separador b	transmisión directa	D _{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D _{n,e,A} (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K _{FF}	K _{Fd}	K _{Df}
separador a - suelo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	-4,15	17,12	17,12
separador b - suelo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	-4,15	17,12	17,12
separador a - techo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-4,15	17,12	17,12
separador b - techo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-4,15	17,12	17,12
separador a - pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 4)	10,00	10,00	3,00
separador b - pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 4)	-2,60	14,98	14,98

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				→
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	D _{nTA} (dBA)	58	-	
Aislamiento acústico a ruido de impacto	L' _{nT,w} (dB)	52	-	

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				←
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	D _{nTA} (dBA)	47	-	
Aislamiento acústico a ruido de impacto	L' _{nT,w} (dB)	53	-	

El aislamiento entre la sala de conciertos y el vestíbulo de entrada, según la normativa, debe garantizar que emitiendo un nivel de 104dB en la sala, en el vestíbulo no se debe tener más de 40. Esto no es posible porque al medir el ruido de fondo este ya es superior a 40 dB; pero para atenuar lo máximo posible se va a realizar un entramado autoportante con perfiles libres compuesto por dos placas de yeso laminado de 12,5mm, aislante térmico en forma de lana mineral de 4,8cm y 2 placas de yeso laminado de 12,5mm.



Mediante la hoja de cálculo se obtiene que la partición explicada anteriormente tiene un $D_{nt,A}=43\text{dBA}$ cosa que no cumple con la Ley del Ruido; pero el CTE no exige aislamiento entre un recinto de actividad y una zona común. Para terminar a continuación se muestra la ficha justificativa del aislamiento.

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 3 aristas comunes. Transmisión horizontal.

Proyecto	Acondicionamiento acústico del CIM	
Autor	Josep Garcia Marco	
Fecha	30-may-12	
Referencia	Aislamiento entre vestíbulo de entrada y sala de conciertos	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor	Otros recintos(*)						
Tipo de recinto como receptor	-	Volumen	85 m ³				
Soluciones Constructivas							
Separador	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 2x12,5						
Suelo F1	LM 200 mm						
Techo F2	LM 200 mm						
Pared F3	Muro de sótano						
Pared F4	Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores medios)						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _A (dBA)	ΔL _w (dB)
Separador	17,7	-	44	52	-	0	-
Suelo F1	29,7	4,5	500	60	70	0	0
Techo F2	29,7	4,5	500	60	70	0	0
Pared F3	20,7	4	305	60	66	0	0
Pared F4	20,7	4	160	42	-	0	0

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor	Recinto de actividad o instalaciones						
Tipo de recinto como receptor	Habitable	Volumen	930 m ³				
Soluciones Constructivas							
Separador	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 2x12,5						
Suelo f1	LM 200 mm						
Techo f2	LM 200 mm						
Pared f3	Muro de sótano						
Pared f4	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 2x12,5						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _A (dBA)	ΔL _w (dB)
Separador	17,7	-	44	52	-	0	-
Suelo f1	174	4,5	500	60	70	0	0
Techo f2	174	4,5	500	60	70	0	0
Pared f3	52	4	305	60	66	0	0
Pared f4	10	4	44	52	-	0	0

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	5,5
	índice de reducción	R _A (dBA)	37
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D _{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D _{n,e,A} (dBA)	0



Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 3 aristas comunes. Transmisión horizontal.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Dr}
separador - suelo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	-5,53	20,56	20,56
separador - techo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-5,53	20,56	20,56
separador - pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-4,83	18,41	18,41
separador - pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 4)	15,61	15,61	12,70

Transmisión del recinto 1 al recinto 2			
		Cálculo	Requisito
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	54	-
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	53	-

Transmisión del recinto 2 al recinto 1			
		Cálculo	Requisito
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	43	-
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	55	-

Los aislamientos entre el recinto de actividad ruidoso y los recintos colindantes no cumplen con la ley del ruido y la solución explicada anteriormente no es una solución adecuada ya que en algunos casos se necesita una puerta con un aislamiento muy alto y en otros la partición necesaria tiene un espesor excesivo; para ello se debe realizar una distribución de recintos creando vestíbulos entre ellos para conseguir el aislamiento necesario. Con esta propuesta de intervención en estos recintos no puede existir simultaneidad de uso porque sería imposible desarrollar la actividad sin causar molestias.

Las puertas de una hoja y dos hojas elegidas tienen un $RA=37\text{dBA}$, menos la puerta que separa la sala de conciertos y el aula de solfeo que tiene un $RA=44\text{dBA}$; se han elegido estas puertas por ser las únicas que se ha conseguido toda la información necesaria. Las características así como la información técnica se adjunta en el apéndice.

Como resumen de la reforma para cumplir con lo exigido en el CTE, se muestra una tabla resumen de las particiones y sus aislamientos.

Recintos	Aisl. medido	Exigido	Propuesta	Aislamiento obtenido
Aula metal/madera con estudio de partituras	32dB	$D_{nt,A} \geq 50\text{dBA}$	Trasdosado ambas caras	$D_{nt,A} = 53\text{dBA}$
Aula metal/madera con aula de solfeo	34dB	Ciego $RA \geq 50\text{dBA}$ Puerta $RA \geq 30\text{dBA}$	Trasdosado 1 cara y cambio de puerta	Ciego $RA = 52\text{dBA}$ Puerta $RA = 37\text{dBA}$
Aula metal/madera con sala de conciertos	34dB	$D_{nt,A} = 69\text{dBA}$ según Ley del Ruido $D_{nt,A} = 55\text{dBA}$ según CTE	Eliminación de ventana y trasdosado a 2 caras	$D_{nt,A} = 56\text{dBA}$
Estudio de partituras con aula de solfeo	28dB	Ciego $RA \geq 50\text{dBA}$ Puerta $RA \geq 30\text{dBA}$	Trasdosado 1 cara y cambio de puerta	Ciego $RA = 52\text{dBA}$ Puerta $RA = 37\text{dBA}$
Aula de solfeo con sala de conciertos	29dB	$D_{nt,A} = 69\text{dBA}$ según Ley del Ruido $D_{nt,A} = 55\text{dBA}$ según CTE	Eliminación ventanal, modificación partición y cambio de puerta	$D_{nt,A} = 56\text{dBA}$
Aula de solfeo con vestíbulo de entrada	41dB	$D_{nt,A} \geq 50\text{dBA}$	Trasdosado 1 cara	$D_{nt,A} = 55\text{dBA}$
Sala de conciertos con vestíbulo de entrada	26dB	$D_{nt,A} = 64\text{dBA}$ según Ley del Ruido Según CTE no hay exigencia	Modificación partición y cambio de puertas	$D_{nt,A} = 43\text{dBA}$
Vestíbulo de escenario con aula de percusión	14dB	Ciego $RA \geq 50\text{dBA}$ Puerta $RA \geq 30\text{dBA}$	Trasdosado 1 cara y cambio de puerta	Ciego $RA = 52\text{dBA}$ Puerta $RA = 37\text{dBA}$
Vestíbulo de escenario con sala de conciertos	23dB	$D_{nt,A} = 65\text{dBA}$ según Ley del Ruido Según CTE no hay exigencia	Trasdosado 1 cara y cambio de puerta	$D_{nt,A} = 47\text{dBA}$

Para terminar con el análisis del aislamiento, la Ley del Ruido en su anejo III tabla A1 exige que en sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural el valor límite de inmisión de ruido de día sea $L_d=55$ y de noche $L_n=45$. Como en el local se realizan ensayos de noche se debe cumplir con el valor límite de 45. Se han estudiado tres posibles vías por las cuales el sonido es posible que no tenga suficiente aislamiento y no cumpla con las exigencias. Teniendo en cuenta que el local es un sótano, se analiza la entrada de este, la separación entre el local y el recinto superior y las oberturas del muro.

En primer lugar, se ha decidido poner absorbente poroso en el techo del vestíbulo para que junto con la modificaci3n realizada en la partici3n no se emita más de 45dB al exterior. Si se emite un nivel de 104dB, con la propuesta de la partici3n, el absorbente en el vestíbulo y una puerta con un $RA=20$ dB se cumple con la normativa. El techo elegido se adjunta en el apéndice.

En segundo lugar, la separaci3n entre los recintos superpuestos es un forjado de 25cm de canto y como el local superior es una iglesia que tiene un volumen muy superior al local, el nivel que se transmite a la iglesia i posteriormente a la calle es inferior a 45dB. Tambi3n cabe decir que no se va a realizar ninguna intervenci3n en el forjado para aumentar el aislamiento entre el local y la iglesia ya que por norma de la instituci3n y como el local pertenece al arzobispado no se pueden utilizar ambos recinto de forma simultánea.

Por último para evitar la transmisi3n a trav3s de las ventanas como estas no tiene ninguna funci3n ya que no se puede abrir y adem3s est3n tapadas se ha decidido sellarlas del mismo material con el cual se realiz3 el muro, es decir con hormig3n. De esta forma se tendr3 un muro de hormig3n de 30cm que garantiza un aislamiento superior a 60 dB y con ello un nivel transmitido a la calle inferior a 45dB

En cuanto al acondicionamiento de las aulas, se debe rebajar el tiempo de reverberaci3n medio por debajo de 0,5 segundos; para ello se coloca absorbente poroso en forma de lana de roca en las aulas más pequeñas; aula metal/madera y aula de percusi3n. El material elegido ha sido lana de roca de la marca Rockwool de 4cm de espesor y $3,5\text{Kg/m}^2$. El coeficiente de absorci3n se muestra en la tabla siguiente.

Frecuencia	125	250	500	1000	2000	4000
Absorci3n	0,13	0,74	0,98	1	1	1

La lana de roca se va a situar en las paredes de las aulas de metal/madera y percusi3n ya que tenemos suficiente espacio y adem3s contribuye a evitar la creaci3n de ondas estacionarias por tener cerramientos paralelos. Esta se sujetar3 con rastreles de madera y se cubrir3 con un velo para que no quede vista.



Para el aula de solfeo; al ser el aula más grande y donde más se tiene que rebajar el tiempo de reverberación se ha decidido cambiar el falso techo de escayola existente por un techo modular Ekla Relief de la casa Rockfon que consiste en un panel acústico de 20mm provisto en la cara visible de un velo blanco. El coeficiente de absorción se muestra en la tabla siguiente.

Frecuencia	125	250	500	1000	2000	4000
Absorción	0,38	0,75	1	0,9	0,95	1

La superficie a colocar depende del tiempo de reverberación de cada aula, en la tabla siguiente se indica el tiempo de reverberación original y el que se desea conseguir con la superficie de material a colocar.

	Tr original	Absorbente (m ²)	Tr obtenido
Aula solfeo	1,49	57	0,5
Aula metal/madera	0,56	3	0,4
Aula percusión	0,8	5,5	0,4

7.2. Propuesta para mejora del tiempo de reverberación en la sala de conciertos.

El principal objetivo a conseguir en este apartado es adecuar la sala de conciertos modificando únicamente los materiales y de la forma más económica posible. Para ello se parte del tiempo de reverberación analizado en las mediciones que es 1,37s y colocando materiales absorbentes, rebajar este tiempo para que al final sea cercano a 1s.

En la siguiente tabla se muestran los materiales de la sala en el estado original así como las zonas donde se sitúan y la superficie que ocupan. Los coeficientes de absorción se adjuntan en el apéndice.

Zonas	Material	Superficie
Pared fondo de escenario	Cortinas de terciopelo colgado	25,9
Paredes laterales de escenario	Cortinas de terciopelo colgado	77
Suelo de escenario	Parqué sobre rastreles	78,5
Antepecho	Hormigón pintado	10
Pilares	Hormigón pintado	55
Suelo zona público1	Hormigón pintado	138,3
Suelo zona público2	Hormigón pintado	27,7
Pared de fondo	Vidrios	21,5
Pared de fondo	Muro de ladrillo enlucido de yeso	45,4
Pared lateral zona público	Hormigón pintado	88
Techo	Placa escayola con perforaciones	244,5

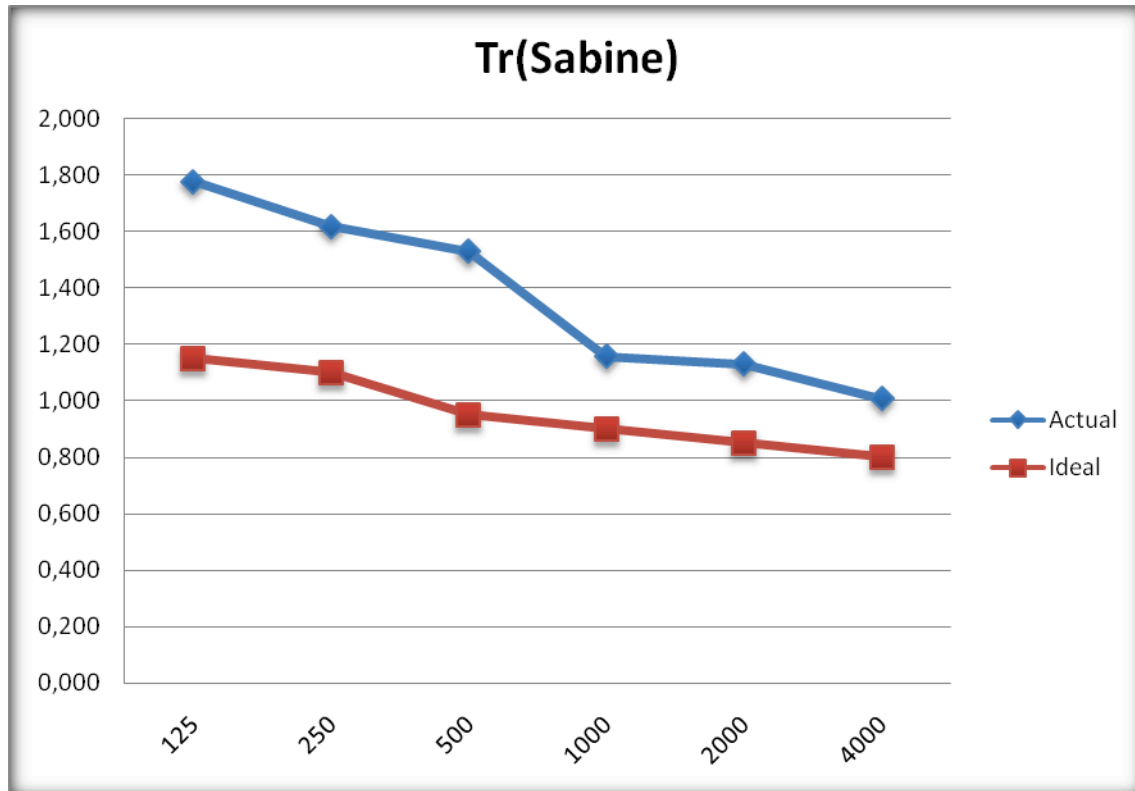
Para obtener el tiempo de reverberación deseado, primero mediante una hoja de cálculo se han combinado los materiales anteriores con su correspondiente superficie y coeficiente de absorción para que el TRmid sea lo más aproximado posible al obtenido en las mediciones; para ello se ha utilizado la fórmula de Sabine.

$$TR = \frac{0,162 \cdot V}{A}$$

En segundo lugar, con la misma hoja de cálculo se ha añadido materiales absorbentes para rebajar el tiempo de reverberación. Se debe tener en cuenta la posición del absorbente que preferiblemente irá sobre superficies grande que forman un solo plano para así absorber en todas las frecuencias.

En cuanto a la calidez y el brillo; estos cambiarán con el TRmid y al tratarse de una propuesta lo más económica para rebajar el tiempo de reverberación los otros dos parámetros no se pueden controlar. Sin embargo, se intenta que los valores no excedan de un rango considerable.

En la siguiente gráfica se muestra la curva tonal de la solución original y la curva ideal a la que se desea llegar. Se puede observar que la forma de la curva es correcta, con el tiempo de reverberación más alto en graves i a medida que aumentan las frecuencias este disminuye pero el problema radica en los altos valores de la curva.



A partir de la gráfica anterior, se ha buscado un material que tuviera dos características principales; la primera que fuera lo más económicamente posible y la segunda que tenga un coeficiente de absorción en todas las frecuencias suficiente para rebajar los valores de la curva.

El material elegido ha sido lana de roca de la marca Rockwool de 4cm de espesor y 3,5Kg/m². El coeficiente de absorción se muestra en la tabla siguiente.

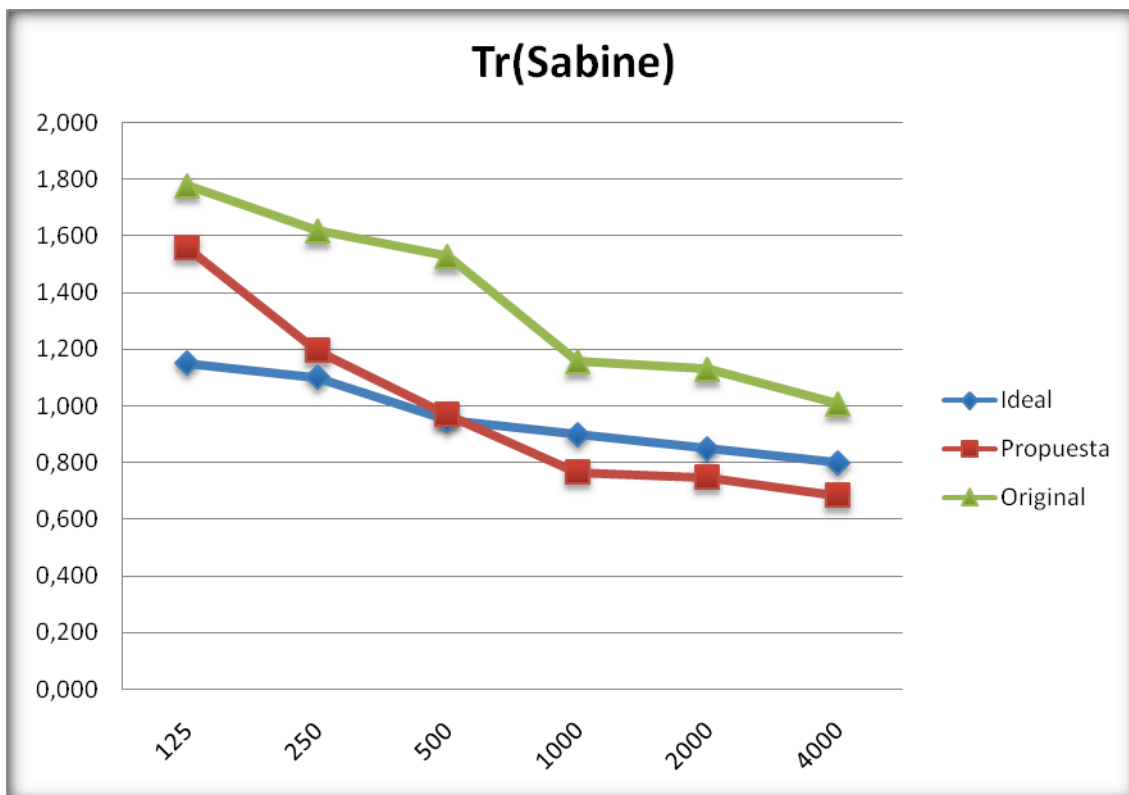
Frecuencia	125	250	500	1000	2000	4000
Absorción	0,13	0,74	0,98	1	1	1

La posición elegida para situar el material ha sido en la mitad superior de la pared lateral por dos motivos; uno para no afectar a las reflexiones que de la mitad inferior y la otra para ponerlo fuera del alcance de los usuarios y proteger su durabilidad. La otra posición ha sido en la parte superior de la pared de fondo de la sala.

