



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
INGENIERÍA DE  
EDIFICACIÓN

# TRABAJO FINAL GRADO

---

Estudio de los parámetros acústicos y propuesta  
de intervención en casal fallero valenciano



---

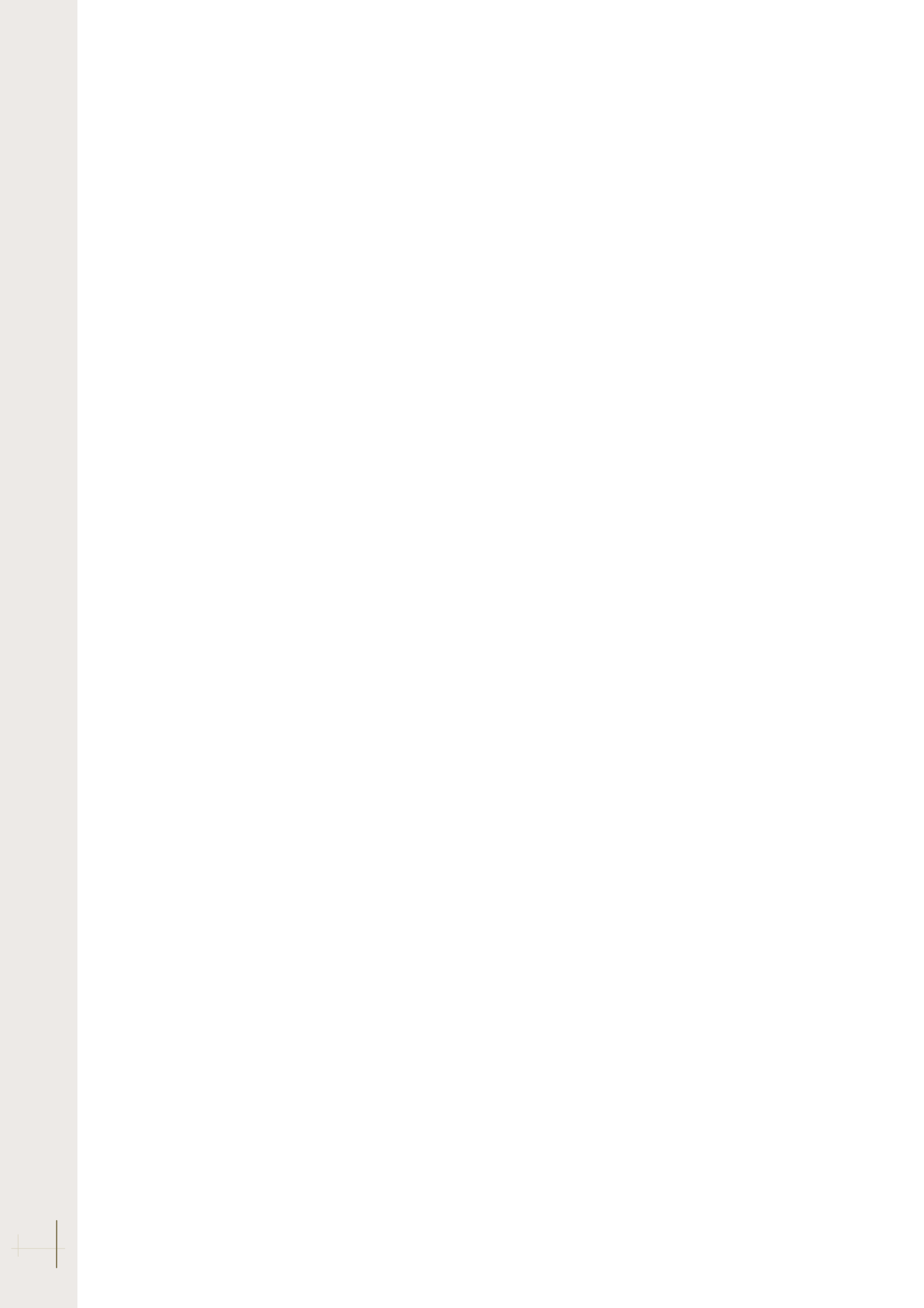
SEPTIEMBRE 2014

AUTOR

JESÚS JAVIER HERNÁNDEZ PÉREZ

TUTORES ACADÉMICOS

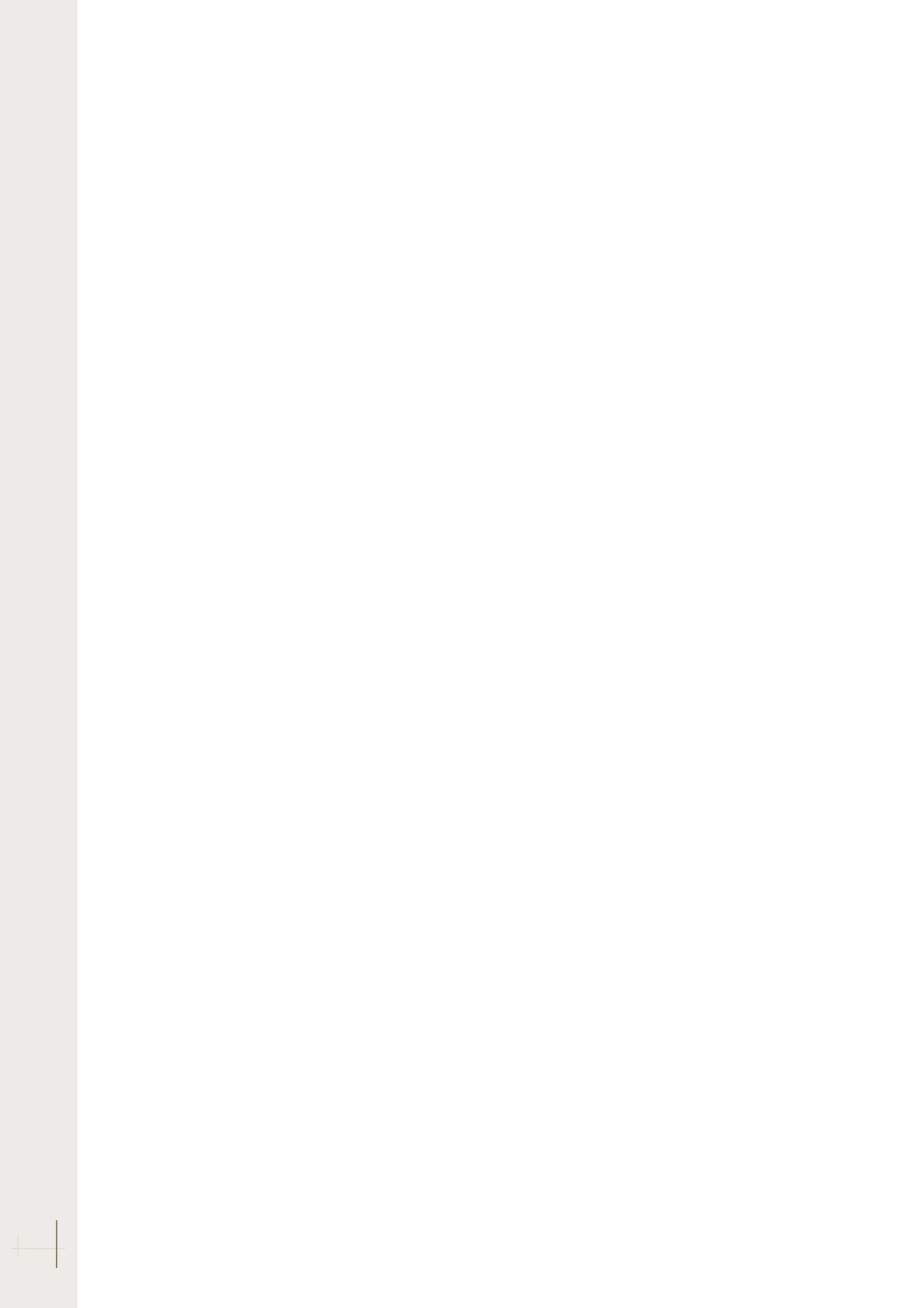
VICENTE GÓMEZ LOZANO (Departamento de Física Aplicada)  
SALVADORA REIG GARCÍA SAN PEDRO (Departamento de Física Aplicada)



## *Agradecimientos*

A mis padres, novia y familia en general (incluso los que ya se han marchado), por el apoyo recibido durante esta ardua travesía académica. A mi tutor, por su entera disposición, y a todas aquellas personas que han facilitado en cierta medida la elaboración del presente trabajo.





# RESUMEN

---

El presente Trabajo de Final de Grado trata de satisfacer las necesidades acústicas que presenta una sede festera valenciana situada en el núcleo urbano de Valencia, frente a las molestias producidas por el ruido originado en el transcurso de las actividades cotidianas de los falleros y falleras de la Asociación Cultural Falla General Barroso Litógrafo Pascual y Abad.

El estudio tiene por principal objetivo el estudio y análisis del estado actual de la sede festera mediante el empleo de instrumentación técnica específica, para determinar qué cualidades acústicas poseen los elementos separadores y de qué manera se comporta el recinto cuando se produce sonido en su interior; para poder plantear, de manera justificada, las propuestas de mejora acústica.

Por último, se realizará una aproximación de la respuesta acústica de la sede festera mediante un software informático que simula el comportamiento del sonido dentro de un espacio delimitado a partir de la recreación del entorno virtual de la supuesta reforma, para ver de forma clara qué efectos tendría la propuesta de mejora en la adecuación al uso de la sede.

## *Abstract*

*This Final Grade Work seeks to meet the acoustic requirements that an event hall in the town of Valencia presents, facing the discomfort caused by noise in the course of daily activities of the Fallas Cultural Association General Barroso Litógrafo Pascual y Abad.*

*The study mainly aims to study and analyse the current state of the event hall by employing specific technical instrumentation, to determine what acoustic qualities the spacer elements have and how the precincts behave when sound is produced within; to contemplate, in a way that can be proved, acoustic improvement proposals.*

*Finally, an approximation of the acoustic response of the event hall will be executed by a computer software that simulates the behaviour of the sound within the precincts based on the recreation of virtual environment after the virtual acoustic improvement alterations, in order to clearly see which effects the proposal would obtain on the suitability of the use of the hall.*

## *Palabras clave*

- Medición acústica, aislamiento acústico, acondicionamiento acústico, simulación acústica, casal fallero.
- Acoustic measurement, sound proofing, acoustic preparation, acoustic simulation, event hall.



# ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS .....	
ÍNDICE DE TABLAS .....	
ACRÓNIMOS .....	
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes .....	2
1.2 Objeto del trabajo .....	3
1.3 Objetivos .....	3
1.4 Normativa de aplicación.....	4
<b>2. DESCRIPCIÓN GENERAL .....</b>	<b>5</b>
2.1 Características generales .....	6
2.2 Características particulares de elementos.....	7
2.3 Planimetría .....	12
<b>3. MEDICIÓN ACÚSTICA IN-SITU .....</b>	<b>21</b>
3.1 Instrumentación de medida .....	21
3.2 Medición del aislamiento .....	24
3.3 Medición del tiempo de reverberación .....	30
<b>4. ANÁLISIS DE MEDICIONES Y PARÁMETROS DE CALIDAD .....</b>	<b>35</b>
4.1 Aislamiento acústico .....	35
4.2 Acondicionamiento acústico .....	53
4.3 Simulación acústica.....	73
4.4 Conclusiones del estado actual.....	80
<b>5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....</b>	<b>81</b>
5.1 Aislamiento acústico del forjado .....	81
5.2 Aislamiento acústico medianera con local comercial .....	84
5.3 Aislamiento acústico medianera con zaguán.....	86
5.4 Aislamiento acústico con fachada .....	88
5.5 Acondicionamiento acústico del interior.....	93
5.6 Planimetría .....	93
5.7 Simulación acústica.....	99
5.8 Aspecto estético de la intervención.....	103
<b>6. VALORACIÓN ECONÓMICA .....</b>	<b>107</b>
6.1 Cuadro de descompuestos .....	107
6.2 Presupuesto y mediciones .....	115
6.3 Resumen de presupuesto .....	122
<b>7. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>123</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>125</b>

---

ANEXO I: Conceptos básicos de la acústica. Definiciones .....	127
ANEXO II: Datos obtenidos de de la medición in-situ .....	135
ANEXO III: Cálculos acústicos.....	147
ANEXO IV: Informe de ensayo acústico del techo compuesto .....	157
ANEXO V: Simulación estado actual. Resultados.....	159
ANEXO VI: Simulación estado propuesto. Resultados .....	171
ANEXO VII: Imágenes reales del casal fallero.....	183



# ÍNDICE DE FIGURAS

## 1. INTRODUCCIÓN

Figura 1. Emplazamiento de la sede festera .....	2
--	---

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL

Figura 2. Lindes del casal fallero .....	5
Figura 3. Modelo 3D. Planta general.....	6
Figura 4. Detalle constructivo solera.....	7
Figura 5. Detalle constructivo forjado.....	7
Figura 6. Detalle constructivo medianera con local sin uso .....	8
Figura 7. Detalle constructivo medianera con almacén.....	8
Figura 8. Detalle constructivo medianera con zaguán.....	9
Figura 9. Detalle constructivo medianera con local comercial.....	9
Figura 10. Detalle constructivo fachada.....	10
Figura 11. Detalle constructivo entrada retranqueada.....	10
Figura 12. Modelo 3D. Imagen aseos.....	11
Figura 13. Modelo 3D. Imagen real de almacén 1 .....	11
Figura 14. Modelo 3D. Imagen 1 nivel superior .....	12
Figura 15. Modelo 3D. Imagen 2 nivel superior .....	12

## 3. MEDICIÓN ACÚSTICA IN-SITU

Figura 16. Sonómetro integrador 2238 Mediator .....	21
Figura 17. Trípode Velbon DV-7000 .....	21
Figura 18. SoundSourceType 4224 .....	22
Figura 19. Amplificador de señal .....	22
Figura 20. Ordenador portátil con Dirac 3.0 .....	22
Figura 21. Conjunto micrófono y preamplificador.....	22
Figura 22. Tipos de conectores.....	23
Figura 23. Ordenador doméstico .....	23
Figura 24. Distanciómetro .....	23
Figura 25. Flexómetro .....	23
Figura 26. Zonificación vivienda. Tipos de recintos según DB-HR .....	25
Figura 27. Aislamiento acústico con vivienda superior. Posición de medidas para $B_2$ y $L_2$ .....	26
Figura 28. Aislamiento acústico con vivienda superior. Posición fuente de emisión y medidas para $L_1$ .....	26
Figura 29. Aislamiento acústico zaguán. Posición medidas $L_2$ y $B_2$ .....	27
Figura 30. Aislamiento acústico con zaguán. Posición fuente de emisión y medidas $L_2$ .....	28
Figura 31. Aislamiento acústico con local comercial. Posición de medidas para $B_2$ y $L_2$ .....	28
Figura 32. Aislamiento acústico con local comercial. Posición fuente de emisión y medidas $L_1$ .....	29
Figura 33. Aislamiento acústico con local comercial. Posición fuente de emisión y medidas $L_2$ y $B_2$ y $L_1$ .....	30
Figura 34. Tiempo de reverberación en vivienda superior. Posición de micrófono y fuente de emisión.....	32
Figura 35. Tiempo de reverberación en zaguán. Posición de micrófono y fuente de emisión.....	32
Figura 36. Tiempo de reverberación en local comercial. Posición de micrófono y fuente de emisión.....	33
Figura 37. Tiempo de reverberación en zona de casal fallero, zona de ensayos. Posición de micrófono y fuente de emisión.....	33



Figura 38. Tiempo de reverberación en zona de casal fallero, zona de reuniones. Posición de micrófono y fuente de emisión.....	34
---	----

#### 4. ANÁLISIS DE MEDICIONES Y PARÁMETROS DE CALIDAD

Figura 39. Gráfica. Reoresentación del nivel de presión equivalente de un ensayo. Medidas espectrales .....	39
Figura 40. Gráfica. Diferencia de niveles estandarizados y curvas de referencia .....	47
Figura 41. Informe aislamiento acústico casal-local comercial.....	49
Figura 42. Informe aislamiento acústico casal-zaguán .....	50
Figura 43. Informe aislamiento acústico casal-vivienda.....	51
Figura 44. Informe aislamiento acústico fachada .....	52
Figura 45. Curva tonal <i>EDT</i> en zona de ensayos.....	54
Figura 46. Curva tonal <i>EDT</i> en zona de reuniones .....	55
Figura 47. Curva tonal <i>Tr<sub>20</sub></i> en zona de ensayos .....	56
Figura 48. Curva tonal <i>Tr<sub>20</sub></i> en zona de reuniones .....	57
Figura 49. Difusión zona de ensayos .....	58
Figura 50. Difusión zona de reuniones .....	59
Figura 51. Curva tonal <i>EDT</i> en casal.....	59
Figura 52. Curva tonal <i>Tr<sub>20</sub></i> en casal .....	60
Figura 53. Difusión casal.....	61
Figura 54. Comparación niveles de presión medios de fondo <i>B<sub>2</sub></i> y curvas NC .....	64
Figura 55. Claridad <i>C<sub>80</sub></i> en zona de ensayos .....	67
Figura 56. Claridad <i>C<sub>80</sub></i> en zona de reuniones .....	68
Figura 57. Claridad <i>C<sub>80</sub></i> en casal .....	69
Figura 58. Definición <i>D<sub>80</sub></i> en zona de reuniones.....	71
Figura 59. Definición <i>D<sub>50</sub></i> en zona de reuniones.....	72
Figura 60. Definición <i>D<sub>50</sub></i> en casal.....	73
Figura 61. Curva tonal y curva tonal medida.....	74
Figura 62. Modelo 3D para simulación acústica .....	75
Figura 63. Resultados en zona de receptores .....	76
Figura 64. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 1000 Hz.....	77
Figura 65. Mapa de distribución del tiempo de reverberación <i>Tr<sub>20</sub></i> a 1000 Hz.....	77
Figura 66. Mapa de distribución del tiempo de reverberación <i>EDT</i> a 1000 Hz.....	78
Figura 67. Mapa de distribución de la claridad <i>C<sub>80</sub></i> a 1000 Hz .....	78
Figura 68. Ecograma posición director a 125 Hz.....	79
Figura 69. Ecograma posición director a 250 Hz.....	79
Figura 70. Ecograma posición director a 500 Hz.....	79
Figura 71. Ecograma posición director a 1000 Hz.....	79
Figura 72. Ecograma posición director a 2000 Hz.....	80
Figura 73. Ecograma posición director a 4000 Hz.....	80

#### 5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Figura 74. Imagen real entrada .....	81
Figura 75. Imagen in-situ instalaciones .....	81
Figura 76. Detalle cerramiento estanco en forjado .....	81
Figura 77. Detalle constructivo solución aislamiento forjado .....	83
Figura 78. Aplicación informática <i>DB-HR</i> . Aislamiento del forjado .....	83
Figura 79. Detalle constructivo solución aislamiento medianera con local comercial.....	84
Figura 80. Aplicación informática <i>DB-HR</i> . Aislamiento con local comercial .....	86
Figura 81. Detalle solución aislamiento medianera con zaguán.....	87
Figura 82. Aplicación informática <i>DB-HR</i> . Aislamiento con zaguán.....	88
Figura 83. Aplicación informática <i>DB-HR</i> . Aislamiento fachada .....	89
Figura 84. Detalle constructivo aislamiento fachada.....	90
Figura 85. Detalle constructivo partición vestíbulo.....	91
Figura 86. Detalle vestíbulo de entrada .....	92

Figura 87. Panel ranurado.....	92
Figura 88. Representación coeficientes de absorción techo de placas de fibras minerales comprimidas.....	93
Figura 89. Modelo 3D para simulación acústica .....	99
Figura 90. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 1000 Hz.....	100
Figura 91. Mapa de distribución del tiempo de reverberación $Tr_{20}$ a 1000 Hz.....	100
Figura 92. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato $EDT$ a 1000 Hz .....	101
Figura 93. Mapa de distribución de la claridad $C_{80}$ a 1000 Hz.....	101
Figura 94. Ecograma posición director a 125 Hz .....	102
Figura 95. Ecograma posición director a 250 Hz .....	102
Figura 96. Ecograma posición director a 500 Hz .....	102
Figura 97. Ecograma posición director a 1000 Hz .....	102
Figura 98. Ecograma posición director a 2000 Hz .....	103
Figura 99. Ecograma posición director a 4000 Hz .....	103
Figura 100. Resultados en zona de receptores.....	103
Figura 101. Modelo 3D. Imagen 1 .....	104
Figura 102. Modelo 3D. Imagen 2 .....	104
Figura 103. Modelo 3D. Imagen 3 .....	105
Figura 104. Modelo 3D. Imagen 4 .....	105
Figura 105. Modelo 3D. Imagen 5 .....	106

#### AEXO IV. INFORME DE ENSAYO ACÚSTICO DEL TECHO COMPUESTO

Figura 106. Informe de ensayo del techo acústico compuesto .....	157
--	-----

#### AEXO V. SIMULACIÓN ESTADO ACTUAL. RESULTADOS

Figura 107. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 125 Hz.....	159
Figura 108. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 250 Hz.....	159
Figura 109. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 500 Hz.....	160
Figura 110. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 1000 Hz.....	160
Figura 111. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 2000 Hz.....	161
Figura 112. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 4000 Hz.....	161
Figura 113. Mapa de distribución del tiempo de reverberación $Tr_{20}$ a 125 Hz.....	162
Figura 114. Mapa de distribución del tiempo de reverberación $Tr_{20}$ a 250 Hz.....	162
Figura 115. Mapa de distribución del tiempo de reverberación $Tr_{20}$ a 500 Hz.....	163
Figura 116. Mapa de distribución del tiempo de reverberación $Tr_{20}$ a 1000 Hz.....	163
Figura 117. Mapa de distribución del tiempo de reverberación $Tr_{20}$ a 2000 Hz.....	164
Figura 118. Mapa de distribución del tiempo de reverberación $Tr_{20}$ a 4000 Hz.....	164
Figura 119. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato $EDT$ a 125 Hz.....	165
Figura 120. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato $EDT$ a 250 Hz.....	165
Figura 121. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato $EDT$ a 500 Hz.....	166
Figura 122. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato $EDT$ a 1000 Hz.....	166
Figura 123. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato $EDT$ a 2000 Hz.....	167
Figura 124. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato $EDT$ a 4000 Hz .....	167
Figura 125. Mapa de distribución del índice de claridad $C_{80}$ a 125 Hz.....	168
Figura 126. Mapa de distribución del índice de claridad $C_{80}$ a 250 Hz.....	168
Figura 127. Mapa de distribución del índice de claridad $C_{80}$ a 500 Hz.....	169
Figura 128. Mapa de distribución del índice de claridad $C_{80}$ a 1000 Hz.....	169
Figura 129. Mapa de distribución del índice de claridad $C_{80}$ a 2000 Hz.....	170
Figura 130. Mapa de distribución del índice de claridad $C_{80}$ a 4000 Hz.....	170

## AEXO VI. SIMULACIÓN ESTADO ACTUAL. RESULTADOS

Figura 131. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 125 Hz.....	171
Figura 132. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 250 Hz.....	171
Figura 133. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 500 Hz.....	172
Figura 134. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 1000 Hz.....	172
Figura 135. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 2000 Hz.....	173
Figura 136. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 4000 Hz.....	173
Figura 137. Mapa de distribución del tiempo de reverberación $Tr_{20}$ a 125 Hz.....	174
Figura 138. Mapa de distribución del tiempo de reverberación $Tr_{20}$ a 250 Hz.....	174
Figura 139. Mapa de distribución del tiempo de reverberación $Tr_{20}$ a 500 Hz.....	175
Figura 140. Mapa de distribución del tiempo de reverberación $Tr_{20}$ a 1000 Hz.....	175
Figura 141. Mapa de distribución del tiempo de reverberación $Tr_{20}$ a 2000 Hz.....	176
Figura 142. Mapa de distribución del tiempo de reverberación $Tr_{20}$ a 4000 Hz.....	176
Figura 143. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato <i>EDT</i> a 125 Hz.....	177
Figura 144. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato <i>EDT</i> a 250 Hz.....	177
Figura 145. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato <i>EDT</i> a 500 Hz.....	178
Figura 146. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato <i>EDT</i> a 1000 Hz.....	178
Figura 147. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato <i>EDT</i> a 2000 Hz.....	179
Figura 148. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato <i>EDT</i> a 4000 Hz.....	179
Figura 149. Mapa de distribución del índice de claridad $C_{80}$ a 125 Hz.....	180
Figura 150. Mapa de distribución del índice de claridad $C_{80}$ a 250 Hz.....	180
Figura 151. Mapa de distribución del índice de claridad $C_{80}$ a 500 Hz.....	181
Figura 152. Mapa de distribución del índice de claridad $C_{80}$ a 1000 Hz.....	181
Figura 153. Mapa de distribución del índice de claridad $C_{80}$ a 2000 Hz.....	182
Figura 154. Mapa de distribución del índice de claridad $C_{80}$ a 4000 Hz.....	182

## AEXO VII. IMÁGENES REALES DEL CASAL FALLERO

Figura 155. Imagen real 1.....	183
Figura 156. Imagen real 2.....	183
Figura 157. Imagen real 3.....	183
Figura 158. Imagen real 4.....	183
Figura 159. Imagen real 5.....	184
Figura 160. Imagen real 6.....	184
Figura 161. Imagen real 7.....	185
Figura 162. Imagen real 8.....	185
Figura 163. Imagen real 9.....	185
Figura 164. Imagen real 10.....	185

# ÍNDICE DE TABLAS

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL

Tabla 1. Cuadro de superficies nivel inferior .....	13
Tabla 2. Cuadro de superficies nivel superior .....	14

## 4. ANÁLISIS DE MEDICIONES Y PARÁMETROS DE CALIDAD

Tabla 3. Ley 7/2002 - Tabla 1. Niveles de recepción externos. Anexo II .....	37
Tabla 4. Ley 7/2002 - Tabla 2. Niveles de recepción internos. Anexo II.....	37
Tabla 5. Exigencias Ordenanza Municipal de Protección contra la Contaminación Acústica.....	38
Tabla 6. Nivel de presión equivalente medido de un ensayo. Medidas espectrales. ....	39
Tabla 7. Nivel de presión equivalente medido de un ensayo. Medidas banda ancha....	40
Tabla 8. Resumen de las exigencias de la normativa .....	40
Tabla 9. Niveles en recinto emisor. Posición fuente 1 .....	41
Tabla 10. Niveles en recinto emisor. Posición fuente 2 .....	41
Tabla 11. Nivel medio de presión sonora en recinto emisor .....	41
Tabla 12. Niveles en recinto receptor. Posición fuente 1 .....	42
Tabla 13. Niveles en recinto receptor. Posición fuente 2 .....	42
Tabla 14. Nivel medio de presión sonora en recinto receptor .....	42
Tabla 15. Niveles de presión en recinto receptor. Ruido de fondo.....	42
Tabla 16. Corrección nivel de presión sonora en recinto receptor .....	43
Tabla 17. Diferencia de niveles, $D$ .....	44
Tabla 18. Tiempos de reverberación $Tr_{20}$ en recinto receptor .....	45
Tabla 19. Diferencia de nivel estandarizada, $D_{nT}$ .....	45
Tabla 20. Diferencia de niveles estandarizada global, $D_{nT, w}$ .....	46
Tabla 21. Términos de adaptación espectral, $C$ y $C_{tr}$ .....	48
Tabla 22. Resumen de resultados obtenidos y normativa más restrictiva .....	53
Tabla 23. Valores Early Decay Time y Early Decay Time medio en zona de ensayos .....	54
Tabla 24. Valores Early Decay Time y Early Decay Time medio en zona de reuniones.....	55
Tabla 25. Tiempos de reverberación y tiempo de reverberación medio en zona de ensayos .....	56
Tabla 26. Tiempos de reverberación y tiempo de reverberación medio en zona de reuniones .....	57
Tabla 27. Early Decay Times y Early Decay Time medio en casal .....	60
Tabla 28. Tiempos de reverberación y tiempo de reverberación medio en casal .....	61
Tabla 29. Resumen valores "mid" .....	62
Tabla 30. Niveles de referencia en bandas de octava de las curvas NC .....	63
Tabla 31. Niveles de presión de fondo en bandas de tercio de octava y en bandas de octava .....	63
Tabla 32. Resumen valores obtenidos de Calidez y Brillo.....	65
Tabla 33. Inteligibilidad de la palabra en función de $RASTI$ .....	66
Tabla 34. Resumen índices $RASTI$ obtenidos .....	66
Tabla 35. Valores Claridad $C_{80}$ obtenidos en zona de ensayos .....	67
Tabla 36. Valores Claridad $C_{80}$ obtenidos en zona de reuniones.....	68
Tabla 37. Valores Claridad $C_{80}$ obtenidos en casal .....	69
Tabla 38. Resumen índice de claridad $C_{80}$ (music average) obtenidos (sala vacía) .....	70
Tabla 39. Valores Definición $D_{50}$ obtenidos en zona de ensayos .....	70
Tabla 40. Valores Definición $D_{50}$ obtenidos en zona de ensayos .....	71
Tabla 41. Valores Definición $D_{50}$ obtenidos en casal .....	72
Tabla 42. Ajuste del tiempo de reverberación .....	74
Tabla 43. Comparación resultados simulados .....	76

## 5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Tabla 44. Resumen del aislamiento acústico .....	92
Tabla 45. Cuadro de superficies .....	94

### AEXO II. DATOS OBTENIDOS DE LA MEDICIÓN IN-SITU

Tabla 46. Niveles de presión en recinto emisor. Posición fuente 1 .....	135
Tabla 47. Niveles de presión en recinto emisor. Posición fuente 2 .....	136
Tabla 48. Nivel medio de presión $L_1$ .....	136
Tabla 49. Niveles de presión en recinto receptor. Posición fuente 1 y 2 .....	136
Tabla 50. Nivel medio de presión $L_2$ .....	136
Tabla 51. Nivel medio de presión $B_2$ .....	137
Tabla 52. Reverberación en recinto receptor $Tr_{20}$ .....	137
Tabla 53. Niveles de presión en recinto receptor. Posición fuente 1 y 2 .....	137
Tabla 54. Nivel medio de presión $L_2$ .....	137
Tabla 55. Nivel medio de presión $B_2$ .....	138
Tabla 56. Reverberación en recinto receptor $Tr_{20}$ .....	138
Tabla 57. Niveles de presión en recinto receptor. Posición fuente 1 y 2 .....	138
Tabla 58. Nivel medio de presión $L_2$ .....	138
Tabla 59. Nivel medio de presión $B_2$ .....	139
Tabla 60. Reverberación en recinto receptor $Tr_{20}$ .....	139
Tabla 61. Niveles de presión en recinto receptor. Posición fuente 1 y 2 .....	139
Tabla 62. Nivel medio de presión $L_2$ .....	139
Tabla 63. Nivel medio de presión $B_2$ .....	140
Tabla 64. Reverberación en recinto receptor $Tr_{20}$ .....	140
Tabla 65. Niveles de presión en recinto receptor. Posición fuente 1 y 2. Nivel medio de presión .....	140
Tabla 66. Nivel medio de presión $B_2$ .....	141
Tabla 67. Reverberación en recinto receptor $Tr_{20}$ .....	141
Tabla 68. Niveles de presión en recinto receptor. Posición fuente 1 y 2. Nivel medio de presión .....	141
Tabla 69. Nivel medio de presión $B_2$ .....	142
Tabla 70. Reverberación en recinto receptor $Tr_{20}$ .....	142
Tabla 71. Niveles de presión en recinto emisor. Posiciones fuente 1 y 2. Nivel medio de presión $L_1$ .....	142
Tabla 72. Niveles de presión en recinto receptor. Posiciones fuente 1 y 2. Nivel medio de presión $L_2$ .....	143
Tabla 73. Nivel medio de presión $B_2$ .....	143
Tabla 74. Reverberación en recinto receptor $Tr_{20}$ .....	143
Tabla 75. Niveles de presión en recinto emisor. Posiciones fuente 1 y 2. Nivel medio de presión $L$ .....	144
Tabla 76. Niveles de presión en recinto receptor. Posiciones fuente 1 y 2. Nivel medio de presión $L_2$ .....	144
Tabla 77. Nivel medio de presión $B_2$ .....	145
Tabla 78. Reverberación en recinto receptor $Tr_{20}$ .....	145
Tabla 79. Nivel en fachada $L_{1, 2m}$ .....	145
Tabla 80. Niveles de presión en recinto receptor $L_2$ .....	145
Tabla 81. Nivel medio de presión $B_2$ .....	146
Tabla 82. Reverberación en recinto receptor $Tr_{20}$ .....	146

### AEXO III. CÁLCULOS ACÚSTICOS

Tabla 83. Cálculos aislamiento con Vivienda Superior. Dormitorio 1 .....	148
Tabla 84. Cálculos aislamiento con Vivienda Superior. Dormitorio 2 .....	149
Tabla 85. Cálculos aislamiento con Vivienda Superior. Dormitorio 3 .....	150
Tabla 86. Cálculos aislamiento con Vivienda Superior. Dormitorio 4 .....	151
Tabla 87. Cálculos aislamiento con Vivienda Superior. Sala estar - Comedor .....	152
Tabla 88. Cálculos aislamiento con Vivienda Superior. Cocina .....	153

Tabla 89. Cálculos aislamiento con Zaguán.....	154
Tabla 90. Cálculos aislamiento con Local comercial.....	155
Tabla 91. Cálculos aislamiento con Fachada.....	156



# ACRÓNIMOS

---

CAD	Computer Aided Design / Diseño Asistido por Ordenador
CTE	Código Técnico de la Edificación
DB-HR	Documento Básico - Protección frente al Ruido
DXF	Drawing Exchange Format
EDT	Early Decay Time (Tiempo de reverberación inmediato)
OMPCCA	Ordenanza municipal de protección contra la contaminación acústica
RASTI	Rapid STI
STI	Speech Transmission Index (Índice de transmisión de la palabra)
TFG	Trabajo Final de Grado



# 1. INTRODUCCIÓN

La acústica ha sido desde el principio de los tiempos un elemento fundamental en la evolución de la vida tal cual la conocemos hoy en día y la herramienta más importante para la transmisión del conocimiento de generación en generación a través de la palabra, que no es ni más ni menos que una serie de sonidos dispuestos en un orden concreto y de la que se deduce un significado concreto.

Pero no fue hasta el siglo VI antes de nuestra era cuando la acústica apareció como una ciencia, cuando Pitágoras y sus discípulos observaron que el ruido producido por el golpeo de los martillos contra los yunques variaba en función del peso de los mismos descubriendo así que existía una relación entre las cuerdas vibrantes y el tono de los sonidos que emitían. Sobre el año 330 Aristóteles estudió el fenómeno del eco, explicándolo debido a la reflexión de los sonidos. Más tarde, fue Heron de Alejandría quien explicó que los sonidos son vibraciones longitudinales que se propagan a través del aire (ya en nuestra era, Lucio Anneo Séneca añadía que dicha propagación solo era posible por la naturaleza elástica del aire).

Llegados a ese momento, la evolución del conocimiento sobre acústica se quedó paralizada hasta que en el año 1638 Galileo Galilei demostrara que el tono depende de la frecuencia de oscilaciones que originan los sonidos, de la masa del cuerpo vibrante, de la longitud y de la tensión a la que esté sometido, descubriendo también que las cuerdas pueden vibrar por resonancia y estudiando las ondas estacionarias. El Abad francés Pierre Gasseus observó que la velocidad de propagación de los sonidos es constante independientemente de la intensidad y del tono. Por la misma época, otro religioso francés, Marín Mersané, alumno de Galileo, determinó la frecuencia de las distintas notas indicando las principales propiedades de los tubos sonoros, descubriendo a su vez que las cuerdas al vibrar a su propia frecuencia dan simultáneamente, armónicos superiores al fundamental.

Durante la segunda mitad del siglo XVII se aclararon los conocimientos sobre las ondas sonoras y su propagación, considerándolas como un movimiento ondulatorio. De esta forma llegamos al año 1683, en el que Newton se encuentra en posesión de los elementos que permiten calcular la velocidad del sonido en función de la densidad, y de otras características del medio a través del cual se propagan las ondas sonoras.

La velocidad del sonido fue estudiada de nuevo por una comisión de la Academia Francesa en 1738, obteniendo unos resultados de 580,31 m/s a 0°C.

En comparación con lo adelantado en el siglo XVII, el avance del siglo XIX fue enorme, siendo apreciado todo esto por James Loudon en el año 1901. El profesor Loudon vio que el primer avance significativo fue el trabajo de Chladni en 1802 determinando el tipo de onda de los cuerpos vibrantes, para lo cual utilizó un experimento que consistía en hacer vibrar con un arco de violín unas placas espolvoreadas con arena fina, obteniendo unas figuras sonoras que indicaban la localización de los nodos y vientres, basándose en esta figura para explicar la propagación de los sonidos en los sólidos, aunque no logrando sus propósitos por falta de conocimientos teóricos. También realizó experimentos sobre las vibraciones longitudinales y transversales de varillas, barras y láminas. Estos estudios interesaron a Wheanstone, quien en 1833 obtuvo una teoría que explicaba las líneas nodales cuya existencia se debía a las superposiciones de vibraciones transversales y longitudinales. En 1807 T. Young registró las vibraciones de los sonidos, así como las de las cuerdas vibrantes, determinando con anticipación el principio del fonógrafo, mediante el cual se puede medir sin dificultad las frecuencias de las vibraciones de los cuerpos sonoros, estas vibraciones permiten también de una forma sencilla medir intervalos de tiempo.

Aproximadamente en el año 1857, Leconte descubrió accidentalmente la "llama sensible", que daba un procedimiento no muy preciso para determinar la intensidad de las ondas sonoras. Una llama sonora sensible se produce al girar un chorro de gas, hasta que la llama está justo debajo del punto de sensibilidad, la perturbación del aire alrededor del chorro producido por una onda sonora rompe la



línea de movimiento del aire, resultando una modificación en la forma de la llama que se ve afectada en gran medida por los cambios de intensidad en la onda.

En el siglo XIX W. H. Eccles de acuerdo con los avances de la electricidad y de la acústica, descubrió el micrófono, el tubo amplificador de vacío, la producción de ondas sonoras, los filtros y la teoría matemática de los circuitos eléctricos, así como la propagación de las ondas electromagnéticas, siendo esto la base de la acústica moderna. Hasta 1916 solo se habían utilizado cuatro métodos para determinar de una forma absoluta la intensidad acústica: 1- El método de las placas de Rayleigh, para determinar la velocidad vibratoria de una onda; 2- el método de medida del incremento de presión de una pared reflectante de acuerdo con la teoría de Rayleigh, y las técnicas experimentales de Altberg; 3- el método de medida de la presión acústica y; 4- variaciones del método haciendo uso de la interferencia óptica. A pesar de que el teléfono se inventó en 1876, hasta 1908 no se publicó un informe sobre la medida relativa de la intensidad acústica por equipos electrónicos. Arnold y Crandall fueron los primeros que introdujeron los instrumentos de medida modernos dentro de la acústica en 1917, estos contribuyeron a su vez con el termófono, que es un transductor termoelectroacústico que sirve como norma para la presión acústica. Wente contribuyó con un micrófono electrostático con un termófono.

En el siglo XX se inventó el auricular, en 1920 los auriculares de alta fidelidad fueron constantes en su respuesta sobre los 4.000 Hz, el ajuste de estas unidades hizo que el altavoz y otros instrumentos fueran de gran valor para los experimentos acústicos. Al final del siglo XIX Sabine realizó el primer estudio del sonido en auditorios, introduciendo las medidas para determinar la absorción y transmisión del sonido en los límites de un recinto. En 1921 Kennelly y Kurokawa estudiaron un método para la medida de la impedancia acústica usando el principio de la reacción acústica de las vibraciones sobre un diafragma.

El desarrollo de los instrumentos de medida acústicos han alcanzado un nivel muy alto, debido al serio problema que plantea en la sociedad moderna los elevados niveles de ruido que produce una sociedad tan tecnificada. Durante la segunda guerra mundial, la acústica submarina experimentó una gran actividad, apareciendo un gran número de laboratorios, protegidos por los gobiernos, para investigar los problemas acústicos asociados con operaciones militares submarinas.

## 1.1 Antecedentes

El recinto sobre el cual versará el presente trabajo académico es un local situado en C/ Músico Penella 10, bajo izquierda, (46017 Valencia). El edificio se encuentra en suelo urbano con uso global residencial conforme delimita el Planeamiento vigente de Ordenación: Plan General de Ordenación de Valencia 14/01/1989 (BOE) Corrección de errores 03/05/1993 DOGV.



Figura 1: Emplazamiento de la sede festera

El establecimiento es la sede festera de la Asociación Cultural Falla General Barroso Litógrafo Pascual y Abad (conocido de forma común como casal fallero), lo que conlleva que en su interior se realicen diversas actividades propias de la tradición festera valenciana, tales como la preparación y organización de la semana fallera, la semana cultural, reuniones de la junta de administración de la comisión, reuniones de hermandad (comidas, almuerzos, cenas), ensayos de baile para los concursos que organiza la Junta Central Fallera,

ensayos de la banda de música propia de la falla (cabe mencionar que es la única sede festera valenciana registrada que cuenta con una banda de música propia, en la que además sus componentes son los propios integrantes de la comisión fallera), etc...

Desde hace varios años hasta ahora la asociación cultural Falla General Barroso Litógrafo Pascual y Abad recibe por parte de la comunidad de vecinos múltiples quejas por molestias derivadas de un escaso aislamiento acústico de los elementos separadores, y en concreto estas quejas vienen asociadas a los periodos de tiempo en que la banda de música propia de la asociación cultural realiza sus ensayos ordinarios.

Esta situación incómoda de convivencia que sufren los vecinos y la comisión, el hecho de pertenecer tanto a la banda de música como a la comisión fallera y la futura posibilidad de que se lleve a cabo la intervención de mejora son los motivos por los cuales realizo este trabajo de final de grado.

## *1.2 Objeto del trabajo*

El objeto del presente trabajo final de grado es evaluar las condiciones acústicas de la sede festera mediante medición in-situ con material especializado y realizar una propuesta de intervención basada en el estudio y análisis de los resultados obtenidos y las exigencias del CTE DB-HR y de la Ordenanza Municipal de protección contra el ruido del excelentísimo Ayuntamiento de Valencia (que desarrolla la ley 7/2002 de la Generalitat Valenciana).

Referente a las condiciones acústicas de la sede festera, estudiaré tanto el aislamiento acústico que ofrecen los diferentes cerramientos como el acondicionamiento acústico derivado de la geometría del recinto y de la configuración espacial de los materiales que favorecen o impiden la propagación del sonido.

## *1.3 Objetivos*

El principal objetivo del presente proyecto es reducir al máximo el impacto acústico negativo de las fiestas tradicionales valencianas, y permitir una convivencia en armonía entre festeros y vecinos, especialmente en el transcurso del curso fallero donde la actividad transcurre en el interior del recinto y no de la semana fallera donde toda la actividad se traslada a la calle. Para poder minimizar el impacto de la semana fallera, que como bien es sabido tienen una naturaleza bastante ruidosa (pasacalles acompañados de banda de música, mascletás, fuegos artificiales...) el estudio debería trasladarse a las propias viviendas de los vecinos, por lo que ese aspecto queda fuera del presente estudio.

En primer lugar se medirá in-situ el aislamiento real que ofrecen los límites horizontales y verticales del recinto. Para poder determinarlo, se tomarán medidas tanto en el casal (que actúa como emisor de sonido) como en los sucesivos recintos adyacentes, y luego se procesarán los datos siguiendo las normativas: UNE-EN ISO 140-4 (Medición in-situ del aislamiento a ruido aéreo entre locales), UNE-EN ISO 140-5 (medición in-situ del aislamiento acústico a ruido aéreo de elementos de fachadas y de fachadas).

En cuanto a la propuesta de intervención, pretenderé dotar al recinto de unas condiciones de aislamiento acústico legales desde el punto de vista de la normativa vigente y de una calidad acústica del interior que sea adecuada para las diferentes actividades que se realizan normalmente por su condición de casal fallero.

El acondicionamiento acústico que propondré tendrá como finalidad en el caso de los ensayos de la banda, que el director identifique claramente la dirección de la que provienen los distintos sonidos de los instrumentos con la finalidad de encontrar y subsanar fallos. En el caso de reuniones formales de

la junta administrativa de la asociación, que se perciba el mensaje del emisor claramente desde cualquier posición. Y para el caso de las reuniones informales tales como cenas, almuerzos de hermandad... que la comunicación con las personas cercanas se produzca sin necesidad de alzar la voz por encima del ruido de fondo generado por las demás conversaciones simultáneas.

Todo esto sin descuidar el aspecto económico, proponiendo soluciones económicamente razonables.

## 1.4 Normativa de aplicación

### *Normativa Internacional y Europea*

- **UNE-EN ISO 717-1: 2013** *Medición in-situ del aislamiento al ruido aéreo entre locales, medición in-situ del aislamiento al ruido aéreo de elementos de fachadas y de fachadas.*
- **UNE-EN ISO 717-2: 2013** *Medición in-situ del aislamiento de suelos al ruido de impacto.*
- **UNE-EN ISO 140-4: 1999** *Medición in-situ del aislamiento al ruido aéreo entre locales.*
- **UNE-EN ISO 140-5: 1999** *Medición in-situ del aislamiento al ruido aéreo de elementos de fachadas y de fachadas.*
- **UNE-EN ISO 140-7: 1999** *Medición in-situ del aislamiento de suelos al ruido de impacto.*
- **UNE-EN ISO 3382:2001** *Medición del tiempo de reverberación de recintos con referencia a otros parámetros acústicos.*
- **UNE-EN ISO 354: 2003** *Medida de la absorción acústica en campo reverberante.*

### *Legislación Estatal*

- **Real Decreto 1038/2012**, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- **Real Decreto 1371/2007**, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

### *Legislación Autonómica y Municipal*

- **Ley 7/2002**, de 3 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, de Protección contra la Contaminación Acústica.
- **Ordenanza municipal de protección contra la contaminación acústica.** Publicado en el BOP de fecha 26 de junio de 2008.
- **Decreto 28/2011**, de 18 de marzo, del Consell, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan las condiciones y tipología de las sedes festeras tradicionales ubicadas en los municipios de la Comunidad Valenciana.

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL

El local objeto del presente estudio está situado en la planta baja de un edificio residencial plurifamiliar ubicado en la C/ Músico Penella, 10, bajo izquierda (46017 Valencia).

El bloque de viviendas data del año 1977 (según datos de la sede virtual del catastro) y fue construido junto a los otros tres edificios contiguos en una misma promoción, cuyo diseño se encargó al arquitecto Don Daniel Palacios Motilla.

El sistema estructural es de hormigón armado y está formado por pilares como elementos verticales, y forjados unidireccionales de viguetas y bovedillas de hormigón.

Todos los cerramientos verticales están resueltos con fábricas de ladrillo de distintos tipos y grosores.

Desde la fase de redacción del proyecto, los locales en planta baja se concibieron como aparcamiento de vehículos de los propietarios de las viviendas, pero por causas que desconozco se destinó el aprovechamiento de las plantas bajas a la explotación comercial. Por esta razón se dividió cada planta baja de cada edificio en dos plantas bajas para aprovechar al máximo el espacio (el local original disponía de dos entradas desde la calle).

Los lindes del casal fallero son los siguientes:

- Al fondo: Local sin uso actual, con acceso desde C/ Litógrafo Pascual y Abad
- A la derecha (parte del fondo): Local con uso de almacén de la misma asociación cultural de la que se evalúa su sede festera.
- A la derecha: Zaguán de acceso a viviendas C/ Músico Penella, 10.
- A la izquierda: Local comercial en el que se realizan consultas espirituales.
- Fachada: Vivienda nº1 de C/ Músico Penella, 10.
- Arriba: C/ Músico Penella.

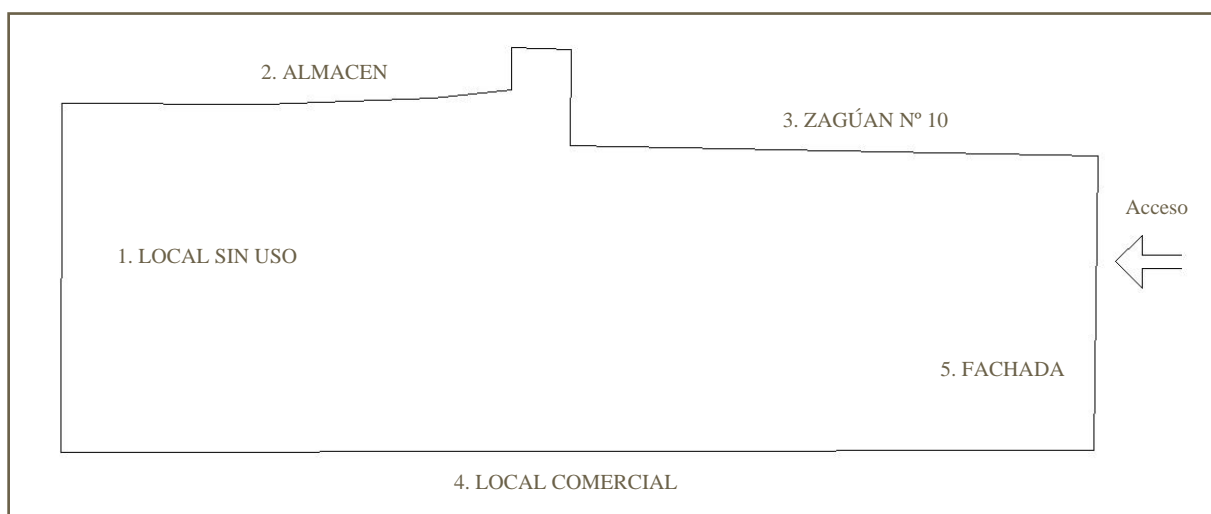


Figura 2: Lindes del casal fallero

## 2.1 Características generales

El local tenía antiguamente un acceso directo desde la calle y más tarde se creó un muro retranqueado para colocar una puerta abatible de doble hoja (el muro no llega hasta el forjado superior).

Ésta nueva fábrica se alicató hasta media altura con azulejos de estilo valenciano, para dar continuidad a la decoración valenciana del casal.

Dentro se puede observar una doble altura formada por una estructura metálica situada aproximadamente en el centro del casal. Esta parte alta del casal ocupa toda la amplitud del local y 6 m en la otra dirección. El cerramiento está formado por estructura autoportante y paneles de contrachapado y vidrio dispuestos según se indica en los planos.

El cerramiento de la altura superior más próxima a la entrada, se prolonga hasta el nivel inferior creando un vestíbulo de entrada de 18,5 m<sup>2</sup>.

El vestíbulo de entrada da acceso a la zona diáfana de 93 m<sup>2</sup> donde se realiza la mayor parte de la actividad, que cuenta a la izquierda con una barra que se prolonga hasta el vestíbulo, a la derecha un aseo para caballeros y otro para señoras con la misma dotación (lavamanos, inodoro), al fondo a la izquierda está la despensa (cuenta con dos habitáculos: uno para almacenar bebidas y snacks, y otro para almacenar artículos de limpieza, mesas plegables...), y al fondo a la derecha está la vitrina donde se exhiben todos los trofeos logrados por la comisión fallera desde que se fundó la asociación.

En toda la zona donde discurre la actividad normal de la asociación se puede observar gran número de estandartes de premios logrados, un tapiz con el escudo de la falla, cuadros conmemorativos de distintos actos, fotografías de las falleras mayores de cada año, bandera de la comunidad valenciana...

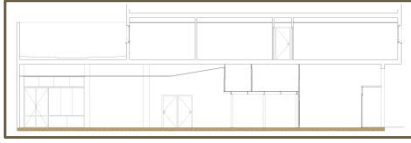
En cuanto al techo, cabe destacar que en la zona diáfana a excepción de la zona ocupada por el nivel superior tiene un falso techo de escayola con altura variable según se puede apreciar en la sección vertical correspondiente, y en las demás zonas el techo está resuelto con un guarnecido de yeso.



Figura 3. Modelo 3D. Planta general

## 2.2 Características particulares de elementos

A continuación detallaré la composición de cada elemento constructivo según la información obtenida de la inspección visual y del proyecto original depositado en el registro municipal.



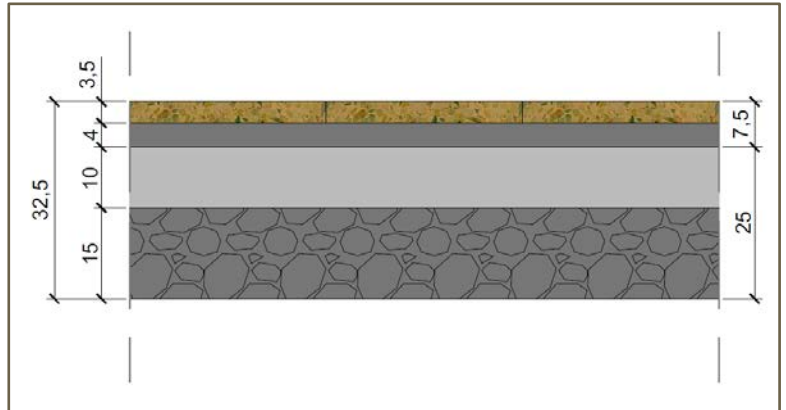
*Elemento horizontal inferior*

### Elemento base (25 cm):

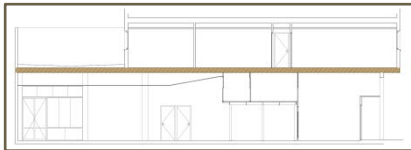
Solera de hormigón de 200 Kg de cemento y 10 cm de espesor, sobre enchachado de dados de 15 cm.

### Revestimiento (7,5 cm):

Pavimento de terrazo en formato de 30 x 30 cm y 3,5 cm de espesor recibido con pellada de 4 cm de mortero mixto de cal y cemento.



**Figura 4.** Detalle constructivo solera



*Elemento horizontal superior*

### Rev. Superior (9 cm):

Tarima flotante de madera de espesor total aproximado 15 mm sobre pavimento original de terrazo recibido con pellada de mortero.

### Elemento base (25 cm):

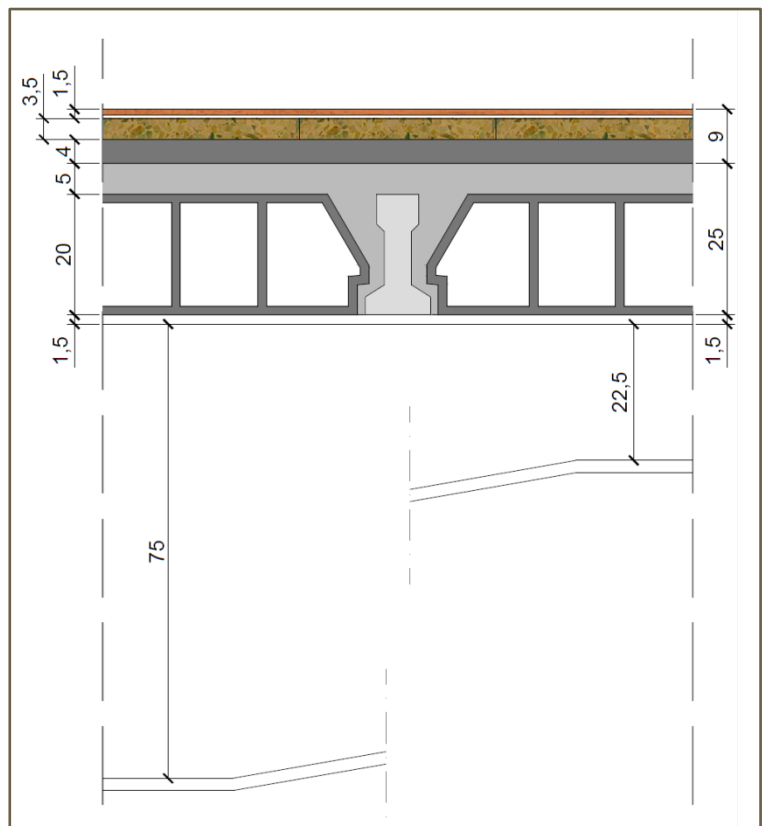
Forjado unidireccional de hormigón armado formado por viguetas de hormigón prefabricado y bovedillas de hormigón con intereje de 70 cm y capa de compresión de 5 cm.

### Rev. Inferior 1 (1,5 cm):

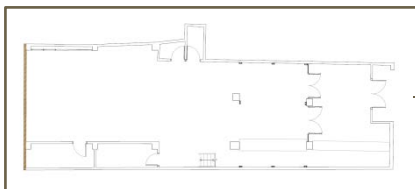
Guarnecido y enlucido de yeso.

### Rev. Inferior 2 (2 cm + X):

Falso techo formado por placas de escayola de 2 cm de espesor colgadas con estopa y formando una pendiente eventualmente.



**Figura 5.** Detalle constructivo forjado



*Medianera con local sin uso*

Rev. Extradós (1,5 cm):

Guarnecido y enlucido de yeso.

Elemento base (11 cm):

Fabrica de ladrillo cerámico macizo de 11 cm de espesor tomada con mortero de cemento.

Rev. Intradós (2,5 - 1,5 cm):

Composición de azulejos tomados con adhesivo cementoso y rejuntado con mortero de juntas cementoso (h =1,30 m) + guarnecido y enlucido de yeso.

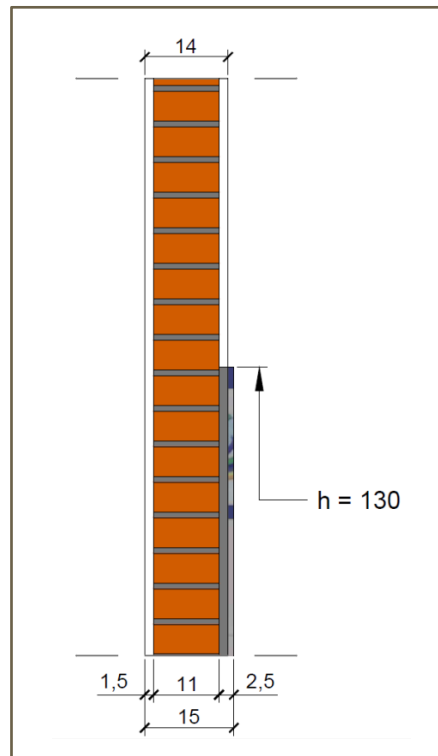
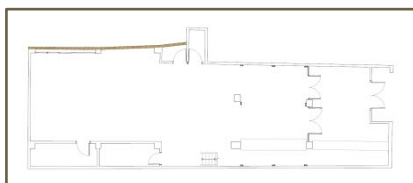


Figura 6. Detalle constructivo medianera con local sin uso



*Medianera con almacén*

Rev. Extradós (1,5 cm):

Guarnecido y enlucido de yeso.

Elemento base (11 cm):

Fabrica de ladrillo cerámico hueco tomada con mortero de cemento.

Rev. Intradós (2,5 - 1,5 cm):

Composición de azulejos tomados con adhesivo cementoso y rejuntado con mortero de juntas cementoso (h =1,30 m) + guarnecido y enlucido de yeso.

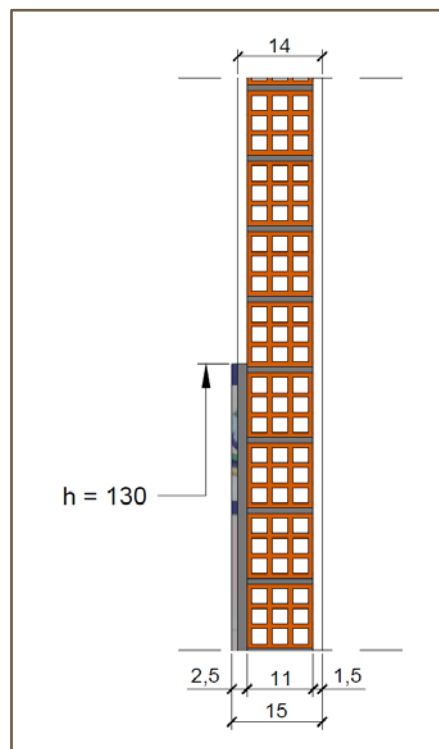
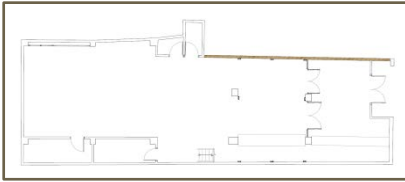


Figura 7. Detalle constructivo medianera con almacén



### *Medianera con zaguán*

**Rev. Extradós (2,5 cm):**

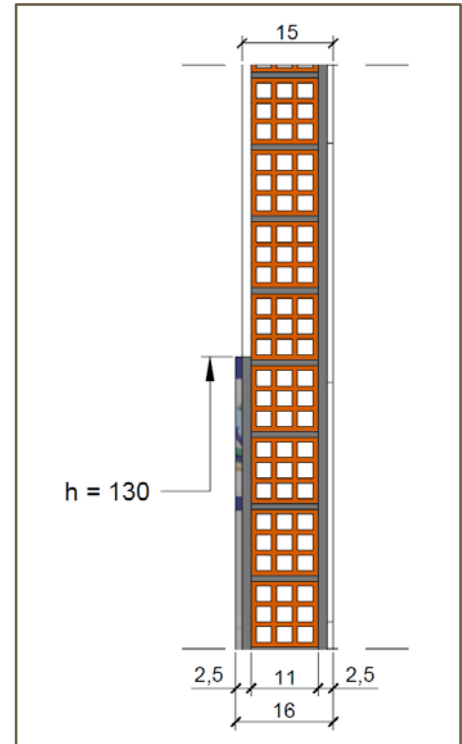
Azulejo tomado con mortero de cemento.

**Elemento base (11 cm):**

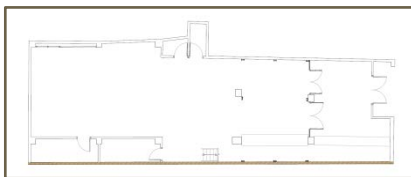
Fabrica de ladrillo cerámico hueco tomada con mortero de cemento.

**Rev. Intradós (2,5 - 1,5 cm):**

Composición de azulejos tomados con adhesivo cementoso y rejuntado con mortero de juntas cementoso (h =1,30 m) + guarnecido y enlucido de yeso.



**Figura 8.** Detalle constructivo medianera con zaguán



### *Medianera con local comercial*

**Rev. Extradós (1,5 cm):**

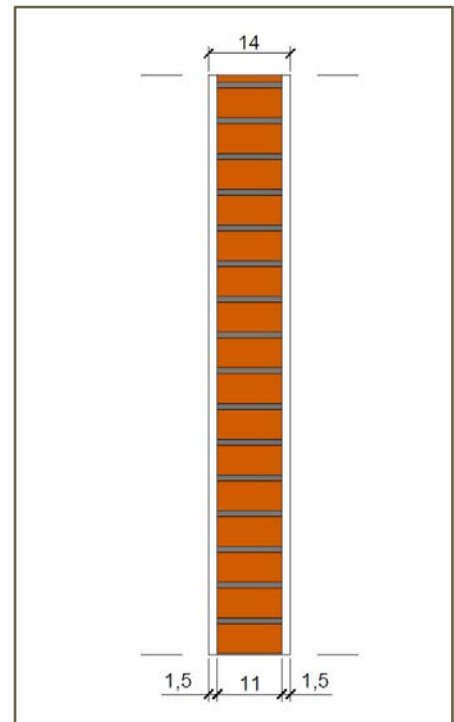
Guarnecido y enlucido de yeso.

**Elemento base (11 cm):**

Fabrica de ladrillo cerámico macizo tomada con mortero de cemento.

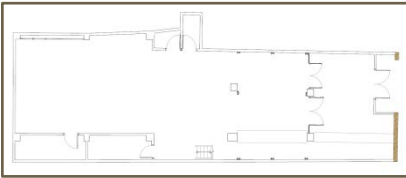
**Rev. Intradós (1,5 cm):**

Guarnecido y enlucido de yeso.



**Figura 9.** Detalle constructivo medianera con local comercial





### *Fachada*

#### Rev. Extradós (1,5 cm):

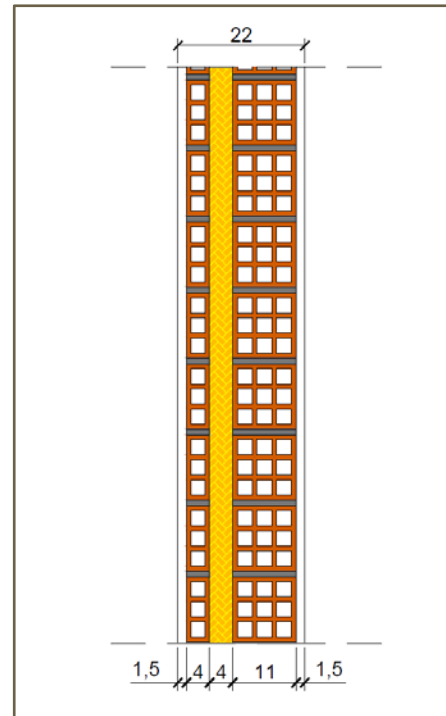
Enfoscado de mortero fratasado.

#### Elemento base (11 - 4 - 4 cm):

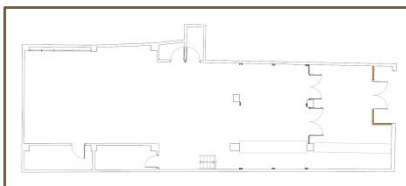
Muro de doble hoja formada por hoja exterior de fábrica de ladrillo hueco de 11 cm de espesor y hoja interior de fábrica de ladrillo hueco de 4 cm de espesor tomadas ambas con mortero de cemento. Las dos hojas forman una cámara rellena de fibra de vidrio de 4 cm de espesor.

#### Rev. Intradós (1,5 cm):

Guarnecido y enlucido de yeso.



**Figura 10.** Detalle constructivo fachada



### *Entrada retranqueada*

#### Rev. Extradós (2,5 - 1,5 cm):

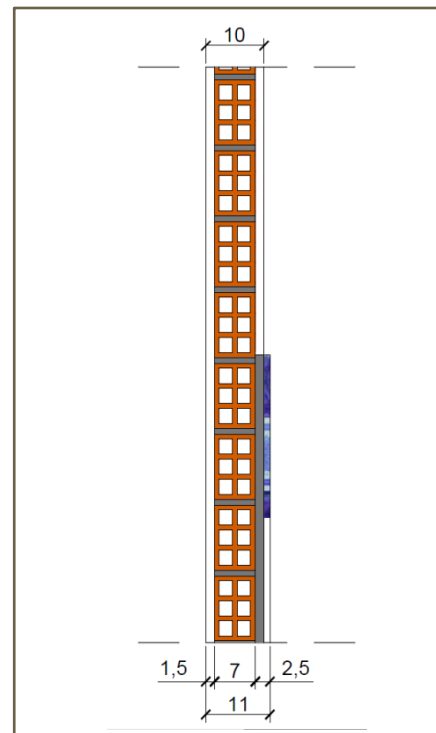
Composición de azulejos tomados con adhesivo cementoso y rejuntado con mortero de juntas cementoso ( $h = 1,30 \text{ m}$ ) + guarnecido y enlucido de yeso.

#### Elemento base (7 cm):

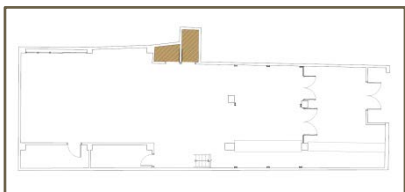
Fábrica de ladrillo cerámico hueco de 7 cm de espesor tomados con mortero de cemento.

#### Rev. Intradós (1,5 cm):

Guarnecido y enlucido de yeso.



**Figura 11.** Detalle constructivo entrada retranqueada



### Aseos

#### Rev. Vertical:

Revestimiento cerámico realizado con baldosa de gres esmaltado color blanco con formato 15 x 30 cm tomada con adhesivo cementoso y cenefa de gres esmaltado a media altura en tonos oscuros.

#### Rev. Horizontal Superior:

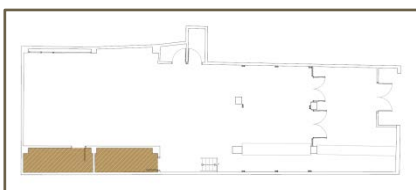
Falso techo de escayola colgada del forjado con estopa.

#### Rev. Horizontal Inferior:

Alicatado de gres esmaltado color gris claro con vetas de distintos colores en formato 30 x 30 cm tomados con adhesivo cementoso y rejuntado con mortero de juntas cementoso. Sobre pavimento original de terrazo.



Figura 12. Modelo 3D. Imagen aseos



### Almacén

#### Rev. Vertical:

Guarnecido y enlucido de yeso.

#### Rev. Horizontal Superior:

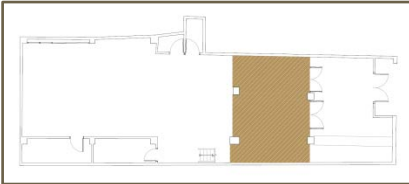
Guarnecido y enlucido de yeso.

#### Rev. Horizontal Superior:

Solera de hormigón del elemento base sin pavimentar.



Figura 13. Imagen real de almacén 1

*Nivel superior***Rev. Vertical:**

Guarnecido y enlucido de yeso en los paramentos compartidos con el recinto y estructura metálica autoportante de 6cm de espesor total con paneles de vidrio y contrachapado de madera según corresponda.

**Rev. Horizontal Superior:**

Guarnecido y enlucido de yeso.

**Rev. Horizontal Superior:**

Tablero de madera contrachapada de 3 cm de grosor sobre estructura metálica.

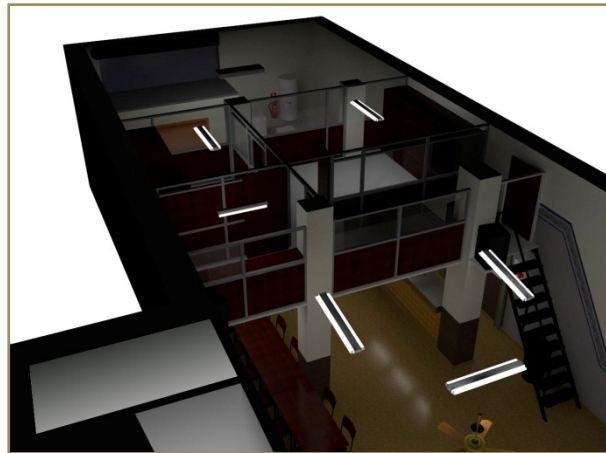


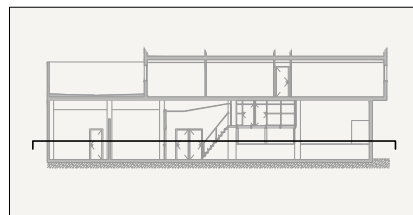
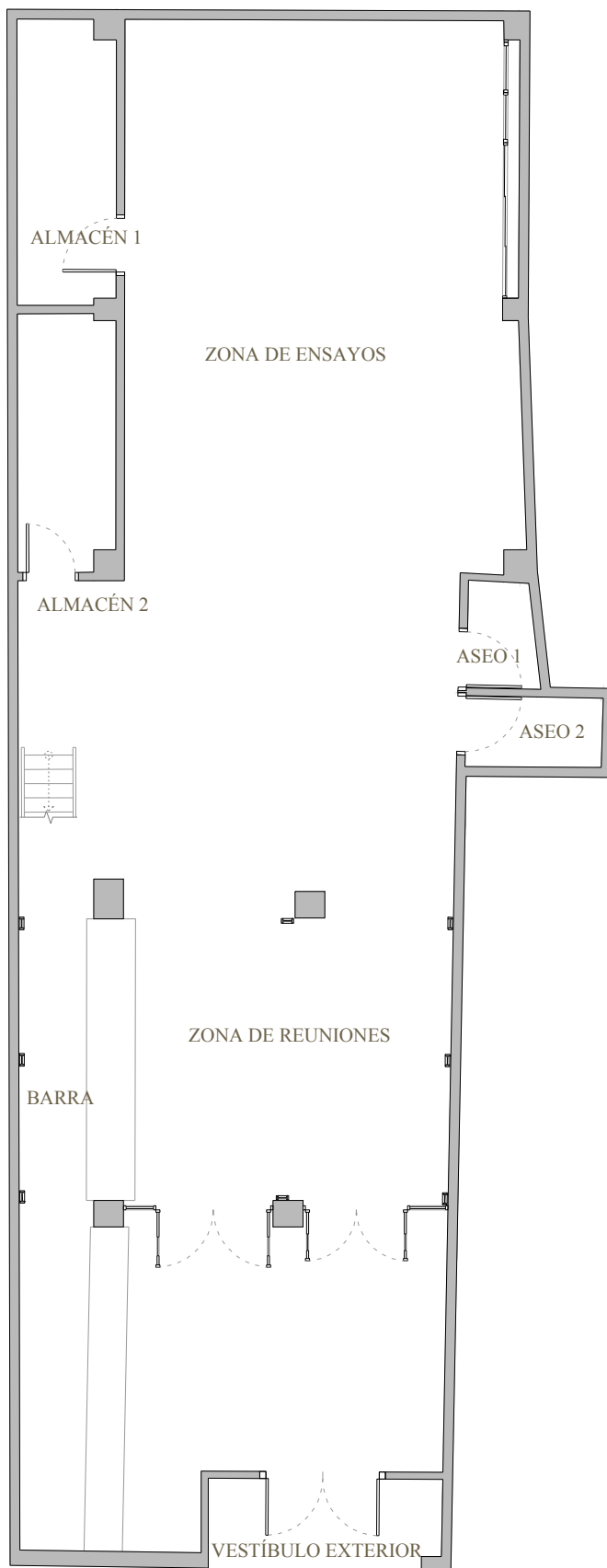
Figura 14. Modelo 3D. Imagen 1 nivel superior



Figura 15. Modelo 3D. Imagen 2 nivel superior

## 2.3 Planimetría




En la página siguiente se muestran los planos de la sede festera, realizados a partir de las medidas tomadas in-situ por el distanciómetro y el flexómetro.