En la siguiente tabla se muestran los materiales con sus respectivas zonas y la superficie que ocupan. Se ha puesto un total de 30m² de material absorbente.

Zonas	Material	Superficie
Pared fondo de escenario	Cortinas de terciopelo colgado	25,9
Paredes laterales de escenario	Cortinas de terciopelo colgado	77
Suelo de escenario	Parqué sobre rastreles	78,5
Antepecho	Hormigón pintado	10
Pilares	Hormigón pintado	55
Suelo zona público1	Hormigón pintado	138,3
Suelo zona público2	Hormigón pintado	27,7
Pared de fondo	Vidrios de 6 mm área grande	21,5
Pared de fondo	Muro de ladrillo con enlucido de yeso	32,8
Absorción pared de fondo	Lana de roca Rockwool (4 cm; 3,6 Kg/m ²)	12,5
Absorción pared lateral	Lana de roca Rockwool (4 cm; 3,6 Kg/m ²)	17,5
Pared lateral zona público	Hormigón pintado	70,5
Techo	Placa de escayola con perforaciones	244,5

Como se observa en la siguiente gráfica, añadiendo la lana de roca se consigue disminuir los valores de la curva, sobretodo los centrales que son los que nos afectan al TRmid.



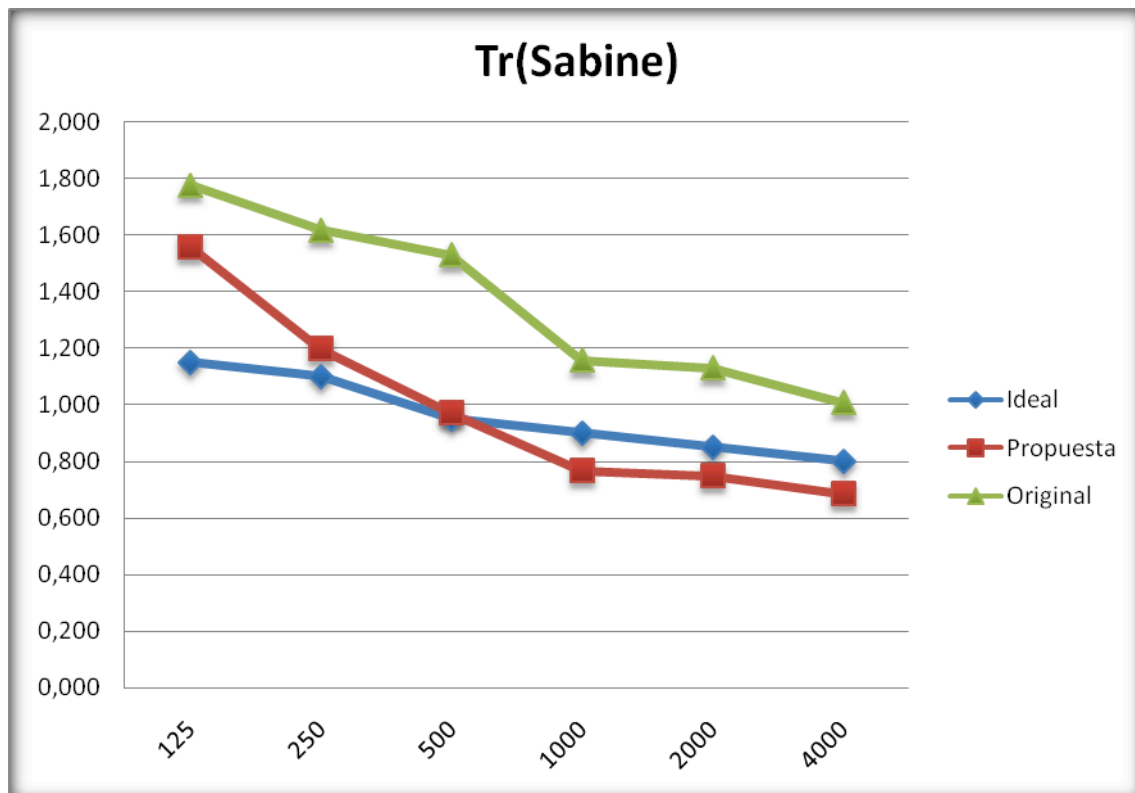
A continuación se muestran los valores de TRmid, calidez y brillo de la solución original y la solución propuesta.

	Original	Propuesta
Trmid	1,34	1,07
BR	1,26	1,41
Br	0,79	0,83

La calidez ha aumentado considerablemente pero se encuentra dentro de unos márgenes razonables. El brillo ha mejorado ligeramente aunque sería mejor que estuviera por encima de 0,87. El tiempo de reverberación se ha conseguido rebajarlo pero un valor adecuado sería por debajo de 1s lo cual se consigue como se muestra a continuación con la absorción que tienen los músicos.

	Ideal	Propuesta +músicos
Trmid	0,93	0,87
BR	1,22	1,58
Br	0,89	0,83

Añadiendo los músicos se obtiene un TRmid adecuado aunque la calidez es demasiado alta; esto se podría solucionar con la combinación de materiales adecuada para que hubiera más absorción en graves pero afectaría al coste económico.



A continuación se muestran unas imágenes de la posición de la lana de roca y como quedaría la sala de conciertos.







7.3.- Reforma interior del local.

En este apartado se va a explicar la reforma llevada a cabo en el local. Esta propuesta se realiza con el fin de dotar al recinto las características de aislamiento y acondicionamiento adecuadas para el uso de aulas de música y sala de conciertos. Para describir la reforma realizada en el local; en primer lugar se va a realizar desde el punto de vista funcional, donde se nombran los diferentes espacios o recintos y el uso de cada uno. En segundo lugar desde el punto de vista constructivo y haciendo especial hincapié en los materiales utilizados en cada recinto y por último se van a explicar las soluciones adoptadas tanto para tener un buen aislamiento como acondicionamiento.

7.3.1. Características funcionales.

Los cambios realizados en los recintos del local han tenido como objetivo la mejora del aislamiento y esto se ha conseguido creando vestíbulos y sectorizando los recintos de una misma unidad de uso.

En primer lugar se ha decidido eliminar la puerta de entrada a la sala ya que al estar dispuesta de forma que su apertura es hacia dentro, no cumple con la normativa de evacuación. Esta se ha colocado más hacia delante y se abre con el sentido de la evacuación. Después de pasar por esta puerta se llega al vestíbulo de la sala de conciertos la cual se accede por dos puertas y el suelo de este vestíbulo se ha decidido realizarlo en dos tramos rectos con una escalera de 3 peldaños para salvar el desnivel.

Una vez dentro de la sala se ha modificado la platea definiendo los pasillos en superficies sin desnivel y situando las butacas en superficies inclinadas para mejorar las visuales. Para mejorar las condiciones de los espectadores ha sido necesario disminuir el aforo a 148 personas.

En el caso de las aulas, se ha mantenido el mismo número que había anteriormente y todas ellas se han realizado de manera que tengan su vestíbulo previo con espacio suficiente para situar taquillas o armario para guardar el material docente. Los cambios más significativos han sido aumentar el aula de percusión eliminado el tabique que separaba esta aula y el vestíbulo del escenario de manera que se han unido los dos espacios ya que no va a existir simultaneidad de uso entre el aula y la sala de conciertos. Además de realizar pequeñas modificaciones en los tabiques para evitar la creación de ondas estacionarias como la inclinación del tabique del aula metal/madera o añadir una superficie difusora en el aula de solfeo que se puede aprovechar también como estantería para situar el material docente.

Para terminar con la explicación, con la documentación gráfica se adjunta un plano con los usos de los recintos de la reforma comentada anteriormente.

7.3.2. Características constructivas.

Para explicar las características constructivas se va a realizar primero las que tiene que ver con el uso del local como sala de conciertos y en segundo lugar las son importantes para el aislamiento entre recintos.

La sala tiene un volumen de 715m^3 y su forma se podría decir que es rectangular, con dos partes bien diferenciadas; el escenario que está elevado entre 0,4 y 0,9 respecto de la línea del suelo de butacas, y la otra parte es la zona de espectadores donde se ha decidido realizar un plano inclinado para favorecer las visuales intercalado entre dos plano sin pendiente que coinciden con la posición de las puertas. También ha sido necesario elevar la última fila mediante dos peldaños para que su nivel coincida con el de todo el recinto y además aumentar la percepción del sonido directo.

El escenario tiene una superficie en planta de 80m^2 ; el suelo es de parque y en el techo se ha decidido realizar una concha de escena con un solo tramo recto que va desde la pared de fondo hasta el comienzo de la platea, conectando con el techo difusor. El techo del escenario refleja todo a todo el escenario y a toda la platea. Además se han dispuesto en las paredes del escenario un contrachapado de 3mm sujetado con rastreles para que exista una cámara de aire. El antepecho del escenario se ha recubierto con una lana de roca revestida con revestimiento vinílico para aportar más absorción a la sala con el fin de conseguir un tiempo de reverberación medio óptimo.

La zona de butacas tiene una superficie de 72m^2 ; el suelo es de hormigón donde se ha situado una moqueta para contribuir a la absorción. En el techo se ha realizado un techo difusor de contrachapado de 10mm; este se compone de superficies planas de diferentes medidas y tamaños, orientadas a diferentes direcciones con tal de repartir el sonido de manera uniforme. Las paredes laterales y de fondo son muros de hormigón pintado y tabiques de entramado autoportante donde se ha situado un contrachapado de 3mm fijado con rastreles para que exista cámara de aire. Se ha decidido que el mobiliario también contribuya a la absorción y para ello se han elegido butacas totalmente forradas con una posición fija dentro de la platea.

El criterio a la hora de elegir los materiales descritos anteriormente ha sido en primer lugar el tiempo de reverberación; por tanto en cada uno de ellos se ha observado el coeficiente de absorción, la superficie que ocupan así como su posición para intentar que una vez situados se tenga un tiempos de reverberación con músicos alrededor de 1s y con músicos y espectadores entorno a 0,8s. También se ha intentado equilibrar la absorción de las personas que es más alta en agudos que en graves, introduciendo materiales que su coeficiente sea más elevado en frecuencias graves que en altas.

En segundo lugar se ha intentado elegir materiales lo más comunes posibles como lana de roca o contrachapados con un fácil montaje, para evitar utilizar materiales especiales en acústica que tienen un coste económico mayor.

También cabe decir que se ha situado absorbente poroso en todos los vestíbulos para atenuar el sonido y aumentar el aislamiento entre la sala de conciertos y las aulas. El absorbente elegido ha sido el techo Ekla relief de la casa Rockfon.

Los tipos de paramentos verticales de separación entre recintos son los que se muestran a continuación y su posición está representada en el plano tipos de paramentos verticales.

-Tipo 1: Muro de sótano de 30cm de espesor pintado por su cara interior.

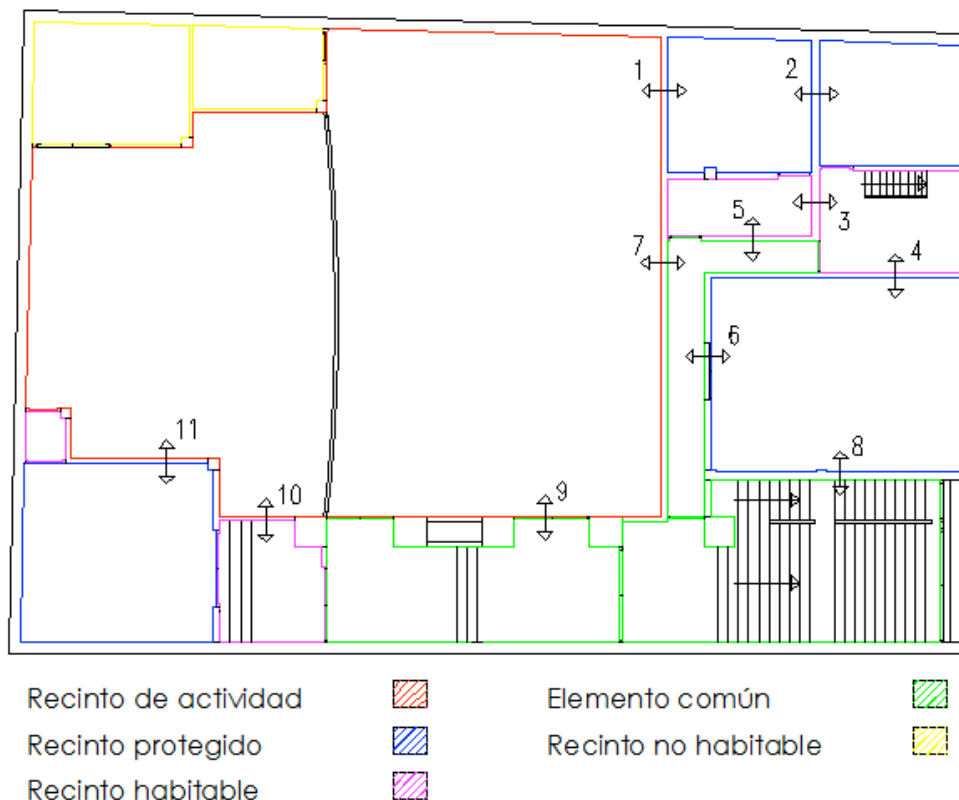
-Tipo 2: Tabique de fábrica de ladrillo compuesta por un ladrillo de dimensiones $24 \times 11.5 \times 13\text{y}$ un guarnecido y enlucido de yeso pintado de 1cm de espesor por ambas caras al que se le ha añadido un trasdosado separado 5cm y compuesto por un aislante térmico en forma de lana de roca y dos placas de yeso lamina do de 12,5mm.

-Tipo 3: Entramado autoportante con perfiles arriostrados formado por 2 placas de yeso laminado de 12,5mm de espesor, 4,8 cm de aislante térmico en forma de lana de roca, placa de yeso laminado de 12,5mm, separación de 5cm, 4,8cm de aislante térmico y 2 placas de yeso laminado de 12,5mm.

-Tipo 4: Entramado autoportante con perfiles no arriostrados formado por 2 placas de yeso laminado de 12,5mm de espesor, 7 cm de aislante térmico en forma de lana de roca, separación de 5cm, 7 cm de aislante térmico y 2 placas de yeso laminado de 12,5mm.

7.3.3. Aislamiento.

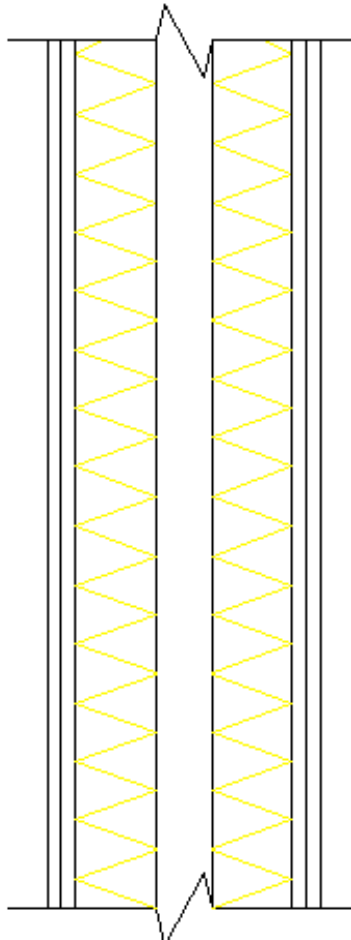
Para justificar el cumplimiento del aislamiento en la propuesta de distribución anteriormente explicada, se han evaluado las particiones señaladas con una flecha que se muestran a continuación con la zonificación correspondiente. Para justificar los aislamientos se va a seguir la secuencia numérica representada.



Se ha decidido calificar a la sala de conciertos como un recinto de actividad ruidoso ya que entra en el grupo 1 del artículo 44 de la Ordenanza de Valencia de Protección Contra La Contaminación Acústica. Las aulas serán recintos protegidos según el CTE, así como los vestíbulos elementos comunes y los trasteros recintos no habitables. También cabe decir que se han agrupado los vestíbulos previos de cada aula calificados como recintos habitables en una única unidad de uso junto con el aula correspondiente.

El primer aislamiento a justificar es el que corresponde a la partición que separa la sala de conciertos y el aula metal/madera. Según la Ley del Ruido, el aislamiento debería ser tal que emitiendo un sonido con un nivel de 104dB en la sala, en el aula no tuviéramos más de 35dB; pero esto debería cumplirse en el caso de que se utilizara la sala de conciertos en directo como tal simultáneamente con el uso del aula y este no es el caso. La única forma en la que los recintos es posible que se utilicen simultáneamente es considerando la sala de conciertos como recinto de ensayo por lo que el aislamiento exigido por el CTE es $D_{nt,w}=55\text{dBA}$.

Para cumplir con esta exigencia se ha realizado una partición con un entramado autoportante con los perfiles no arriostrados compuesta por 2 placas de yeso laminado de 12,5mm de espesor, 7 cm de aislante térmico en forma de lana de roca, separación de 5cm, 7 cm de aislante térmico y 2 placas de yeso laminado de 12,5mm.



Mediante la hoja de cálculo del método general del CTE se obtiene un $D_{nt,A}=55\text{dBA}$ por lo tanto la partición cumple con el CTE. En un principio este nivel no es adecuado para la música, pero se debe tener en cuenta que la zona de ensayo dentro de la sala de conciertos es el escenario y este está a una distancia de 10m del aula y añadido a la absorción situada en la sala para rebajar el tiempo de reverberación, se podrá utilizar sin problema el aula para instrumentos de viento o metal. A continuación se muestra la ficha justificativa.

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 3 aristas comunes. Transmisión horizontal.

Proyecto	Acondicionamiento acústico del CIM	
Autor	Josep Garcia Marco	
Fecha	07-jun-12	
Referencia	Aislamiento entre sala de conciertos y aula metal/madera	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	-	Volumen	30 m ³				
Soluciones Constructivas							
Separador	YL 2x12,5 + AT MW 70 + SP + AT MW 70 + YL 2x12,5 (perfiles libres)						
Suelo F1	LM 200 mm						
Techo F2	LM 200 mm						
Pared F3	Muro se sótano						
Pared F4	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 12,5 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _A (dBA)	ΔL _w (dB)
Separador	7,4	-	54	67	-	0	-
Suelo F1	15	3,7	500	60	70	0	0
Techo F2	15	3,7	500	60	70	0	0
Pared F3	8	2	305	60	66	0	0
Pared F4	8	2	55	58	-	0	0

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor	Recinto de actividad o instalaciones						
Tipo de recinto como receptor	Habitable	Volumen	715 m ³				
Soluciones Constructivas							
Separador	YL 2x12,5 + AT MW 70 + SP + AT MW 70 + YL 2x12,5 (perfiles libres)						
Suelo f1	LM 200 mm						
Techo f2	LM 200 mm						
Pared f3	Muro se sótano						
Pared f4	YL 2x12,5 + AT MW 70 + SP + AT MW 70 + YL 2x12,5 (perfiles libres)						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _A (dBA)	ΔL _w (dB)
Separador	7,4	-	54	67	-	0	-
Suelo f1	155	3,7	500	60	70	0	0
Techo f2	155	3,7	500	60	70	0	0
Pared f3	30,4	2	305	60	66	0	0
Pared f4	10	2	54	67	-	0	0

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S(m ²)	0
	índice de reducción	R _A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D _{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D _{n,e,A} (dBA)	0



Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 3 aristas comunes. Transmisión horizontal.

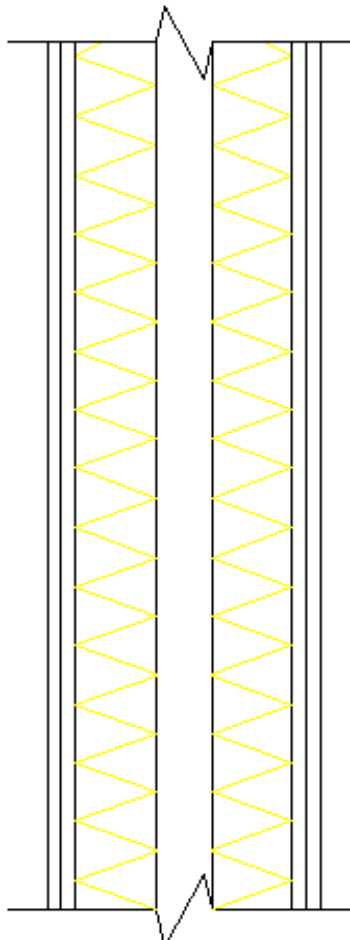
Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Fr}	K_{Fd}	K_{Dr}
separador - suelo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	-5,30	19,67	19,67
separador - techo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-5,30	19,67	19,67
separador - pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-4,38	17,52	17,52
separador - pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 4)	10,08	10,08	3,11

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	68	-	
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	56	-	

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	55	55	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	59	60	CUMPLE

El segundo aislamiento a justificar es el que corresponde a la partición que separa el aula metal/madera y el estudio de partituras. Al haber considerado en la zonificación dos recintos protegido de unidades de uso diferentes según el CTE el aislamiento debe ser $D_{nt,A}=50$.

Para cumplir con esta exigencia se ha realizado una partición con un entramado autoportante con los perfiles no arriostrados compuesta por 2 placas de yeso laminado de 12,5mm de espesor, 7 cm de aislante térmico en forma de lana de roca, separación de 5cm, 7 cm de aislante térmico y 2 placas de yeso laminado de 12,5mm. Por otra parte, para cumplir con el aislamiento a ruido de impacto ha sido necesario realizar una solera seca en el suelo de ambos recintos.



Mediante la hoja de cálculo del método general del CTE se obtiene un $D_{nt,A}=57\text{dBA}$ por lo tanto la partición cumple con el CTE pero se queda un poco bajo para el uso de la música que debería ser de 60dBA. A continuación se muestra la ficha justificativa.

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Proyecto	Acondicionamiento acústico del CIM	
Autor	Josep Garcia Marco	
Fecha	07-jun-12	
Referencia	Aislamiento entra aula metal/madera y estudio de particulas	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor			Unidad de uso				
Tipo de recinto como receptor			-	Volumen	30 m ³		
Soluciones Constructivas							
Separador	YL 2x12,5 + AT MW 70 + SP + AT MW 70 + YL 2x12,5 (perfiles libres)						
Suelo F1	LM 200 mm						
Techo F2	LM 200 mm						
Pared F3	Muro se sótano						
Pared F4	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 12,5 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _a (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _a (dBA)	ΔL _w (dB)
Separador	7	-	54	67	-	0	-
Suelo F1	15	3,5	500	60	70	0	19
Techo F2	15	3,5	500	60	70	0	0
Pared F3	8	2	305	60	66	0	-
Pared F4	8	2	55	58	-	0	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor			Unidad de uso				
Tipo de recinto como receptor			Protegido	Volumen	26 m ³		
Soluciones Constructivas							
Separador	YL 2x12,5 + AT MW 70 + SP + AT MW 70 + YL 2x12,5 (perfiles libres)						
Suelo f1	LM 200 mm						
Techo f2	LM 200 mm						
Pared f3	Muro se sótano						
Pared f4	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 12,5 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _a (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _a (dBA)	ΔL _w (dB)
Separador	7	-	54	67	-	0	-
Suelo f1	13	3,5	500	60	70	0	19
Techo f2	13	3,5	500	60	70	0	0
Pared f3	7	2	305	60	66	0	-
Pared f4	7	2	55	58	-	0	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R _a (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D _{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D _{n,e,A} (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

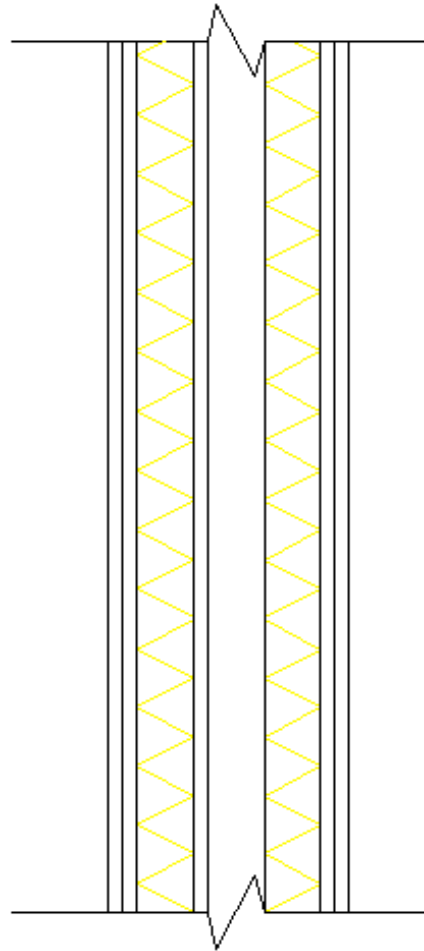
Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Fr}	K_{Fd}	K_{Dr}
separador - suelo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	-2,99	19,67	19,67
separador - techo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-2,99	19,67	19,67
separador - pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-2,71	17,52	17,52
separador - pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	2,89	10,08	10,08

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	56	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	48	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	57	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	48	65	CUMPLE

El tercer aislamiento a justificar es el que corresponde a la partición que separa el vestíbulo del aula metal/madera y el vestíbulo del estudio de partituras. Como se trata de dos recintos habitables de unidades de uso diferentes, el aislamiento debe ser $D_{nt,A}=45\text{dBA}$. Para cumplir con la exigencia de la normativa se ha decidido realizar un entramado autoportante con perfiles arriostrados formado por 2 placas de yeso laminado de 12,5mm de espesor, 4,8 cm de aislante térmico en forma de lana de roca, placa de yeso laminado de 12,5mm, separación de 5cm, 4,8cm de aislante térmico y 2 placas de yeso laminado de 12,5mm.



Mediante la hoja de cálculo del CTE, con la solución propuesta se obtiene un $D_{nt,A}=54\text{dBA}$, por lo tanto la partición cumple con la normativa y es un valor adecuado porque se trata del aislamiento entre dos vestíbulos. A continuación se muestra la ficha justificativa

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 3 aristas comunes. Transmisión horizontal.

Proyecto	Acondicionamiento acústico del CIM	
Autor	Josep Garcia Marco	
Fecha	07-jun-12	
Referencia	Aislamiento entre vestibulo aula metal/madera y vestibulo estudio	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	-	Volumen		25,2 m ³			
Soluciones Constructivas							
Separador	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 12,5 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Suelo F1	LM 200 mm						
Techo F2	LM 200 mm						
Pared F3	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 12,5 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Pared F4	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 12,5 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Parámetros Acústicos							
	S_i (m ²)	l_i (m)	m'_i (kg/m ²)	R_A (dBA)	$L_{n,w}$ (dB)	ΔR_A (dBA)	ΔL_w (dB)
Separador	8	-	55	58	-	0	-
Suelo F1	6,3	2	500	60	70	0	0
Techo F2	6,3	2	500	60	70	0	0
Pared F3	16	4	55	58	-	0	0
Pared F4	16	4	55	58	-	0	0

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Habitable	Volumen		40 m ³			
Soluciones Constructivas							
Separador	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 12,5 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Suelo f1	LM 200 mm						
Techo f2	LM 200 mm						
Pared f3	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 12,5 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Pared f4	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 12,5 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Parámetros Acústicos							
	S_i (m ²)	l_i (m)	m'_i (kg/m ²)	R_A (dBA)	$L_{n,w}$ (dB)	ΔR_A (dBA)	ΔL_w (dB)
Separador	8	-	55	58	-	0	-
Suelo f1	10	2	500	60	70	0	0
Techo f2	10	2	500	60	70	0	0
Pared f3	12,5	4	55	58	-	0	0
Pared f4	10	4	55	58	-	0	0

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0

Documento B3sico HR Protecci3n frente al ruido

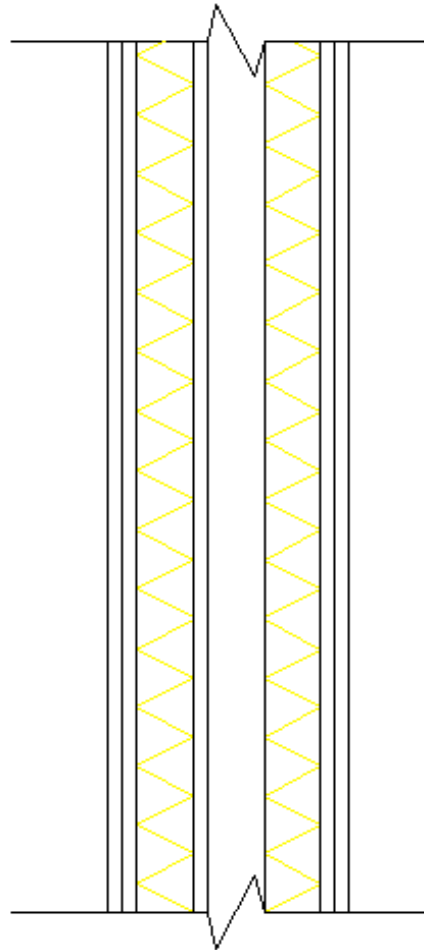
Ficha justificativa del c3lculo de aislamiento a ruido a3reo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 3 aristas comunes. Transmisi3n horizontal.

Tipos de uniones e índices de reducci3n vibracional				
Encuentro	Tipo de uni3n	K_{Fr}	K_{Fd}	K_{Dr}
separador - suelo	Uni3n en T de elemento de entramado autoportante y elemento homog3neo (orientaci3n 2)	-2,86	19,59	19,59
separador - techo	Uni3n en T de elemento de entramado autoportante y elemento homog3neo (orientaci3n 1)	-2,86	19,59	19,59
separador - pared	Uni3n en T de elemento de entramado autoportante y elemento homog3neo (orientaci3n 1)	3,00	10,00	10,00
separador - pared	Uni3n en T de elemento de entramado autoportante y elemento homog3neo (orientaci3n 4)	10,00	10,00	3,00

Transmisi3n del recinto 1 al recinto 2				
		C3lculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido a3reo	$D_{nT,A}$ (dBA)	56	45	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	67	-	

Transmisi3n del recinto 2 al recinto 1				
		C3lculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido a3reo	$D_{nT,A}$ (dBA)	54	45	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	67	-	

El cuarto aislamiento a justificar es el que corresponde a la partición que separa el aula de solfeo con el vestíbulo del estudio de partituras. Como se trata de un recinto protegido y otro habitable de unidades de uso diferentes, el aislamiento debe ser $D_{nt,A}=45\text{dBA}$. Para cumplir con la exigencia de la normativa se ha decidido realizar un entramado autoportante con perfiles arriostrados formado por 2 placas de yeso laminado de 12,5mm de espesor, 4,8 cm de aislante térmico en forma de lana de roca, placa de yeso laminado de 12,5mm, separación de 5cm, 4,8cm de aislante térmico y 2 placas de yeso laminado de 12,5mm.



Mediante la hoja de cálculo del CTE, con la solución propuesta se obtiene un $D_{nt,A}=59\text{dBA}$, por lo tanto la partición cumple con la normativa además de ser un valor adecuado para el aislamiento de un aula. A continuación se muestra la ficha justificativa

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 3 aristas comunes. Transmisión horizontal.

Proyecto	Acondicionamiento acústico del CIM	
Autor	Josep Garcia Marco	
Fecha	07-jun-12	
Referencia	Aislamiento entre vestíbulo de estudio de partituras y aula de solfeo	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor			Unidad de uso				
Tipo de recinto como receptor			-	Volumen	40 m ³		
Soluciones Constructivas							
Separador	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 12,5 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Suelo F1	LM 200 mm						
Techo F2	LM 200 mm						
Pared F3	Muro de sótano						
Pared F4	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 12,5 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _A (dBA)	ΔL _w (dB)
Separador	16	-	55	58	-	0	-
Suelo F1	10	4	500	60	70	0	0
Techo F2	10	4	500	60	70	0	0
Pared F3	11,2	4	305	60	66	0	0
Pared F4	11,2	4	55	58	-	0	0

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor			Unidad de uso				
Tipo de recinto como receptor			Protegido	Volumen	144 m ³		
Soluciones Constructivas							
Separador	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 12,5 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Suelo f1	LM 200 mm						
Techo f2	LM 200 mm						
Pared f3	Muro de sótano						
Pared f4	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 12,5 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _A (dBA)	ΔL _w (dB)
Separador	16	-	55	58	-	0	-
Suelo f1	36	4	500	60	70	0	0
Techo f2	36	4	500	60	70	0	0
Pared f3	21,2	4	305	60	66	0	0
Pared f4	10	4	55	58	-	0	0

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R _A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D _{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D _{n,e,A} (dBA)	0

Documento B3sico HR Protecci3n frente al ruido

Ficha justificativa del c3lculo de aislamiento a ruido a3reo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 3 aristas comunes. Transmisi3n horizontal.

Tipos de uniones e índices de reducci3n vibracional				
Encuentro	Tipo de uni3n	K_{Fr}	K_{Fd}	K_{Dr}
separador - suelo	Uni3n en T de elemento de entramado autoportante y elemento homog3neo (orientaci3n 2)	-2,91	19,59	19,59
separador - techo	Uni3n en T de elemento de entramado autoportante y elemento homog3neo (orientaci3n 1)	-2,91	19,59	19,59
separador - pared	Uni3n en T de elemento de entramado autoportante y elemento homog3neo (orientaci3n 1)	-2,63	17,44	17,44
separador - pared	Uni3n en T de elemento de entramado autoportante y elemento homog3neo (orientaci3n 4)	10,00	10,00	3,00

Transmisi3n del recinto 1 al recinto 2				
		C3lculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido a3reo	$D_{nT,A}$ (dBA)	59	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	62	65	CUMPLE

Transmisi3n del recinto 2 al recinto 1				
		C3lculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido a3reo	$D_{nT,A}$ (dBA)	54	45	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	62	-	

El quinto aislamiento a justificar es el que corresponde a la partición que separa el vestíbulo del aula metal/madera con el vestíbulo de entrada a las aulas. Como se trata de un recinto habitable y un elemento común, al tener un puerta, el aislamiento del ciego debe ser $R_A \geq 50\text{dBA}$ y el de la puerta $R_A \geq 20\text{dBA}$.

Para cumplir con la exigencia de la normativa se ha decidido realizar un entramado autoportante con perfiles arriostrados formado por 2 placas de yeso laminado de 12,5mm de espesor, 4,8 cm de aislante térmico en forma de lana de roca, placa de yeso laminado de 12,5mm, separación de 5cm, 4,8cm de aislante térmico y 2 placas de yeso laminado de 12,5mm que según el catalogo de elementos constructivos tiene un $R_A=58\text{dBA}$. Además de situar una puerta con $R_A \geq 20\text{dBA}$.

P4.5		$1/(0,66+R_{AT})$	58 ⁽³⁾	55

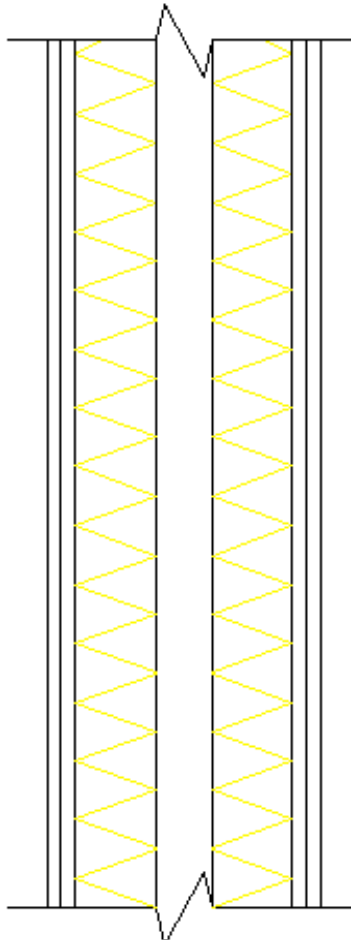
El sexto aislamiento a justificar es el que corresponde a la partición que separa el aula de solfeo con el vestíbulo de entrada a las aulas. Como se trata de un recinto protegido y un elemento común, al tener un puerta, el aislamiento del ciego debe ser $R_A \geq 50\text{dBA}$ y el de la puerta $R_A \geq 30\text{dBA}$.

Para cumplir con la exigencia de la normativa se ha decidido realizar un entramado autoportante con perfiles arriostrados formado por 2 placas de yeso laminado de 12,5mm de espesor, 4,8 cm de aislante térmico en forma de lana de roca, placa de yeso laminado de 12,5mm, separación de 5cm, 4,8cm de aislante térmico y 2 placas de yeso laminado de 12,5mm que según el catalogo de elementos constructivos tiene un $R_A=58\text{dBA}$. Además de situar una puerta con $R_A=37\text{dBA}$ que es la única de la cual se tiene la información necesaria.