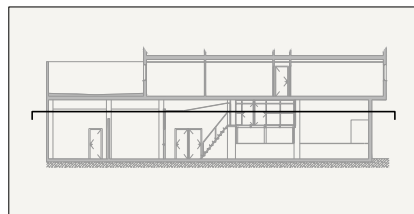
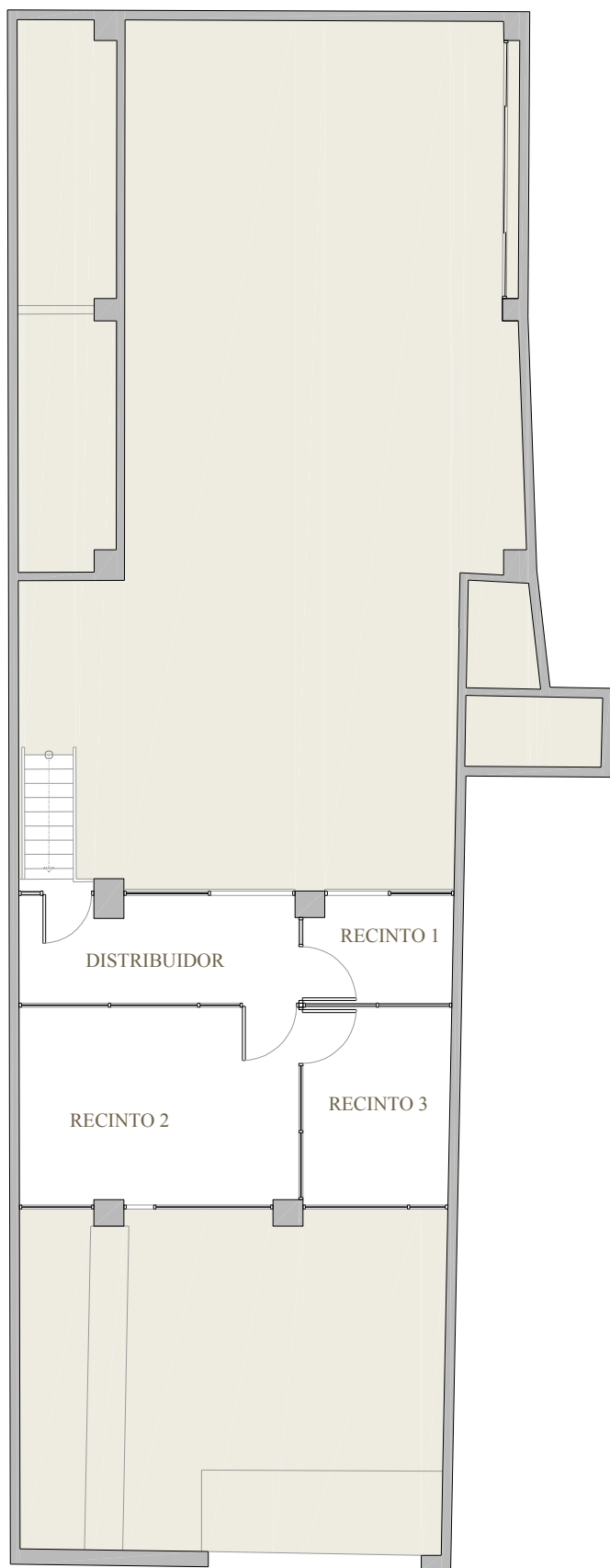


	Superficie m <sup>2</sup>
Vestíbulo exterior	3,67
Vestíbulo de entrada	18,48
Zona de barra	9,51
Almacén 1	5,74
Almacén 2	5,13
Aseo 1	1,49
Aseo 2	1,98
Zona de reuniones	20,38
Zona de ensayo	72,66

Tabla 1. Cuadro de superficies nivel inferior






	Plano N°	Estado	Proyecto	Firma	
	1	Actual	Estudio de los parámetros acústicos y propuesta de intervención en casal Fallero	 Jesús Hernández Pérez	
	Escala		Plano		
	1/100		Planta general de superficies. Nivel inferior		

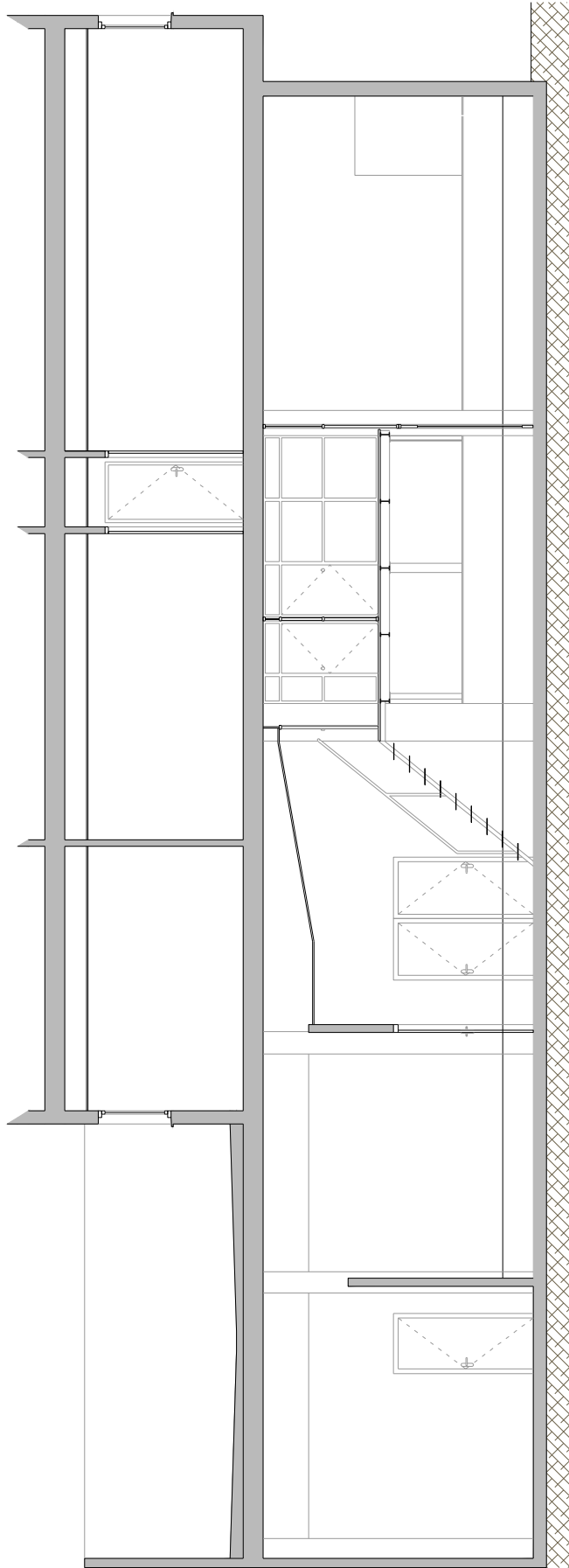
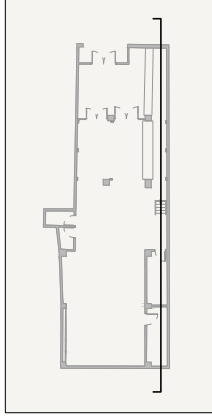





	Superficie m <sup>2</sup>
Recinto 1	3,24
Recinto 2	11,39
Recinto 3	6,01
Distribuidor	6,09

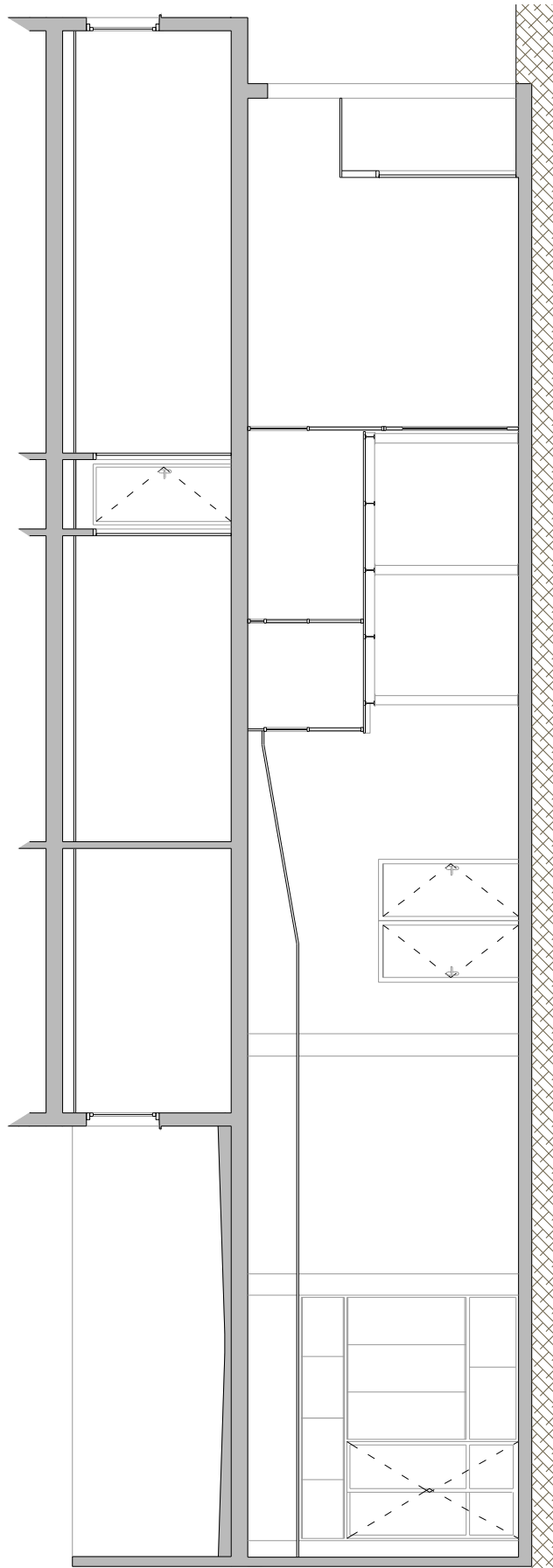
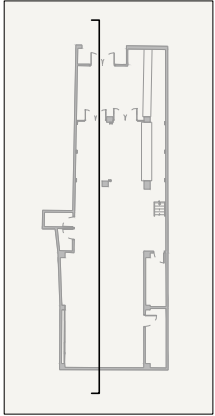
Tabla 2. Cuadro de superficies nivel superior



	Plano N°	Estado	Proyecto	Firma	
	2	Actual	<b>Estudio de los parámetros acústicos y propuesta de intervención en casal Fallero</b>	 Jesús Hernández Pérez	
	Escala		Plano		
	1/100		<b>Planta general de superficies. Nivel superior</b>		


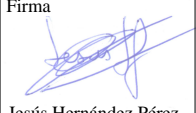



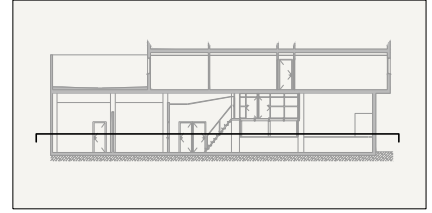
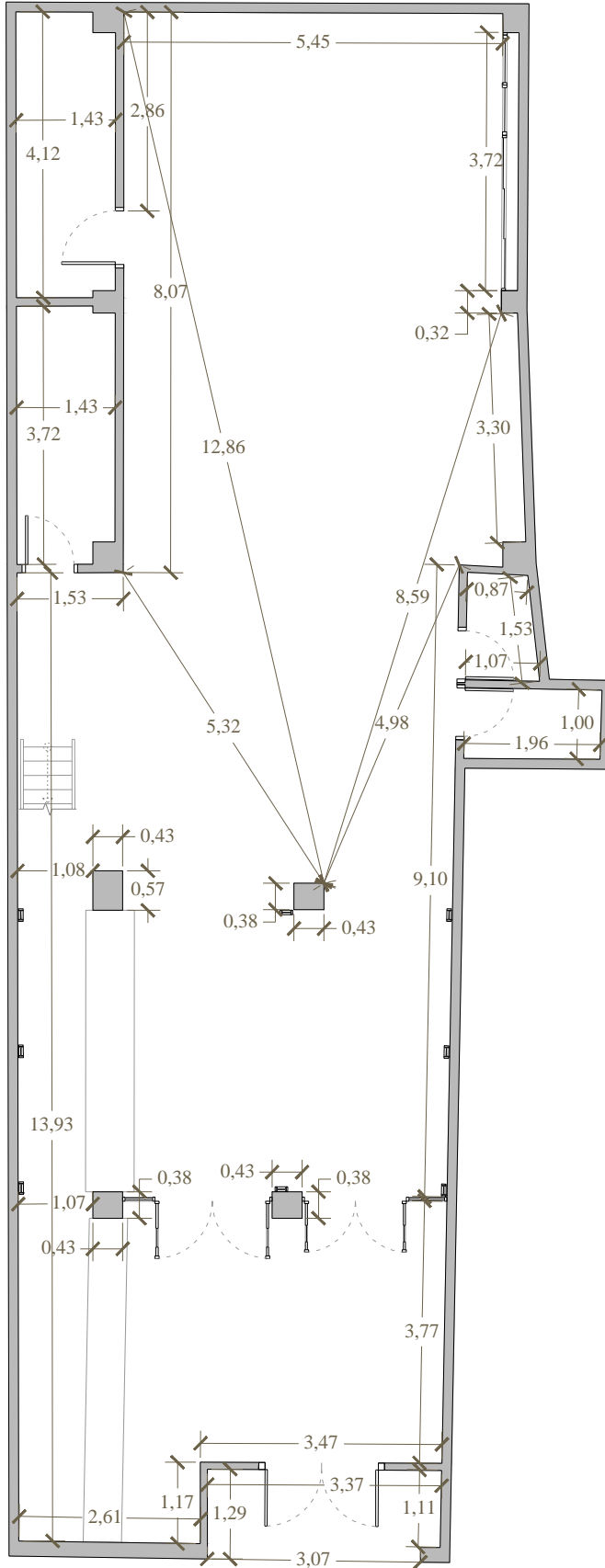
	Plano N°	Estado	Proyecto	Firma	
	3	Actual	<b>Estudio de los parámetros acústicos y propuesta de intervención en casal Fallero</b>	 Jesús Hernández Pérez	
	Escala		Plano		
	1/100		Sección vertical A - A'		






# 2

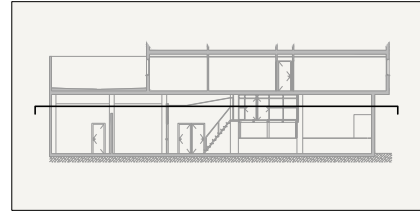
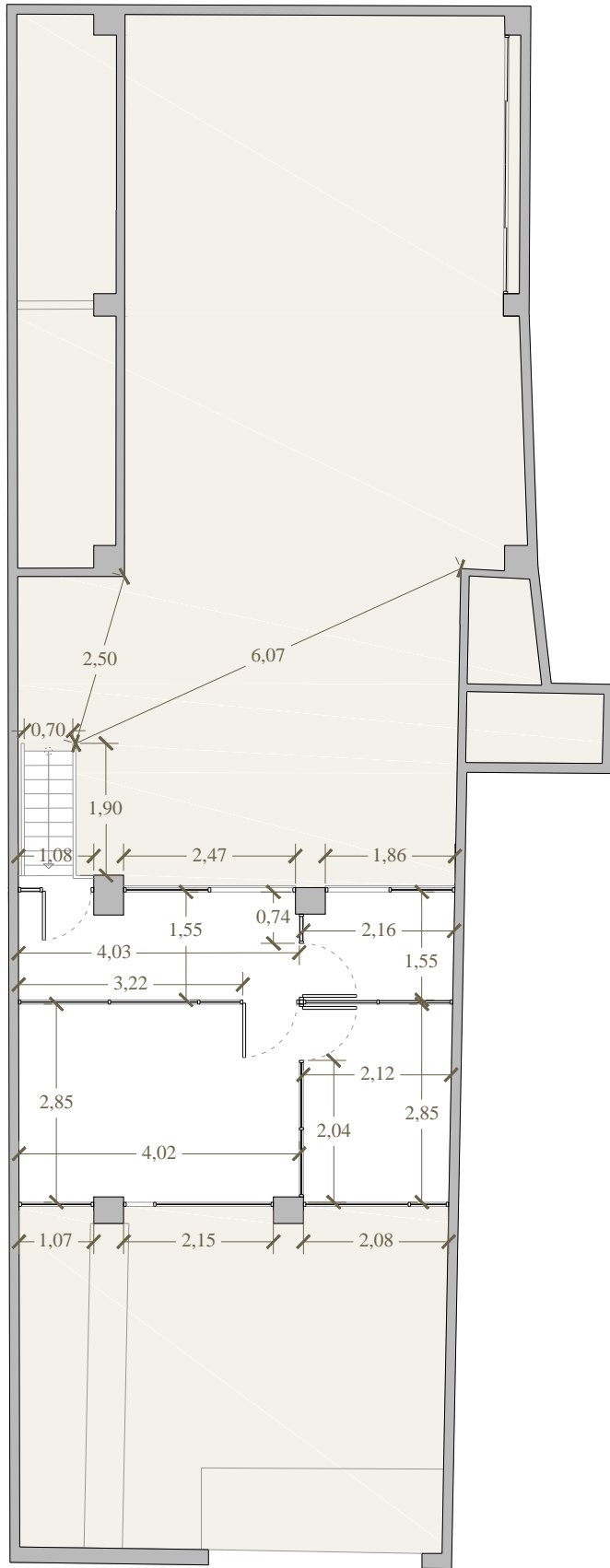
## DESCRIPCIÓN GENERAL



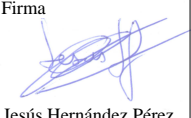
	Plano N°	Estado	Proyecto <b>Estudio de los parámetros acústicos y propuesta de intervención en casal Fallero</b>	Firma 	
	<b>4</b>	Actual			
	Escala		Sección vertical B -B'		
	1/100				

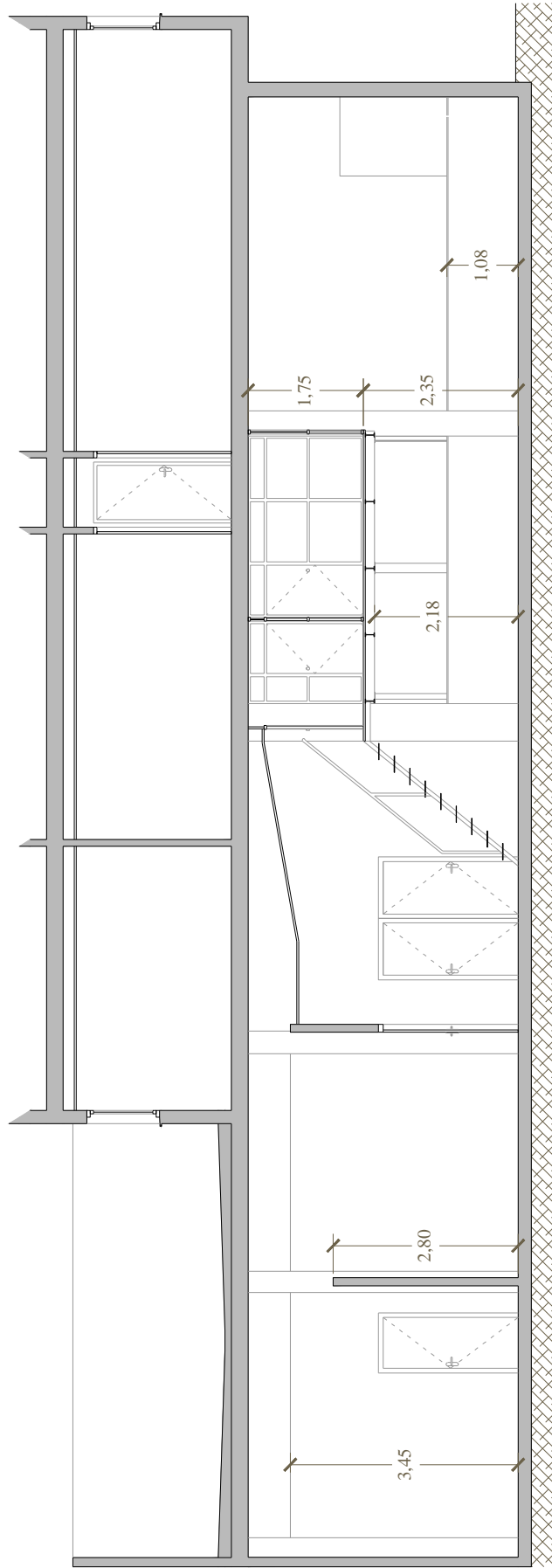
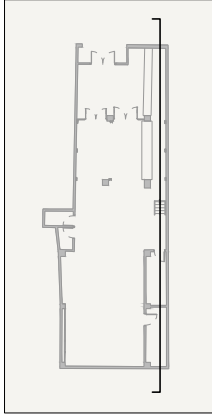





	Plano N°	Estado	Proyecto	Firma	
	5	Actual	<b>Estudio de los parámetros acústicos y propuesta de intervención en casal Fallero</b>	 Jesús Hernández Pérez	
	Escala		Plano		
	1/100		Cotas. Planta general. Nivel inferior		

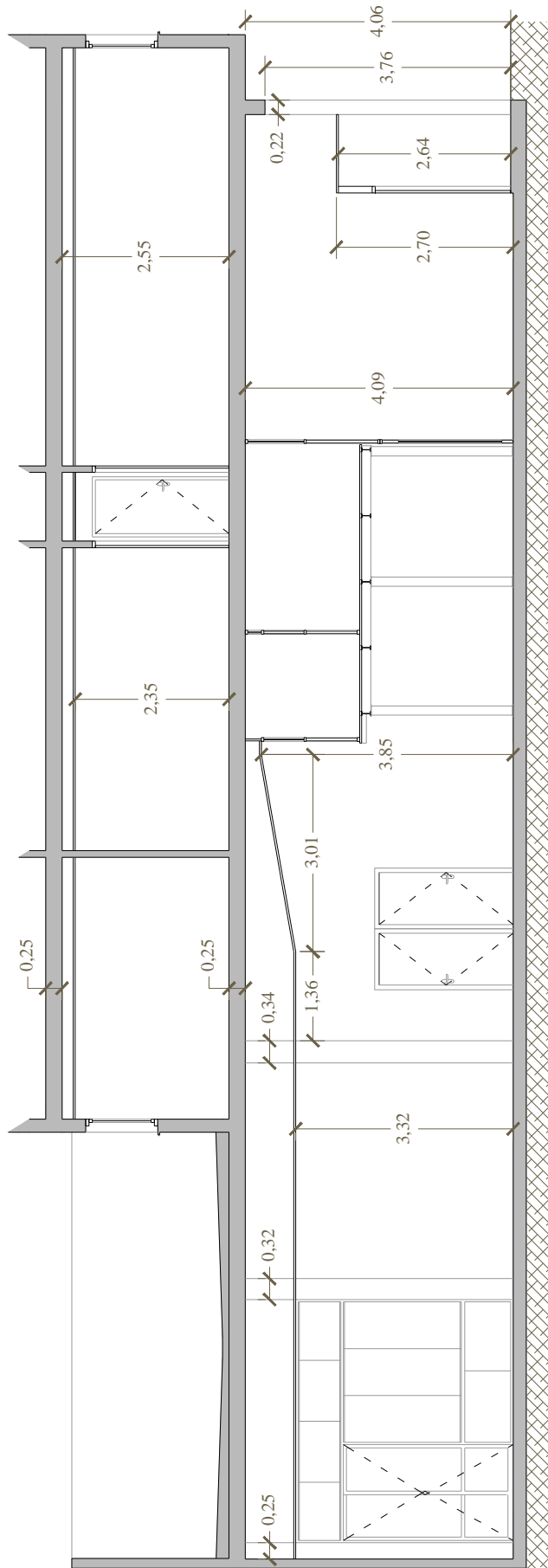
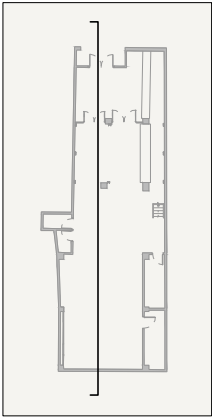




	Plano N°	Estado	Proyecto	Firma	
	6	Actual	<b>Estudio de los parámetros acústicos y propuesta de intervención en casal Fallero</b>	 Jesús Hernández Pérez	
	Escala		Plano		
	1/100		Cotas. Planta general. Nivel superior		


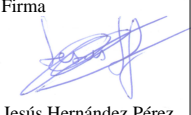



	Plano N°	Estado	Proyecto <b>Estudio de los parámetros acústicos y propuesta de intervención en casal Fallero</b>	Firma 	
	7	Actual			
	Escala		Cotas. Sección vertical A - A'		
	1/100			Jesús Hernández Pérez	



# 2

## DESCRIPCIÓN GENERAL

	Plano N°	Estado	Proyecto	Firma		
	8	Actual	<b>Estudio de los parámetros acústicos y propuesta de intervención en casal Fallero</b>	Jesús Hernández Pérez		
	Escala		Plano			
	1/100		Cotas. Sección vertical B - B'			

## 3. MEDICIÓN ACÚSTICA *IN-SITU*

La medición del aislamiento a ruido aéreo entre locales se realizará según las directrices de la norma UNE-EN ISO 140-4: 1999 *Medición in-situ del aislamiento a ruido aéreo entre locales*.

Para determinar el aislamiento acústico a ruido aéreo entre el exterior y el interior se tomará la norma UNE-EN ISO 140-5: 1999 *Medición in-situ del aislamiento al ruido aéreo de elementos de fachadas y de fachadas*.

El tiempo de reverberación se determinará según la norma UNE-EN ISO 3382: 2001 *Medición del tiempo de reverberación de recintos con referencia a otros parámetros acústicos*.

### 3.1 Instrumentación de medida

#### *Sonómetro*

El modelo de sonómetro empleado es el 2238 Mediator de Brüel & Kjaer.



**Figura 16.** Sonómetro integrador 2238 Mediator.

Con este sonómetro se pueden realizar mediciones en dos modos distintos: sonómetro básico y análisis de frecuencia. Este último modo será el que se empleará con mayor asiduidad ya que permite analizar bandas de octava y bandas de tercio de octava por separado.

El sonómetro cuenta en el extremo con un micrófono de condensador pre vaporizado de campo libre modelo 4188, de media pulgada de tamaño de la casa Brüel & Kjaer

que tiene una sensibilidad de 31,6 mV, un rango de frecuencia de 8Hz a 12,5 kHz y un rango de dinámico de 15,8 a 146 dB.

Cabe destacar que el sonómetro dispone de memoria interna que permite guardar hasta 500 archivos de mediciones diferentes en los que queda registrada la configuración del sonómetro cuando se realizó dicha medición.

#### *Trípode*

El trípode empleado es el Velbon DV-7000

El trípode se usa para mantener estable el sonómetro durante el transcurso de la medición. Esto es interesante cuando hay tiempos de exposición al ruido elevado, o se requiere un número elevado de tomas de datos.

Este elemento permite situar el analizador en la posición que se requiera ya que cuenta con un sistema que permite regular la altura, la inclinación y la dirección.



**Figura 17.** Trípode Velbon DV-7000

### Fuente de emisión sonora

La fuente de emisión sonora empleada en las mediciones de los parámetros acústicos es de la casa comercial Brüel & Kjaer y corresponde al modelo Sound Source Type 4224.

Esta aparato, además de reproducir cualquier sonido que sea introducido por el canal de entrada, tiene la capacidad de generar el espectro de ruido rosa requerido para las mediciones acústicas.

El amplificador que lleva la fuente de emisión es capaz de desarrollar una gran potencia (115dB si se usa la batería autónoma integrada, o 118 dB si se conecta directamente a la red eléctrica), por eso dispone de un sistema de seguridad que desconecta el altavoz del amplificador cuando detecta un pico de nivel muy alto para evitar daños en el altavoz.



Figura 18. Sound Source Type 4224.

### Ordenador portátil con software específico



Figura 20. Ordenador portátil con Dirac 3.0.

Se trata de un ordenador portátil modelo Latitude de la casa comercial Dell, que incorpora el software específico para mediciones acústicas Dirac 3.0, también de la casa Brüel & Kjaer.

El software Dirac 3.0 permite medir un gran número de parámetros acústicos de salas por medio de la medida y el análisis de la respuesta impulsiva a través de la tarjeta de sonido que incorpora el portátil.

Como fuentes de emisión, permite utilizar MLS generado internamente o barrido senoidal y fuente sonora impulsiva.



Figura 19. Amplificador de señal

Este programa analiza la señal que le llega a través del micrófono (figura 21) y del amplificador (figura 19) para compararla con la señal que el mismo programa emite para determinar parámetros de calidad como el tiempo de reverberación, claridad, definición.

Dirac 3.0 convierte la señal recibida en forma de barrido de tonos y la transforma en una señal impulsiva como se indica en la norma *UNE-EN ISO 354: 2004 Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante*, capítulo 7.3 *Método de la respuesta impulsiva integrada (7.3.2 Método indirecto)*.

### Micrófono

El micrófono que se emplea para la medición del tiempo de reverberación es un micrófono de condensador de incidencia aleatoria modelo 4189 H-41 de la firma Brüel & Kjaer.

El micrófono va acoplado al preamplificador 2671 de la casa Brüel & Kjaer.



Figura 21. Conjunto micrófono y preamplificador.

### Cableado

Se disponen de diversos tipos de cables con conectores diferentes. Esto se debe a que cada componente que necesitamos para realizar las mediciones requiere un tipo concreto de conexión.

Los tipos de conectores son:

- mini JACK:
- XLR:
- BNC:



Figura 22. Tipos de conectores.

### Ordenador doméstico con Microsoft Excel



Figura 23. Ordenador doméstico

En este caso se precisa de un ordenador corriente pero con el programa Microsoft Excel instalado.

Microsoft Excel es una aplicación que permite trabajar con hojas de cálculo que son capaces de manejar grandes cantidades de datos y puede realizar cálculos con ellos por medio de una serie de fórmulas que se pueden programar.

Debido al alto número de datos que se van a manejar y a la repetición sistemática de los cálculos, se hace imprescindible el uso de esta aplicación.

### Distanciómetro

El distanciómetro que se emplea es el modelo PD-32 de la casa comercial Hilti.

Este instrumento de medida permite medir distancias mediante la emisión de un rayo laser y la recepción del mismo cuando incide en el elemento del cual queremos saber la distancia a la que se encuentra. Tiene capacidad de alcance para medir distancias de hasta 50 metros.

Este distanciómetro es muy útil cuando se precisa medir longitudes mayores a 5 metros de distancia en horizontal pero sobre todo resulta muy útil para medir alturas libres de paso, de forjado...



Figura 24. Distanciómetro

### Flexómetro



Figura 25. Flexómetro.

Hay ocasiones en que cuando la longitud a medir es reducida, resulta muy fácil usar un flexómetro.

Por eso, se empleará el uso del flexómetro como apoyo al distanciómetro.

## 3.2 Medición del aislamiento

El objetivo de la medición del aislamiento in-situ es la de determinar las prestaciones acústicas de los elementos separadores del local objeto del estudio y los recintos adyacentes para comprobar si éstas son legalmente suficientes, y en caso de no serlo actuar en ellos para conseguir dichas prestaciones (siempre que no se requieran cantidades desorbitadas de dinero).

Los elementos sobre los cuales se estudiarán sus prestaciones acústicas son los siguientes:

- Forjado superior (aislamiento casal-vivienda)
- Medianera con zaguán (aislamiento casal-zaguán)
- Medianera con local comercial (aislamiento casal-local)
- Fachada (aislamiento casal-exterior)

Se decide descartar el estudio del resto de elementos por los siguientes motivos:

- Solera inferior: No existe un nivel inferior al del casal.
- Medianera con local sin uso: Negativa del propietario a permitirme el acceso a su local.
- Medianera con almacén: Debido a que no es un recinto donde su uso pueda verse afectado por la actividad fallera y el añadido de que el almacén también pertenece a la comisión fallera.
- Muro de la entrada retranqueada: Este paramento no se evaluará debido a que existe tal hueco en su parte superior que resulta prácticamente inapreciable su aportación a las prestaciones acústicas de la fachada. Además, como desde un principio tenía claro que la entrada debía ser modificada para que funcionara bien en lo que a aislamiento acústico se refiere decidí junto con el tutor del proyecto considerar toda la apertura de hueco de la fachada como tal.

Para realizar la medición se empleará la fuente de emisión sonora Sound Source Type 4224, el sonómetro integrador 2238 Mediator y el trípode Velbon DV-7000 que pese a no ser imprescindible resulta muy útil por la comodidad que ofrece.

El procedimiento seguido para evaluar los elementos separadores es el marcado en su normativa correspondiente en cada caso, de ámbito internacional, europeo y estatal, que básicamente se trata de generar un sonido de espectro continuo en uno de los lados del elemento separador a evaluar, y a través de la medición del nivel acústico en los dos recintos determinar la energía acústica perdida en el traspaso del sonido de un recinto a otro a través del elemento. En este caso precisamos las dos normativas que regulan el procedimiento para determinar el aislamiento acústico de recintos ya construidos: *UNE-EN ISO 140-5: 1999 Medición in-situ del aislamiento al ruido aéreo de elementos de fachadas y de fachada*, para determinar el aislamiento acústico de la fachada; y *UNE-EN ISO 140-4: 1999 Medición in-situ del aislamiento al ruido aéreo entre locales*, para el resto de elementos a estudiar.

La medición del aislamiento acústico in-situ se realizará en bandas de tercio de octava (sonómetro integrador en la modalidad "Análisis de frecuencia") midiendo como mínimo las bandas de frecuencias centrales desde 100 Hz hasta 3150 Hz según se desprende de las normativas mencionadas en el párrafo anterior.

El sonido generado en el recinto emisor (en este caso el recinto emisor siempre será el casal fallero debido a su propia condición de local ruidoso) será un sonido estacionario y con un espectro continuo en el rango de frecuencia considerado. La potencia sonora será tal que el nivel de presión sonora en el recinto receptor sea al menos 10 dB más alto que el nivel de ruido de fondo en cualquier banda de frecuencia. En los casos en los que no se haya conseguido tal diferencia de presión sonora se deben aplicar las correcciones indicadas en la normativa (estas correcciones se detallarán más adelante).

La fuente sonora se situará de tal forma que se cree un campo sonoro tan difuso como sea posible y a una distancia tal del elemento constructivo separador y de los elementos laterales que puedan influir en la transmisión, de manera que la radiación directa sobre ellos no sea dominante. La normativa que regula esta medición es la ya mencionada UNE-EN ISO 140-4: 1999, y estipula que:

**"6.3.1 Generalidades.** Se obtiene el nivel medio de presión sonora mediante un único micrófono situado sucesivamente en cada posición, o mediante un conjunto de micrófonos fijos, o mediante un micrófono en movimiento continuo o mediante un micrófono oscilante. Los niveles de presión sonora en las diferentes posiciones de micrófono deben promediarse de forma energética para todas las posiciones de micrófono.

$$L = 10 \log \left( \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{L_j}{10}} \right)$$

donde  $L_j$  son los niveles de presión sonora  $L_1$  a  $L_n$  en  $n$  posiciones diferentes dentro del recinto."

**"6.3.2 Posiciones de micrófono.** Las siguientes distancias separadoras son valores mínimos:

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

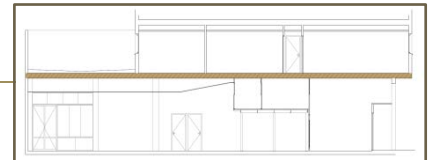
NOTA — Siempre que sea posible deberían superarse estas distancias."

### "6.3.3 Medición

#### a) Utilizando una única fuente sonora

El número mínimo de medidas empleando posiciones fijas de micrófono es diez (por ejemplo, una medida en cada posición de micrófono para cada posición de altavoz)"

#### *Elemento horizontal superior*



Para poder llevar a cabo la medición del forjado de planta baja, en primer lugar realicé el levantamiento de planos de distribución de la vivienda e identifiqué los recintos que requieren especial atención al ruido, que son aquellos recintos que el CTE en su documento básico DB-HR Protección contra el ruido califica como recintos protegidos o habitables.

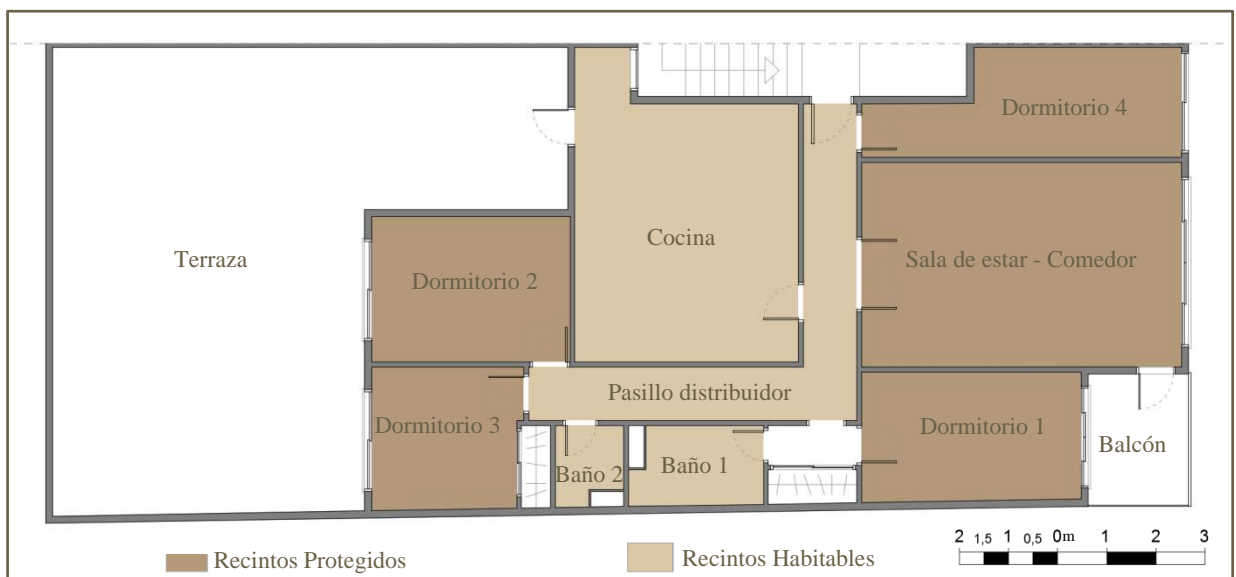


Figura 26. Zonificación vivienda. Tipos de recintos según DB-HR.



Una vez ya están identificados los recintos de interés para la medición, queda determinar las posiciones y el número de mediciones a realizar.

Con todo lo visto hasta ahora y con la ayuda del tutor del proyecto, se establecen las siguientes posiciones de la fuente de emisión sonora y las posiciones de las medidas a realizar con el sonómetro (figuras 26 y 27), para la medida del ruido de fondo y para la medida del nivel de presión sonora con la fuente de emisión activada en el recinto emisor y en el recinto receptor.

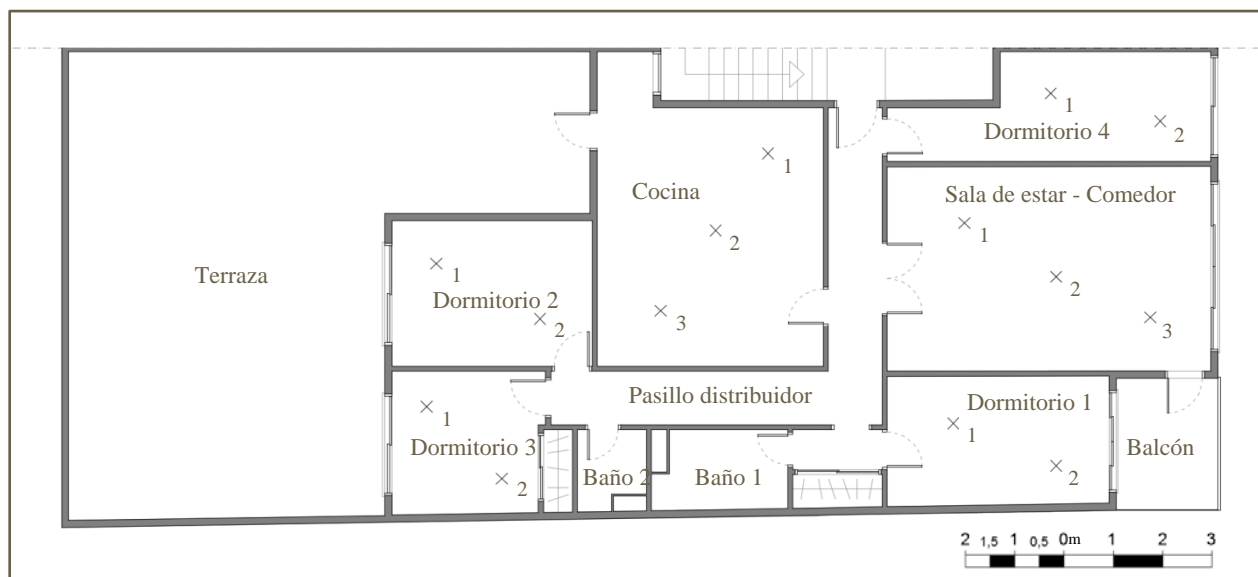


Figura 27. Aislamiento acústico con vivienda superior. Posición de medidas para  $B_2$  y  $L_2$ .

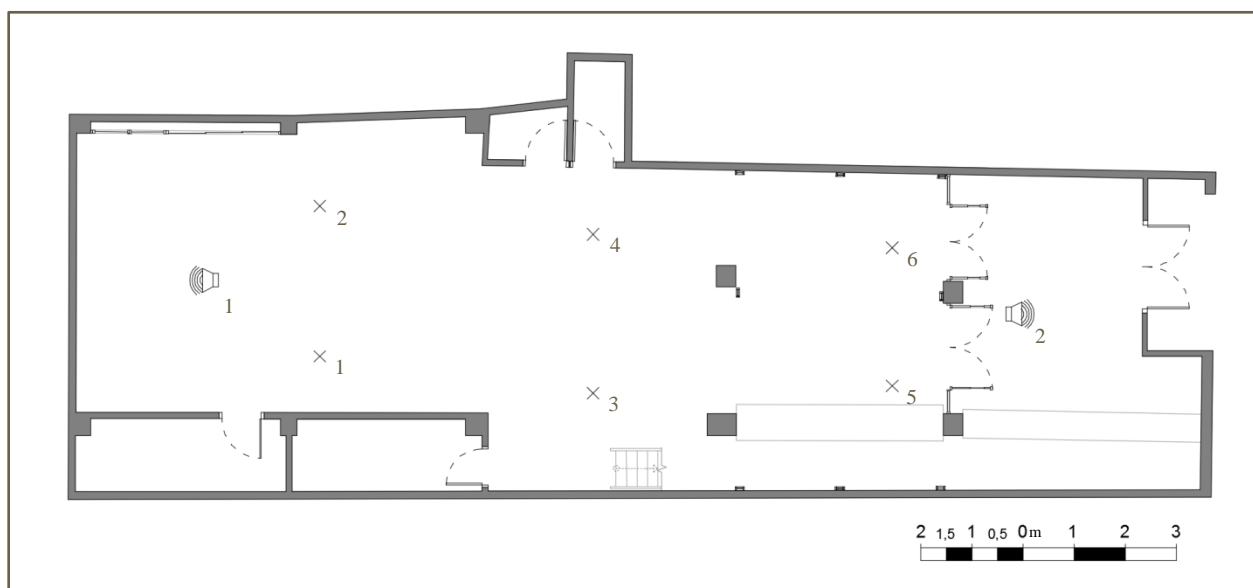


Figura 28. Aislamiento acústico con vivienda superior. Posición fuente de emisión y medidas para  $L_1$ .

Se puede observar en la figura 27 que se propone un número de medidas en los dormitorios, sala de estar y cocina son inferiores a los que marca la norma (al menos 5 por cada posición de altavoz). Esto se debe a dos razones fundamentalmente: las dimensiones reducidas de los recintos y la uniformidad del sonido emitido desde el casal fallero hace que no se produzcan variaciones del nivel sonoro que puedan perturbar o desvirtuar la medición; otra razón es el tiempo que se tardaría al realizar las medidas estipuladas en la normativa UNE-EN ISO 140-4: 1999 (aproximadamente el doble del tiempo requerido para realizar las medidas propuestas en las figuras 27 y 28) y las molestias producidas a

la propietaria de la vivienda, quien amablemente me abrió las puertas de su casa para realizar las medidas oportunas.

En primer lugar hay que ajustar la potencia de emisión de la fuente Sound Source Type 4224 situada en el local. Para ajustarlo, se hace, en la sala de estar de la vivienda, una primera medición con el sonómetro integrador 2238 Mediator en el modo de análisis de frecuencia (con ponderación A) con la fuente de emisión apagada, obteniendo de esta forma el nivel sonoro de ruido de fondo existente en la vivienda. A continuación se enciende la fuente de emisión que se coloca en la posición 1 (figura 28) y se vuelve a realizar la medición en el mismo punto en que se realizó la primera toma comprobando que en todas las bandas de tercio de octava, el nivel sonoro supera en al menos 6 dB (preferiblemente 10 dB) al nivel de ruido de fondo. En caso de que no se alcance tal diferencia, se incrementará la potencia de la fuente hasta conseguirlo.

No obstante no es de extrañar que en algún momento, con la fuente de emisión ya regulada, no se alcance dicha diferencia debido a la geometría de cada recinto, a los metros cuadrados de superficie de absorción acústica, y a posibles imperfecciones y defectos en la ejecución (cabe destacar, que desde el nivel superior del casal fallero, se puede ver sin la ayuda de ningún aparato el pavimento del cuarto del baño 1 a través de la perforación del forjado para el paso de la instalación de saneamiento). Cuando esto sucede la normativa que regula la medición estipula en su apartado 6.6 las medidas correctoras que se verán más adelante.

Con la fuente de emisión regulada y situada en la posición 1, se procede a medir en cada habitación a estudiar los niveles de presión sonora según la figura 27, obteniendo el nivel de presión acústica en el recinto receptor  $L_2$  que queda definido por la norma UNE-EN ISO 140-4: 1999 como el nivel de presión sonora en el recinto receptor (es la suma del nivel de presión de ruido de fondo y el nivel de presión que se transmite a través del paramento).

Terminadas estas mediciones, se silencia la fuente de emisión sonora y se repite la medición en los mismo puntos que la anterior, obteniendo así el nivel de fondo  $B_2$  de los recintos receptores que se utilizará para realizar las pertinentes correcciones según lo requiera la normativa.

De nuevo en el casal fallero, se vuelve a activar la fuente de emisión y se procede a medir con el sonómetro integrador en los puntos que se grafían en la figura 28 para hallar el nivel de presión sonora  $L_1$  en el casal, que según la norma mencionada en éste capítulo es el nivel de presión sonora en el recinto emisor.

Acabado esto, se repite todo el proceso para la otra posición de la fuente.

### *Medianera con zaguán*

En este caso se actuará de la misma manera que en el caso anterior y se basará el procedimiento en la norma UNE-EN ISO 140-4: 1999. En primer lugar se realiza el levantamiento de planos del zaguán de acceso a las viviendas del bloque de viviendas número 10 de la calle Música Penella.

El zaguán cuenta con dos alturas, una a nivel de la entrada desde la calle y otro nivel superior donde desemboca la parada más baja del ascensor.

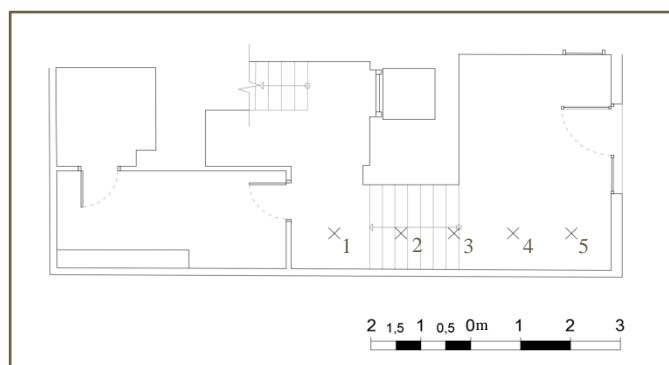


Figura 29. Aislamiento acústico zaguán. Posición medidas  $L_2$  y  $B_2$ .

Con la geometría y las dimensiones del zaguán claras, se propone la distribución de las tomas acústicas según se puede observar en la figura 29.

De la misma manera que en el estudio del forjado, antes de realizar las tomas definitivas, se realiza la toma de prueba para poder regular la potencia de emisión de la fuente sonora (en posición 1), y una vez regulada se procede a realizar las tomas definitivas de presión sonora.

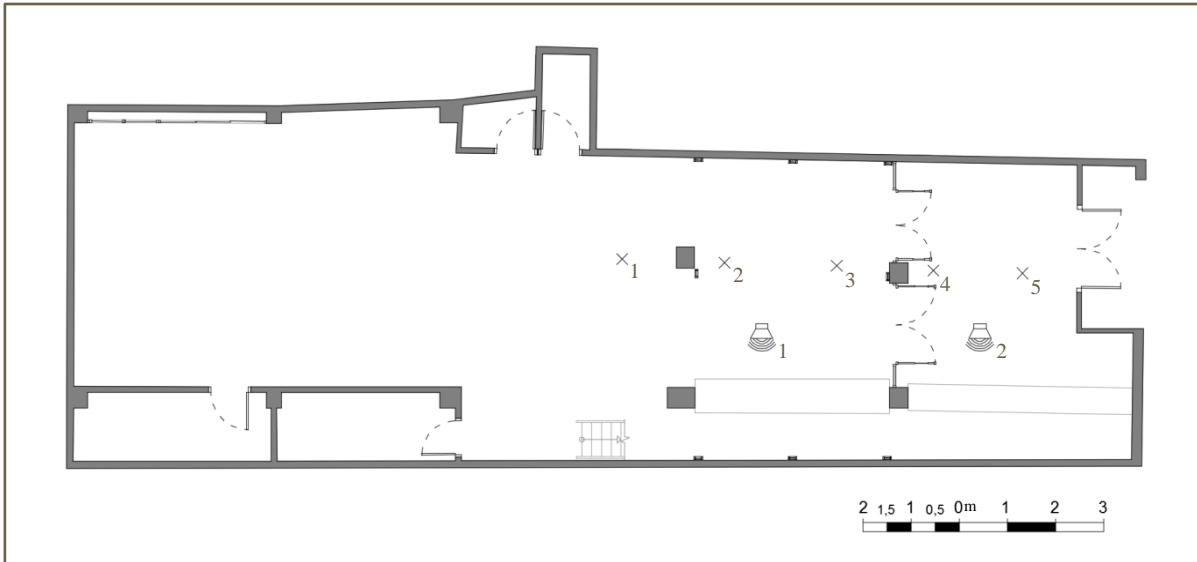
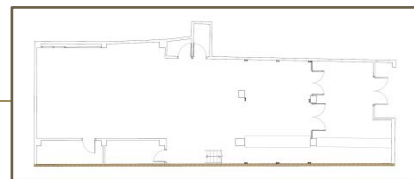


Figura 30. Aislamiento acústico con zaguán. Posición fuente de emisión y medidas  $L_1$ .

Después se repite el proceso para la posición 2 del fuente de emisión.

### *Medianera con local comercial*



Para realizar la medición del aislamiento de la medianera del casal con el local comercial se sigue el procedimiento que vengo comentando en los dos puntos anteriores marcada en la norma internacional.

En primer lugar se levantan los planos de planta del local comercial previa visita y toma de datos geométricos.

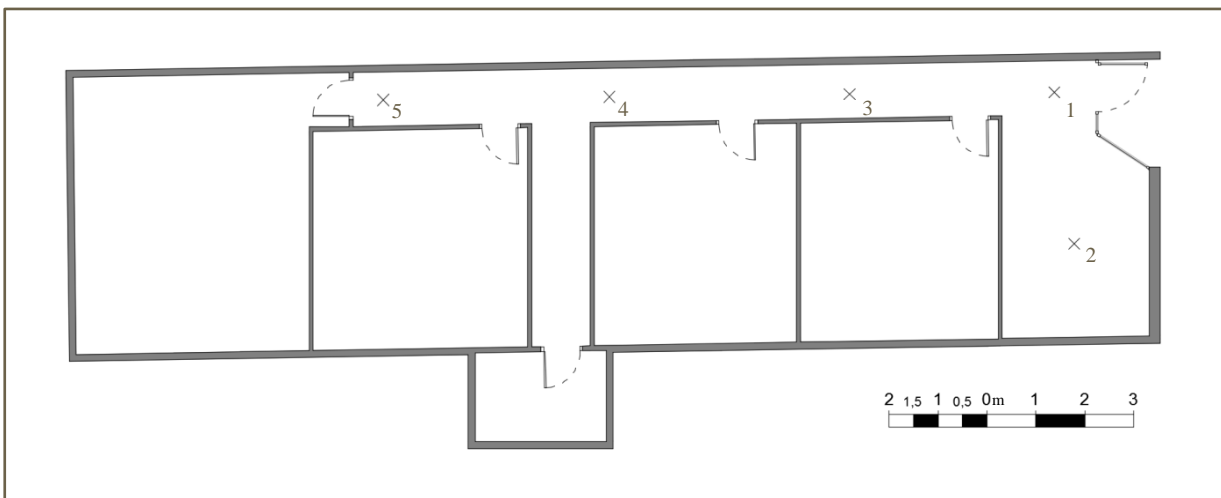


Figura 31. Aislamiento acústico con local comercial. Posición de medidas para  $B_2$  y  $L_2$ .

El local comercial cuenta con una entrada retranqueada formada por carpintería metálica acristalada que da acceso al vestíbulo de entrada que tiene uso de sala de espera. También se puede observar 3 despachos/consultas espirituales, un baño que parece estar fuera de la geometría del local, y una sala grande al fondo que usan para hacer clases de pilates, yoga...

En la figura anterior (figura 31) se grafían las posiciones de las sucesivas posiciones de toma de datos con el sonómetro, y en la figura 32 se muestran las dos posiciones de la fuente y las posiciones del sonómetro para medir los niveles de presión sonora del recinto emisor.

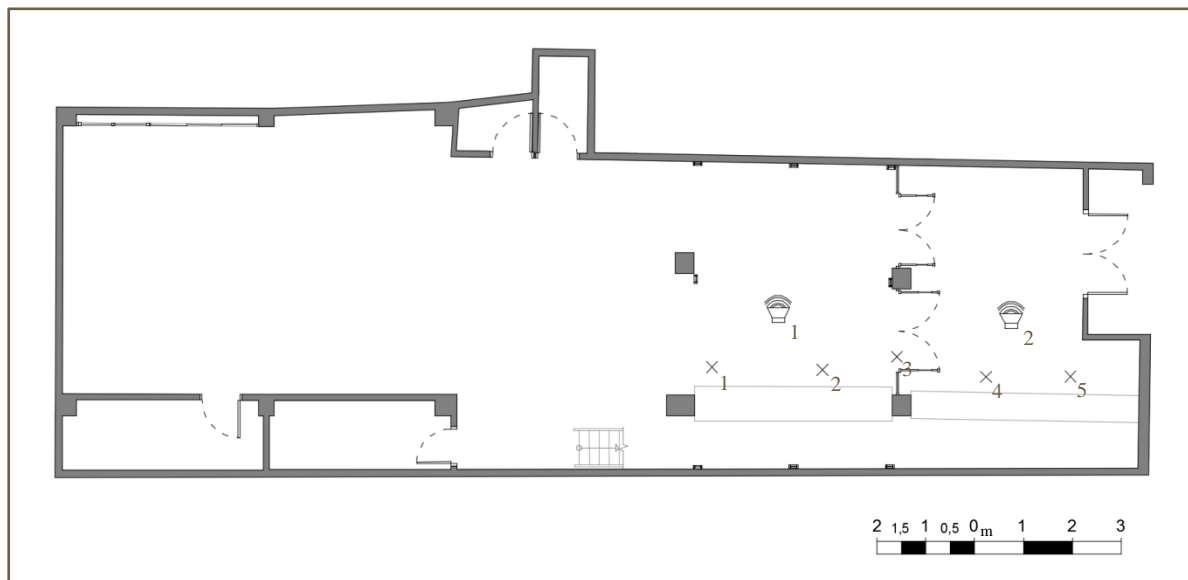
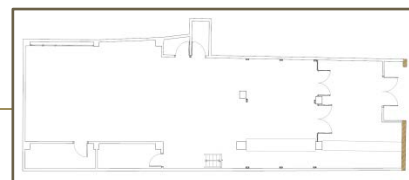


Figura 32. Aislamiento acústico con local comercial. Posición fuente de emisión y medidas  $L_p$ .

En este caso se puede observar que no se analiza la totalidad del cerramiento y se focaliza el ensayo a la parte del cerramiento no perteneciente al almacén ya que el propio almacén actúa como una gran cámara de aire, y distorsionaría los parámetros de medición.

### Fachada



Para analizar el aislamiento acústico del elemento constructivo que separa el exterior del casal fallero, se utilizará el método descrito en la normativa internacional *UNE-EN ISO 140-5: 1999 Medición in-situ del aislamiento al ruido aéreo de elementos de fachadas y de fachadas*, en su apartado 5.7 que define el método global del altavoz.

Los instrumentos utilizados en la medición son la fuente de emisión Sound Source Type 4224, el sonómetro 2238 Mediator. Además se empleó un alargador para poder conectar la fuente de emisión a la distancia requerida al exterior de la fachada.

Para llevar a cabo la medición, la norma anteriormente mencionada establece que se realizará con el micrófono situado en la parte central del exterior de la fachada a distancias que deben ser:  $(2,0 \pm 0,2)$  m desde el plano de la fachada y a 1,5 m sobre el suelo del local de recepción.

En cuanto a la posición de la fuente de emisión sonora se plantea una única posición de la fuente, que se sitúa en la parte central de la fachada y a 5 m de distancia (el mobiliario urbano no permitía incrementar esta distancia hasta los 7 m que dice la norma en su apartado 5.4).

De la misma manera que los casos estudiados anteriormente, se plantean los diferentes puntos de medida con la ayuda del tutor (véase figura 33).

Con la fuente situada en ángulo de  $90^\circ$  con respecto al suelo, se regula la potencia de emisión con tal que la diferencia de nivel de presión entre el ruido de fondo propio del casal, y el nivel de presión combinado del ruido de fondo y de la señal emitida desde el exterior sea al menos de 6 dB preferiblemente 10 dB), como se ha explicado con anterioridad.

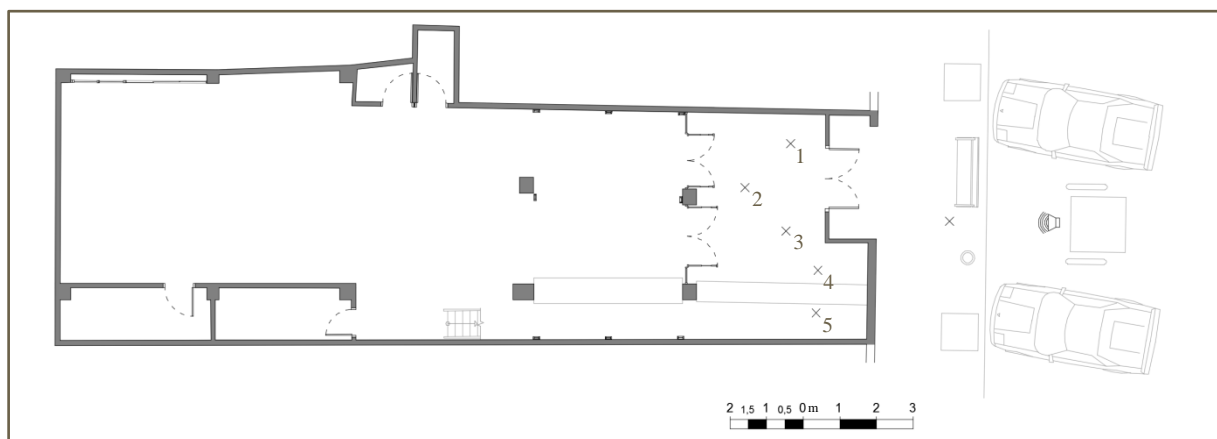


Figura 33. Aislamiento acústico con local comercial. Posición fuente de emisión y medidas  $L_2$ ,  $B_2$  y  $L_1$ .

Debido a que la fuente de emisión está en el exterior del local y emite a un alto nivel, la medición se llevó a cabo en torno a las 12:30 horas del medio día para intentar reducir las molestias a los vecinos. Además se procuró tener la fuente emitiendo únicamente el tiempo estrictamente necesario y se organizaron las medidas de tal forma que se realizaron primero aquellas en que la fuente debía estar emitiendo. Para ello conté con la ayuda de un compañero que se encargaba de silenciar o activar la fuente de emisión, además de custodiar el valioso material.

Por esta razón, una vez regulada la fuente de emisión se mide el nivel de presión sonora en el exterior ( $L_1$ ) de la fachada (figura 33), e inmediatamente a continuación se realizan las mediciones interiores de la combinación de niveles del ruido de fondo y el transmitido a través de la fachada ( $L_2$ ).

Terminadas las mediciones que requerían la emisión de la fuente, se desconecta y se mide el nivel de presión sonora de fondo en el interior del casal  $B_2$ , en las mismas posiciones en que se realizan las mediciones de  $L_2$  (figura 33).

Para poder determinar el aislamiento acústico debemos medir además el tiempo de reverberación en cada recinto emisor, cuyo procedimiento se desarrollará en el siguiente apartado.

Como apunte general sobre la medición del aislamiento acústico, no se plantea la medición del aislamiento acústico a ruido de impactos debido a que el requisito del aislamiento acústico a ruido de impactos solamente es exigible cuando el recinto emisor es un recinto protegido, y dado que el único recinto protegido que linda con el casal fallero es la vivienda superior, no tiene sentido realizar la medición del aislamiento a ruido de impactos en el forjado, debido a la escasa probabilidad de que se produzcan impactos en el forjado superior de la sede festera.

### 3.3 Medición del tiempo de reverberación

El objetivo de esta medición es conocer el tiempo de reverberación del casal y del resto de recintos que comparten elementos divisorios con el casal, y además determinar los distintos parámetros de calidad acústica del casal: claridad C80, definición D50, EDT y RASTI. Estos parámetros serán estudiados más adelante.

Los instrumentos utilizados en la medición fueron: el micrófono de condensador de incidencia aleatoria modelo 4189 H-41 junto al preamplificador 2671 de Brüel & Kjaer, el ordenador portátil con el software Dirac 3.0, y un amplificador de señal entre el ordenador y el micrófono. Además se utilizaron diversos cables para conectar todos los instrumentos entre sí.

La forma correcta de conectar todos los elementos es la siguiente:

- El micrófono se enrosca en la parte superior del preamplificador.
- Se conecta un cable al extremo del preamplificador con conexión BNC. El cable que se usa tiene en un extremo una conexión BNC y en el otro una conexión XLR (BNC-XLR)
- A continuación se conecta un cable XLR-XLR al cable anterior (esto se hace a modo de alargador)
- Se conecta un cable XLR-BNC al extremo del cable anterior y se enchufa el extremo BNC al amplificador de señal.
- El amplificador se conectará a la red eléctrica con su propio transformador para cargar la batería interna (en el momento de la medida se desconectará de la red eléctrica para evitar la infiltración de ruido no deseado en la medición)
- A la salida de sonido del amplificador se conecta el extremo BNC de un cable BNC-mini JACK y el extremos mini JACK, se conecta a la entrada del portátil, a través de su tarjeta de sonido integrada .
- Se conecta el ordenador portátil a la red eléctrica.
- Se conecta el extremo mini JACK de un cable mini JACK-BNC a la salida de audio de la tarjeta de sonido integrada en el ordenador portátil.
- Conectamos el extremo BNC del último cable mencionado a la entrada de sonido de la fuente de emisión.
- Y por último se conecta a la luz la fuente de emisión y se selecciona en el panel de control la opción para que reproduzca el sonido que se le introducirá a través del ordenador portátil.

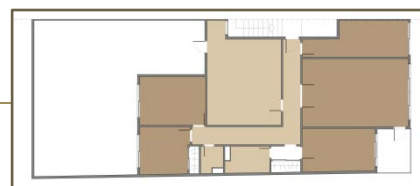
Con todos los instrumentos conectados correctamente se enciende el ordenador portátil y se arranca el software Dirac 3.0 y se configura el tipo de señal emitido en la modalidad e-Sweep (barrido exponencial) que emite una onda sinusoidal que varía lentamente durante el transcurso del tiempo desde la frecuencia más baja a la más alta del espectro de manera exponencial, dedicando un mayor tiempo a las frecuencias bajas y menos a las altas, para que el micrófono perciba los mismos ciclos de onda para cada frecuencia. Además también tenemos que configurar el tiempo que tarda el barrido exponencial entre:

0,34s      0,68s      1,37s      2,73s      5,46s      10,9s      21,8s

Por último se realiza una prueba mediante el comando "test" para evitar la saturación en la grabación. Si se observa que el nivel de entrada llega a la zona roja del indicador (límite de saturación) hay que reducir el volumen de entrada del micrófono. Con todo esto ya estamos en disposición de realizar la toma de muestras acústicas.

Hasta ahora se ha explicado el procedimiento a seguir para realizar correctamente la medición, que será en todos los casos igual. Y a continuación se mostrarán el mapeo de los puntos de toma de medidas acústicas.

### *Vivienda*



A la hora de medir el tiempo de reverberación de los diferentes recintos de la vivienda, se tiene en cuenta lo mencionado con anterioridad en el punto 4.2, *elemento horizontal superior*, en relación con la reducción del número de tomas acústicas que indica la norma.

La organización de los puntos de medición se puede observar en la siguiente ilustración (figura 34).

Para cada posición de micrófono y altavoz grafiada por estancias, se realizarán dos mediciones.

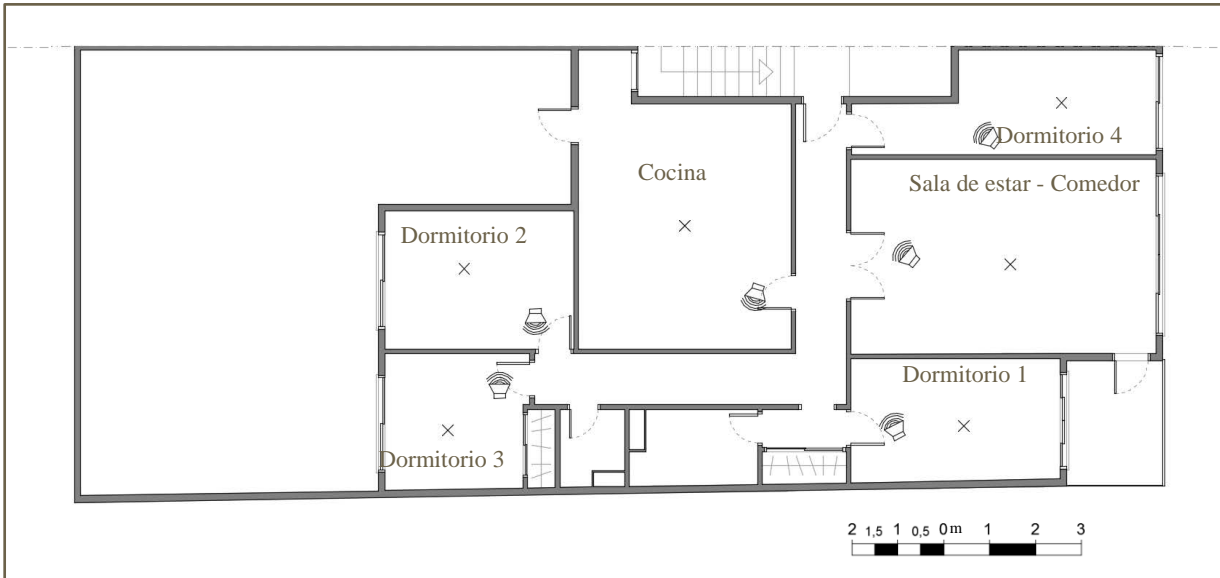


Figura 34. Tiempo de reverberación en vivienda superior. Posición de micrófono y fuente de emisión

### Zaguán



Para el caso del zaguán la disposición de los puntos de toma se realizará según se indica en la ilustración situada inmediatamente debajo.

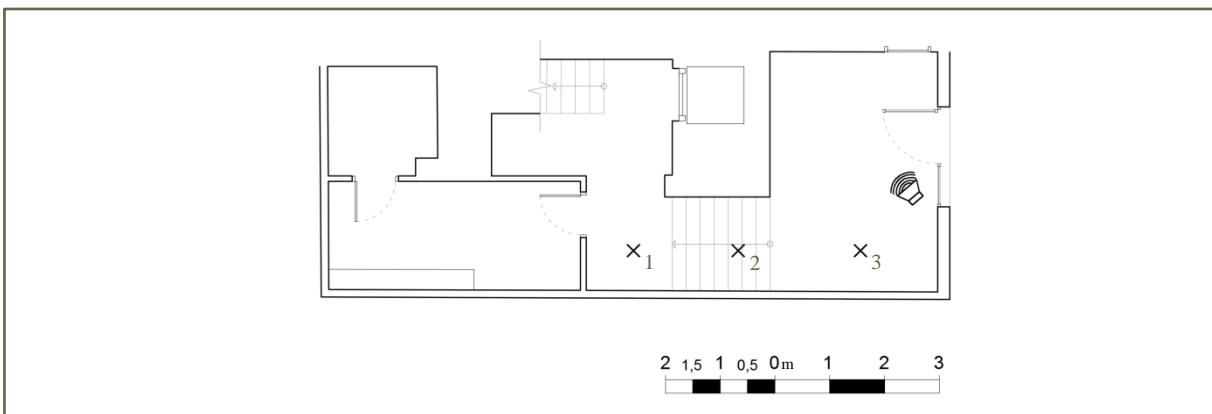
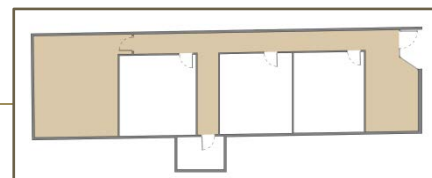


Figura 35. Tiempo de reverberación en zaguán. Posición de micrófono y fuente de emisión

### Local comercial



En este caso, para la medición del tiempo de reverberación se plantea con una posición de altavoz para cada punto de medida (en cada punto de medida se tomarán dos muestras). La razón por la cual se realiza de esta manera es que en el momento de la medición el propietario estaba reunido en su despacho y me pidió que no hiciera mucho ruido.

Moviendo en cada punto la fuente de emisión, se puede obtener niveles de presión de entrada al software Dirac 3.0 aceptables con un menor nivel emitido por la fuente de emisión.

En la figura 36 se puede ver las posiciones de medición.

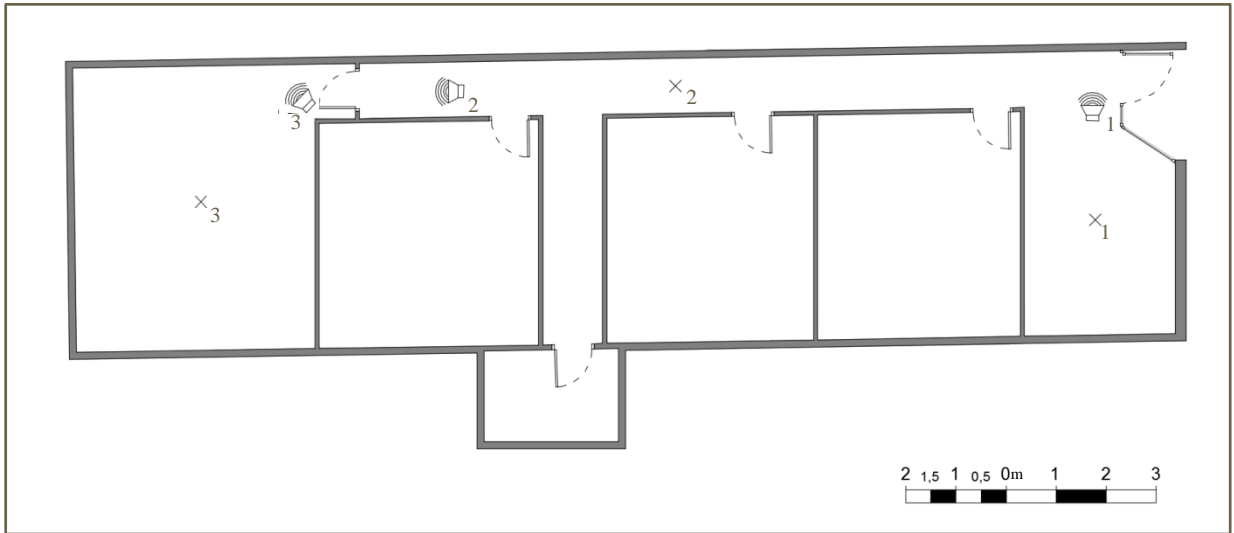
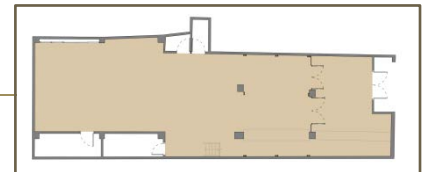


Figura 36. Tiempo de reverberación en local comercial. Posición de micrófono y fuente de emisión

### Casal fallero



En el caso del casal fallero, se realiza un estudio con más precisión, haciendo un estudio de la zona de ensayo y otro de la zona de reuniones (véase punto 2.1).

La razón por la cual se diferencian dos zonas en el casal es para poder evaluar los parámetros de calidad acústica y poder concluir si las condiciones que existen se adecúan al uso.

En la zona de ensayos, la distribución de las tomas es la siguiente:

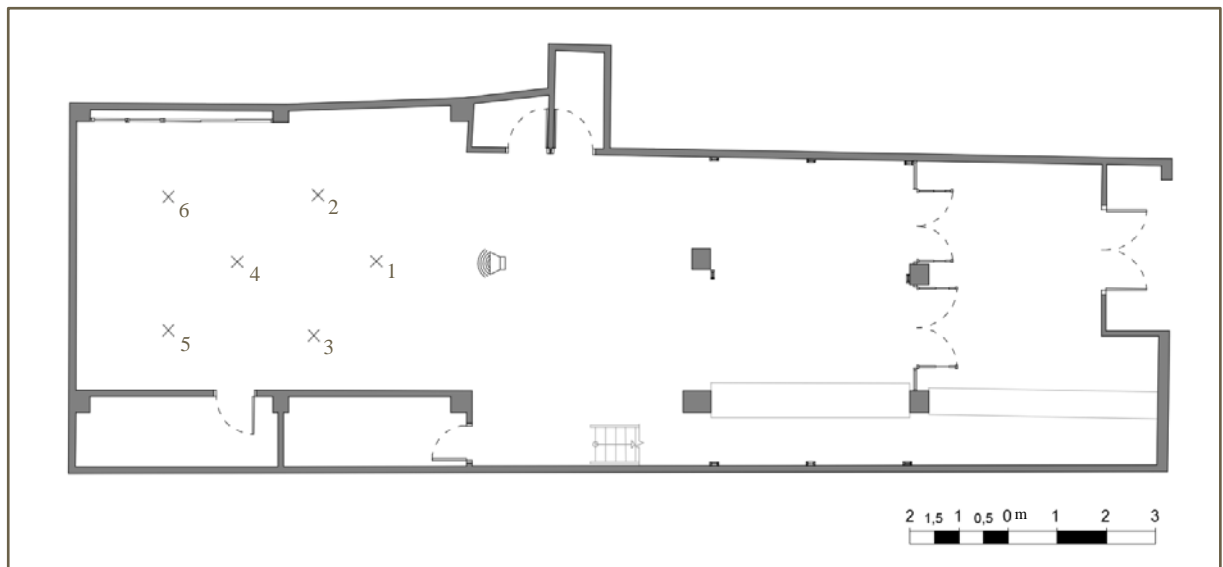
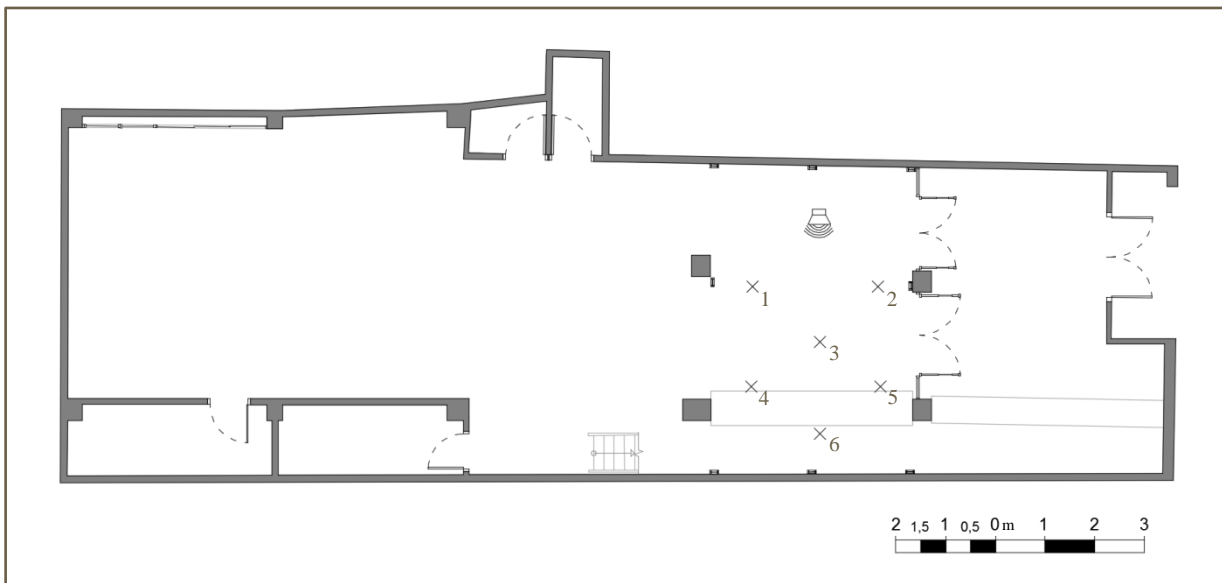


Figura 37. Tiempo de reverberación en zona de casal fallero, zona de ensayos. Posición de micrófono y fuente de emisión

Tanto para la zona de ensayos como para la zona de reuniones, se realizará una toma por cada posición de micrófono grafiada.



La distribución de las tomas en la zona de reuniones es la que se observa en la siguiente ilustración, (figura 38)



**Figura 38.** Tiempo de reverberación en zona de casal fallero, zona de reuniones. Posición de micrófono y fuente de emisión

Para este caso, como nos interesa medir los parámetros de calidad acústica se coloca la fuente de emisión en dirección a las posiciones de toma de medida.

## 4. ANÁLISIS DE MEDICIONES Y PARÁMETROS DE CALIDAD

### 4.1 Aislamiento acústico

#### *Exigencias*

Para poder analizar los datos obtenidos en la medición acústica, debemos determinar las exigencias que establecen el Código Técnico de la Edificación, la ley 7/2002 de Protección contra la Contaminación acústica y la Ordenanza municipal de protección contra la contaminación acústica.

En el documento básico *DB-HR Protección contra el ruido* se establecen las exigencias mínimas de los elementos separadores, en función del uso al que se destine cada recinto. Los tipos de recintos quedan definidos de la siguiente forma (*Anejo A. Terminología*):

**"Recinto:** *Espacio del edificio limitado por cerramientos, particiones o cualquier otro elemento de separación.*

**Recinto de actividad:** *Aquellos recintos, en los edificios de uso residencial (público y privado), hospitalario o administrativo, en los que se realiza una actividad distinta a la realizada en el resto de los recintos del edificio en el que se encuentra integrado, siempre que el nivel medio de presión sonora estandarizado, ponderado A, del recinto sea mayor que 70 dBA. Por ejemplo, actividad comercial, de pública concurrencia, etc.*

*A partir de 80 dBA se considera recinto ruidoso.*

*Todos los aparcamientos se consideran recintos de actividad respecto a cualquier uso salvo los de uso privativo en vivienda unifamiliar.*

**Recinto de instalaciones:** *Recinto que contiene equipos de instalaciones colectivas del edificio, entendiéndose como tales, todo equipamiento o instalación susceptible de alterar las condiciones ambientales de dicho recinto. A efectos de este DB, el recinto del ascensor no se considera un recinto de instalaciones a menos que la maquinaria esté dentro del mismo.*

**Recinto habitable:** *Recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran recintos habitables los siguientes:*

- a) *habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales;*
- b) *aulas, salas de conferencias, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente;*
- c) *quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario u hospitalario;*
- d) *oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo;*
- e) *cocinas, baños, aseos, pasillos, distribuidores y escaleras, en edificios de cualquier uso;*
- f) *cualquier otro con uso asimilable a los anteriores.*

*En el caso en el que en un recinto se combinen varios usos de los anteriores siempre que uno de ellos sea protegido, a los efectos de este DB se considerará recinto protegido.*

*Se consideran recintos no habitables aquellos no destinados al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas*

condiciones de salubridad adecuadas. En esta categoría se incluyen explícitamente como no habitables los trasteros, las cámaras técnicas y desvanes no acondicionados y sus zonas comunes.

**Recinto protegido:** Recinto habitable con mejores características acústicas. Se consideran recintos protegidos los recintos habitables de los casos a), b,) c), d).

**Recinto ruidoso:** Recinto, de uso generalmente industrial, cuyas actividades producen un nivel medio de presión sonora estandarizado, ponderado A, en el interior del recinto, mayor que 80 dBA.

**Unidad de uso:** Edificio o parte de un edificio que se destina a un uso específico, y cuyos usuarios están vinculados entre, sí bien por pertenecer a una misma unidad familiar, empresa, corporación, bien por formar parte de un grupo o colectivo que realiza la misma actividad. En cualquier caso, se consideran unidades de uso, las siguientes:

- a) en edificios de vivienda, cada una de las viviendas;
- b) en edificios de uso hospitalario, y residencial público, cada habitación incluidos sus anexos;
- c) en edificios docentes, cada aula o sala de conferencias incluyendo sus anexos;

En este punto hay un comentario que se añadió con posterioridad que dice lo siguiente:

*El concepto de unidad de uso es vital para determinar las exigencias de aislamiento acústico entre recintos aplicables a cualquier edificio, ya que los valores de aislamiento acústico a ruido interior se aplican a unidades de uso diferentes.*

*Una unidad de uso puede ser un edificio de un único titular como por ejemplo, un edificio de uso administrativo de una sola compañía o un edificio puede estar dividido en varias unidades, como establece en este punto el DB HR."*

Las exigencias de aislamiento acústico entre recintos se establecen (Art. 2.1.1 DB-HR):

- Entre una unidad de uso y cualquier recinto del edificio que no pertenezca a dicha unidad de uso.
- Entre recintos protegidos o habitables y :
  - Recintos de instalaciones
  - Recintos de actividad o ruidosos.

Como dice la propia norma en el artículo 2.1.1 BD-HR, "Los elementos constructivos interiores de separación, así como fachadas, las cubiertas, las medianerías y los suelos en contacto con el aire exterior que conforman cada recinto de un edificio deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas características tales que se cumpla:

a) En los recintos protegidos

...

iii. Protección frente al ruido generado en recintos de instalaciones y en recintos de actividad:

- El aislamiento acústico a ruido aéreo,  $D_{nT,A}$ , entre un recinto protegido y un recinto de instalaciones o un recinto de actividad, colindante vertical u horizontalmente con él, no será menor que 55 dBA.

b) En los recintos habitables:

...

iii. Protección frente al ruido generado en recintos de instalaciones y en recintos de actividad:

- El aislamiento acústico a ruido aéreo,  $D_{nT,A}$ , entre un recinto habitable y un recinto de instalaciones, o un recinto de actividad, colindantes vertical u horizontalmente con él, siempre que no compartan puertas, no será menor que 45 dBA. Cuando sí las compartan, el índice global de reducción

acústica, ponderado A,  $R_A$ , de éstas no será menor que 30 dBA y el índice de reducción acústica ponderado A,  $R_A$ , del cerramiento no será menor que 50 dBA.