P4.5		$1/(0,66+R_{AT})$	58 ⁽³⁾	55

El séptimo aislamiento a justificar es el que corresponde a la partición que separa la sala de conciertos con el vestíbulo de entrada a las aulas. Según la Ley del Ruido, el aislamiento debería ser tal que emitiendo un sonido con un nivel de 104dB en la sala, en el vestíbulo no exista más de 35dB. En cambio el CTE califica la sala de conciertos como recinto de actividad y como el vestíbulo no es un recinto protegido el aislamiento debe ser $D_{nt,A} \geq 45 \text{ dBA}$.

Para cumplir con esta exigencia se ha realizado una partición con un entramado autoportante con los perfiles no arriostrados compuesta por 2 placas de yeso laminado de 12,5mm de espesor, 7 cm de aislante térmico en forma de lana de roca, separación de 5cm, 7 cm de aislante térmico y 2 placas de yeso laminado de 12,5mm.



Mediante la hoja de cálculo del CTE, con la solución propuesta se obtiene un $D_{nt,A} = 58 \text{ dBA}$; este es un valor adecuado ya que el recinto colindante es un vestíbulo y hasta llegar a las aulas falta otra partición. A continuación se muestra la ficha justificativa

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 3 aristas comunes. Transmisión horizontal.

Proyecto	Acondicionamiento acústico del CIM	
Autor	Josep Garcia Marco	
Fecha	07-jun-12	
Referencia	Aislamiento entre sala de conciertos y vestíbulo de aulas	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor	Otros recintos(*)						
Tipo de recinto como receptor	-	Volumen	32 m ³				
Soluciones Constructivas							
Separador	YL 2x12,5 + AT MW 70 + SP + AT MW 70 + YL 2x12,5 (perfiles libres)						
Suelo F1	LM 200 mm						
Techo F2	LM 200 mm						
Pared F3	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 12,5 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Pared F4	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 12,5 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _a (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _a (dBA)	ΔL _w (dB)
Separador	30,4	-	54	67	-	0	-
Suelo F1	8	7,6	500	60	70	0	0
Techo F2	8	7,6	500	60	70	0	0
Pared F3	12,5	2,5	55	58	-	0	0
Pared F4	12,5	2,5	55	58	-	0	0

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor	Recinto de actividad o instalaciones						
Tipo de recinto como receptor	Habitable	Volumen	715 m ³				
Soluciones Constructivas							
Separador	YL 2x12,5 + AT MW 70 + SP + AT MW 70 + YL 2x12,5 (perfiles libres)						
Suelo f1	LM 200 mm						
Techo f2	LM 200 mm						
Pared f3	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 12,5 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Pared f4	YL 2x12,5 + AT MW 70 + SP + AT MW 70 + YL 2x12,5 (perfiles libres)						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _a (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _a (dBA)	ΔL _w (dB)
Separador	30,4	-	54	67	-	15	-
Suelo f1	155	7,6	500	60	70	0	0
Techo f2	155	7,6	500	60	70	0	0
Pared f3	37,9	2,5	55	58	-	0	0
Pared f4	10	2,5	54	67	-	15	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S(m ²)	0
	índice de reducción	R _a (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D _{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D _{n,e,A} (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos adyacentes con 3 aristas comunes. Transmisión horizontal.

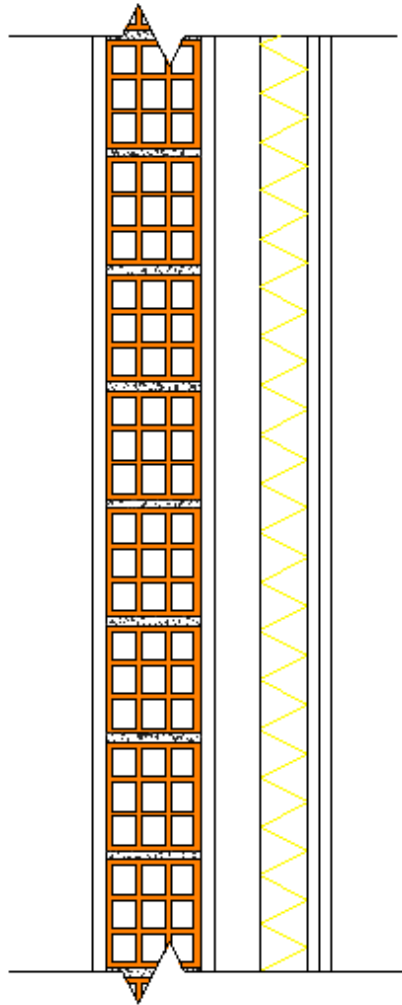
Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Fr}	K_{Fd}	K_{Dr}
separador - suelo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	0,00	19,67	19,67
separador - techo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	0,00	19,67	19,67
separador - pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	2,89	10,08	10,08
separador - pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 4)	10,08	10,08	3,11

Transmisión del recinto 1 al recinto 2			
		Cálculo	Requisito
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	71	-
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	56	-

Transmisión del recinto 2 al recinto 1			
		Cálculo	Requisito
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	58	-
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	57	-

El siguiente aislamiento a justificar es el que corresponde a la partición que separa el vestíbulo de entrada con el aula de solfeo. Como se trata de un recinto protegido y un elemento común, el aislamiento debe ser $D_{nt,A} \geq 50 \text{ dBA}$.

Como se tiene una tabique de fábrica de ladrillo compuesta por un ladrillo de dimensiones $24 \times 11,5 \times 13$ y un guarnecido y enlucido de yeso pintado de 1cm de espesor por ambas caras; para evitar su demolición, se ha decidido realizar un trasdosado compuesto por una cámara de aire de 5cm, 5cm de aislante térmico en forma de lana mineral y dos placas de yeso laminado de 12,5mm de espesor; el trasdosado se realizará por el interior del aula.



Mediante la hoja de cálculo del método general del CTE aplicando el trasdosado se obtiene un $D_{nt,A} = 57 \text{ dBA}$. A continuación se muestra la ficha justificativa del aislamiento.

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Proyecto	Acondicionamiento acústico del CIM	
Autor	Josep Garcia Marco	
Fecha	07-jun-12	
Referencia	Aislamiento entre aula de solfeo y vestíbulo de entrada	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	-	Volumen	144 m ³				
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo F1	LM 200 mm						
Techo F2	LM 200 mm						
Pared F3	Muro de sótano						
Pared F4	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 12,5 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _A (dBA)	ΔL _w (dB)
Separador	16	-	160	42	-	15	-
Suelo F1	36	7	500	60	70	0	0
Techo F2	36	7	500	60	70	0	0
Pared F3	21,2	4	305	52	66	0	-
Pared F4	21,2	4	55	58	-	0	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor	Otros recintos(*)						
Tipo de recinto como receptor	Habitable	Volumen	85 m ³				
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo f1	LM 200 mm						
Techo f2	LM 200 mm						
Pared f3	Muro de sótano						
Pared f4	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 12,5 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _A (dBA)	ΔL _w (dB)
Separador	16	-	160	42	-	0	-
Suelo f1	23,8	7	500	60	70	0	0
Techo f2	23,8	7	500	60	70	0	0
Pared f3	26	4	305	52	66	0	-
Pared f4	26	4	55	58	-	0	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R _A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D _{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D _{n,e,A} (dBA)	0

CTE
CÓDIGO TÉCNICO
DE LA EDIFICACIÓN

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

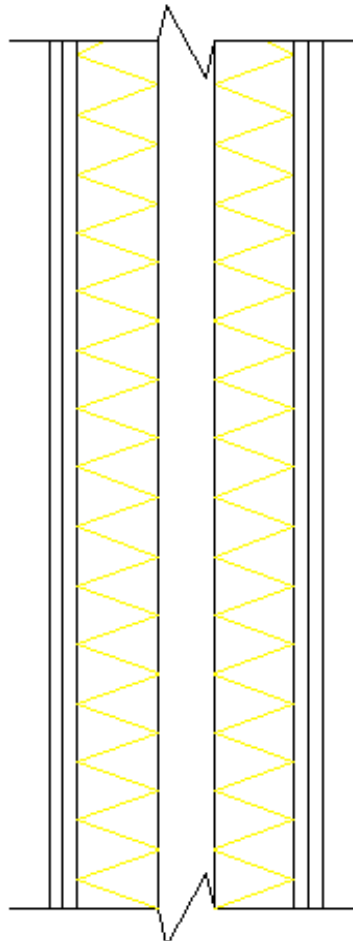
Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Fr}	K_{Fd}	K_{Or}
separador - suelo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	-2,58	14,95	14,95
separador - techo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-2,58	14,95	14,95
separador - pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-0,50	12,80	12,80
separador - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	13,46	6,93	6,93

Transmisión del recinto 1 al recinto 2			
		Cálculo	Requisito
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	54	-
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	62	-

Transmisión del recinto 2 al recinto 1			
		Cálculo	Requisito
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	57	50
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	61	65

El noveno aislamiento a justificar es el que corresponde a la partición que separa la sala de conciertos con el vestíbulo de entrada a la sala. Como se trata de un recinto de actividad y un elemento común, según la Ley del Ruido, el aislamiento debería ser tal que emitiendo un sonido con un nivel de 104dB en la sala, en el aula no haya más de 40dB; pero el CTE no exige ningún aislamiento entre recinto de actividad y elemento común.

En este caso la partición debe contribuir a la mejora del aislamiento de manera que no se emita al exterior del local más de 45dB. Para ello se ha realizado una partición con un entramado autoportante con los perfiles no arriostrados compuesta por 2 placas de yeso laminado de 12,5mm de espesor, 7 cm de aislante térmico en forma de lana de roca, separación de 5cm, 7 cm de aislante térmico y 2 placas de yeso laminado de 12,5mm. Además como el cerramiento tienen dos puertas está tiene un $RA=37dBA$.



Mediante la hoja de cálculo del método general del CTE y con la partición descrita anteriormente, se obtiene un $D_{nt,A}=43dBA$. Este valor es suficiente para que en el exterior no se emita un nivel superior a 45dB porque hasta llegar a la calle faltan dos cerramientos más y entre los dos superan los 20dB de aislamiento con lo que se cumpliría la normativa. A continuación se muestra la ficha justificativa del aislamiento.

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 2 aristas comunes. Transmisión horizontal. Caso A

Proyecto	Acondicionamiento acústico del CIM	
Autor	Josep Garcia Marco	
Fecha	07-jun-12	
Referencia	Aislamiento entre sala de conciertos y vestíbulo de entrada a sala	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor		Otros recintos(*)					
Tipo de recinto como receptor		-	Volumen		101,1 m ³		
Soluciones Constructivas							
Separador	YL 2x12,5 + AT MW 70 + SP + AT MW 70 + YL 2x12,5 (perfiles libres)						
Suelo F1	LM 200 mm						
Techo F2	LM 200 mm						
Pared F3	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 12,5 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Pared F4	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 12,5 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Parámetros Acústicos							
	S_i (m ²)	l_i (m)	m'_i (kg/m ²)	R_a (dBA)	$L_{n,w}$ (dB)	ΔR_a (dBA)	ΔL_w (dB)
Separador	37,9	-	54	67	-	0	-
Suelo F1	23,8	3	500	60	70	0	0
Techo F2	23,8	3	500	60	70	0	0
Pared F3	11,6	4,5	55	58	-	0	-
Pared F4	10,3	4,5	55	58	-	0	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor		Recinto de actividad o instalaciones					
Tipo de recinto como receptor		Protegido	Volumen		715 m ³		
Soluciones Constructivas							
Separador	YL 2x12,5 + AT MW 70 + SP + AT MW 70 + YL 2x12,5 (perfiles libres)						
Suelo f1	LM 200 mm						
Techo f2	LM 200 mm						
Pared f3	YL 2x12,5 + AT MW 70 + SP + AT MW 70 + YL 2x12,5 (perfiles libres)						
Pared f4	YL 2x12,5 + AT MW 70 + SP + AT MW 70 + YL 2x12,5 (perfiles libres)						
Parámetros Acústicos							
	S_i (m ²)	l_i (m)	m'_i (kg/m ²)	R_a (dBA)	$L_{n,w}$ (dB)	ΔR_a (dBA)	ΔL_w (dB)
Separador	37,9	-	54	67	-	0	-
Suelo f1	155	3	500	60	70	0	0
Techo f2	155	3	500	60	70	0	0
Pared f3	7	4,5	54	67	-	0	0
Pared f4	8	4,5	54	67	-	0	0

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	8
	índice de reducción	R_a (dBA)	37
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0

Documento B3sico HR Protecci3n frente al ruido

Ficha justificativa del c3lculo de aislamiento a ruido a3reo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 2 aristas comunes. Transmisi3n horizontal. Caso A

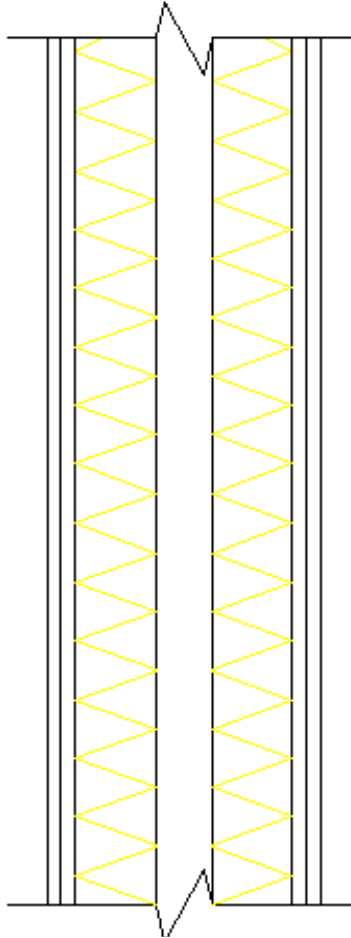
Tipos de uniones e índices de reducci3n vibracional				
Encuentro	Tipo de uni3n	K_{Fr}	K_{Fd}	K_{Dr}
separador - suelo	Uni3n en T de elemento de entramado autoportante y elemento homog3neo (orientaci3n 2)	-5,30	19,67	19,67
separador - techo	Uni3n en T de elemento de entramado autoportante y elemento homog3neo (orientaci3n 1)	-5,30	19,67	19,67
separador - pared	Uni3n en T de elemento de entramado autoportante y elemento homog3neo (orientaci3n 4)	10,08	10,08	3,11
separador - pared	Uni3n en T de elemento de entramado autoportante y elemento homog3neo (orientaci3n 4)	10,08	10,08	3,11

Transmisi3n del recinto 1 al recinto 2			
		C3lculo	Requisito
Aislamiento acústico a ruido a3reo	D_{nTA} (dBA)	51	-
Aislamiento acústico a ruido de impacto	L'_{nTw} (dB)	53	-

Transmisi3n del recinto 2 al recinto 1			
		C3lculo	Requisito
Aislamiento acústico a ruido a3reo	D_{nTA} (dBA)	43	-
Aislamiento acústico a ruido de impacto	L'_{nTw} (dB)	53	-

El décimo aislamiento a justificar es el que corresponde a la partición que separa la sala de conciertos y el vestíbulo de entrada al aula de percusión. Como se trata de un recinto de actividad y un recinto habitable, según la Ley del Ruido, el aislamiento debería ser tal que emitiendo un sonido con un nivel de 104dB en la sala, en el aula no haya más de 40dB; pero según el CTE el aislamiento debe ser $D_{nt,A} \geq 45$ dBA.

Para ello se ha realizado una partición con un entramado autoportante con los perfiles no arriostrados compuesta por 2 placas de yeso laminado de 12,5mm de espesor, 7 cm de aislante térmico en forma de lana de roca, separación de 5cm, 7 cm de aislante térmico y 2 placas de yeso laminado de 12,5mm



Mediante la hoja de cálculo del método general del CTE se obtiene un $D_{nt,A} = 58$ dBA. Este valor es adecuado ya que el recinto que se debe proteger es un vestíbulo. A continuación se muestra la ficha justificativa del aislamiento.

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 2 aristas comunes. Transmisión horizontal. Caso A

Proyecto	Acondicionamiento acústico del CIM	
Autor	Josep Garcia Marco	
Fecha	07-jun-12	
Referencia	Aislamiento entre sala de conciertos y vestibulo aula percusión	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	-	Volumen	44 m ³				
Soluciones Constructivas							
Separador	YL 2x12,5 + AT MW 70 + SP + AT MW 70 + YL 2x12,5 (perfiles libres)						
Suelo F1	LM 200 mm						
Techo F2	LM 200 mm						
Pared F3	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 12,5 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Pared F4	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 12,5 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Parámetros Acústicos							
	S_i (m ²)	l_i (m)	m'_i (kg/m ²)	R_A (dBA)	$L_{n,w}$ (dB)	ΔR_A (dBA)	ΔL_w (dB)
Separador	13,5	-	54	67	-	0	-
Suelo F1	9	3	500	60	70	0	0
Techo F2	9	3	500	60	70	0	0
Pared F3	11,7	4,5	55	58	-	0	-
Pared F4	13,5	4,5	55	58	-	0	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor	Recinto de actividad o instalaciones						
Tipo de recinto como receptor	Protegido	Volumen	715 m ³				
Soluciones Constructivas							
Separador	YL 2x12,5 + AT MW 70 + SP + AT MW 70 + YL 2x12,5 (perfiles libres)						
Suelo f1	LM 200 mm						
Techo f2	LM 200 mm						
Pared f3	YL 2x12,5 + AT MW 70 + SP + AT MW 70 + YL 2x12,5 (perfiles libres)						
Pared f4	YL 2x12,5 + AT MW 70 + SP + AT MW 70 + YL 2x12,5 (perfiles libres)						
Parámetros Acústicos							
	S_i (m ²)	l_i (m)	m'_i (kg/m ²)	R_A (dBA)	$L_{n,w}$ (dB)	ΔR_A (dBA)	ΔL_w (dB)
Separador	13,5	-	54	67	-	0	-
Suelo f1	155	3	500	60	70	0	0
Techo f2	155	3	500	60	70	0	0
Pared f3	7	4,5	54	67	-	0	0
Pared f4	8	4,5	54	67	-	0	0

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 2 aristas comunes. Transmisión horizontal. Caso A

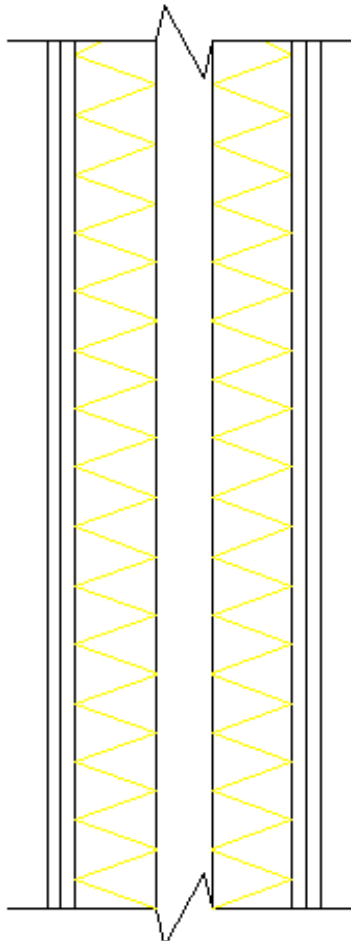
Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Fr}	K_{Fd}	K_{Dr}
separador - suelo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	-4,53	19,67	19,67
separador - techo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-4,53	19,67	19,67
separador - pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 4)	10,08	10,08	3,11
separador - pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 4)	10,08	10,08	3,11

Transmisión del recinto 1 al recinto 2			
		Cálculo	Requisito
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	70	-
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	56	-

Transmisión del recinto 2 al recinto 1			
		Cálculo	Requisito
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	58	45
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	56	60

El siguiente aislamiento a justificar es el que corresponde a la partición que separa la sala de conciertos y el aula de percusión. Según la Ley del Ruido, el aislamiento debería ser tal que emitiendo un sonido con un nivel de 104dB en la sala, en el aula no se tuviera más de 35dB; pero esto debería cumplirse en el caso de que se utilizara la sala de conciertos en directo como tal simultáneamente con el uso del aula y este no es el caso. La única forma en la que los recintos es posible que se utilicen simultáneamente es considerando la sala de conciertos como recinto de ensayo por lo que el aislamiento exigido por el CTE es $D_{nt,w}=55\text{dBA}$.