En la Ley 7/2002, de 3 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, de Protección contra la Contaminación Acústica, se establecen las exigencias acústicas de los recintos en función de los niveles de recepción internos y externos al recinto.

Estos niveles de recepción vienen estipulados en el Anexo II de la citada ley (tablas 3 y 4)

Uso dominante	Nivel sonoro dB(A)	
	Día	Noche
Sanitario y Docente	45	35
Residencial	55	45
Terciario	65	55
Industrial	70	60

Tabla 3. Ley 7/2002 - Tabla 1. Niveles de recepción externos. Anexo II

Uso	Locales	Nivel sonoro dB(A)	
		Día	Noche
Sanitario	Zonas comunes	50	40
	Estancias	45	30
	Dormitorios	30	25
Residencial	Piezas habitables (excepto cocinas)	40	30
	Pasillos, aseos, cocina	45	35
Docente	Aulas	40	30
	Salas de lectura	35	30
Cultural	Salas de concierto	30	30
	Bibliotecas	35	35
	Museos	40	40
	Exposiciones	40	40
Recreativo	Cines	30	30
	Teatros	30	30
	Bingos y salas de juego	40	40
	Hostelería	45	45
Comercial	Bares y establecimientos comerciales	45	45
	Administrativo	40	40
y oficinas	Despachos profesionales	40	40
	Oficinas	45	45

Tabla 4. Ley 7/2002 - Tabla 2. Niveles de recepción internos. Anexo II

En cuanto a las exigencias de la Ordenanza Municipal de Protección contra la Contaminación Acústica, se establece en el Artículo 44 lo siguiente:

**"Art. 44. Aislamiento mínimo en locales cerrados.**

1. Para las instalaciones en locales que, entre sus elementos cuenten con sistemas de amplificación sonora regulables a voluntad, el aislamiento acústico exigible a los elementos constructivos delimitadores (incluido puertas, ventanas y huecos de ventilación), se deducirá en base a los siguientes niveles de emisión mínimos:

Grupo 1) Salas de fiestas, discotecas, tablaos y otro locales autorizados para actuaciones en directo: 104 dBA

Grupo 2) *Pubs, bares y otros establecimientos con ambientación musical procedente exclusivamente de equipo de reproducción sonora, y sin actuaciones en directo: 90 dBA.*

Grupo 3) *Bingos, salones de juego y recreativos y gimnasios: 85 dBA.*

Grupo 4) *Bares, restaurantes y otros establecimientos hosteleros sin equipo de reproducción sonora: 80 dBA.*

No obstante, el aislamiento mínimo a ruido aéreo  $D_{nT,A}$ , exigible a los locales situados o colindantes con edificios de uso residencial y destinados a cualquier actividad con un nivel de emisión superior a 70 dBA, será la siguiente:

- Elementos constructivos separadores horizontales y verticales: 55 dBA si la actividad funciona sólo en horario diurno, ó 60 dBA si ha de funcionar en horario nocturno aunque sea de forma limitada.
- Estos valores se incrementarán hasta garantizar que no se superen los niveles exigidos de calidad acústica en el ambiente interior de las viviendas.
- Elementos constructivos horizontales y verticales de cerramiento exterior, fachadas y cubiertas, 30 dBA.

...

Tipo de actividad	Nivel de emisión	Aislamiento $D_{nT,A}$	Aislamiento $D(125)$
Grupo 1	104	75	60
Grupo 2	90	70	55
Grupo 3	85	65	50
Grupo 4	80	60	45

**Tabla 5.** Exigencias Ordenanza Municipal de Protección contra la Contaminación Acústica

Siendo  $D_{nT,A}$  la diferencia de niveles estandarizada y  $D(125)$  el aislamiento en la banda de octava de frecuencia central de 125 Hz.

...

4. *En el interior de los locales regulados en este artículo, no podrán superarse niveles sonoros superiores a 90 dBA, excepto que en el acceso o accesos al local se coloque el aviso siguiente: "los niveles sonoros en interior pueden producir lesiones en el oído". El aviso deberá ser perfectamente visible, tanto por su dimensión como por su iluminación."*

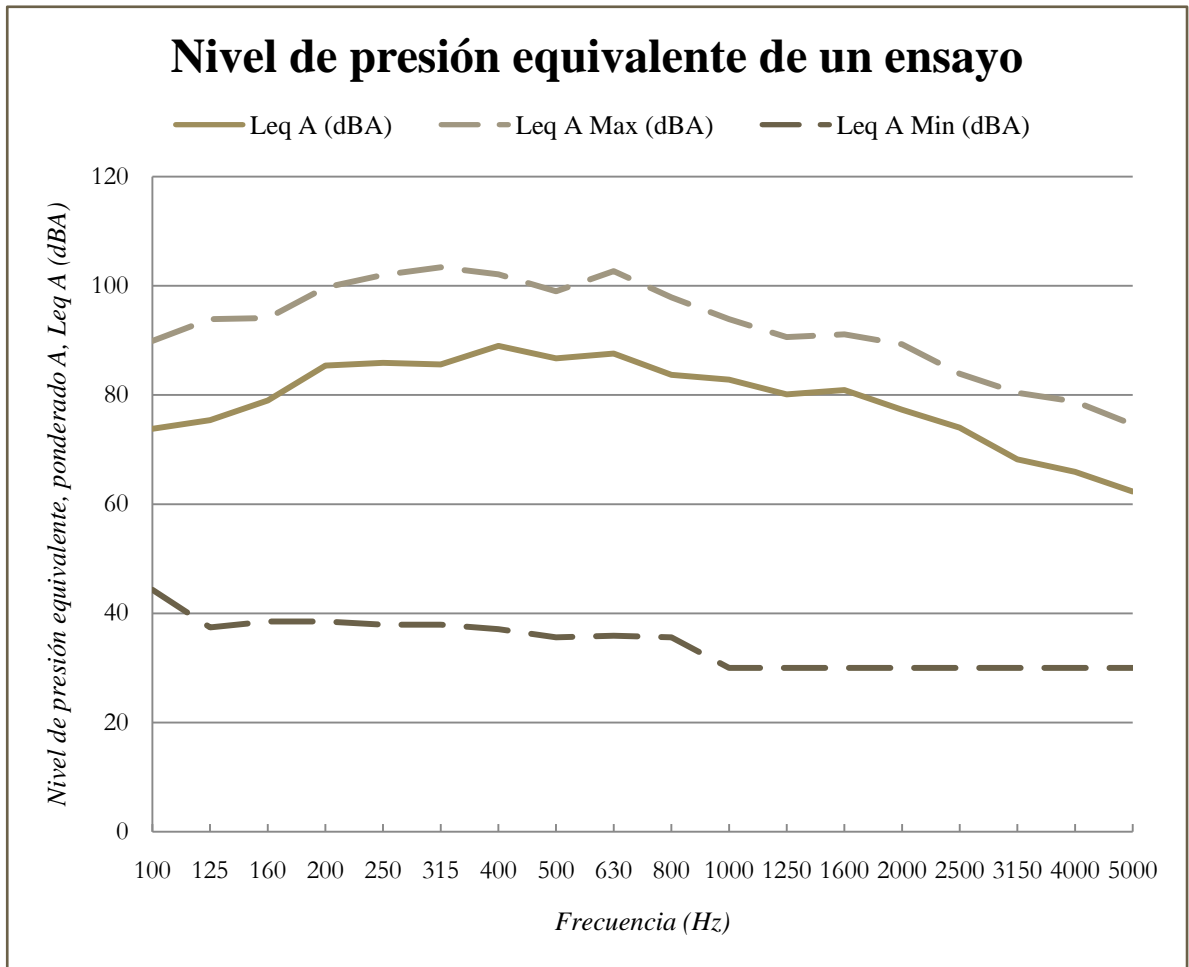
Según la organización en grupos vista anteriormente, resulta difícil determinar cuál es el grupo al que pertenece.

Debido a que esta organización en grupos está basada en el nivel de emisión de los recintos, se planteó medir el nivel de emisión de un ensayo de la banda de música, ya que es la actividad más ruidosa que se produce con normalidad.

Para ello hay que configurar el sonómetro para que realice sucesivos barridos por todas las frecuencias del rango a estudiar (100 Hz - 5 kHz) para que el sonómetro devuelva el nivel sonoro continuo equivalente, ponderado A,  $L_{eqA}$ . Para este caso se estableció un número de barridos de 25 que comprende un total de 33 minutos y 23 segundos (el valor  $L_{eqA}$  que aparece en el monitor del sonómetro debe permanecer estable para dar por buena la medición).

El parámetro  $L_{eqA}$  se usa para ruidos variables con el tiempo, como lo es por ejemplo la interpretación de una pieza musical, donde se van alternando fragmentos con mayor y menor intensidad. El rango de medida del nivel establecido en el sonómetro es de 30 dBA a 110 dBA.

Los datos que se obtuvieron son los siguientes:



**Figura 39.** Gráfica. Representación del nivel de presión equivalente de un ensayo. Medidas espectrales.

Frecuencia (Hz)	$L_{eq A}$ (dB(A))	$L_{eq A Max}$ (dB(A))	$L_{eq A Min}$ (dB(A))
100	73,8	89,9	44,3
125	75,4	93,9	37,4
160	79,0	94,1	38,5
200	85,4	99,7	38,5
250	85,9	102	37,9
315	85,6	103,4	37,9
400	89,0	102,1	37,1
500	86,7	99,0	35,6
630	87,6	102,7	35,9
800	83,7	97,9	35,6
1k	82,8	93,9	≤ 30,0
1,25k	80,1	90,6	≤ 30,0
1,6k	80,9	91,1	≤ 30,0
2k	77,3	89,3	≤ 30,0
2,5k	74,0	83,9	≤ 30,0
3,15k	68,2	80,4	≤ 30,0
4k	65,9	78,8	≤ 30,0
5k	62,3	74,6	≤ 30,0

**Tabla 6.** Nivel de presión equivalente medido de un ensayo. Medidas espectrales.

$L_{eqA} (dBA)$	$L_{eqA Max} (dBA)$	$L_{eqA Min} (dBA)$
91,7	106	41,7

Tabla 7. Nivel de presión equivalente medido de un ensayo. Medidas banda ancha.

Se puede observar que el nivel equivalente del ensayo corresponde a 91,7 dBA. Como el nivel de presión equivalente es mayor a 70 dBA, los elementos constructivos horizontales y verticales deberán tener una diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, entre recintos interiores de 70 dBA; y 30 dBA para la fachada.

Al tener un nivel de emisión interna superior a los 80 dBA, se considera al casal según el DB-HR como un recinto de actividad ruidoso.

A continuación se muestra un resumen de las condiciones exigidas por cada normativa.

Recinto colindante con casal		Exigencia DB HR	Exigencia Ley 7/2002	Exigencia OMPCCA	Exigencia RD 1367/2007*	
		$D_{nTA}$	Niveles de recepción interna (noche)	$D_{nTA}$	Niveles de recepción interna (noche)	
VIVIENDA	Dormitorio 1	$D_{nTA} \geq 55$	Recepción interior	$\leq 30$	$D_{nTA} \geq 70$	$\leq 30$
	Dormitorio 2	$D_{nTA} \geq 55$		$\leq 30$	$D_{nTA} \geq 70$	$\leq 30$
	Dormitorio 3	$D_{nTA} \geq 55$		$\leq 30$	$D_{nTA} \geq 70$	$\leq 30$
	Dormitorio 4	$D_{nTA} \geq 55$		$\leq 30$	$D_{nTA} \geq 70$	$\leq 30$
	Sala estar comedor	$D_{nTA} \geq 55$		$\leq 30$	$D_{nTA} \geq 70$	$\leq 35$
	Cocina	$D_{nTA} \geq 55$		$\leq 35$	$D_{nTA} \geq 70$	$\leq 35$
ZAGUÁN		$D_{nTA} \geq 55$		$\leq 40$	$D_{nTA} \geq 70$	
LOCAL COMERCIAL		$D_{nTA} \geq 55$		$\leq 45$	$D_{nTA} \geq 70$	
FACHADA		**	ext.	$\leq 45$	$D_{2m,nT,Atr} \geq 30$	

Tabla 8. Resumen de las exigencias de la normativa

\* El real decreto RD 1367/2007 desarrolla la ley 37/2003 del ruido

\*\* Las exigencias de aislamiento acústico del exterior sólo se aplican a recintos protegidos. En el caso de otros recintos, tales como recintos habitables, de instalaciones o actividad, el DB HR no especifica ningún nivel de aislamiento acústico.

### Cálculos

En esta sección se explicará el procedimiento de cálculo desarrollado para obtener, a partir de todas las muestras obtenidas, los parámetros que indican el grado de aislamiento que ofrece el elemento separador y compararlos con lo exigido por las normativas de aplicación ( tabla 8).

Para poder comparar estos parámetros, el Documento Básico HR de Protección contra el Ruido establece en su Anejo H, que se podrá aceptar como aproximación de los parámetros de valoración los siguientes:

- $D_{nT,w} + C$  como aproximación de  $D_{nT,A}$  entre recintos interiores
- $D_{2m,nT,w} + C_{tr}$  como aproximación de  $D_{2m,nT,Atr}$  entre un recinto y el exterior (automóviles)

En primer lugar hay que hallar la media de los valores medidos en los diferentes puntos estudiados en los puntos 3.2 y 3.3 del presente trabajo. Para obtener el nivel medio de presión sonora para un recinto se emplea la siguiente ecuación:

$$L = 10 \log \left( \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{L_j/10} \right) \text{ dB}$$

donde  $L_j$  son los niveles de presión sonora  $L_1$  a  $L_n$  en  $n$  posiciones diferentes dentro del recinto; Y para hallar el tiempo de reverberación medio se hace una media aritmética de los valores obtenidos del software Dirac 3.0.

A lo largo de este punto, se mostrará el proceso de cálculo para el caso del aislamiento del casal con el local comercial a modo de ejemplo. Para ver el cálculo completo de los demás elementos, véase *Anexo III. Cálculos acústicos*.

Niveles en recinto emisor. Posición fuente 1						
frec.	1	2	3	4	5	$L_{1-1}$
100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
125	84,7	87,6	85,6	82,5	84,6	85,3
160	87,7	89,4	92,4	85,6	86,9	89,1
200	87,6	92,2	91,3	84,1	87,0	89,4
250	88,8	89,7	92,3	85,7	85,7	89,2
315	85,9	86,9	86,4	82,9	83,3	85,4
400	84,2	81,1	85,5	81,5	80,9	83,1
500	85,2	83,8	86,2	81,1	80,1	83,9
630	83,9	83,3	84,1	79,8	78,2	82,4
800	83,0	82,9	85,2	78,5	77,2	82,3
1k	80,0	79,0	81,1	75,9	74,2	78,7
1,25k	74,6	75,9	76,8	70,3	70,2	74,4
1,6k	75,8	76,1	76,7	71,3	72,0	74,9
2k	74,4	75,5	77,4	71,6	69,9	74,5
2,5k	70,7	70,4	71,5	65,3	65,0	69,4
3,15k	65,5	66,8	68,4	62,4	61,4	65,7
4k	62,2	63,5	64,0	59,0	57,9	61,9
5k	56,8	57,7	59,2	52,8	52,3	56,6

Tabla 9. Niveles en recinto emisor. Posición fuente 1

Niveles en recinto emisor. Posición fuente 2						
frec.	1	2	3	4	5	$L_{1-2}$
100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
125	77,6	81,2	82,1	91,4	87,5	86,6
160	83,7	90,8	87,7	94,0	94,7	91,8
200	85,1	86,7	87,6	94,4	98,5	93,5
250	81,9	83,1	87,5	93,2	94,1	90,5
315	80,6	81,6	84,2	90,1	88,9	86,7
400	79,9	78,9	81,4	90,0	89,3	86,4
500	78,8	80,0	82,1	90,6	89,0	86,6
630	77,5	79,7	81,6	84,9	85,3	82,8
800	78,0	78,1	81,6	84,4	86,0	82,8
1k	73,4	74,7	77,3	84,0	81,2	79,9
1,25k	71,1	72,4	72,8	79,7	77,0	75,9
1,6k	71,7	75,2	73,3	80,3	78,8	77,0
2k	70,5	71,7	72,3	79,5	80,9	77,1
2,5k	67,5	67,6	67,9	75,0	73,5	71,6
3,15k	62,2	64,1	65,1	71,5	71,5	68,5
4k	58,5	60,3	61,7	68,5	67,3	65,0
5k	51,5	53,5	56,1	63,3	61,9	59,5

Tabla 10. Niveles en recinto emisor. Posición fuente 2

Nivel medio de presión sonora en recinto emisor																		
frec.	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k	5k
$L_{1-1}$	0,0	85,3	89,1	89,4	89,2	85,4	83,1	83,9	82,4	82,3	78,7	74,4	74,9	74,5	69,4	65,7	61,9	56,6
$L_{1-2}$	0,0	86,6	91,8	93,5	90,5	86,7	86,4	86,6	82,8	82,8	79,9	75,9	77,0	77,1	71,6	68,5	65,0	59,5
$L_1$	0,0	86,0	90,6	91,9	89,9	86,1	85,0	85,4	82,6	82,5	79,4	75,2	76,1	76,0	70,6	67,3	63,7	58,3

Tabla 11. Nivel medio de presión sonora en recinto emisor



Niveles en recinto receptor. Posición fuente 1						
frec.	1	2	3	4	5	$L_{2,1}$
100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
125	48,8	38,3	49,2	51,0	52,3	49,7
160	50,0	50,7	50,8	53,3	49,8	51,1
200	52,9	46,6	52,2	50,9	50,5	51,1
250	52,9	46,0	49,7	48,3	50,9	50,2
315	45,7	45,3	48,2	47,4	44,5	46,4
400	44,8	41,3	46,7	47,8	44,0	45,5
500	41,6	43,8	47,4	42,0	38,8	43,7
630	40,4	39,5	42,4	45,6	38,7	42,1
800	34,7	37,1	40,0	43,1	37,8	39,5
1k	28,8	30,9	38,3	34,5	31,0	34,1
1,25k	28,5	27,1	39,3	29,5	27,4	33,5
1,6k	28,3	26,5	33,6	26,5	22,5	29,1
2k	20,9	27,2	28,0	25,6	21,3	25,5
2,5k	17,8	24,0	22,9	19,3	15,1	21,0
3,15k	16,8	25,9	21,5	15,2	26,0	23,1
4k	14,1	23,8	19,1	14,8	15,8	19,2
5k	11,8	11,0	17,6	12,0	21,3	16,7

Tabla 12. Niveles en recinto receptor. Posición fuente 1

Niveles en recinto receptor. Posición fuente 2						
frec.	1	2	3	4	5	$L_{2,2}$
100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
125	46,6	41,1	51,6	49,1	41,9	47,8
160	50,9	48,4	48,2	56,3	51,9	52,3
200	55,0	53,7	52,0	53,5	51,2	53,3
250	63,4	50,8	49,2	55,4	50,1	57,5
315	47,4	47,6	47,6	48,2	47,4	47,7
400	44,7	42,7	45,9	48,2	45,9	45,8
500	42,8	43,4	46,5	46,3	39,5	44,4
630	41,1	44,8	42,7	42,3	37,5	42,3
800	40,9	43,2	39,9	40,7	35,4	40,7
1k	33,1	35,8	34,1	34,3	29,6	33,8
1,25k	38,5	43,6	28,6	28,1	24,8	38,0
1,6k	27,9	33,4	27,4	28,8	21,4	29,3
2k	25,6	30,4	25,6	25,7	29,2	27,8
2,5k	26,5	25,4	20,1	21,9	15,0	23,4
3,15k	21,2	20,3	18,2	14,6	20,4	19,5
4k	27,5	21,4	12,8	17,8	10,0	22,0
5k	26,9	17,9	11,2	13,4	19,2	21,3

Tabla 13. Niveles en recinto receptor. Posición fuente 2

Nivel medio de presión sonora en recinto receptor																		
frec.	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k	5k
$L_{2,1}$	0,0	49,7	51,1	51,1	50,2	46,4	45,5	43,7	42,1	39,5	34,1	33,5	29,1	25,5	21,0	23,1	19,2	16,7
$L_{2,2}$	0,0	47,8	52,3	53,3	57,5	47,7	45,8	44,4	42,3	40,7	33,8	38,0	29,3	27,8	23,4	19,5	22,0	21,3
$L_2$	0,0	48,8	51,7	52,3	55,3	47,1	45,7	44,0	42,2	40,1	34,0	36,3	29,2	26,8	22,3	21,6	20,8	19,6

Tabla 14. Nivel medio de presión sonora en recinto receptor

Niveles en recinto receptor. Ruido de fondo						
frec.	1	2	3	4	5	$B_2$
100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
125	46,9	50,8	40,8	39,0	44,3	46,4
160	37,0	54,5	45,4	44,3	30,2	48,4
200	46,2	49,9	48,6	52,6	40,6	49,1
250	44,0	44,6	37,1	52,2	31,7	46,6
315	35,7	41,2	43,3	49,7	35,9	44,3
400	37,7	40,0	33,3	41,5	37,0	38,7
500	36,9	39,1	37,1	33,0	37,0	37,0
630	31,8	38,4	43,7	37,2	33,5	39,0
800	28,4	31,0	30,0	24,3	25,9	28,6
1k	34,1	27,6	41,9	23,5	28,6	35,9
1,25k	29,6	34,0	40,1	17,3	15,7	34,4
1,6k	27,5	34,5	26,2	21,4	23,5	29,2
2k	29,8	19,4	25,1	19,7	26,1	25,7
2,5k	23,7	30,9	23,0	18,9	11,9	25,5
3,15k	28,7	24,6	18,1	14,9	13,3	23,6
4k	20,4	20,2	29,8	12,5	11,2	23,8
5k	20,5	29,3	25,6	17,8	13,5	24,5

Tabla 15. Niveles de presión en recinto receptor. Ruido de fondo

Se puede observar en las tablas anteriores que en la banda de tercio de octava de 100 Hz el valor es 0,0.

Esto no quiere decir que el nivel medido fue de nulo, sino que se debe a un error en la configuración del rango de frecuencias en el sonómetro integrador.

Debido a la imposibilidad de volver a realizar la medición (el propietario se opuso a que volviera a realizar la medición) se tuvo que solventar la situación obteniendo el resultado  $D$  a 100 Hz, continuando la tabla de valores siguiendo la tendencia, tal y como se acordó con el tutor del proyecto.

Además se puede observar que hay un valor grafiado en rojo (tabla 13). Esto se debe a que el nivel medido fue inferior al extremo mínimo del rango (10 dBA). Entonces se establece el valor 10 dBA para esa medición en concreto

Seguidamente hay que realizar las correcciones oportunas del nivel de presión sonora de señal y fondo en el recinto receptor según el punto 6.6 de la norma UNE-EN ISO 140-4: 1999.

### "6.6 Corrección por ruido de fondo

Se miden los niveles de ruido de fondo para asegurar que las observaciones en el recinto receptor no están afectadas por sonidos ajenos tales como ruidos del exterior del recinto de medida, ruido eléctrico en el sistema de captación, o diafonías eléctricas entre el sistema de emisión y recepción.

El nivel de ruido de fondo debe ser, al menos, 6 dB (y preferiblemente más de 10 dB) menor que el nivel combinado de señal y ruido de fondo. Si la diferencia de niveles es menor que 10 dB pero mayor que 6 dB, se calculan las correcciones de acuerdo con la ecuación:

$$L = 10 \log \left( 10^{L_{sb}/10} - 10^{L_b/10} \right) \text{ dB}$$

donde

$L$  es el nivel de la señal corregido, en decibelios;

$L_{sb}$  es el nivel combinado de señal y ruido de fondo, en decibelios;

$L_b$  es el nivel de ruido de fondo, en decibelios.

Si la diferencia de niveles es menor o igual a 6 dB en cualquiera de las bandas de frecuencia, utilice la corrección 1,3 dB correspondiente a una diferencia de 6 dB. En este caso, en el informe se indicará claramente que los  $D_m$ ,  $D_{nT}$ , o  $R'$  dados son un límite de la medición"

Corrección nivel de presión sonora en recinto receptor					
frec.	$L_1$	$L_2$	$B_2$		Corrección $L_2$
100	0,00	0,00	0,00	0	0,00
125	86,01	48,82	46,36	2	47,52
160	90,62	51,72	48,44	3	50,42
200	91,92	52,32	49,09	3	51,02
250	89,87	55,26	46,56	9	54,63
315	86,07	47,09	44,33	3	45,79
400	85,02	45,66	38,71	7	44,68
500	85,44	44,05	37,02	7	43,09
630	82,60	42,18	38,96	3	40,88
800	82,54	40,12	28,58	12	40,12
1k	79,35	33,95	35,93	-2	32,65
1,25k	75,18	36,32	34,39	2	35,02
1,6k	76,10	29,18	29,20	0	27,88
2k	75,99	26,81	25,72	1	25,51
2,5k	70,60	22,32	25,46	-3	21,02
3,15k	67,33	21,62	23,60	-2	20,32
4k	63,72	20,81	23,80	-3	19,51
5k	58,27	19,57	24,50	-5	18,27

$L_2 - B_2 \leq 6$	xx	Corrección en 1,3 dB
$6 < L_2 - B_2 < 10$	xx	Corrección con fórmula
$L_2 - B_2 \geq 10$	xx	No precisa corrección

Tabla 16. Corrección nivel de presión sonora en recinto receptor

Una vez se han corregido los niveles de presión del recinto receptor, se procede a calcular la diferencia de niveles,  $D$ , que la norma lo define como el *promedio espacio-temporal de los niveles de presión sonora producidos en los dos recintos por una o varias fuentes de ruido situadas en uno de ellos*. Y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$D = L_1 - L_2$$

donde

- $L_1$  es el nivel de presión acústica medio en el recinto emisor;  
 $L_2$  es el nivel de presión acústica medio en el recinto receptor.

Diferencia de niveles			
frec.	$L_1$	Corrección $L_2$	$D$
100	0,00	0,00	38,32
125	86,01	47,52	38,50
160	90,62	50,42	40,20
200	91,92	51,02	40,89
250	89,87	54,63	35,24
315	86,07	45,79	40,28
400	85,02	44,68	40,34
500	85,44	43,09	42,35
630	82,60	40,88	41,72
800	82,54	40,12	42,42
1k	79,35	32,65	46,70
1,25k	75,18	35,02	40,16
1,6k	76,10	27,88	48,21
2k	75,99	25,51	50,48
2,5k	70,60	21,02	49,58
3,15k	67,33	20,32	47,01
4k	63,72	19,51	44,21
5k	58,27	18,27	40,00

Tabla 17. Diferencia de niveles,  $D$

La diferencia de niveles se calcula como paso intermedio para poder obtener la diferencia de niveles estandarizada,  $D_{nT}$ . Pero además necesitamos conocer el tiempo de reverberación del recinto receptor. La diferencia de niveles estandarizada se calcula de la siguiente forma:

$$D_{nT} = D + 10 \log \frac{T}{T_0} \text{ dB}$$

donde

- $D$  es la diferencia de niveles;  
 $T$  es el tiempo de reverberación en el recinto receptor;  
 $T_0$  es el tiempo de reverberación de referencia; para viviendas,  $T_0 = 0,5s$ .

Tiempo reverberación $Tr_{20}$ en recinto emisor. Posición fuente 1							
frec.	1	2	3	4	5	6	$Tr_{20}$
100	0,361	0,377	0,609	0,681	0,436	0,756	0,560
125	0,604	0,643	0,726	0,669	0,677	0,664	0,586
160	0,542	0,552	0,312	0,569	0,460	0,471	0,809
200	0,724	0,750	0,215	0,217	0,531	0,531	0,753
250	0,583	0,536	0,892	0,463	0,852	0,884	1,055
315	0,377	0,336	0,760	0,763	0,782	0,773	0,959
400	0,699	0,723	0,870	0,889	1,342	1,369	1,086
500	0,655	0,615	1,061	1,049	0,908	0,902	1,140
630	0,708	0,626	1,247	1,181	1,350	1,326	1,058
800	0,915	0,897	1,122	1,097	1,284	1,247	1,165
1k	0,612	0,700	1,244	1,260	1,209	1,295	1,033
1,25k	0,661	0,693	1,518	1,484	1,483	1,495	1,016
1,6k	0,669	0,669	1,345	1,293	1,170	1,165	0,894
2k	0,700	0,706	1,190	1,175	1,232	1,249	0,937
2,5k	0,515	0,503	0,957	0,953	1,076	1,130	0,903
3,15k	0,659	0,705	1,028	1,013	1,053	1,077	0,825
4k	0,653	0,672	0,888	0,881	0,988	1,021	0,774
5k	0,528	0,515	0,878	0,872	0,874	0,862	0,705

Tabla 18. Tiempos de reverberación  $Tr_{20}$  en recinto receptor

Diferencia de nivel estandarizada			
frec.	$D$	$T$	$D_{nT}$
100	38,32	0,56	38,81
125	38,50	0,59	39,19
160	40,20	0,81	42,29
200	40,89	0,75	42,67
250	35,24	1,05	38,48
315	40,28	0,96	43,11
400	40,34	1,09	43,71
500	42,35	1,14	45,93
630	41,72	1,06	44,97
800	42,42	1,17	46,10
1k	46,70	1,03	49,85
1,25k	40,16	1,02	43,24
1,6k	48,21	0,89	50,74
2k	50,48	0,94	53,20
2,5k	49,58	0,90	52,15
3,15k	47,01	0,82	49,18
4k	44,21	0,77	46,10
5k	40,00	0,71	41,50

Tabla 19. Diferencia de nivel estandarizada,  $D_{nT}$

En la tabla que muestra la diferencia de nivel estandarizada se pueden ver una gran cantidad de números en color rojo, que sirve para indicarnos que se ha realizado la corrección del nivel de señal y fondo en el local receptor por ser la diferencia entre el nivel de señal y el nivel de fondo menor o igual a 6 dB y que en el informe se debe indicar claramente que se tratan de límites de medición.

El aislamiento acústico medido se presenta en función de la frecuencia, pero en ocasiones se debe expresar con un solo número como indica la Ley 7/2002 de la Generalitat Valenciana de Protección contra la Contaminación Acústica. Para ello se ha hecho uso de la norma *UNE-EN ISO 717-1: 2013 Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte: 1: Aislamiento a ruido aéreo.*

La magnitud global del aislamiento  $D_{nT,w}$  es el valor en decibelios, a 500 Hz de la curva de referencia una vez ajustada. Pero para poder comparar el valor de aislamiento medido in-situ con el aislamiento requerido por la norma, se deben calcular los términos de adaptación espectral  $C$  y  $C_{tr}$ .

En primer lugar para calcular la magnitud global del aislamiento, se debe ajustar una curva de referencia (cuyos valores quedan reflejados en la tabla 20) desplazándola en saltos de 1 dB (en la tabla al valor del salto se le llama "N") hacia la curva de medida hasta que la suma de las desviaciones desfavorables sea lo mayor posible, pero no mayor a 32,0 dB para mediciones realizadas en bandas de tercios de octava.

Diferencia de niveles estandarizada, global					
frec.	$D_{nT}$	Referencia	Referencia Ajustada		Desviación Desfavorable
100	38,81	33	29		0
125	39,19	36	32		0
160	42,29	39	35		0
200	42,67	42	38		0
250	38,48	45	41		2,518007534
315	43,11	48	44		0,886242848
400	43,71	51	47		3,29012024
500	45,93	52	48		2,068455191
630	44,97	53	49		4,025172666
800	46,10	54	50		3,901154036
1k	49,85	55	51		1,148933796
1,25k	43,24	56	52		8,758025545
1,6k	50,74	56	52		1,261546773
2k	53,20	56	52		0
2,5k	52,15	56	52		0
3,15k	49,18	56	52		2,817645303
4k	46,10				
5k	41,50				
$D_{nT, w} \geq$		<b>48</b>	N	4	30,68

Tabla 20. Diferencia de niveles estandarizada global,  $D_{nT, w}$

En segundo lugar se calculan los términos de adaptación espectral. En el apartado 4.5 de la norma UNE-EN ISO 717-1: 2013 se estipula:

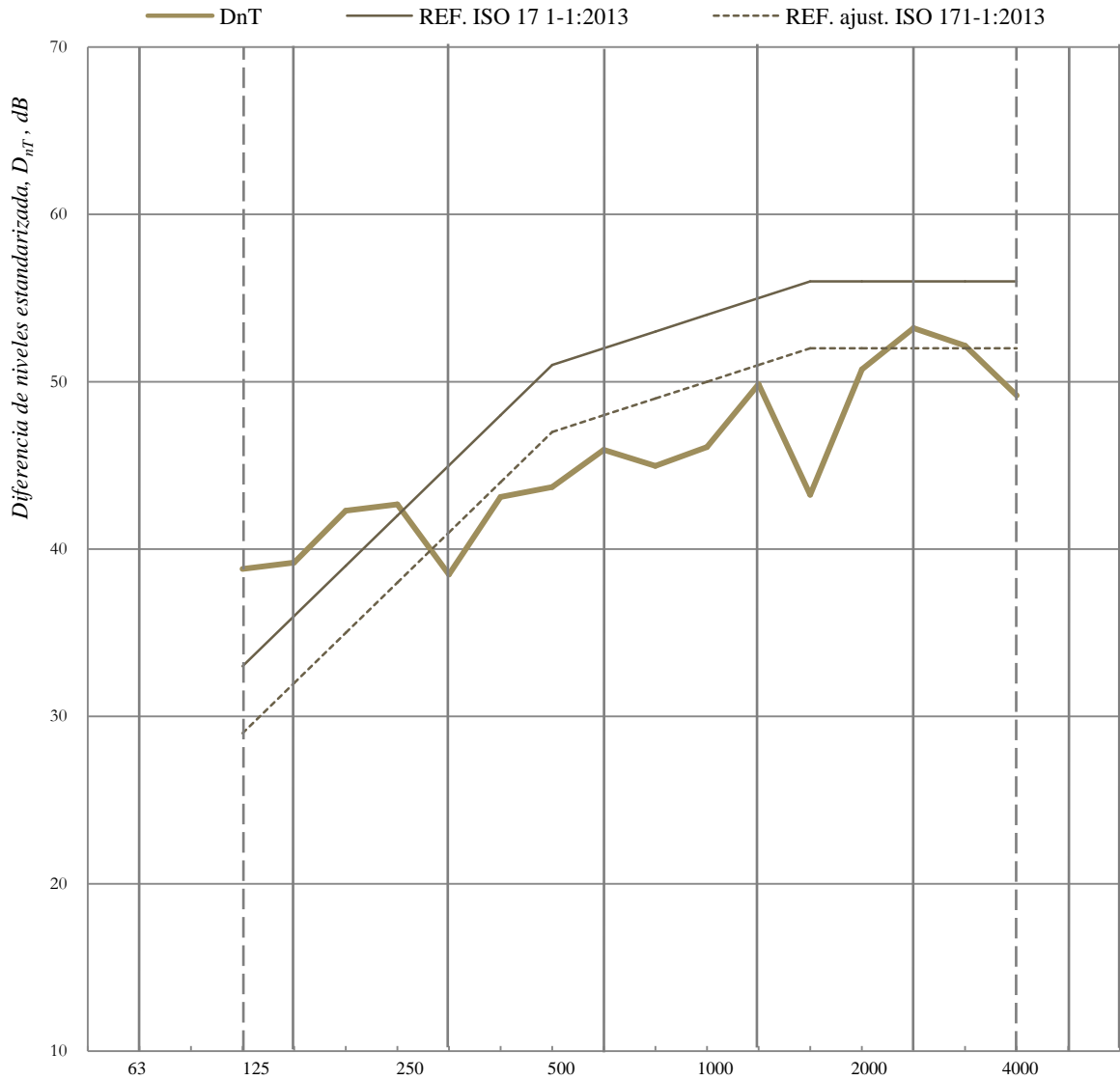


Figura 40. Gráfica. Diferencia de niveles estandarizados y curvas de referencia

#### "4.5 Cálculo de los términos de adaptación espectral

Los términos de adaptación espectral,  $C_j$ , en decibelios, deben calcularse con los espectros sonoros dados en el apartado 4.3, mediante la ecuación: (se refiere en concreto a la tabla 4 de la citada norma, de espectros de nivel sonoro  $L$  para calcular los términos de adaptación)

$$C_j = X_{Aj} - X_w$$

donde

$j$  es e índice de los espectros sonoros  $n^{os}$  1 y 2

$X_w$  es el valor del índice global calculado de acuerdo con 4.4 a partir de calores de  $R$ ,  $R'$ ,  $D_w$  o  $D_{nT}$

$X_{Aj}$  se calcula a partir de

$$X_{Aj} = -10 \log \sum 10^{(L_{ij} - X_i)/10}$$

donde

$i$  es el índice para las bandas de tercio de octava de 100 Hz a 3150 Hz, o para las bandas de octava de 125 Hz a 2000 Hz;

$L_{ij}$  son los niveles a la frecuencia  $i$  para el espectro  $j$ , tal como se dan en el apartado 4.3;

$X_i$  es el índice de reducción sonora,  $R_i$ , o el índice de reducción sonora aparente,  $R'_i$ , o la diferencia normalizada de nivel sonoro,  $D_{n,i}$ , o la diferencia estandarizada de nivel sonoro,  $D_{nT,i}$  a la frecuencia de medición,  $i$ , expresado con una cifra decimal.

Para el redondeo mencionado a una cifra decimal, hay una nota a pie de página que marca el criterio a seguir:

$XX, YZZZ\dots$  se redondea a  $XX$  si  $Y$  es menor a 5 y a  $XX + 1$  si  $Y$  es mayor o igual a 5.

frec.	$D_{nT}$	Ruido rosa ponderado A		Ruido tráfico urbano ponderado A	
		$L_C$	$10^{((L_C-D_{nT})/10)}$	$L_{Ctr}$	$10^{((L_C-D_{nT})/10)}$
100	38,81	-29	1,65435E-07	-20	1,3141E-06
125	39,19	-26	3,02726E-07	-20	1,20517E-06
160	42,29	-23	2,95788E-07	-18	9,35365E-07
200	42,67	-21	4,29578E-07	-16	1,35844E-06
250	38,48	-19	1,78567E-06	-15	4,4854E-06
315	43,11	-17	9,74147E-07	-14	1,94368E-06
400	43,71	-15	1,3459E-06	-13	2,1331E-06
500	45,93	-13	1,27893E-06	-12	1,61007E-06
630	44,97	-12	2,00686E-06	-11	2,52649E-06
800	46,10	-11	1,95036E-06	-9	3,09112E-06
1k	49,85	-10	1,03489E-06	-8	1,64019E-06
1,25k	43,24	-9	5,96764E-06	-9	5,96764E-06
1,6k	50,74	-9	1,06207E-06	-10	8,43635E-07
2k	53,20	-9	6,02054E-07	-11	3,7987E-07
2,5k	52,15	-9	7,66782E-07	-13	3,05261E-07
3,15k	49,18	-9	1,51972E-06	-15	3,81737E-07
4k	46,10				
5k	41,50				
		$X_{AC} =$	46,67792902	$X_{ACtr} =$	45,2112681
		$C =$	-1,3	$C_{tr} =$	-2,8
		<b><math>C =</math></b>	<b>-1,0</b>	<b><math>C_{tr} =</math></b>	<b>-2,0</b>

Tabla 21. Términos de adaptación espectral,  $C$  y  $C_{tr}$

Después de realizar todos estos cálculos ya estamos en disposición de comparar los datos medidos con la normativa para determinar si cumple con lo exigido (tabla 8).

Para el caso que estamos viendo, aislamiento con el local comercial, se ha obtenido el siguiente resultado:

$$D_{nT, W}(C; C_{tr}) \geq 48 (-1; -2)$$

A continuación se muestran los informes de las mediciones del aislamiento de todos los elementos.

**Índice de reducción sonora aparente de acuerdo con la Norma ISO 140-4**  
**Medidas *in situ* del aislamiento al ruido aéreo entre recintos**

Cliente: ASOCIACIÓN CULTURAL FALLA GENERAL BARROSO LITÓGRAFO PASCUAL Y ABAD

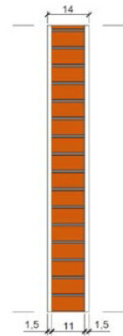
Descripción e identificación del elemento de construcción y disposición del ensayo, dirección de la medida:

MEDIANERA CON LOCAL COMERCIAL

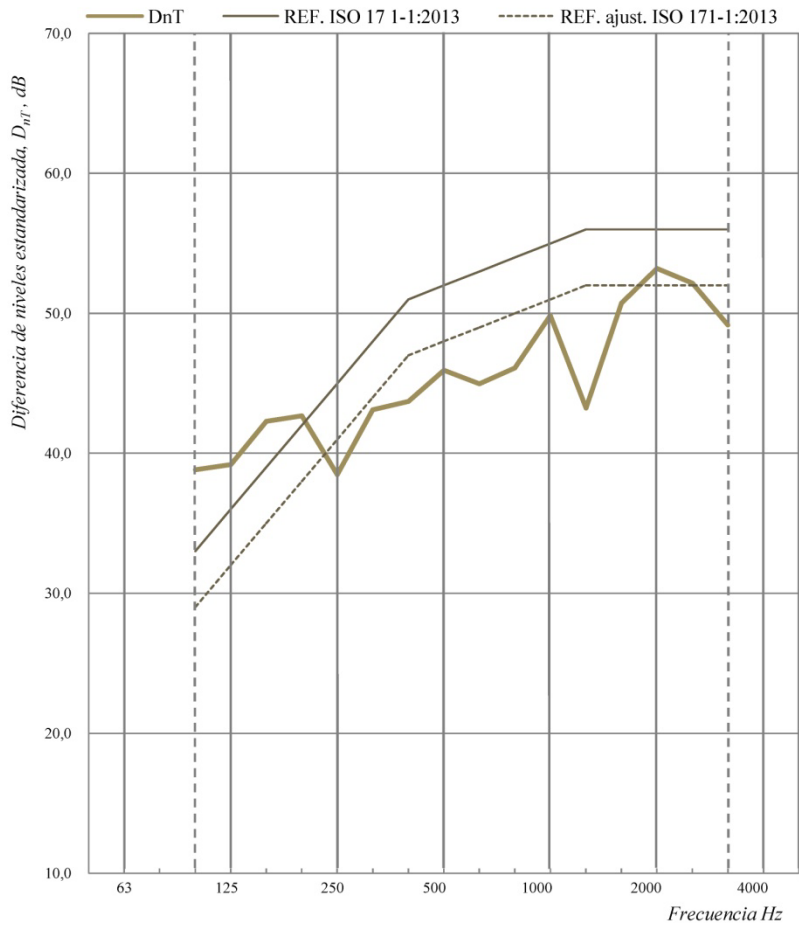
Fábrica de ladrillo cerámico macizo de 11 cm de espesor tomado con mortero de cemento revestida por las dos caras por un guarnecido y enlucido de yeso de 1,5 cm de espesor.

La fuente de emisión se sitúa en el casal fallero.

**Volumen del recinto emisor:** 427,61 m<sup>3</sup>  
**Volumen del recinto receptor:** 160,78 m<sup>3</sup>



Frecuencia Hz	$f$	$D_{nT}$ (tercio de octava) dB
50		
63		
80		
100		≥ 38,8
125		≥ 39,2
160		≥ 42,3
200		≥ 42,7
250		38,5
315		≥ 43,1
400		43,7
500		45,9
630		≥ 45,0
800		46,1
1000		≥ 49,9
1250		≥ 43,2
1600		≥ 50,7
2000		≥ 53,2
2500		≥ 52,2
3150		≥ 49,2
4000		
5000		



Valoración según la norma ISO 717-1:

$D_{nT,W}(C;C_{tr}) \geq 48 (-1; -2) \text{ dB};$

Evaluación basada en resultados de medidas *in situ* obtenidos mediante un método de *ingeniería*

Fecha: 01 de Septiembre de 2014

Nombre del instituto de ensayo:

**JESÚS HERNÁNDEZ**

Nº. De informe: PFG-01

Firma:

Modelo de informe para la expresión de los resultados: UNE-EN ISO 140-4: 1999

Figura 41. Informe aislamiento acústico casal-local comercial



**Índice de reducción sonora aparente de acuerdo con la Norma ISO 140-4  
Medidas *in situ* del aislamiento al ruido aéreo entre recintos**

Cliente: ASOCIACIÓN CULTURAL FALLA GENERAL BARROSO LITÓGRAFO PARSCUAL Y ABAD

Descripción e identificación del elemento de construcción y disposición del ensayo, dirección de la medida:

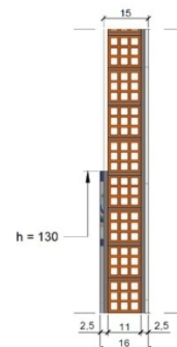
MEDIANERA CON ZAGUÁN

Fábrica de ladrillo cerámico hueco de 11 cm de espesor tomado con mortero de cemento. Alicatado hasta una altura de 1.3 m y guarnecido y enlucido de yeso hasta la altura total, en el intradós. Guarnecido y enlucido de yeso en el extradós.

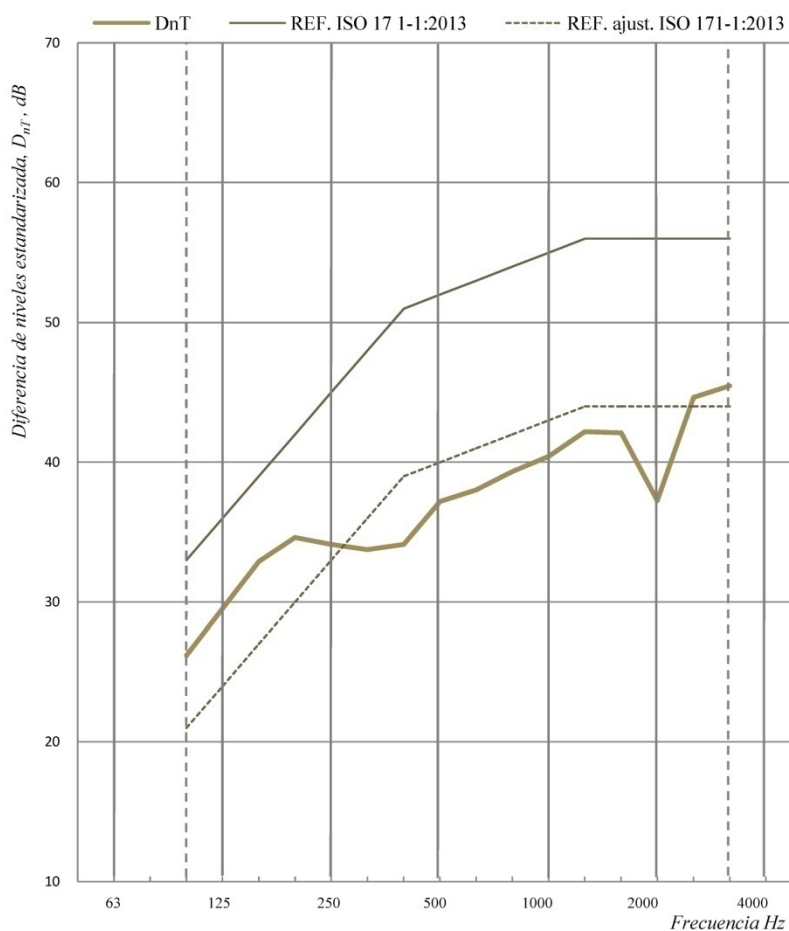
La fuente de emisión se sitúa en el casal fallero.

**Volumen del recinto emisor:** 427,61 m<sup>3</sup>

**Volumen del recinto receptor:** 274,66 m<sup>3</sup>



Frecuencia f Hz	D <sub>nT</sub> (tercio de octava) dB
50	
63	
80	
100	26,2
125	29,5
160	32,9
200	34,6
250	34,1
315	33,7
400	34,1
500	37,2
630	38,0
800	39,3
1000	40,4
1250	42,2
1600	42,1
2000	37,3
2500	44,6
3150	45,5
4000	
5000	



Valoración según la norma ISO 717-1:

$D_{nT,W}(C;C_{tr}) = 40 ( 0 ; -2 ) \text{ dB};$

Evaluación basada en resultados de medidas *in situ* obtenidos mediante un método de *ingeniería*

Fecha: 01 de Septiembre de 2014

Nombre del instituto de ensayo:

**JESÚS HERNÁNDEZ**

Nº. De informe: PFG-02

Firma:

Modelo de informe para la expresión de los resultados: UNE-EN ISO 140-4: 1999

Figura 42. Informe aislamiento acústico casal-zaguán

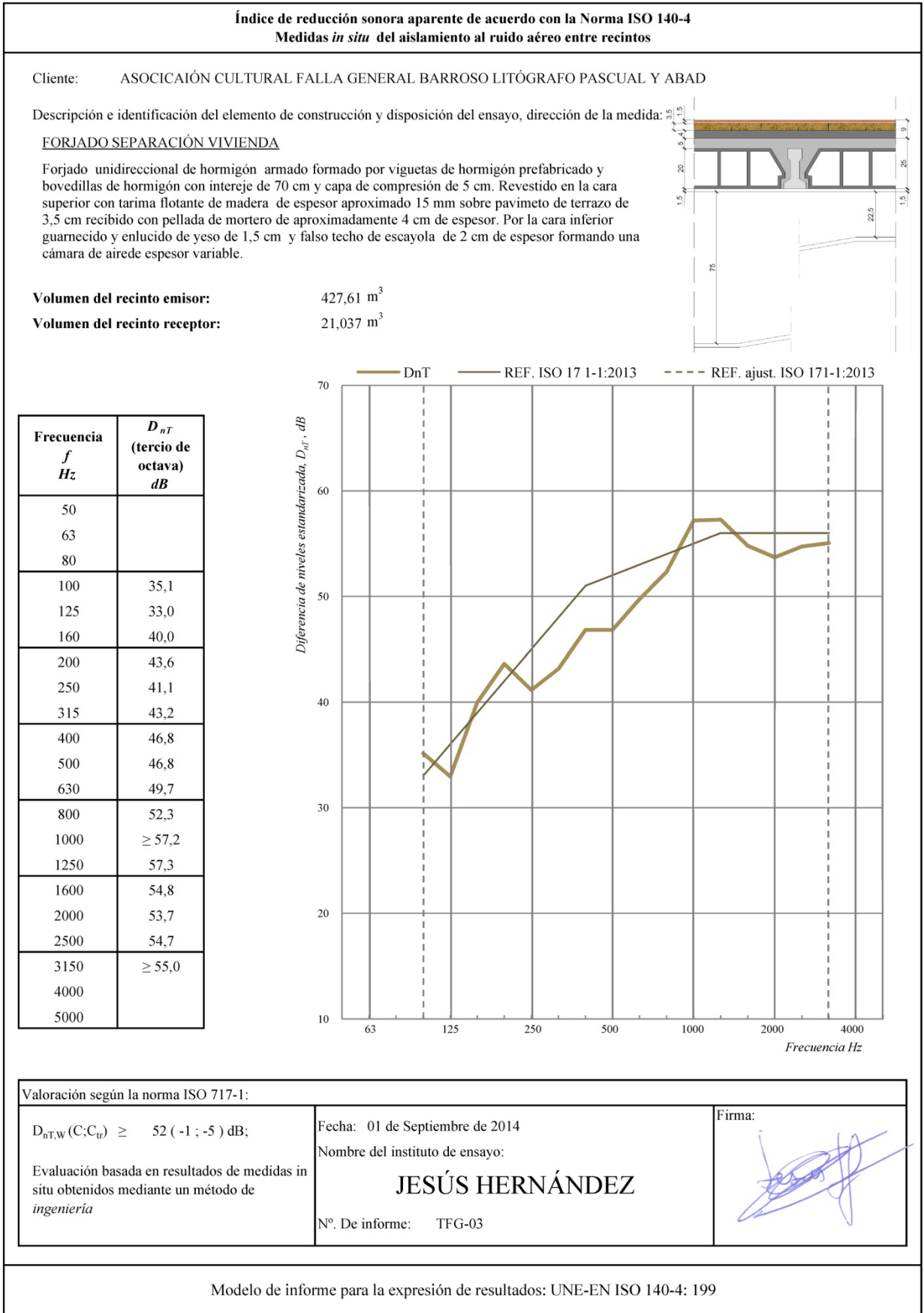


Figura 43. Informe aislamiento acústico casal-vivienda

**Diferencia de niveles estandarizada según la norma ISO 140-5**  
**Medidas *in situ* del aislamiento al ruido aéreo de elementos de fachada y de fachadas**

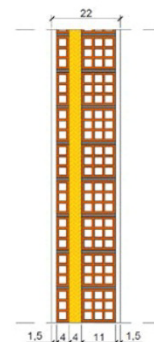
Cliente: ASOCIACIÓN CULTURAL FALLA GENERAL BARROSO LITOGRAFO PASCUAL Y ABAD

Descripción e identificación del elemento de construcción y disposición del ensayo, dirección de la medida:

FACHADA

Muro de doble hoja. Hoja exterior de fábrica de ladrillo cerámico hueco de 11 cm de espesor con enfoscado de mortero fratasado por el extradós. Cámara de 4 cm rellena con fibra de vidrio. Hoja interior de fábrica de ladrillo cerámico hueco de 4 cm de espesor guarnecido y enlucido de yeso por el intradós.

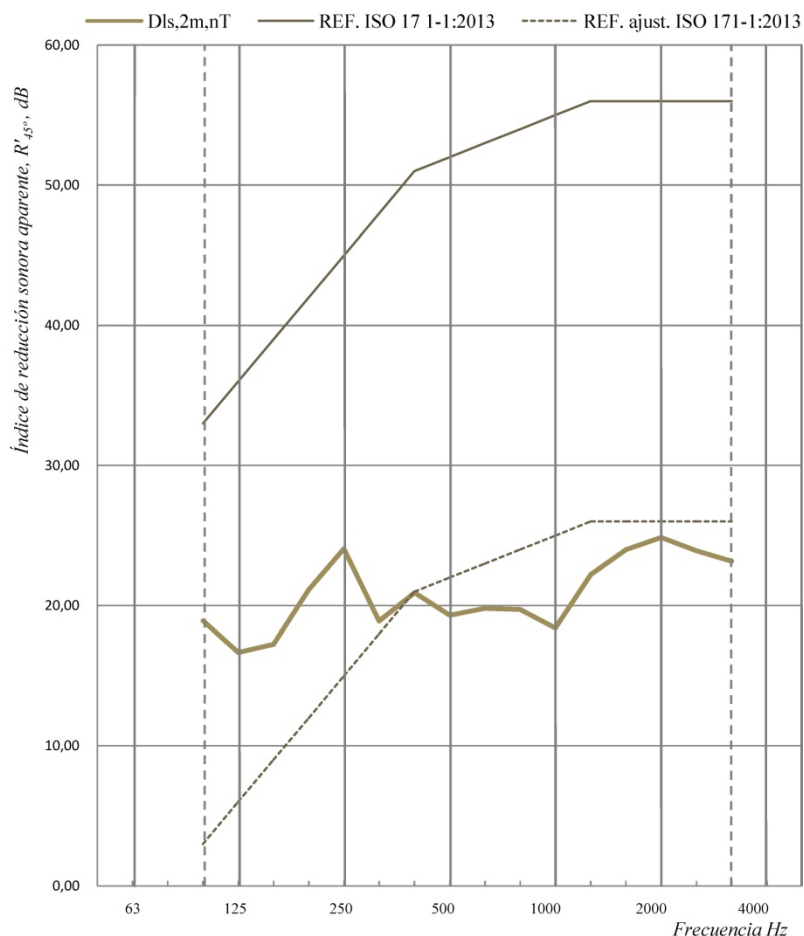
La fuente de emisión se situa en el exterior.



Área S de la muestra de ensayo: 24,79 m<sup>2</sup>

Volumen del local de recepción: 427,61 m<sup>3</sup>

Frecuencia <i>f</i> Hz	<i>D</i> <sub>Is,2m,nT,w</sub> (tercio de octava) dB
50	
63	
80	
100	≥ 18,9
125	≥ 16,7
160	17,3
200	21,1
250	24,1
315	18,9
400	20,9
500	19,3
630	19,8
800	19,7
1000	18,4
1250	22,2
1600	24
2000	24,9
2500	23,9
3150	23,2
4000	
5000	



Valoración según la norma ISO 717-1:		
$D_{Is,2m,nT,w} (C;C_{tr}) \geq 22 (0; -1) \text{ dB};$	Fecha: 01 de Septiembre de 2014	Firma:
Evaluación basada en resultados de medidas <i>in situ</i> obtenidos mediante un método de <i>ingeniería</i>	Nombre del instituto de ensayo: <b>JESÚS HERNÁNDEZ</b>	
	Nº. De informe: PFG-04	

Modelo de informe para la expresión de los resultados: UNE-EN ISO 140-5: 1999

Figura 44. Informe aislamiento acústico fachada

Para concluir el estudio del aislamiento acústico que ofrecen los elementos que delimitan el casal, se va a hacer un resumen con los valores de aislamiento obtenidos y la exigencia que la normativa le requiere. (en la tabla 22 solo se muestra la condición más restrictiva, que asegura el cumplimiento de todas las normas).

Recinto colindante con casal	Exigencia Ordenanza Municipal		Aislamiento acústico medido	
	$D_{nT,A}$	$D_{125}$	$D_{nT,w} + C$	$D_{125}$
VIVIENDA	$D_{nT,A} \geq 70$	$D_{125} \geq 55$	$\geq 51$	33,0
ZAGUÁN	$D_{nT,A} \geq 70$	$D_{125} \geq 55$	40	29,5
LOCAL COMERCIAL	$D_{nT,A} \geq 70$	$D_{125} \geq 55$	$\geq 47$	$\geq 39,2$
FACHADA	$D_{2m,nT,Atr} \geq 30$		$\geq 22$	$\geq 16,7$

Tabla 22. Resumen de resultados obtenidos y normativa más restrictiva

Los datos mostrados del aislamiento a ruido aéreo del forjado que separa el casal fallero de la vivienda superior corresponden a la medición en el dormitorio 3, pues es el más fiable si comparamos los resultados con los dados en el *Catálogo de Elementos Constructivos del CTE* para un forjado de las mismas características.

Se puede decir que los resultados obtenidos en las estancias recayentes a la calle Músico Penella, (Dormitorio 4, Sala de estar - Comedor, Dormitorio 1) presentan un menor aislamiento por el sonido que entra desde el exterior a través de los acristalamientos. El sonido exterior al que nos referimos es al de los automóviles que circulan por la vía y especialmente al proveniente del interior del casal fallero a través de la persiana metálica ( que ofrece un aislamiento realmente escaso).

## 4.2 Acondicionamiento acústico

A continuación se mostrarán y analizarán todos los parámetros de calidad acústica de primer orden y de segundo orden, del interior del casal fallero sobre el que versa el trabajo.

### Tiempo de reverberación

El tiempo de reverberación es el tiempo de persistencia de un sonido en un recinto hasta hacerse inaudible, aunque técnicamente se define como el tiempo en segundos que transcurre desde que la fuente de emisión se para, hasta que el nivel de presión sonora establecido en la sala haya disminuido en 60 dB.

Existen diferentes parámetros para medir el tiempo de reverberación en función de la pendiente con la cual se obtenga la caída de los 60 dB, que son:  $EDT$ ,  $Tr_{10}$ ,  $Tr_{20}$  y  $Tr_{30}$ ; y todos juntos forman lo que se conoce como grado de reverberación.

El tiempo de reverberación inmediato  $EDT$  (*Early Decay Time*) es seis veces el tiempo que transcurre desde que la fuente sonora deja de emitir hasta que el nivel desciende 10 dB.

Los tiempos de reverberación  $Tr_{10}$ ,  $Tr_{20}$  y  $Tr_{30}$  indican el tiempo que tardaría en reducirse el nivel de presión sonora en 60 dB, si continuaran disminuyendo con la misma pendiente que en los primeros 10, 20 y 30 dB respectivamente.

Los valores más representativos para valorar el tiempo de reverberación son:  $EDT$  y  $Tr_{20}$ ; y por este motivo se analizarán más profundamente estos valores, y seguidamente se mostrará el grado de reverberación del casal fallero.

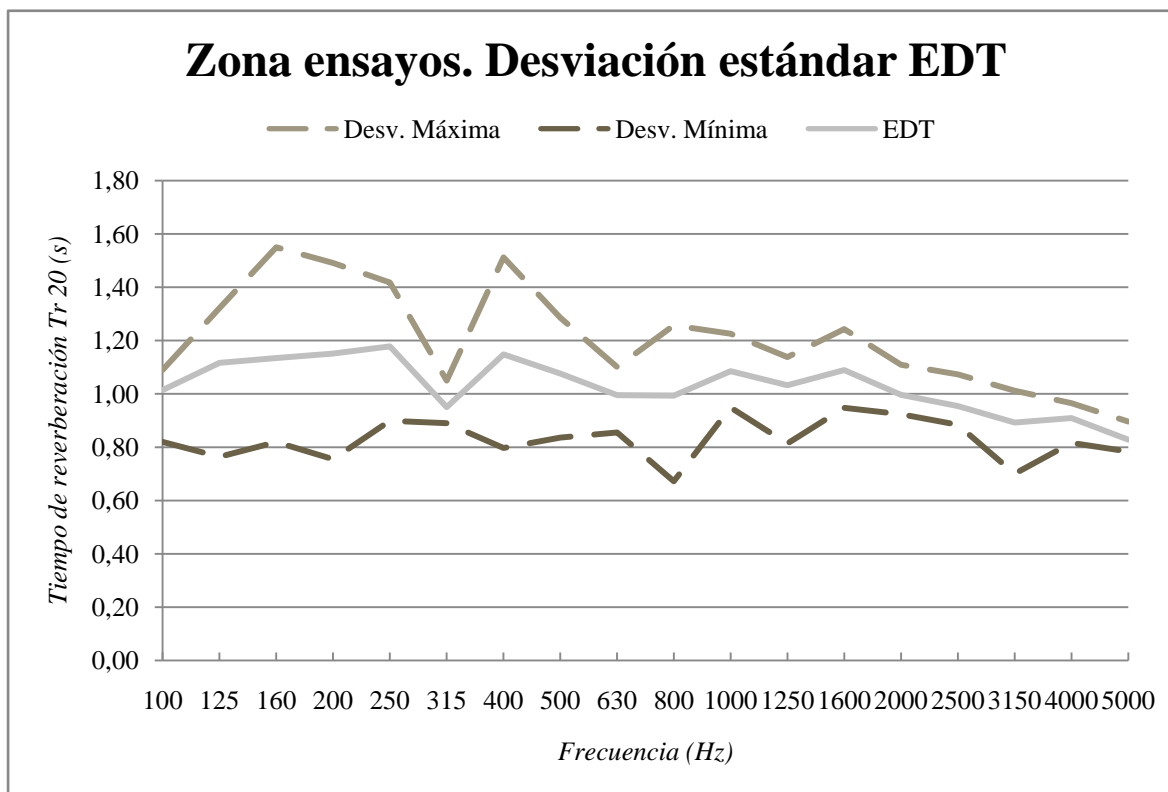


Figura 45. Curva tonal  $EDT$  en zona de ensayos

Early Decay Time ( $EDT$ ) Zona de ensayos										
frec.	1	2	3	4	5	6	$EDT$	$Min$	$Max$	$D. est.$
100	0,22	1,09	0,99	1,08	1,09	0,82	1,01	0,82	1,09	0,34
125	0,76	1,25	1,29	0,82	1,25	1,32	1,12	0,76	1,32	0,25
160	0,94	0,82	1,25	1,62	1,11	1,55	1,13	0,82	1,55	0,32
200	1,15	1,41	0,92	0,76	1,19	1,49	1,15	0,76	1,49	0,28
250	1,24	1,42	1,13	0,90	1,30	1,08	1,18	0,90	1,42	0,18
315	0,89	1,05	0,53	0,95	1,72	0,91	0,95	0,89	1,05	0,39
400	0,90	1,27	0,80	1,00	1,41	1,51	1,15	0,80	1,51	0,29
500	0,91	1,29	0,84	1,22	1,06	1,14	1,08	0,84	1,29	0,18
630	0,92	1,10	0,86	1,01	1,00	1,08	1,00	0,86	1,10	0,09
800	1,26	1,16	0,75	0,67	1,14	0,98	0,99	0,67	1,26	0,24
1k	1,14	0,99	1,09	1,12	1,23	0,95	1,09	0,95	1,23	0,10
1,25k	1,07	1,14	1,12	0,96	1,08	0,81	1,03	0,81	1,14	0,12
1,6k	1,12	0,95	1,19	1,24	0,97	1,07	1,09	0,95	1,24	0,12
2k	1,11	0,97	0,92	1,02	0,93	1,02	1,00	0,92	1,11	0,07
2,5k	0,97	1,07	0,88	0,96	0,93	0,91	0,95	0,88	1,07	0,07
3,15k	0,93	1,01	0,93	0,70	0,92	0,86	0,89	0,70	1,01	0,11
4k	0,89	0,97	0,92	0,91	0,94	0,82	0,91	0,82	0,97	0,05
5k	0,90	0,84	0,78	0,84	0,81	0,80	0,83	0,78	0,90	0,04

Tabla 23. Valores Early Decay Time y Early Decay Time medio en zona de ensayos

En la figura 45 se observa como los valores *EDT* en la zona de ensayos tienen una desviación mayor para las frecuencias medias-bajas, y a medida que va aumentando la frecuencia las medidas se estabilizan mostrando una menor dispersión en los resultados.

Cabe mencionar que los valores que se grafían en fondo rojo en la tabla 23 (y en las sucesivas tablas dentro de este apartado) son valores que se han descartado previa consulta con el tutor, por que manifiestan un error en la medida.

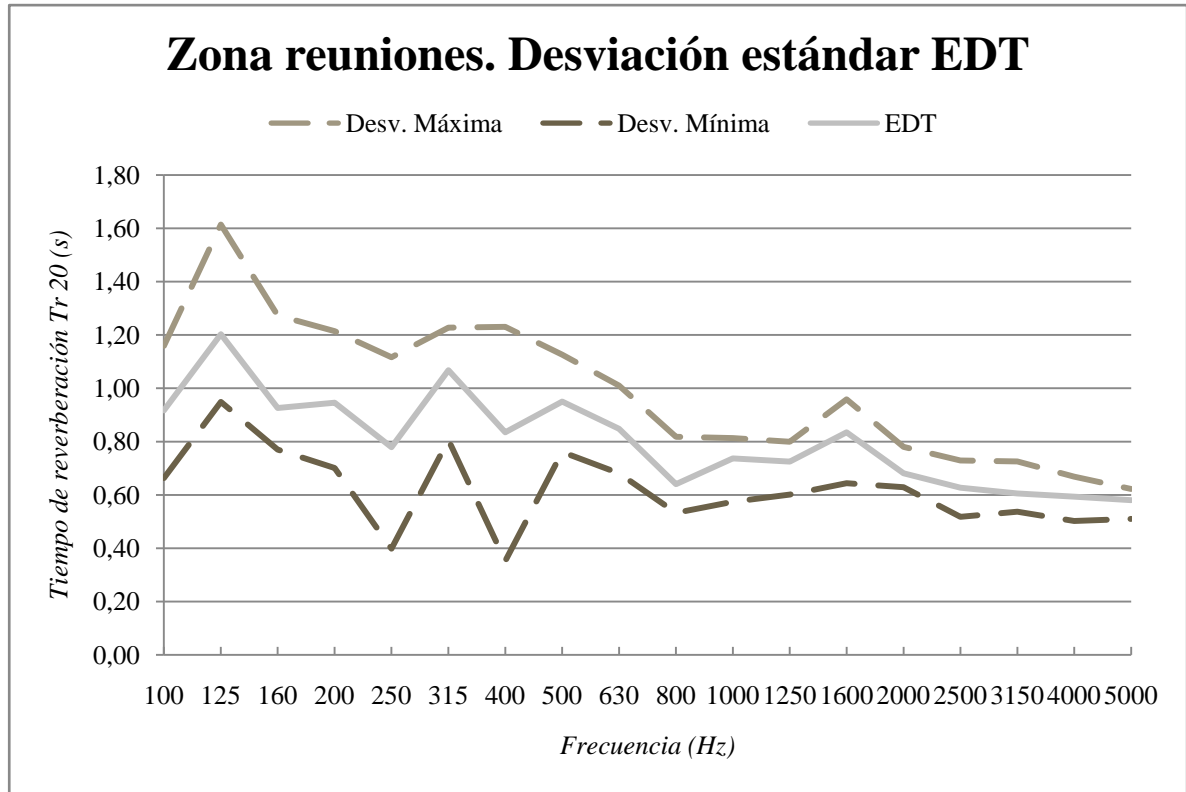


Figura 46. Curva tonal *EDT* en zona de reuniones

Early Decay Time ( <i>EDT</i> ) Zona de reuniones										
frec.	1	2	3	4	5	6	<i>EDT</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>D. est.</i>
100	0,90	1,16	1,02	0,91	0,66	0,84	0,92	0,66	1,16	0,17
125	1,09	1,15	1,61	1,45	0,95	0,97	1,20	0,95	1,61	0,27
160	0,29	0,77	1,27	1,26	0,51	0,82	0,93	0,77	1,27	0,39
200	1,21	0,81	0,88	1,14	0,93	0,70	0,95	0,70	1,21	0,20
250	1,12	0,94	0,40	0,54	0,77	0,91	0,78	0,40	1,12	0,27
315	1,03	1,22	1,23	0,81	1,18	0,95	1,07	0,81	1,23	0,17
400	0,78	0,35	0,68	0,81	1,23	1,16	0,84	0,35	1,23	0,32
500	0,76	1,07	0,96	0,86	0,92	1,13	0,95	0,76	1,13	0,14
630	0,75	1,01	0,78	0,88	0,68	0,99	0,85	0,68	1,01	0,14
800	0,58	0,72	0,82	0,60	0,53	0,59	0,64	0,53	0,82	0,11
1k	0,77	0,76	0,81	0,78	0,73	0,57	0,74	0,57	0,81	0,09
1,25k	0,73	0,66	0,78	0,80	0,60	0,78	0,73	0,60	0,80	0,08
1,6k	0,70	0,64	0,96	0,96	0,91	0,84	0,84	0,64	0,96	0,13
2k	0,65	0,65	0,63	0,78	0,72	0,66	0,68	0,63	0,78	0,06
2,5k	0,69	0,52	0,58	0,73	0,62	0,63	0,63	0,52	0,73	0,08
3,15k	0,54	0,55	0,73	0,59	0,58	0,65	0,61	0,54	0,73	0,07
4k	0,52	0,57	0,67	0,66	0,50	0,64	0,59	0,50	0,67	0,07
5k	0,59	0,55	0,51	0,62	0,59	0,62	0,58	0,51	0,62	0,04

Tabla 24. Valores Early Decay Time y Early Decay Time medio en zona de reuniones

En la figura 46 se observa la variación de *EDT* en función de la frecuencia para el caso de la zona de reuniones y se puede decir que para frecuencias medias-bajas, los valores *EDT* presentan una dispersión más elevada que para el resto de frecuencias.

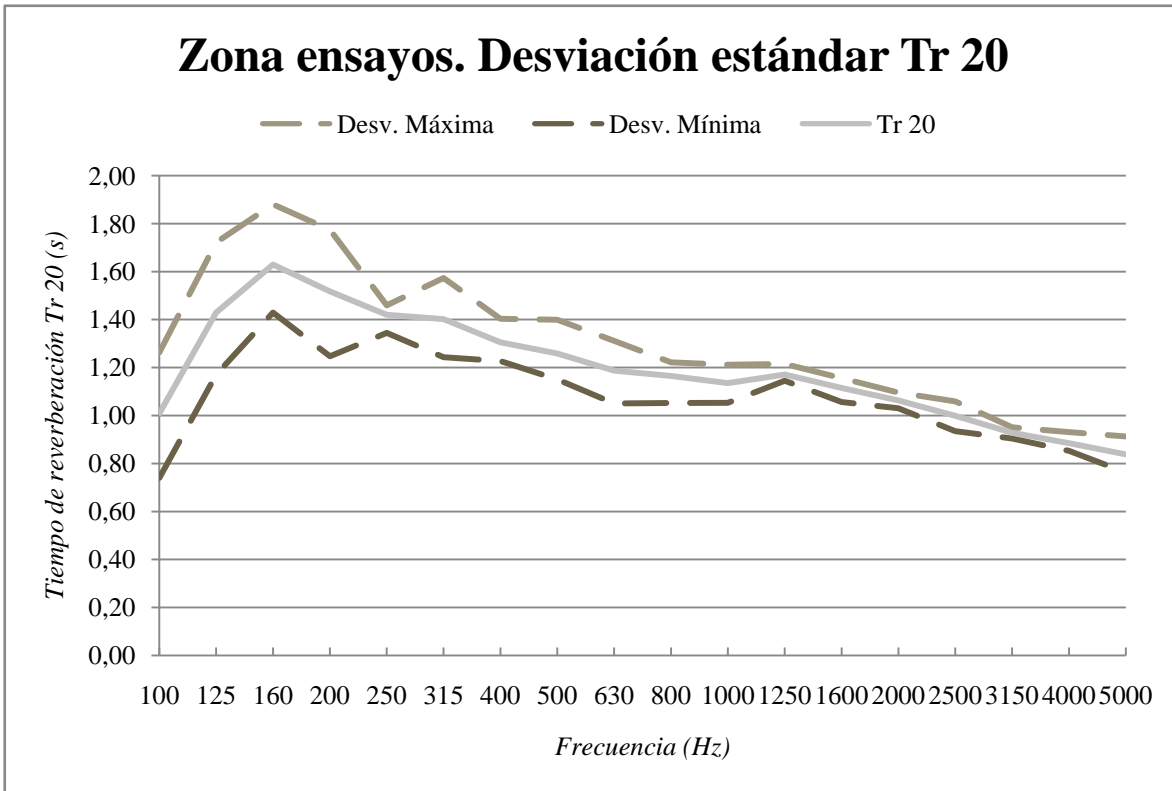


Figura 47. Curva tonal  $Tr_{20}$  en zona de ensayos

Tiempo de reverberación ( $Tr_{20}$ ) Zona de ensayos										
frec.	1	2	3	4	5	6	$Tr_{20}$	Min	Max	D. est.
100	0,47	1,13	1,17	1,26	0,74	0,74	1,01	0,74	1,26	0,31
125	1,38	1,17	1,72	1,31	1,45	1,54	1,43	1,17	1,72	0,19
160	1,82	1,56	1,88	1,43	2,44	1,47	1,63	1,43	1,88	0,38
200	1,25	1,77	1,30	1,62	1,73	1,43	1,52	1,25	1,77	0,22
250	1,46	1,34	1,45	1,46	1,40	1,41	1,42	1,34	1,46	0,05
315	1,24	1,53	1,27	1,30	1,49	1,57	1,40	1,24	1,57	0,15
400	1,36	1,25	1,23	1,40	1,31	1,28	1,31	1,23	1,40	0,07
500	1,40	1,26	1,18	1,15	1,21	1,34	1,26	1,15	1,40	0,10
630	1,31	1,21	1,18	1,05	1,26	1,11	1,19	1,05	1,31	0,10
800	1,11	1,22	1,19	1,21	1,05	1,21	1,17	1,05	1,22	0,07
1k	1,13	1,19	1,16	1,07	1,21	1,05	1,14	1,05	1,21	0,06
1,25k	1,16	1,15	1,21	1,15	1,15	1,22	1,17	1,15	1,22	0,03
1,6k	1,06	1,16	1,12	1,08	1,14	1,14	1,12	1,06	1,16	0,04
2k	1,05	1,03	1,08	1,10	1,07	1,06	1,06	1,03	1,10	0,02
2,5k	1,00	1,00	1,03	0,94	0,98	1,06	1,00	0,94	1,06	0,04
3,15k	0,94	0,94	0,90	0,91	0,93	0,95	0,93	0,90	0,95	0,02
4k	0,86	0,89	0,86	0,85	0,92	0,93	0,89	0,85	0,93	0,04
5k	0,83	0,81	0,76	0,83	0,88	0,91	0,84	0,76	0,91	0,05

Tabla 25. Tiempos de reverberación y tiempo de reverberación medio en zona de ensayos

Se puede observar en la gráfica anterior (figura 47) como el tiempo de reverberación  $Tr_{20}$  alcanza su punto máximo en frecuencias bajas (160 Hz) y va descendiendo hasta tomar su punto más bajo en la frecuencia de 4000 Hz. Además se puede ver como los valores medidos de  $Tr_{20}$  en la zona de ensayos presentan una mayor dispersión de puntos en bajas frecuencias.