Para cumplir con esta exigencia se ha realizado una partición con un entramado autoportante con los perfiles no arriostrados compuesta por 2 placas de yeso laminado de 12,5mm de espesor, 7 cm de aislante térmico en forma de lana de roca, separación de 5cm, 7 cm de aislante térmico y 2 placas de yeso laminado de 12,5mm. Para designar un aislamiento a las dos puertas y el vestíbulo, se ha tomado como referencia medidas realizadas entre dos recintos de similares características y separados por dos puertas y un vestíbulo absorbente donde el aislamiento de la puerta es $R_A=56\text{dBA}$. Este es un valor aproximado ya que se ha interpretado el valor de la medición que es el $D_{nt,w}$ como si se tratara del índice de reducción sonora de todo el cerramiento y a partir de este se ha obtenido el valor del R_A de la puerta el cual puede variar en $\pm 2\text{dBA}$.



Mediante la hoja de cálculo del método general del CTE se obtiene un $D_{nt,A}=57\text{dBA}$ por lo tanto la partición cumple con el CTE. A continuación se muestra la ficha justificativa del aislamiento.

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 6 aristas comunes (esquina).

Proyecto	Acondicionamiento acústico del CIM	
Autor	Josep Garcia Marco	
Fecha	07-jun-12	
Referencia	Aislamiento entre sala de conciertos y aula de percusión	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	-	Volumen	93,7 m ³				
Soluciones Constructivas							
Sección Separador 1	YL 2x12,5 + AT MW 70 + SP + AT MW 70 + YL 2x12,5 (perfiles libres)						
Sección Separador 2	YL 2x12,5 + AT MW 70 + SP + AT MW 70 + YL 2x12,5 (perfiles libres)						
Sección Suelo F1a	LM 200 mm						
Sección Suelo F1b	LM 200 mm						
Sección Techo F2a	LM 200 mm						
Sección Techo F2b	LM 200 mm						
Sección Pared F3	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 12,5 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Sección Pared F4	Muro de sótano						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m' _i (kg/m ²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _A (dBA)	ΔL _w (dB)
Sección Separador 1	6	-	54	67	-	0	-
Sección Separador 2	19,8	-	54	67	-	0	-
Sección Suelo F1a	25	1,6	500	60	70	0	0
Sección Suelo F1b	25	1,6	500	60	70	0	0
Sección Techo F2a	25	5,3	500	60	70	0	0
Sección Techo F2b	25	5,3	500	60	70	0	0
Sección Pared F3	7,5	2,5	55	58	-	0	-
Sección Pared F4	7,5	2,5	305	60	66	0	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Recinto de actividad o instalaciones							
Tipo de recinto como receptor	Habitable	Volumen	715 m ³					
Soluciones Constructivas								
Sección Separador 1	YL 2x12,5 + AT MW 70 + SP + AT MW 70 + YL 2x12,5 (perfiles libres)							
Sección Separador 2	YL 2x12,5 + AT MW 70 + SP + AT MW 70 + YL 2x12,5 (perfiles libres)							
Suelo f1	LM 200 mm							
Techo f2	LM 200 mm							
Pared f3	YL 2x12,5 + AT MW 70 + SP + AT MW 70 + YL 2x12,5 (perfiles libres)							
Pared f4	Muro de sótano							
Parámetros Acústicos								
	S _i (m ²)	l _{i,a} (m)	l _{i,b} (m)	m' _i (kg/m ²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	ΔR _A (dBA)	ΔL _w (dB)
Sección Separador 1	6	-	-	54	67	-	0	-
Sección Separador 2	19,8	-	-	54	67	-	0	-
Suelo f1	155	1,6	1,6	500	60	70	0	0
Techo f2	155	5,3	5,3	500	60	70	0	0
Pared f3	7,5	2,5	-	54	67	-	0	0
Pared f4	27	2,5	-	305	60	66	0	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 6 aristas comunes (esquina).

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios Separador a	superficie	$S(m^2)$	0
	índice de reducción	$R_A(dBA)$	0
Ventanas, puertas y lucernarios Separador b	superficie	$S(m^2)$	2
	índice de reducción	$R_A(dBA)$	56
Vías de transmisión aérea Separador a	transmisión directa	$D_{n,e,A}(dBA)$	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}(dBA)$	0
Vías de transmisión aérea Separador b	transmisión directa	$D_{n,e,A}(dBA)$	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}(dBA)$	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
separador a - suelo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	-5,30	19,67	19,67
separador b - suelo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	-5,30	19,67	19,67
separador a - techo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-5,30	19,67	19,67
separador b - techo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-5,30	19,67	19,67
separador a - pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 4)	10,08	10,08	3,11
separador b - pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 4)	-3,71	17,52	17,52

Transmisión del recinto 1 al recinto 2			
		Cálculo	Requisito
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nTA}(dBA)$	65	-
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}(dB)$	53	-

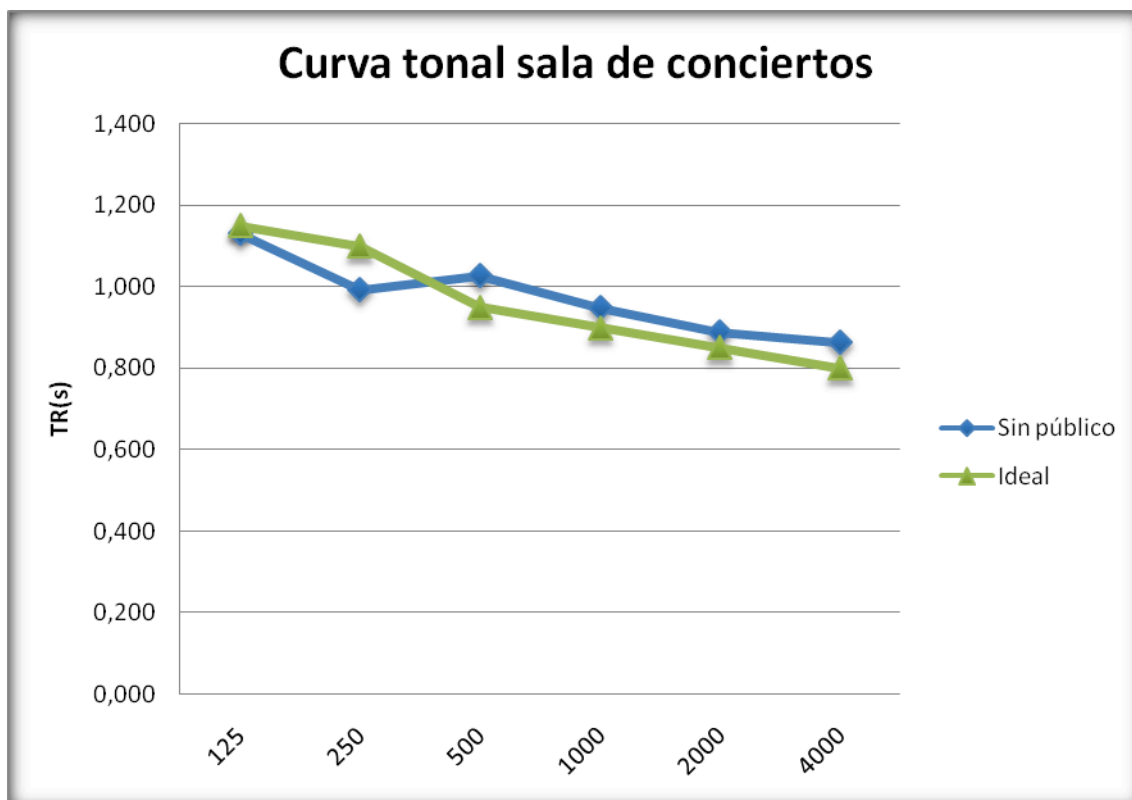
Transmisión del recinto 2 al recinto 1			
		Cálculo	Requisito
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nTA}(dBA)$	57	55
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}(dB)$	54	60

7.3.4. Acondicionamiento de la sala de conciertos.

En la siguiente tabla se muestran los materiales propuestos para la sala de conciertos así como las zonas donde se sitúan y la superficie que ocupan. Los coeficientes de absorción se adjuntan en el apéndice.

Zonas	Material	Superficie
Butacas	Butaca totalmente forrada	72,6
Platea	Alfombra gruesa encima de hormigón	124
Suelo escenario	Parqué sobre rastreles	78,5
Pared de fondo de escenario	Contrachapado de madera de 3 mm con cavidad de aire	25,9
Paredes laterales escenario	Contrachapado de madera de 3 mm con cavidad de aire	77
Techo escenario	Contrachapado de madera 10 mm formando cavidades	78,5
Techo platea	Contrachapado de madera 10 mm formando cavidades	173,48
Pared de fondo platea	Contrachapado de madera de 3 mm con cavidad de aire	30,8
Paredes laterales platea	Contrachapado de madera de 3 mm con cavidad de aire	48,42
Antepecho escenario	Lana de roca revestida con revestimiento vinílico	10
Músicos	Músico sentado	60

En la tabla siguiente se muestra la curva tonal de la sala con los materiales descritos anteriormente, como se observa se aproxima a la curva ideal en la que el tiempo de reverberación está alrededor de 0,9s.



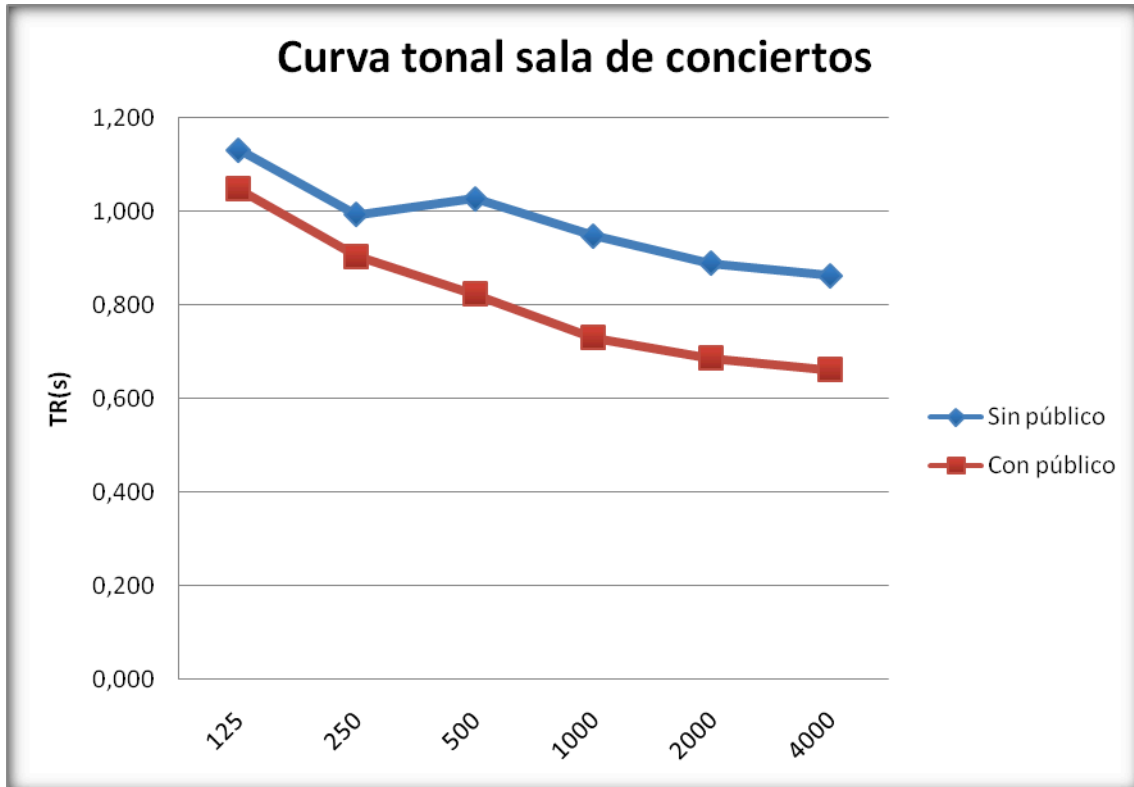
Mediante las fórmulas explicadas en el apartado 4 correspondientes el tiempo de reverberaci3n medio, calidez y brillo; se obtiene:

$$T_{r\text{mid}} = 0,98$$

$$BR = 1,075$$

$$Br = 0,88$$

El valor del tiempo de reverberaci3n y el brillo est3n entre un rango adecuado, pero la calidez se sitúa por debajo ya que debería estar entre 1,2 y 1,4. Estos valores son para cuando se est3 utilizando la sala como sala de ensayo en la que no hay espectadores. Cuando se utiliza la sala como sala de conciertos la curva tonal es la siguiente:



Por tanto los valores correspondientes del tiempo de reverberaci3n medio, calidez y brillo son:

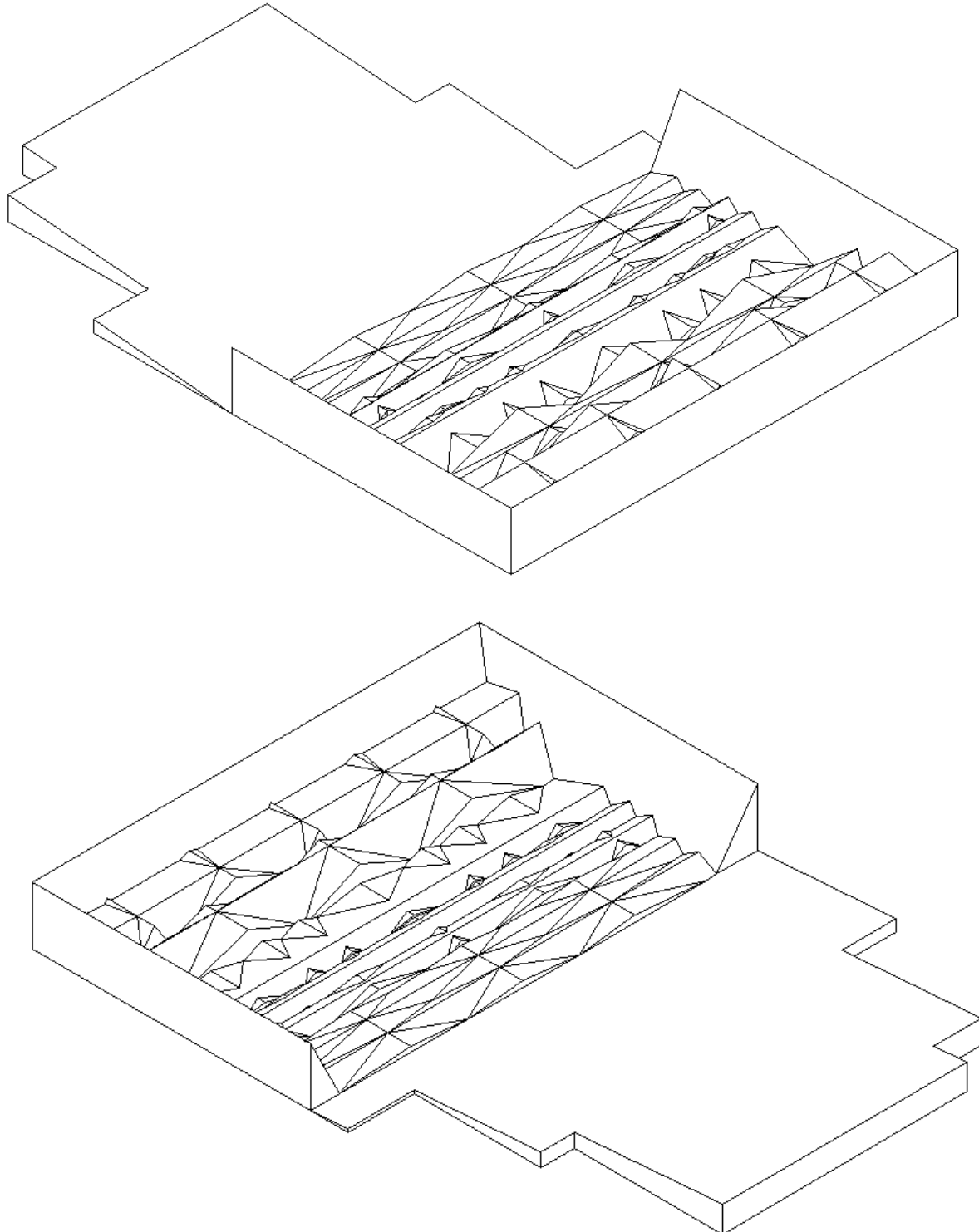
$$T_{r\text{mid}} = 0,77$$

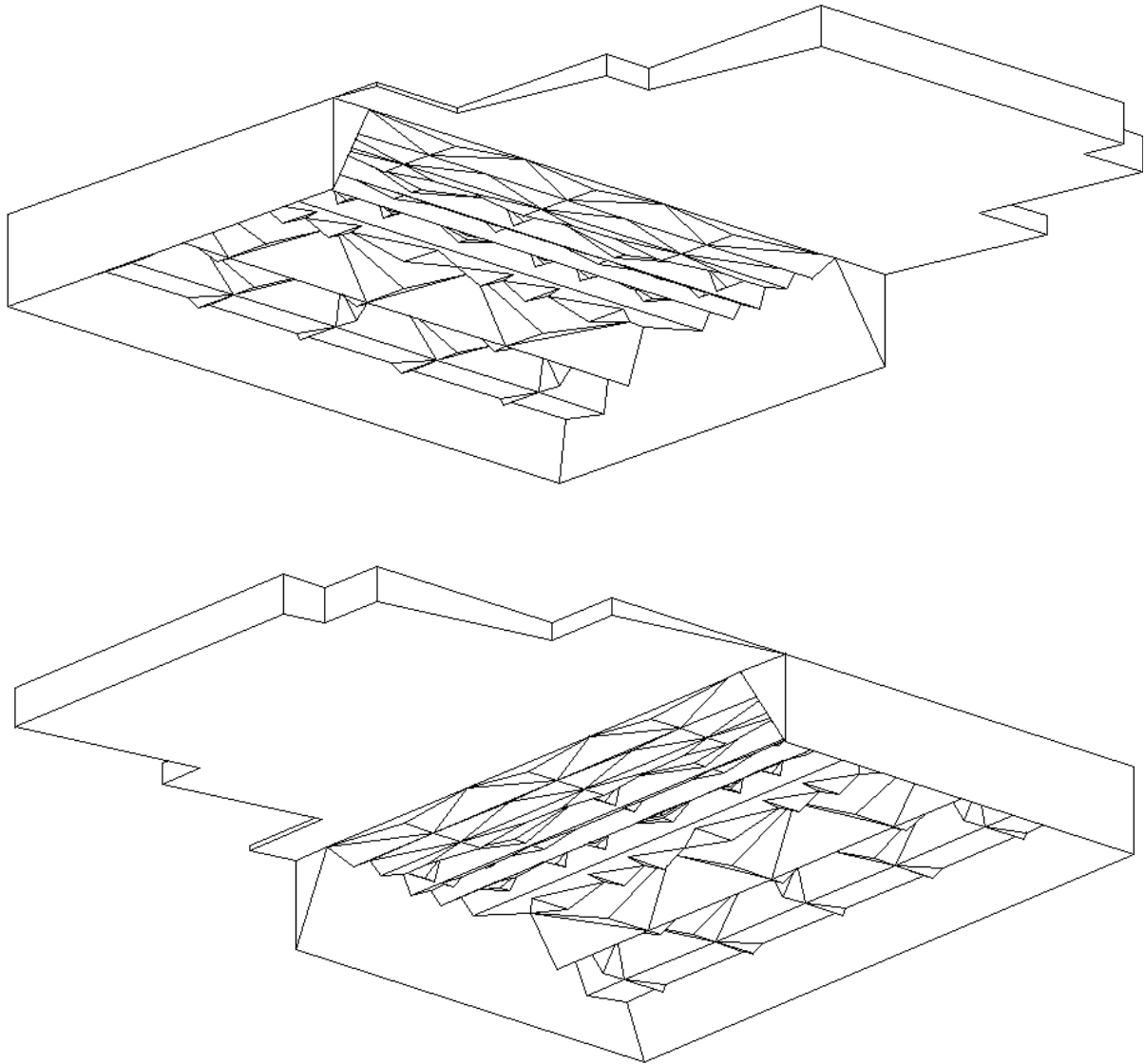
$$BR = 1,26$$

$$Br = 0,86$$

Estos valores son adecuados; sobre todo el tiempo de reverberaci3n que es el más importante, es un valor bajo, óptimo para la música de banda.

Para tratar de repartir el sonido en la platea y dotar al escenario de reflexiones suficientes para que los músicos se puedan escuchar se ha realizado en un techo difusor que consta de dos partes principales. La primera se sitúa encima del escenario, es un tramo recto que refleja el sonido abarcando todo el escenario y toda la zona de platea. La segunda parte se sitúa encima de la platea y está compuesta por superficies planas orientadas en diferentes direcciones y de diferentes tamaños desde 12cm hasta 1,18m. Por tanto, en la zona central, para frecuencias por debajo de 300Hz aproximadamente el techo es plano y a partir de esta frecuencia el techo empieza a ser difusor.

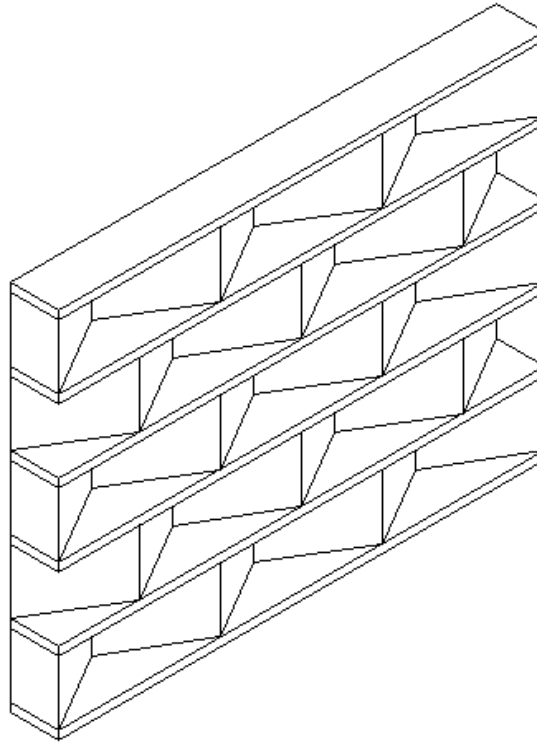




7.3.5. Acondicionamiento de aulas.

Para que la docencia de música pueda llevarse a cabo de manera adecuada, es necesario que las aulas tengan un tiempo de reverberación por debajo de 0,5s. En este apartado se va a analizar los materiales adecuados para las diferentes aulas en función de la superficie que ocupan dentro de ella así como su volumen con el objetivo de conseguir un tiempo de reverberación medio adecuado.

Además es importante evitar la creación de ondas estacionaria; por ello en el aula metal/madera se ha decidido realizar el tabique en un plano inclinado porque así evitamos que las paredes sean paralelas. Por otra parte, en el aula de solfeo y percusión se ha decidido situar en una de las paredes, una superficie formada por planos inclinados y realizada de contrachapado de 3mm, como la que se indica a continuación.

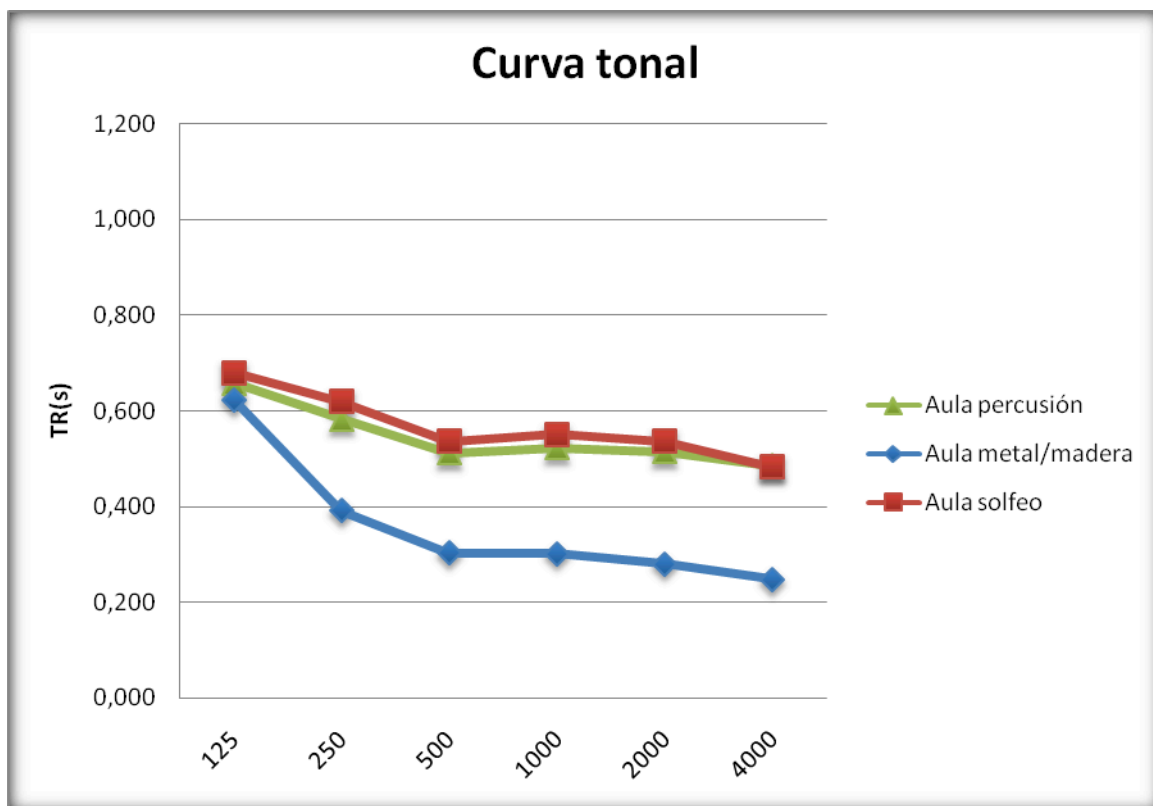


A continuación se muestran las tablas con los materiales utilizados en cada una de las aulas con sus superficies y una gráfica con las tres curvas tonales y el tiempo de reverberación medio de cada una de ellas.

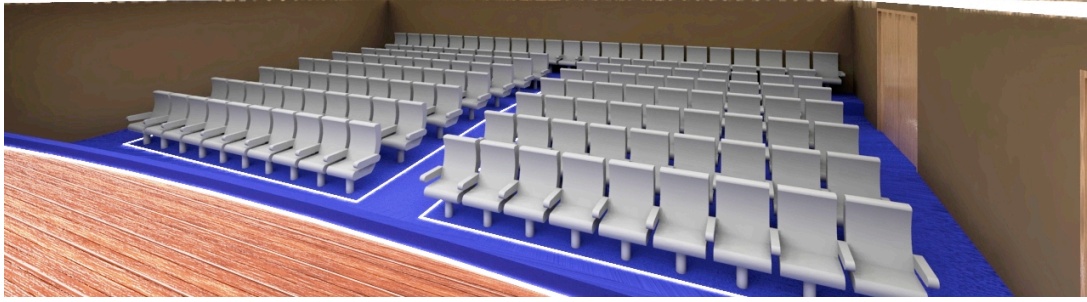
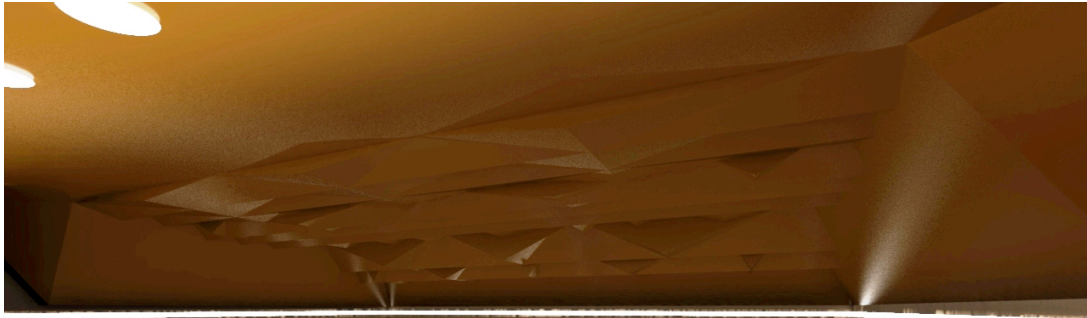
Aula de solfeo		Trmid=0,54
Zonas	Material	Superficie
Suelo	Baldosa de terrazo	36
Techo	Techo modular Ekla Relief Rockfon	36
Paredes laterales 1	Tabique de Yeso laminado	27,2
Paredes laterales 2	Contrachapado de madera de 3 mm con cavidad de aire	27,2
Pared de fondo	Muro de hormigón pintado	21,2
Pared de la puerta	Tabique de Yeso laminado	21,2

Aula metal/madera		Trmid=0,3
Zonas	Material	Superficie
Suelo	Baldosa de terrazo	15
Techo	Lana de roca Rockfon (4 cm; 3,6 Kg/m ²)	15
Paredes laterales 1	Tabique de Yeso laminado	7,2
Paredes laterales 2	Tabique de Yeso laminado	8
Pared de fondo	Muro de hormigón pintado	8,2
Pared de la puerta	Tabique de Yeso laminado	8

Aula percusión		Trmid=0,51
Zonas	Material	Superficie
Suelo	Baldosa de terrazo	25
Techo	Techo modular Ekla Relief Rockfon	25
Paredes laterales 1	Contrachapado de madera de 3 mm con cavidad de aire	19,8
Paredes laterales 2	Muro de hormigón pintado	19,8
Pared de fondo	Muro de hormigón pintado	18,3
Pared de la puerta	Tabique de Yeso laminado	18



A continuación se muestran unas imágenes de la reforma realizada en la sala de conciertos.





Estudio económico

8.- Estudio económico.

En este capítulo se va a realizar un estudio del coste económico que supone realizar las tres propuestas explicadas anteriormente.

8.1.- Propuesta para mejora del aislamiento y acondicionamiento.

Seguidamente se aporta un estudio aproximado de los costes de los trabajos que deberían realizarse para la reforma del local y el acondicionamiento de la sala según la propuesta explicada en el punto 7.3.; la información se ha obtenido a través de la Base de Datos de la Construcción del 2012 de Instituto Valenciano de la Edificación y mediante páginas web de fabricantes y proveedores.

m² Trasdosado 73/400(48+12,5+12,5) LM45 34,12

Trasdosado autoportante libre múltiple 73/600 (48+12.5+12.5) LM45 (designación según ATEDY) de altura máxima 2.50 m, compuesto por dos placas de yeso laminado estándar (A según UNE-EN 520+A1) de 12.5 mm de espesor, sobre estructura de perfiles de acero galvanizado de 48 mm de ancho, con canales como elemento horizontal y montantes como elemento vertical en disposición normal (N), con una separación entre montantes de 600 mm y lana mineral de 45 mm de espesor y conductividad de 0.037 W/mK en su interior; listo para pintar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas y estructura soporte, banda acústica bajo los perfiles perimetrales, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, banda acústica bajo los perfiles perimetrales, parte proporcional de mermas, roturas, accesorios de fijación y limpieza.

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
MOOA.8a	0,25	h	Oficial 1ª construcción	22,91	5,73
MOOA12a	0,25	h	Peón ordinario construcción	21,9	5,48
PFPC.1ac	2,1	m2	Placa yeso laminado A 12.5mm	4,57	9,6
PFPP10b	0,9	m	Cnl rail 48mm ancho p/pnl yeso	1,19	1,07
PFPP.9b	2	m	Montante 48 p/tab yeso laminado	1,43	2,86
PFPP13b	0,8	m	Banda acústica 45 mm	0,3	0,24
PFPP15a	6	u	Tornillo 25mm p/pnl yeso	0,01	0,06
PFPP15c	11	u	Tornillo 45mm p/pnl yeso	0,02	0,22
PFPP19a	5	u	Tornillo autopeforante 13mm p/PYL	0,02	0,1
PFPP8a	0,33	Kg	Pasta junta panel yeso s/cinta	1	0,33
PFPP20a	1,4	m	Cinta p/juntas PYL	0,07	0,1
%	0,02		Costes Directos Complementarios	25,79	0,52
ENTF.1bade	1,05	m2	MW 0,037 e 50mm interior/sob perfilería	7,44	7,81

m2 Demolición tabique LHS a mano 4,47

Demolición de tabique de ladrillo hueco sencillo, con retirada de escombros y carga, sin incluir transporte a vertedero, según NTE/A

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
MOOA12a	0,2	h	Peón ordinario construcción	21,9	4,38
%	0,02		Costes Directos Complementarios	4,38	0,09

m2 Tb PYL 98/600 [2x12.5+48+2x12.5] LM45

47,88

Entramado autoportante múltiple 98/600 [2x12.5+48+2x12.5] LM45 (según ATEDY), compuesto por cuatro placas de yeso laminado, dos placas a cada lado estándar (A según UNE-EN 520+A1) de 12.5 mm de espesor, atornilladas directamente a una estructura simple de perfiles de acero galvanizado de 48 mm de ancho, con canales como elemento horizontal y montantes como elemento vertical en disposición normal (N), con una separación entre montantes de 600 mm y aislamiento a base de lana mineral de 45 mm de espesor y conductividad de 0.037 W/mK en su interior listo para pintar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas y estructura soporte, banda acústica bajo los perfiles perimetrales, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, banda acústica bajo los perfiles perimetrales, parte proporcional de mermas, roturas, accesorio de fijación y limpieza.

Resistencia al fuego= EI60

Aislamiento acústico al ruido aéreo (dB(A))=53

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
MOOA.8a	0,31	h	Oficial 1ª construcción	22,91	7,1
MOOA12a	0,31	h	Peón ordinario construcción	21,9	6,79
PFPC.1ac	4,2	m2	Placa yeso laminado A 12.5mm	4,57	16,19
PFPP10b	0,9	m	Cnl rail 48mm ancho p/pnl yeso	1,19	1,07
PFPP.9b	2	m	Montante 48 p/tab yeso laminado	1,43	2,86
PFPP13b	0,8	m	Banda acústica 45 mm	0,3	0,24
PFPP15a	6	u	Tornillo 25mm p/pnl yeso	0,01	0,06
PFPP15b	22	u	Tornillo 35mm p/pnl yeso	0,01	0,22
PFPP19a	2	u	Tornillo autopeforante 13mm p/PYL	0,02	0,04
PFPP8a	1,32	Kg	Pasta junta panel yeso s/cinta	1	1,32
PFPP20a	6,6	m	Cinta p/juntas PYL	0,07	0,39
%	0,02		Costes Directos Complementarios	39,28	0,79
ENTD.1acd	1,05	m2	Aisl Divs MW 0,037 45mm	7,44	7,81

u Puerta acústica lisa 1 hoja

845,94

Puerta acústica de 69mm de espesor, compuesta de marco y hoja metálicos en chapa pulida de 1,2m de espesor, rellena de materiales fonoabsorbentes. Provista de burlate perimetral. Sin marco inferior. De 1 hoja ciega lisa de 920mm de ancho, de 2060mm de alto, incluso recibido y aplomado del cerco, ajustado de la hoja, fijación de los herrajes, nivelado, pequeño material y ajuste final, según NTE/PPM-8. Aislamiento acústico RA=37dBA

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
MOOC.8a	1,2	h	Oficial 1ª carpintería	21,69	26,03
MOOC10a	1,2	h	Ayudante carpintería	18,51	22,21
PFTM10bbi	5,5	m	Cerco macizo	6,29	34,6
PFTM.3ba	1	u	Hoja acústica lisa	632,2	632,2
PFTM20bbd	11	m	Tapajuntas macizo	1,98	21,78
PFTZ19a	3	u	Bisagra de seguridad	4,21	12,63
PFTZ10bd	1	u	Manivela	2,03	2,03
%	0,03		Costes Directos Complementarios	821,31	24,6393
EFTY.1jc	1	u	Precerco pino	38,4	38,4
ERPP.5cbaa	3,5	m2	Barniz sintético satinado	8,98	31,43

m2 Tb PYL 126/600 [2x12.5+48+SP+48+2x12.5] LM45

60,90

Entramado autoportante [2x12.5+48+SP+48+2x12.5] LM45 compuesto por cuatro placas de yeso laminado, dos placas a cada lado estándar (A según UNE-EN 520+A1) de 12.5 mm de espesor, atornilladas directamente a una estructura simple de perfiles de acero galvanizado de 48 mm de ancho, con canales como elemento horizontal y montantes como elemento vertical en disposición normal (N), con una separación entre montantes de 600 mm y aislamiento a base de lana mineral de 45 mm de espesor y conductividad de 0.037 W/mK en su interior listo para pintar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas y estructura soporte, banda acústica bajo los perfiles perimetrales, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, banda acústica bajo los perfiles perimetrales, parte proporcional de mermas, roturas, accesorio de fijación y limpieza.