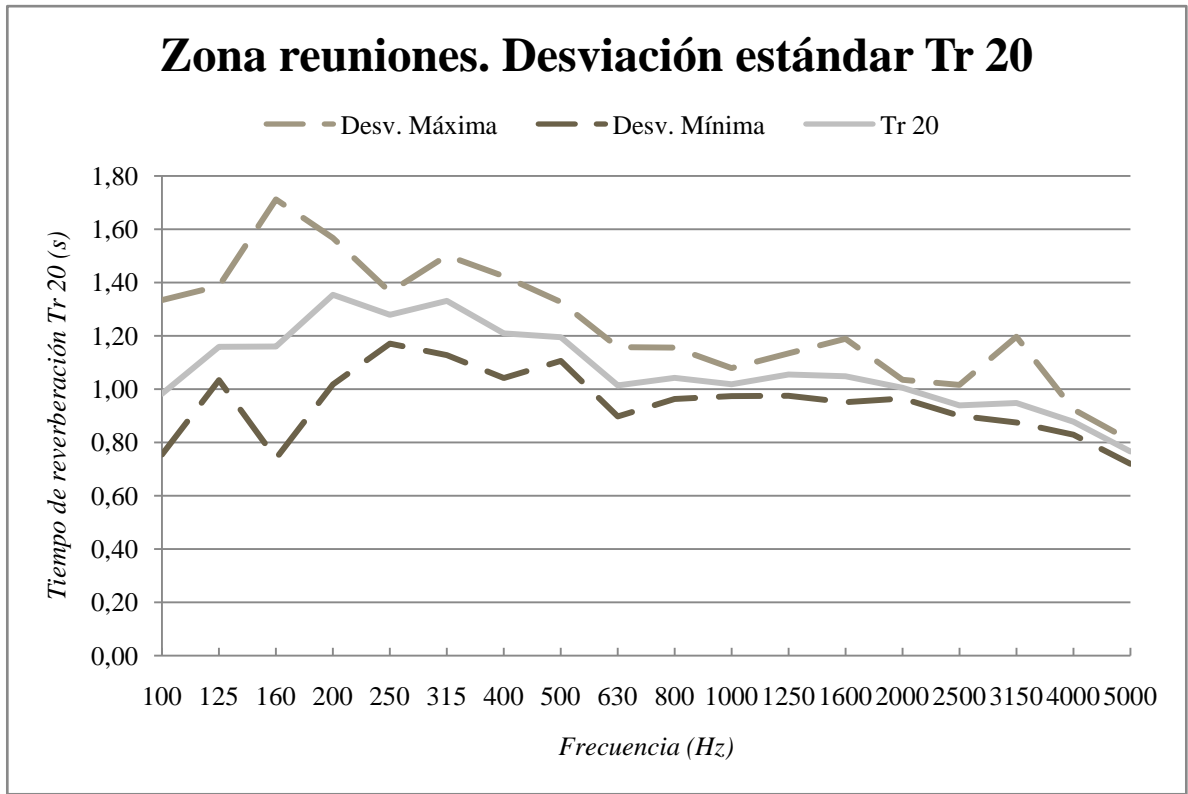


Figura 48. Curva tonal  $Tr_{20}$  en zona de reuniones

Tiempo de reverberación ( $Tr_{20}$ ) Zona de reuniones										
frec.	1	2	3	4	5	6	$Tr_{20}$	Min	Max	D. est.
100	0,94	1,33	1,07	0,76	0,92	0,88	0,98	0,76	1,33	0,20
125	1,39	1,08	1,03	1,04	1,19	1,23	1,16	1,03	1,39	0,14
160	0,12	1,25	0,74	1,07	1,03	1,71	1,16	0,74	1,71	0,53
200	1,47	1,25	1,02	1,30	1,51	1,57	1,35	1,02	1,57	0,21
250	1,28	1,31	1,17	1,37	1,35	1,21	1,28	1,17	1,37	0,08
315	1,40	1,40	1,13	1,27	1,28	1,50	1,33	1,13	1,50	0,13
400	1,32	1,20	1,04	1,42	1,09	1,19	1,21	1,04	1,42	0,14
500	1,23	1,23	1,16	1,11	1,11	1,33	1,20	1,11	1,33	0,08
630	1,04	0,91	1,05	1,16	1,03	0,90	1,01	0,90	1,16	0,10
800	0,96	1,07	1,03	1,16	1,05	0,99	1,04	0,96	1,16	0,07
1k	1,07	1,01	0,99	0,99	0,97	1,08	1,02	0,97	1,08	0,05
1,25k	0,98	1,13	0,98	1,06	1,12	1,07	1,06	0,98	1,13	0,07
1,6k	1,07	1,01	1,08	0,99	0,95	1,19	1,05	0,95	1,19	0,08
2k	0,97	1,00	1,04	1,02	1,00	1,01	1,01	0,97	1,04	0,02
2,5k	0,92	0,92	1,02	0,96	0,90	0,92	0,94	0,90	1,02	0,04
3,15k	0,88	0,91	1,20	0,88	0,92	0,91	0,95	0,88	1,20	0,12
4k	0,83	0,86	0,92	0,86	0,91	0,89	0,88	0,83	0,92	0,04
5k	0,72	0,73	0,77	0,79	0,77	0,81	0,77	0,72	0,81	0,03

Tabla 26. Tiempos de reverberación y tiempo de reverberación medio en zona de reuniones



Para el caso de la zona de reuniones se puede observar que la curva tonal  $Tr_{20}$  (figura 48) sigue una tendencia similar a la de la zona de ensayos (figura 47), exceptuando la zona de frecuencias bajas. En la zona de medias-bajas frecuencias la dispersión de datos es mayor que para las frecuencias más altas.

En las tablas anteriores (tablas 23, 24, 25 y 26) se muestran los valores  $Tr_{20}$  y  $EDT$  con sus desviaciones estándar, obtenidos para cada banda de tercio de octava en cada una de las posiciones que se detallaron en el capítulo anterior (3. *Medición acústica in-situ*). Además se ha obtenido mediante media aritmética, los valores medios en cada frecuencia para las dos zonas diferenciadas.

El hecho de analizar conjuntamente los parámetros  $Tr_{20}$  y al  $EDT$  es para determinar si existe una buena difusión del sonido en cada zona. Esto se consigue cuando los valores  $Tr_{20}$  y  $EDT$  son del mismo orden.

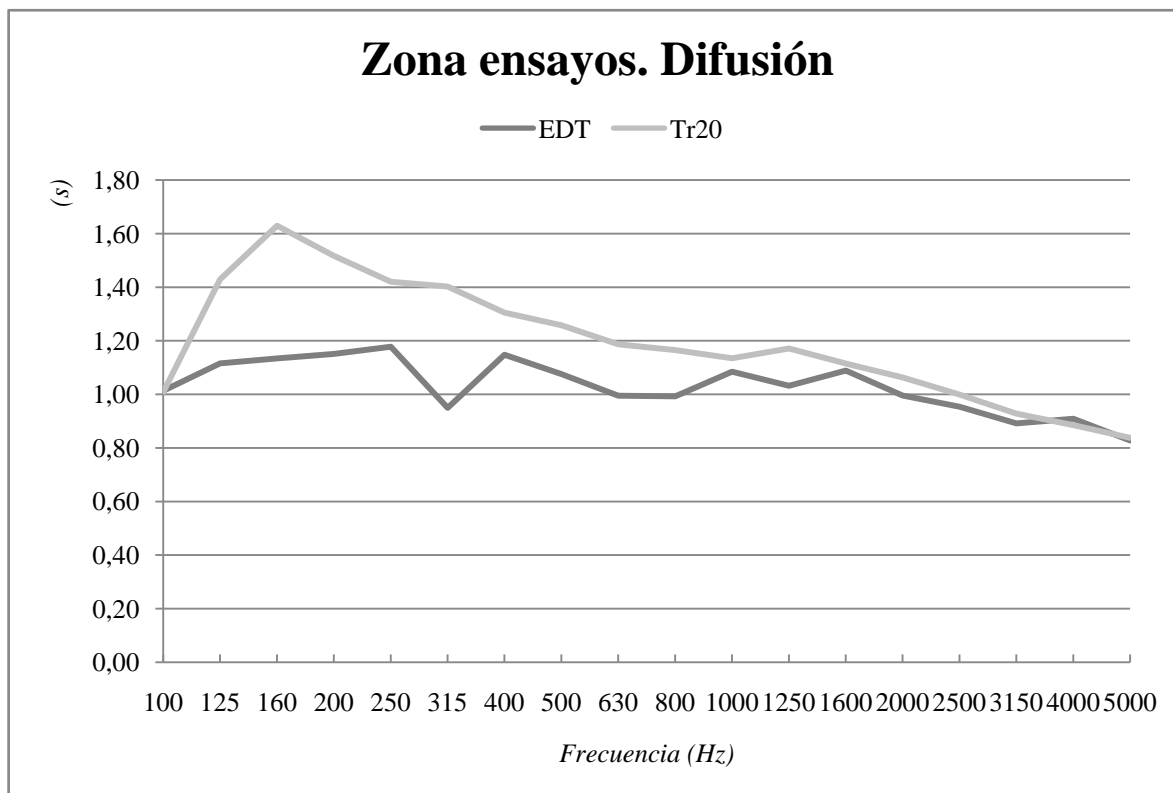


Figura 49. Difusión zona de ensayos

En la figura 49 se puede observar como en las frecuencias bajas del espectro hay una mayor diferencia entre los valores de  $Tr_{20}$  y  $EDT$ , y a partir de las frecuencias medias los valores son muy parejos. Esto se traduce en una muy buena difusión para tonos de frecuencias altas y en una no tan buena difusión para los tonos medios y sobre todo para los graves.

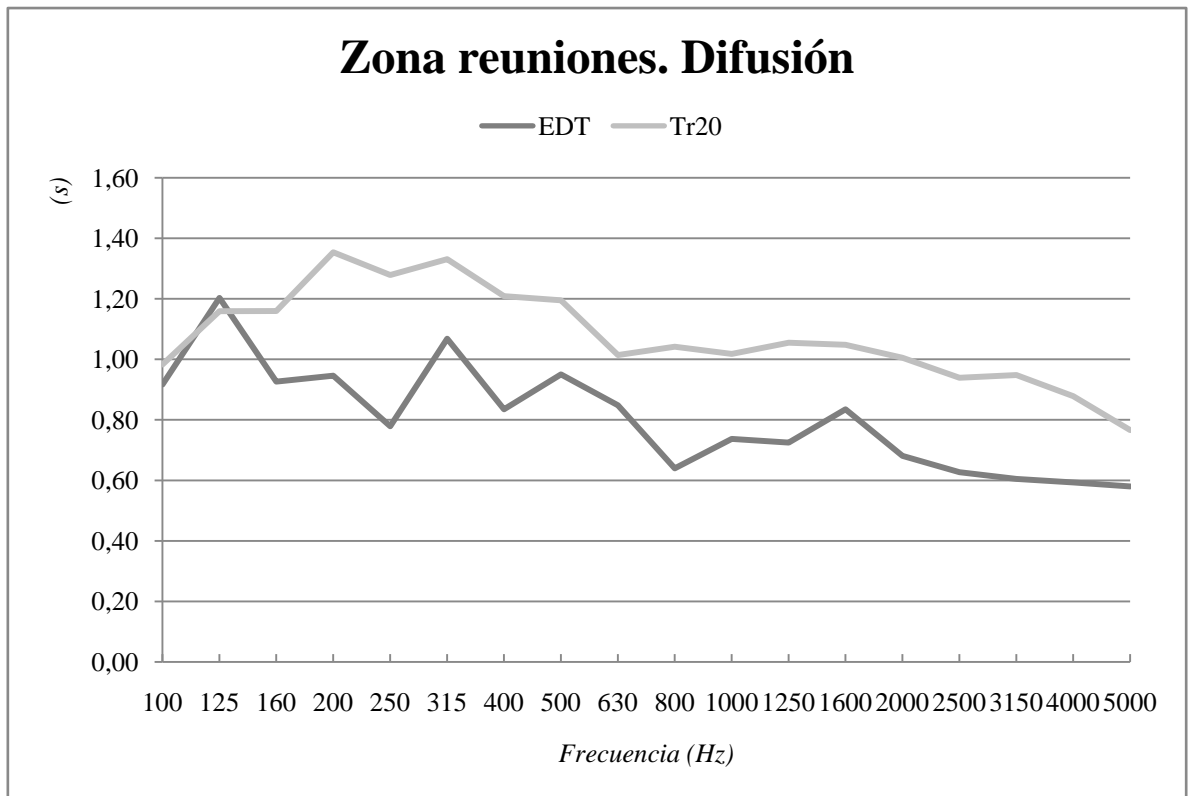


Figura 50. Difusión zona de reuniones

Para el caso de la zona de reuniones, se puede ver en la figura 50 como los valores de  $EDT$  y  $Tr_{20}$  se van manteniendo a la misma distancia, mostrando una difusión bastante uniforme aunque no muy buena, excepto para las frecuencias más bajas.

A continuación se muestran los resultados de todo el conjunto del casal, que se han obtenido promediando todos los valores obtenidos, de la zona de reuniones y la zona de ensayos.

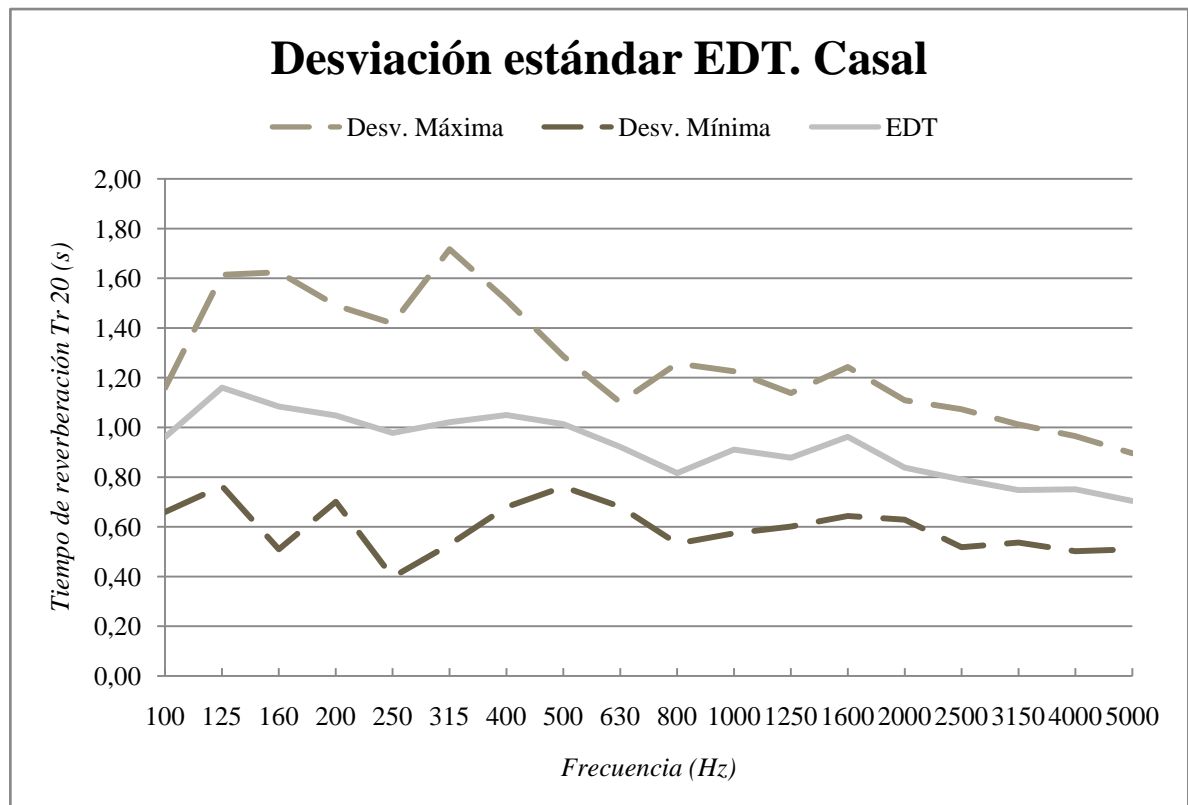


Figura 51. Curva tonal  $EDT$  en casal

Early Decay Time (EDT) Casal																
frec.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	EDT	Min	Max	Desv
100	0,22	1,09	0,99	1,08	1,09	0,82	0,90	1,16	1,02	0,91	0,66	0,84	0,90	0,22	1,16	0,26
125	0,76	1,25	1,29	0,82	1,25	1,32	1,09	1,15	1,61	1,45	0,95	0,97	1,16	0,76	1,61	0,25
160	0,94	0,82	1,25	1,62	1,11	1,55	0,29	0,77	1,27	1,26	0,51	0,82	1,02	0,29	1,62	0,40
200	1,15	1,41	0,92	0,76	1,19	1,49	1,21	0,81	0,88	1,14	0,93	0,70	1,05	0,70	1,49	0,26
250	1,24	1,42	1,13	0,90	1,30	1,08	1,12	0,94	0,40	0,54	0,77	0,91	0,98	0,40	1,42	0,30
315	0,89	1,05	0,53	0,95	1,72	0,91	1,03	1,22	1,23	0,81	1,18	0,95	1,04	0,53	1,72	0,29
400	0,90	1,27	0,80	1,00	1,41	1,51	0,78	0,35	0,68	0,81	1,23	1,16	0,99	0,35	1,51	0,34
500	0,91	1,29	0,84	1,22	1,06	1,14	0,76	1,07	0,96	0,86	0,92	1,13	1,01	0,76	1,29	0,16
630	0,92	1,10	0,86	1,01	1,00	1,08	0,75	1,01	0,78	0,88	0,68	0,99	0,92	0,68	1,10	0,13
800	1,26	1,16	0,75	0,67	1,14	0,98	0,58	0,72	0,82	0,60	0,53	0,59	0,82	0,53	1,26	0,26
1k	1,14	0,99	1,09	1,12	1,23	0,95	0,77	0,76	0,81	0,78	0,73	0,57	0,91	0,57	1,23	0,20
1,25k	1,07	1,14	1,12	0,96	1,08	0,81	0,73	0,66	0,78	0,80	0,60	0,78	0,88	0,60	1,14	0,19
1,6k	1,12	0,95	1,19	1,24	0,97	1,07	0,70	0,64	0,96	0,96	0,91	0,84	0,96	0,64	1,24	0,18
2k	1,11	0,97	0,92	1,02	0,93	1,02	0,65	0,65	0,63	0,78	0,72	0,66	0,84	0,63	1,11	0,18
2,5k	0,97	1,07	0,88	0,96	0,93	0,91	0,69	0,52	0,58	0,73	0,62	0,63	0,79	0,52	1,07	0,18
3,15k	0,93	1,01	0,93	0,70	0,92	0,86	0,54	0,55	0,73	0,59	0,58	0,65	0,75	0,54	1,01	0,17
4k	0,89	0,97	0,92	0,91	0,94	0,82	0,52	0,57	0,67	0,66	0,50	0,64	0,75	0,50	0,97	0,18
5k	0,90	0,84	0,78	0,84	0,81	0,80	0,59	0,55	0,51	0,62	0,59	0,62	0,70	0,51	0,90	0,14

Tabla 27. Early Decay Times y Early Decay Time medio en casal

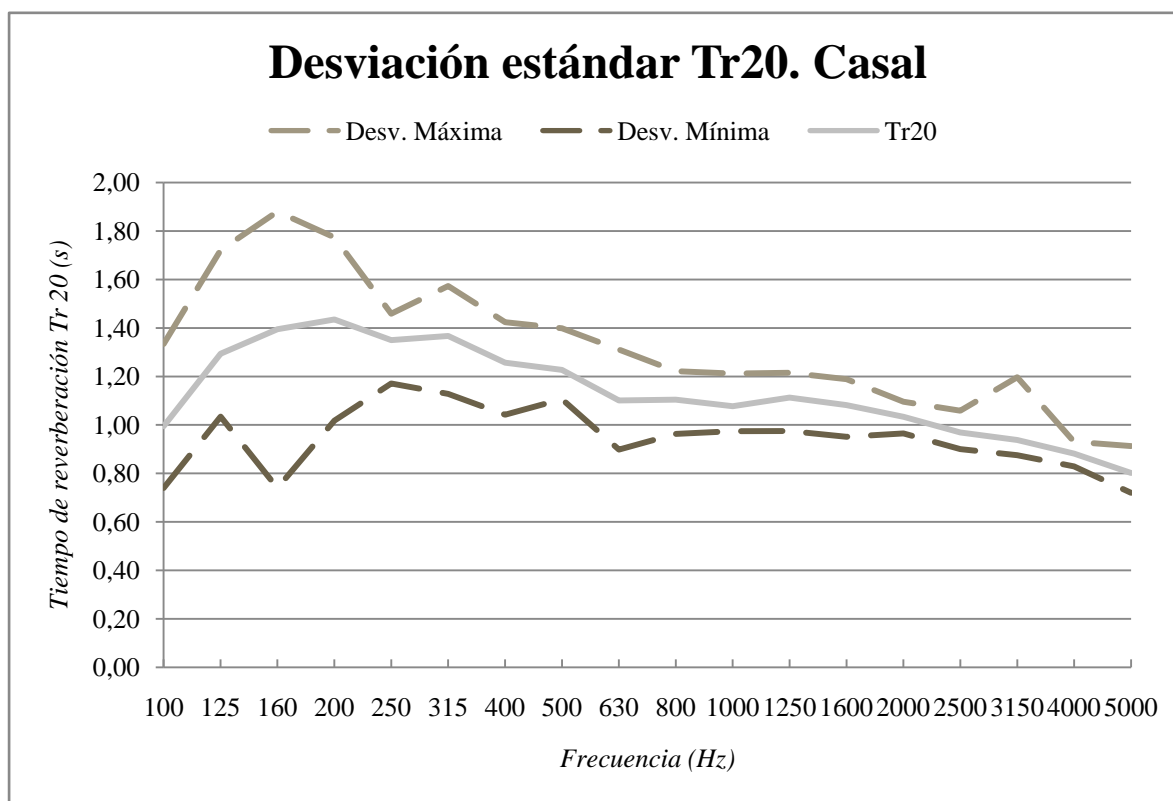


Figura 52. Curva tonal  $Tr_{20}$  en casal

Tiempo de reverberación ( $Tr_{20}$ ) Casal																
frec.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	$Tr_{20}$	Min	Max	Desv
100	0,47	1,13	1,17	1,26	0,74	0,74	0,94	1,33	1,07	0,76	0,92	0,88	0,99	0,74	1,33	0,25
125	1,38	1,17	1,72	1,31	1,45	1,54	1,39	1,08	1,03	1,04	1,19	1,23	1,29	1,03	1,72	0,21
160	1,82	1,56	1,88	1,43	2,44	1,47	0,12	1,25	0,74	1,07	1,03	1,71	1,39	0,74	1,88	0,60
200	1,25	1,77	1,30	1,62	1,73	1,43	1,47	1,25	1,02	1,30	1,51	1,57	1,44	1,02	1,77	0,22
250	1,46	1,34	1,45	1,46	1,40	1,41	1,28	1,31	1,17	1,37	1,35	1,21	1,35	1,17	1,46	0,10
315	1,24	1,53	1,27	1,30	1,49	1,57	1,40	1,40	1,13	1,27	1,28	1,50	1,37	1,13	1,57	0,14
400	1,36	1,25	1,23	1,40	1,31	1,28	1,32	1,20	1,04	1,42	1,09	1,19	1,26	1,04	1,42	0,12
500	1,40	1,26	1,18	1,15	1,21	1,34	1,23	1,23	1,16	1,11	1,11	1,33	1,23	1,11	1,40	0,09
630	1,31	1,21	1,18	1,05	1,26	1,11	1,04	0,91	1,05	1,16	1,03	0,90	1,10	0,90	1,31	0,13
800	1,11	1,22	1,19	1,21	1,05	1,21	0,96	1,07	1,03	1,16	1,05	0,99	1,10	0,96	1,22	0,09
1k	1,13	1,19	1,16	1,07	1,21	1,05	1,07	1,01	0,99	0,99	0,97	1,08	1,08	0,97	1,21	0,08
1,25k	1,16	1,15	1,21	1,15	1,15	1,22	0,98	1,13	0,98	1,06	1,12	1,07	1,11	0,98	1,22	0,08
1,6k	1,06	1,16	1,12	1,08	1,14	1,14	1,07	1,01	1,08	0,99	0,95	1,19	1,08	0,95	1,19	0,07
2k	1,05	1,03	1,08	1,10	1,07	1,06	0,97	1,00	1,04	1,02	1,00	1,01	1,03	0,97	1,10	0,04
2,5k	1,00	1,00	1,03	0,94	0,98	1,06	0,92	0,92	1,02	0,96	0,90	0,92	0,97	0,90	1,06	0,05
3,15k	0,94	0,94	0,90	0,91	0,93	0,95	0,88	0,91	1,20	0,88	0,92	0,91	0,94	0,88	1,20	0,09
4k	0,86	0,89	0,86	0,85	0,92	0,93	0,83	0,86	0,92	0,86	0,91	0,89	0,88	0,83	0,93	0,03
5k	0,83	0,81	0,76	0,83	0,88	0,91	0,72	0,73	0,77	0,79	0,77	0,81	0,80	0,72	0,91	0,06

Tabla 28. Tiempos de reverberación y tiempo de reverberación medio en casal

En cuanto a la difusión del casal se refiere, se puede observar en la siguiente figura (figura 53) como se muestra aproximadamente constante en todo el espectro de frecuencias, a excepción de la zona de frecuencias más bajas. En términos generales se puede concluir que el casal tiene una difusión aceptable.

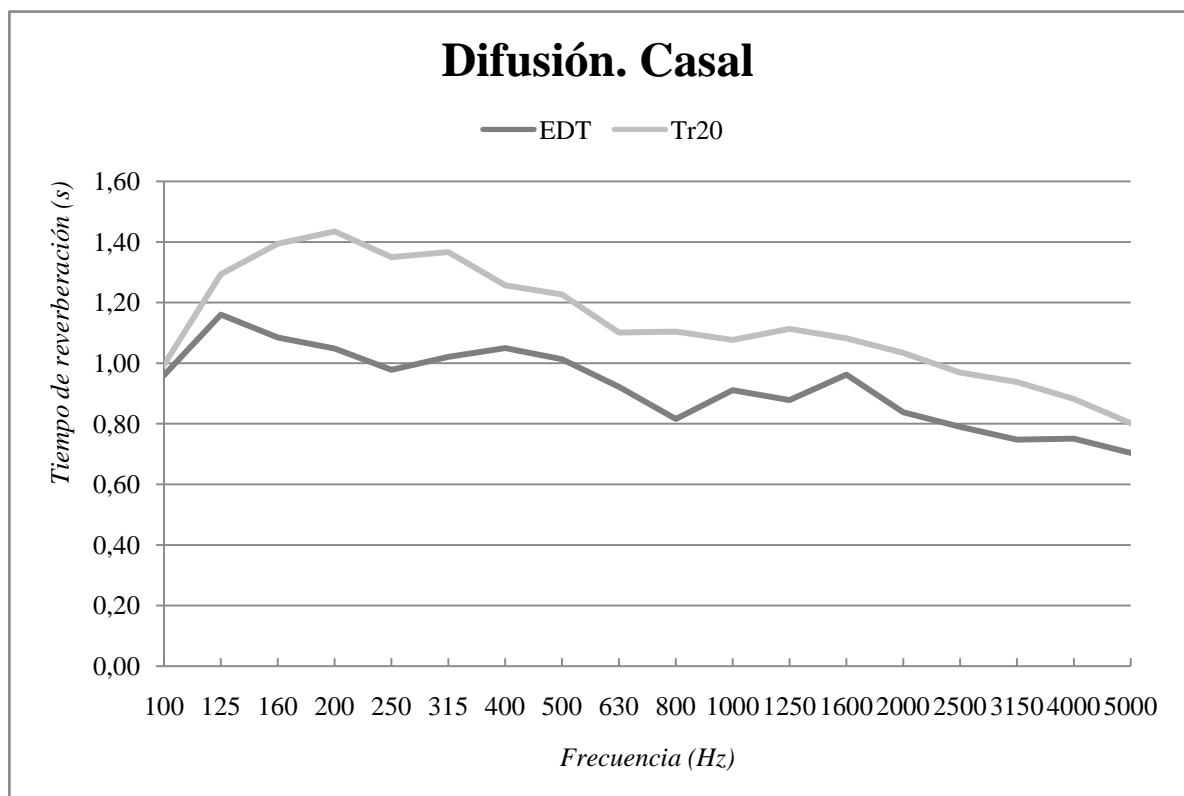


Figura 53. Difusión casal

A partir de los valores medios de  $Tr_{20}$  medidos en tercios de octava se obtienen los valores medios para las bandas de octava normalizadas (125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz y 4000 Hz). Estos valores se obtienen de la media aritmética de los tres valores que componen la banda de octava, de tal manera que el valor medio  $Tr_{20}$  en banda de octava para la frecuencia de 125 Hz se obtiene de la media aritmética de los valores correspondientes a 100 Hz, 125 Hz y 160 Hz, en bandas de tercio de octava, y así sucesivamente.

La razón por la cual se obtienen los tiempos de reverberación en bandas de octavas es para poder obtener la media entre  $Tr_{20}$  a 500 Hz y  $Tr_{20}$  a 1000 Hz, que se conoce como  $Tr_{mid}$ , y es el valor de referencia para determinar si el casal tiene un tiempo de reverberación adecuado al uso al que se destina o no.

	Zona de ensayos	Zona de reuniones	Casal
frec.	$Tr_{20 \text{ octava}}$	$Tr_{20 \text{ octava}}$	$Tr_{20 \text{ octava}}$
500	1,13	1,14	1,20
1000	1,09	1,02	1,09
$Tr_{mid}$	<b>1,11</b>	<b>1,08</b>	<b>1,15</b>

Tabla 29. Resumen valores "mid"

El tiempo de reverberación obtenido  $Tr_{mid} = 1,15$  s es un tiempo de reverberación prácticamente adecuado para la sala si la consideramos una sala polivalente, según las distintas fuentes consultadas ( $Tr_{mid}$  recomendado para salas polivalentes, entre 1,20 y 1,50 segundos). Pero en nuestro caso nos interesa bajar el tiempo de reverberación medio para controlar el nivel del campo reverberado.

### Ruido de fondo

Ruido de fondo es el nivel de presión sonora existente en un recinto, cuando en el interior del mismo no se produce ninguna actividad. Dicho ruido puede tener su origen en las instalaciones hidráulicas, instalación eléctrica (ya sea por el propio cableado de la instalación eléctrica, o por elementos conectados a la red como neveras, congeladores, calentador de agua...) e incluso puede tener su origen en el exterior del local.

Para poder evaluar el grado de molestia (o grado de confort) producido por el ruido de fondo de un recinto se establecieron una serie de curvas denominadas NC (*Noise Criteria*).

*"... 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 son siempre más elevados que los correspondientes a frecuencias altas, ya que el oído humano es menos sensible a medida que la frecuencia considerada es menor."*

Además de valorar el grado de molestia de un recinto, también se usan para marcar exigencias en fase de proyecto en cuanto al ruido en el interior del recinto.

Para determinar el ruido de fondo con las curvas NC, se debe comparar las medidas de ruido de fondo (en bandas de octava) con los valores de referencia de las curvas de referencia, cuyos valores se muestran en la siguiente tabla.

Curvas NC											
frec.	NC-15	NC-20	NC-25	NC-30	NC-35	NC-40	NC-45	NC-50	NC-55	NC-60	NC-65
63	47	51	54	57	60	64	67	71	74	77	80
125	36	40	44	48	52	57	60	64	67	71	75
250	29	33	37	41	45	50	54	58	62	67	71
500	22	26	31	35	40	45	49	54	58	63	68
1000	17	22	27	31	36	41	46	51	56	61	66
2000	14	19	24	29	34	39	44	49	54	59	64
4000	12	17	22	28	33	38	43	48	53	58	63
8000	11	16	21	27	32	37	42	47	52	57	62

Tabla 30. Niveles de referencia en bandas de octava de las curvas NC

Los valores de las curvas NC (tabla 30) se han obtenido del libro "ABC de la Acústica Arquitectónica" del reconocido autor en el campo de la acústica arquitectónica, Higinio Arau.

Para poder comparar los valores medidos con los valores de referencia de las curvas NC, debemos transformar los valores en bandas de tercios de octava, en valores de bandas de octava. La transformación de los niveles se realiza mediante media logarítmica de los tres niveles que componen la banda de octava. Estos valores se muestran en la siguiente tabla.

Se dice que un recinto cumple con una curva NC cuando ninguno de los niveles de presión medios de fondo medidos in-situ se encuentran por encima de la curva de referencia para todas las frecuencias comprendidas entre 63 Hz y 8kHz.

Ruido de fondo en el casal							
frec.	1	2	3	4	5	$B_{2\ 1/3\ octava}$	$B_{2\ octava}$
100	57,6	54,6	59,3	64,3	60,3	60,40	60,38
125	69	48,3	49,9	56,2	57,5	62,59	
160	60,1	47,1	51,6	56,5	51,4	55,57	
200	47,8	44,5	51,7	51,8	52,7	50,60	49,18
250	51,5	44,1	47,1	48,7	51,4	49,35	
315	45,7	47	47,5	47,2	46,3	46,79	
400	39,3	42,9	45,4	46,6	47,4	45,14	44,94
500	45,3	42,9	44,7	43,6	44,8	44,35	
630	39,9	42,9	44,2	45,9	48,7	45,28	
800	38,8	38,4	40,9	40	45,2	41,46	42,40
1000	40	39,6	39,9	42,1	50,9	45,27	
1250	35,4	36,7	34,5	33,7	39,7	36,56	
1600	32,6	33,1	32,8	33,6	41,9	36,73	35,28
2000	31,2	31,7	31,9	34,3	38,1	34,31	
2500	29,8	30,5	32,7	32,2	39	34,33	
3150	27,9	28,8	31,2	29,3	33,8	30,75	30,55
4000	26,1	29,1	29,2	32,4	35,6	31,71	
5000	23,9	26,7	27,3	28,2	32,4	28,63	

Tabla 31. Niveles de presión de fondo en bandas de tercio de octava y en bandas de octava

En la gráfica que se muestra a continuación (figura 54) se muestran los valores de referencia de las curvas NC y los valores medidos in-situ (tabla 31), para poder determinar de manera visual, a qué curva de referencia NC se ajusta.

## Comparación ruido de fondo - Curvas NC

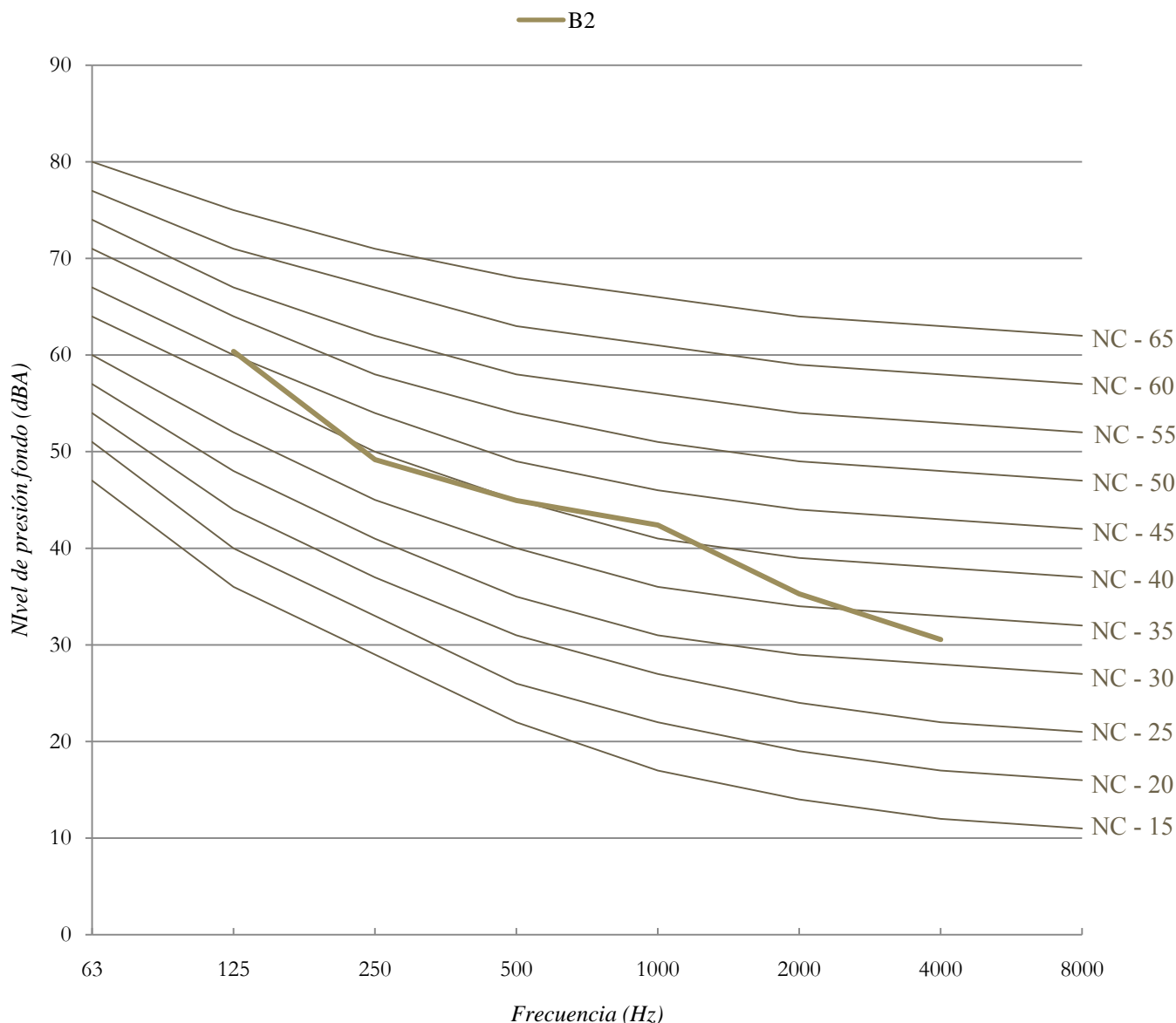


Figura 54. Comparación niveles de presión medios de fondo  $B_2$  y curvas NC

Como se puede apreciar, la curva representativa del ruido de fondo del casal sobrepasa ligeramente la curva de referencia NC-45, por lo que se concluye que el casal fallero cumple la especificación NC-50.

Esto indica que hay un nivel elevado de ruido, presuntamente producido por el escaso aislamiento acústico que ofrece la fachada.

Con la propuesta de aislamiento acústico que se expondrá más adelante se conseguirá reducir considerablemente el nivel de ruido, consiguiendo una especificación NC notablemente mejor. (NC-35 sería lo recomendable según se desprende de *ABC de la Acústica Arquitectónica. Tabla 2.2. H. Arau*).

## Calidez y Brillo

La calidez y el brillo son dos parámetros que se obtienen a partir del tiempo de reverberación ( $Tr_{20}$  en bandas de octava) y que dan una idea de la respuesta de la sala a baja y a alta frecuencia.

Se dice que una sala tiene calidez acústica si presenta una buena respuesta a las frecuencias graves. Como medida objetiva la calidez, se suele utilizar la relación entre el valor medio del tiempo de reverberación a frecuencias graves (125 Hz y 250 Hz), y a frecuencias medias (500 Hz y 1000 Hz).

Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\text{Calidez} = \frac{Tr_{(125 \text{ Hz})} + Tr_{(250 \text{ Hz})}}{Tr_{(500 \text{ Hz})} + Tr_{(1000 \text{ Hz})}}$$

Según se desprende de *Apuntes Área de intensificación de Acústica Arquitectónica. Capítulo 2.2*, se recomienda que el coeficiente adimensional que define la calidez se encuentre entre los valores de 1,10 y 1,45 para el caso de música; y que sea igual a la unidad para la transmisión de palabra.

Se dice que una sala es brillante si presenta una buena respuesta a frecuencias altas. El brillo ( $Br$ ) de una sala depende fundamentalmente de la relación entre el valor medio del tiempo de reverberación a frecuencias altas (2000 Hz y 4000 Hz) y el valor medio del tiempo de reverberación a frecuencias medias.

Se calcula según la siguiente ecuación:

$$Br = \frac{Tr_{(2000 \text{ Hz})} + Tr_{(4000 \text{ Hz})}}{Tr_{(500 \text{ Hz})} + Tr_{(1000 \text{ Hz})}}$$

Según se observa en el capítulo mencionado anteriormente, el valor recomendado que define el brillo de una sala es igual para la transmisión de la palabra como para la música, y el valor debe ser mayor que 0,87 (según *ABC de la Acústica Arquitectónica*, se recomienda no sobrepasar la unidad)

A continuación se muestran los resultados obtenidos para la zona de ensayos, la zona de reuniones y del conjunto del casal.

	Zona de ensayos	Zona de reuniones	Casal
frec.	$Tr_{20 \text{ octava}}$	$Tr_{20 \text{ octava}}$	$Tr_{20 \text{ octava}}$
125	1,36	1,10	1,23
250	1,45	1,32	1,38
500	1,25	1,14	1,20
1000	1,16	1,04	1,10
2000	1,06	1,00	1,03
4000	0,88	0,86	0,87
<i>Calidez</i>	1,17	1,11	1,15
<i>Brillo</i>	0,80	0,85	0,83

Tabla 32. Resumen valores obtenidos de Calidez y Brillo

Con lo dicho anteriormente y los valores obtenidos, se puede concluir que: la zona de ensayos tiene un índice  $Calidez = 1,17$  que se comprende entre los valores recomendables (1,10 y 1,45), y tiene un



índice de brillo  $Br = 0,80$  inferior al valor recomendado ( $0,80 < 0,87$ ); la zona de reuniones tiene una relación entre las frecuencias graves y las medias que no se ajusta a lo que se ha estipulado como recomendable para la transmisión de la palabra ( $1,11 \neq 1,00$ ), y la relación entre las frecuencias altas y las medias no alcanza por poco al mínimo recomendable ( $0,85 < 0,87$ ); y por último, de manera global se puede decir que el casal presenta un grado de calidez aceptable en cuanto a la audición musical pero es un tanto elevado para la transmisión de la palabra y en cuanto al brillo cabe decir que es un poco inferior al valor recomendable ( $0,83 < 0,87$ ).

A la hora de realizar la propuesta se tratarán de ajustar los índices de calidez y brillo a valores recomendables, pero teniendo en cuenta que son parámetros de calidad de segundo orden y que primero que todo prima ajustar el tiempo de reverberación, que es un parámetro de mayor importancia.

## RASTI

*RASTI* (*Rapid STI*) es un índice que mide de manera objetiva la inteligibilidad de la palabra y varía desde 0 a 1.

El índice *RASTI* es una alternativa simple al índice de articulación de la palabra *STI*, y a diferencia de éste, *RASTI* mide solamente en dos octavas centradas en 500 Hz y 2000 Hz. Para la medición, al igual que el índice *STI*, utiliza una señal similar a la del habla y asocia las reducciones en la profundidad de la modulación con pérdida de inteligibilidad.

En la siguiente tabla (tabla 33) obtenida de *Apuntes Área de intensificación de Acústica Arquitectónica. Capítulo 2.2*, se muestra la inteligibilidad de la palabra en función del índice *RASTI*.

<i>STI</i> ( <i>RASTI</i> )	Inteligibilidad palabra
0 - 0,30	Mala
0,30 - 0,45	Pobre
0,45 - 0,60	Aceptable
0,60 - 0,75	Buena
0,75 - 1	Excelente

Tabla 33. Inteligibilidad de la palabra en función de *RASTI*

La obtención de estos resultados es mediante el software incorporado en el ordenador portátil (véase 3.1 *Instrumentación de medida*) y los resultados se han incluido en la siguiente tabla.

		<i>RASTI</i>	Inteligibilidad		
Zona de ensayos	1	0,63	Buena	0,61	Casal
	2	0,61	Buena		
	3	0,62	Buena		
	4	0,60	Aceptable		
	5	0,62	Buena		
	6	0,60	Buena		
Zona de reuniones	1	0,65	Buena	0,66	0,64
	2	0,69	Buena		
	3	0,67	Buena		
	4	0,66	Buena		
	5	0,65	Buena		
	6	0,66	Buena		

Tabla 34. Resumen índices *RASTI* obtenidos

Como se observa en la tabla 34 la inteligibilidad del casal es buena en términos generales, aunque se puede apreciar que es un poco mayor en la zona de reuniones que en la zona de ensayos.

## Claridad $C_{80}$

La claridad  $C_{80}$  indica la idoneidad que presenta una sala frente al sonido que es emitido por la música.

Este parámetro da información, en términos logarítmicos de la cantidad de energía sonora inmediata que se produce dentro de los primeros 80 ms respecto de la energía sonora tardía que se produce después de transcurridos los 80 ms. Se expresa en dB.

Claridad $C_{80}$ Zona de ensayos										
frec.	1	2	3	4	5	6	$C_{80}$	min	max	Desv.
100	14,8	6,32	0,72	7,21	4,32	1,32	5,78	0,72	14,8	5,12
125	7,07	5,07	-0,51	6,02	1,55	5,15	4,06	-0,51	7,07	2,91
160	2,05	6,98	-2,37	5,25	0,68	3,64	2,7	-2,37	6,98	3,34
200	5,48	1,20	1,29	4,03	2,31	3,95	3,04	1,2	5,48	1,72
250	3,19	3,26	4,72	3,71	3,15	6,94	4,16	3,15	6,94	1,49
315	3,42	6,12	8,69	2,44	4,32	4,31	4,88	2,44	8,69	2,23
400	3,21	3,58	3,29	-2,08	4,19	2,21	2,4	-2,08	4,19	2,29
500	4,42	2,14	6,35	2,25	2,63	2,02	3,30	2,02	6,35	1,74
630	4,02	5,85	4,73	5,75	6,41	4,48	5,21	4,02	6,41	0,93
800	2,24	5,63	7,29	7,99	6,58	5,40	5,86	2,24	7,99	2,02
1k	5,00	5,41	3,54	3,64	5,58	5,38	4,76	3,54	5,58	0,92
1,25k	6,49	3,98	2,89	3,31	5,16	7,50	4,89	2,89	7,5	1,83
1,6k	7,89	4,24	2,95	2,72	5,25	3,31	4,39	2,72	7,89	1,95
2k	5,49	5,54	5,64	4,96	2,89	4,49	4,84	2,89	5,64	1,05
2,5k	4,78	4,44	4,43	8,26	4,03	4,79	5,12	4,03	8,26	1,56
3,15k	7,62	6,80	5,51	10,34	5,41	6,57	7,04	5,41	10,34	1,82
4k	7,29	4,21	4,42	10,15	7,23	9,01	7,05	4,21	10,15	2,39
5k	10,78	6,70	7,22	6,91	7,35	6,68	7,61	6,68	10,78	1,58

Tabla 35. Valores Claridad  $C_{80}$  obtenidos en zona de ensayos

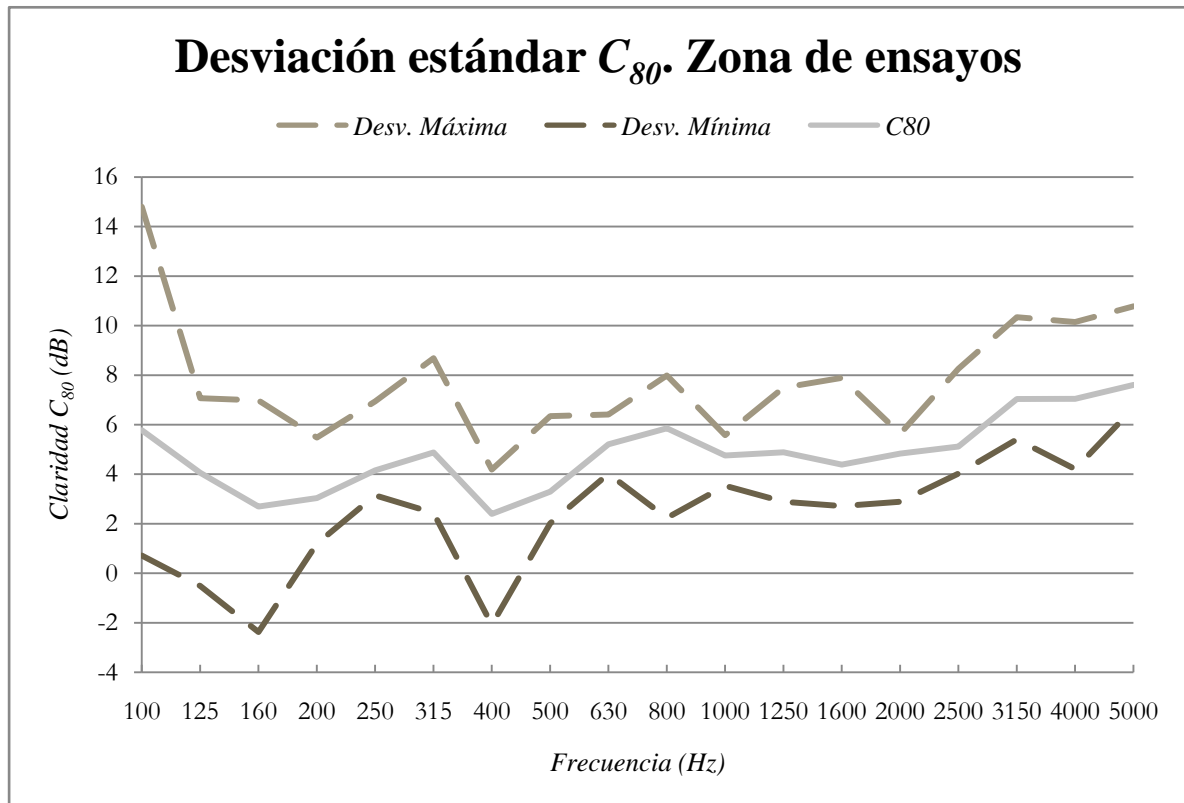


Figura 55. Claridad  $C_{80}$  en zona de ensayos

En las tablas 35 y 36 se muestran los datos obtenidos  $C_{80}$ , también mediante el software *Dirac 3.0*. (siempre que se haga referencia a la medida mediante software informático, se entenderá que los puntos en los que se ha realizado la medición corresponden a los grafiados en el punto 3.2 *Medición del aislamiento* y 3.3 *Medición del tiempo de reverberación*).

Además se representan de manera gráfica los resultados  $C_{80}$  con sus desviaciones máxima y mínima en las figuras 55 y 56.

frec.	Claridad $C_{80}$ Zona de reuniones						$C_{80}$	min	max	Desv.
	1	2	3	4	5	6				
100	6,01	7,37	5,11	3,93	7,05	4,64	5,69	3,93	7,37	1,36
125	2,05	2,13	2,61	0,72	4,53	-0,09	1,99	-0,09	4,53	1,60
160	10,6	4,78	0,73	3,10	8,67	5,06	5,49	0,73	10,6	3,61
200	2,81	4,64	5,28	7,88	4,44	7,30	5,39	2,81	7,88	1,90
250	4,73	6,63	9,93	9,81	5,77	2,43	6,55	2,43	9,93	2,93
315	7,84	7,26	7,45	7,22	2,00	7,75	6,59	2,00	7,84	2,26
400	7,50	10,58	8,07	7,64	5,33	7,14	7,71	5,33	10,58	1,70
500	4,92	6,73	5,42	5,37	3,91	4,07	5,07	3,91	6,73	1,03
630	6,47	5,02	4,19	6,71	6,38	4,01	5,46	4,01	6,71	1,21
800	7,62	5,84	7,48	8,30	8,23	8,41	7,65	5,84	8,41	0,96
1k	6,87	5,91	8,29	7,43	7,76	9,04	7,55	5,91	9,04	1,10
1.25k	7,38	7,57	5,95	5,79	6,99	6,23	6,65	5,79	7,57	0,76
1.6k	5,45	6,35	6,09	4,37	6,98	5,93	5,86	4,37	6,98	0,89
2k	6,83	6,65	7,93	6,37	6,98	7,95	7,12	6,37	7,95	0,67
2.5k	6,13	7,89	9,33	6,75	6,86	7,21	7,36	6,13	9,33	1,12
3.15k	7,84	7,56	6,88	8,13	8,22	7,65	7,71	6,88	8,22	0,49
4k	7,56	6,56	8,06	7,92	8,70	7,09	7,65	6,56	8,70	0,76
5k	5,85	7,39	10,15	7,83	8,49	7,81	7,92	5,85	10,15	1,41

Tabla 36. Valores Claridad  $C_{80}$  obtenidos en zona de reuniones

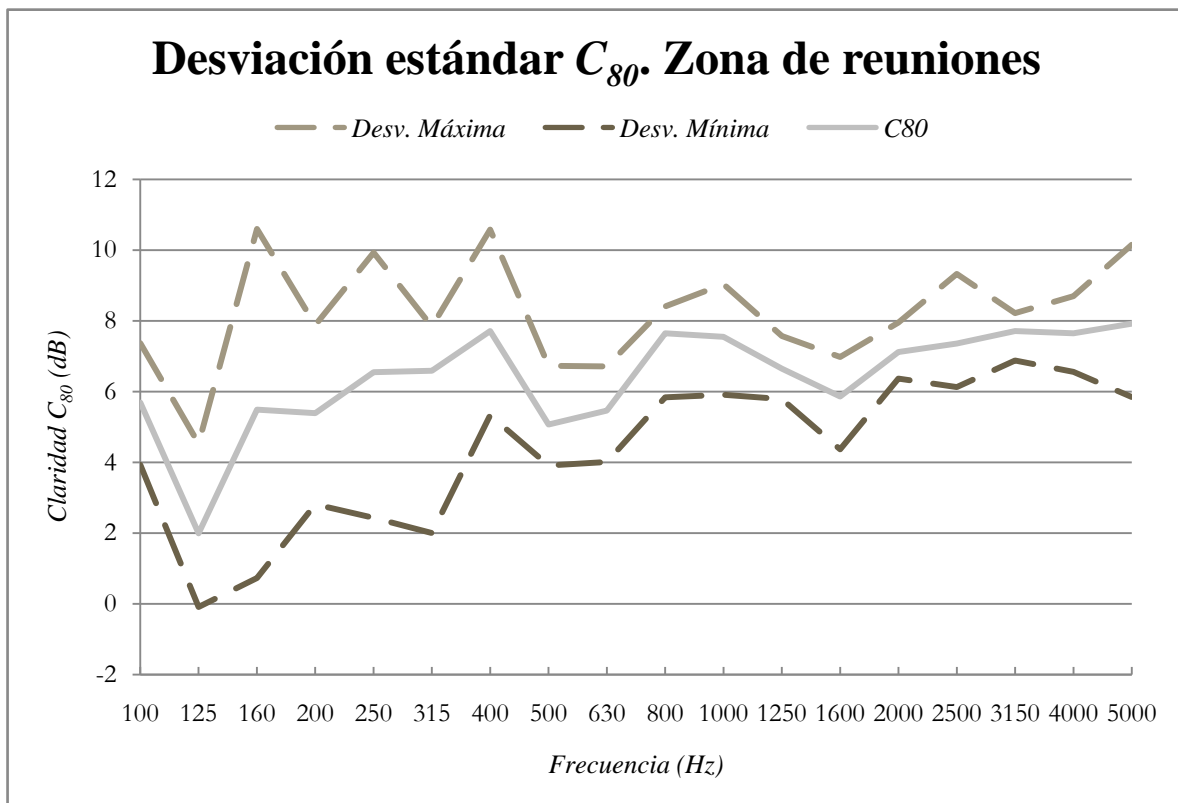


Figura 56. Claridad  $C_{80}$  en zona de reuniones

Y por último se van a mostrar los valores  $C_{80}$  obtenidos para la totalidad del casal.

frec.	Claridad $C_{80}$ Casal			
	$C_{80}$	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>Desv.</i>
100	5,73	0,72	14,8	3,57
125	3,03	-0,51	7,07	2,48
160	4,10	-2,37	10,6	3,62
200	4,22	1,2	7,88	2,12
250	5,36	2,43	9,93	2,54
315	5,74	2,00	8,69	2,32
400	5,06	-2,08	10,58	3,37
500	4,18	2,02	6,73	1,65
630	5,34	4,01	6,71	1,04
800	6,75	2,24	8,41	1,78
1k	6,15	3,54	9,04	1,75
1,25k	5,77	2,89	7,57	1,62
1,6k	5,13	2,72	7,89	1,64
2k	5,98	2,89	7,95	1,46
2,5k	6,24	4,03	9,33	1,75
3,15k	7,38	5,41	10,34	1,32
4k	7,35	4,21	10,15	1,72
5k	7,76	5,85	10,78	1,43

Tabla 37. Valores Claridad  $C_{80}$  obtenidos en casal

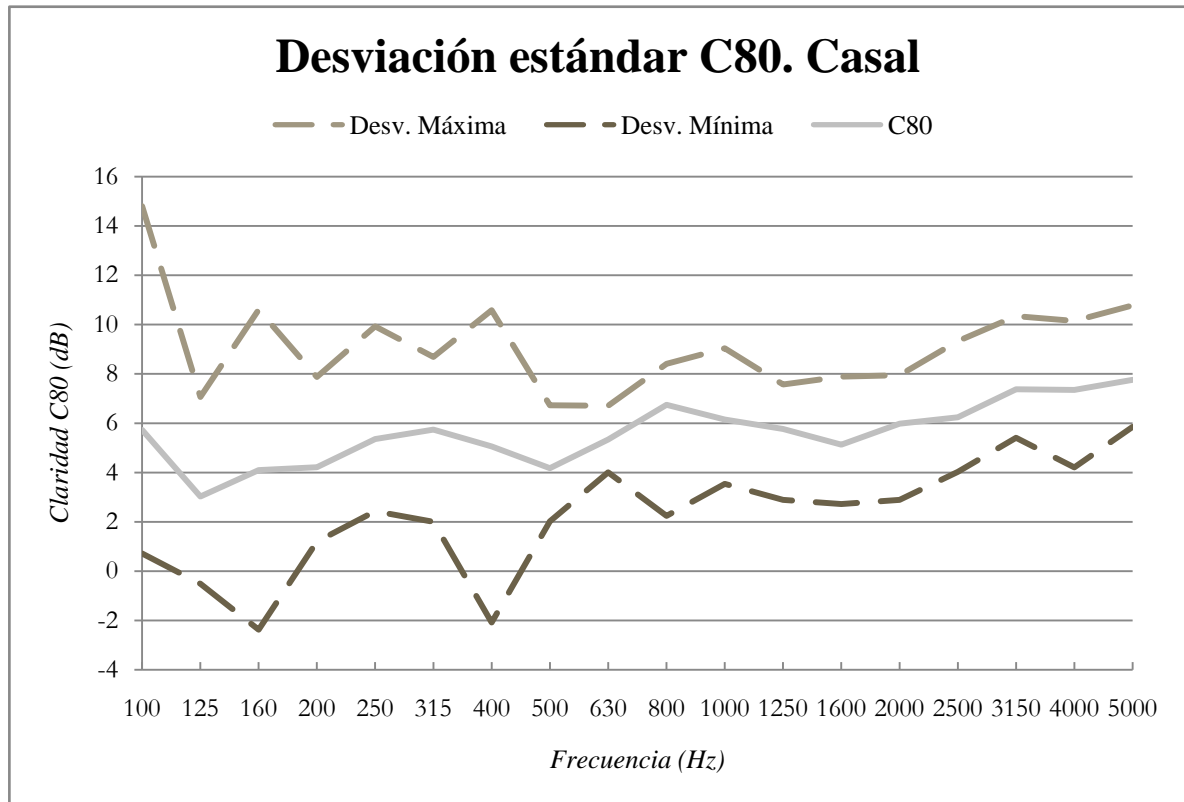


Figura 57. Claridad  $C_{80}$  en casal

Para poder determinar si el casal tiene un índice de claridad para la música  $C_{80}$  recomendado por las diversas fuentes consultadas, se debe expresar dicho valor en un único valor representativo mediante la siguiente expresión:

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

Los valores recomendados de  $C_{80}$  (*music average*) son: para una sala vacía debe comprenderse entre -4 y 0; y para la sala ocupada debería situarse entre -2 y 2.

En la tabla 38 se puede observar los resultados de  $C_{80}$  (*music average*).

frec.	Claridad $C_{80}$ octava		
	Zona ensayos	Zona reuniones	Casal
125	3,39	5,10	4,25
250	3,98	6,29	5,14
500	3,99	6,36	5,17
1k	5,41	7,33	6,37
2k	4,89	6,71	5,80
4k	7,03	7,33	7,38
$C_{80}$ ( <i>music average</i> )	4,76	6,80	5,78

Tabla 38. Resumen índice de claridad  $C_{80}$  (*music average*) obtenidos (sala vacía)

Como se desprende de la tabla anterior el casal tiene un valor  $C_{80}$  (*music average*) muy por encima del estipulado como recomendable ( $5,78 \gg 0$ ), y analizando pormenorizadamente el casal, se puede observar que ambas zonas en las que se subdividió el casal presentan un valor  $C_{80}$  (*music average*) muy elevado, aunque es cierto que la zona de ensayos presenta un valor más adecuado que la zona de reuniones.

### Definición $D_{50}$

El índice de definición  $D_{50}$  relaciona la energía reflejada recibida durante los primeros 50 ms y el sonido directo respecto a la energía total recibida. Se expresa en forma de porcentaje, o en tanto por uno.

Los valores obtenidos mediante el software informático son los siguientes:

frec.	Definición $D_{50}$ Zona de ensayos									
	1	2	3	4	5	6	$C_{80}$	min	max	Desv.
100	0,94	0,57	0,26	0,77	0,66	0,26	0,58	0,26	0,94	0,27
125	0,69	0,67	0,41	0,56	0,60	0,37	0,55	0,37	0,69	0,14
160	0,50	0,70	0,30	0,71	0,43	0,40	0,51	0,30	0,71	0,17
200	0,74	0,52	0,29	0,63	0,59	0,44	0,53	0,29	0,74	0,16
250	0,66	0,56	0,56	0,56	0,38	0,75	0,58	0,38	0,75	0,12
315	0,62	0,68	0,71	0,55	0,65	0,59	0,63	0,55	0,71	0,06
400	0,57	0,62	0,49	0,32	0,70	0,56	0,54	0,32	0,70	0,13
500	0,48	0,52	0,61	0,47	0,54	0,40	0,50	0,40	0,61	0,07
630	0,48	0,75	0,59	0,65	0,61	0,62	0,62	0,48	0,75	0,09
800	0,48	0,63	0,71	0,83	0,73	0,67	0,68	0,48	0,83	0,12
1k	0,65	0,67	0,57	0,60	0,72	0,67	0,64	0,57	0,72	0,06
1,25k	0,71	0,62	0,55	0,59	0,67	0,78	0,65	0,55	0,78	0,09
1,6k	0,78	0,50	0,54	0,52	0,65	0,60	0,60	0,50	0,78	0,10
2k	0,67	0,67	0,68	0,63	0,47	0,63	0,63	0,47	0,68	0,08
2,5k	0,61	0,60	0,63	0,81	0,57	0,60	0,64	0,57	0,81	0,09
3,15k	0,73	0,74	0,69	0,88	0,61	0,74	0,73	0,61	0,88	0,09
4k	0,74	0,57	0,58	0,85	0,75	0,83	0,72	0,57	0,85	0,12
5k	0,87	0,69	0,75	0,73	0,77	0,71	0,75	0,69	0,87	0,06

Tabla 39. Valores Definición  $D_{50}$  obtenidos en zona de ensayos

Además se representan de manera gráfica los resultados  $D_{50}$  con sus desviaciones máxima y mínima.

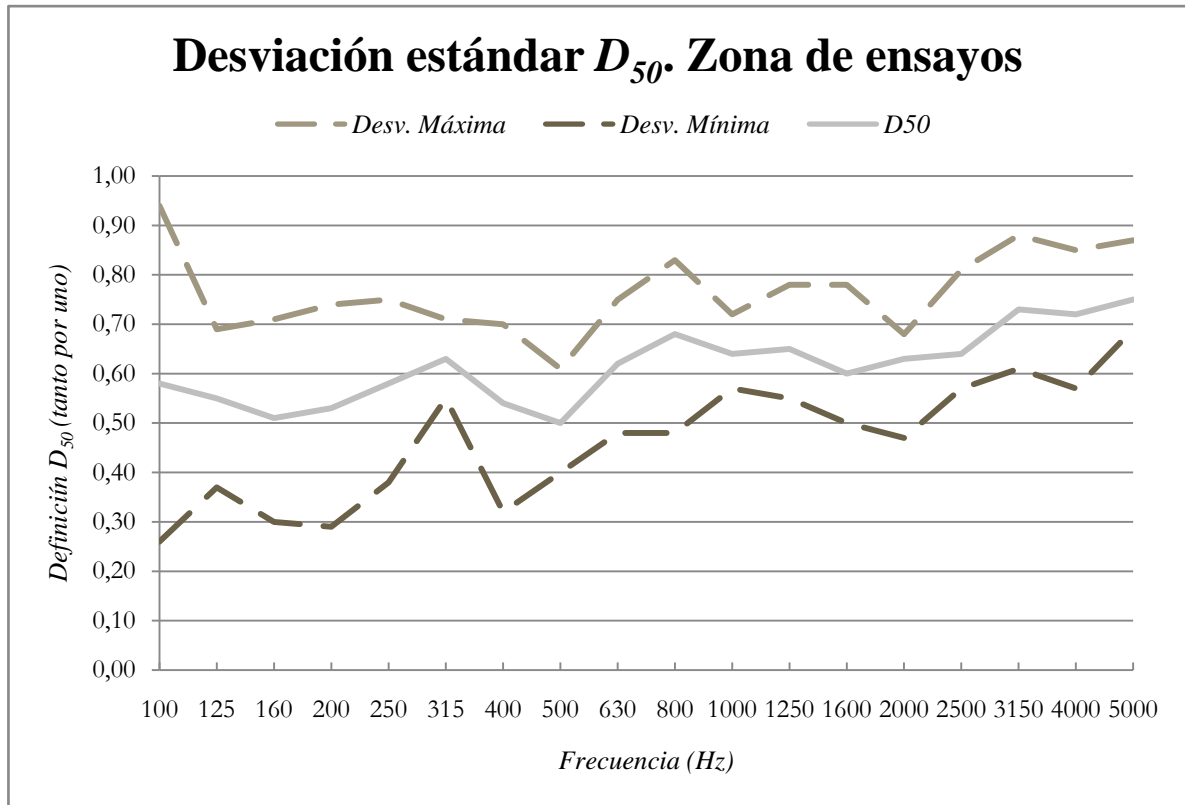


Figura 58. Definición  $D_{50}$  en zona de ensayos

Definición $D_{50}$ Zona de ensayos										
frec.	1	2	3	4	5	6	$D_{50}$	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>Desv.</i>
100	0,94	0,57	0,26	0,77	0,66	0,26	0,58	0,26	0,94	0,27
125	0,69	0,67	0,41	0,56	0,60	0,37	0,55	0,37	0,69	0,14
160	0,50	0,70	0,30	0,71	0,43	0,40	0,51	0,30	0,71	0,17
200	0,74	0,52	0,29	0,63	0,59	0,44	0,53	0,29	0,74	0,16
250	0,66	0,56	0,56	0,56	0,38	0,75	0,58	0,38	0,75	0,12
315	0,62	0,68	0,71	0,55	0,65	0,59	0,63	0,55	0,71	0,06
400	0,57	0,62	0,49	0,32	0,70	0,56	0,54	0,32	0,70	0,13
500	0,48	0,52	0,61	0,47	0,54	0,40	0,50	0,40	0,61	0,07
630	0,48	0,75	0,59	0,65	0,61	0,62	0,62	0,48	0,75	0,09
800	0,48	0,63	0,71	0,83	0,73	0,67	0,68	0,48	0,83	0,12
1k	0,65	0,67	0,57	0,60	0,72	0,67	0,64	0,57	0,72	0,06
1,25k	0,71	0,62	0,55	0,59	0,67	0,78	0,65	0,55	0,78	0,09
1,6k	0,78	0,50	0,54	0,52	0,65	0,60	0,60	0,50	0,78	0,10
2k	0,67	0,67	0,68	0,63	0,47	0,63	0,63	0,47	0,68	0,08
2,5k	0,61	0,60	0,63	0,81	0,57	0,60	0,64	0,57	0,81	0,09
3,15k	0,73	0,74	0,69	0,88	0,61	0,74	0,73	0,61	0,88	0,09
4k	0,74	0,57	0,58	0,85	0,75	0,83	0,72	0,57	0,85	0,12
5k	0,87	0,69	0,75	0,73	0,77	0,71	0,75	0,69	0,87	0,06

Tabla 40. Valores Definición  $D_{50}$  obtenidos en zona de ensayos

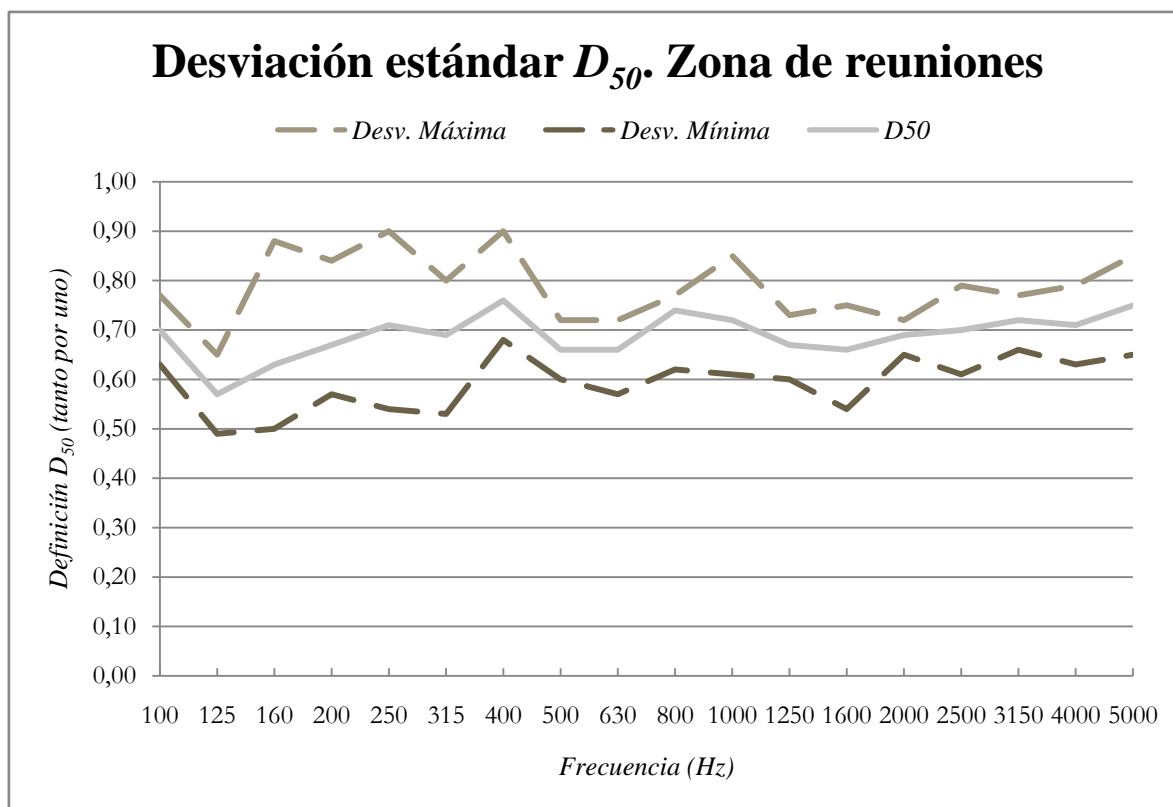


Figura 59. Definición  $D_{50}$  en zona de reuniones

Y por último se van a mostrar los valores  $D_{50}$  obtenidos para la totalidad del casal.

frec.	Definición $D_{50}$ Casal			
	$D_{50}$	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>Desv.</i>
100	0,64	0,26	0,94	0,20
125	0,56	0,37	0,69	0,10
160	0,57	0,30	0,88	0,16
200	0,60	0,29	0,84	0,15
250	0,64	0,38	0,90	0,14
315	0,66	0,53	0,80	0,09
400	0,65	0,32	0,90	0,15
500	0,58	0,40	0,72	0,10
630	0,64	0,48	0,75	0,08
800	0,71	0,48	0,83	0,09
1k	0,68	0,57	0,85	0,08
1,25k	0,66	0,55	0,78	0,07
1,6k	0,63	0,50	0,78	0,09
2k	0,66	0,47	0,72	0,07
2,5k	0,67	0,57	0,81	0,08
3,15k	0,73	0,61	0,88	0,07
4k	0,72	0,57	0,85	0,09
5k	0,75	0,65	0,87	0,06

Tabla 41. Valores Definición  $D_{50}$  obtenidos en casal

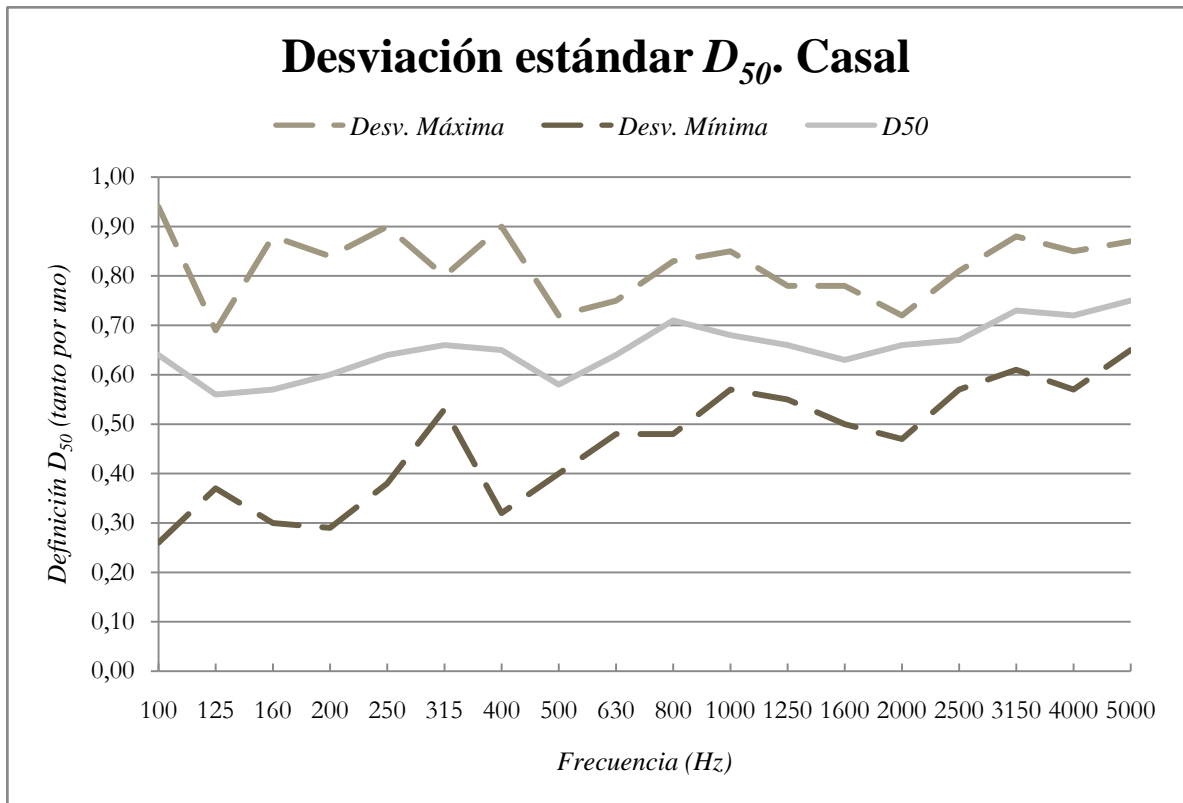


Figura 60. Definición  $D_{50}$  en casal

Para poder determinar si el casal tiene un buen grado de definición ( $D_{50}$ ) se debe comprobar que los valores obtenidos estén por encima del 50% (0,5 en tanto por uno). Entonces, como se puede observar en la tabla 41 podemos concluir que el casal tiene un índice de definición  $D_{50}$  adecuado.

### 4.3 Simulación acústica

Con la intención de ver de una manera más clara como reacciona el casal fallero cuando se produce sonido en su interior, se va realizar, mediante software específico, una simulación virtual de su comportamiento.

En primer lugar, debemos ajustar la absorción del casal fallero para que coincidan los valores simulados con los medidos del tiempo de reverberación, con la ayuda de una hoja de cálculo mediante la ecuación de *Sabine* que relaciona el tiempo de reverberación de la sala ( $T$ ), con la absorción del casal ( $A$ ), como se expresa en la siguiente ecuación:

$$A = \frac{0,16 V}{T}$$

donde  $V$  es el volumen.

Para poder realizar este ajuste debemos determinar en primer lugar las superficies que ocupa cada material, y cuáles son sus cualidades de absorción en las diferentes frecuencias (coeficientes de absorción,  $\alpha$ ) y así poder determinar la superficie equivalente de absorción que proporciona, según la siguiente expresión:

$$A = \sum_{i=1}^n \alpha_i S_i$$

donde  $S$  es el área de la superficie.



SIMULACIÓN $Tr_{20}$		$V (m^2) = 427,61$						
SUPERFICIE	MATERIAL	125 <sub>Hz</sub>	250 <sub>Hz</sub>	500 <sub>Hz</sub>	1000 <sub>Hz</sub>	2000 <sub>Hz</sub>	4000 <sub>Hz</sub>	
Hueco entrada	Perfectamente absorbente	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Techo	Falso techo de planchas de escayola	0,02	0,03	0,04	0,04	0,06	0,06	
Acristalamientos	Guarnecido y enlucido rugoso de yeso (1,5 cm) sobre forjado de hormigón	0,03	0,03	0,06	0,08	0,04	0,05	
	Vidrio	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	
Alicatado	Baldosas de gres	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	
Suelo altillo y puertas	Compuesto de fibras de madera (2,5-3,5 cm)	0,19	0,16	0,13	0,09	0,06	0,05	
Partición altillo	Madera delgada (5-10 mm) formando cámara de 5 cm al dorso	0,31	0,34	0,20	0,10	0,15	0,10	
	Pavimento de terrazo	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	
Enlucido en paredes	Guarnecido y enlucido rugoso de yeso (1,5 cm) sobre fábrica de ladrillo	0,03	0,03	0,06	0,09	0,04	0,05	
	Terciopelo fruncido	0,26	0,31	0,49	0,71	0,80	0,90	
Textiles	Aire: 25°C; 60% humedad	0,00	0,00	1,26	2,36	4,02	9,22	
		50,33	49,60	56,05	65,2	61,80	69,85	
A Simulado								
$Brillo_{simulado}$		$Tr_{20_{simulado}}$		$Brillo_{medido}$		$Tr_{20_{medido}}$		
0,92		1,36		0,83		1,23		
1,21		1,38		1,13		1,11		
0,83		1,38		1,10		1,03		
1,13		1,20		1,10		0,87		

Tabla 42. Ajuste del tiempo de reverberación

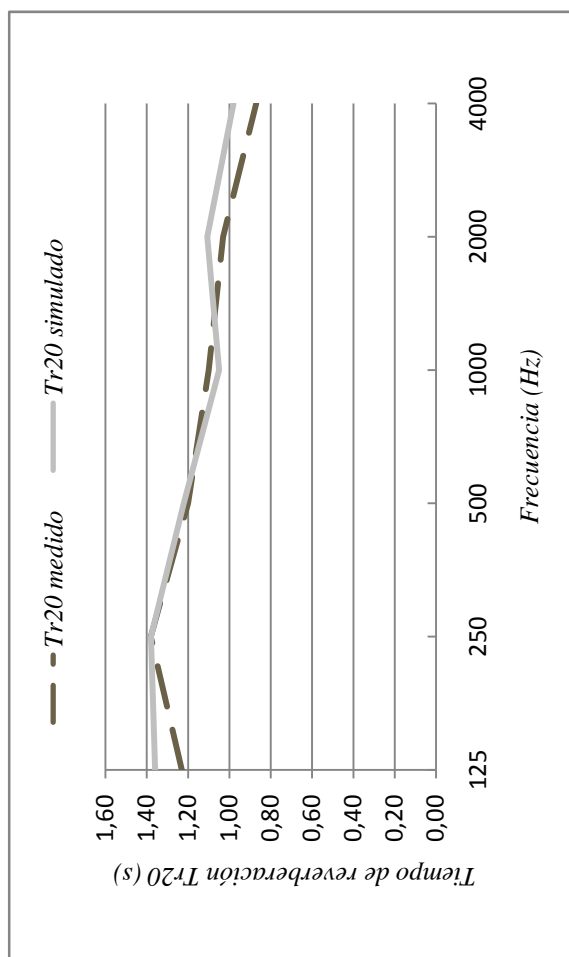


Figura 61. Curva tonal simulada y curva tonal medida

Los coeficientes de absorción mostrados en la tabla han sido extraídos de diversas fuentes, como *Acústica Arquitectónica Aplicada*. MANUEL RECUERO; *Acústica Arquitectónica Soluciones Prácticas*. MANUEL RECUERO; y la base de datos facilitada en el área de intensificación acústica.

Como se puede observar en la tabla y la gráfica de la página anterior, se ha logrado obtener mediante la hoja de cálculo valores muy semejantes a los medidos in-situ, por lo que ya tenemos definidas las propiedades de los materiales.

Lo que resta ahora es generar el espacio virtual para poder introducirlo en el software especializado en simular el comportamiento acústico de recintos "*Simulación acústica*" (disponible únicamente en el laboratorio 2 de física aplicada de la escuela superior de arquitectura (ETSA)

fa

Este modelo virtual del casal fallero se realiza con el programa de dibujo asistido por ordenador (AutoCAD) mediante el comando 3DCara que va generando las diferentes superficies que conforman el espacio, construyendo de esta manera el modelo en tres dimensiones. Se van agrupando las superficies compuestas por el mismo material en capas distintas. Finalmente se exporta el modelo en formato DXF, que es el formato que reconoce el software de simulación.

El modelo virtual para la simulación tiene el siguiente aspecto, donde cada color corresponde a un tipo de material (figura 62):

Color GRIS .....	Hueco de entrada
Color AMARILLO .....	Falso techo
Color ROJO .....	Acrilamientos
Color MAGENTA .....	Alicatados
Color NARANJA OSCURO.....	Suelo altillo y puertas
Color CIÁN.....	Pavimento
Color AZUL OSCURO .....	Enlucido en paredes
Color NARANJA CLARO .....	Textiles

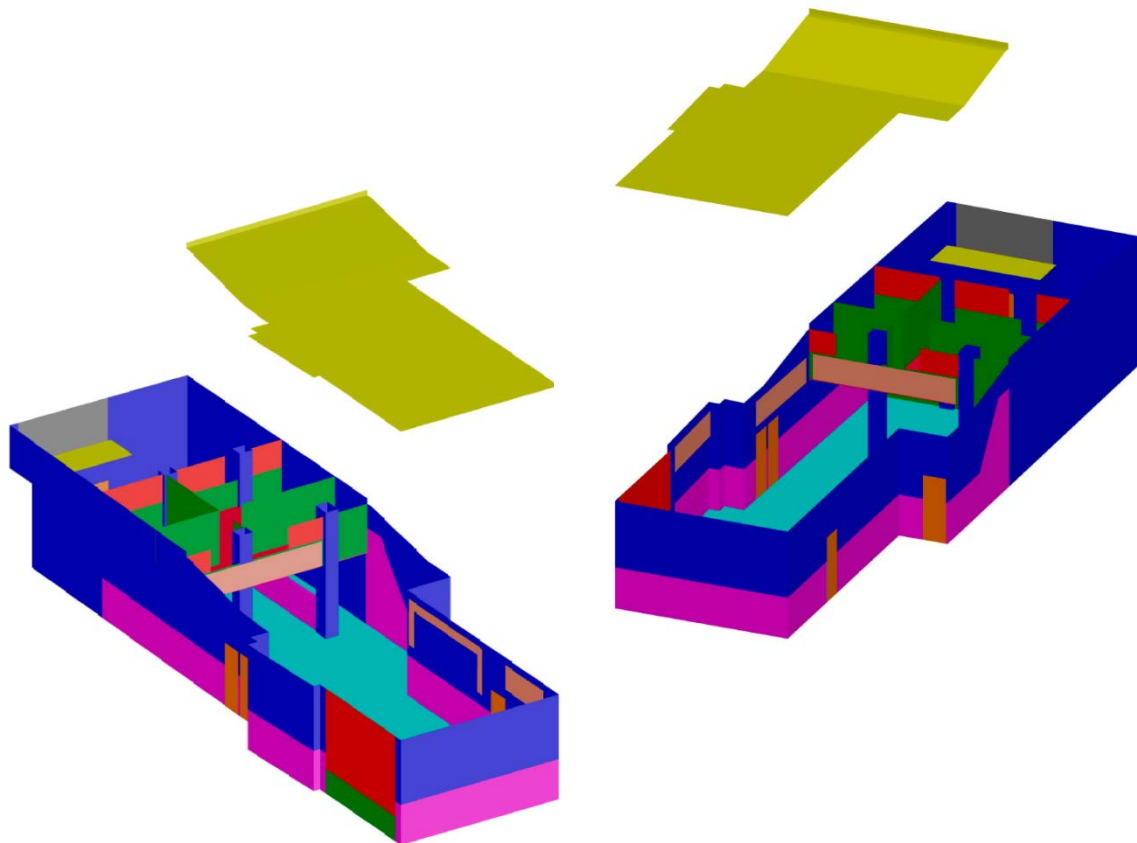


Figura 62. Modelo 3D para simulación acústica

Por último, antes de importar el modelo 3D anterior al programa de simulación, hay que introducir en la base de datos que usa el programa los distintos materiales y sus coeficientes de absorción para cada frecuencia (tabla 42) para reproducir las mismas condiciones existentes en el casal fallero.

Ahora ya estamos en condiciones de realizar la simulación. Se carga el entorno virtual en el programa "Simulación Acústica" y se van asignando los materiales a las diferentes capas.

En este momento el programa de simulación nos permite configurar la fuente de emisión y la posición del receptor. Se procede a colocar la fuente de emisión en el centro de la zona de ensayos (la principal actividad que requiere un adecuado acondicionamiento acústico son los ensayos de la banda de música) regulando el nivel de emisión a 90 dB y se asigna un muestreo de la fuente de 327.000 rayos.

Por último debemos establecer una zona de receptores para la cual el programa realizará todos los cálculos pertinentes para determinar las condiciones acústicas en toda la zona. Esta zona de receptores se sitúa a 0,85 m de altura del pavimento, (altura aproximada de una persona sentada), y para obtener una precisión mayor se configuró el paso de malla a 0,25 m (esto quiere decir que se obtendrán datos por cada recuadro de 25 x 25 cm).

Con todo esto, simplemente queda dar la orden al ordenador para que comience a realizar todos los cálculos necesarios.

### Resultados

Tras completar los cálculos, se obtienen del programa los resultados simulados del tiempo de reverberación, distribución de niveles de presión sonora, ecogramas y claridad.

El primer parámetro que se obtiene es el nivel de presión sonora, que como se puede observar en la siguiente imagen (figura 63) se muestra prácticamente constante independientemente de la frecuencia.

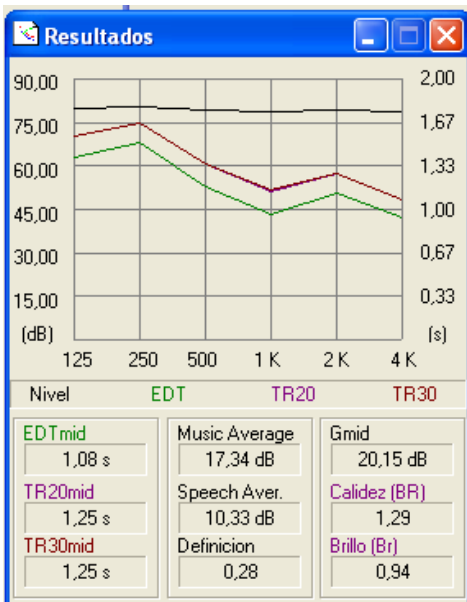


Figura 63. Resultados en zona de receptores

En la tabla 43 se muestra una comparativa de los resultados medidos in-situ en la sede festera, y los datos obtenidos mediante la simulación del modelo virtual.

	Simulación	Medición
EDT <sub>mid</sub>	1,08	0,93
Tr <sub>20 mid</sub>	1,25	1,15
Brillo	0,94	0,86
Calidez	1,29	1,18

Tabla 43. Comparación resultados simulados

Se puede observar en la tabla anterior, que los datos obtenidos mediante la simulación son muy similares a los obtenidos mediante medición in-situ, lo que quiere decir que la simulación realizada se ajusta bastante al comportamiento real del casal fallero.

A continuación se muestra el mapa de niveles, donde mediante una escala gráfica se representan los diferentes niveles de presión sonora para la frecuencia dada de 1000 Hz en toda la superficie de la sede festera (para ver los resultados en las diferentes bandas de octava, véase Anexo IV).

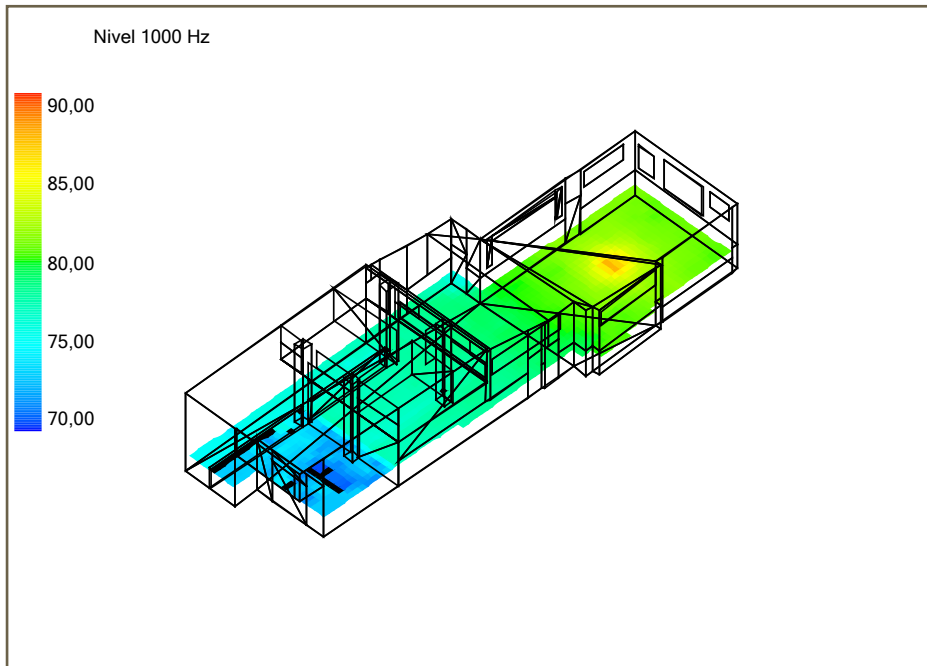


Figura 64. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 1000 Hz

Se puede observar como la distribución de nivel de presión sonora es uniforme en todo el local, si bien se aprecian ciertos puntos negros que indican que los niveles medidos están por debajo del rango de la escala de colores. Como resulta lógico, el entorno más próximo a la fuente de emisión recibirá un nivel de presión sonora mayor que en las posiciones más alejadas de la misma.

En cuanto al tiempo de reverberación, veremos los resultados que proporciona el programa de simulación para los parámetros  $Tr_{20}$  y  $EDT$ .

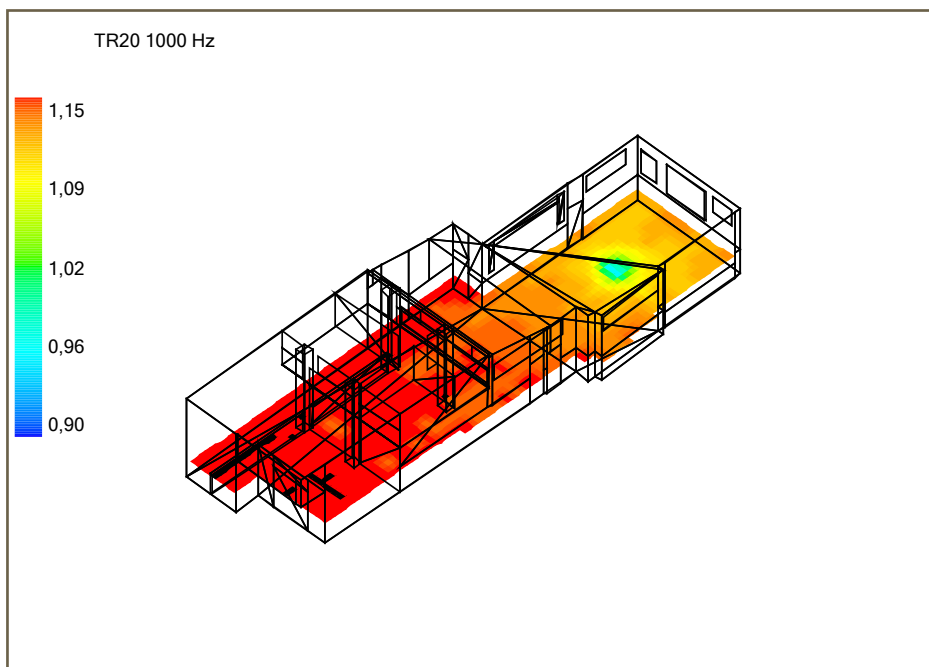


Figura 65. Mapa de distribución del tiempo de reverberación  $Tr_{20}$  a 1000 Hz

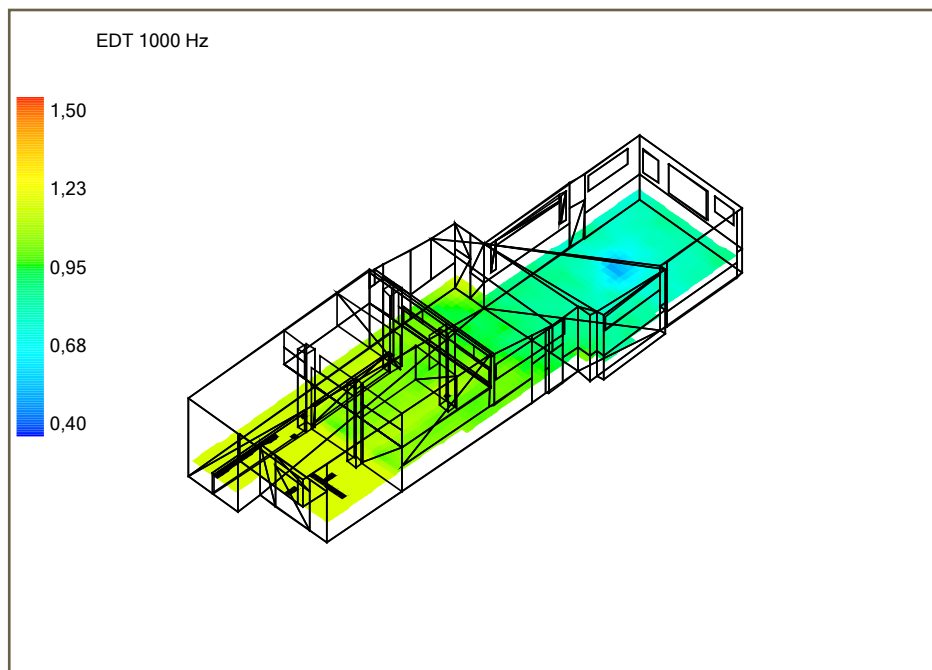


Figura 66. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato  $EDT$  a 1000 Hz

Se observa una gran uniformidad para el tiempo de reverberación  $Tr_{20}$  en todo el casal fallero, pero en cambio, el tiempo de reverberación inmediato  $EDT$  va aumentando según nos vamos alejando de la fuente de emisión sonora.

En cuanto a la claridad obtenida mediante la simulación, se puede observar en la próxima imagen como existe una distribución uniforme en los resultados, si bien se puede apreciar que hay puntos en color blanco que indican que el valor calculado está por encima del rango de la escala de color, que se muestran detrás de elementos que dificultan la recepción del sonido directo y donde, para el caso de ensayo de banda de música, no tendría sentido situarse para escuchar un ensayo de la banda de música.

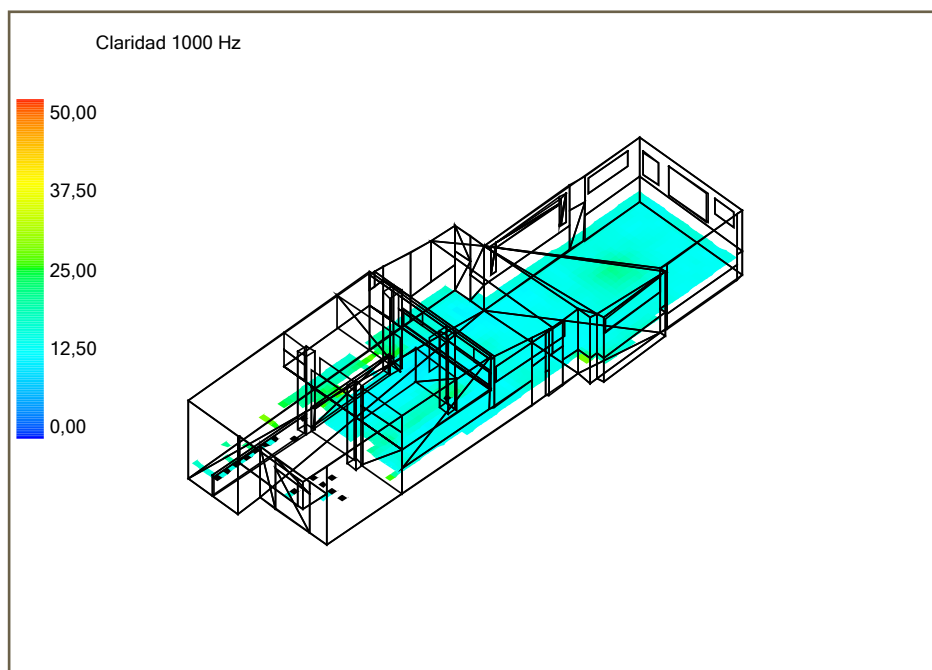


Figura 67. Mapa de distribución de la claridad  $C_{80}$  a 1000 Hz

Además de ver de forma general los valores obtenidos en la simulación, se requiere un mayor detalle para valorar la zona en donde se sitúa el director de la banda de música, por lo que se han sacado ecogramas para las distintas frecuencias en bandas de octava que se muestran a continuación.

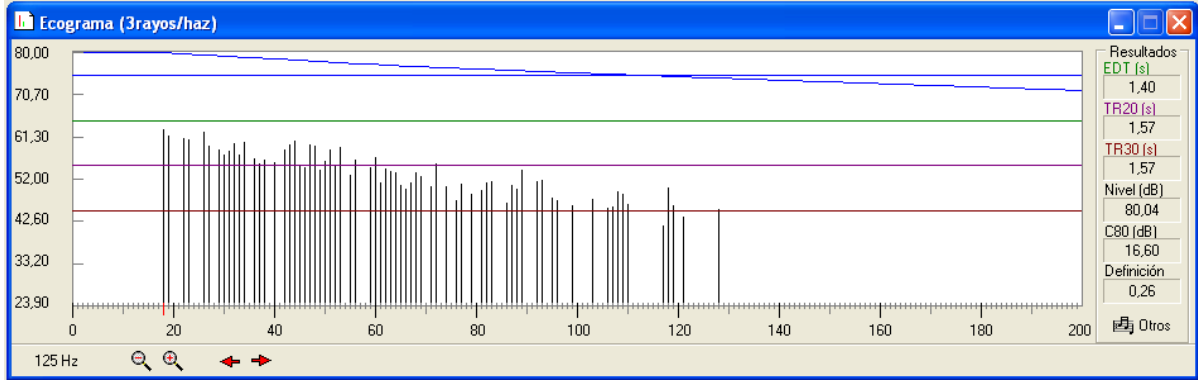


Figura 68. Ecograma posición director a 125 Hz

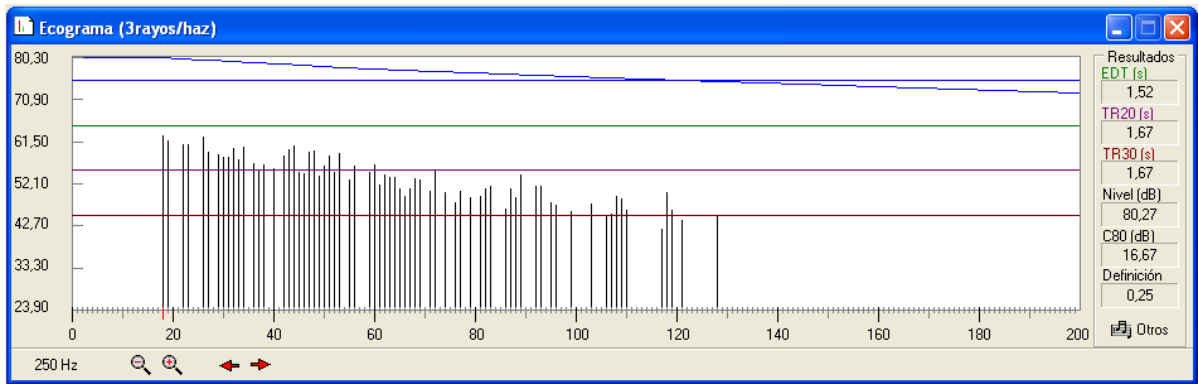


Figura 69. Ecograma posición director a 250 Hz

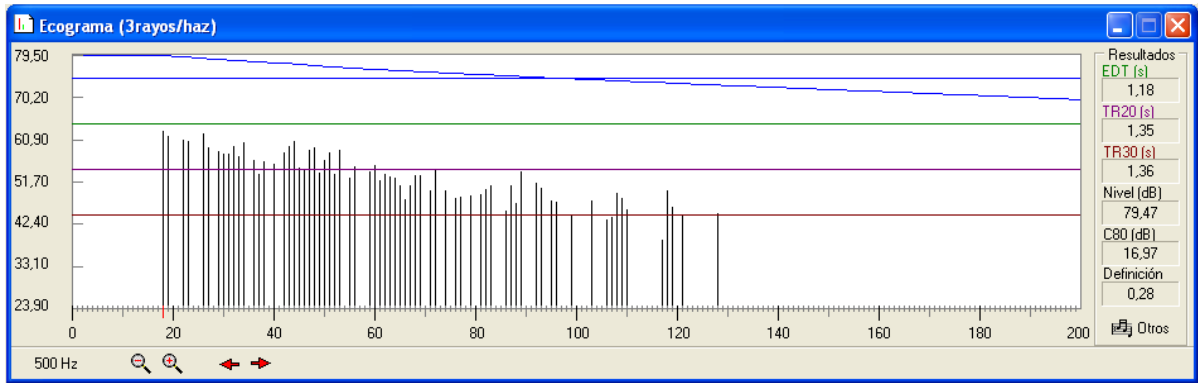


Figura 70. Ecograma posición director a 500 Hz

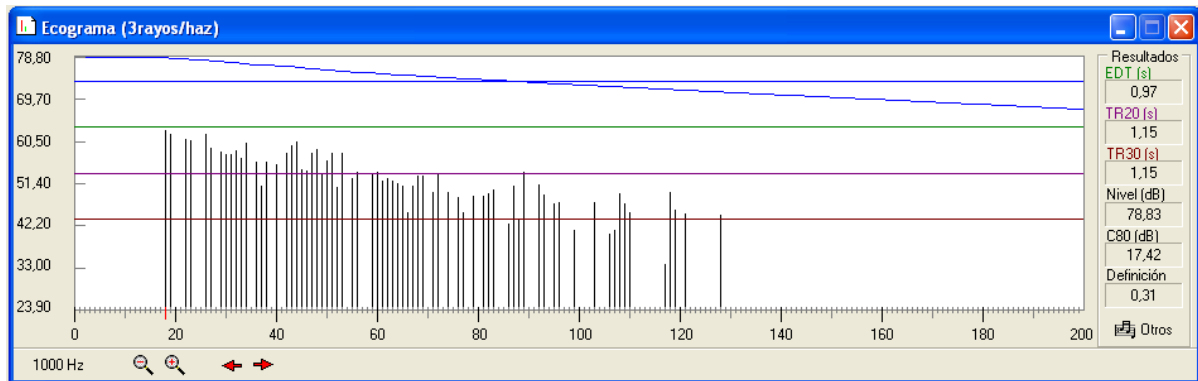


Figura 71. Ecograma posición director a 1000 Hz

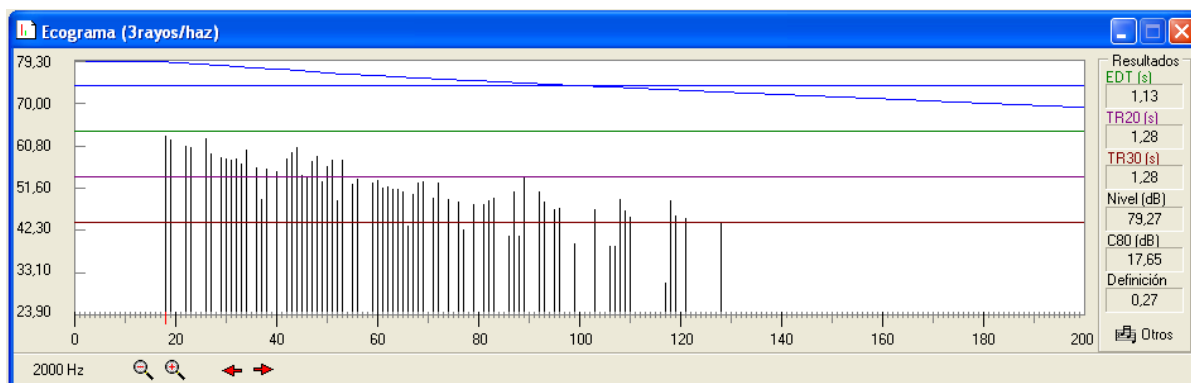


Figura 72. Ecograma posición director a 2000 Hz

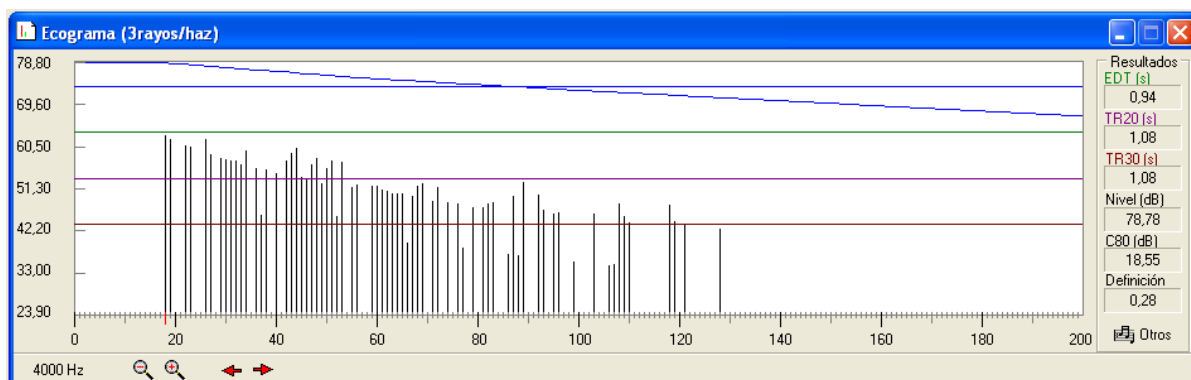


Figura 73. Ecograma posición director a 4000 Hz

Se puede observar que no hay problema de eco en la sala, ya que la diferencia de tiempo entre la recepción del sonido directo y la primera reflexión es inferior a 50 ms

## 4.4 Conclusiones del estado actual

Con todo lo visto a lo largo del punto 4. *Análisis de mediciones y parámetros acústicos*, podemos concluir que el casal fallero perteneciente a la comisión fallera Asociación Cultural Falla General Barroso Litógrafo Pascual y Abad, presenta serias deficiencias en cuanto al aislamiento acústico se refiere ya que debemos mejorar las prestaciones acústicas de todos los elementos separadores que se han medido.

En cuanto al acondicionamiento acústico cabe señalar que no es del todo inadecuado para el uso al que se destina como he podido contrastar en conversaciones que he tenido con los falleros y falleras de la comisión y con músicos de la banda, además de tener mi propia experiencia (recordar que soy integrante de la banda de música y de la comisión fallera), pero sí que se pueden mejorar las condiciones de calidad acústica interior si conseguimos aumentar la superficie equivalente de absorción sonora, o lo que es lo mismo, si conseguimos reducir el tiempo de reverberación.

## 5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

El principal problema de aislamiento acústico se localiza en el acceso de la fachada, ya que como se puede ver en la imagen (figura 74), hay una superficie importante en la que el único elemento separador que existe es una persiana metálica (y en caso de que la persiana se suba más de la cuenta, no existe ningún elemento separador). Por esta razón, el principal objetivo es cerrar el hueco ocupado únicamente por la cerrajería metálica.

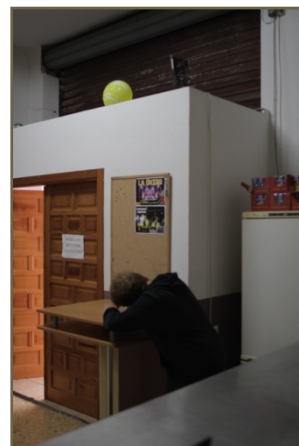


Figura 74. Imagen real entrada

Por otro lado nos encontramos con que la fábrica de ladrillo que separa el espacio entre los almacenes 1 y 2 de la zona principal de actividad no alcanza al forjado superior. En la propuesta de mejora que nos ocupa levantaremos el tabique de ladrillo (asegurando una correcta unión con el tabique existente) que falta para alcanzarlo, de forma que cerramos el envolvente acústica en ese límite y nos evitamos hacer un tratamiento del forjado superior en la zona de los almacenes y además mejoramos el aislamiento resultante entre el local comercial y el casal fallero por la generación de una gran cámara de aire.

En general, como se verá a lo largo del presente capítulo las mejoras del aislamiento acústico se basarán principalmente en sistemas de tabiquería ligera en seco formada por estructura autoportante metálica y placas de yeso laminado con material absorbente en el interior de la estructura.

El hecho de que haya que realizar un trasdoso autoportante por la cara interior del casal fallero, implica que la estructura metálica que da lugar al nivel superior suponga un claro impedimento. Esta razón, junto con la insuficiente altura libre de paso que existe en el nivel superior (inferior a los 2,10 metros que establece como mínimo el CTE en su documento DB SUA, Seguridad de Utilización y Accesibilidad) nos llevan a tomar la decisión de retirar toda la estructura metálica, dejando una única altura en el casal fallero.

A continuación se mostrarán las soluciones adoptadas en cada caso

### 5.1 Aislamiento del forjado

Para poder dar solución al problema de aislar correctamente el forjado que separa la sede festera de la vivienda superior, en primer lugar hay que generar un cerramiento estanco a base de placas de yeso laminado atornilladas (13 mm de espesor), de forma que cualquier agujero existente quede tapado.



Figura 75. Imagen in-situ instalaciones

En la fotografía (figura 75) se puede observar que el paso de instalaciones a través del forjado es nefasto (en la fotografía no se puede apreciar, pero por el hueco de la bajante de aguas residuales se puede ver a simple vista el pavimento del baño de la vivienda superior). Por esta razón, el cerramiento estanco mencionado en el párrafo anterior, se ejecutará en forma de cajón cuando alcance la zona de instalaciones (figura 76).

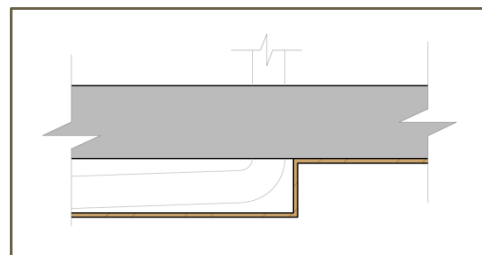


Figura 76. Detalle cerramiento estanco en forjado



Una vez cubierto el forjado, se procede a generar un sistema de doble techo.

El primer techo estará formado por sistema de perfilería auxiliar fijada al forjado mediante la interposición de *silent-blocks* de alta calidad y baja frecuencia de resonancia, con doble placa de yeso laminado de 13 mm de espesor con una membrana elastómera intercalada entre ambas placas de yeso laminado, y sobre estas, se colocará un doble panel "dejado caer" de lana de roca de 70 Kg/m<sup>3</sup> de densidad y 40 mm de espesor (80 mm en total). El paso de instalaciones eléctricas, de ventilación (en caso de que se proponga su instalación con posterioridad), etc. se realizarán siempre por debajo de este techo, y mediante sistemas que no perforen por completo el sandwich acústico.

El segundo techo se considera un techo decorativo que sirve para ocultar el paso de instalaciones. En nuestro caso utilizaremos este techo para acondicionar la calidad del sonido interior como se especificará más adelante. Este techo se fija al conjunto de placas de yeso laminado con la misma consideración anterior de no perforarlo por completo dejando una separación para paso de instalaciones de 25 cm. Además, se sellará con pasta de yeso los agujeros empleados para la fijación del segundo techo.

La separación entre la placa de yeso laminado anclada al forjado y la cara superior del sandwich acústico será como mínimo de 15 cm, por lo que fijaremos esta distancia en 35 cm para garantizar que se cumplen los 15 cm mencionados en el paso bajo el cajonamiento de las instalaciones. Además, incrementar la separación entre estos elementos supondrá una mejora en el aislamiento acústico, y al reducir el volumen interior del casal, estamos contribuyendo a la reducción del tiempo de reverberación.

Esta solución constructiva ha sido extraída del catálogo comercial de la casa comercial *CHOVA* por que ofrece un incremento del aislamiento acústico de 21 dBA. Este incremento del aislamiento acústico es bastante elevado, pero en el mismo catalogo comercial muestran el informe del ensayo acústico (según el modelo indicado en la norma UNE-EN ISO 717: 2013), donde se ve que el forjado sobre el cual realizan esta solución es muy similar al existente en nuestro caso. Además, comentar que el hecho de cubrir el forjado con placas de yeso laminado e incrementar la distancia al forjado del primer techo suponen una mejora si cabe de este sistema de aislamiento, por lo que podemos adoptar con garantía ese valor de  $\Delta R_A = 21$  dBA sobre el aislamiento del forjado. (en el *Anexo IV* aparece el informe de ensayo de este sistema).

Al aparecer esta solución constructiva en el catálogo de una casa comercial, todos los productos son de la misma casa comercial. Para nuestro caso utilizaremos los materiales indicados en el catálogo comercial (u otros que ofrezcan como mínimo las mismas características).

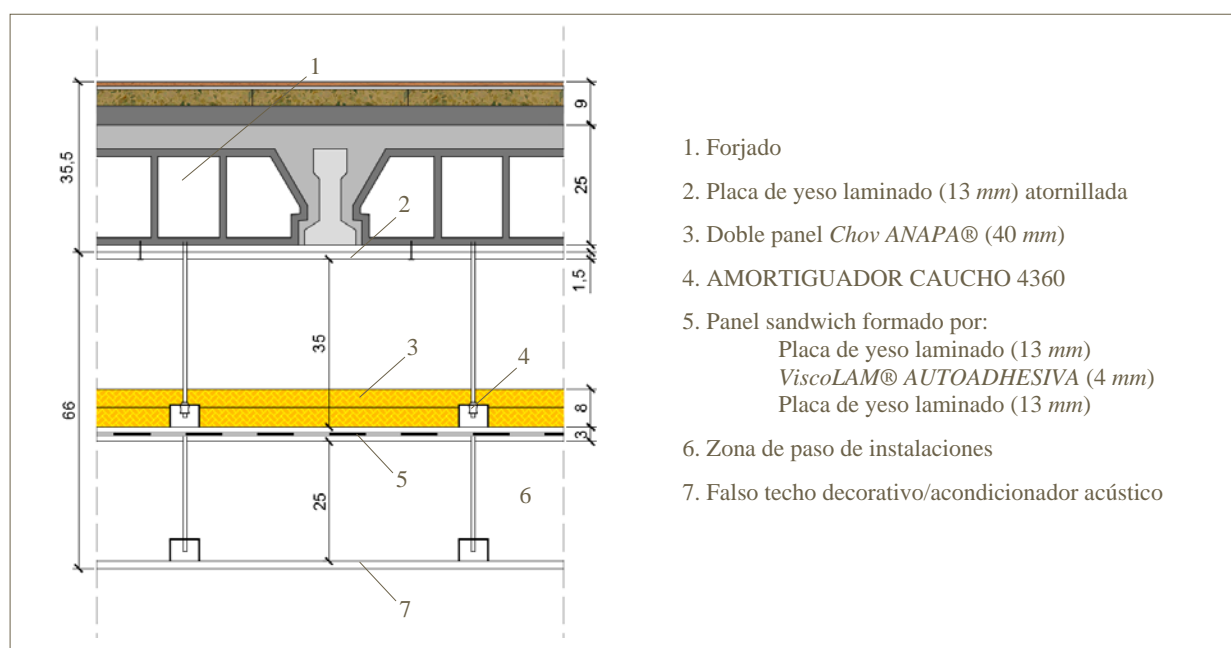




Figura 77. Detalle constructivo solución aislamiento forjado

A continuación se muestra una captura de pantalla del cálculo del aislamiento previsible después de la intervención mediante la herramienta de cálculo del Documento Básico HR ofrecida en la página web oficial del CTE, donde se han introducido los datos obtenidos de la medición acústica y algunas características geométricas.



## Documento básico HR protección frente a ruido



**Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores. Recintos superpuestos con 2 aristas comunes. Caso C.**

**Datos de entrada**

**Elemento separador**

Superficie  $S_s$  (m<sup>2</sup>)

Elemento constructivo base	$m_i$ (kg/m <sup>2</sup> )	$R_{0,A}$	$L_{n,w}$	Revestimiento recinto 1	$\Delta R_{0,A}$	$\Delta L_w$	Revestimiento recinto 2	$\Delta R_{0,A}$	$\Delta L_w$
Terrazo + mortero + forjado + enlucido	453.21	51	76	Sin Suelos flotantes	-	-	YL (13) + ViscoLAM (4) + YL (13) + Chov ANAPA (40) + ChovANAPA (40)	21	0

Transmisión aérea $D_{n,t,A}$	Requisito CTE		$L'_{n,T,W}$	Requisito CTE	
	Directa	Indirecta			
$D_{n,t,A}$	63	-	65	-	
$D_{n,s,A}$	62	55	<b>CUMPLE</b>		
	0	0			

---

**Recinto 1**

Tipo de recinto como emisor:  Tipo de recinto como receptor:  Volumen  $V_1$  (m<sup>3</sup>)

Elemento	Elemento constructivo base	$m_i$ (kg/m <sup>2</sup> )	$R_{0,A}$	$S_i$ (m <sup>2</sup> )	$l_f$ (m)	Como Flanco		Revestimiento	$\Delta R_{0,A}$
						$m_f$ (kg/m <sup>2</sup> )	$R_{f,A}$		
Elemento F1 (Pared)	Enl + LH11 + Alicatado	161.76	42	35.05	14.98	161.76	42	Sin Trasdosados	-
Elemento F2 (Pared)	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)	89	36	0	0	89	36	Sin Trasdosados	-
Elemento F3 (Suelo)	Terrazo + mortero + forjado + enlucido	453.21	51	5.76	6.06	453.21	51	Sin Suelos flotantes	-
Elemento F4 (Pared)	LP 115 + RM + AT + YL 15 (valores mínimos)	184	53	32.69	13.97	184	53	Trasdosado de la hoja interior de la fachada.	6

---

**Recinto 2**


Tipo de recinto como emisor:  Tipo de recinto como receptor:  Volumen  $V_2$  (m<sup>3</sup>)

Elemento	Elemento constructivo base	$m_i$ (kg/m <sup>2</sup> )	$R_{0,A}$	$S_i$ (m <sup>2</sup> )	$l_f$ (m)	Como Flanco		Revestimiento	$\Delta R_{0,A}$
						$m_f$ (kg/m <sup>2</sup> )	$R_{f,A}$		
Elemento f1 (Pared)	Enl + LH11 + Alicatado	161.76	42	89.32	14.98	161.76	42	Sin Trasdosados	-
Elemento f2 (Pared)	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)	89	36	93.66	0	89	36	Sin Trasdosados	-
Elemento f3 (Pared)	LP 115 + RM + AT + YL 15 (valores mínimos)	184	53	24.6	6.06	184	53	Trasdosado de la hoja interior de la fachada.	6
Elemento f4 (Techo)	Terrazo + mortero + forjado + enlucido	453.21	51	43.05	13.97	453.21	51	YL (13) + ViscoLAM (4) + YL (13) + Chov ANAPA (40) + ChovANAPA (40)	21

---

**Uniones de los Elementos Constructivos**

Tipo de unión	$K_{F1}$	$K_{F2}$	$K_{D1}$	
Arista 1 (Unión Elemento-Pared)	Unión rígida en + de elementos homogéneos	17.5	9.8	9.8
Arista 2 (Unión Elemento-Pared)	Unión rígida en + de elementos homogéneos	23.6	11.5	11.5
Arista 3 (Unión Elemento-Pared-Suelo)	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 1)	6.6	1.1	6.6
Arista 4 (Unión Elemento-Pared-Techo)	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	6.6	6.6	1.1




Vista en sección lateral

Vista en sección lateral

Vista en sección frontal

Vista en sección frontal



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

Esta herramienta facilita la aplicación del método de cálculo de la opción general del DB HR protección frente a ruido, del CTE

v 3.0 Diciembre 2011

Figura 78. Aplicación informática DB-HR. Aislamiento del forjado

El aislamiento obtenido al aplicar esta solución constructiva es:  $D_{nT,A} = 62$  dBA

## 5.2 Aislamiento medianera con local comercial

En primer lugar, para dar solución a la mejora del aislamiento acústico en la medianera que separa el local comercial, se continuará la fábrica de ladrillo cerámico de doble hueco (7 cm) perteneciente a la separación entre la zona de actividad del casal fallero y los almacenes, hasta el forjado superior y se realizará un guarnecido de yeso (en la figura 13 se puede observar que la partición no llega hasta el forjado superior).

Una vez cerrado el volumen de la zona de actividad del casal fallero ya estamos en disposición de reforzar la partición.

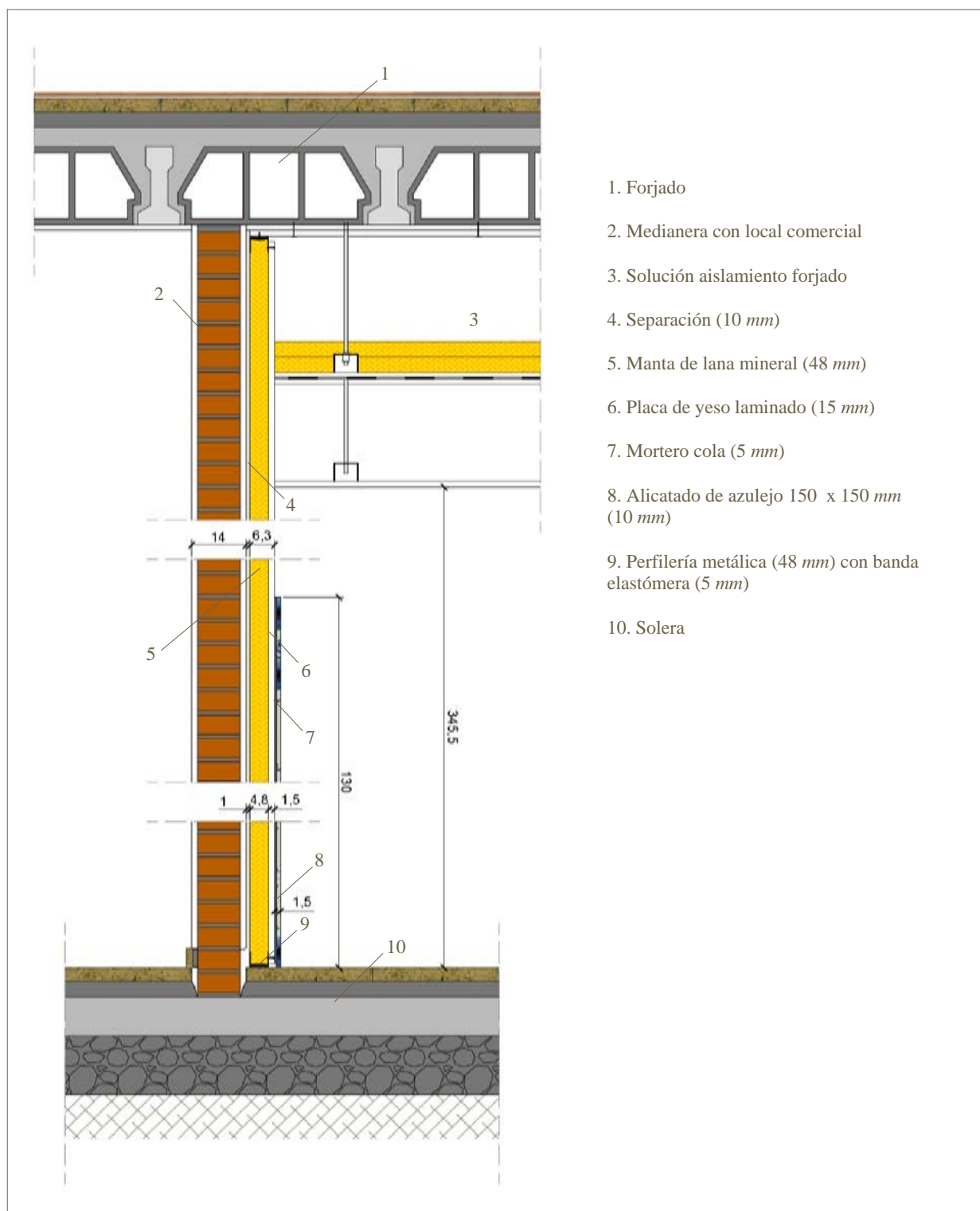


Figura 79. Detalle constructivo solución aislamiento medianera con local comercial

Este refuerzo acústico se realizará creando una nueva partición por el interior del casal de tal forma que en el momento en que la partición comience a vibrar por la acción de las ondas sonoras, no transmita esta vibración al elemento base consiguiendo de esta manera reducir el nivel de recepción del local comercial.

Esta nueva partición, que realmente es un trasdosado de la partición original (figura 6), irá separada 1 cm del elemento base y está formado por estructura autoportante metálica sobre láminas elastómeras (que reducen la transmisión de vibraciones) sobre la que se coloca una placa de yeso laminado de 15 mm de espesor y una manta de lana mineral de 48 mm de espesor en su interior asegurando que se mantiene la separación con el elemento base (solución tomada del *Catálogo de Elementos Constructivos del CTE*).

Este trasdosado, según la fuente citada en el párrafo anterior, ofrece un incremento del aislamiento de  $\Delta R_A = 9 \text{ dBA}$  para elementos base de masa comprendida entre 250 y 300 Kg.

De la misma manera que para el caso anterior, se muestra a continuación los resultados obtenidos al introducir los parámetros pertinentes en la herramienta de cálculo del Documento Básico HR.

Cabe señalar que el índice de reducción sonora que se observa en la siguiente ilustración ( $R_A = 50 \text{ dBA}$ ) no corresponde con los valores obtenidos en la medición ( $R'_{A,w} = 46 \text{ dBA}$ ). Esto se debe a que el valor medido daba un resultado menor al esperado para ese tipo de partición y tras hablar con el tutor del proyecto se concluyó que el ruido procedente de la fuente de emisión salía por el hueco de la entrada y se introducía en el local contiguo atravesando los vidrios que componen la entrada a dicho local. Por esta razón se estima el índice de reducción sonora, ponderado A, mediante la ley de masa, tal y como estipula el Documento Básico HR de protección frente al ruido en su Anexo A:

$$m \leq 150 \text{ Kg/m}^2 \quad R_A = 16,6 \log(m) + 5 \text{ (dBA)}$$

$$m \geq 150 \text{ Kg/m}^2 \quad R_A = 36,5 \log(m) - 38,5 \text{ (dBA)}$$

Para obtener la masa del cerramiento se ha recurrido al *Catálogo de elementos constructivos del CTE*.

**CTE** Documento básico HR protección frente a ruido

**Cálculo conjunto del aislamiento acústico a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores. Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.**

Datos de entrada

Elemento separador

Superficie  $S_s$  (m<sup>2</sup>) 32.72

Elemento constructivo base	$m_i$ (kg/m <sup>2</sup> )	$R_{i,A}$	Revestimiento recinto 1	$\Delta R_{D,A}$	Revestimiento recinto 2	$\Delta R_{D,A}$
Enl + LM + Enl	262.62	50	Sin Trasdosados	-	YL 15 + MW 48 + SP (250~m<=300kg/m <sup>2</sup> )	9

Ventanas, puertas y lucernarios

S (m <sup>2</sup> )	$R_A$
0	0

Transmisión aérea  $D_{n,ai,A}$

Directa	Indirecta
$D_{n,e,A}$	$D_{n,s,A}$
0	0

$D_{nT,A}$	Requisito CTE	$L'_{nT,W}$	Requisito CTE
57	-	53	-
56	45 CUMPLE	55	60 CUMPLE

Recinto 1

Tipo de recinto como emisor: Unidad de uso

Tipo de recinto como receptor: Habitable

Volumen  $V_1$  (m<sup>3</sup>) 310.97

Elemento	Elemento constructivo base	$m_i$ (kg/m <sup>2</sup> )	$R_{i,A}$	$L_{n,w}$	$S_i$ (m <sup>2</sup> )	$l_i$ (m)	Como Flanco	Revestimiento	$\Delta R_{D,A}$	$\Delta L_{D,W}$
Elemento F1 (Suelo)	Terrazo + mortero + forjado + enlucido	453.21	51	76	121.88	22	453.21	51 Sin Suelos flotantes	-	-
Elemento F2 (Techo)	Terrazo + mortero + forjado + enlucido	453.21	51	76	121.88	22	453.21	51 Sin Techos suspendidos	-	-
Elemento F3 (Pared)	Enl + LM + Enl	262.62	45	-	22.89	4.09	262.62	45 Sin Trasdosados	-	-
Elemento F4 (Pared)	RE + LH11 + FV + LH4 + RE + LH11 + FV + LH4 + Enl	199.46	45	-	22.94	4.09	199.46	45 Solución conjunta	-	-

Recinto 2

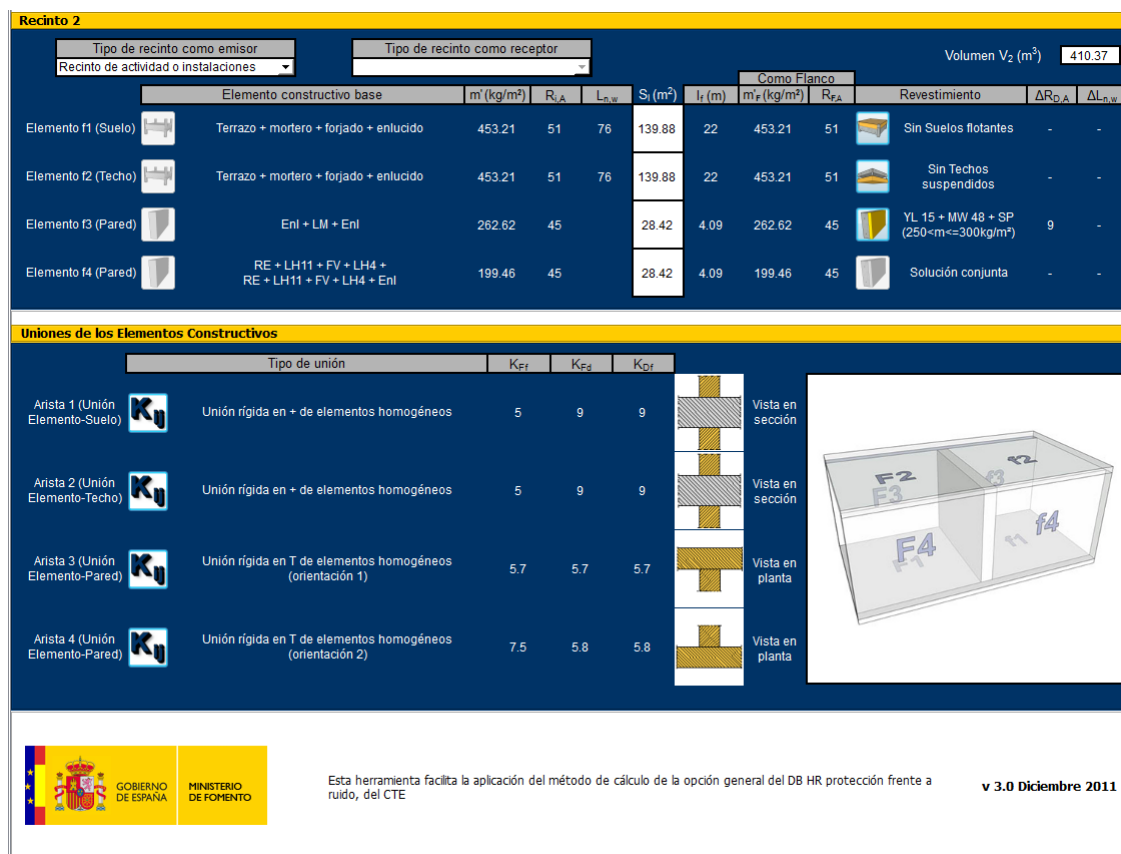


Figura 80. Aplicación informática DB-HR. Aislamiento local comercial

El aislamiento obtenido al aplicar esta solución constructiva es:  $D_{nT,A} = 56 \text{ dBA}$

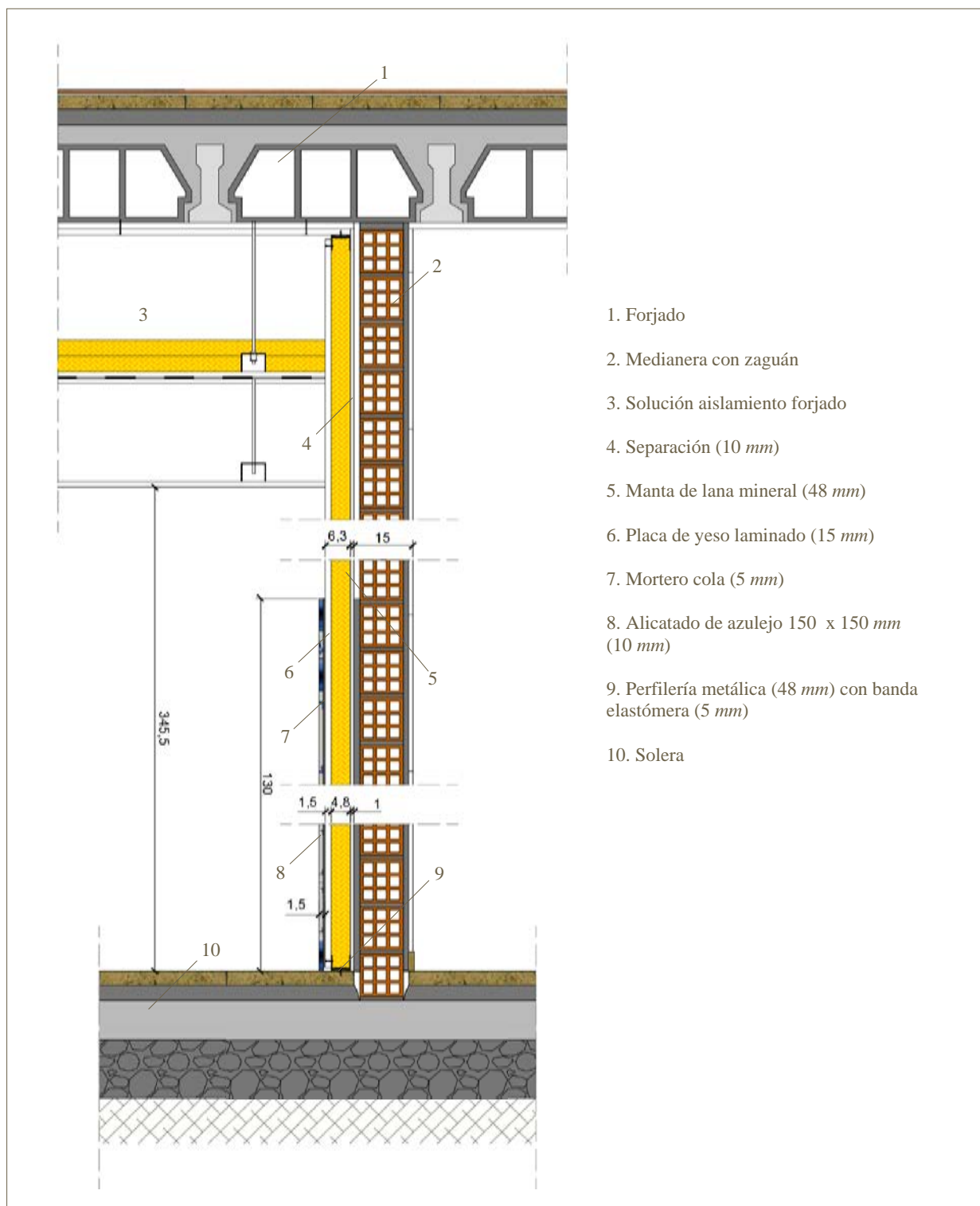
### 5.3 Aislamiento medianera con zaguán

A diferencia de los elementos anteriores, para el caso de la medianera que separa el casal fallero y el zaguán de acceso a las viviendas no es necesario realizar ninguna actuación previa.

La solución que se propone para mejorar el aislamiento de esta partición coincide con la propuesta para el caso anterior, consistente en un trasdosado en el intradós separado del elemento base (10 mm) y formado por estructura metálica autoportante (con bandas elastómeras en su perímetro) de 48 mm de espesor sobre la que se atornillan placas de yeso laminado de 15 mm y que además cuenta en el interior con mantas de lana mineral de 48 mm de espesor, según se puede observar en la figura 81.


Pese a que la solución es la misma que en el caso anterior, la mejora que ofrece este trasdosado no es el mismo en las dos situaciones. Esto se debe a la masa del elemento base a mejorar, de manera que cuanto mayor sea, el trasdosado surtirá un menor efecto. O dicho de otra forma, la mejora que ofrece el trasdosado depende directamente del aislamiento que tiene de origen el elemento base.

Por esta razón, el trasdosado que se propone tendrá un mayor impacto en la mejora del aislamiento acústico que para el caso anterior.  $\Delta R_A = 13 \text{ dBA}$




**Figura 81.** Detalle constructivo solución aislamiento medianera con zaguán

A continuación se muestra una captura de pantalla del cálculo del aislamiento previsible después de la intervención propuesta mediante la herramienta de cálculo del Documento Básico HR.



**CTE**  
CONSEJO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## Documento básico HR protección frente a ruido



---

**Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores. Recintos adyacentes con 3 aristas comunes.**

**Datos de entrada**

**Elemento separador**

Superficie  $S_s$  (m<sup>2</sup>) 15.17

Elemento constructivo base	$m'_i$ (kg/m <sup>2</sup> )	$R_{i,A}$	Revestimiento recinto 1	$\Delta R_{D,A}$	Revestimiento recinto 2	$\Delta R_{i,A}$
Enl + LH11 + Alicatado	161.76	42	Sin Trasdosados	-	YL 15 + MW 48 + SP (160<m<=180kg/m <sup>2</sup> )	13

S (m <sup>2</sup> )	$R_A$
0	0

Directa		Indirecta	
$D_{n,e,A}$	$D_{n,s,A}$	$D_{n,e,A}$	$D_{n,s,A}$
0	0	0	0

$D_{nT,A}$	Requisito CTE	$L'_{nT,w}$	Requisito CTE
57	-	57	-
55	45 <b>CUMPLE</b>	53	60 <b>CUMPLE</b>

---

**Recinto 1**

Tipo de recinto como emisor: Unidad de uso      Tipo de recinto como receptor: Habitable      Volumen  $V_1$  (m<sup>3</sup>) 274.66

Elemento	Elemento constructivo base	$m'_i$ (kg/m <sup>2</sup> )	$R_{i,A}$	$L_{n,w}$	$S_i$ (m <sup>2</sup> )	$l_f$ (m)	Como Flanco		Revestimiento	$\Delta R_{D,A}$	$\Delta L_{n,w}$
							$m'_f$ (kg/m <sup>2</sup> )	$R_{f,A}$			
Elemento F1 (Suelo)	Terrazo + mortero + forjado + enlucido	453.21	51	76	25.7	6.56	453.21	51	Sin Suelos flotantes	-	-
Elemento F2 (Techo)	Terrazo + mortero + forjado + enlucido	453.21	51	76	25.7	6.56	453.21	51	Sin Techos suspendidos	-	-
Elemento F3 (Pared)	RE + LH11 + FV + LH4 + RE + LH11 + FV + LH4 + Enl	199.46	45		18.4	4.09	199.46	45	Solución conjunta	-	-
Elemento F4 (Pared)	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)	89	36		5.34	2.53	89	36	Sin Trasdosados	-	-

---

**Recinto 2**


Tipo de recinto como emisor: Recinto de actividad o instalaciones      Tipo de recinto como receptor: -      Volumen  $V_2$  (m<sup>3</sup>) 410.37

Elemento	Elemento constructivo base	$m'_i$ (kg/m <sup>2</sup> )	$R_{i,A}$	$L_{n,w}$	$S_i$ (m <sup>2</sup> )	$l_f$ (m)	Como Flanco		Revestimiento	$\Delta R_{D,A}$	$\Delta L_{n,w}$
							$m'_f$ (kg/m <sup>2</sup> )	$R_{f,A}$			
Elemento F1 (Suelo)	Terrazo + mortero + forjado + enlucido	453.21	51	76	127.43	6.56	453.21	51	Sin Suelos flotantes	-	-
Elemento F2 (Techo)	Terrazo + mortero + forjado + enlucido	453.21	51	76	127.43	6.56	453.21	51	Sin Techos suspendidos	-	-
Elemento F3 (Pared)	RE + LH11 + FV + LH4 + RE + LH11 + FV + LH4 + Enl	199.46	45		25.1	4.09	199.46	45	Solución conjunta	-	-
Elemento F4 (Pared)	Enl + LH11 + Alicatado	161.76	42		20	2.53	161.76	42	YL 15 + MW 48 + SP (160<m<=180kg/m <sup>2</sup> )	13	-


---

**Uniones de los Elementos Constructivos**

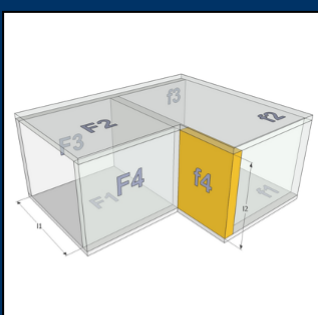
Tipo de unión		$K_{F1}$	$K_{F2}$	$K_{D1}$
Arista 1 (Unión Elemento-Suelo)	Unión rígida en + de elementos homogéneos	2.2	9.8	9.8
Arista 2 (Unión Elemento-Techo)	Unión rígida en + de elementos homogéneos	2.2	9.8	9.8
Arista 3 (Unión Elemento-Pared)	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 1)	4.5	5.7	5.7
Arista 4 (Unión Elemento-Pared)	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 4)	6.1	6.1	2.4




Vista en sección



Vista en planta





GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE FOMENTO

Esta herramienta facilita la aplicación del método de cálculo de la opción general del DB HR protección frente a ruido, del CTE


v 3.0 Diciembre 2011

Figura 82. Aplicación informática DB-HR. Aislamiento acústico medianera con zaguán


5 PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

## 5.4 Aislamiento fachada

Para el caso de la fachada, como se ha comentado anteriormente el principal problema acústico que presenta es que en la parte superior del vano de acceso, únicamente se encuentra una persiana metálica que apenas ofrece resistencia al paso del sonido de un lado al otro. Motivo por el cual el resultado de la medición del aislamiento es muy bajo y no es representativo de la capacidad de la fachada para impedir la transmisión de sonido aéreo.



## Documento básico HR protección frente a ruido



**Cálculo del aislamiento acústico a ruido aéreo en fachadas**

**Datos de entrada**

**Sección de Fachada Directa**

Superficie  $S_{sa}$  (m<sup>2</sup>)

Elemento constructivo base	m <sub>1</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	R <sub>A, tr</sub>	R <sub>A</sub>	Forma de la fachada	$\alpha_{tr}$	h <sub>m</sub>	$\Delta L_{fs}$	Revestimiento interior	$\Delta R_{d, A, tr}$
RE + LH11 + FV + LH4 + RE + LH11 + FV + LH4 + Enl	199.46	43	45	Galería A	0	0	-1	Sin Trasdosados	-

Ventanas/Capialzados	S (m <sup>2</sup> )	R <sub>A, tr</sub>	R <sub>A</sub>	$\Delta R$	Transmisión aérea Directa I $D_{n, ei, A, tr}$	$S_0$ (m <sup>2</sup> )	$D_{n, ei, A, tr}$	(aireadores con tratamiento acústico)
Persiana metálica	0	11	11	0	0	0	0	(aireadores con tratamiento acústico)
Sin Capialzados	0	-	-	0	0	0	0	(aireadores sin tratamiento acústico)
Sin Ventanas	0	-	-	0	0	0	0	(techos suspendidos, conductos, pasillos...)
Sin Ventanas	0	-	-	0	0	0	0	

$L_d$  (dB)

Tipo de ruido

$D_{2m, nT, A, tr}$

Requisito CTE  CUMPLE

**Secciones de Fachada Flanco**

**Recinto Receptor**

Tipo de recinto  Volumen V<sub>r</sub> (m<sup>3</sup>)

**Uniones de los Elementos Constructivos**




Esta herramienta facilita la aplicación del método de cálculo de la opción general del DB HR protección frente a ruido, del CTE

v 3.0 Diciembre 2011

Figura 83. Aplicación informática DB-HR. Aislamiento acústico fachada

Con la finalidad de conocer cuál sería el aislamiento acústico  $D_{2m, nT, A, tr}$  de la fachada (figura 83) en caso de no presentar ninguna zona claramente más débil acústicamente, se hace uso de la aplicación del CTE que se viene comentando a lo largo de este capítulo. Tras introducir todos los datos del elemento constructivo y de su entorno, se observa que el aislamiento que se obtendría en este supuesto sería de  $D_{2m, nT, A, tr} = 60 \text{ dBA}$ , que al ser tan superior al exigido ( $30 \text{ dBA}$ ) da garantía de que se cumplirá este valor cuando se coloque la puerta de madera ordinaria existente (la creación del vestíbulo de entrada que se detalla más adelante es una garantía más añadida de que se cumplirá la exigencia) (cabe señalar que el índice de reducción acústica introducido en el programa ha sido obtenido mediante la ley de masa según la expresión que se muestra en el apartado 5.2).



Esto prueba fehacientemente que el problema no es el elemento constructivo en sí mismo, por lo que la propuesta de mejora para la fachada mantiene la misma composición inicial de la misma, y quedaría de la siguiente manera:

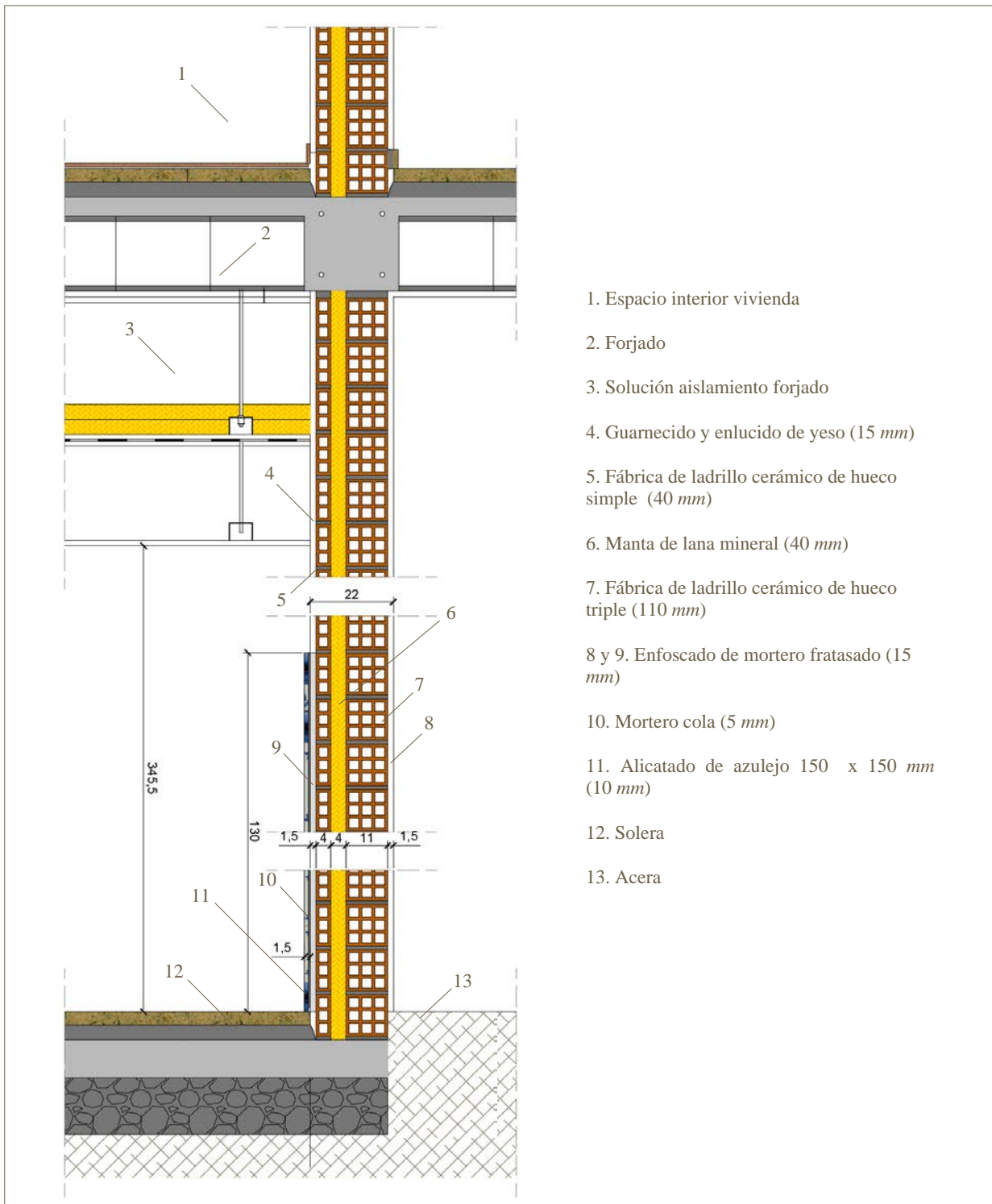


Figura 84. Detalle constructivo solución aislamiento fachada

Además la OMPPCA en su artículo 45 especifica lo siguiente:

**Art. 45. Medidas preventivas**

1. Las actividades consideradas como altamente productoras de niveles sonoras indicadas en el artículo anterior (véase Art. 44. Aislamiento mínimo en locales cerrados), deberán contar, independientemente de las medidas de insonorización general con:

- a) *Vestíbulo de entrada, con doble puerta de muelle de retorno a posición cerrada, que garantice en todo momento, el aislamiento necesario en fachada incluidos los instantes de entrada y salida, garantizando el cumplimiento de la normativa vigente en materia de accesibilidad.*
- b) ...

Entonces, según el artículo mencionado anteriormente debemos generar un vestíbulo de entrada de tal forma que entre el exterior y el interior del casal fallero existan dos puertas con muelle de retorno a posición cerrada.

Este vestíbulo se generará mediante tabiquería ligera formada a base de estructura metálica de 48 mm de espesor y placas de yeso laminado de 15 mm a cada lado, con manta de lana mineral en el interior de la estructura. Esta partición debe abarcar desde el pavimento de terrazo hasta la placa de yeso laminada atornillada al forjado. (figura 85)

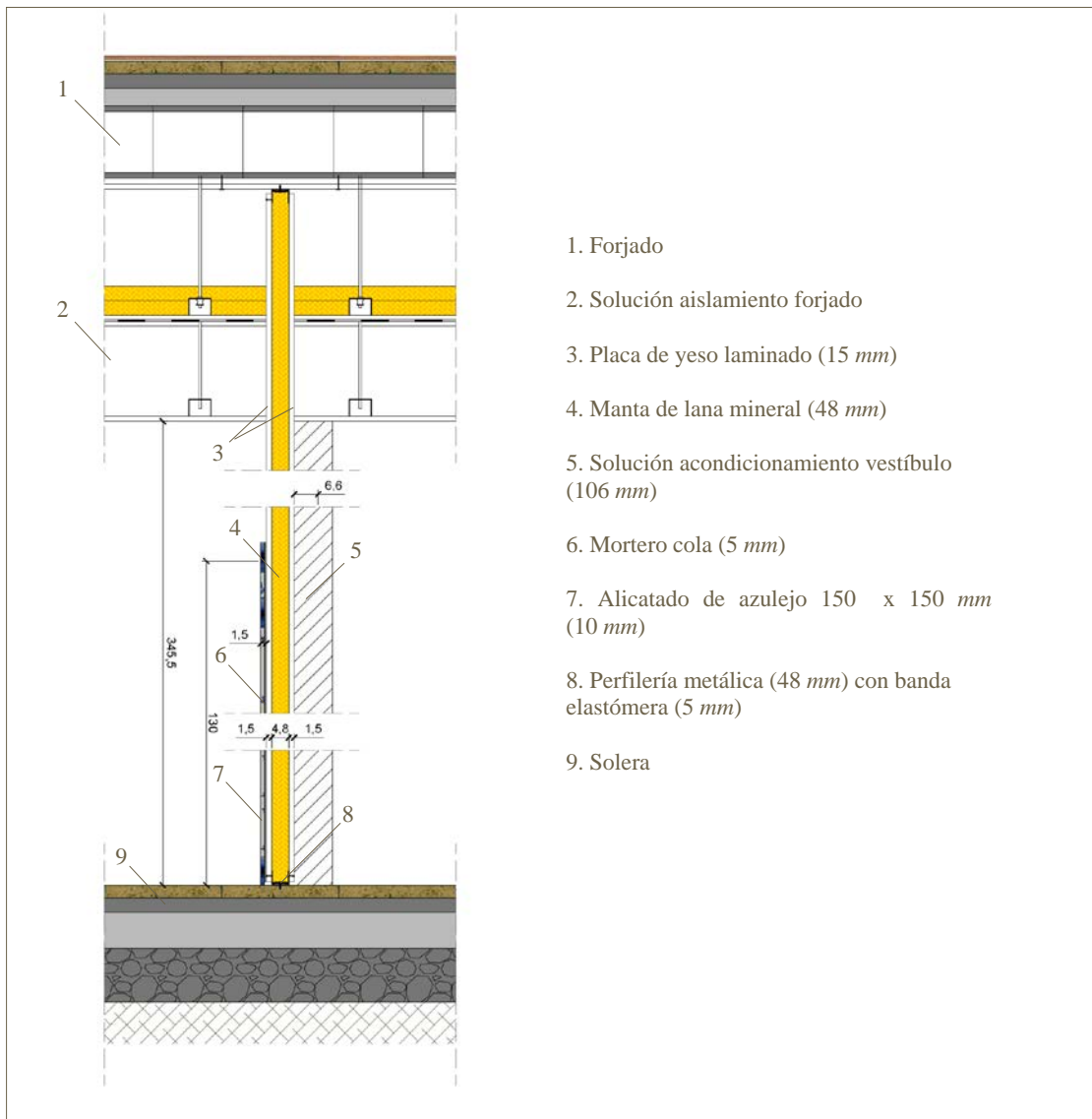


Figura 85. Detalle constructivo partición vestíbulo

Con la finalidad de maximizar el efecto beneficioso del vestíbulo, se propone revestir interiormente con materiales absorbentes los paramentos verticales y el falso techo de manera que la energía sonora que consiga pasar a través de la carpintería exterior, sea absorbido por estos revestimientos. Este sistema se podría asemejar al de un silenciador.

El revestimiento absorbente vertical (modelo ACUSTIFORO TP16) es un panel de fibras sintéticas de 16 mm de espesor, con manta de fibra de poliéster de 40 mm de espesor y 15 Kg/m<sup>3</sup> en el interior, dejando una cámara de aire de 50 mm.

El panel, con acabado estético de madera de haya, presenta un ranurado longitudinal con perforaciones, según se describe en la figura 87 extraída de la página web de la casa comercial Acústica Integral.

En cuanto al revestimiento superior horizontal, se ha optado por colocar un falso techo a base de estructura metálica y placas de fibras minerales comprimidas con sistema de juntas ocultas.

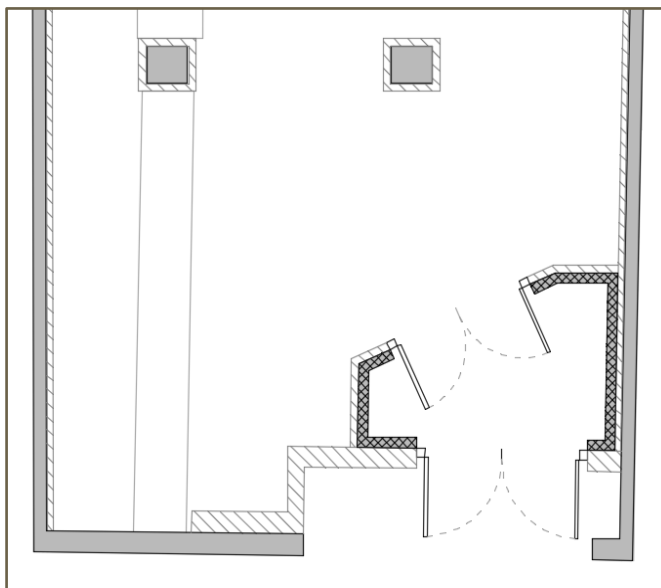


Figura 86. Detalle vestíbulo de entrada

En cuanto a la geometría del vestíbulo de entrada, destaca el ángulo que forma la tabiquería ligera. Esta disposición trata de crear una cámara de aire de espesor variable, favoreciendo la absorción a una mayor gama de frecuencias. Además con esta configuración espacial también se persigue el objetivo de ocupar el mínimo espacio útil interior del casal fallero.

Cabe mencionar que también se puede apreciar en la figura 86 como se ha aplicado en los pilares el mismo trasdosado acústico que para el caso de las medianeras con el local comercial y el zaguán (con esto se trata de minimizar la transmisión por vibraciones a través de los elementos estructurales verticales).

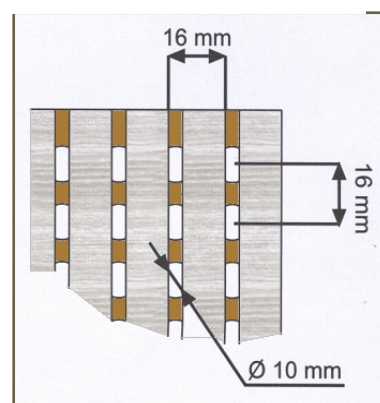


Figura 87. Panel ranurado

Como se ha podido observar a lo largo de este punto, no se alcanzan las exigencias de la OMPCCA (más restrictiva) que se muestran en la Tabla 44. El hecho de no alcanzar estas restricciones tan elevadas es que partimos de unos elementos constructivos en los que no se tuvo en consideración las transmisiones acústicas indirectas a través de las uniones de los elementos debido a las vibraciones de éstos.

Hay que decir que en todo momento se ha buscado la solución que ofrecía el mejor aislamiento posible teniendo en cuenta las limitaciones de los elementos constructivos de partida.

A modo resumen se presenta en la siguiente tabla los valores de aislamiento de partida, los valores previsibles del aislamiento tras la mejora y los valores exigidos por la OMPCCA.