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
MOOA.8a	0,33	h	Oficial 1ª construcción	22,91	7,56
MOOA12a	0,33	h	Peón ordinario construcción	21,9	7,23
PFPC.1ac	4,2	m2	Placa yeso laminado A 12.5mm	4,57	19,19
PFPP10b	1,8	m	Cnl rail 48mm ancho p/pnl yeso	1,19	2,14
PFPP.9b	4	m	Montante 48 p/tab yeso laminado	1,43	5,72
PFPP13b	1,6	m	Banda acústica 45 mm	0,3	0,48
PFPP15a	6	u	Tornillo 25mm p/pnl yeso	0,01	0,06
PFPP15b	22	u	Tornillo 35mm p/pnl yeso	0,01	0,22
PFPP19a	4	u	Tornillo autoperforante 13mm p/PYL	0,02	0,08
PFPP8a	1,32	Kg	Pasta junta panel yeso s/cinta	1	1,32
PFPP20a	6,6	m	Cinta p/juntas PYL	0,07	0,39
%	0,02		Costes Directos Complementarios	39,28	0,89
ENTD.1acd	2,1	m2	Aisl Divs MW 0,037 45mm	7,44	15,62

u Puerta acústica lisa 2 hoja

1496,38

Puerta acústica de 69mm de espesor, compuesta de marco y hoja metálicos en chapa pulida de 1,2m de espesor, rellena de materiales fonoabsorbentes. Provista de burlate perimetral. Sin marco inferior. De 2 hoja ciega lisa de 1520mm de ancho, de 2060mm de alto, incluso recibido y aplomado del cerco, ajustado de la hoja, fijación de los herrajes, nivelado, pequeño material y ajuste final, según NTE/PPM-8. Aislamiento acústico $R_A=37$ dB

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
MOOC.8a	1,8	h	Oficial 1ª carpintería	21,69	39
MOOC10a	1,8	h	Ayudante carpintería	18,51	33,31
PFTM10bbl	5,5	m	Cerco macizo	6,29	34,6
PFTM.3ba	2	u	Hoja acústica lisa	1239,62	1239,62
PFTM20bbd	11	m	Tapajuntas macizo	1,98	21,78
PFTZ19a	3	u	Bisagra de seguridad	4,21	12,63
PFTZ10bd	1	u	Manivela	2,03	2,03
%	0,03		Costes Directos Complementarios	1452,8	43,584
EFTY.1jc	1	u	Pre cerco pino	38,4	38,4
ERPP.5cbaa	3,5	m2	Barniz sintético satinado	8,98	31,43

u Puerta acústica lisa 2 hoja

1898,34

Puerta acústica de 50mm de espesor, compuesta de marco y hoja metálicos en chapa pulida de 1,2m de espesor, rellena de materiales fonoabsorbentes. Con cerco perimetral de 60mm y cierre de presión en poliamida negra. Sin marco inferior. De 2 hoja ciega lisa de 1400mm de ancho, de 2100mm de alto y, incluso recibido y aplomado del cerco, ajustado de la hoja, fijación de los herrajes, nivelado, pequeño material y ajuste final, según NTE/PPM-8. Aislamiento acústico RA=44dBA

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
MOOC.8a	1,8	h	Oficial 1ª carpintería	21,69	39
MOOC10a	1,8	h	Ayudante carpintería	18,51	33,31
PFTM10bb1	5,5	m	Cerco macizo	6,29	34,6
PFTM.3ba	2	u	Hoja acústica lisa	1629,87	1629,87
PFTM20bbd	11	m	Tapajuntas macizo	1,98	21,78
PFTZ19a	3	u	Bisagra de seguridad	4,21	12,63
PFTZ10bd	1	u	Manivela	2,03	2,03
%	0,03		Costes Directos Complementarios	1843,05	55,2915
EFTY.1jc	1	u	Pre cerco pino	38,4	38,4
ERPP.5cbaa	3,5	m2	Barniz sintético satinado	8,98	31,43

PRESUPUESTO

Nombre	Unidad	Descripción	Precio	Medición	Importe
Trasdosado	m2	Trasdosado PYL (48+12,5+12,5) LM45	34,12	174,9	5967,588
Demolición	m2	Demolición tabique LHS a mano	4,47	51	227,97
Tabique	m2	Tabique PYL [2x12.5+48+2x12.5]	47,88	12,5	598,5
Tabique	m2	Tabique PYL [2x12.5+48+SP+48+2x12.5]	60,9	30	1827
Puerta acústica 1 hoja	u	Puerta acústica lisa 1 hoja RA=37dBA	845,84	5	4229,2
Puerta acústica 2 hojas	u	Puerta acústica lisa 2 hoja RA=37dBA	1496,3	2	2992,76
Puerta acústica 2 hojas	u	Puerta acústica lisa 2 hoja RA=44dBA	1898,32	1	1898,32
Techo absorbente	m2	Techo absorbente relief rockfon	22,05	78,5	1730,925
Lana de roca	m2	Lana de roca Rockwool de 4cm de esp.	2,75	8,5	23,375
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (P.E.M.)					19495,64
GASTOS GENERALES 13%-----11336,71 X 0,13					2534,43
BENEFICIO INDUSTRIAL 6%-----11336,71 X 0,06					1169,74
IMIPUESTO VALOR AÑADIDO (I.V.A)18%-----13490,69 X 0,18					4175,97
PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE CONTRATA (P.E.C.)					27375,77

Con esta reforma se mejoraría el aislamiento en todos los recintos hasta cumplir con las exigencias del CTE; pero se tiene que tener en cuenta que los valores alcanzados con la rehabilitación que en su mayoría están alrededor de 53dBA, estos valores no son suficientes para el uso que tiene el local, ya que en su interior se realiza música y los valores óptimos de aislamiento deberían ser sobre 60dBA. Para ello es necesario realizar una reforma más profunda en la que se cambie la distribución y crear vestíbulos absorbentes con dobles puertas.



8.2.- Propuesta para mejora del tiempo de reverberación en la sala de conciertos.

Para realizar la reforma en la sala de conciertos con el fin de rebajar el tiempo de reverberación se necesitan los siguientes materiales:

m² Lana mineral	2,75
Lana mineral sin revestimiento con marcado CE, de 40mm de espesor, conductividad térmica de 0,037W/mK y resistencia térmica 1,05m ² K/W, reacción al fuego euroclase 1 ^a para aplicación como aislante termoacústico.	

m Listón de madera de 50x50mm	2,67
Listón de madera de pino de 50x50mm cepillado, en longitudes variable y tratado contra xilófagos.	

Nombre	Unidad	Descripción	Precio	Medición	Importe
Lana mineral	m2	Trasdosado PYL (48+12,5+12,5) LM45	2,75	30	82,5
Madera de pino	m2	Demolición tabique LHS a mano	2,67	44,4	118,548

Se trata de una reforma sin complicación técnica ya que cualquier persona la puede realizar por lo tanto no es necesario añadir el precio de la mano de obra. A falta de contar la tela que servirá como revestimiento que es un material fácil y muy económico de conseguir; la reforma descrita en el apartado 7.2 tiene un coste total de 201,04 €.

8.3.- Reforma interior.

Seguidamente se aporta un estudio aproximado de los costes de los trabajos que deberían realizarse para la reforma del local y el acondicionamiento de la sala según la propuestas explicada en el punto 7.3.; la información se ha obtenido a través de la Base de Datos de la Construcción del 2012 de Instituto Valenciano de la Edificación y mediante páginas web de fabricantes y proveedores.

m2 Tb PYL 170/400 [2x12,5+70+70+2x12,5] LM70 73,19

Entramado autoportante doble 170/400 [15+70+15] LM60 (según ATEDY) con los perfiles no arriostados, compuesto por cuatro placas de yeso laminado estándar (A según UNE-EN 520+A1) de 15 mm de espesor, atornilladas directamente a cada lado de una estructura doble de perfiles de acero galvanizado de 2x70 mm de ancho, con canales como elemento horizontal y montantes como elemento vertical en disposición normal (N), con una separación entre montantes de 400 mm y doble aislamiento a base de lana mineral de 70 mm de espesor y conductividad de 0.037 W/mK en su interior; listo para pintar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas y estructura soporte, banda acústica bajo los perfiles perimetrales, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, banda acústica bajo los perfiles perimetrales, parte proporcional de mermas, roturas, accesorios de fijación y limpieza.

Resistencia al fuego= EI60

Aislamiento acústico al ruido aéreo (dB(A))=67

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
MOOA.8a	0,39	h	Oficial 1ª construcción	22,91	8,9349
MOOA12a	0,39	h	Peón ordinario construcción	21,9	8,541
PFPC.1ac	4,2	m2	Placa yeso laminado A 15mm	5,28	22,176
PFPP10b	1,8	m	Cnl rail 70mm ancho p/pnl yeso	1,45	2,61
PFPP.9b	5,6	m	Montante 70 p/tab yeso laminado	1,79	10,024
PFPP13b	1,6	m	Banda acústica 70 mm	0,39	0,624
PFPP15a	30	u	Tornillo 25mm p/pnl yeso	0,01	0,3
PFPP19a	4	u	Tornillo autopeforante 13mm p/PYL	0,02	0,08
PFPP8a	0,66	Kg	Pasta junta panel yeso s/cinta	1	0,66
PFPP20a	2,8	m	Cinta p/juntas PYL	0,07	0,196
%	0,02		Costes Directos Complementarios	43,05	0,861
ENTF.1bade	2,1	m2	Aisl div MW 0.047 e=70mm	8,66	18,186

m2 Demolición tabique LHS a mano 4,47

Demolición de tabique de ladrillo hueco sencillo, con retirada de escombros y carga, sin incluir transporte a vertedero, según NTE/A

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
MOOA12a	0,2	h	Peón ordinario construcción	21,9	4,38
%	0,02		Costes Directos Complementarios	4,38	0,09

m2 Tb PYL 126/400 [2x12.5+48+12.5+48+2x12.5] LM45

66,045

Entramado autoportante especial 126/400 [2x12.5+2x48+2x12.5] LM45 (según ATEDY) con los perfiles arriostrosados, compuesto por cinco placas de yeso laminado, dos placas a cada lado estándar (A según UNE-EN 520+A1) de 12.5 mm de espesor, y una en la parte interior, atornilladas directamente a una estructura doble de perfiles de acero galvanizado de 2x48 mm de ancho, con canales como elemento horizontal y montantes como elemento vertical en disposición normal (N), con una separación entre montantes de 400 mm y doble aislamiento a base de lana mineral de 45 mm de espesor y conductividad de 0.037 W/mK en su interior listo para pintar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas y estructura soporte, banda acústica bajo los perfiles perimetrales, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, banda acústica bajo los perfiles perimetrales, parte proporcional de mermas, roturas, accesorio de fijación y limpieza.
Resistencia al fuego= EI60
Aislamiento acústico al ruido aéreo (dB(A))=58

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
MOOA.8a	0,39	h	Oficial 1ª construcción	22,91	8,9349
MOOA12a	0,39	h	Peón ordinario construcción	21,9	8,541
PFPC.1ac	4,2	m2	Placa yeso laminado A 12.5mm	4,57	19,19
PFPP10b	1,8	m	Cnl rail 48mm ancho p/pnl yeso	1,19	2,142
PFPP.9b	5,6	m	Montante 48 p/tab yeso laminado	1,43	8,008
PFPP13b	1,6	m	Banda acústica 45 mm	0,3	0,48
PFPP15a	8	u	Tornillo 25mm p/pnl yeso	0,01	0,08
PFPP15b	30	u	Tornillo 35mm p/pnl yeso	0,01	0,3
PFPP19a	2	u	Tornillo autopeforante 13mm p/PYL	0,02	0,04
PFPP8a	1,32	Kg	Pasta junta panel yeso s/cinta	1	1,32
PFPP20a	5,6	m	Cinta p/juntas PYL	0,07	0,392
%	0,02		Costes Directos Complementarios	49,46	0,9892
ENTD.1acd	2,1	m2	Aisl Divs MW 0,037 45mm	7,44	15,624

u Puerta acústica lisa 1 hoja

845,94

Puerta acústica de 69mm de espesor, compuesta de marco y hoja metálicos en chapa pulida de 1,2m de espesor, rellena de materiales fonoabsorbentes. Provista de burlete perimetral. Sin marco inferior. De 1 hoja ciega lisa de 920mm de ancho, de 2060mm de alto, incluso recibido y aplomado del cerco, ajustado de la hoja, fijación de los herrajes, nivelado, pequeño material y ajuste final, según NTE/PPM-8. Aislamiento acústico RA=37dBA

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
MOOC.8a	1,2	h	Oficial 1ª carpintería	21,69	26,03
MOOC10a	1,2	h	Ayudante carpintería	18,51	22,21
PFTM10bbi	5,5	m	Cerco macizo	6,29	34,6
PFTM.3ba	1	u	Hoja acústica lisa	632,2	632,2
PFTM20bbd	11	m	Tapajuntas macizo	1,98	21,78
PFTZ19a	3	u	Bisagra de seguridad	4,21	12,63
PFTZ10bd	1	u	Manivela	2,03	2,03
%	0,03		Costes Directos Complementarios	821,31	24,6393
EFTY.1jc	1	u	Pre cerco pino	38,4	38,4
ERPP.5cbaa	3,5	m2	Barniz sintético satinado	8,98	31,43

u Puerta acústica lisa 2 hoja

1496,38

Puerta acústica de 69mm de espesor, compuesta de marco y hoja metálicos en chapa pulida de 1,2m de espesor, rellena de materiales fonoabsorbentes. Provista de burlate perimetral. Sin marco inferior. De 2 hoja ciega lisa de 1520mm de ancho, de 2060mm de alto, incluso recibido y aplomado del cerco, ajustado de la hoja, fijación de los herrajes, nivelado, pequeño material y ajuste final, según NTE/PPM-8. Aislamiento acústico RA=37dBA

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
MOOC.8a	1,8	h	Oficial 1ª carpintería	21,69	39
MOOC10a	1,8	h	Ayudante carpintería	18,51	33,31
PFTM10bbl	5,5	m	Cerco macizo	6,29	34,6
PFTM.3ba	2	u	Hoja acústica lisa	1239,62	1239,62
PFTM20bbd	11	m	Tapajuntas macizo	1,98	21,78
PFTZ19a	3	u	Bisagra de seguridad	4,21	12,63
PFTZ10bd	1	u	Manivela	2,03	2,03
%	0,03		Costes Directos Complementarios	1452,8	43,584
EFTY.1jc	1	u	Precerco pino	38,4	38,4
ERPP.5cbaa	3,5	m2	Barniz sintético satinado	8,98	31,43

u Puerta de paso de 1 hoja lisa

269,97

Puerta de paso abatible chapada en sapely barnizada, de 1 hoja ciega lisa de 203x62.5x3.5cm, con precerco de pino de 150x45mm, cerco de 150x30mm, tapajuntas de 70x12mm y cerradura con pomo, incluso recibido y aplomado del cerco, ajustado de la hoja, fijación de los herrajes, nivelado, pequeño material y ajuste final, según NTE/PPM-8.

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
MOOC.8a	1,2	h	Oficial 1ª carpintería	21,69	26,028
MOOC10a	1,2	h	Ayudante carpintería	18,51	22,212
PFTM10abt	5,5	m	Cerco MDF rechap sapely	6,56	36,08
PFTM.1cbaa	1	u	Hoja agl sapely	81,17	81,17
PFTM20abb	11	m	Tapajuntas MDF rechap	1,15	12,65
PFTZ22aa	3	u	Pernio canto redondo	0,46	1,38
%	0,03		Costes Directos Complementarios	192,51	5,7753
EFTY.1na	1	u	Precerco pino	48,33	48,33
ERPP.5cbaa	2,6	m2	Barniz sintético satinado	8,98	23,348

m2 Pavimento moqueta punzón

19,78

Pavimento de moqueta punzonada horizontal, de fibras sintéticas, U2 P2-M2, según norma UPEC tomada con adhesivo de contacto, sobre capa de pasta alisadora, según NTE/RSF-2.

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
MOOA.8a	0,15	h	Oficial 1ª construcción	22,91	3,4365
MOOA12a	0,15	h	Peón ordinario construcción	21,9	3,285
PRFT.3aaab	1,05	m2	Moq sint punz hrz	9,21	9,6705
PBUA.3a	0,3	Kg	Adhesivo contacto p/pav	5,37	1,611
PRWW.30a	2	Kg	Pasta alisadora p/pav flexible	0,6	1,2
%	0,03		Coste Directos Complementarios	19,2	0,576

m2 Revestimiento panel MDF contrachapa Embero

39,10

Revestimiento de paramentos con panel formado por una base de MDF de 3 mm recubierto con chapa de madera natural de Embero y barnizado. Plafones de tablero contrachapeado en madera de Embero. De dimensiones 250/300x20 cm y 10 mm de de espesor con las uniones machihembradas, sujetos mediante puntas clavadas a rastreles de madera de pino de sección 60x30mm, separados entre sí 40cm, tomadas con pasta de yeso, según NTE/RPL-20.