Recinto colindante con casal	Exigencia Normativa	Aislamiento inicial	Aislamiento mejorado	
VIVIENDA	$D_{nT,A} \geq 70$	$D_{nT,w} + C \geq 51$	$D_{nT,A} \geq 62$	NO CUMPLE
LOCAL COMERCIAL	$D_{nT,A} \geq 70$	$D_{nT,w} + C \geq 47$	$D_{nT,A} \geq 56$	NO CUMPLE
ZAGUÁN	$D_{nT,A} \geq 70$	$D_{nT,w} + C = 40$	$D_{nT,A} \geq 55$	NO CUMPLE
FACHADA	$D_{2m,nT,Atr} \geq 30$	$D_{2m,nT} + C_{tr} \geq 22$	$D_{2m,nT,Atr} \geq 30$	CUMPLE

Tabla 44. Resumen del aislamiento acústico

## 5.5 Acondicionamiento acústico

Como se ha comentado anteriormente en relación al acondicionamiento acústico del casal fallero, primará el tiempo de reverberación  $Tr_{20}$  ante todos los demás parámetros por ser el de mayor influencia en la calidad acústica del casal.

Básicamente se va a tratar de reducir el tiempo de reverberación hasta alcanzar valores de  $Tr_{mid}$  comprendidos entre 0,5 y 0,7 s (recomendación del tutor).

El objetivo que se persigue al plantear un acondicionamiento acústico que haga disminuir el tiempo de reverberación, es que el nivel del campo reverberado (nivel de presión perteneciente de las reflexiones) se reduzca al mínimo y conseguir de esta manera que el nivel directo predomine sobre el reverberado.

Esto es interesante por dos motivos: el primero es para la situación del ensayo de la banda donde, a diferencia de en una sala de concierto o audiciones, interesa que los sonidos se mezclen lo mínimo posible para que el director pueda detectar claramente cada instrumento para hacer las observaciones oportunas; y para la situación de actividades lúdicas, almuerzos de hermandad, preparativo de fiestas, etc., resulta muy beneficioso ya que en estas ocasiones hay muchas personas comunicándose unas con otras y al reducir el nivel del campo reverberado la comunicación resulta más fácil ya que los interlocutores no tienen que elevar la voz demasiado para superar el nivel del campo reverberado.

Para controlar el tiempo de reverberación, se propone la instalación de un techo absorbente acústico formado por estructura metálica y placas de fibras minerales comprimidas con sistema de juntas ocultas (misma solución que en el vestíbulo), cuyas propiedades absorbentes se ven reflejadas en la siguiente gráfica (valores extraídos de *Acústica arquitectónica aplicada*).

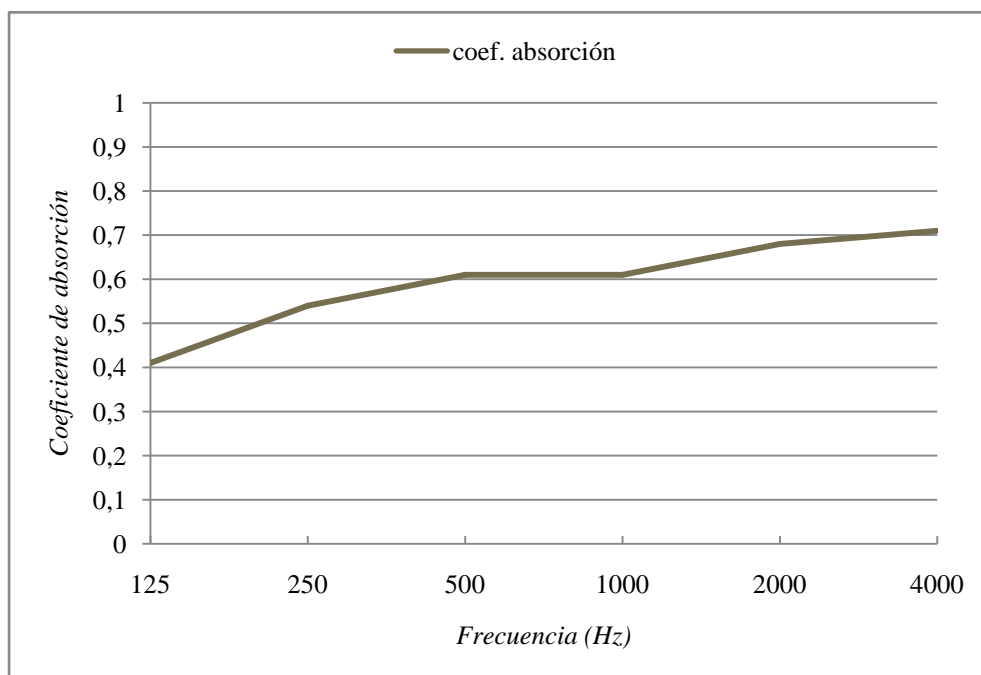
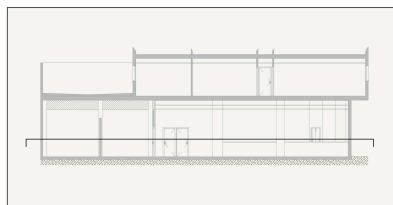
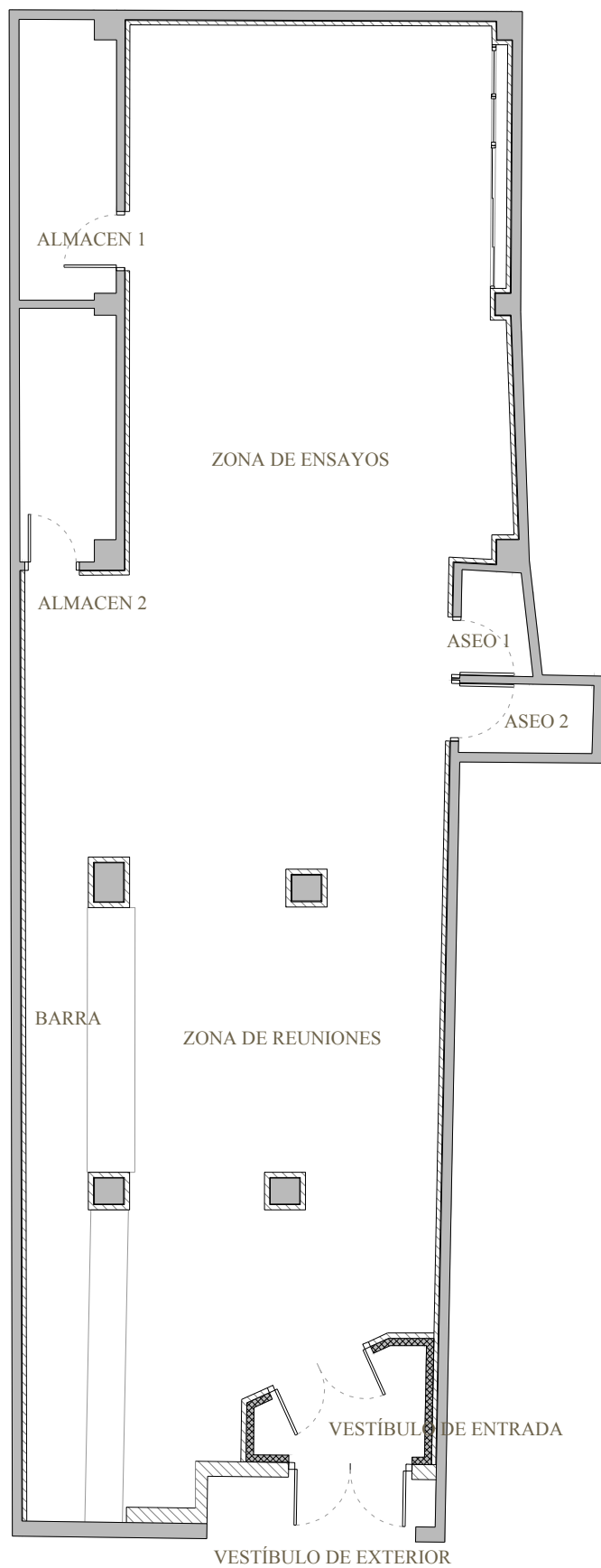


Figura 88. Representación coeficientes de absorción techo de placas de fibras minerales comprimidas

## 5.6 Planimetría




A continuación se muestran los planos de la intervención donde se puede distinguir claramente los nuevos trasdosados acústicos.

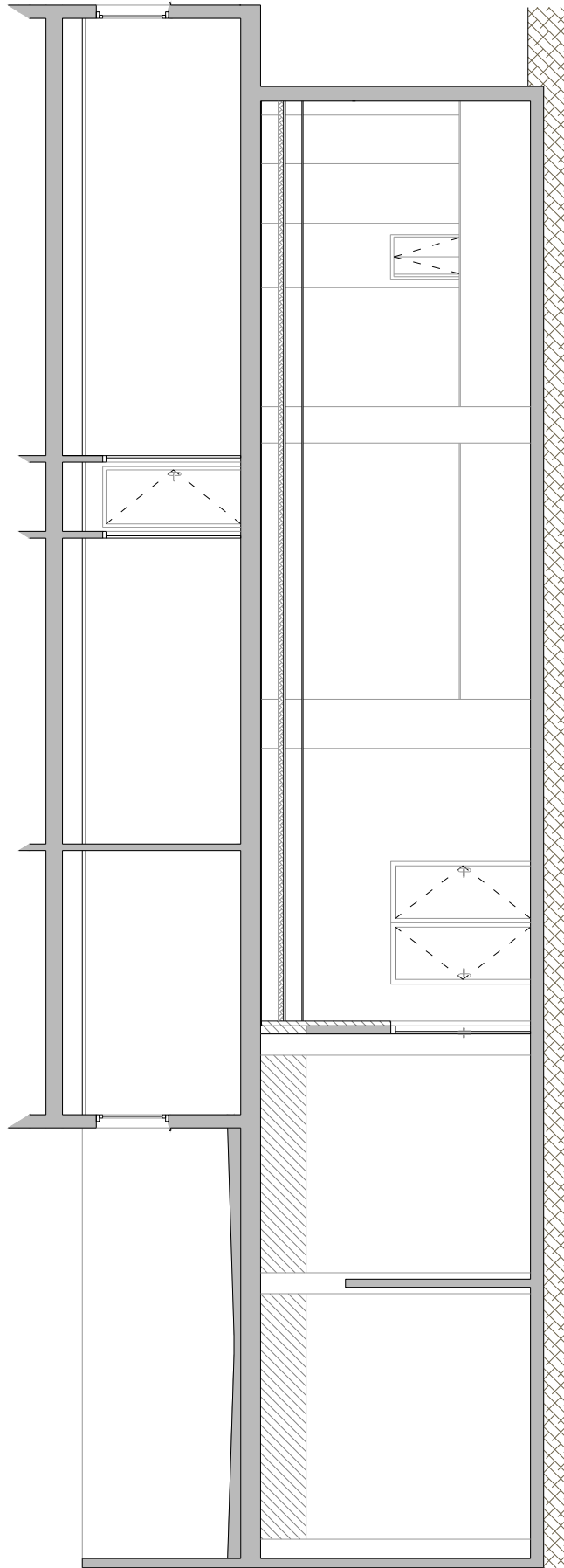
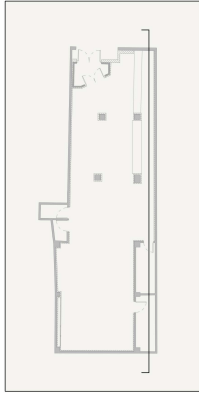


	Superficie m <sup>2</sup>
Vestíbulo exterior	2,55
Vestíbulo de entrada	3,53
Zona de barra	8,80
Almacén 1	5,74
Almacén 2	5,13
Aseo 1	1,49
Aseo 2	1,98
Zona de reuniones	34,84
Zona de ensayo	69,78

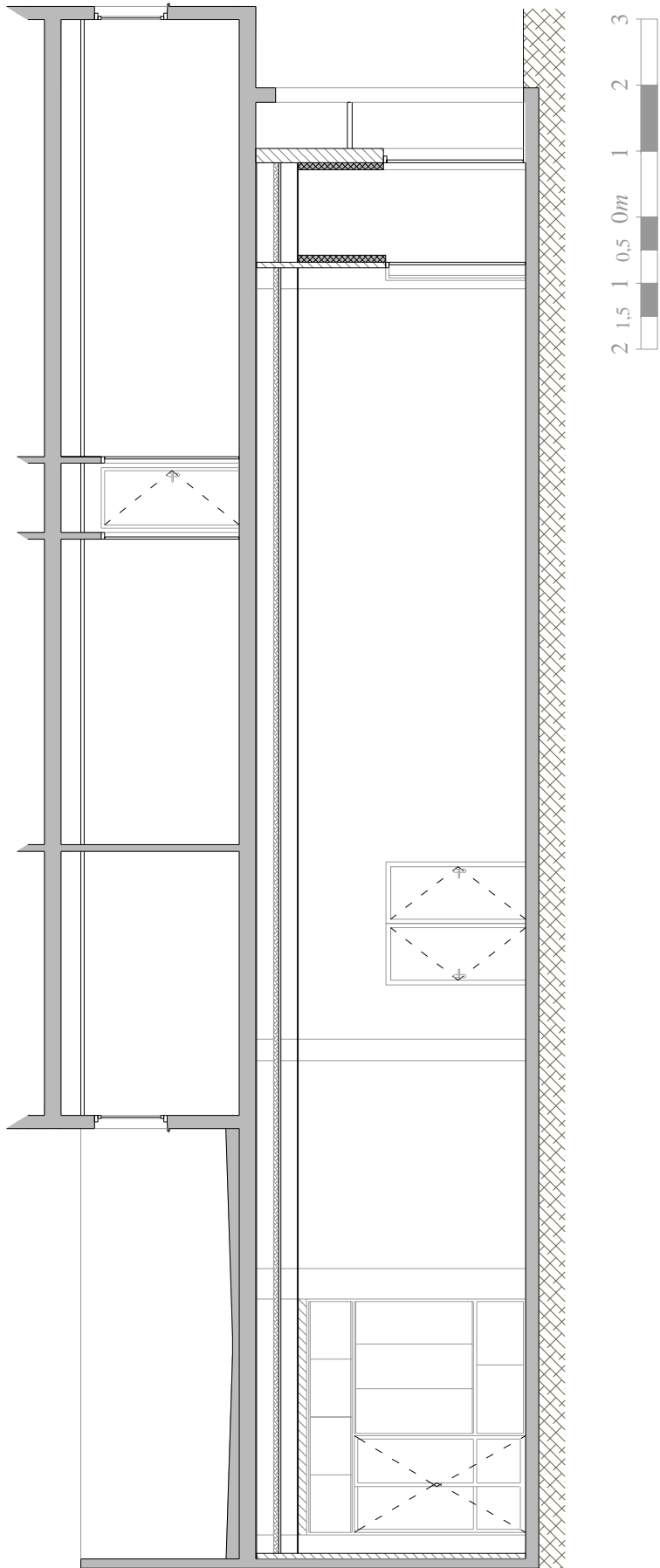
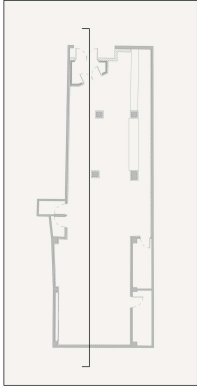
Tabla 45. Cuadro de superficies






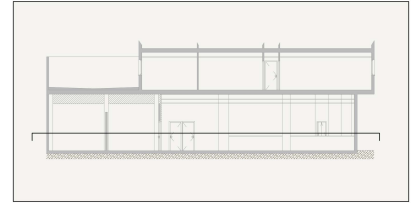
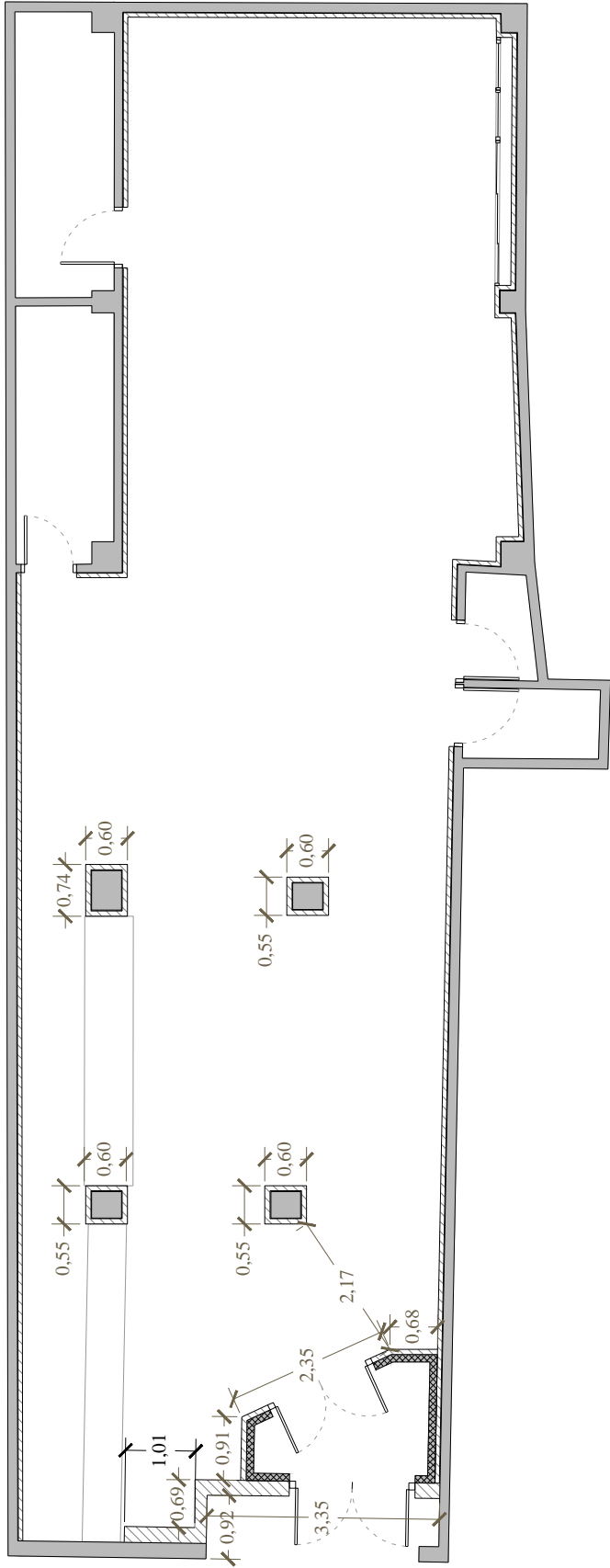
	Plano N°	Estado	Proyecto	Firma	
	9	Propuesto	<b>Estudio de los parámetros acústicos y propuesta de intervención en casal Fallero</b>	 Jesús Hernández Pérez	
	Escala		Plano		
	1/100		Planta general de superficies		






	Plano N°	Estado	Proyecto	Firma	
	<b>10</b>	Propuesto	<b>Estudio de los parámetros acústicos y propuesta de intervención en casal Fallero</b>		
	Escala		Plano	Jesús Hernández Pérez	
	1/100		<b>Sección vertical A-A'</b>		

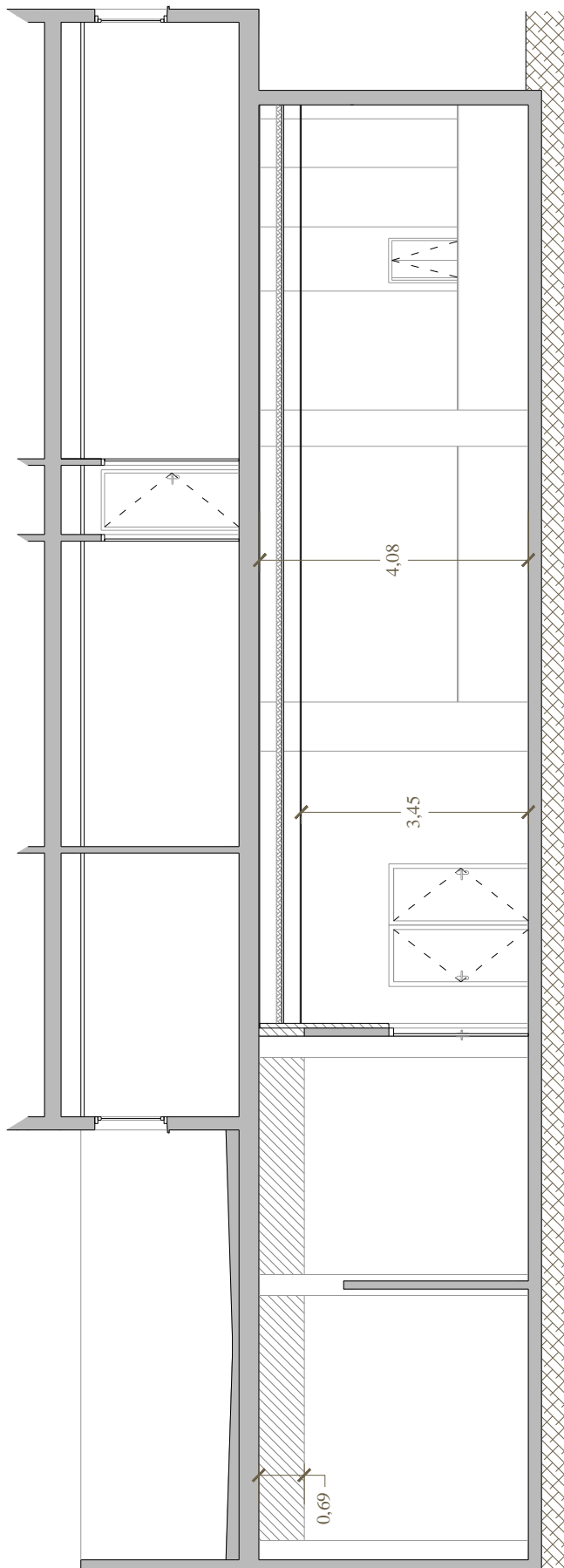
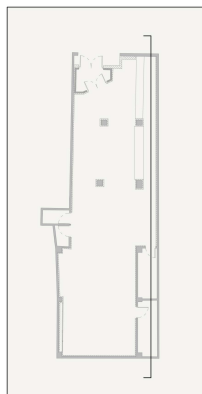



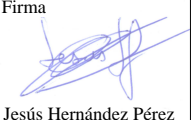

	Plano N°	Estado	Proyecto	Firma		
	11	Propuesto	<b>Estudio de los parámetros acústicos y propuesta de intervención en casal Fallero</b>	Jesús Hernández Pérez		
	Escala		Plano			
	1/100		Sección vertical B-B'			



	Plano N°	Estado	Proyecto	Firma	
	<b>12</b>	Propuesto	<b>Estudio de los parámetros acústicos y propuesta de intervención en casal Fallero</b>	 Jesús Hernández Pérez	
	Escala		Plano		
	1/100		Cotas. Planta general		





	Plano N°	Estado	Proyecto	Firma		
	13	Propuesto	<b>Estudio de los parámetros acústicos y propuesta de intervención en casal Fallero</b>	Jesús Hernández Pérez		
	Escala		Plano			
	1/100		Cotas. Sección vertical A-A'			

## 5.7 Simulación acústica

Con la finalidad de valorar la calidad acústica del casal fallero una vez fuera realizada la intervención que se propone, se va a realizar a continuación una simulación acústica a partir del modelo 3D generado con los planos de la intervención mostrados en el punto anterior.

La manera de proceder es la misma que la explicada para la simulación del estado actual del casal en el punto 4.3 *Simulación acústica*.

El modelo que se usó para introducirlo en el software informático de simulación acústica es el que se presenta a continuación:

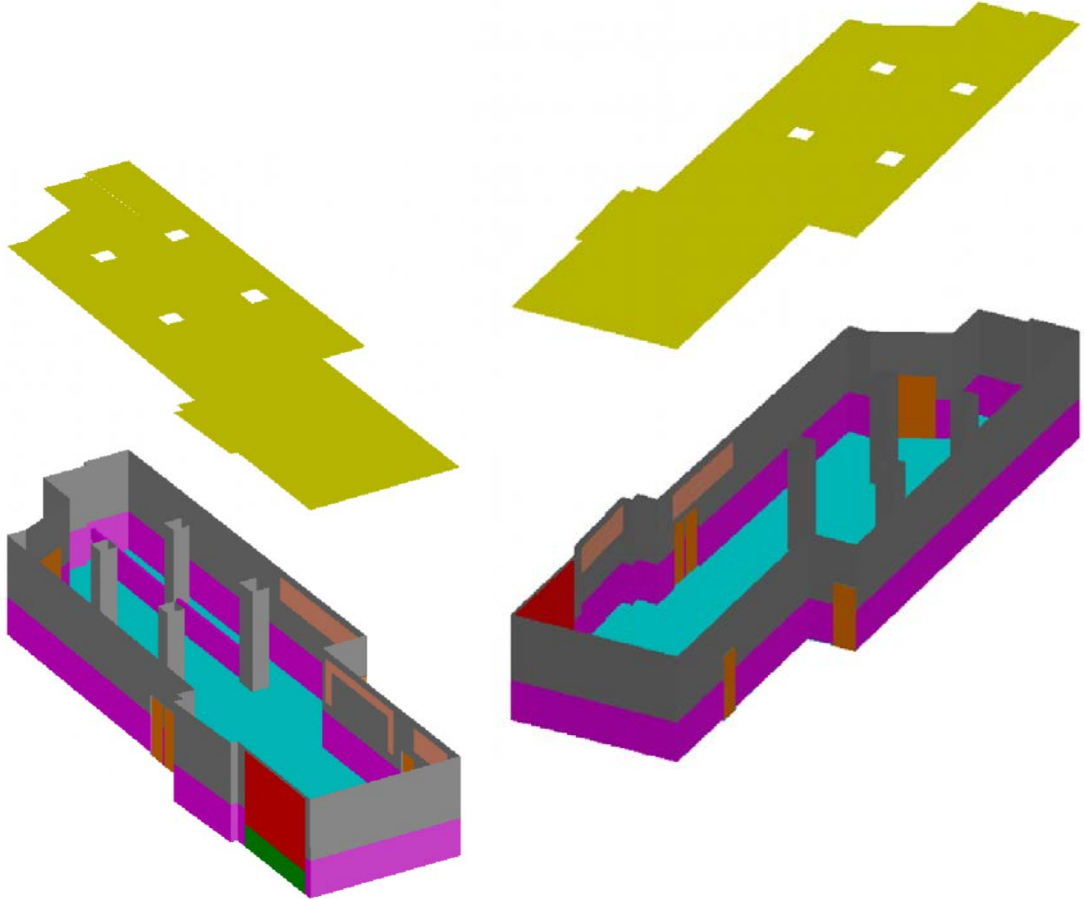


Figura 89. Modelo 3D para simulación acústica

Donde cada color representa un material

Color AMARILLA .....	Falso techo acústico
Color ROJO .....	Acrilamientos
Color MAGENTA .....	Alicatados
Color NARANJA OSCURO.....	Puertas
Color CIÁN.....	Pavimento
Color GRIS .....	Placas de yeso laminado
Color NARANJA CLARO .....	Textiles

Tras introducir todos los datos pertinentes, colocar la fuente de emisión y la zona de receptores (tal y como se explica en el punto 4.3 *Simulación acústica*), dejamos que el ordenador calcule los parámetros acústicos.

## Resultados

El primer resultado que se obtiene es la distribución del nivel de presión sonora para la frecuencia de 1000 Hz, que se representa en la siguiente ilustración (figura 90). Para ver los resultados obtenidos para todo el espectro de frecuencias, véase *Anexo VI Simulación estado propuesto. Resultados*.

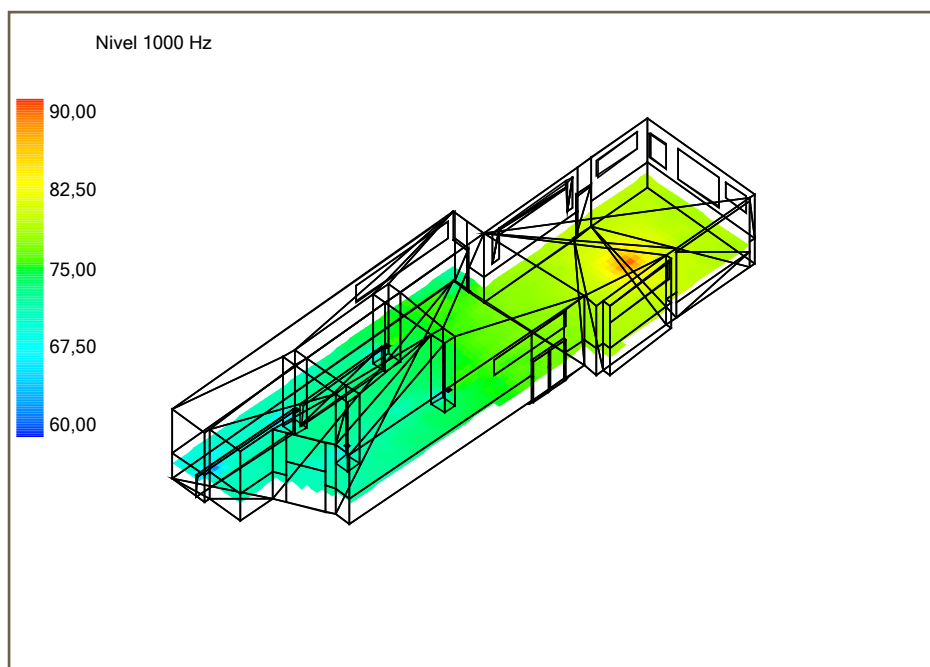


Figura 90. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 1000 Hz

En la figura anterior se observa como el nivel de presión sonora va disminuyendo según nos vamos alejando de la fuente de emisión, y si lo comparamos con el resultado obtenido de la simulación del estado actual del casal fallero, se puede observar como se ha reducido notoriamente el nivel de presión.

En cuanto al tiempo de reverberación, veremos los resultados obtenidos para los parámetros  $Tr_{20}$  y  $EDT$ .

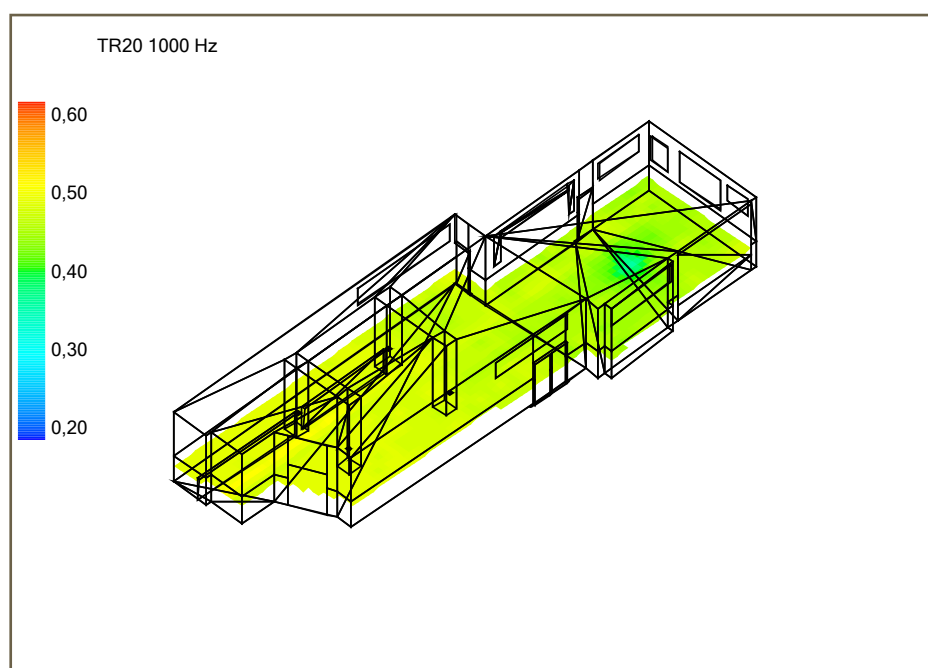


Figura 91. Mapa de distribución del tiempo de reverberación  $Tr_{20}$  a 1000 Hz

Viendo la imagen anterior se puede apreciar como se ha conseguido reducir el tiempo de reverberación con respecto al estado inicial, hasta los valores que se habían fijado como objetivo.

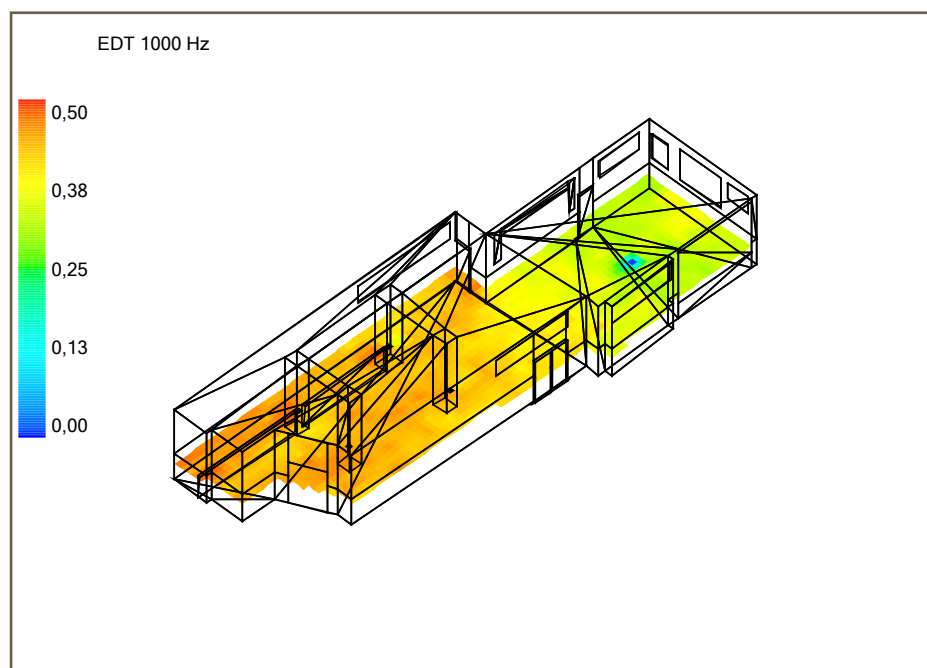


Figura 92. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato  $EDT$  a 1000  $Hz$

Con respecto al tiempo de reverberación inmediato se observa cómo se han reducido considerablemente los valores obtenidos con respecto a la situación inicial.

En cuanto a los valores obtenidos del índice de claridad  $C_{80}$ , para la banda central de 1000  $Hz$ , se observa una distribución más o menos uniforme en toda la superficie del casal fallero

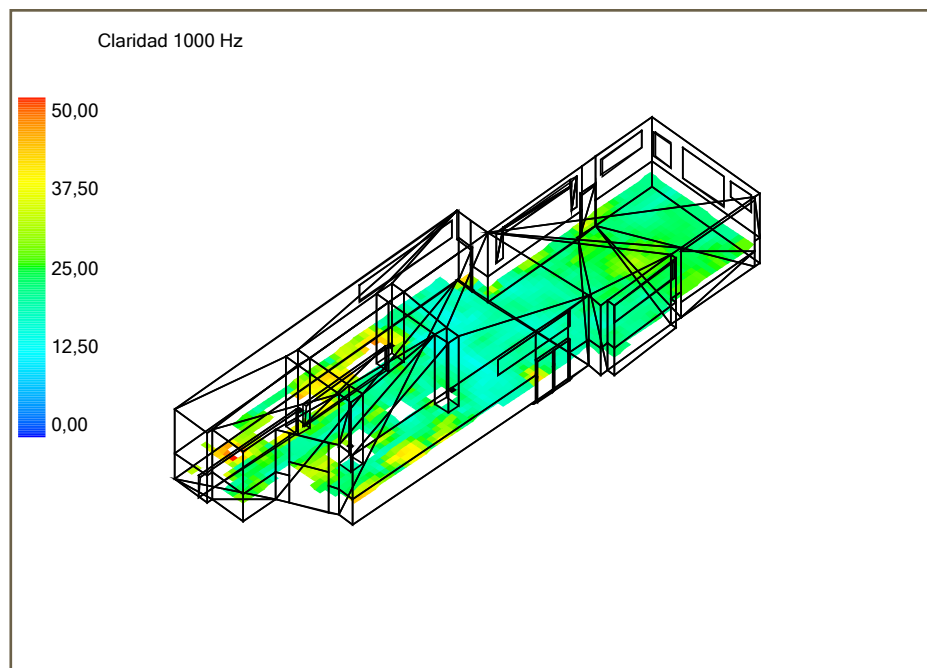


Figura 93. Mapa de distribución de la claridad  $C_{80}$  a 1000  $Hz$

De la misma manera que en la simulación del estado inicial de la sede festera, se obtienen los ecogramas para las distintas bandas de octava en la posición desde la que habitualmente el director dirige los ensayos.

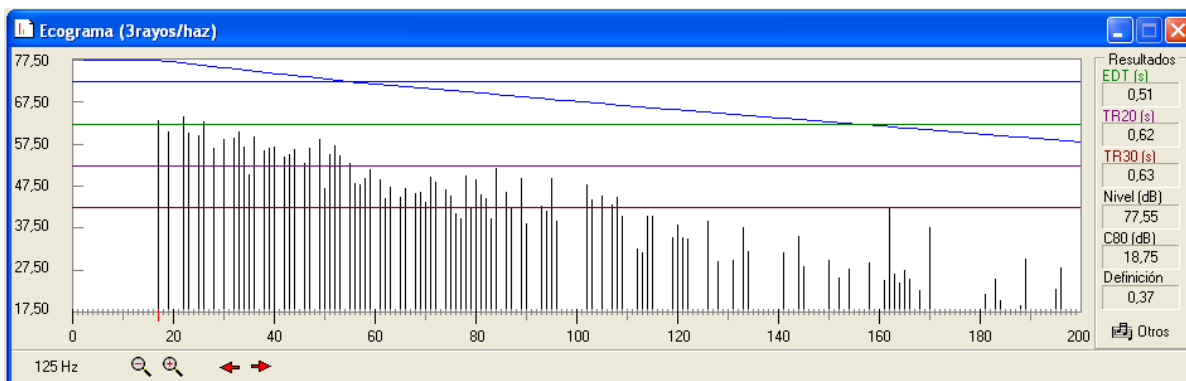


Figura 94. Ecograma posición director a 125 Hz

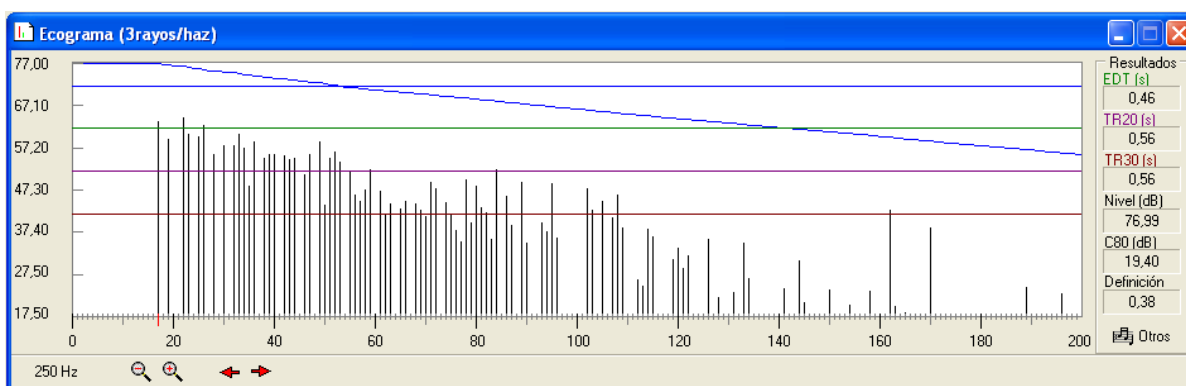


Figura 95. Ecograma posición director a 250 Hz

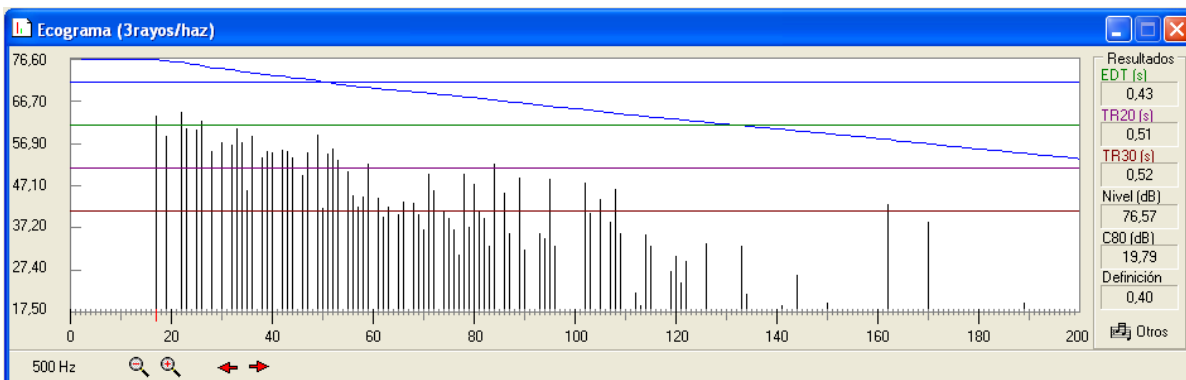


Figura 96. Ecograma posición director a 500 Hz

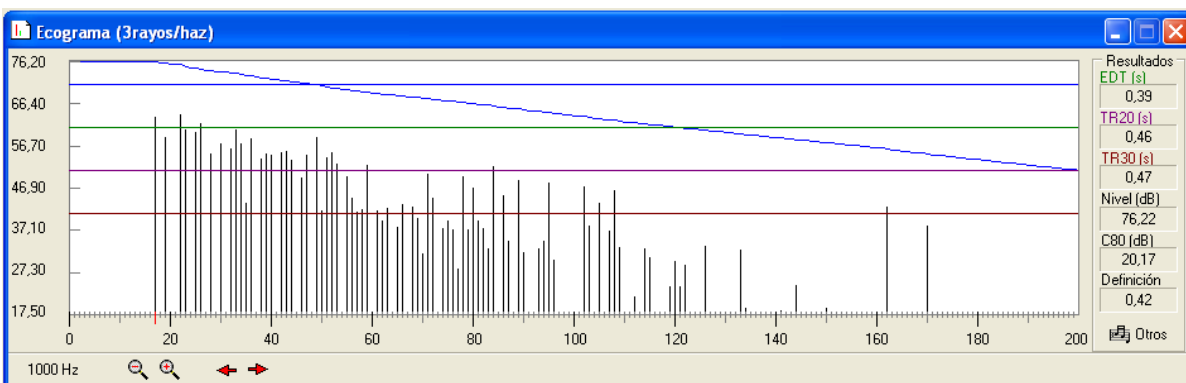


Figura 97. Ecograma posición director a 1000 Hz

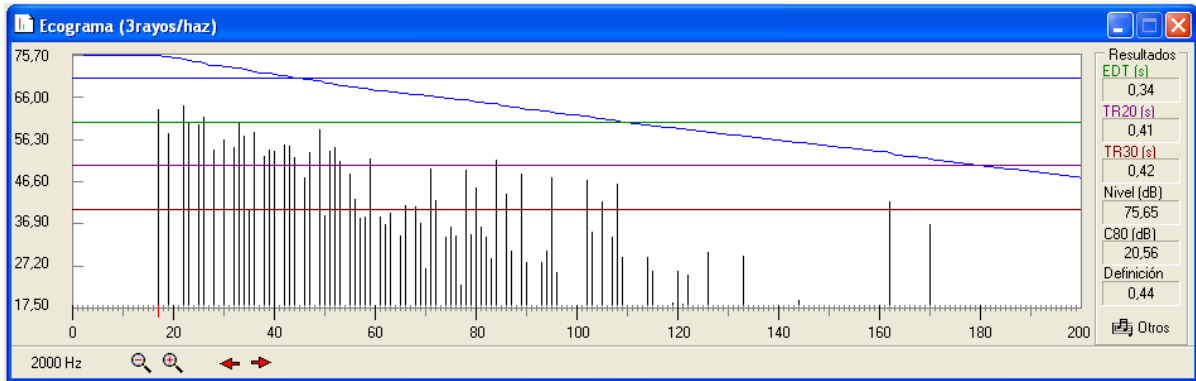


Figura 98. Ecograma posición director a 2000 Hz

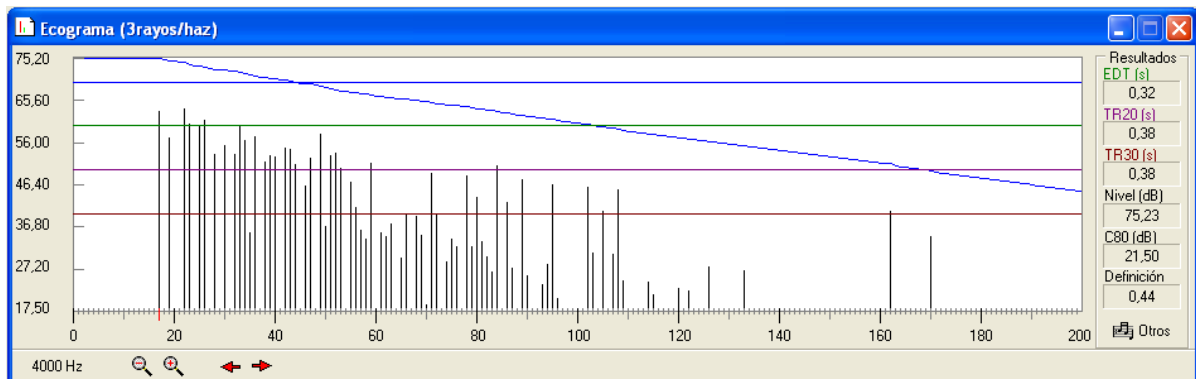


Figura 99. Ecograma posición director a 4000 Hz

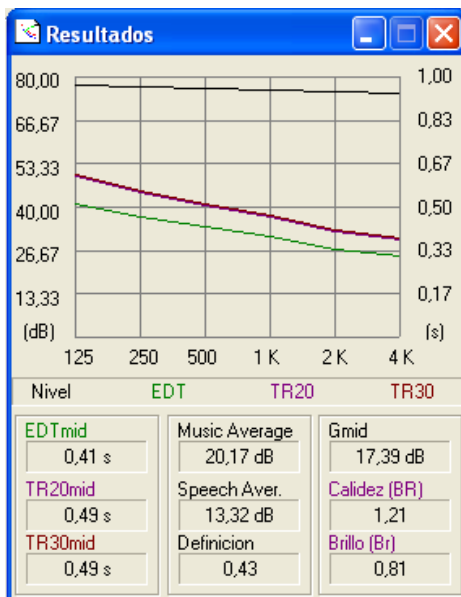


Figura 100. Resultados en zona de receptores

Además del ecograma, se pueden ver también los diferentes parámetros de calidad en la zona donde el director se sitúa habitualmente, y se aprecia una bajada bastante significativa de los tiempos de reverberación en comparación con el estado inicial del casal fallero.

En la imagen de la izquierda (figura 100) se puede ver un resumen de los resultados obtenidos de la simulación.

En términos generales, se puede apreciar que con la simple colocación del techo absorbente se ha mejorado en gran medida la calidad acústica interior.

## 5.8 Aspecto estético de la intervención

Con la intención de mostrar cual sería el aspecto que tendría el casal fallero una vez realizada la intervención de mejora acústica, se ha realizado un modelo en tres dimensiones con la ayuda del programa de diseño gráfico y modelado 3D *SketchUp 8*. Además, para conseguir un efecto más realista se ha empleado el programa *V-Ray 1.49* que es un motor de renderizado reconocido.

A continuación se mostrarán una serie de imágenes obtenidas a partir del modelo 3D mencionado.

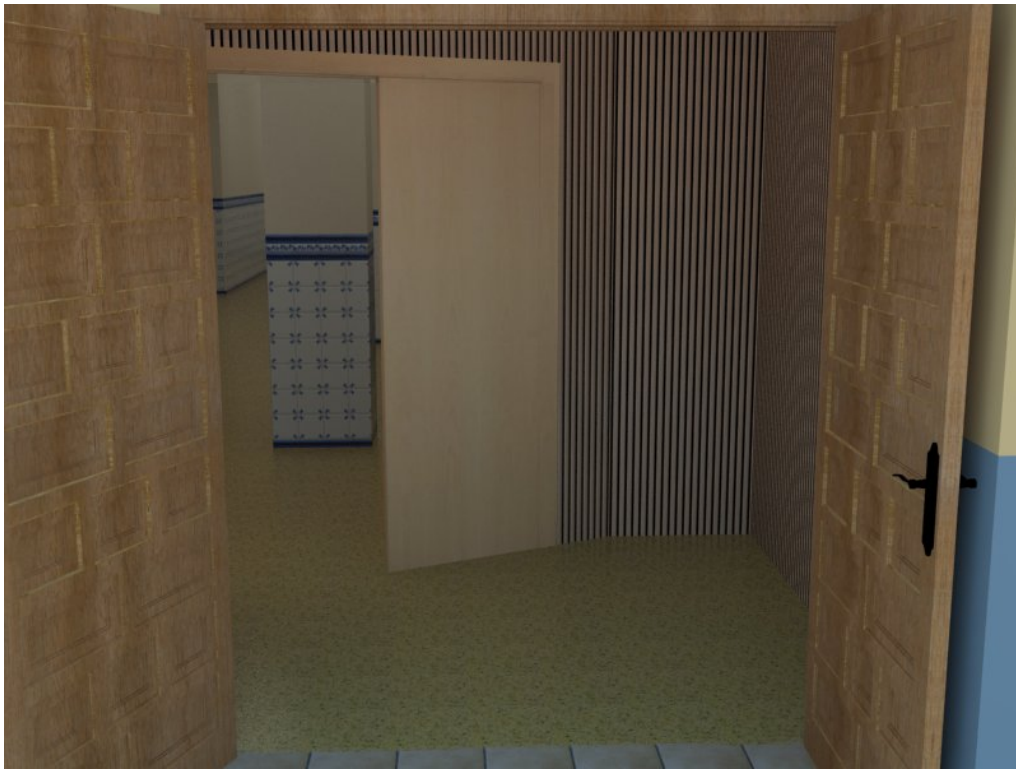


Figura 101. Modelo 3D. Imagen 1



Figura 102. Modelo 3D. Imagen 2



Figura 103. Modelo 3D. Imagen 3



Figura 104. Modelo3D. Imagen 4





Figura 105. Modelo 3D. Imagen 5

## 6. VALORACIÓN ECONÓMICA

### 6.1 Cuadro de descompuestos

CÓDIGO CANTIDAD UD RESUMEN PRECIO SUBTOTAL IMPORTE

#### CAPÍTULO 1 ACTUACIONES PREVIAS

##### EADF.1b m2 Demol tabique LHD a mano

Demolición de tabicón de ladrillo hueco doble con retirada de escombros y carga, sin incluir transporte a vertedero, según NTE/ADD-9.

MOOA12a	0,300	h	Peón ordinario construcción	19,87	5,96
%0200	2,000		Medios auxiliares	6,00	0,12
				<hr/>	
				Suma la partida .....	6,08
				Costes indirectos.....	6,00% 0,36
				<hr/>	
				<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>6,44</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de *SEIS EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS*

##### EADF.6bb u Levnt carp 3 a 6m2 con aprov

Levantado de carpintería, incluso marcos, hojas y accesorios de de 3 a 6 m2, con aprovechamiento del material y retirada del mismo, sin incluir transporte a almacén, según NTE/ADD-18.

MOOC.8a	0,600	h	Oficial 1ª carpintería	20,54	12,32
MOOC13a	0,300	h	Aprendiz 2º carpintería	11,73	3,52
MOOA12a	0,200	h	Peón ordinario construcción	19,87	3,97
%0200	2,000		Medios auxiliares	19,80	0,40
				<hr/>	
				Suma la partida .....	20,21
				Costes indirecto .....	6,00% 1,21
				<hr/>	
				<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>21,42</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de *VEINTIUN EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS*

##### EADR.1ia m2 Demol pav bald c man

Demolición de pavimentos de baldosa cerámica, realizada a mano, retirada de escombros y carga, sin incluir transporte a vertedero, según NTE/ADD-10.

MOOA11a	0,250	h	Peón especializado construcción	20,23	5,06
MOOA12a	0,350	h	Peón ordinario construcción	19,87	6,95
%0200	2,000		Medios auxiliares	12,00	0,24
				<hr/>	
				Suma la partida .....	12,25
				Costes indirectos.....	6,00% 0,74
				<hr/>	
				<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>12,99</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de *DOCE EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS*

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	----------	----	---------	--------	----------	---------

**EADR.4a m2 Picado alicatado azulejos**

Demolición de alicatado de azulejos, con retirada de escombros, sin incluir transporte a vertedero.

MOOA12a	0,550	h	Peón ordinario construcción	19,87	10,93	
%0200	2,000		Medios auxiliares	10,90	0,22	
					Suma la partida .....	11,15
					Costes indirectos .....	6,00%
						0,67
					<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>11,82</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de *ONCE EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS***EADR.7ac m2 Levnt fals tech escayola**

Levantado de falso techo de escayola, realizado por medios manuales, incluso retirada de escombros y carga, sin incluir transporte a vertedero.

MOOA12a	0,300	h	Peón ordinario construcción	19,87	5,96	
%0200	2,000		Medios auxiliares	6,00	0,12	
					Suma la partida .....	6,08
					Costes indirectos .....	6,00%
						0,36
					<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>6,44</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de *SEIS EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS***DEMOL.alt m2 Levant estr metál**

Levantado de estructura metálica formada por por perfiles IPE como elemento vertical y vigas tipo IPE, incluso escalera metálica, con retirada de escombros y carga, sin incluir transporte a vertedero.

MOOA12a	0,300	h	Peón ordinario construcción	19,87	5,96	
MOOM11a	0,600	h	Especialista metal	18,02	10,81	
%0200	2,000		Medios auxiliares	34,70	0,69	
					Suma la partida .....	35,34
					Costes indirectos .....	6,00%
						2,12
					<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>37,46</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de *TREINTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS***EADF10a m2 Levantado mampara**

Levantado de mampara de madera con perfilera de aluminio, incluso retirada de escombros y carga, sin incluir transporte a vertedero.

MOOA12a	0,250	h	Peón ordinario construcción	19,87	4,97	
%0200	2,000		Medios auxiliares	5,00	0,10	
					Suma la partida .....	5,07
					Costes indirectos .....	6,00%
						0,30
					<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>5,37</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de *CINCO EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS*

CÓDIGO CANTIDAD UD RESUMEN PRECIO SUBTOTAL IMPORTE

## CAPÍTULO 2 ALBAÑILERÍA

### EFFC19aba m2 Fábrica p/rev LH 24x11.5x7

Fábrica para revestir, de 7 cm. de espesor, construida según NBE-FL90 y NTE-FFL, con ladrillos huecos de 24x11.5x7 cm., sentados con mortero de cemento confeccionado en obra M-40a (1:6), con juntas de 1 cm. de espesor, aparejados, incluso replanteo, nivelación y aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecido de las piezas y limpieza, considerando un 3% de pérdidas por roturas y un 30% de mermas de mortero.

MOOA.8a	0,446	h	Oficial 1ª construcción	20,80	9,28
MOOA11a	0,223	h	Peón especializado construcción	20,23	4,51
PFFC.1be	33,000	u	Ladrillo hueco db 24x11.5x7	0,16	5,28
PBPM.1ea	0,011	m3	Mortero cto M-40a (1:6) man	97,31	1,07
%02500	2,500			20,10	0,50
				<hr/>	
				Suma la partida .....	20,64
				Costes indirectos.....	6,00% 1,24
				<hr/>	

**TOTAL PARTIDA ..... 21,88**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de *VEINTIUN EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS*

### EFFC.4aadd m2 LH 1/2 pié s/CA LH4 LVP-3 40

Cerramiento compuesto por hoja principal para revestir de 1/2 pié de espesor, realizada con ladrillos cerámicos huecos de 24x11.5x11 cm., revestida por el exterior con enfoscado de mortero CSIV-W2 de 1.5cm de espesor, sin cámara de aire, aislamiento térmico no hidrófilo por el interior a base de lana mineral de 40mm de espesor, con una conductividad de 0.036 W/mK, doblado con tabique de 4 cm. de espesor, realizado con fábrica de ladrillos cerámicos huecos de 24x11.5x4 cm., sin revestir, incluso formación de dinteles y jambas, ejecución de encuentros, elementos especiales y recibido de carpintería, considerando un 3% de pérdidas y un 20% de mermas de mortero según NBE-FL-90, NTE-FFL y NTE-RPE.

MOOA.8a	0,988	h	Oficial 1ª construcción	20,80	20,55
MOOA11a	0,494	h	Peón especializado construcción	20,23	9,99
PFFC.1ch	35,000	u	Ladrillo hueco trip 24x11.5x11	0,20	7,00
ENTF.1aabd	1,050	m2	MW 0.036 e 40mm int/mrs dble hj	7,53	7,91
PNTW36a	1,500	m	Cinta papel kraft autoadhesiva	0,61	0,92
PFFC.1ac	33,000	u	Ladrillo hueco senc 24x11.5x4	0,13	4,29
PBPM.1da	0,035	m3	Mortero cto M-5 man	100,72	3,53
PRCM.5ccb	0,014	t	Mortero industrial GP CSIV W2	123,53	1,73
PBPM.5c	0,010	m3	Mortero mixto 1:1:4	138,27	1,38
%0300	3,000		Medios auxiliares	57,30	1,72
				<hr/>	
				Suma la partida .....	59,02
				Costes indirectos.....	6,00% 3,54
				<hr/>	

**TOTAL PARTIDA ..... 62,56**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de *SESENTA Y DOS EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS*

CÓDIGO CANTIDAD UD RESUMEN PRECIO SUBTOTAL IMPORTE

### CAPÍTULO 3 TRASDOSADOS ACÚSTICOS

#### 3.1 SISTEMAS DE AISLAMIENTO

##### ENRH.9a m2 Tch MW+db PYL + viscoelas (21dBA)

Falso techo continuo formado por: trasdosado directo atornillado de placa simple de yeso laminado de 15 mm de espesor, doble placa de yeso laminado de 13 mm de espesor, lámina viscoelástica de alta densidad de 4 mm de espesor y 6.5 Kg/m<sup>2</sup> de peso medio entre ambas placas y doble panel de fibra de poliéster absorbente acústica de 40 mm de espesor, conductividad térmica de 0.039 W/mK, reacción al fuego B-s1,d0 y resistencia al flujo del paso del aire de 6 KPa.s/m<sup>2</sup> situado por encima de las placas de yeso laminado. Todo ello sobre estructura simple de perfiles de chapa de acero galvanizado y suspendido del forjado a una distancia >=15 cm, mediante amortiguadores de caucho y varillas de cuelgue; incluso parte proporcional de nivelación y tratamiento de juntas, listo para revestir. Mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, de 21 dBA, según DB-HR del CTE.

MOOA.8a	0,400	h	Oficial 1ª construcción	20,80	8,32
MOOA12a	0,400	h	Peón ordinario construcción	19,87	7,95
PFPC.1ad	1,000	m2	Placa yeso laminado A 15mm	5,28	5,28
PNTW18a	1,500	u	Muelle de caucho dim 60x52 mm	3,35	5,03
PFPC1ac	2,100	m2	Placa yeso laminado A 13mm	4,57	9,60
PNTW.1c	1,050	m2	Lámina aislante visco-elástica	5,81	6,10
PFPP15b	8,000	u	Tornillo 35mm p/pnl yeso	0,01	0,08
PNTW.7a	2,100	m2	MW 40mm 0.039 W/mK 6 KPa.s/m2	6,52	13,69
PFPP.7b	0,500	kg	Pasta de agarre panel yeso	0,55	0,28
PFPP15c	14,000	u	Tornillo 45mm p/pnl yeso	0,02	0,28
PRTW.6b	4,000	u	Varillas de cuelgue 50cm	0,33	1,32
PFPP.9a	2,200	m	Montante 36 p/tab yeso laminado	1,91	4,20
PFPP20a	2,000	m	Cinta sellado juntas p/pnl yeso	0,07	0,14
%0200	2,000		Medios auxiliares	62,30	1,25

Suma la partida ..... 63,52  
Costes indirectos ..... 6,00% 3,81

**TOTAL PARTIDA ..... 67,33**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de **SESENTA Y SIETE EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS**

##### ENRS.1aa m2 Trsd PYL simple+abs acus

Trasdosado para incrementar el aislamiento acústico a ruido aéreo en particiones interiores verticales y medianerías formado por: estructura de perfiles de chapa de acero galvanizado de 48 mm de ancho, a base de montantes (elementos verticales separados 600 mm entre ellos) y canales (elementos horizontales) separada 1 cm del elemento base, banda de aislamiento de ruido estructural autoadhesiva debajo de todos los canales; panles de fibra de poliéster absorbente de 48 mm de espesor insertados entre montantes de la estructura con conductividad térmica de 0.039 W/mK, reacción al fuego B-s1,d0 y resistencia al flujo del paso del aire de 6 KPa.s/m<sup>2</sup>; placa de yeso laminado de 15 mm de espesor atornilladas a la estructura metálica, incluso replanteo, preparación, colocación de las placas, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, parte proporcional de mermas roturas y accesorios de fijación y limpieza.

MOOA.8a	0,280	h	Oficial 1ª construcción	20,80	5,82
MOOA12a	0,280	h	Peón ordinario construcción	19,87	5,56
PFPC.1ad	1,050	m2	Placa yeso laminado A 15mm	5,28	5,54
PNTW.5a	1,050	m2	MW 48mm 0.039 W/mK 6 KPa.s/m2	7,82	8,21
PNTW.4a	0,500	m	Banda aisl ruido est 50 mm	0,62	0,31
PFPP.9b	2,330	m	Montante 48 p/tab yeso laminado	1,43	3,33
PFPP10b	0,950	m	Cnl rail 48mm ancho p/pnl yeso	1,19	1,13
PFPP15a	14,000	u	Tornillo 25mm p/pnl yeso	0,01	0,14
PFPP.8a	0,400	kg	Pasta junta panel yeso s/cinta	1,00	0,40

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
PFPP20a	3,000	m	Cinta sellado juntas p/pnl yeso	0,07	0,21	
%0200	2,000		Medios auxiliares	30,70	0,61	
Suma la partida .....						31,26
Costes indirectos..... 6,00%						1,88
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>						<b>33,14</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de *TREINTA Y TRES EUROS con CATORCE CÉNTIMOS*

### **EFPY.1aabaab m2 Tb PYL 78/600 [15+48+15] LM48**

Entramado autoportante sencillo 78/600 [15+48+15] LM45 (designación según ATEDY, compuesto por dos placas de yeso laminado (A según UNE-EN 520+A1) de 15 mm de espesor, atornilladas directamente una a cada lado de 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 48 mm de espesor y conductividad de 0.097 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.

MOOA.8a	0,250	h	Oficial 1ª construcción	20,80	5,20	
MOOA12a	0,250	h	Peón ordinario construcción	19,87	4,97	
PFPC.1ad	2,100	m2	Placa yeso laminado A 15mm	5,28	11,09	
PFPP10b	0,900	m	Cnl rail 48mm ancho p/pnl yeso	1,19	1,07	
PFPP.9b	2,000	m	Montante 48 p/tab yeso laminado	1,43	2,86	
PFPP15a	22,000	u	Tornillo 25mm p/pnl yeso	0,01	0,22	
PFPP19a	2,000	u	Tornillo autoperforante 13 mm p/PYL	0,02	0,04	
PFPP.8a	0,660	kg	Pasta junta panel yeso s/cinta	1,00	0,66	
PFPP20a	2,800	m	Cinta sellado juntas p/pnl yeso	0,07	0,20	
PNTW.5a	1,050	m2	MW 48mm 0.039 W/mK 6 KPa.s/m2	7,82	8,21	
%0200	2,000		Medios auxiliares	34,50	0,69	
Suma la partida .....						35,21
Costes indirectos..... 6,00%						2,11
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>						<b>37,32</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de *TREINTA Y SIETE EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS*

## **3.2 SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO**

### **ERTP20abc m2 Fals tch ln rc1200x600 dens220**

Falso techo acústico realizado con paneles rígidos, de lana de roca volcánica blancos, de densidad 220 kg/m3, de dimensiones 1200x600 mm. y espesor de 18 mm., reacción al fuego M0 (incombustible), con sustentación oculta, a base de perfiles primario y secundario, rematado perimetralmente con perfil angular y suspendido mediante tirantes roscados, según NTE-RTP.

MOOA.8a	0,250	h	Oficial 1ª construcción	20,80	5,20	
MOOA11a	0,250	h	Peón especializado construcción	20,23	5,06	
PRTP13ab	1,050	m2	Panel ln rc 1200x600 dens220	26,51	27,84	
PRTW.1aa	1,800	m	Perfil met prim-3000 an 15 acan	0,91	1,64	
PRTW.1ba	0,800	m	Perfil met ang-3000 an 15 acan	0,91	0,73	
PRTW.1da	1,000	m	Perfil met ang-3000 an 15 acan	0,63	0,63	

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
PRTW.2bc	1,000	u	Tirante galv roscado 0,7 m	0,21	0,21	
%0200	2,000		Medios auxiliares	41,30	0,83	
Suma la partida .....						42,14
Costes indirectos .....						6,00% 2,53
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>						<b>44,67</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de *CUARENA Y CUATRO EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS*

**ABS.vest m2 Pnl mad ranurado abs decor ACUSTIFORO TP16**

Panelado de acabado estético de madera tipo ACUSTIFORO TP16 de 2.430 x 160 x 16 mm, ranurada con perforaciones de 10 mm de diámetro y separadas 16 mm entre ranuras, formando cámara de 50 mm con material absorbente compuesto de fibra de poliéster de 40 mm de espesor y densidad de 15 Kg/m3, incluso parte proporcional de mermas y roturas.

Sin descomposición.....	38,75
Costes indirectos .....	6,00% 2,33
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>41,08</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de *CUARENTA Y UN EUROS con OCHO CÉNTIMOS*

**CAPÍTULO 4 CARPINTERÍA**

**EFPM.7abb u Prta pin suec2hj ab mold 72x3**

Puerta de paso, ciega, con molduras, para barnizar, formada por dos hojas abatibles de 203x72.5x3.5 cm., macizas de pino de Suecia, canteadas, cerco de pino de 68x47 mm., garras de fijación de acero galvanizado, tapajuntas de 70x10 mm. de pino de Suecia, pernios latonados de 80 mm. y cerradura con pomo latonado o cromado, ajustado de las hojas, colocación de muelle de retorno a posición cerrada, fijación de los herrajes y nivelado y ajuste final, según NTE/PPM-8.

MOOC.8a	3,500	h	Oficial 1ª carpintería	20,54	71,89	
PFPM10ab	2,000	u	Hoja ciega 72x3.5 Suecia	66,27	132,54	
PFPM.1abb	1,000	u	Cerco pino blanco 68x47p/prta2hj	14,63	14,63	
PFPM.6aba	13,200	m	Tapajuntas macizo Or 70x10	1,38	18,22	
PFCH.9aca	1,000	u	Crrdu pomo esf lat libr-libr	11,19	11,19	
PFCH32a	6,000	u	Pernio canto redondo 80mm. lat	0,40	2,40	
%0300	3,000		Medios auxiliares	250,90	7,53	
Suma la partida .....						258,40
Costes indirectos .....						6,00% 15,50
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>						<b>273,90</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de *DOSCIENTOS SETENTA Y TRES EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS*

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	----------	----	---------	--------	----------	---------

**COL.prta u Colocación puerta existente**

Colocación de puerta de madera preexistente, ajustado de las hojas, colocación de muelle de retorno a posición cerrada, fijación de los herrajes y nivelado y ajuste final, según NTE/PPM-8.

MOOC.8a	1,100	h	Oficial 1ª carpintería		20,54	22,59
%0300	3,000		Medios auxiliares		22,60	0,68

Suma la partida .....	23,27
Costes indirectos..... 6,00%	1,40

**TOTAL PARTIDA ..... 24,67**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de *VEINTICUATRO EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS*

**CAPÍTULO 5 REVESTIMIENTOS****ERPA.3aaba u Alicat c/jnt azulejo 15x15 dec ligera A1 JC**

Alicatado con junta realizado con azulejo decorado de 15x15 cm., decoración ligera, tomado con mortero cola convencional (A1) y rejuntado con lechada de cemento portland (JC), incluso cortes y limpieza, según Guía de la Baldosa Cerámica.

MOOA.8a	0,400	h	Oficial 1ª construcción	20,80	8,32
MOOA12a	0,200	h	Peón ordinario construcción	19,87	3,97
PRPA.2aa	45,000	u	Azulejo decorado 15x15cm dec ligera	0,48	21,60
PBUA71a	0,088	kg	Mto cola convencional (A1)	0,25	0,02
PBPL.1h	0,002	m3	Lechada de cemento blanco BL 22.5 X	131,90	0,26
%0200	2,000		Medios auxiliares	34,20	6,83

Suma la partida .....	41,00
Costes indirectos..... 6,00%	2,46

**TOTAL PARTIDA ..... 43,46**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de *CUARENTA Y TRES EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS*

**ERPP.8aa m2 Rev plas lisa vert**

Revestimiento con pintura plástica acabado liso, aplicado sobre paramentos verticales de ladrillo, yeso o cemento, previo lijado de pequeñas adherencias e imperfecciones, mano de fondo con pintura plástica diluida muy fina, plastecido de faltas y dos manos de acabado, según NTE/RPP-24.

MOON.8a	0,200	h	Oficial 1ª pintura	20,80	4,16
PRCP.3abc	0,060	l	Pint int plas acl sat col	5,38	0,32
PRCP13fb	0,064	l	Masilla al agua bl	6,71	0,43
%0200	2,000		Medios auxiliares	4,90	0,10

Suma la partida .....	5,01
Costes indirectos..... 6,00%	0,30

**TOTAL PARTIDA ..... 5,31**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de *CINCO EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS*



CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	----------	----	---------	--------	----------	---------

**ERPE.1dbab m2 Enf M-10 maes frat vert int**

Enfoscado maestreado fratasado, con mortero de cemento de dosificación M-80a (1:4) en paramento vertical interior, según NTE-RPE-7.

MOOA.8a	0,400	h	Oficial 1ª construcción	20,80	8,32	
MOOA12a	0,200	h	Peón ordinario construcción	19,87	3,97	
PBPM.1ca	0,012	m3	Mortero cto M-10 (1:4) man	105,59	1,27	
%0200	2,000		Medios auxiliares	13,60	0,27	

Suma la partida .....	13,83
Costes indirectos .....	6,00% 0,83

**TOTAL PARTIDA ..... 14,66**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de *CATORCE EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS*

**ERPG.4aba m2 Guarn-enl y YG/L maes vert**

Guarnecido maestreado, y enlucido, realizado con pasta de yeso YG/L sobre paramentos verticales, acabado manual con llana, incluso limpieza y humedecido del soporte, según NTE/RPG10.

MOOA.8a	0,250	h	Oficial 1ª construcción	20,80	5,20	
MOOA11a	0,250	h	Peón especializado construcción	20,23	5,06	
PBPL.3b	0,017	m3	Pasta de yeso YG/L	150,38	2,56	
%0200	2,000		Medios auxiliares	12,80	0,26	
ERPG10a	1,000	m2	Enl yeso pmtto vertical	4,70	4,70	

Suma la partida .....	17,78
Costes indirectos .....	6,00% 1,07

**TOTAL PARTIDA ..... 18,85**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de *Dieciocho EUROS con Ochenta y cinco Céntimos*

**CAPÍTULO 6 INSTALACIONES****INST u Cambio paso de instalaciones**

Cambio del paso de instalaciones por debajo del techo acústico y por el interior del trasdosado vertical, colocación de luminarias, totalmente instalada y en correcto estado de funcionamiento, según NT-IEEV/89 y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.

Sin descomposición.....	600,00
Costes indirectos .....	6,00% 36,00

**TOTAL PARTIDA ..... 636,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de *SEISCIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS*

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	----------	----	---------	--------	----------	---------

## **CAPÍTULO 7 GESTIÓN DE RESIDUOS**

### **GGDR.5aba                      u    Alquiler diario conte escom 3m3 s/tapa**

Alquiler diario de contenedor (se cobra a partir de 7 días sin movimiento del contenedor) de 3m3 de capacidad, para carga de residuos de construcción y demolición mezclados producidos en obras de construcción y/o demolición que serán separados en fracciones por un gestor de residuos autorizado antes de su vertido.

Sin descomposición .....	2,36
Costes indirectos..... 6,00%	0,14

**TOTAL PARTIDA ..... 2,50**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de *DOS EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS*

### **GGDR.4abab                      u    Transporte conte escom 3m3 s/tapa 10 Km**

Servicio de entrega, alquiler máximo de 7 días sin movimiento, recogida y transporte de contenedor de 3m3 de capacidad de residuos de construcción y demolición mezclados producidos en obras de construcción y/o demolición (los cuales deberán ser separados en fracciones por un gestor de residuos autorizado antes de su vertido) hasta vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos o centro de valorización o eliminación situado a 10 km.

Sin descomposición .....	64,64
Costes indirectos..... 6,00%	3,88

**TOTAL PARTIDA ..... 68,52**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de *SESENTA Y OCHO EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS*

## **6.2 Presupuesto y mediciones**

### **CAPÍTULO 1 ACTUACIONES PREVIAS**

#### **EADF.1b                      m2    Demol tabique LHD a mano**

Demolición de tabicón de ladrillo hueco doble con retirada de escombros y carga, sin incluir transporte a vertedero, según NTE/ADD-9.

VESTÍBULO	1	1,17	2,70	3,16		
	1	3,47	2,70	9,37		
	-1	1,81	2,10	-3,80		
					12,53	6,44
						80,69

CÓDIGO RESUMEN UD LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIAL CANTIDAD PRECIO IMPORTE

**EADF.6bb u Levnt carp 3 a 6m2 con aprov**

Levantado de carpintería, incluso marcos, hojas y accesorios de de 3 a 6 m2, con aprovechamiento del material y retirada del mismo, sin incluir transporte a almacén, según NTE/ADD-18.

1,00 21,42 21,42

**EADR.1ia m2 Demol pav bald c man**

Demolición de pavimentos de baldosa cerámica, realizada a mano, retirada de escombros y carga, sin incluir transporte a vertedero, según NTE/ADD-10.

VESTÍBULO 1 3,37 0,38 1,28

1,28 12,99 16,63

**EADR.4a m2 Picado alicatado azulejos**

Demolición de alicatado de azulejos, con retirada de escombros, sin incluir transporte a vertedero.

1 53,00

53,00 11,82 626,46

**EADR.7ac m2 Levnt fals tech escayola**

Levantado de falso techo de escayola, realizado por medios manuales, incluso retirada de escombros y carga, sin incluir transporte a vertedero.

VESTÍBULO 1 3,37 1,28 4,31

4,31 6,44 27,76

**DEMOL.alt m2 Levant estr metál**

Levantado de estructura metálica formada por por perfiles IPE como elemento vertical y vigas tipo IPE, incluso escalera metálica, con retirada de escombros y carga, sin incluir transporte a vertedero.

ALTILLO 1 6,26 4,60 28,80

28,80 37,46 1.078,85

**EADF10a m2 Levantado mampara**

Levantado de mampara de aluminio, incluso retirada y transporte de escombros a vertedero.

ALTILLO3 3 6,26 1,75 32,87

1 4,06 1,75 7,11

39,98 5,37 214,69

**TOTAL CAPÍTULO 1 ACTUACIONES PREVIAS ..... 2.066,50**

CÓDIGO RESUMEN UD LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIAL CANTIDAD PRECIO IMPORTE

**CAPÍTULO 2 ALBAÑILERÍA****EFFC19aba m2 Fábrica p/rev LH 24x11.5x7**

Fábrica para revestir, de 7 cm. de espesor, construida según NBE-FL90 y NTE-FFL, con ladrillos huecos de 24x11.5x7 cm., sentados con mortero de cemento confeccionado en obra M-40a (1:6), con untas de 1 cm. de espesor, aparejados, incluso replanteo, nivelación y aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecido de las piezas y limpieza, considerando un 3% de pérdidas por roturas y un 30% de mermas de mortero.

ALMACEN	1	1,53	0,64	0,98			
	1	8,07	0,64	5,16			
						6,14	21,88 134,34

**EFFC.4aadd m2 LH 1/2 pié s/CA LH4 LVP-3 40**

Cerramiento compuesto por hoja principal para revestir de 1/2 pié de espesor, realizada con ladrillos cerámicos huecos de 24x11.5x11 cm., revestida por el exterior con enfoscado de mortero CSIV-W2 de 1.5cm de espesor, sin cámara de aire, aislamiento térmico no hidrófilo por el interior a base de lana mineral de 40mm de espesor, con una conductividad de 0.036 W/mK, doblado con tabique de 4 cm. de espesor, realizado con fábrica de ladrillos cerámicos huecos de 24x11.5x4 cm., sin revestir, incluso formación de dinteles y jambas, ejecución de encuentros, elementos especiales y recibido de carpintería, considerando un 3% de pérdidas y un 20% de mermas de mortero según NBE-FL-90, NTE-FFL y NTE-RPE.

VESTÍBULO	1	3,53	4,09	14,44			
	1	1,01	4,09	4,13			
	1	0,69	4,09	2,82			
PUERTA	-1	1,63	2,10	-3,42			
						17,97	62,56 1.124,20

**TOTAL CAPÍTULO 2 ALBAÑILERÍA..... 1.258,54****CAPÍTULO 3 TRASDOSADOS ACÚSTICOS****3.1 SISTEMAS DE AISLAMIENTO****ENRH.9a m2 Tch MW+db PYL + viscoelas (21dBA)**

Falso techo continuo formado por: trasdosado directo atornillado de placa simple de yeso laminado de 15 mm de espesor, doble placa de yeso laminado de 13 mm de espesor, lámina viscoelástica de alta densidad de 4 mm de espesor y 6.5 Kg/m2 de peso medio entre ambas placas y doble panel de fibra de poliéster aabsorbente acústica de 40 mm de espesor, conductividad térmica de 0.039 W/mK, reacción al fuego B-s1,d0 y resistencia al flujo del paso del aire de 6 KPa.s/m2 situado por encima de las placas de yeso laminado. Todo ello sobre estructura simple de perfiles de chapa de acero galvanizado y suspendido del forjado a una distancia  $\geq 15$  cm, mediante amortiguadores de caucho y varillas de cuelgue; incluso parte proporcional de nivelación y tratamiento de juntas, listo para revestir. Mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, de 21 dBA, según DB-HR del CTE.

	1	120,93		120,93			
	-3	0,33		-0,99			
	-1	0,44		-0,44			
						119,50	63,52 7.590,64

CÓDIGO RESUMEN UD LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIAL CANTIDAD PRECIO IMPORTE

**ENRS.1aa m2 Trsd PYL simple+abs acus**

Trasdosado para incrementar el aislamiento acústico a ruido aéreo en particiones interiores verticales y medianerías formado por: estructura de perfiles de chapa de acero galvanizado de 48 mm de ancho, a base de montantes (elementos verticales separados 600 mm entre ellos) y canales (elementos horizontales) separada 1 cm del elemento base, banda de aislamiento de ruido estructural autoadhesiva debajo de todos los canales; panles de fibra de poliéster absorbente de 48 mm de espesor insertados entre montantes de la estructura con conductividad térmica de 0.039 W/mK, reacción al fuego B-s1,d0 y resistencia al flujo del paso del aire de 6 KPa.s/m<sup>2</sup>; placa de yeso laminado de 15 mm de espesor atornilladas a la estructura metálica, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, parte proporcional de mermas roturas y accesorios de fijación y limpieza.

1	51,5	4,07	209,61		
3	2,30	4,07	28,08		
1	2,69	4,07	10,95		
				248,64	31,26 7.772,49

**EFPY.1aabaab m2 Tb PYL 78/600 [15+48+15] LM48**

Entramado autoportante sencillo 78/600 [15+48+15] LM45 (designación según ATEDY, compuesto por dos placas de yeso laminado (A según UNE-EN 520+A1) de 15 mm de espesor, atornilladas directamente una a cada lado de 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 48 mm de espesor y conductividad de 0.097 W/mK en su interior; listo para pintar, incluso replanteo, presparación, 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 perimetraes, parte proporcional de mermas, roturas, accesorios de fijación y limpieza.

VESTÍBULO	1	0,68	4,07	2,77	
	1	2,35	4,07	9,56	
	1	0,91	4,07	3,70	
				16,03	35,21 564,42

**3.2 SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO**

**ERTP20abc m2 Fals tch ln rc1200x600 dens220**

Falso techo acústico realizado con paneles rígidos, de lana de roca volcánica blancos, de densidad 220 kg/m<sup>3</sup>, de dimensiones 1200x600 mm. y espesor de 18 mm., reacción al fuego M0 (incombustible), con sustentación oculta, a base de perfiles primario y secundario, rematado perimetralmente con perfil angular y suspendido mediante tirantes roscados, según NTE-RTP.

	1	120,93		120,93	
	-3	0,33		-0,99	
	-1	0,44		-0,44	
				119,50	42,14 5.035,73

CÓDIGO RESUMEN UD LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIAL CANTIDAD PRECIO IMPORTE

**ABS.vest m2 Pnl mad ranurado abs decor ACUSTIFORO TP16**

Panelado de acabado estético de madera tipo ACUSTIFORO TP16 de 2.430 x 160 x 16 mm, ranurada con perforaciones de 10 mm de diámetro y separadas 16 mm entre ranuras, formando cámara de 50 mm con material absorbente compuesto de fibra de poliéster de 40 mm de espesor y densidad de 15 Kg/m<sup>3</sup>, incluso parte proporcional de mermas y roturas.

VESTÍBULO	1	7,87	3,45	27,15		
PUERTAS	-2	1,63	2,10	-6,85		
					20,30	38,75 786,63

**TOTAL CAPÍTULO 3 TRASDOSADOS ACÚSTICOS.....23.054,90**

### CAPÍTULO 4 CARPINTERÍA

**EFPM.7abb u Prta pin suec2hj ab mold 72x3**

Puerta de paso, ciega, con molduras, para barnizar, formada por dos hojas abatibles de 203x72.5x3.5 cm., macizas de pino de suecia, canteadas, cerco de pino de 68x47 mm., garras defijación de acero galvanizado, tapajuntas de 70x10 mm. de pino de suecia, pernios latonados de 80mm. y cerradura con pomo latonado o cromado, ajustado de las hojas, colocación de muelle de retorno a posición cerrada, fijación de los herrajes y nivelado y ajuste final, según NTE/PPM-8.

1,00	273,90	273,90
------	--------	--------

**COL.prta u Colocación puerta existente**

Colocación de puerta de madera preexistente, ajustado de las hojas, colocación de muelle de retorno a posición cerrada, fijación de los herrajes y nivelado y ajuste final, según NTE/PPM-8.

1,00	24,67	24,67
------	-------	-------

**TOTAL CAPÍTULO 4 CARPINTERÍA..... 298,57**

### CAPÍTULO 5 REVESTIMIENTOS

**ERPA.3aaba m2 Alicat c/jnt azulejo 15x15 dec ligera A1 JC**

Alicatado con junta realizado con azulejo decorado de 15x15 cm., decoración ligera, tomado con mortero cola convencional (A1) y rejuntado con lechada de cemento portland (JC), incluso cortes y limpieza, según Guía de la Baldosa Cerámica.

1	57,59	1,30	74,87
3	0,55	0,60	0,99
1	0,74	0,60	0,44
-2	0,80	1,30	-2,08
-1	1,82	1,30	-2,37
-1	1,63	1,30	-2,12

69,73	36,94	2.575,83
-------	-------	----------

CÓDIGO RESUMEN UD LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIAL CANTIDAD PRECIO IMPORTE

**ERPP.8aa m2 Rev plas lisa vert**

Revestimiento con pintura plástica acabado liso, aplicado sobre paramentos verticales de ladrillo, yeso o cemento, previo lijado de pequeñas adherencias e imperfecciones, mano de fondo con pintura plástica diluida muy fina, plastecido de faltas y dos manos de acabado, según NTE/RPP-24.

1	121,59			121,59		
1	13,03			13,03		
					134,62	5,31 714,83

**ERPE.1dbab m2 Enf M-10 maes frat vert int**

Enfoscado maestreado fratasado, con mortero de cemento de dosificación M-80a (1:4) en paramento vertical interior, según NTE-RPE-7.

1	0,66		1,30	0,86		
1	0,69		1,30	0,90		
1	1,01		1,30	1,31		
					3,07	14,66 45,01

**ERPG.4aba m2 Guarn-enl y YG/L maes vert**

Guarnecido maestreado, y enlucido, realizado con pasta de yeso YG/L sobre paramentos verticales, acabado manual con llana, incluso limpieza y humedecido del soporte, según NTE/RPG10.

1	0,66		2,15	1,42		
1	0,69		2,15	1,48		
1	1,01		2,15	2,17		
					5,07	18,85 95,57

**TOTAL CAPÍTULO 5 REVESTIMIENTOS..... 3.431,24**

## **CAPÍTULO 6 INSTALACIONES**

**INST u Cambio paso de instalaciones**

Cambio del paso de instalaciones por debajo del techo acústico y por el interior del trasdosado vertical, colocación de luminarias, totalmente instalada y en correcto estado de funcionamiento, según NT-IEEV/89 y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.

1	636,00	636,00
---	--------	--------

**TOTAL CAPÍTULO 6 INSTALACIONES ..... 636,00**

CÓDIGO RESUMEN UD LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIAL CANTIDAD PRECIO IMPORTE

**CAPÍTULO 7 GESTIÓN DE RESIDUOS****GGDR.5aba u Alquiler diario conte escom 3m3 s/tapa**

Alquiler diario de contenedor (se cobra a partir de 7 días sin movimiento del contenedor) de 3m3 de capacidad, para carga de residuos de construcción y demolición mezclados producidos en obras de construcción y/o demolición que serán separados en fracciones por un gestor de residuos autorizado antes de su vertido.

20,00	2,50	50,00
-------	------	-------

**GGDR.4abab u Transporte conte escom 3m3 s/tapa 10 Km**

Servicio de entrega, alquiler máximo de 7 días sin movimiento, recogida y transporte de contenedor de 3m3 de capacidad de residuos de construcción y demolición mezclados producidos en obras de construcción y/o demolición (los cuales deberán ser separados en fracciones por un gestor de residuos autorizado antes de su vertido) hasta vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos o centro de valorización o eliminación situado a 10 km de distancia , según R.D. 105/2008.

1,00	68,52	68,52
------	-------	-------

---

**TOTAL CAPÍTULO 7 GESTIÓN DE RESIDUOS..... 118,52**

---

**TOTAL.....30.228,27**



### 6.3 Resumen de presupuesto

CAPÍTULO	RESUMEN	EUROS	%
1	ACTUACIONES PREVIAS.....	2.066,50	
2	ALBAÑILERÍA.....	1.258,54	
3	TRASDOSADOS ACÚSTICOS .....	23.054,90	
4	CARPINTERÍA .....	298,57	
5	REVESTIMIENTOS .....	3.431,24	
6	INSTALACIONES .....	636,00	
7	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	118,52	
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>30.864,27</b>	
	13,00% Gastos generales .....	4.012,36	
	6,00% Beneficio industrial.....	1.851,86	
SUMA DE G.G. y B.I.		5.864,22	
	21,00% I.V.A. ....	7.712,98	
<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>		<b>44.441,47</b>	
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>		<b>44.441,47</b>	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de *CUARENTA Y CUATRO MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y UN EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS.*

## 7. CONCLUSIÓN

A partir de este TGF se ha comprendido el funcionamiento acústico que presenta en la actualidad el casal fallero de la Asociación Cultural Falla General Barroso Litógrafo Pascual y Abad, a través del análisis de los resultados obtenidos mediante el empleo de la sofisticada y específica instrumentación de medición acústica.

Este comportamiento se podría resumir brevemente diciendo que la sede festera presenta un deficiente aislamiento acústico a ruido aéreo con respecto a la normativa aplicable en vigor para todos los elementos constructivos que han sido evaluados y presenta una calidad acústica interior que si bien es aceptable, puede ser mejorada notoriamente.

En el transcurso del presente trabajo se ha tratado en todo momento de satisfacer al máximo las exigencias legales en cuanto al aislamiento acústico a ruido aéreo y se ha pretendido adecuar al máximo la calidad acústica en el interior a los diversos usos que presenta el casal fallero por su propia condición como tal, sin perder de vista en ningún momento el desembolso económico requerido para la ejecución de la mejora.

Pese a marcar el objetivo final de ajustar el casal fallero a la totalidad del marco legal, no se ha podido cumplir dicho propósito (a excepción del aislamiento de la fachada) por la limitación que presentan los elementos constructivos existentes y las altas expectativas que marca la OMPCCA en relación al aislamiento acústico a ruido aéreo. No obstante cabe mencionar que sí que se cumplen las exigencias que estipulan el R.D 1367/2007 que desarrolla la Ley 37/2003 del ruido, la Ley 7/2002 de Protección contra la Contaminación Acústica y el Documento Básico HR de Protección frente al Ruido.

Pero aun no cumpliendo las exigencias, se ha dotado al casal de un buen grado de aislamiento al ruido aéreo que debería permitir desarrollar con normalidad las actividades propias de la asociación cultural fallera sin tener una repercusión acústica negativa en los vecinos y vecinas de manera que la convivencia discurra de manera pacífica y armoniosa.

Teniendo en cuenta la mala situación económica que atraviesa España actualmente y el coste total de la intervención propuesta (difícilmente asumible por una asociación de este tipo), soy consciente de la posibilidad de que nunca se lleve a cabo la intervención que he planteado. Podría ser el caso de que sí que hubiera dinero para realizar la intervención, pero no todo el necesario. En este caso sacrificaríamos la mejora de la calidad acústica interior en pos de abaratar el coste total de la intervención, cambiando la solución del techo acústico en la zona de actividad del casal por un sistema convencional de falso techo registrable de placas de yeso laminado o de escayola.

Gracias a la realización del presente TFG, he tomado consciencia de la importancia que tiene la acústica arquitectónica en el diseño de espacios interiores, para garantizar que cada espacio puede ser destinado al uso para el que fue concebido con cierto nivel de confort, y he descubierto una rama de la arquitectura que parece ser que no hace mucho tiempo que se ha empezado a tomar en serio por la comunidad de la construcción (sobre todo en relación a edificios de viviendas).

El descuido del tratamiento acústico en el parque inmobiliario de España, junto a la creciente contaminación acústica que sufren las grandes ciudades españolas auguran que es un buen momento para dedicarse a la rama de la acústica arquitectónica.



## 8. BIBLIOGRAFÍA

Arau, H. (1999). *ABC de la acústica arquitectónica*. Barcelona. CEAC

Carrión Isbert, A. (2001). *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona. UPC

Comité Europeo de Normalización. (2013). *UNE-EN ISO 717-1: 2013 Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo*. Madrid. AENOR.

Comité Europeo de Normalización. (1999). *UNE-EN ISO 140-4: 1999 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*. Madrid. AENOR.

Comité Europeo de Normalización. (1999). *UNE-EN ISO 140-5: 1999 Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 5: Medición "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo de elementos de fachadas y de fachadas*. Madrid. AENOR.

Comité Europeo de Normalización. (2001). *UNE-EN ISO 3382: 2001 Medición del tiempo de reverberación de recintos con referencia a otros parámetros acústicos*. Madrid. AENOR

Comité Europeo de Normalización. (2003). *UNE-EN ISO 354: 2003 Medida de la absorción acústica en campo reverberante*. Madrid. AENOR.

Departamento de Física Aplicada. (2008). *Ampliación de física. Acústica*. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia.

Instituto Eduardo Torroja. (2010). *Catálogo de Elementos Constructivos del CTE*

Instituto Valenciano de la Edificación (2014). *Base de precios*. Valencia. Generalitat Valenciana

Ministerio de Fomento. (2011). *Código Técnico de la Edificación Documento Básico - Protección frente al ruido*.

Recuero, M. (1999). *Acústica arquitectónica aplicada*. Madrid. Paraninfo.

Recuero, M. (1992). *Acústica arquitectónica. Soluciones prácticas*. Madrid. Paraninfo

Página web. *Acústica Integral*. [www.acusticaintegral.com](http://www.acusticaintegral.com)



# ANEXO I: CONCEPTOS BÁSICOS DE LA ACÚSTICA. DEFINICIONES

## *Absorción del sonido*

Propiedad que poseen materiales, estructuras y objetos de convertir el sonido en calor, dando como resultado la propagación en un medio o la disipación cuando el sonido incide en una superficie o el proceso de disipación de la energía. Se puede obtener a partir de la ecuación:

$$A = \sum_{j=1}^n \alpha_j S_j$$

donde  $\alpha_j$  es el coeficiente de absorción, y  $S_j$  la superficie de los diferentes materiales  $j$ .

## *Aislamiento del sonido*

Capacidad de una estructura o material para impedir que el sonido llegue a un recinto receptor. La energía sonora no es necesariamente absorbida.

## *Área de absorción sonora equivalente de un recinto*

Área imaginaria de una superficie totalmente absorbente sin efectos de dirección que, si fuera el único elemento absorbente de una sala, daría el mismo tiempo de reverberación que el recinto considerado.

## *Banda de octava*

Segmento del espectro de frecuencia comprendido entre una frecuencia dada y otra igual al doble de la anterior.

$$f_s = 2f_i$$

donde  $f_s$  y  $f_i$  son las frecuencias superior e inferior de la banda, resultando el ancho de banda  $0,7 f_c$  siendo  $f_c$  la frecuencia central. Las frecuencias centrales de las bandas de octavas normalizadas (dentro de la gama de frecuencias audibles para los seres humanos, 20 Hz a 20000 Hz) son:

31,5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz
1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	16000 Hz

## *Banda de tercio de octava*

Segmento del espectro de frecuencia resultante de dividir la banda de octava en tres bandas más pequeñas, que responde a la siguiente expresión:

$$f_s = \sqrt[3]{2f_i}$$

donde  $f_s$  y  $f_i$  son las frecuencias superior e inferior de la banda, resultando el ancho de banda  $0,231 f_c$  siendo  $f_c$  la frecuencia central. Las frecuencias centrales de las bandas de tercio de octavas normalizadas son:

25 Hz	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz
160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz
1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz
6300 Hz	8000 Hz	10000 Hz	12500 Hz	16000 Hz	20000 Hz		

### **Brillo, *Br***

Es un índice que relaciona los tiempos de reverberación de las frecuencias altas (2000 Hz y 4000 Hz) y de las frecuencias medias (500 Hz y 1000 Hz). En otras palabras se dice que el brillo mide la riqueza en frecuencias altas (sonidos agudos) de la sala y responde a la siguiente expresión:

$$Br = \frac{Tr_{(2000\text{ Hz})} + Tr_{(4000\text{ Hz})}}{Tr_{(500\text{ Hz})} + Tr_{(1000\text{ Hz})}}$$

La recomendación (según Beranek) es que este valor sea superior a  $Br > 0,87$ , aunque valores excesivos de brillo origina un sonido artificial y molesto, por lo que es aconsejable que este índice no supere la unidad.

### **Calidez**

Es un índice que relaciona los tiempos de reverberación de las frecuencias bajas (125 Hz y 250 Hz) y de las frecuencias medias (500 Hz y 1000 Hz). Se puede decir que la calidez representa la riqueza en bajas frecuencias (sonidos graves) de una sala, lo que es indicativo de la sensación subjetiva de calidez y suavidad de la música escuchada en ella. Se expresa según la siguiente ecuación:

$$Calidez = \frac{Tr_{(125\text{ Hz})} + Tr_{(250\text{ Hz})}}{Tr_{(500\text{ Hz})} + Tr_{(1000\text{ Hz})}}$$

El valor recomendado para este índice depende del uso al que se destine la sala. Así pues, para una sala dedicada a uso musical el valor recomendado debe estar comprendido entre 1,10 y 1,45, y para el caso del uso de la palabra, el valor recomendado es la unidad.

### **Campo difuso**

Es un campo sonoro que tiene densidad de energía estadísticamente uniforme y en que las direcciones de propagación de las ondas sonoras se distribuyen al azar.

### **Campo sonoro**

Una región de un medio elástico (como el aire) que contiene ondas sonoras.

### **Coefficiente de absorción sonora, $\alpha$**

Es una medida de la propiedad absorbente del sonido que posee un material, relacionando la energía absorbida ( $E_a$ ) y la energía incidente ( $E_i$ ) por unidad de superficie:

$$\alpha = \frac{E_a}{E_i}$$

Sus valores están comprendidos entre 0 y 1, lo que representa una nula absorción o una absorción total. De manera análoga un coeficiente de absorción 0 indica que el material es totalmente reflectante.

El coeficiente de absorción de un material varía dependiendo de la frecuencia de la onda sonora incidente.

### **Curvas NC**

Son una serie de curva de los espectros de sonido de banda de octava en un sistema para evaluar el ruido de un espacio interior ocupado. Se compara un espectro real de banda de octava con este conjunto de curvas para determinar el nivel NC de la sala.

### *Decibelio, dB*

Es la unidad de la escala de medida empleada para cuantificar el sonido, la cual se establece a partir de una expresión matemática basada en la noción del logaritmo decimal que relaciona la magnitud que se pretende cuantificar (presión, potencia o intensidad acústica) con una referencia correspondiente al límite de sensibilidad humana respecto a tal magnitud:

$$L = 10 \log \left( \frac{M}{M_0} \right) \text{ dB}$$

donde

$L$  es el nivel de la magnitud cuantificada (por ejemplo, nivel de presión);

$M$  es la magnitud a cuantificar (por ejemplo, presión);

$M_0$  es el valor de referencia para la magnitud  $M$ .

### *Decibelio A, dBA*

Resultado de emplear la escala de ponderación A en una medida acústica. Esta escala atenúa de modo importante los sonidos de baja frecuencia, no modifica la medida del sonido para una frecuencia dada de 1000 Hz y aumenta la medida para valores de frecuencia comprendidos entre 2000 y 4000 Hz. De esta manera se caracteriza la reacción humana ante sonidos complejos, tratando de imitar la sensación de nivel percibido.

### *Definición, D50*

Se refiere a la proporción de energía recibida por el receptor durante los primeros 50 ms desde la llegada del sonido directo respecto a la energía total recibida. Se define mediante la siguiente expresión:

$$D = \frac{\text{Energía}_{(t_0-50\text{ms})}}{\text{Energía}_{(t_0-\infty)}}$$

Este índice se utiliza exclusivamente para recintos destinados al uso de palabra, y su valor depende directamente de la distancia del oyente con respecto al locutor siendo su valor recomendado  $D > 0,5$  para toda la sala (debe ser lo más uniforme posible)

### *Diferencia de niveles, D*

Es la diferencia, en decibelios, del promedio espacio-temporal de los niveles de presión sonora producidos en los dos recintos por una o varias fuentes de ruido situadas en uno de ellos:

$$D = L_1 - L_2 \text{ dB}$$

donde

$L_1$  es el nivel de presión acústica medio en el recinto emisor;

$L_2$  es el nivel de presión acústica medio en el recinto receptor.

### *Diferencia de niveles, D2m*

Es la diferencia, en decibelios, entre el nivel de presión sonora exterior a 2m frente a la fachada,  $L_{1,2m}$  y el valor medio espacio-temporal del nivel de presión sonora  $L_2$ , en el interior del local receptor. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$D_{1s,2m} = L_{1,2m} - L_2$$

### *Diferencia de niveles normalizada, Dn*

Es la diferencia de niveles, en decibelios, correspondiente a un valor de referencia del tiempo de reverberación en el recinto receptor:



$$D_n = D - 10 \log \frac{A}{A_0} \text{ dB}$$

donde

$D$  es la diferencia de niveles;

$A$  es el área de absorción acústica equivalente del recinto receptor, en metros cuadrados;

$A_0$  es el área de absorción de referencia, en metros cuadrados (para recintos en viviendas o recintos de tamaño comparable:  $A_0 = 10 \text{ m}^2$ ).

### *Diferencia de niveles normalizada, $D_{2m,n}$*

Es la diferencia de niveles, en decibelios, correspondiente a un área de absorción de referencia en el local de recepción:

$$D_{ls,2m,n} = D_{ls,2m} - 10 \log \left( \frac{A}{A_0} \right) \text{ dB}$$

donde  $A_0 = 10 \text{ m}^2$

### *Diferencia de niveles estandarizada, $D_{nT}$*

Es la diferencia de niveles, en decibelios, correspondiente a un valor de referencia del tiempo de reverberación en el recinto receptor:

$$D_{nT} = D + 10 \log \left( \frac{T}{T_0} \right) \text{ dB}$$

donde:

$D$  es la diferencia de niveles;

$T$  es el tiempo de reverberación en el recinto receptor;

$T_0$  es el tiempo de reverberación de referencia; para viviendas,  $T_0 = 0,5 \text{ s}$ .

La estandarización de la diferencia de niveles respecto a un tiempo de reverberación de  $0,5 \text{ s}$  tiene en cuenta que en habitaciones amuebladas se ha encontrado que el tiempo de reverberación es razonablemente independiente del volumen y de la frecuencia, siendo aproximadamente igual a  $0,5 \text{ s}$ . Con esta estandarización,  $D_{nT}$  depende de la dirección de transmisión acústica si los dos recintos tienen volúmenes diferentes.

### *Diferencia de niveles estandarizada, $D_{2m,nT}$*

Es la diferencia de niveles, en decibelios, correspondiente a un valor de referencia de reverberación en el local de recepción:

$$D_{ls,2m,nT} = D_{ls,2m} + 10 \log \left( \frac{T}{T_0} \right) \text{ dB}$$

donde  $T_0 = 0,5 \text{ s}$ .

### *Difusión sonora*

Se dice que existe difusión sonora cuando la densidad de energía es uniforme en la región considerada.

### *Eco*

Se produce cuando la reflexión de un sonido es percibido por el oyente con un desfase de tiempo tal, que puede distinguirse como una repetición del sonido directo.

### *Ecograma*

Representación gráfica de las sucesivas reflexiones recibidas por el receptor en una posición dada, donde se expresa el nivel de presión de la reflexión, y el desfase temporal con respecto al sonido directo.

### *Frecuencia, $f$*

Es el número de pulsaciones que una onda acústica senoidal experimenta en un segundo, y se expresa en hercios (Hz).

### *Índice de reducción sonora aparente, $R'$*

Es diez veces el logaritmo decimal del cociente entre la potencia acústica  $W_1$  incidente sobre la pared en ensayo y la potencia acústica total transmitida al recinto receptor si, además de la potencia sonora  $W_2$  transmitida a través del elemento separador, es significativa la potencia sonora  $W_3$  transmitida a través de elementos laterales o de otros componentes; se expresa en decibelios:

$$R' = 10 \log \frac{W_1}{W_2 + W_3} \text{ dB}$$

Supuestos los campos sonoros suficientemente difusos en ambos recintos, el índice de reducción sonora aparente se evalúa como:

$$R' = D + 10 \log \frac{S}{A} \text{ dB}$$

donde

- $D$  es la diferencia de niveles;
- $S$  es el área del elemento separador;
- $A$  es el área de absorción acústica equivalente en el recinto receptor.

El índice de reducción sonora aparente es independiente de la dirección de medida entre los dos recintos, si los campos acústicos son difusos en ambos recintos.

### *Intensidad sonora*

Energía que fluye en una unidad de superficie situada perpendicularmente a la dirección de propagación de las ondas sonoras por unidad de tiempo; es decir, potencia acústica radiada por unidad de superficie.

La intensidad sonora depende de la distancia a la fuente y de las condiciones del lugar donde se encuentre (en campo abierto, sin obstáculos o en un recinto cerrado). Se expresa en  $W/m^2$ .

### *Magnitud global para la valoración del aislamiento a ruido aéreo*

Es el valor en decibelios, a 500Hz de la curva de referencia una vez ajustada a los valores experimentales según el método especificado en el punto 5.1 Aislamiento acústico.

### *Nivel de potencia acústica, $L_w$*

Es diez veces el logaritmo decimal del cociente entre la potencia acústica que se desea cuantificar ( $W$ ) y una potencia de referencia ( $W_0$ ). Se define mediante la expresión:

$$L_w = 10 \log \left( \frac{W}{W_0} \right) \text{ dB}$$

donde la potencia de referencia es  $W_0 = 10^{-12} \text{ W}$ .

### *Nivel de presión sonora o presión acústica, $L_p$*

Se define mediante la siguiente ecuación:

$$L_p = 10 \log \left( \frac{p^2}{p_0^2} \right) = 20 \log \left( \frac{p}{p_0} \right) \text{ dB}$$

donde

$p$  es la presión acústica que se desea cuantificar;

$p_0$  es la presión acústica de referencia, que corresponde al límite de sensibilidad humana a 1000 Hz ( $2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$ )

### *Nivel medio de presión sonora en un recinto, $L$*

Es diez veces el logaritmo decimal del cociente entre el promedio espacio-temporal de los cuadrados de las presiones sonoras y el cuadrado de la presión sonora de referencia, tomándose el promedio espacial en todo el recinto, con excepción de las zonas en las que la radiación directa de la fuente o el campo próximo de las paredes, el techo, etc., tienen una influencia significativa; se expresa en decibelios.

En la práctica, normalmente se miden los niveles de presión sonora  $L_j$ . En este caso  $L$  viene dado por:

$$L = 10 \log \left( \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{L_j/10} \right) \text{ dB}$$

donde  $L_j$  son los niveles de presión sonora  $L_1$  a  $L_n$  en  $n$  posiciones diferentes dentro del recinto.

### *Nivel sonoro continuo equivalente, $L_{eq}$*

Es el nivel de presión sonora de un ruido estacionario que, en el intervalo temporal de medición, tiene el mismo valor medio del cuadrado de la presión que el ruido considerado, variable en el tiempo. Se expresa en decibelios.

### *Nivel del campo directo*

Es el nivel producido por una fuente de emisión de sonido en el que solo se tienen en cuenta las ondas sonoras que inciden directamente, despreciando las provenientes de las reflexiones.

### *Nivel del campo reverberado*

A diferencia del anterior, el nivel del campo reverberado es el producido únicamente por las ondas sonoras provenientes de las reflexiones.

### *Potencia acústica*

Cantidad de energía sonora emitida o radiada por una fuente sonora. Su valor es independiente del punto del espacio donde se mida y de las condiciones del recinto donde se localiza el foco. Se expresa en vatios  $W$ .

### *Presión acústica*

Es el incremento de presión respecto a la presión atmosférica debido a la presencia de la onda sonora. Su valor, expresado en pascales ( $Pa$ ), depende de la distancia a la fuente y de las condiciones del lugar donde se encuentra el foco sonoro (en campo abierto, sin obstáculos o en un recinto cerrado).

### *Reverberación*

Es el fenómeno de persistencia del sonido en el interior de un recinto una vez la fuente sonora ha cesado su emisión

### **Ruido**

Cuando el sonido no es agradable, se llama ruido, y puede producir contaminación acústica por su intensidad o prolongación temporal. No posee armonía ni cadencia, no es una manifestación artística sino indeseable.

### **Ruido rosa**

El ruido que tiene un espectro continuo de frecuencia y una potencia constante dentro de una anchura de banda proporcional a la frecuencia central de la banda,

### **Ruido blanco**

Un sonido cuya densidad de potencia espectral es esencialmente independiente de la frecuencia. (el ruido blanco no tiene por qué ser ruido aleatorio)

### **Sonido**

El sonido es una sensación que se produce en el oído cuando recibe ondas sonoras transmitidas por un medio elástico.

Para la física el sonido implica un fenómeno vinculado a la difusión de una onda de características elásticas que produce una vibración en un cuerpo, aun cuando estas ondas no se escuchen.

El oído humano puede percibir frecuencias entre 20 Hz y 20000 Hz en edades comprendidas entre 18 y 25 años, y personas de audición normal. Este campo puede descomponerse en tres gamas de sensación de tono: tonos o frecuencias bajas 20 - 360 Hz; 360 - 1400 Hz tonos o frecuencias medias; 1400 - 20000 Hz tonos o frecuencias altas.

A pesar de la dependencia entre frecuencia y tono, no existe relación directa entre ambas, ya que la frecuencia es una magnitud física y el tono es una sensación o cualidad subjetiva.

### **Término de adaptación al espectro**

Es el valor, en decibelios, que ha de añadirse al valor de la magnitud global para tener en cuenta las características de un espectro particular.

### **Tiempo de reverberación, $Tr$**

Es el tiempo que transcurre desde que la fuente sonora deja de emitir, hasta que la energía sonora contenida en el mismo disminuye a una millonésima parte de la original, que es equivalente a decir que es el tiempo transcurrido desde el cese de la emisión de sonido hasta que el nivel de presión sonora disminuye 60 dB. Puede calcularse mediante la expresión formulada por Sabine:

$$Tr = \frac{0,16 V}{A} s$$

donde  $V$  es el volumen de la sala en  $m^3$ , y  $A$  es la absorción de la sala en  $m^2$ .

### **Tiempo de reverberación inmediato, $EDT$**

Es el tiempo que transcurriría desde el momento en que la fuente sonora interrumpe la emisión hasta que el nivel de presión sonora hubiera disminuido 60 dB, calculado con la pendiente correspondiente a la caída de los primeros 10 dB.

Es recomendable que el valor resultante de la media aritmética de  $EDT$  para las frecuencias medias (500 Hz y 1000 Hz) medidas con la sala vacía ( $EDT_{mid}$ ) debe ser lo más similar posible al valor  $Tr_{mid}$ . De esta manera se asegura correcta difusión del sonido.

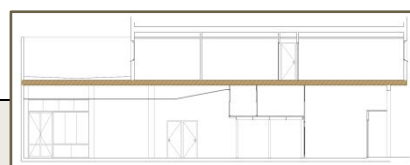
# I

## ANEXO I: CONCEPTOS BÁSICOS DE LA ACÚSTICA. DEFINICIONES

## ANEXO II. DATOS OBTENIDOS DE LA MEDICIÓN IN-SITU

En este anexo se recogen todos los niveles de presión obtenidos mediante el sonómetro integrador 2238 Mediator y los resultados del tiempo de reverberación procedentes del software de medición acústica, Dirac 3.0.

Como norma general se mostrarán los datos obtenidos en función del elemento separador, y en primer lugar se mostrarán los resultados obtenidos del sonómetro integrador y seguidamente los resultados procedentes del software de medición acústica Dirac 3.0 (en el siguiente anexo se pueden observar las hojas de cálculo que han servido para calcular el aislamiento de los elementos)



### II.1 Elemento horizontal superior

En este caso en particular, como se estudiaron varios recintos en la vivienda superior con la misma posición de la fuente, y la misma potencia en la sede festera, los valores del nivel de presión sonora en el recinto emisor ( $L_j$ ) se consideran los mismos para todos los siguientes casos.

Por esta razón, solo se muestran una vez los niveles de presión  $L_j$ :

Niveles en recinto emisor. Posición fuente 1 (dB)							
frec.	1	2	3	4	5	6	$L_{j-1}$
100	82,20	87,90	85,40	87,70	80,50	82,20	84,32
125	88,20	92,20	90,40	94,50	87,10	87,90	90,05
160	94,80	94,90	92,40	91,50	90,00	95,70	93,22
200	96,00	97,60	94,40	96,10	91,90	94,60	95,10
250	96,60	95,30	93,30	95,80	93,00	93,50	94,58
315	91,60	93,30	91,20	89,80	91,00	86,90	90,63
400	91,90	90,70	90,10	90,40	91,10	87,50	90,28
500	91,70	91,70	87,30	89,30	88,90	88,30	89,53
630	90,00	92,60	88,50	90,30	88,20	86,80	89,40
800	91,80	90,30	88,40	89,80	87,30	85,20	88,80
1k	86,40	88,10	84,90	86,60	82,60	83,90	85,42
1,25k	84,30	83,80	81,20	81,20	79,30	78,60	81,40
1,6k	84,80	83,70	82,40	81,00	79,60	78,80	81,72
2k	83,10	81,90	80,00	80,70	79,60	77,20	80,42
2,5k	78,40	77,90	75,20	76,20	73,40	72,10	75,53
3,15k	74,70	73,00	70,70	72,20	70,00	69,20	71,63
4k	72,40	69,60	67,10	69,60	66,30	65,20	68,37
5k	67,50	64,70	61,90	63,50	60,60	59,00	62,87

Tabla 46. Niveles de presión en recinto emisor. Posición fuente 1

Niveles en recinto emisor. Posición fuente 2 (dB)							
frec.	1	2	3	4	5	6	$L_{1-1}$
100	78,60	78,30	83,60	87,00	89,00	86,40	83,82
125	88,30	89,30	87,20	91,40	88,30	93,10	89,60
160	87,00	88,80	90,80	90,50	91,30	91,90	90,05
200	92,00	92,70	89,40	95,30	93,40	94,30	92,85
250	88,30	88,10	88,40	90,20	89,00	92,80	89,47
315	89,00	86,80	87,70	89,20	87,50	92,10	88,72
400	88,20	86,10	84,00	85,90	88,70	90,90	87,30
500	84,40	85,10	84,60	85,90	88,60	90,30	86,48
630	85,40	86,10	85,90	86,60	87,40	90,40	86,97
800	85,50	86,00	85,90	85,70	88,00	88,70	86,63
1k	82,50	81,10	81,60	81,60	84,30	85,10	82,70
1,25k	78,00	76,40	77,00	77,60	80,30	81,70	78,50
1,6k	79,70	79,90	79,80	79,20	81,70	83,00	80,55
2k	76,50	75,70	78,10	76,80	79,50	82,30	78,15
2,5k	73,40	71,70	72,40	71,80	74,20	78,20	73,62
3,15k	67,10	67,00	69,00	68,50	71,20	73,90	69,45
4k	63,70	62,80	65,40	63,80	68,70	70,10	65,75
5k	57,10	57,80	59,70	58,60	62,00	64,10	59,88

Tabla 47. Niveles de presión en recinto emisor. Posición fuente 2

Nivel medio de presión (dB)			
frec.	$L_{1-1}$	$L_{1-2}$	$L_1$
100	84,32	83,82	84,07
125	90,05	89,60	89,83
160	93,22	90,05	91,92
200	95,10	92,85	94,12
250	94,58	89,47	92,74
315	90,63	88,72	89,78
400	90,28	87,30	89,04
500	89,53	86,48	88,27
630	89,40	86,97	88,35
800	88,80	86,63	87,85
1k	85,42	82,70	84,27
1,25k	81,40	78,50	80,19
1,6k	81,72	80,55	81,17
2k	80,42	78,15	79,43
2,5k	75,53	73,62	74,68
3,15k	71,63	69,45	70,68
4k	68,37	65,75	67,25
5k	62,87	59,88	61,63

Tabla 48. Nivel medio de presión  $L_1$

*Dormitorio 1*



frec.	Niveles recinto receptor. Posición fuente 1 (dB)			Niveles recinto receptor. Posición fuente 2 (dB)		
	1	2	$L_{2-1}$	1	2	$L_{2-2}$
100	39,50	44,70	42,84	45,50	49,80	48,16
125	47,90	48,60	48,26	54,40	52,90	53,71
160	51,20	50,40	50,82	57,50	54,10	56,12
200	52,00	52,70	52,36	57,50	58,60	58,08
250	50,90	51,40	51,16	55,60	53,80	54,79
315	45,90	44,90	45,43	54,80	48,90	52,78
400	42,00	40,20	41,19	49,80	49,20	49,51
500	40,00	39,00	39,53	51,30	46,90	49,63
630	40,90	38,00	39,69	46,60	44,20	45,56
800	39,40	35,80	37,96	43,50	44,20	43,86
1k	31,30	31,70	31,50	39,20	38,70	38,96
1,25k	28,20	31,00	29,82	35,40	34,20	34,84
1,6k	25,10	27,50	26,46	33,50	33,10	33,30
2k	22,60	26,40	24,90	33,10	30,20	31,89
2,5k	18,90	20,00	19,48	25,00	27,50	26,43
3,15k	24,00	22,60	23,36	25,90	27,40	26,71
4k	13,60	17,10	15,69	25,20	26,10	25,67
5k	12,40	18,00	16,05	26,30	27,10	26,72

Tabla 49. Niveles de presión en recinto receptor. Posición fuente 1 y 2

Nivel medio de presión (dB)			
frec.	$L_{2-1}$	$L_{2-2}$	$L_2$
100	42,84	48,16	46,27
125	48,26	53,71	51,79
160	50,82	56,12	54,24
200	52,36	58,08	56,11
250	51,16	54,79	53,34
315	45,43	52,78	50,51
400	41,19	49,51	47,10
500	39,53	49,63	47,03
630	39,69	45,56	43,55
800	37,96	43,86	41,85
1k	31,50	38,96	36,66
1,25k	29,82	34,84	33,02
1,6k	26,46	33,30	31,11
2k	24,90	31,89	29,67
2,5k	19,48	26,43	24,22
3,15k	23,36	26,71	25,35
4k	15,69	25,67	23,08
5k	16,05	26,72	24,07

Tabla 50. Nivel medio de presión  $L_2$

Niveles en recinto receptor. Ruido de fondo (dB)			
frec.	1	2	$B_2$
100	43,20	28,90	40,35
125	28,10	25,10	26,85
160	29,10	27,10	28,21
200	34,30	30,50	32,80
250	31,30	36,30	34,48
315	30,10	38,40	35,99
400	31,60	31,00	31,31
500	29,80	32,10	31,10
630	29,20	25,60	27,76
800	51,40	28,70	48,41
1k	30,20	29,80	30,00
1,25k	29,70	21,30	27,28
1,6k	28,90	21,80	26,66
2k	25,30	18,60	23,13
2,5k	18,60	16,90	17,83
3,15k	18,40	14,10	16,76
4k	13,50	14,50	14,03
5k	14,30	14,20	14,25

Tabla 51. Nivel medio de presión  $B_2$ 

Tiempo de reverberación en recinto receptor (s)			
frec.	1	2	$Tr_{20}$
100	0,452	0,447	0,450
125	0,004	0,446	0,225
160	0,475	0,467	0,471
200	0,416	0,404	0,410
250	0,600	0,575	0,588
315	0,452	0,418	0,435
400	0,319	0,323	0,321
500	0,417	0,377	0,397
630	0,371	0,345	0,358
800	0,369	0,368	0,369
1k	0,304	0,324	0,314
1,25k	0,330	0,332	0,331
1,6k	0,367	0,372	0,370
2k	0,368	0,403	0,386
2,5k	0,349	0,360	0,355
3,15k	0,330	0,340	0,335
4k	0,344	0,312	0,328
5k	0,327	0,299	0,313

Tabla 52. Reverberación en recinto receptor  $Tr_{20}$ 

### Dormitorio 2



frec.	Niveles recinto receptor. Posición fuente 1 (dB)			Niveles recinto receptor. Posición fuente 2 (dB)		
	1	2	$L_{2-1}$	1	2	$L_{2-2}$
100	49,80	51,50	50,73	50,70	45,20	48,77
125	52,90	51,90	52,43	47,20	48,70	48,01
160	49,10	54,30	52,44	44,00	50,60	48,45
200	49,30	53,90	52,18	50,40	54,80	53,13
250	48,10	50,30	49,34	43,10	45,00	44,15
315	41,10	48,50	46,22	39,30	44,30	42,48
400	41,40	44,50	43,22	38,90	37,60	38,30
500	40,50	41,90	41,26	37,60	39,20	38,47
630	38,00	39,20	38,64	34,60	36,70	35,78
800	34,40	37,40	36,15	39,50	32,00	37,20
1k	27,60	30,40	29,22	23,90	25,30	24,66
1,25k	21,40	21,90	21,66	21,20	22,80	22,07
1,6k	21,20	24,40	23,09	20,40	18,10	19,40
2k	19,70	19,70	19,70	21,00	15,80	19,14
2,5k	13,90	13,70	13,80	21,10	13,10	18,73
3,15k	13,20	12,30	12,77	20,20	11,90	17,79
4k	9,00	18,10	15,59	14,40	11,80	13,29
5k	9,50	21,30	18,57	22,20	10,40	19,47

Tabla 53. Niveles de presión en recinto receptor. Posición fuente 1 y 2

Nivel medio de presión (dB)			
frec.	$L_{2-1}$	$L_{2-2}$	$L_2$
100	50,73	48,77	49,86
125	52,43	48,01	50,76
160	52,44	48,45	50,88
200	52,18	53,13	52,68
250	49,34	44,15	47,48
315	46,22	42,48	44,74
400	43,22	38,30	41,42
500	41,26	38,47	40,08
630	38,64	35,78	37,44
800	36,15	37,20	36,71
1k	29,22	24,66	27,51
1,25k	21,66	22,07	21,87
1,6k	23,09	19,40	21,62
2k	19,70	19,14	19,43
2,5k	13,80	18,73	16,93
3,15k	12,77	17,79	15,97
4k	15,59	13,29	14,59
5k	18,57	19,47	19,04

Tabla 54. Nivel medio de presión  $L_2$



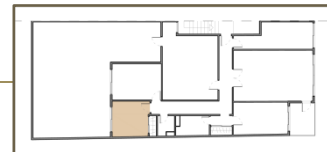
Niveles en recinto receptor. Ruido de fondo (dB)			
frec.	1	2	$B_2$
100	41,50	23,70	38,56
125	45,40	36,70	42,94
160	40,30	27,80	37,53
200	36,00	26,60	33,46
250	29,70	29,50	29,60
315	18,90	23,10	21,49
400	16,70	16,60	16,65
500	17,60	15,60	16,71
630	14,00	17,50	16,09
800	19,10	14,20	17,31
1k	18,20	16,30	17,35
1,25k	12,60	15,30	14,16
1,6k	10,30	9,80	10,06
2k	9,50	10,40	9,97
2,5k	8,90	16,40	14,10
3,15k	8,20	21,80	18,98
4k	8,60	20,30	17,57
5k	9,40	10,10	9,76

Tabla 55. Nivel medio de presión  $B_2$

Tiempo de reverberación en recinto receptor (s)			
frec.	1	2	$Tr_{20}$
100	0,295	0,293	0,294
125	0,230	0,224	0,227
160	0,215	0,216	0,216
200	0,252	0,214	0,233
250	0,267	0,220	0,244
315	0,291	0,338	0,315
400	0,332	0,342	0,337
500	0,304	0,269	0,287
630	0,300	0,209	0,255
800	0,238	0,256	0,247
1k	0,226	0,235	0,231
1,25k	0,266	0,257	0,262
1,6k	0,273	0,246	0,260
2k	0,269	0,228	0,249
2,5k	0,246	0,209	0,228
3,15k	0,277	0,251	0,264
4k	0,270	0,246	0,258
5k	0,253	0,223	0,238

Tabla 56. Reverberación en recinto receptor  $Tr_{20}$

Dormitorio 3



frec.	Niveles recinto receptor. Posición fuente 1 (dB)			Niveles recinto receptor. Posición fuente 2 (dB)		
	1	2	$L_{2-1}$	1	2	$L_{2-2}$
100	44,10	46,30	45,34	45,20	45,70	45,46
125	53,50	52,60	53,07	53,00	52,60	52,80
160	48,60	52,00	50,62	46,80	46,70	46,75
200	50,30	50,30	50,30	49,00	47,20	48,19
250	43,10	51,90	49,43	42,70	42,80	42,75
315	45,50	44,90	45,21	40,20	39,20	39,73
400	41,80	39,70	40,88	37,20	37,90	37,56
500	38,00	38,40	38,20	36,50	36,30	36,40
630	34,60	36,40	35,59	31,20	32,20	31,73
800	32,80	33,10	32,95	30,00	29,40	29,71
1k	24,90	26,30	25,66	22,60	21,80	22,22
1,25k	21,10	21,70	21,41	17,90	18,10	18,00
1,6k	19,50	26,60	24,36	17,00	18,70	17,93
2k	16,60	18,50	17,65	17,80	26,40	23,95
2,5k	14,10	13,40	13,76	11,50	20,90	18,36
3,15k	11,00	14,50	13,09	12,90	14,00	13,48
4k	15,40	9,00	13,29	13,70	11,90	12,89
5k	15,90	9,00	13,70	26,40	10,10	23,49

Tabla 57. Niveles de presión en recinto receptor. Posición fuente 1 y 2

Nivel medio de presión (dB)			
frec.	$L_{2-1}$	$L_{2-2}$	$L_2$
100	45,34	45,46	45,40
125	53,07	52,80	52,94
160	50,62	46,75	49,11
200	50,30	48,19	49,37
250	49,43	42,75	47,26
315	45,21	39,73	43,28
400	40,88	37,56	39,53
500	38,20	36,40	37,40
630	35,59	31,73	34,08
800	32,95	29,71	31,63
1k	25,66	22,22	24,27
1,25k	21,41	18,00	20,03
1,6k	24,36	17,93	22,24
2k	17,65	23,95	21,86
2,5k	13,76	18,36	16,64
3,15k	13,09	13,48	13,29
4k	13,29	12,89	13,09
5k	13,70	23,49	20,91

Tabla 58. Nivel medio de presión  $L_2$

Niveles en recinto receptor. Ruido de fondo (dB)			
frec.	1	2	$B_2$
100	22,70	27,40	25,66
125	25,60	25,50	25,55
160	19,40	17,40	18,51
200	23,20	17,30	21,18
250	20,20	20,70	20,46
315	18,40	19,10	18,76
400	12,30	11,90	12,10
500	13,20	17,10	15,57
630	11,90	16,60	14,86
800	17,80	17,60	17,70
1k	19,60	18,90	19,26
1,25k	13,40	13,20	13,30
1,6k	9,50	11,30	10,49
2k	10,40	9,90	10,16
2,5k	8,40	8,70	8,55
3,15k	8,00	8,90	8,47
4k	9,60	8,50	9,08
5k	11,20	8,90	10,20

Tabla 59. Nivel medio de presión  $B_2$

Tiempo de reverberación en recinto receptor (s)			
frec.	1	2	$Tr_{20}$
100	0,222	0,221	0,222
125	0,206	0,198	0,202
160	0,273	0,246	0,260
200	0,401	0,372	0,387
250	0,170	0,199	0,185
315	0,227	0,236	0,232
400	0,294	0,243	0,269
500	0,220	0,174	0,197
630	0,155	0,197	0,176
800	0,204	0,204	0,204
1k	0,205	0,183	0,194
1,25k	0,199	0,206	0,203
1,6k	0,183	0,202	0,193
2k	0,207	0,203	0,205
2,5k	0,201	0,193	0,197
3,15k	0,219	0,214	0,217
4k	0,225	0,251	0,238
5k	0,208	0,202	0,205

Tabla 60. Reverberación en recinto receptor  $Tr_{20}$

Dormitorio 4



frec.	Niveles recinto receptor. Posición fuente 1 (dB)			Niveles recinto receptor. Posición fuente 2 (dB)		
	1	2	$L_{2,1}$	1	2	$L_{2,2}$
100	49,10	45,20	47,57	47,30	44,20	46,02
125	46,20	43,80	45,16	58,00	54,20	56,50
160	49,30	49,20	49,25	56,40	56,00	56,20
200	47,00	46,10	46,57	49,90	52,60	51,46
250	45,60	46,70	46,18	48,40	53,20	51,43
315	39,80	43,70	42,17	46,90	51,40	49,71
400	39,90	45,80	43,78	46,90	45,90	46,43
500	42,40	40,80	41,67	44,70	46,90	45,94
630	38,20	38,20	38,20	42,90	44,60	43,83
800	37,40	35,60	36,59	41,80	44,00	43,04
1k	38,20	45,00	42,81	42,20	41,50	41,86
1,25k	39,30	39,10	39,20	39,30	38,20	38,78
1,6k	35,20	42,60	40,32	37,90	39,50	38,77
2k	52,10	35,00	49,17	35,50	35,50	35,50
2,5k	34,50	35,50	35,03	35,60	36,30	35,96
3,15k	37,40	35,10	36,40	35,90	35,70	35,80
4k	36,20	32,70	34,79	36,90	33,90	35,65
5k	32,20	30,70	31,51	33,20	31,70	32,51

Tabla 61. Niveles de presión en recinto receptor. Posición fuente 1 y 2

Nivel medio de presión (dB)			
frec.	$L_{2,1}$	$L_{2,2}$	$L_2$
100	47,57	46,02	46,87
125	45,16	56,50	53,80
160	49,25	56,20	53,99
200	46,57	51,46	49,67
250	46,18	51,43	49,56
315	42,17	49,71	47,40
400	43,78	46,43	45,30
500	41,67	45,94	44,31
630	38,20	43,83	41,87
800	36,59	43,04	40,91
1k	42,81	41,86	42,36
1,25k	39,20	38,78	39,00
1,6k	40,32	38,77	39,61
2k	49,17	35,50	46,35
2,5k	35,03	35,96	35,52
3,15k	36,40	35,80	36,11
4k	34,79	35,65	35,25
5k	31,51	32,51	32,04

Tabla 62. Nivel medio de presión  $L_2$

Niveles en recinto receptor. Ruido de fondo (dB)			
frec.	1	2	$B_2$
100	36,90	44,00	41,76
125	41,00	41,40	41,20
160	45,10	40,50	43,38
200	43,50	49,10	47,15
250	43,10	44,20	43,68
315	40,50	40,90	40,70
400	41,50	45,60	44,02
500	39,10	36,80	38,10
630	40,00	40,70	40,36
800	37,90	36,80	37,38
1k	38,70	37,90	38,32
1,25k	39,20	39,20	39,20
1,6k	33,90	36,10	35,14
2k	33,90	35,30	34,66
2,5k	34,60	36,90	35,90
3,15k	34,10	35,60	34,91
4k	35,50	32,90	34,39
5k	32,50	30,90	31,77

Tabla 63. Nivel medio de presión  $B_2$

Tiempo de reverberación en recinto receptor (s)			
frec.	1	2	$Tr_{20}$
100	0,360	0,400	0,380
125	0,496	0,470	0,483
160	0,531	0,214	0,373
200	0,423	0,492	0,458
250	0,354	0,305	0,330
315	0,273	0,321	0,297
400	0,391	0,388	0,390
500	0,322	0,315	0,319
630	0,301	0,337	0,319
800	0,388	0,324	0,356
1k	0,277	0,335	0,306
1,25k	0,379	0,338	0,359
1,6k	0,338	0,367	0,353
2k	0,323	0,408	0,366
2,5k	0,392	0,333	0,363
3,15k	0,356	0,383	0,370
4k	0,315	0,371	0,343
5k	0,360	0,368	0,364

Tabla 64. Reverberación en recinto receptor  $Tr_{20}$

Sala de estar - Comedor



frec.	Niveles recinto receptor. Posición fuente 1 (dB)				Niveles recinto receptor. Posición fuente 2 (dB)				
	1	2	3	$L_{2-1}$	1	2	3	$L_{2-2}$	$L_2$
100	41,60	44,10	45,90	44,21	43,40	50,30	47,60	47,94	46,46
125	46,10	48,10	54,70	51,25	52,20	57,30	57,40	56,21	54,40
160	45,90	47,70	55,30	51,63	53,90	58,10	62,40	59,43	57,08
200	46,40	47,40	50,30	48,36	55,10	57,70	57,00	56,73	54,31
250	44,80	46,80	44,80	45,57	52,90	55,20	54,70	54,37	51,90
315	42,90	42,80	41,00	42,32	50,10	52,70	50,50	51,26	48,77
400	38,50	40,40	39,70	39,60	46,60	48,60	46,80	47,43	45,08
500	38,70	44,40	40,60	41,90	48,30	49,50	48,40	48,77	46,57
630	35,70	38,40	38,70	37,79	43,60	45,60	45,70	45,07	42,80
800	34,50	37,40	40,90	38,37	41,50	43,60	42,50	42,62	40,99
1k	29,60	27,20	28,80	28,64	37,10	37,90	38,70	37,95	35,42
1,25k	25,20	27,50	27,40	26,82	40,20	31,20	31,80	36,47	33,91
1,6k	21,00	27,60	25,30	25,40	30,50	30,00	30,10	30,21	28,44
2k	18,50	24,40	21,70	22,17	27,80	27,10	27,50	27,48	25,59
2,5k	15,30	18,10	14,80	16,32	24,30	23,10	20,20	22,85	20,71
3,15k	30,00	15,90	13,20	25,48	17,20	29,20	16,90	24,93	25,21
4k	11,80	14,50	15,80	14,33	14,10	14,90	19,70	16,99	15,86
5k	10,80	10,90	15,80	13,18	14,40	11,50	17,30	15,02	14,20

Tabla 65 Niveles de presión en recinto receptor. Posición fuente 1 y 2. Nivel medio de presión

Niveles en recinto receptor. Ruido de fondo (dB)				
frec.	1	2	3	$B_2$
100	37,00	33,30	32,50	34,74
125	32,40	36,00	33,80	34,32
160	30,00	37,80	32,70	34,72
200	33,50	34,00	31,10	33,04
250	32,50	30,60	35,10	33,13
315	32,70	30,00	38,90	35,49
400	34,00	26,40	34,10	32,65
500	28,70	27,60	28,20	28,19
630	32,60	28,50	29,40	30,54
800	20,80	27,30	31,20	28,19
1k	22,80	24,10	23,60	23,53
1,25k	23,50	22,60	24,80	23,73
1,6k	24,70	19,30	24,60	23,48
2k	23,10	19,30	31,50	27,54
2,5k	17,10	17,40	17,70	17,41
3,15k	16,60	12,00	17,50	15,94
4k	12,80	12,70	16,70	14,49
5k	11,80	10,10	21,00	17,03

Tabla 66. Nivel medio de presión  $B_2$ 

Tiempo de reverberación en recinto receptor (s)			
frec.	1	2	$Tr_{20}$
100	0,314	0,307	0,311
125	0,463	0,495	0,479
160	0,501	0,502	0,502
200	0,483	0,486	0,485
250	0,442	0,452	0,447
315	0,541	0,451	0,496
400	0,466	0,485	0,476
500	0,334	0,361	0,348
630	0,407	0,423	0,415
800	0,288	0,373	0,331
1k	0,346	0,353	0,350
1,25k	0,358	0,327	0,343
1,6k	0,360	0,367	0,364
2k	0,349	0,370	0,360
2,5k	0,360	0,360	0,360
3,15k	0,389	0,379	0,384
4k	0,359	0,363	0,361
5k	0,338	0,319	0,329

Tabla 67. Reverberación en recinto receptor  $Tr_{20}$ 

## Cocina



frec.	Niveles recinto receptor. Posición fuente 1 (dB)				Niveles recinto receptor. Posición fuente 2 (dB)				$L_2$
	1	2	3	$L_{2-1}$	1	2	3	$L_{2-2}$	
100	45,10	50,90	51,80	50,10	46,40	51,30	51,70	50,37	50,23
125	54,60	49,50	44,70	51,33	48,80	50,10	49,20	49,40	50,47
160	50,90	51,40	48,40	50,42	50,30	50,80	50,40	50,51	50,46
200	50,00	49,70	54,40	51,94	52,40	50,80	49,90	51,16	51,57
250	47,30	50,00	44,40	47,81	49,80	49,50	47,00	48,93	48,41
315	44,10	44,20	43,90	44,07	47,80	49,00	47,10	48,04	46,49
400	40,30	45,60	40,50	42,88	42,00	45,80	40,60	43,38	43,14
500	41,30	38,80	38,60	39,75	42,60	41,90	40,80	41,83	40,91
630	37,40	38,30	37,50	37,75	37,80	42,40	38,40	40,05	39,05
800	34,80	35,00	35,80	35,22	36,00	37,40	36,40	36,64	35,99
1k	30,70	32,00	31,30	31,37	32,90	32,20	32,30	32,48	31,96
1,25k	31,90	31,80	29,40	31,18	28,50	32,20	30,00	30,50	30,85
1,6k	29,20	29,70	36,80	33,39	28,70	29,20	27,10	28,42	31,58
2k	27,40	31,10	27,50	29,03	26,10	29,10	26,50	27,45	28,31
2,5k	30,90	24,10	24,30	27,68	22,30	23,90	22,60	22,99	25,94
3,15k	24,00	25,20	22,20	23,97	20,40	20,60	20,70	20,57	22,59
4k	17,10	24,50	20,50	21,72	28,20	23,10	21,90	25,31	23,88
5k	19,20	19,90	41,60	36,88	18,60	26,10	21,00	23,05	34,05

Tabla 68. Niveles de presión en recinto receptor. Posición fuente 1 y 2. Nivel medio de presión

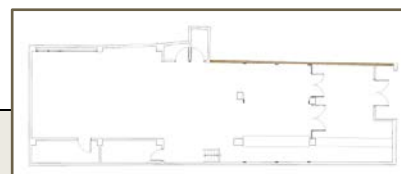
Niveles en recinto receptor. Ruido de fondo (dB)				
frec.	1	2	3	$B_2$
100	39,30	48,70	44,60	45,70
125	31,30	29,30	31,30	30,73
160	39,10	32,40	31,70	35,78
200	43,10	33,10	34,60	39,27
250	40,50	35,10	42,50	40,31
315	34,60	37,40	39,20	37,46
400	27,60	37,30	28,00	33,41
500	52,20	33,80	34,50	47,56
630	31,20	29,40	30,60	30,46
800	27,80	26,70	33,10	30,16
1k	27,80	28,00	28,90	28,26
1,25k	28,60	31,40	29,30	29,94
1,6k	27,80	28,40	26,50	27,64
2k	31,00	39,20	30,30	35,50
2,5k	24,70	26,50	25,30	25,57
3,15k	21,50	27,40	23,70	24,89
4k	21,00	31,20	22,60	27,34
5k	17,40	18,80	21,90	19,79

Tabla 69. Nivel medio de presión  $B_2$

Tiempo de reverberación en recinto receptor (s)			
frec.	1	2	$Tr_{20}$
100	0,432	0,422	0,427
125	0,436	0,434	0,435
160	0,624	0,590	0,607
200	0,477	0,522	0,500
250	0,581	0,598	0,590
315	0,575	0,639	0,607
400	0,681	0,610	0,646
500	0,729	0,521	0,625
630	0,630	0,608	0,619
800	0,590	0,571	0,581
1k	0,624	0,621	0,623
1,25k	0,675	0,625	0,650
1,6k	0,652	0,632	0,642
2k	0,600	0,608	0,604
2,5k	0,576	0,484	0,530
3,15k	0,563	0,523	0,543
4k	0,597	0,514	0,556
5k	0,524	0,471	0,498

Tabla 70. Reverberación en recinto receptor  $Tr_{20}$

## II.2 Medianera con zaguán



frec.	Niveles en recinto emisor. Posición fuente 1 (dB)						Niveles en recinto emisor. Posición fuente 2 (dB)						$L_I$
	1	2	3	4	5	$L_{1-1}$	1	2	3	4	5	$L_{1-2}$	
100	93,70	96,80	84,50	90,40	90,50	92,85	82,80	85,00	80,20	90,60	91,70	88,11	91,10
125	91,20	94,40	90,70	89,80	84,00	91,11	91,70	89,10	89,10	94,10	93,70	92,05	91,61
160	100,40	101,40	102,20	96,40	94,10	99,85	90,50	91,90	91,90	98,40	102,30	97,50	98,83
200	99,80	102,50	100,60	100,20	92,60	100,09	89,80	90,00	93,10	95,90	93,80	93,13	97,88
250	96,00	101,20	101,40	94,80	96,30	98,84	86,90	90,40	92,90	93,40	96,00	92,88	96,81
315	94,20	93,50	96,70	92,10	91,20	93,97	84,30	88,00	91,10	94,90	95,00	92,27	93,21
400	91,90	90,50	92,90	89,40	91,50	91,40	84,40	89,60	88,80	94,60	94,10	91,70	91,55
500	90,40	92,30	92,40	90,40	92,30	91,66	86,10	88,30	89,80	93,10	93,90	91,16	91,42
630	88,70	91,70	91,80	91,30	90,00	90,85	85,60	87,30	88,60	92,40	92,60	90,16	90,52
800	90,00	94,20	91,80	88,60	88,20	91,16	83,10	87,50	88,10	91,70	93,50	90,11	90,67
1k	87,10	88,80	87,70	87,40	86,20	87,52	79,00	83,90	82,40	89,40	89,50	86,55	87,07
1,25k	82,00	85,50	85,20	82,70	82,80	83,88	75,80	79,30	80,40	86,40	85,90	83,26	83,58
1,6k	83,50	85,90	85,90	84,10	81,80	84,50	76,50	78,70	80,80	85,50	86,80	83,31	83,95
2k	82,90	84,00	85,10	81,90	81,80	83,33	75,10	78,20	78,20	85,10	84,40	81,84	82,65
2,5k	78,20	80,90	79,40	77,80	76,80	78,86	70,70	74,00	74,00	79,10	81,40	77,50	78,23
3,15k	73,50	76,40	76,50	73,90	72,40	74,85	66,40	70,10	71,00	76,40	77,20	73,92	74,41
4k	68,70	74,00	74,00	70,10	69,30	71,84	62,60	66,80	67,40	72,80	73,40	70,26	71,12
5k	64,60	66,70	68,30	65,10	64,20	66,06	56,80	60,00	61,10	66,20	67,70	64,09	65,19

Tabla 71. Niveles de presión en recinto emisor. Posiciones fuente 1 y 2. Nivel medio de presión  $L_I$

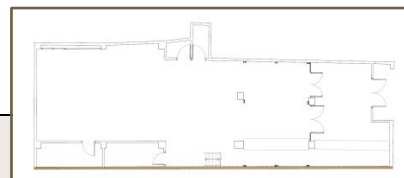
frec.	Niveles en recinto receptor. Posición fuente 1 (dB)						Niveles en recinto receptor. Posición fuente 2 (dB)						
	1	2	3	4	5	$L_{2-1}$	1	2	3	4	5	$L_{2-2}$	$L_2$
100	62,50	67,20	72,20	70,80	66,30	69,02	63,90	72,50	66,80	69,00	68,80	69,09	69,06
125	57,60	63,20	59,80	60,20	62,80	61,19	70,20	74,20	65,10	66,50	65,80	69,85	67,39
160	68,80	70,30	63,40	66,90	67,50	67,93	73,70	70,40	69,20	75,30	72,10	72,69	70,93
200	62,30	69,90	68,00	65,10	67,30	67,22	67,00	68,60	71,00	67,40	68,70	68,78	68,07
250	65,10	65,90	66,70	66,90	69,30	67,03	69,00	68,90	68,30	67,90	68,20	68,48	67,81
315	63,70	62,70	64,00	64,60	62,80	63,62	66,00	65,00	65,10	65,00	65,80	65,40	64,60
400	59,60	62,20	61,60	61,30	60,90	61,20	60,80	65,30	64,40	63,40	65,60	64,20	62,96
500	58,20	58,20	58,20	60,20	59,10	58,86	60,50	60,70	62,10	60,60	59,60	60,78	59,92
630	57,10	55,20	55,10	57,00	56,80	56,33	58,30	59,80	59,70	59,80	59,20	59,40	58,13
800	54,10	54,90	55,70	54,70	55,00	54,91	57,40	57,20	57,20	57,90	59,10	57,82	56,61
1k	49,80	50,50	51,20	49,50	51,10	50,47	52,40	53,60	53,40	53,70	52,70	53,19	52,04
1,25k	43,90	45,00	45,40	45,90	43,80	44,88	46,70	47,40	48,30	48,60	49,20	48,13	46,80
1,6k	45,40	47,30	45,80	44,30	45,00	45,68	47,30	47,10	48,30	48,50	48,80	48,05	47,03
2k	43,10	43,00	43,50	43,20	43,50	43,26	59,30	46,60	45,80	46,60	46,10	53,10	50,52
2,5k	36,10	37,30	37,00	36,70	36,00	36,65	40,70	38,30	39,20	39,20	40,30	39,62	38,39
3,15k	30,00	30,00	37,30	31,80	30,20	32,98	33,60	34,60	33,80	34,50	33,90	34,10	33,58
4k	25,40	25,90	25,50	29,00	24,20	26,33	31,80	30,20	29,90	29,20	28,30	30,04	28,57
5k	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,30	24,70	21,00	20,00	22,40	22,05	21,15

Tabla 72. Niveles de presión en recinto receptor. Posiciones fuente 1 y 2. Nivel medio de presión  $L_2$ 

Niveles en recinto receptor. Ruido de fondo							Niveles en recinto emisor. Posición fuente 1 (dB)							
frec.	1	2	3	4	5	$B_2$	frec.	1	2	3	4	5	6	$Tr_{20}$
100	51,00	42,40	52,80	51,90	42,40	50,05	100	1,267	1,419	1,322	1,149	1,287	1,361	1,301
125	34,50	42,60	39,70	49,70	34,40	44,03	125	1,735	1,747	1,739	1,745	1,470	1,774	1,702
160	48,90	34,20	27,40	43,30	46,10	44,56	160	1,838	1,760	1,906	1,860	1,151	0,985	1,583
200	30,90	32,00	44,90	44,30	52,20	46,56	200	1,581	1,542	1,550	1,432	1,477	1,489	1,512
250	33,40	46,40	31,60	39,50	38,10	40,98	250	1,883	1,614	1,647	1,529	1,484	1,614	1,629
315	37,70	37,50	32,60	35,00	33,40	35,72	315	1,767	1,671	1,580	1,447	1,753	1,583	1,634
400	33,10	28,40	55,30	35,00	31,30	48,40	400	1,962	1,739	1,655	1,612	1,805	1,941	1,786
500	31,40	31,60	36,20	38,10	33,00	34,90	500	1,875	1,676	1,767	1,965	1,788	2,076	1,858
630	28,20	26,20	33,10	34,50	37,00	33,40	630	1,949	1,836	1,823	1,825	1,598	1,915	1,824
800	31,30	25,30	35,20	31,40	35,00	32,81	800	1,787	1,678	1,799	1,664	1,564	1,612	1,684
1k	25,50	25,10	28,70	34,30	33,30	30,97	1k	1,669	1,864	1,657	1,644	1,684	1,867	1,731
1,25k	20,90	23,00	25,70	29,20	30,90	27,41	1,25k	1,800	1,638	1,816	1,828	1,596	1,770	1,741
1,6k	22,50	28,70	26,20	26,50	26,60	26,51	1,6k	1,669	1,638	1,678	1,559	1,647	1,716	1,651
2k	21,80	21,70	22,60	25,50	32,50	27,18	2k	1,692	1,611	1,663	1,562	1,511	1,722	1,627
2,5k	16,40	23,20	22,60	25,00	20,40	22,36	2,5k	1,499	1,521	1,478	1,553	1,470	1,540	1,510
3,15k	14,50	15,80	23,00	25,40	25,60	22,90	3,15k	1,499	1,494	1,477	1,447	1,263	1,542	1,454
4k	21,00	13,90	19,10	20,30	17,80	19,02	4k	1,413	1,458	1,339	1,470	1,317	1,464	1,410
5k	10,80	12,60	23,10	15,70	16,40	18,00	5k	1,267	1,419	1,322	1,149	1,287	1,361	1,301

Tabla 73. Nivel medio de presión  $B_2$ Tabla 74. . Reverberación en recinto receptor  $Tr_{20}$

### II.3 Medianera con local comercial



frec.	Niveles en recinto emisor. Posición fuente 1 (dB)						Niveles en recinto emisor. Posición fuente 2 (dB)						$L_1$
	1	2	3	4	5	$L_{1-1}$	1	2	3	4	5	$L_{1-2}$	
100													
125	84,70	87,60	85,60	82,50	84,60	85,31	77,60	81,20	82,10	91,40	87,50	86,62	86,01
160	87,70	89,40	92,40	85,60	86,90	89,09	83,70	90,80	87,70	94,00	94,70	91,75	90,62
200	87,60	92,20	91,30	84,10	87,00	89,39	85,10	86,70	87,60	94,40	98,50	93,50	91,92
250	88,80	89,70	92,30	85,70	85,70	89,17	81,90	83,10	87,50	93,20	94,10	90,48	89,87
315	85,90	86,90	86,40	82,90	83,30	85,38	80,60	81,60	84,20	90,10	88,90	86,67	86,07
400	84,20	81,10	85,50	81,50	80,90	83,06	79,90	78,90	81,40	90,00	89,30	86,36	85,02
500	85,20	83,80	86,20	81,10	80,10	83,87	78,80	80,00	82,10	90,60	89,00	86,59	85,44
630	83,90	83,30	84,10	79,80	78,20	82,44	77,50	79,70	81,60	84,90	85,30	82,75	82,60
800	83,00	82,90	85,20	78,50	77,20	82,30	78,00	78,10	81,60	84,40	86,00	82,77	82,54
1k	80,00	79,00	81,10	75,90	74,20	78,73	73,40	74,70	77,30	84,00	81,20	79,90	79,35
1,25k	74,60	75,90	76,80	70,30	70,20	74,37	71,10	72,40	72,80	79,70	77,00	75,86	75,18
1,6k	75,80	76,10	76,70	71,30	72,00	74,91	71,70	75,20	73,30	80,30	78,80	77,03	76,10
2k	74,40	75,50	77,40	71,60	69,90	74,54	70,50	71,70	72,30	79,50	80,90	77,08	75,99
2,5k	70,70	70,40	71,50	65,30	65,00	69,38	67,50	67,60	67,90	75,00	73,50	71,56	70,60
3,15k	65,50	66,80	68,40	62,40	61,40	65,65	62,20	64,10	65,10	71,50	71,50	68,54	67,33
4k	62,20	63,50	64,00	59,00	57,90	61,94	58,50	60,30	61,70	68,50	67,30	64,97	63,72
5k	56,80	57,70	59,20	52,80	52,30	56,55	51,50	53,50	56,10	63,30	61,90	59,50	58,27

Tabla 75. Niveles de presión en recinto emisor. Posiciones fuente 1 y 2. Nivel medio de presión  $L_1$

frec.	Niveles en recinto receptor. Posición fuente 1 (dB)						Niveles en recinto receptor. Posición fuente 2 (dB)						$L_2$
	1	2	3	4	5	$L_{2-1}$	1	2	3	4	5	$L_{2-2}$	
100													
125	48,80	38,30	49,20	51,00	52,30	49,65	46,60	41,10	51,60	49,10	41,90	47,78	48,82
160	50,00	50,70	50,80	53,30	49,80	51,12	50,90	48,40	48,20	56,30	51,90	52,25	51,72
200	52,90	46,60	52,20	50,90	50,50	51,08	55,00	53,70	52,00	53,50	51,20	53,28	52,32
250	52,90	46,00	49,70	48,30	50,90	50,16	63,40	50,80	49,20	55,40	50,10	57,54	55,26
315	45,70	45,30	48,20	47,40	44,50	46,44	47,40	47,60	47,60	48,20	47,40	47,65	47,09
400	44,80	41,30	46,70	47,80	44,00	45,46	44,70	42,70	45,90	48,20	45,90	45,84	45,66
500	41,60	43,80	47,40	42,00	38,80	43,69	42,80	43,40	46,50	46,30	39,50	44,38	44,05
630	40,40	39,50	42,40	45,60	38,70	42,09	41,10	44,80	42,70	42,30	37,50	42,27	42,18
800	34,70	37,10	40,00	43,10	37,80	39,50	40,90	43,20	39,90	40,70	35,40	40,66	40,12
1k	28,80	30,90	38,30	34,50	31,00	34,09	33,10	35,80	34,10	34,30	29,60	33,81	33,95
1,25k	28,50	27,10	39,30	29,50	27,40	33,49	38,50	43,60	28,60	28,10	24,80	38,02	36,32
1,6k	28,30	26,50	33,60	26,50	22,50	29,07	27,90	33,40	27,40	28,80	21,40	29,29	29,18
2k	20,90	27,20	28,00	25,60	21,30	25,51	25,60	30,40	25,60	25,70	29,20	27,82	26,81
2,5k	17,80	24,00	22,90	19,30	15,10	20,96	26,50	25,40	20,10	21,90	15,00	23,35	22,32
3,15k	16,80	25,90	21,50	15,20	26,00	23,05	21,20	20,30	18,20	14,60	20,40	19,48	21,62
4k	14,10	23,80	19,10	14,80	15,80	19,19	27,50	21,40	12,80	17,80	10,00	21,98	20,81
5k	11,80	11,00	17,60	12,00	21,30	16,74	26,90	17,90	11,20	13,40	19,20	21,27	19,57

Tabla 76. Niveles de presión en recinto receptor. Posiciones fuente 1 y 2. Nivel medio de presión  $L_2$

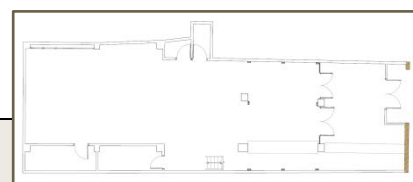
Niveles en recinto receptor. Ruido de fondo						
frec.	1	2	3	4	5	$B_2$
100						
125	46,90	50,80	40,80	39,00	44,30	46,36
160	37,00	54,50	45,40	44,30	30,20	48,44
200	46,20	49,90	48,60	52,60	40,60	49,09
250	44,00	44,60	37,10	52,20	31,70	46,56
315	35,70	41,20	43,30	49,70	35,90	44,33
400	37,70	40,00	33,30	41,50	37,00	38,71
500	36,90	39,10	37,10	33,00	37,00	37,02
630	31,80	38,40	43,70	37,20	33,50	38,96
800	28,40	31,00	30,00	24,30	25,90	28,58
1k	34,10	27,60	41,90	23,50	28,60	35,93
1,25k	29,60	34,00	40,10	17,30	15,70	34,39
1,6k	27,50	34,50	26,20	21,40	23,50	29,20
2k	29,80	19,40	25,10	19,70	26,10	25,72
2,5k	23,70	30,90	23,00	18,90	11,90	25,46
3,15k	28,70	24,60	18,10	14,90	13,30	23,60
4k	20,40	20,20	29,80	12,50	11,20	23,80
5k	20,50	29,30	25,60	17,80	13,50	24,50

Tabla 77. Nivel medio de presión  $B_2$ 

Niveles en recinto emisor. Posición fuente 1 (dB)							
frec.	1	2	3	4	5	6	$Tr_{20}$
100	0,361	0,377	0,609	0,681	0,436	0,756	0,614
125	0,604	0,643	0,726	0,669	0,677	0,664	0,566
160	0,542	0,552	0,312	0,569	0,460	0,471	0,560
200	0,724	0,750	0,215	0,217	0,531	0,531	0,586
250	0,583	0,536	0,892	0,463	0,852	0,884	0,809
315	0,377	0,336	0,760	0,763	0,782	0,773	0,753
400	0,699	0,723	0,870	0,889	1,342	1,369	1,055
500	0,655	0,615	1,061	1,049	0,908	0,902	0,959
630	0,708	0,626	1,247	1,181	1,350	1,326	1,086
800	0,915	0,897	1,122	1,097	1,284	1,247	1,140
1k	0,612	0,700	1,244	1,260	1,209	1,295	1,058
1,25k	0,661	0,693	1,518	1,484	1,483	1,495	1,165
1,6k	0,669	0,669	1,345	1,293	1,170	1,165	1,033
2k	0,700	0,706	1,190	1,175	1,232	1,249	1,016
2,5k	0,515	0,503	0,957	0,953	1,076	1,130	0,894
3,15k	0,659	0,705	1,028	1,013	1,053	1,077	0,937
4k	0,653	0,672	0,888	0,881	0,988	1,021	0,903
5k	0,528	0,515	0,878	0,872	0,874	0,862	0,825

Tabla 78. Reverberación en recinto receptor  $Tr_{20}$ 

## II.4 Fachada



frec.	$L_{1,2m}$
100	76,40
125	79,50
160	81,20
200	80,90
250	83,10
315	79,80
400	78,90
500	78,20
630	78,90
800	78,40
1k	71,20
1,25k	71,60
1,6k	75,60
2k	73,50
2,5k	67,70
3,15k	64,80
4k	59,10
5k	55,00

Tabla 79. Nivel en fachada  $L_{1,2m}$ 

Niveles recinto receptor						
frec.	1	2	3	4	5	$L_2$
100	60,20	57,90	62,60	64,00	61,50	61,71
125	71,70	67,70	65,90	64,80	63,90	67,79
160	67,10	68,80	65,90	68,30	60,50	66,90
200	64,50	63,20	63,20	66,70	60,60	64,09
250	65,00	63,10	62,70	63,50	59,70	63,11
315	68,10	65,80	63,50	64,80	59,40	65,16
400	60,40	61,90	63,40	62,00	60,70	61,81
500	61,50	64,30	64,50	60,70	60,70	62,68
630	61,90	63,10	61,70	61,40	62,50	62,16
800	62,50	62,70	63,00	61,40	58,20	61,86
1k	56,70	56,60	55,30	55,90	54,60	55,89
1,25k	53,90	52,30	52,60	52,90	50,80	52,61
1,6k	54,10	55,50	55,50	55,60	52,70	54,82
2k	52,10	51,10	51,80	53,30	49,00	51,68
2,5k	47,80	46,60	46,40	46,60	44,60	46,52
3,15k	45,40	45,00	43,80	44,70	42,50	44,40
4k	41,80	41,30	41,20	41,80	37,90	41,01
5k	34,60	33,70	35,00	37,00	31,20	34,69

Tabla 80. Niveles de presión en recinto receptor  $L_2$



Niveles en recinto receptor. Ruido de fondo						
frec.	1	2	3	4	5	$B_2$
100	57,60	54,60	59,30	64,30	60,30	60,40
125	69,00	48,30	49,90	56,20	57,50	62,59
160	60,10	47,10	51,60	56,50	51,40	55,57
200	47,80	44,50	51,70	51,80	52,70	50,60
250	51,50	44,10	47,10	48,70	51,40	49,35
315	45,70	47,00	47,50	47,20	46,30	46,79
400	39,30	42,90	45,40	46,60	47,40	45,14
500	45,30	42,90	44,70	43,60	44,80	44,35
630	39,90	42,90	44,20	45,90	48,70	45,28
800	38,80	38,40	40,90	40,00	45,20	41,46
1k	40,00	39,60	39,90	42,10	50,90	45,27
1,25k	35,40	36,70	34,50	33,70	39,70	36,56
1,6k	32,60	33,10	32,80	33,60	41,90	36,73
2k	31,20	31,70	31,90	34,30	38,10	34,31
2,5k	29,80	30,50	32,70	32,20	39,00	34,33
3,15k	27,90	28,80	31,20	29,30	33,80	30,75
4k	26,10	29,10	29,20	32,40	35,60	31,71
5k	23,90	26,70	27,30	28,20	32,40	28,63

Tabla 81. Nivel medio de presión  $B_2$ 

Niveles en recinto emisor. Posición fuente 1 (dB)							
frec.	1	2	3	4	5	6	$Tr_{20}$
100	0,943	1,334	1,067	0,755	0,923	0,876	0,983
125	1,387	1,077	1,034	1,037	1,186	1,231	1,159
160	0,118	1,248	0,739	1,07	1,03	1,712	0,986
200	1,472	1,253	1,018	1,301	1,51	1,567	1,354
250	1,281	1,306	1,171	1,365	1,345	1,209	1,280
315	1,398	1,403	1,128	1,273	1,284	1,501	1,331
400	1,315	1,197	1,042	1,424	1,088	1,187	1,209
500	1,234	1,226	1,161	1,106	1,114	1,327	1,195
630	1,04	0,914	1,047	1,158	1,03	0,898	1,015
800	0,963	1,068	1,027	1,156	1,046	0,991	1,042
1k	1,072	1,005	0,99	0,989	0,974	1,079	1,018
1,25k	0,975	1,134	0,982	1,055	1,116	1,068	1,055
1,6k	1,065	1,012	1,083	0,991	0,951	1,189	1,049
2k	0,965	1,004	1,035	1,017	0,995	1,014	1,005
2,5k	0,917	0,922	1,016	0,956	0,9	0,922	0,939
3,15k	0,879	0,907	1,197	0,875	0,92	0,907	0,948
4k	0,829	0,862	0,924	0,857	0,907	0,891	0,878
5k	0,72	0,734	0,774	0,793	0,768	0,807	0,766

Tabla 82. Reverberación en recinto receptor  $Tr_{20}$

# ANEXO III. CÁLCULOS ACÚSTICOS

---

En este anexo se muestra la hoja de cálculo con la cual se han realizado los cálculos acústicos tal y como se describe en el punto 4 del presente TFG.