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
MOOA.8a	0,12	h	Oficial 1ª construcción	22,91	2,75
MOOA11a	0,06	h	Peón especializado construcción	22,29	1,34
MOOC.8a	0,42	h	Oficial 1ª carpintería	21,69	9,11
PRLD12ba	1,05	m2	Panel MDF contrachapa Embero	20,93	21,98
PRWW&(ac	2,5	m2	Rastrel de pino 60x30	1,1	2,75
PBPL.3a	0,005	m3	Pasta de yeso YG	158,24	0,79
%	0,01		Coste Directos Complementarios	38,72	0,39

m2 Solera seca 25mm

34,99

Solera de 25mm formada por tres placas de yeso solidarias, incluso parte proporcional de cola de unión, lista para recibir el pavimento.

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
MOOA.8a	0,15	h	Oficial 1ª construcción	22,91	3,44
MOOA12a	0,11	h	Peón especializado construcción	21,9	2,41
PRWW.1a	1,1	m2	Oficial 1ª carpintería	25,86	28,45
%	0,02	m2	Coste Directos Complementarios	34,3	0,69

m2 Falso techo MW0.037/40 60x60 bl

22,05

Falso techo, realizado con panel autoportante acústico, de lana de roca volcánica, con una cara revestida por un velo mineral preimpreso, blanco liso, de dimensiones 600x600mm y 15mm de espesor, conductividad térmica 0.037 W/(m²K), reacción al fuego A2fls1(incombustible) según R.D. 312/2005, con sustentación vista, a base de perfiles primario y secundario lacados, rematado perimetralmente con perfil angular y suspendido con tirante de varilla roscada, según NTE-RTP.

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
MOOA.8a	0,11	h	Oficial 1ª construcción	20,91	2,30
MOOA11a	0,11	h	Peón especializado construcción	20,91	2,30
PRTR11aaa	1,05	m2	Pnl MW-0,037/15	12,02	12,62
PRTW.1aa	1,6	m	Perfil met prim-3000 an 15 acan	1,06	1,70
PRTW.1ba	1,6	m	Perfil met secu-600 an 15 acan	1,06	1,70
PRTW.1da	1	m	Perfil met ang-3000 an 15 acan	0,74	0,74
PRTW.2bc	1	u	Tirante galvanizado roscado 0,7m	0,24	0,24
%	0,02		Coste Directos Complementarios	21,59	0,43



PRESUPUESTO					
Nombre	Unidad	Descripción	Precio	Medición	Importe
Tabique	m2	Tabique PYL [2x12.5+70+70+2x12.5]	73,19	140,85	10308,8115
Demolición	m2	Demolición tabique LHS a mano	4,47	147,68	660,1296
Tabique	m2	Tabique PYL [2x12.5+48+12.5+48+2x12.5]	70,84	128,85	9127,734
Puerta de paso	m2	Puerta de paso de 1 hoja lisa	269,97	7	1889,79
Puerta acústica 1 hoja	u	Puerta acústica lisa 1 hoja RA=37dBA	845,84	2	1691,68
Puerta acústica 2 hojas	u	Puerta acústica lisa 2 hojas RA=37dBA	1496,38	4	5985,52
Techo absorbente	m2	Techo absorbente relief rockfon	22,05	153,7	3389,085
Lana de roca	m2	Lana de roca Rockfon de 4cm de esp.	4,25	25	106,25
Butaca	u	Butaca totalmente forrada	130	148	19240
Moqueta	m2	Moqueta gruesa encima de hormigón	19,78	124	2452,72
Solera seca	m2	Solera seca 25mm	34,99	28,15	984,9685
Contrachapado	m2	Contrachapado de madera de 3mm	39,1	228,9	8949,99
Techo difusor	m2	Contrachapado de madera de 10mm	105	198	20790
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (P.E.M.)					85576,68
GASTOS GENERALES 13%-----11336,71 X 0,13					11124,97
BENEFICIO INDUSTRIAL 6%-----11336,71 X 0,06					5134,60
IMPUESTO VALOR AÑADIDO (I.V.A)18%-----13490,69 X 0,18					18330,52
PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE CONTRATA (P.E.C.)					120166,77

Con esta reforma se obtendría, por una parte un aislamiento suficiente y adecuado para desarrollar la actividad docente en las aulas de música además del acondicionamiento de ellas. Por otra parte, la sala de conciertos quedaría acondicionada para desarrollar en ella música de banda, y de esta forma solucionar el problema existente del tiempo de reverberación elevado que tiene actualmente el local.



Programación

9.- Programación.

En este capítulo se van a realizar tres propuestas de la programación de las obras para llevar a cabo las reformas explicadas anteriormente.

9.1. Propuesta para mejora del aislamiento y acondicionamiento.

En este apartado se propone una programación de los trabajos para realizar la reforma explicada en el punto 7.1; el objetivo principal es ejecutarlos de manera rápida e interrumpiendo lo mínimo posible en el funcionamiento del local. Los tiempos de cada trabajo se han obtenido de la Base de Datos del IVE y son los que se muestran a continuación:

Trabajo	Duración(h)	Unidad	Recurso
Demolición	0,2	m ²	Peón Construcción
Ejecución del tabique	0,31	m ²	Oficial Construcción
Ejecución del trasdosado	0,25	m ²	Oficial Construcción
Colocación puerta 1 hoja	1,2	u	Oficial Carpintería
Colocación puerta 2 hojas	1,8	u	Oficial Carpintería

Para planificar los trabajos se ha tenido en cuenta el tiempo de ejecución y el recurso necesario en cada uno, las dependencias entre ellos, evitar las posibles molestias que puedan surgir en el caso de trabajar en la misma zona y la posibilidad de simultanear trabajos. Se ha decidido realizar el siguiente proceso:

1ºDía. Demolición de los tabiques correspondientes y eliminación de las puertas.

2ºDía. Ejecución del trasdosado interior del aula metal/madera y del estudio de partituras.

3ºDía: Ejecución del trasdosado del aula de percusión e inicio del trasdosado del vestíbulo del escenario.

4ºDía: Finalización del trasdosado del vestíbulo del escenario y comienzo del trasdosado del aula de solfeo.

5ºDía: Finalización del trasdosado del aula de solfeo e inicio del tabique.

6ºDía: Finalización del tabique del aula de solfeo, colocación de puertas del aula de percusión y vestíbulo de escenario y ejecución del tabique del vestíbulo de entrada.

7ºDía: Colocación del resto de puertas, en las aulas metal/madera y solfeo, en el estudio de partituras y en el vestíbulo de entrada.

Los trabajos a realizar para el acondicionamiento de las aulas no se han tenido en cuenta ya que se trata de situar lana de roca en las paredes y no es necesario mano de obra cualificada.

Para terminar con la programación de descrita a continuación se muestra un Gantt con la duración de los trabajos así como los costes y la secuencia explicada. Se ha decidido empezar la obra el 2 de Julio por ser el período de menor actividad del centro.

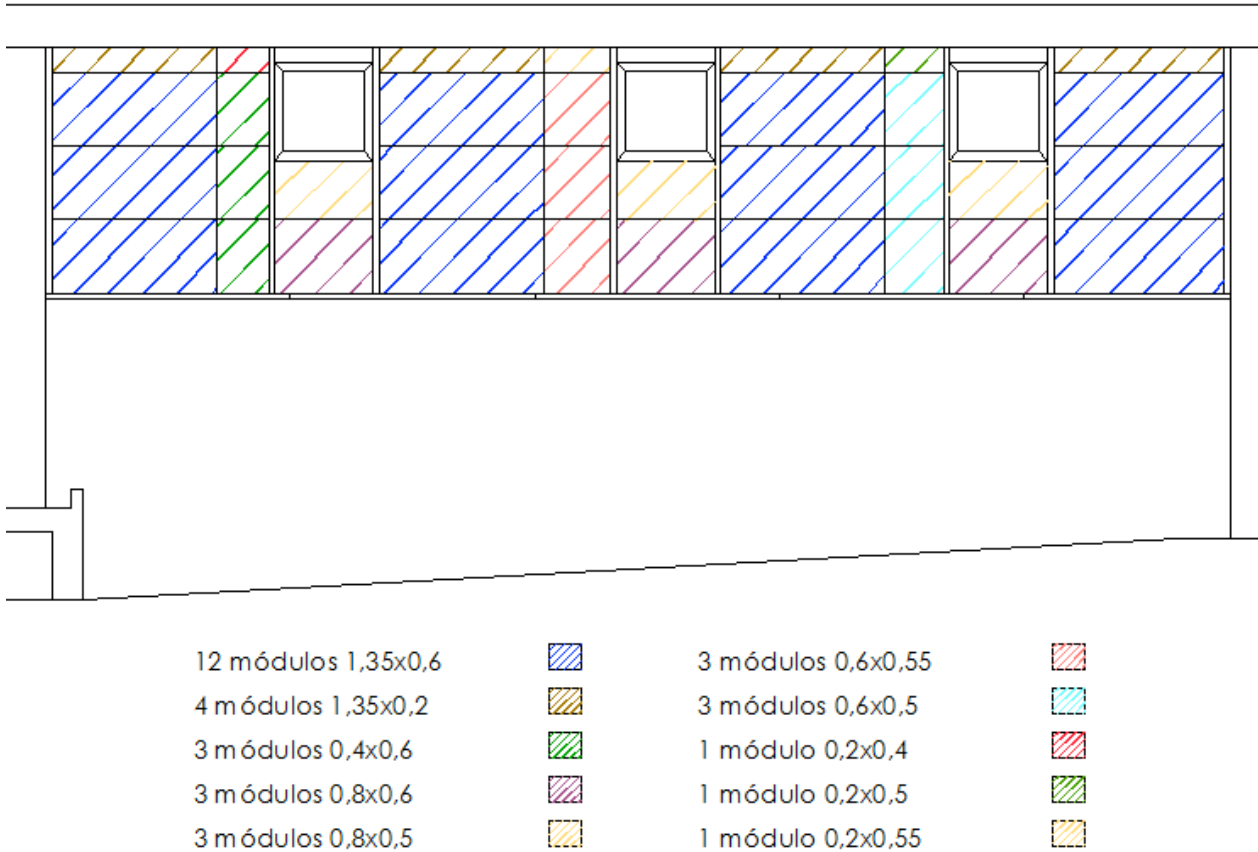
Programación de la reforma para cumplimiento del CTE

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Costo	Nombres de los recursos	02 jul '12							09 jul '12					
							L	M	X	J	V	S	D	L	L	M			
1	Demolición y eliminación de puertas	1 día	02 julio 2012 9:00	02 julio 2012 19:00	163,80 €	Peón Ordinario Construcción	█												
2	Ejecución trasdosado	3 días	03 julio 2012 9:00	05 julio 2012 19:00	3.566,90 €	Oficial 1º Carpintería-Ayudante Carpintería		█	█	█									
3	Ejecución tabique	2 días	06 julio 2012 9:00	09 julio 2012 19:00	1.752,40 €	Oficial 1º Carpintería-Ayudante Carpintería				█	█								
4	Colocación puertas zona percusión	1 día	09 julio 2012 9:00	09 julio 2012 19:00	3.188,06 €	Oficial 1º Construcción; Peón Ordinario Construcción													
5	Colocación resto puertas	1 día	10 julio 2012 9:00	10 julio 2012 19:00	5.931,34 €	Oficial 1º Construcción; Peón Ordinario Construcción													

9.2. Propuesta para mejora del tiempo de reverberación en la sala de conciertos.

Para realizar la modificación en la sala con el fin de rebajar el tiempo de reverberación explicada en el punto 7.2; necesitamos los materiales descritos en el estudio económico y a partir de ahí explicaremos como se debe de llevar a cabo la reforma.

En primer lugar se aplicará la lana de roca en la pared lateral de la zona de espectadores a partir de una altura de 2m. La lana de roca se suministra a módulos de 1,35x60cm y se situará según el dibujo siguiente.



Para ello se deberán seguir los siguientes pasos:

En primer lugar se colocarán los rasteles de madera verticales, sujetos con clavos y los rasteles horizontales para aguantar los módulos de lana de roca.

En segundo lugar, se colocarán los módulos de lana de roca, empezando de abajo hacia arriba y sujetando aquellos que tengan posibilidades de caer.

Por último se pondrá un velo o cortina para tapar la lana de roca que se sujetará a los rasteles de madera.

En segundo lugar se aplicará la lana de roca en la pared de fondo siguiendo los módulos que se muestran a continuación y el proceso se realizará de la manera explicada anteriormente.



8 módulos 1,35x0,6		1 módulo 0,15x0,45	
4 módulos 1,35x0,2		1 módulo 0,35x0,45	
2 módulos 0,35x0,6		2 módulos 0,15x0,6	

Las dimensiones de los rastreles de madera a utilizar son las siguientes; las dos primeras son para la pared lateral y las restantes para la pared de fondo.

Número	Dimensiones(cm)
12	200x5x5
1	170x5x5
8	165x5x5
2	130x5x5
1	135x5x5
1	155x5x5

9.3. Reforma interior.

En este apartado se propone una programación de los trabajos para realizar la reforma explicada en el punto 7.3; el objetivo principal es ejecutarlos de la forma más rápida e interrumpiendo lo mínimo posible en el funcionamiento del local. Los tiempos de cada trabajo se han obtenido de la Base de Datos del IVE y son los que se muestran a continuación:

Trabajo	Duración(h)	Unidad	Recurso
Demolición	0,2	m ²	Peón Construcción
Ejecución del tabique	0,39	m ²	Oficial 1ª construcción
Revestimiento contrachapado	0,42	m ²	Oficial Carpintería
Colocación puerta 1 hoja	1,2	u	Oficial Carpintería
Colocación puerta 2 hojas	1,8	u	Oficial Carpintería
Ejecución solera seca	0,15	m ²	Oficial 1ª construcción
Ejecución techo absorbente	0,2	m ²	Oficial 1ª construcción
Ejecución techo difusor	0,65	m ²	Oficial Carpintería
Colocación butacas	0,15	u	Peón Construcción
Colocación moqueta	0,15	m ²	Peón Construcción

Para planificar los trabajos se ha tenido en cuenta el tiempo de ejecución y el recurso necesario en cada uno, las dependencias entre ellos, evitar las posibles molestias que puedan surgir en el caso de trabajar en la misma zona y la posibilidad de simultanear trabajos. Se ha decidido realizar el siguiente proceso:

1º Fase. Demolición de los tabiques correspondientes y eliminación de las puertas.

2º Fase. Ejecución del tabique interior de la sala de conciertos para poder empezar el techo difusor.

3º Fase: Ejecución del techo difusor y continuación del resto de los tabiques

4º Fase: Finalizados los paramentos verticales, se procede a la ejecución del techo absorbente y posteriormente a la colocación de las puertas del aula de percusión y aula de solfeo ya que en estos recintos se han terminado los trabajos. Una vez finalizado el techo difusor se realiza el revestimiento de contrachapado de la sala de conciertos.

5º Fase: Finalizado el revestimiento de contrachapado se procede a la colocación de las butacas y la moqueta.

6º Fase: Un día antes de finalizar la colocación de las butacas se procede a realizar la solera seca.

7º Fase: Terminados todos los trabajos se colocan el resto de puertas, en las aulas metal/madera estudio de partituras y sala de conciertos.

Para terminar con la programación de descrita a continuación se muestra un Gantt con la duración de los trabajos así como los costes y la secuencia explicada. Se ha decidido empezar la obra el 2 de Julio porque se trata del periodo vacacional y cuando menor actividad tiene el centro; con la duración de 44 días, se termina la rehabilitación el 30 de Agosto.



Conclusión y valoración personal



10.- Conclusión y valoración personal.

Respecto a la parte del acondicionamiento de la sala; en primer lugar decir que según las mediciones, se trata de un recinto no adecuado a la música que en ella se realiza principalmente por tener un tiempo de reverberación alto. Mediante la propuesta realizada con los consejos del tutor académico Don Vicente Gómez Lozano y el profesor Don Ignacio Enrique Guillén Guillamón; se obtendría unos parámetros óptimos. Estos parámetros son adecuados según la teoría, pero en la mayoría de conceptos acústicos hay que presuponer unos resultados y tomar decisiones respecto a ellos; por ello no sabríamos con exactitud los parámetros hasta que la sala no esté terminada.

En referencia al aislamiento entre recintos, se ha llegado a la conclusión que dependiendo de la zonificación que se realice y en función de los recintos contiguos, la normativa marca unas exigencias. Por ello es necesario saber de las necesidades del proyecto antes de empezar su ejecución para así poder distribuir adecuadamente los recintos y llegar a la solución más económica.

En cuanto a la valoración personal; la realización del proyecto ha sido una experiencia gratificante y muy productiva desde el punto de vista docente. Desde que empecé a trabajar con el proyecto he tenido que documentarme y aumentar mis conocimientos respecto a la acústica en la edificación ya que estos eran escasos antes de realizar el proyecto. Esto ha sido posible gracias a la docencia de la asignatura Acústica Arquitectónica y a la bibliografía facilitada por los profesores. Por otra parte la ejecución del proyecto ha resultado ser amena y entretenida ya que además de ser un trabajo teórico en el cual interviene muchas gráficas y tablas, se ha realizado una parte práctica de trabajo de campo que consistía en hacer las mediciones.

Por tanto, considero que la acústica es una parte interesante y muy importante, la cual debe tener muy en cuenta dentro de la arquitectura.



Bibliografía



11.- Bibliografía.

- Documento Básico “DB-HR Protección frente al ruido” Con comentarios del Ministerio de Fomento. Articulado Septiembre de 2009, Comentarios Junio 2011.
- Guía de aplicación CTE-DB-HR. Versión V.01 1de Agosto de 2009. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.
- Carrión Isbert, Antoni: Diseño acústico de espacios arquitectónicos. Ediciones UPC Julio 1998.
- H. Arau: ABC de la Acústica Arquitectónica. Ediciones Ceac.
- Tesis Doctoral: Contribución a la cuantificación de parámetros acústicos en salas de ensayo de bandas de música. Jose Luis Gallardo Blanquer.
- Ordenanza Municipal de Valencia de Protección Contra la Contaminación Acústica. Publicado en el BOP de fecha de 26 de junio de 2008.
- Norma UNE-EN ISO 140-4: Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 4: Medición “in situ” del aislamiento al ruido aéreo entre locales. Abril 1999
- Norma UNE-EN ISO 3382-1: Medición de parámetros acústicos en recintos. Parte 1: Salas de espectáculos. Febrero 2010
- Norma UNE-EN ISO 3382-2: Medición de parámetros acústicos en recintos. Parte 2: Tiempo de reverberación entre recintos ordinarios. Septiembre 2009
- Norma UNE-EN ISO 354: Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante. Febrero 2004
- REAL DECRETO 1637/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Manual de utilización Dirac BRUEL & KJAER 2671 N° Serie 2265334.
- Apuntes asignatura Acústica Arquitectónica, Curso 2011/2012 Ingeniería de la Edificación.
- <http://www.codigotécnico.org>
- <http://www.five.es>
- <http://www.acústicaintegral.com>
- <http://www.rockfon.es>
- <http://www.rockwool.es>
- <http://www.placo.es>