AISLAMIENTO ACÚSTICO VIVIENDA SUPERIOR DORMITORIO 1																	
Volumen (m <sup>3</sup> ) Dorm. I.: 28,22		Área (m <sup>2</sup> ) elemento separador: 427,61		12,06													
freq.	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	Corrección L <sub>2</sub>	D	Tr <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	D <sub>nT</sub>	R'	Ref.	Ref. Ajustada	Variación desfavorable					
100	84,07	46,27	40,35	6	44,97	39,11	0,450	10,05	39,09	38,64	39,90	27	0				
125	89,83	51,79	26,85	25	51,79	38,04	0,225	20,07	35,01	34,57	35,83	30	0				
160	91,92	54,24	28,21	26	54,24	37,68	0,471	9,59	37,86	37,42	38,68	33	0				
200	94,12	56,11	32,80	23	56,11	38,01	0,410	11,01	37,59	37,15	38,41	36	0				
250	92,74	53,34	34,48	19	53,34	39,39	0,588	7,69	40,54	40,09	41,35	39	0				
315	89,78	50,51	35,99	15	50,51	39,27	0,435	10,38	39,11	38,67	39,93	42	3,330914646				
400	89,04	47,10	31,31	16	47,10	41,95	0,321	14,07	40,46	40,02	41,28	45	4,978547104				
500	88,27	47,03	31,10	16	47,03	41,24	0,397	11,37	40,68	40,24	41,50	46	5,76002936				
630	88,35	43,55	27,76	16	43,55	44,80	0,358	12,61	43,79	43,35	44,61	47	3,651117672				
800	87,85	41,85	48,41	-7	40,55	47,30	0,369	12,25	46,42	45,98	47,23	48	2,021935065				
1k	84,27	36,66	30,00	7	35,61	48,66	0,314	14,38	47,08	46,64	47,89	49	2,362417942				
1,25k	80,19	33,02	27,28	6	31,72	48,47	0,331	13,64	47,12	46,68	47,93	50	3,323385938				
1,6k	81,17	31,11	26,66	4	29,81	51,36	0,370	12,22	50,49	50,05	51,30	50	0				
2k	79,43	29,67	23,13	7	28,58	50,85	0,386	11,71	50,16	49,72	50,98	50	0,280416709				
2,5k	74,68	24,22	17,83	6	23,08	51,60	0,355	12,74	50,55	50,10	51,36	50	0				
3,15k	70,68	25,35	16,76	9	24,71	45,97	0,335	13,48	44,68	44,23	45,49	50	5,767269558				
4k	67,25	23,08	14,03	9	22,50	44,75	0,328	13,77	43,36	42,92	44,18						
5k	61,63	24,07	14,25	10	23,59	38,04	0,313	14,43	36,45	36,01	37,26						
L2-B2 ≤ 6 Corrección en 1,3 dB																	
6 < L2-B2 < 10 corrección con fórmula (8) ISO 140-4																	
L2-B2 ≥ 10 No precisa corrección																	
								<b>N</b>		<b>6</b>		<b>D<sub>nT,w</sub></b>		<b>46</b>		<b>31,48</b>	
														<b>X<sub>A,C</sub> =</b>		<b>X<sub>A,tr</sub> =</b>	
														<b>C =</b>		<b>C<sub>tr</sub> =</b>	
														<b>C =</b>		<b>C<sub>tr</sub> =</b>	
														<b>-1,0</b>		<b>-2,0</b>	
														<b>44,7</b>		<b>43,1</b>	
														<b>-1,3</b>		<b>-2,9</b>	
														<b>-1,0</b>		<b>-2,0</b>	

Tabla 83. Cálculos aislamiento acústico con Vivienda Superior. Dormitorio 1

Volumen (m <sup>3</sup> ) Dorm.2: Volumen (m <sup>3</sup> ) Casal:		28,78 427,61	Área (m <sup>2</sup> ) elemento separador	12,30	AISLAMIENTO ACÚSTICO VIVIENDA SUPERIOR DORMITORIO 2										Ruido rosa ponderado A		Ruido tráfico urbano ponderado A	
frec.	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	Crrección L <sub>2</sub>	D	Tr <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	D <sub>n</sub>	D <sub>nr</sub>	R'	Ref.	Ref. Ajustada	Variación desfavorable	Lc1	10 <sup>(Lc-DnTr)/10</sup>	Lc2	10 <sup>(Lc-DnTr)/10</sup>	
100	84,07	49,86	38,56	49,86	34,21	0,294	15,66	32,26	31,91	33,16	33	32	0,092870088	-29	8,11497E-07	-20	6,44595E-06	
125	89,83	50,76	42,94	49,98	39,86	0,227	20,29	36,78	36,43	37,68	36	35	0	-26	5,72058E-07	-20	2,2774E-06	
160	91,92	50,88	37,53	50,88	41,03	0,216	21,37	37,73	37,38	38,63	39	38	0,624092943	-23	9,17084E-07	-18	2,90008E-06	
200	94,12	52,68	33,46	52,68	41,43	0,233	19,76	38,48	38,12	39,37	42	41	2,881802966	-21	1,22512E-06	-16	3,87418E-06	
250	92,74	47,48	29,60	47,48	45,26	0,244	18,91	42,49	42,14	43,39	45	44	1,863287636	-19	7,69713E-07	-15	1,93343E-06	
315	89,78	44,74	21,49	44,74	45,04	0,315	14,64	43,39	43,03	44,28	48	47	3,972261979	-17	9,93633E-07	-14	1,98256E-06	
400	89,04	41,42	16,65	41,42	47,62	0,337	13,67	46,26	45,91	47,16	51	50	4,093132935	-15	8,11546E-07	-13	1,28621E-06	
500	88,27	40,08	16,71	40,08	48,19	0,287	16,07	46,13	45,77	47,02	52	51	5,231614481	-13	1,32789E-06	-12	1,67171E-06	
630	88,35	37,44	16,09	37,44	50,91	0,255	18,09	48,34	47,98	49,23	53	52	4,021947149	-12	1,00507E-06	-11	1,2653E-06	
800	87,85	36,71	17,31	36,71	51,14	0,247	18,64	48,44	48,08	49,34	54	53	4,921052448	-11	1,23625E-06	-9	1,95932E-06	
1k	84,27	27,51	17,35	27,51	56,75	0,231	19,98	53,75	53,39	54,65	55	54	0,608851413	-10	4,58021E-07	-8	7,25914E-07	
1,25k	80,19	21,87	14,16	21,06	59,12	0,262	17,61	56,67	56,31	57,56	56	55	0	-9	2,94578E-07	-9	2,94578E-07	
1,6k	81,17	21,62	10,06	21,62	59,55	0,260	17,75	57,06	56,70	57,96	56	55	0	-9	2,69187E-07	-10	2,13823E-07	
2k	79,43	19,43	9,97	18,90	60,53	0,249	18,53	57,85	57,49	58,75	56	55	0	-9	2,2445E-07	-11	1,41618E-07	
2,5k	74,68	16,93	14,10	15,63	59,05	0,228	20,24	55,99	55,63	56,89	56	55	0	-9	3,44284E-07	-13	1,37062E-07	
3,15k	70,68	15,97	18,98	14,67	56,01	0,264	17,44	53,59	53,24	54,49	56	55	1,764282364	-9	5,97624E-07	-15	1,50116E-07	
4k	67,25	14,59	17,57	13,29	53,96	0,258	17,85	51,44	51,09	52,34								
5k	61,63	19,04	9,76	18,49	43,13	0,238	19,35	40,26	39,91	41,16								
		L2-B2 ≤ 6		xx	Corrección en 1,3 dB				<b>N</b>	<b>1</b>	<b>D<sub>nr, w</sub></b>	<b>51</b>	<b>30,08</b>	X <sub>A,c</sub> =	49,3	X <sub>A,tr</sub> =	45,6	
		6 < L2-B2 < 10		xx	corrección con fórmula (8) ISO 140-4									C =	-1,7	C <sub>tr</sub> =	-5,4	
		L2-B2 ≥ 10		xx	No precisa corrección									<b>C =</b>	<b>-1</b>	<b>C<sub>tr</sub> =</b>	<b>-5</b>	

$$D_{nr, w}(C; C_{tr}) \geq 51 (-1; -5) \quad D_{nr, w} + C \geq 50$$

Tabla 84. Cálculos aislamiento acústico con Vivienda Superior. Dormitorio 2

AISLAMIENTO ACÚSTICO VIVIENDA SUPERIOR DORMITORIO 3																		
Volumen (m³)		Área (m²) elemento separador		8,99		21,04		427,61		Ruido rosa ponderado A		Ruido tráfico urbano ponderado A						
casal:	$L_1$	$L_2$	$B_2$	Corrección $L_2$	$D$	$Tr_2$	$A_2$	$D_n$	$D_{nT}$	$R'$	Ref.	Ref. Ajustada	Variación desfavorable	$L_{c1}$	$10^{(L_{c-DnT}/10)}$	$L_{c2}$	$10^{(L_{c-DnT}/10)}$	
100	84,07	45,40	25,66	20	45,40	0,222	15,20	36,86	35,14	36,40	33	33	0	-29	3,85481E-07	-20	3,06199E-06	
125	89,83	52,94	25,55	27	52,94	0,202	16,66	34,67	32,95	34,21	36	36	3,046375602	-26	1,27244E-06	-20	5,06568E-06	
160	91,92	49,11	18,51	31	49,11	0,260	12,97	41,68	39,96	41,22	39	39	0	-23	5,05636E-07	-18	1,59896E-06	
200	94,12	49,37	21,18	28	49,37	0,387	8,71	45,35	43,63	44,88	42	42	0	-21	3,44507E-07	-16	1,08943E-06	
250	92,74	47,26	20,46	27	47,26	0,185	18,24	42,86	41,15	42,40	45	45	3,85381387	-19	9,669E-07	-15	2,42874E-06	
315	89,78	43,28	18,76	25	43,28	0,232	14,54	44,87	43,15	44,41	48	48	4,846732738	-17	9,65324E-07	-14	1,92608E-06	
400	89,04	39,53	12,10	27	39,53	0,269	12,54	48,53	46,81	48,07	51	51	4,185491989	-15	6,5849E-07	-13	1,04364E-06	
500	88,27	37,40	15,57	22	37,40	0,197	17,09	48,55	46,83	48,09	52	52	5,170110027	-13	1,03995E-06	-12	1,30922E-06	
630	88,35	34,08	14,86	19	34,08	0,176	19,12	51,46	49,74	51,00	53	53	3,259897261	-12	6,69869E-07	-11	8,43315E-07	
800	87,85	31,63	17,70	14	31,63	0,204	16,50	54,05	52,33	53,59	54	54	1,670251526	-11	4,64542E-07	-9	7,3625E-07	
1k	84,27	24,27	19,26	5	22,97	0,194	17,35	58,91	57,19	58,44	55	55	0	-10	1,91127E-07	-8	3,02916E-07	
1,25k	80,19	20,03	13,30	7	19,00	0,203	16,62	58,99	57,27	58,52	56	56	0	-9	2,36238E-07	-9	2,36238E-07	
1,6k	81,17	22,24	10,49	12	22,24	0,193	17,48	56,50	54,78	56,04	56	56	1,216149125	-9	4,18422E-07	-10	3,32365E-07	
2k	79,43	21,86	10,16	12	21,86	0,205	16,42	55,42	53,70	54,96	56	56	2,29855354	-9	5,36853E-07	-11	3,38731E-07	
2,5k	74,68	16,64	8,55	8	15,91	0,197	17,09	56,44	54,72	55,98	56	56	1,277772146	-9	4,24402E-07	-13	1,68957E-07	
3,15k	70,68	13,29	8,47	5	11,99	0,217	15,55	56,77	55,05	56,31	56	56	0,951161901	-9	3,93655E-07	-15	9,88818E-08	
4k	67,25	13,09	9,08	4	11,79	0,238	14,14	53,95	52,24	53,49								
5k	61,63	20,91	10,20	11	20,91	0,205	16,42	38,56	36,84	38,10								
L2-B2 ≤ 6													$X_{Ac} =$	50,2	$X_{Ar} =$	46,9		
6 < L2-B2 < 10													$C =$	-1,8	$C_{tr} =$	-5,1		
L2-B2 ≥ 10													$C =$	-1	$C_{tr} =$	-5		
Corrección en 1,3 dB													<b>N</b>	<b>0</b>	<b>D<sub>nT,w</sub></b>	<b>52</b>	<b>31,78</b>	
Corrección con fórmula (8) ISO 140-4													$D_{nT,w}(C; C_{tr}) \geq 52(-1; -5)$				$D_{nT,w} + C \geq 51$	
No precisa corrección																		

Tabla 85. Cálculos aislamiento acústico con Vivienda Superior. Dormitorio 3

Volumen (m³) Dorm. 4: Volumen (m³) Casal:		28,85 427,61	Área (m²) elemento separador	12,33	AISLAMIENTO ACÚSTICO VIVIENDA SUPERIOR DORMITORIO 4										Ruido rosa ponderado A		Ruido tráfico urbano ponderado A							
frec.	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>rección</sub> L <sub>2</sub>	D	Tr <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	D <sub>n</sub>	D <sub>nr</sub>	R'	Ref.	Ref. Ajustada	Variación desfavorable	Lc1	10 <sup>(Lc-DnTr)/10</sup>	Lc2	10 <sup>(Lc-DnTr)/10</sup>							
100	84,07	46,87	41,76	5	45,57	38,51	0,380	12,15	37,66	37,32	38,57	33	19	0	-29	2,33583E-07	-20	1,85542E-06						
125	89,83	53,80	41,20	13	53,80	36,03	0,483	9,56	36,23	35,88	37,14	36	22	0	-26	6,48631E-07	-20	2,58224E-06						
160	91,92	53,99	43,38	11	53,99	37,92	0,373	12,39	36,99	36,65	37,90	39	25	0	-23	1,0851E-06	-18	3,43138E-06						
200	94,12	49,67	47,15	3	48,37	45,75	0,458	10,09	45,71	45,37	46,62	42	28	0	-21	2,30917E-07	-16	7,30223E-07						
250	92,74	49,56	43,68	6	48,26	44,48	0,330	14,01	43,02	42,67	43,93	45	31	0	-19	6,80668E-07	-15	1,70976E-06						
315	89,78	47,40	40,70	7	46,36	43,42	0,297	15,54	41,51	41,16	42,42	48	34	0	-17	1,52798E-06	-14	3,04872E-06						
400	89,04	45,30	44,02	1	44,00	45,04	0,390	11,85	44,30	43,95	45,21	51	37	0	-15	1,27234E-06	-13	2,01652E-06						
500	88,27	44,31	38,10	6	43,12	45,15	0,319	14,49	43,54	43,19	44,45	52	38	0	-13	2,40361E-06	-12	3,02597E-06						
630	88,35	41,87	40,36	2	40,57	47,78	0,319	14,47	46,17	45,83	47,08	53	39	0	-12	1,64895E-06	-11	2,07591E-06						
800	87,85	40,91	37,38	4	39,61	48,24	0,356	12,97	47,11	46,76	48,02	54	40	0	-11	1,67485E-06	-9	2,65446E-06						
1k	84,27	42,36	38,32	4	41,06	43,20	0,306	15,09	41,42	41,07	42,33	55	41	0	-10	7,81612E-06	-8	1,23877E-05						
1,25k	80,19	39,00	39,20	0	37,70	42,49	0,359	12,88	41,39	41,04	42,30	56	42	0,95504861	-9	9,89703E-06	-9	9,89703E-06						
1,6k	81,17	39,61	35,14	4	38,31	42,86	0,353	13,10	41,69	41,34	42,60	56	42	0,658358684	-9	9,24349E-06	-10	7,34236E-06						
2k	79,43	46,35	34,66	12	46,35	33,08	0,366	12,63	32,07	31,72	32,98	56	42	10,27703333	-9	8,46649E-05	-11	5,34199E-05						
2,5k	74,68	35,52	35,90	0	34,22	40,46	0,363	12,73	39,41	33,14	40,32	56	42	8,862151182	-9	6,11245E-05	-13	2,43341E-05						
3,15k	70,68	36,11	34,91	1	34,81	35,87	0,370	12,49	34,90	34,55	35,81	56	42	7,447269032	-9	4,41293E-05	-15	1,10848E-05						
4k	67,25	35,25	34,39	1	33,95	33,31	0,343	13,46	32,02	31,67	32,93													
5k	61,63	32,04	31,77	0	30,74	30,88	0,364	12,68	29,85	29,50	30,76													
													<b>N</b>	<b>14</b>	<b>D<sub>nr, w</sub></b>	<b>38</b>	<b>28,20</b>	<b>X<sub>A,C</sub> =</b>	<b>36,4</b>	<b>X<sub>A, tr</sub> =</b>	<b>38,5</b>			
													L2-B2 ≤ 6		Corrección en 1,3 dB		C =		-1,6		C <sub>tr</sub> =		0,5	
													6 < L2-B2 < 10		Corrección con fórmula (8) ISO 140-4		C =		-1,6		C <sub>tr</sub> =		0,5	
													L2-B2 ≥ 10		No precisa corrección		C =		-1		C <sub>tr</sub> =		1	
													<b>D<sub>nrT, w</sub> (C; C<sub>tr</sub>) ≥ 38 (-1; 1)</b>					<b>D<sub>nrT, w</sub> + C ≥ 37</b>						

Tabla 86. Cálculos aislamiento acústico con Vivienda Superior. Dormitorio 4

Volumen (m³) Sala estar : 64,33 Volumen (m³) Casal: 427,61		Área (m²) elemento separador		AISLAMIENTO ACÚSTICO VIVIENDA SUPERIOR SALA ESTAR - COMEDOR														Ruido rosa ponderado A		Ruido tráfico urbano ponderado A	
frec.	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	Corrección L <sub>2</sub>	D	Tr <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	D <sub>n</sub>	D <sub>nr</sub>	R'	Ref.	Ref. Ajustada	Variación desfavorable	Lc1	10 <sup>(Lc-DnT)/10</sup>	Lc2	10 <sup>(Lc-DnT)/10</sup>				
100	84,07	46,46	34,74	12	46,46	0,311	33,15	32,41	35,54	40,49	33	27	0	-29	3,51284E-07	-20	2,79035E-06				
125	89,83	54,40	34,32	20	54,40	0,479	21,49	32,11	35,24	40,19	36	30	0	-26	7,51038E-07	-20	2,98994E-06				
160	91,92	57,08	34,72	22	57,08	0,502	20,52	31,71	34,85	39,79	39	33	0	-23	1,6424E-06	-18	5,19373E-06				
200	94,12	54,31	33,04	21	54,31	0,485	21,24	36,53	39,67	44,62	42	36	0	-21	8,56966E-07	-16	2,70996E-06				
250	92,74	51,90	33,13	19	51,90	0,447	23,03	37,22	40,35	45,30	45	39	0	-19	1,16118E-06	-15	2,91676E-06				
315	89,78	48,77	35,49	13	48,77	0,496	20,75	37,84	40,98	45,92	48	42	1,02373487	-17	1,59358E-06	-14	3,17961E-06				
400	89,04	45,08	32,65	12	45,08	0,476	21,65	40,61	43,74	48,69	51	45	1,258118564	-15	1,33602E-06	-13	2,11744E-06				
500	88,27	46,57	28,19	18	46,57	0,348	29,62	36,99	40,12	45,07	52	46	5,879214786	-13	4,8744E-06	-12	6,13651E-06				
630	88,35	42,80	30,54	12	42,80	0,415	24,80	41,60	44,74	49,69	53	47	2,261030416	-12	2,11886E-06	-11	2,66749E-06				
800	87,85	40,99	28,19	13	40,99	0,331	31,14	41,92	45,06	50,01	54	48	2,941700226	-11	2,47839E-06	-9	3,92799E-06				
1k	84,27	35,42	23,53	12	35,42	0,350	29,45	44,16	47,29	52,24	55	49	1,708435618	-10	1,86571E-06	-8	2,95695E-06				
1,25k	80,19	33,91	23,73	10	33,91	0,343	30,05	41,50	44,64	49,59	56	50	5,360667054	-9	4,3258E-06	-9	4,3258E-06				
1,6k	81,17	28,44	23,48	5	27,14	0,364	28,31	49,52	52,65	57,60	56	50	0	-9	6,8363E-07	-10	5,43027E-07				
2k	79,43	25,59	27,54	-2	24,29	0,360	28,63	50,57	53,71	58,66	56	50	0	-9	5,35799E-07	-11	3,38066E-07				
2,5k	74,68	20,71	17,41	3	19,41	0,360	28,59	50,71	53,84	58,79	56	50	0	-9	5,19704E-07	-13	2,06898E-07				
3,15k	70,68	25,21	15,94	9	24,67	0,384	26,80	41,73	44,86	49,81	56	50	5,136221364	-9	4,10792E-06	-15	1,03186E-06				
4k	67,25	15,86	14,49	1	14,56	0,361	28,51	48,14	51,28	56,23											
5k	61,63	14,20	17,03	-3	12,90	0,329	31,33	43,77	46,90	51,85											
					L2-B2 ≤ 6		xx	Corrección en 1,3 dB		<b>N</b>		<b>6</b>	<b>46</b>	<b>25,57</b>	X <sub>A,C</sub> =	X <sub>A,tr</sub> =					
					6 < L2-B2 < 10		xx	corrección con fórmula (8) ISO 140-4		<b>D<sub>nrT,w</sub></b>		<b>46</b>	<b>46</b>		C =	C <sub>tr</sub> =	43,6				
					L2-B2 ≥ 10		xx	No precisa corrección		<b>≥ 46 (0; -2)</b>		<b>≥ 46</b>	<b>≥ 46</b>		C =	C <sub>tr</sub> =	-2,4				
										<b>≥ 46 (0; -2)</b>		<b>≥ 46</b>	<b>≥ 46</b>		<b>0</b>	<b>C<sub>tr</sub> =</b>	<b>-2</b>				

Tabla 87. Cálculos aislamiento acústico con Vivienda Superior. Sala estar - Comedor

Volumen (m³) Cocina. : 61,03		Área (m²) elemento separador		26,08		AISLAMIENTO ACÚSTICO VIVIENDA SUPERIOR COCINA																					
Volumen (m³) Casal: 427,61		B <sub>2</sub>		L <sub>2</sub>		D		Tr <sub>2</sub>		A <sub>2</sub>		D <sub>nT</sub>		R'		Ref.		Ref. Ajustada		Variación desfavorable		Ruido rosa ponderado A		Ruido tráfico urbano ponderado A			
frec.	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	Crrección L <sub>2</sub>	D	Tr <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	D <sub>n</sub>	D <sub>nT</sub>	R'	Ref.	Ref. Ajustada	Variación desfavorable	Lc <sub>1</sub>	10 <sup>(Lc-DnT)/10</sup>	Lc <sub>2</sub>	10 <sup>(Lc-DnT)/10</sup>	X <sub>A,C</sub> =	X <sub>A,tr</sub> =	C =	C <sub>tr</sub> =	C =	C <sub>tr</sub> =				
100	84,07	50,23	45,70	5	48,93	35,14	0,427	22,87	31,55	34,45	39,40	33	32	0	-29	4,51385E-07	-20	3,58547E-06	50,2	48,1							
125	89,83	50,47	30,73	20	50,47	39,36	0,435	22,45	35,85	38,76	43,71	36	35	0	-26	3,34415E-07	-20	1,33133E-06									
160	91,92	50,46	35,78	15	50,46	41,45	0,607	16,09	39,39	42,30	47,24	39	38	0	-23	2,95363E-07	-18	9,34021E-07									
200	94,12	51,57	39,27	12	51,57	42,55	0,500	19,55	39,64	42,55	47,50	42	41	0	-21	4,41685E-07	-16	1,39673E-06									
250	92,74	48,41	40,31	8	47,68	45,06	0,590	16,56	42,87	45,78	50,72	45	44	0	-19	3,32977E-07	-15	8,36399E-07									
315	89,78	46,49	37,46	9	45,91	43,87	0,607	16,09	41,80	44,71	49,66	48	47	2,291066674	-17	6,74694E-07	-14	1,34619E-06									
400	89,04	43,14	33,41	10	42,65	46,39	0,646	15,13	44,60	47,50	52,45	51	50	2,497502575	-15	5,62018E-07	-13	8,90739E-07									
500	88,27	40,91	47,56	-7	39,61	48,66	0,625	15,62	46,72	49,63	54,58	52	51	1,372570181	-13	5,46081E-07	-12	6,87475E-07									
630	88,35	39,05	30,46	9	38,40	49,95	0,619	15,77	47,97	50,88	55,83	53	52	1,122994598	-12	5,15584E-07	-11	6,49082E-07									
800	87,85	35,99	30,16	6	34,69	53,16	0,581	16,82	50,90	53,81	58,76	54	53	0	-11	3,30387E-07	-9	5,23628E-07									
1k	84,27	31,96	28,26	4	30,66	53,61	0,623	15,69	51,65	54,56	59,51	55	54	0	-10	3,49806E-07	-8	5,54406E-07									
1,25k	80,19	30,85	29,94	1	29,55	50,64	0,650	15,02	48,87	51,77	56,72	56	55	3,225111176	-9	8,36587E-07	-9	8,36587E-07									
1,6k	81,17	31,58	27,64	4	30,28	50,89	0,642	15,21	49,07	51,98	56,92	56	55	3,024202341	-9	7,98767E-07	-10	6,34483E-07									
2k	79,43	28,31	35,50	-7	27,01	52,42	0,604	16,17	50,33	53,24	58,19	56	55	1,761025863	-9	5,97176E-07	-11	3,76793E-07									
2,5k	74,68	25,94	25,57	0	24,64	50,04	0,530	18,42	47,39	50,30	55,25	56	55	4,703102135	-9	1,17574E-06	-13	4,68069E-07									
3,15k	70,68	22,59	24,89	-2	21,29	49,38	0,543	17,98	46,84	49,74	54,69	56	55	5,257926692	-9	1,33596E-06	-15	3,35577E-07									
4k	67,25	23,88	27,34	-3	22,58	44,68	0,556	17,58	42,23	45,13	50,08																
5k	61,63	34,05	19,79	14	34,05	27,58	0,498	19,63	24,65	27,56	32,50																
		L2-B2 ≤ 6		xx	Corrección en 1,3 dB							<b>N</b>		<b>1</b>		<b>D<sub>nT,w</sub></b>		<b>51</b>		<b>25,26</b>							
		6 < L2-B2 < 10		xx	Corrección con fórmula (8) ISO 140-4																						
		L2-B2 ≥ 10		xx	No precisa corrección																						



Volumen (m³) Zaguán : Volumen (m³) Casal:		Área (m²) elemento separador		15.17		AISLAMIENTO ACÚSTICO ZAGUÁN											Ruido rosa ponderado A		Ruido tráfico urbano ponderado A		
frec.	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>rección</sub> L <sub>2</sub>	D	Tr <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	D <sub>n</sub>	D <sub>nT</sub>	R'	Ref.	Ref. Ajustada	Variación desfavorable	Lc <sub>1</sub>	10 <sup>Lc-DnT</sup> /10	Lc <sub>2</sub>	10 <sup>Lc-DnT</sup> /10				
100	91,10	69,06	50,05	19	69,06	22,04	1,301	33,78	16,8	26,2	18,6	33	21	0	-29	3,02539E-06	-20	2,40316E-05			
125	91,61	67,39	44,03	23	67,39	24,21	1,702	25,83	20,1	29,5	21,9	36	24	0	-26	2,79719E-06	-20	1,11358E-05			
160	98,83	70,93	44,56	26	70,93	27,90	1,583	27,76	23,5	32,9	25,3	39	27	0	-23	2,56471E-06	-18	8,11034E-06			
200	97,88	68,07	46,56	22	68,07	29,81	1,512	29,07	25,2	34,6	27,0	42	30	0	-21	2,74468E-06	-16	8,67944E-06			
250	96,81	67,81	40,98	27	67,81	28,99	1,629	26,99	24,7	34,1	26,5	45	33	0	-19	4,87229E-06	-15	1,22386E-05			
315	93,21	64,60	35,72	29	64,60	28,61	1,634	26,90	24,3	33,7	26,1	48	36	2,25299979	-17	8,41977E-06	-14	1,67996E-05			
400	91,55	62,96	48,40	15	62,96	28,60	1,786	24,61	24,7	34,1	26,5	51	39	4,874746648	-15	1,22314E-05	-13	1,93854E-05			
500	91,42	59,92	34,90	25	59,92	31,50	1,858	23,65	27,8	37,2	29,6	52	40	2,80285361	-13	9,5562E-06	-12	1,20305E-05			
630	90,52	58,13	33,40	25	58,13	32,39	1,824	24,09	28,6	38,0	30,4	53	41	2,989474258	-12	9,97579E-06	-11	1,25588E-05			
800	90,67	56,61	32,81	24	56,61	34,06	1,684	26,10	29,9	39,3	31,7	54	42	2,665998092	-11	9,25976E-06	-9	1,46757E-05			
1k	87,07	52,04	30,97	21	52,04	35,02	1,731	25,39	31,0	40,4	32,8	55	43	2,582550544	-10	9,08354E-06	-8	1,43964E-05			
1,25k	83,58	46,80	27,41	19	46,80	36,78	1,741	25,24	32,8	42,2	34,6	56	44	1,802991604	-9	7,591E-06	-9	7,591E-06			
1,6k	83,95	47,03	26,51	21	47,03	36,92	1,651	26,61	32,7	42,1	34,5	56	44	1,88821516	-9	7,74144E-06	-10	6,14924E-06			
2k	82,65	50,52	27,18	23	50,52	32,13	1,627	27,01	27,8	37,3	29,6	56	44	6,749814143	-9	2,37127E-05	-11	1,49617E-05			
2,5k	78,23	38,39	22,36	16	38,39	39,85	1,510	29,10	35,2	44,6	37,0	56	44	0	-9	4,31925E-06	-13	1,71953E-06			
3,15k	74,41	33,58	22,90	11	33,58	40,83	1,454	30,23	36,0	45,5	37,8	56	44	0	-9	3,57424E-06	-15	8,97809E-07			
4k	71,12	28,57	19,02	10	28,06	43,06	1,410	31,16	38,1	47,6	39,9										
5k	65,19	21,15	18,00	3	19,85	45,34	1,228	35,79	39,8	49,2	41,6										
													<b>N</b>	<b>12</b>	<b>D<sub>nT, w</sub></b>	<b>40</b>	<b>28,61</b>	<b>X<sub>A,C</sub> =</b>	<b>39,2</b>	<b>X<sub>A, tr</sub> =</b>	<b>37,3</b>
																		<b>C =</b>	<b>-0,8</b>	<b>C<sub>tr</sub> =</b>	<b>-2,7</b>
																		<b>C =</b>	<b>0</b>	<b>C<sub>tr</sub> =</b>	<b>-2</b>

$$D_{nT, w}(C; C_{tr}) \geq 40 (0; -2) \quad D_{nT, w} + C \geq 40$$

Tabla 89. Cálculos aislamiento acústico con Zaguán

Volumen (m³) Local Comercial: Volumen (m³) Casal:		160,78 427,61	Área (m²) elemento separador	32,72	AISLAMIENTO ACÚSTICO LOCAL COMERCIAL										Ruido rosa ponderado A		Ruido tráfico urbano ponderado A					
frec.	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	Corrección L <sub>2</sub>	D	Tr <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	D <sub>n</sub>	D <sub>nt</sub>	R'	Ref.	Ref. Ajustada	Variación desfavorable	L <sub>c1</sub>	10 <sup>(L<sub>c</sub>-D<sub>nt</sub>)/10</sup>	L <sub>c2</sub>	10 <sup>(L<sub>c</sub>-D<sub>nt</sub>)/10</sup>					
100					38,32	0,5602	45,92	31,70	38,81	36,85	33	29	0	-29	1,65435E-07	-20	1,3141E-06					
125	86,01	48,82	46,36	2	47,52	0,5863	43,88	32,08	39,19	37,22	36	32	0	-26	3,02726E-07	-20	1,20517E-06					
160	90,62	51,72	48,44	3	50,42	0,8092	31,79	35,18	42,29	40,32	39	35	0	-23	2,95788E-07	-18	9,35365E-07					
200	91,92	52,32	49,09	3	51,02	0,7526	34,18	35,56	42,67	40,70	42	38	0	-21	4,29578E-07	-16	1,35844E-06					
250	89,87	55,26	46,56	9	54,63	1,0545	24,39	31,37	38,48	36,52	45	41	2,518007534	-19	1,78567E-06	-15	4,4854E-06					
315	86,07	47,09	44,33	3	45,79	0,9594	26,81	36,00	43,11	41,15	48	44	0,886242848	-17	9,74147E-07	-14	1,94368E-06					
400	85,02	45,66	38,71	7	44,68	1,0859	23,69	36,60	43,71	41,74	51	47	3,29012024	-15	1,3459E-06	-13	2,1331E-06					
500	85,44	44,05	37,02	7	43,09	1,1404	22,56	38,82	45,93	43,97	52	48	2,068455191	-13	1,27893E-06	-12	1,61007E-06					
630	82,60	42,18	38,96	3	40,88	1,0584	24,30	37,86	44,97	43,01	53	49	4,025172666	-12	2,00686E-06	-11	2,52649E-06					
800	82,54	40,12	28,58	12	40,12	1,1654	22,07	38,99	46,10	44,13	54	50	3,901154036	-11	1,95036E-06	-9	3,09112E-06					
1k	79,35	33,95	35,93	-2	32,65	1,0328	24,91	42,74	49,85	47,88	55	51	1,148933796	-10	1,03489E-06	-8	1,64019E-06					
1,25k	75,18	36,32	34,39	2	35,02	1,0163	25,31	36,13	43,24	41,28	56	52	8,758025545	-9	5,96764E-06	-9	5,96764E-06					
1,6k	76,10	29,18	29,20	0	27,88	0,8944	28,76	43,62	50,74	48,77	56	52	1,261546773	-9	1,06207E-06	-10	8,43635E-07					
2k	75,99	26,81	25,72	1	25,51	0,9368	27,46	46,09	53,20	51,24	56	52	0	-9	6,02054E-07	-11	3,7987E-07					
2,5k	70,60	22,32	25,46	-3	21,02	0,9033	28,48	45,04	52,15	50,19	56	52	0	-9	7,66782E-07	-13	3,05261E-07					
3,15k	67,33	21,62	23,60	-2	20,32	0,8248	31,19	42,07	49,18	47,22	56	52	2,817645303	-9	1,51972E-06	-15	3,81737E-07					
4k	63,72	20,81	23,80	-3	19,51	0,7739	33,24	38,99	46,10	44,14												
5k	58,27	19,57	24,50	-5	18,27	0,7052	36,48	34,38	41,50	39,53												
L2-B2 ≤ 6													X <sub>A,C</sub> =		46,7		X <sub>A,ir</sub> =		45,2			
6 < L2-B2 < 10													C =		-1,3		C <sub>ir</sub> =		-2,8			
L2-B2 ≥ 10													C =		-1		C <sub>tr</sub> =		-2			
Corrección en 1,3 dB													N		4		D <sub>nt,w</sub>		48		30,68	
Corrección con fórmula (8) ISO 140-4													D <sub>n</sub>		38,81		D <sub>nt</sub>		36,85		33	
No precisa corrección													D <sub>nT,w</sub> (C; C <sub>tr</sub> )		≥ 48 (-1; -2)		D <sub>nT,w</sub> + C		≥ 47			

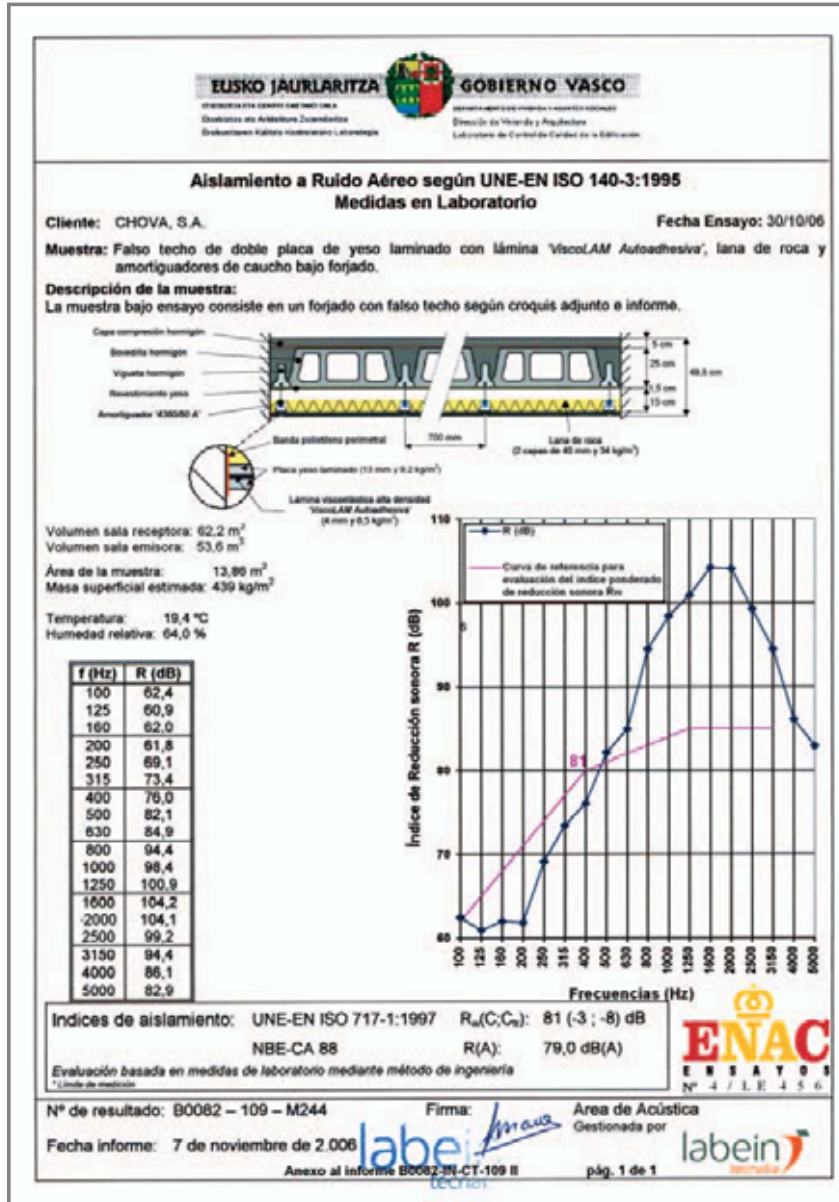
Tabla 90. Cálculos aislamiento acústico con Local Comercial

Volumen (m <sup>3</sup> ) Casal:		Área (m <sup>2</sup> ) elemento separador		AISLAMIENTO ACÚSTICO FACHADA												Ruido rosa ponderado A		Ruido tráfico urbano ponderado A											
freq.	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	24,79	Corrección L <sub>2</sub>	D <sub>Is, 2m</sub>	Tr <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	D <sub>Is, 2m, nT</sub>	D <sub>Is, 2m, n</sub>	Ref.	Ref. Ajustada	Variación desfavorable	Lc <sub>1</sub>	10 <sup>(Lc-Dis,2m,nT)/10</sup>	Lc <sub>2</sub>	10 <sup>(Lc-Dis,2m,nT)/10</sup>												
100	76,4	61,7	60,4	1	60,4	16,0	0,983	69,60	18,93	7,57	33	3	0	-29	1,61116E-05	-20	0,000127979												
125	79,5	67,8	62,6	5	66,5	13,0	1,159	59,05	16,66	5,30	36	6	0	-26	5,41762E-05	-20	0,000215679												
160	81,2	66,9	55,6	11	66,9	14,3	0,986	69,38	17,25	5,89	39	9	0	-23	9,44055E-05	-18	0,000298537												
200	80,9	64,1	50,6	13	64,1	16,8	1,354	50,55	21,13	9,77	42	12	0	-21	6,11665E-05	-16	0,000193426												
250	83,1	63,1	49,3	14	63,1	20,0	1,280	53,47	24,07	12,71	45	15	0	-19	4,93376E-05	-15	0,00012393												
315	79,8	65,2	46,8	18	65,2	14,6	1,331	51,40	18,90	7,54	48	18	0	-17	0,000257215	-14	0,00051321												
400	78,9	61,8	45,1	17	61,8	17,1	1,209	56,60	20,92	9,56	51	21	0,080382323	-15	0,000255881	-13	0,000405544												
500	78,2	62,7	44,3	18	62,7	15,5	1,195	57,27	19,30	7,94	52	22	2,699384046	-13	0,00058876	-12	0,000741205												
630	78,9	62,2	45,3	17	62,2	16,7	1,015	67,44	19,81	8,45	53	23	3,190594715	-12	0,000659264	-11	0,000829964												
800	78,4	61,9	41,5	20	61,9	16,5	1,042	65,67	19,73	8,36	54	24	4,273766924	-11	0,000846012	-9	0,001340839												
1k	71,2	55,9	45,3	11	55,9	15,3	1,018	67,20	18,40	7,04	55	25	6,602325659	-10	0,001446214	-8	0,002292095												
1,25k	71,6	52,6	36,6	16	52,6	19,0	1,055	64,85	22,23	10,87	56	26	3,769691079	-9	0,000753302	-9	0,000753302												
1,6k	75,6	54,8	36,7	18	54,8	20,8	1,049	65,25	24,00	12,64	56	26	2,001173379	-9	0,000501323	-10	0,000398215												
2k	73,5	51,7	34,3	17	51,7	21,8	1,005	68,08	24,86	13,49	56	26	1,144704174	-9	0,000411595	-11	0,000259699												
2,5k	67,7	46,5	34,3	12	46,5	21,2	0,939	72,88	23,92	12,56	56	26	2,079802627	-9	0,000510482	-13	0,000203226												
3,15k	64,8	44,4	30,8	14	44,4	20,4	0,948	72,21	23,18	11,82	56	26	2,819750675	-9	0,000605306	-15	0,000152046												
4k	59,1	41,0	31,7	9	40,5	18,6	0,878	77,90	21,08	9,72																			
5k	55,0	34,7	28,6	6	33,5	21,5	0,766	89,32	23,40	12,04																			
L <sub>2</sub> -B <sub>2</sub> ≤ 6																													
6 < L <sub>2</sub> -B <sub>2</sub> < 10																													
L <sub>2</sub> -B <sub>2</sub> ≥ 10																													
Corrección en 1,3 dB																													
Corrección con fórmula (8) ISO 140-4																													
No precisa corrección																													
<table border="1" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td><b>N</b></td> <td><b>30</b></td> <td><b>D<sub>Is,2m,nT,w</sub></b></td> <td><b>22</b></td> <td><b>28,66</b></td> </tr> </table>																		<b>N</b>	<b>30</b>	<b>D<sub>Is,2m,nT,w</sub></b>	<b>22</b>	<b>28,66</b>							
<b>N</b>	<b>30</b>	<b>D<sub>Is,2m,nT,w</sub></b>	<b>22</b>	<b>28,66</b>																									
<table border="1" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td><b>X<sub>A,C</sub> =</b></td> <td><b>21,5</b></td> <td><b>X<sub>A,tr</sub> =</b></td> <td><b>20,5</b></td> </tr> <tr> <td><b>C =</b></td> <td><b>-0,5</b></td> <td><b>C<sub>tr</sub> =</b></td> <td><b>-1,5</b></td> </tr> <tr> <td><b>C =</b></td> <td><b>0</b></td> <td><b>C<sub>tr</sub> =</b></td> <td><b>-1</b></td> </tr> </table>																		<b>X<sub>A,C</sub> =</b>	<b>21,5</b>	<b>X<sub>A,tr</sub> =</b>	<b>20,5</b>	<b>C =</b>	<b>-0,5</b>	<b>C<sub>tr</sub> =</b>	<b>-1,5</b>	<b>C =</b>	<b>0</b>	<b>C<sub>tr</sub> =</b>	<b>-1</b>
<b>X<sub>A,C</sub> =</b>	<b>21,5</b>	<b>X<sub>A,tr</sub> =</b>	<b>20,5</b>																										
<b>C =</b>	<b>-0,5</b>	<b>C<sub>tr</sub> =</b>	<b>-1,5</b>																										
<b>C =</b>	<b>0</b>	<b>C<sub>tr</sub> =</b>	<b>-1</b>																										

$$D_{Is, 2m, nT, w} (C; C_{tr}) \geq 22 (0; -1) \quad D_{Is, 2m, nT, w} + C \geq 22$$

Tabla 91. Cálculos aislamiento acústico con Fachada

# ANEXO IV. INFORME DE ENSAYO ACÚSTICO DEL TECHO MÚLTIPLE



ÍNDICE $R_w$	ÍNDICE $\Delta R_w$ RESPECTO AL FORJADO
79 dB(A)	21 dB(A)

Figura 106. Informe de ensayo del techo acústico compuesto

# IV

## ANEXO IV. SIMULACIÓN ESTADO ACTUAL. RESULTADOS

# ANEXO V. SIMULACIÓN ESTADO ACTUAL. RESULTADOS

## *Niveles de presión*

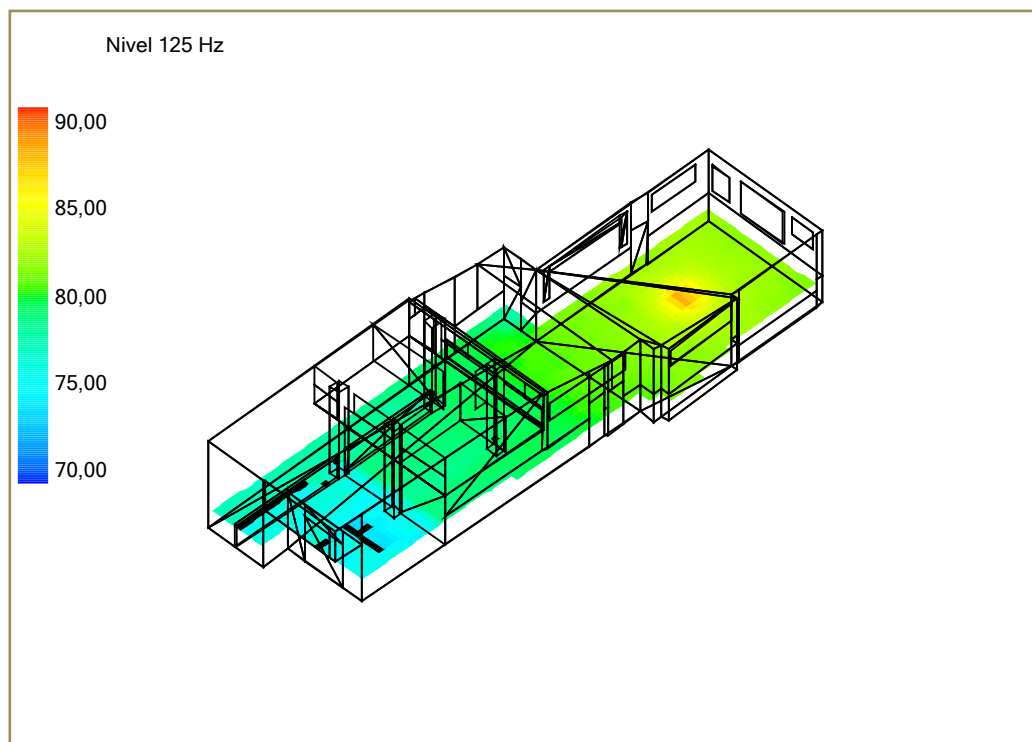


Figura 107. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 125 Hz

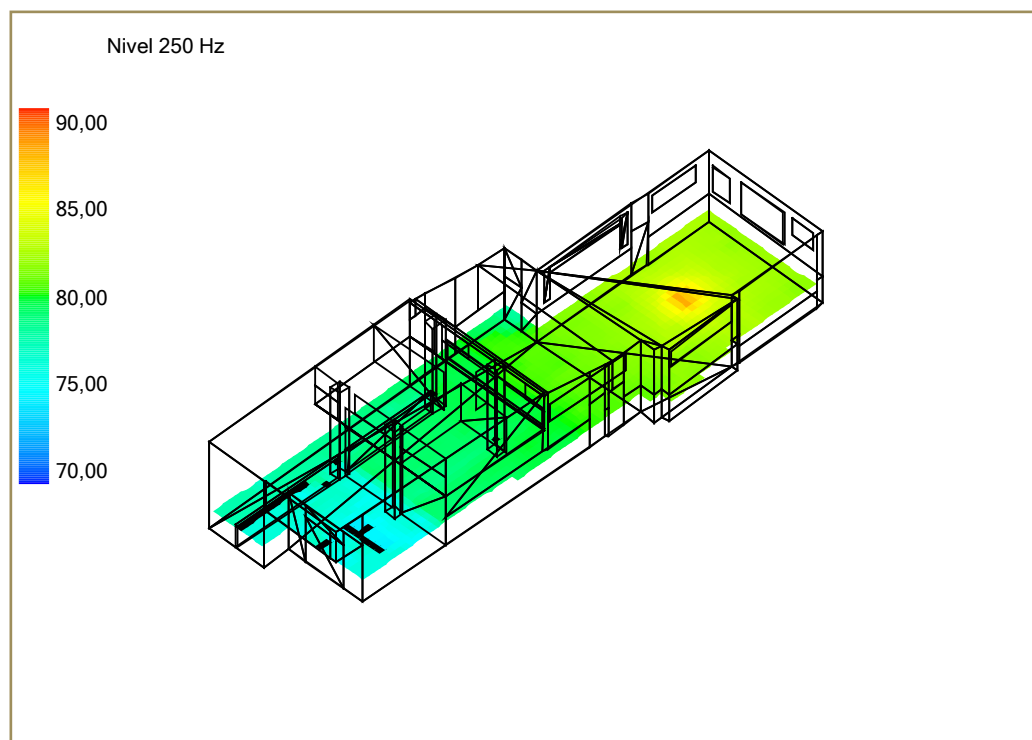


Figura 108. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 250 Hz

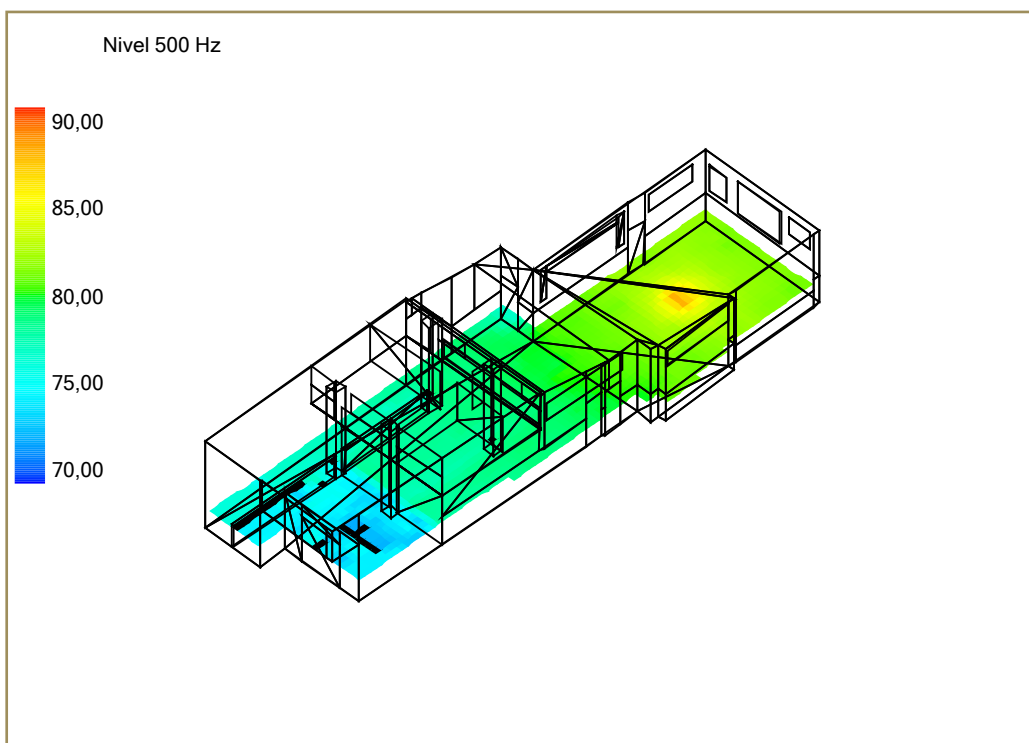


Figura 109. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 500 Hz

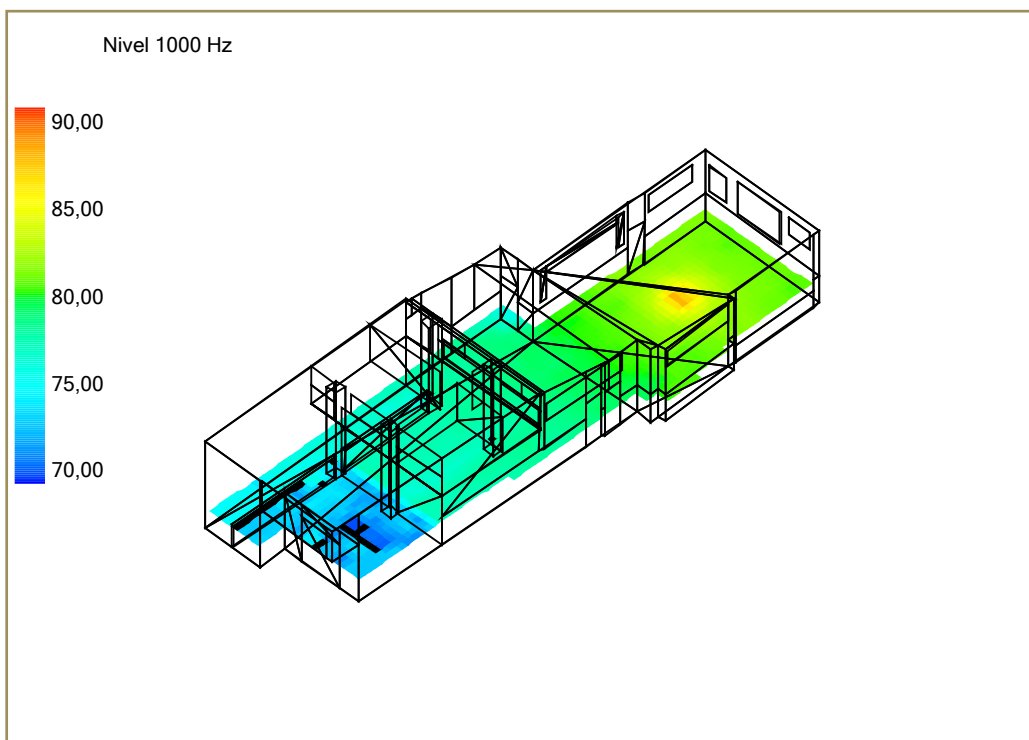


Figura 110. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 1000 Hz

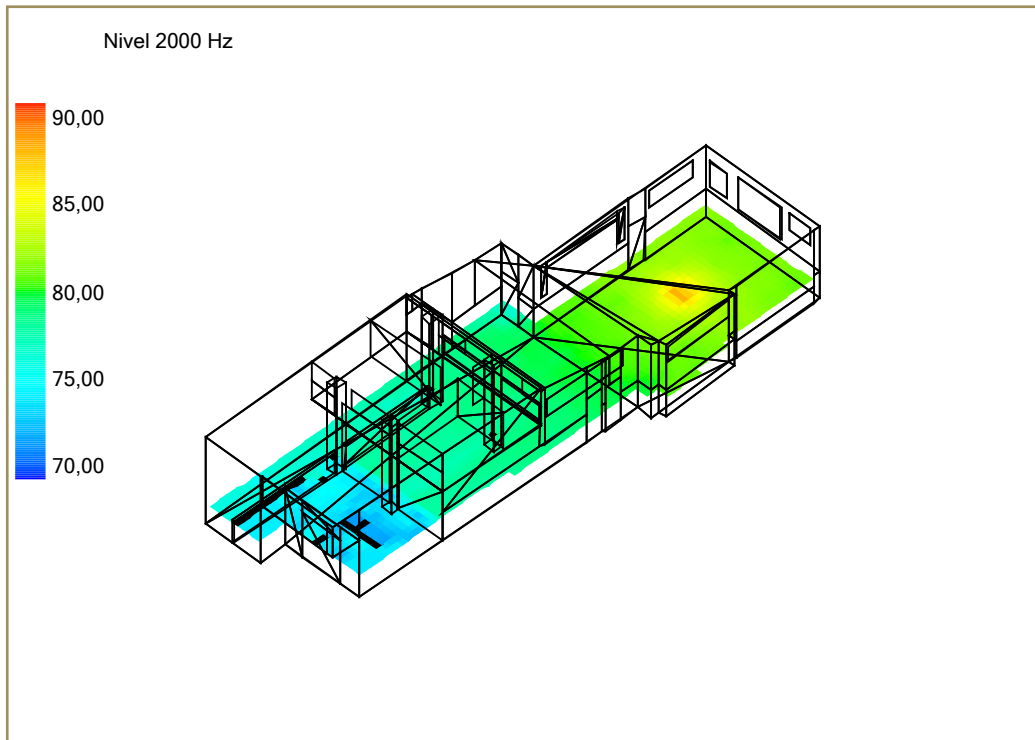


Figura 111. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 2000 Hz

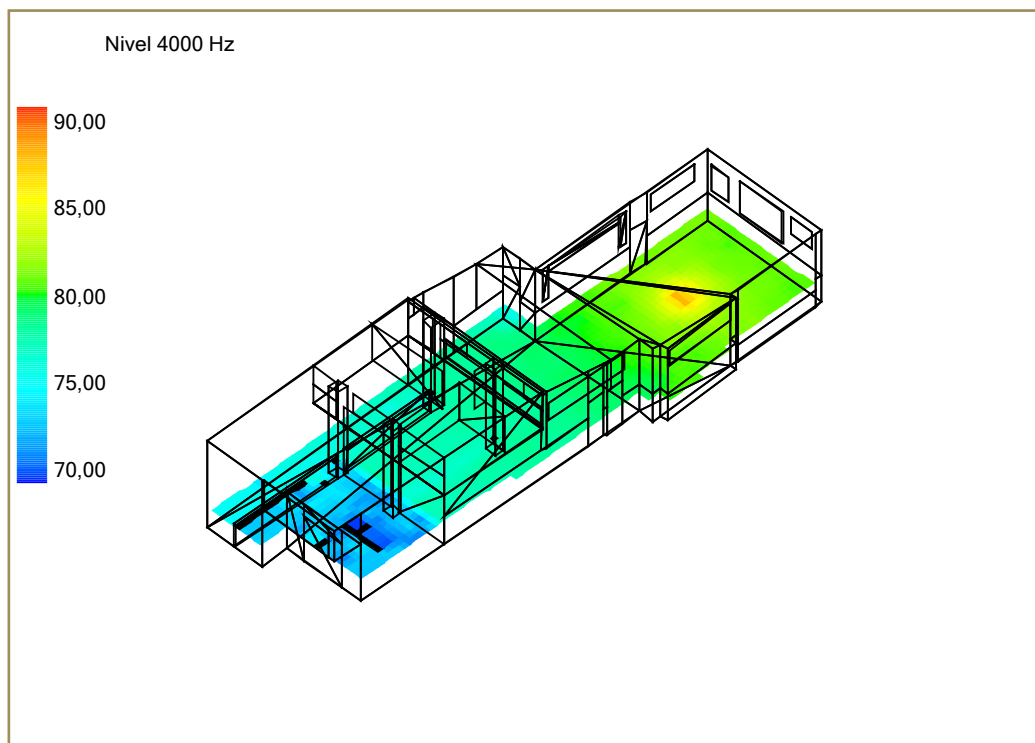


Figura 112. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 4000 Hz



*Tiempo de reverberación,  $Tr_{20}$*

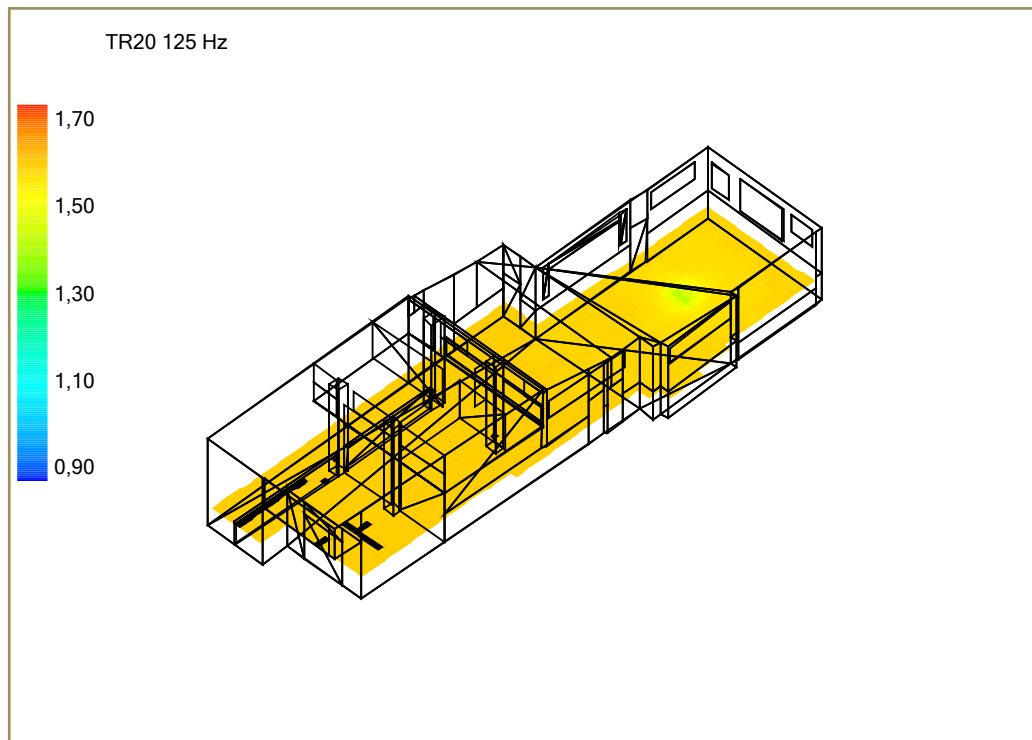


Figura 113. Mapa de distribución del tiempo de reverberación  $Tr_{20}$  a 125 Hz

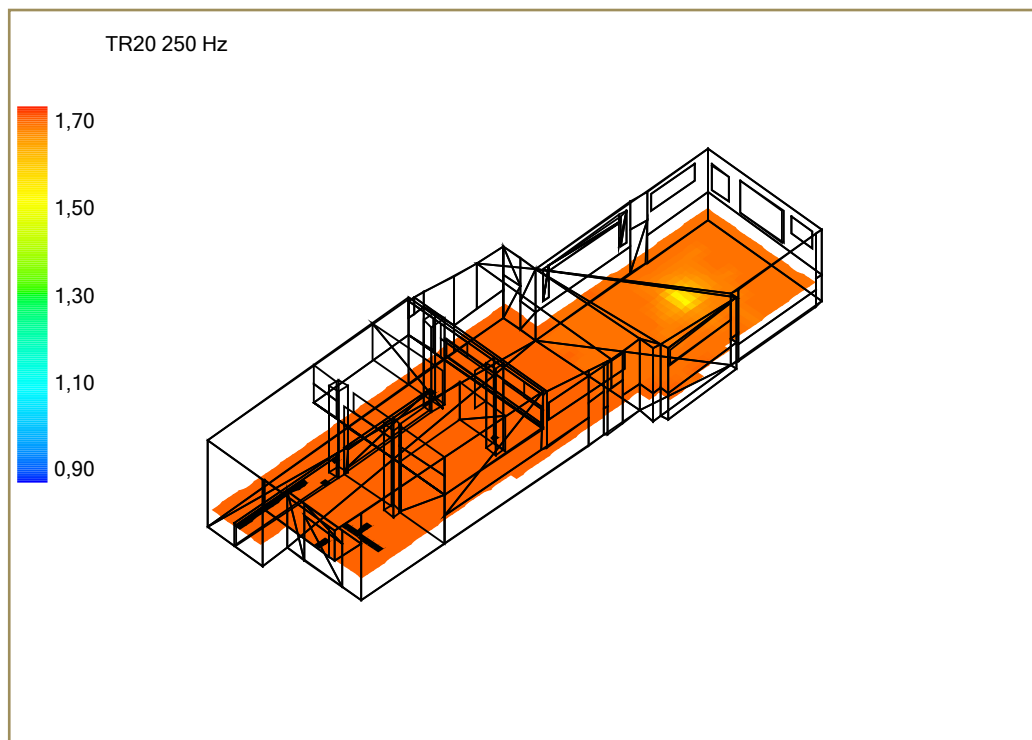


Figura 114. Mapa de distribución del tiempo de reverberación  $Tr_{20}$  a 250 Hz

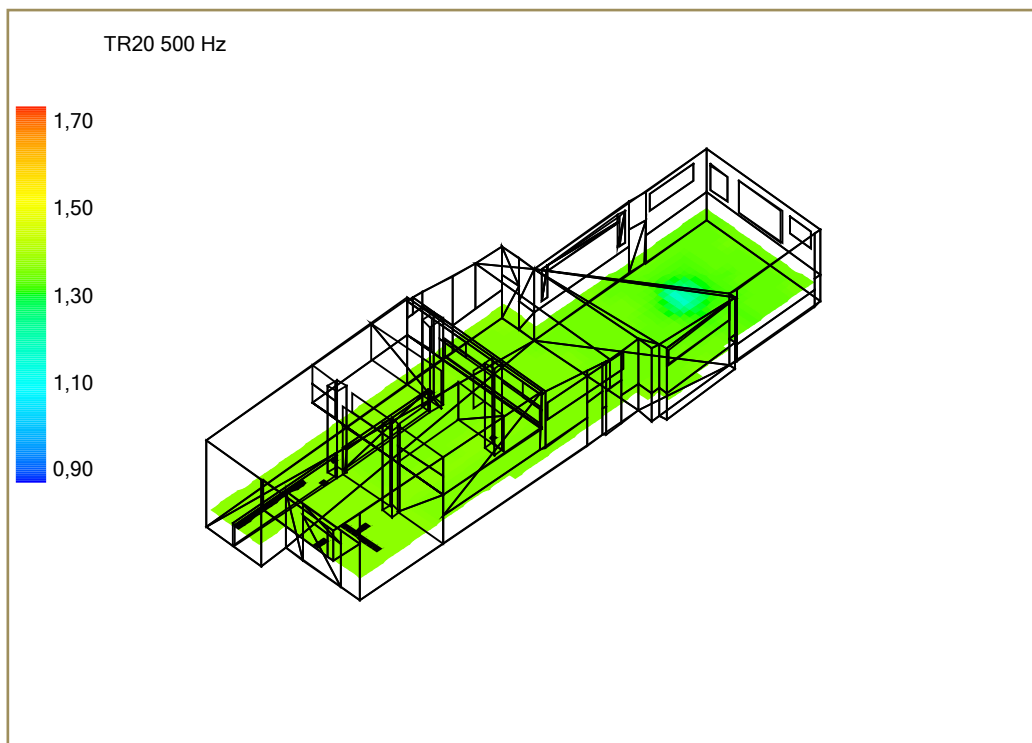


Figura 115. Mapa de distribución del tiempo de reverberación  $T_{r20}$  a 500 Hz

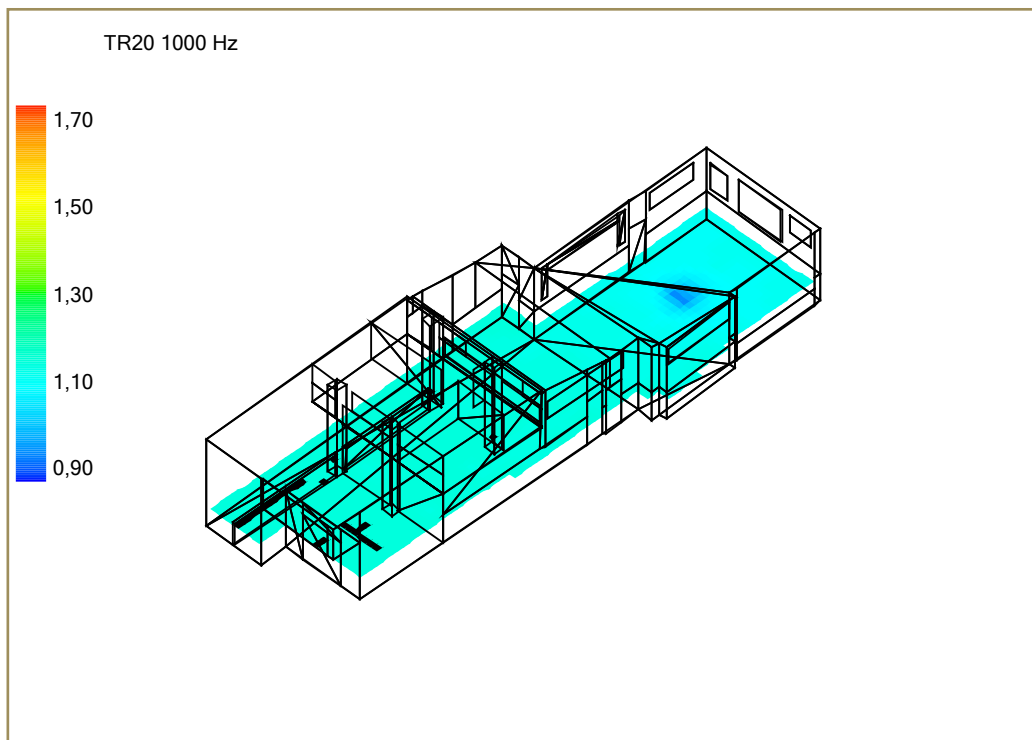


Figura 116. Mapa de distribución del tiempo de reverberación  $T_{r20}$  a 1000 Hz

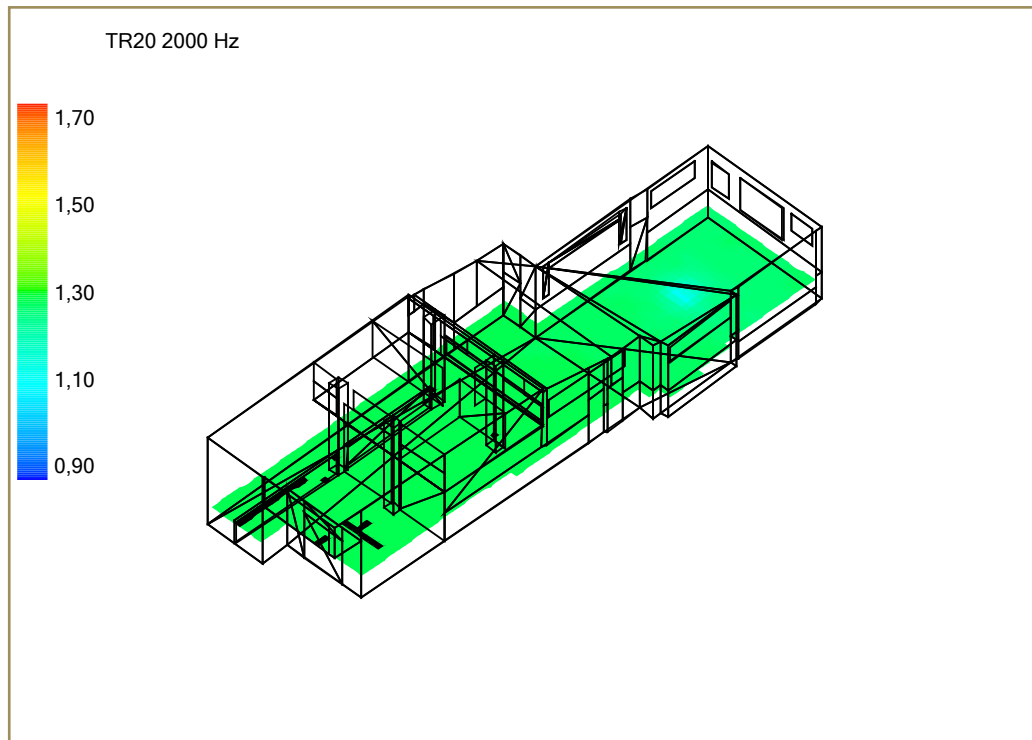


Figura 117. Mapa de distribución del tiempo de reverberación  $Tr_{20}$  a 2000 Hz

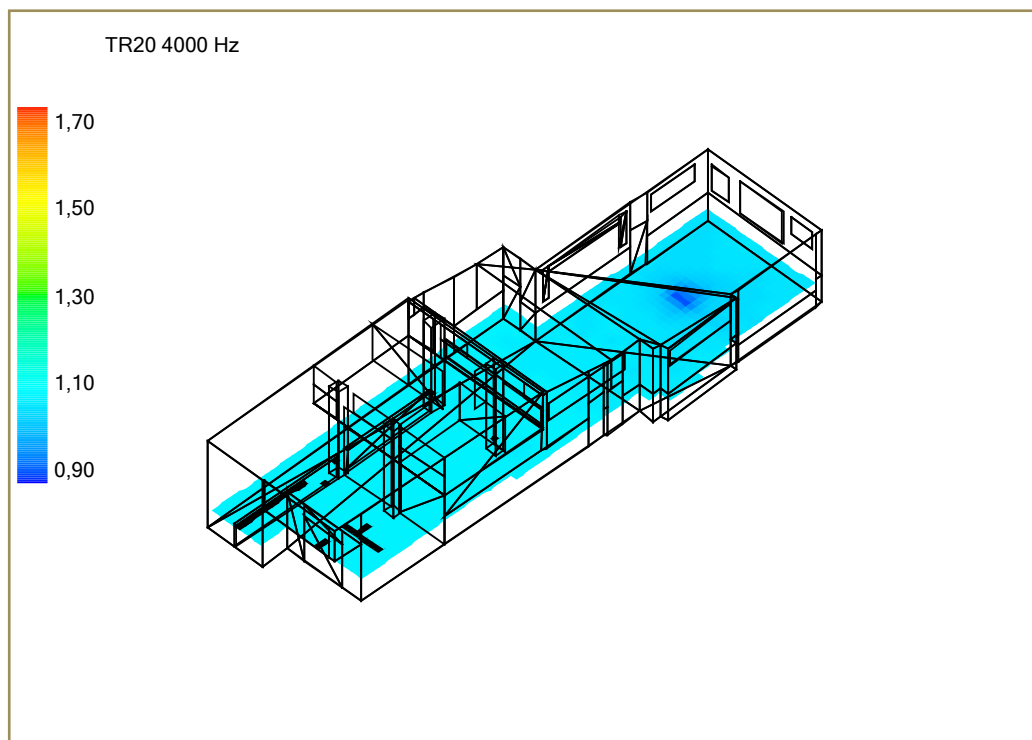


Figura 118. Mapa de distribución del tiempo de reverberación  $Tr_{20}$  a 4000 Hz

*Tiempo de reverberación inmediato, EDT*

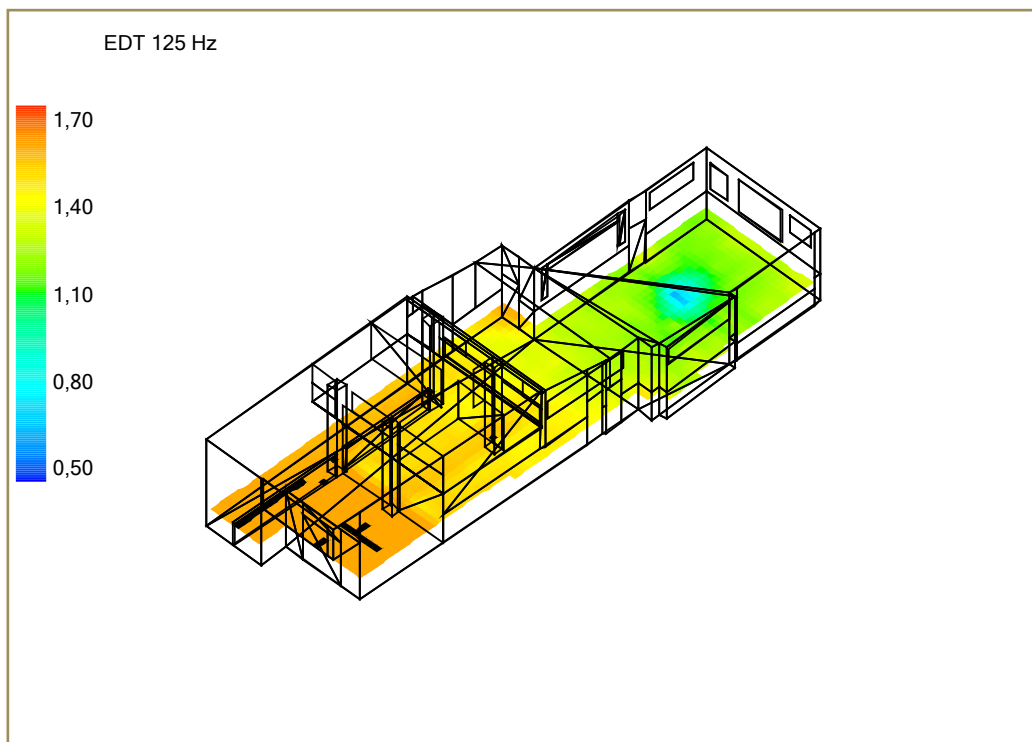


Figura 119. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato *EDT* a 125 Hz

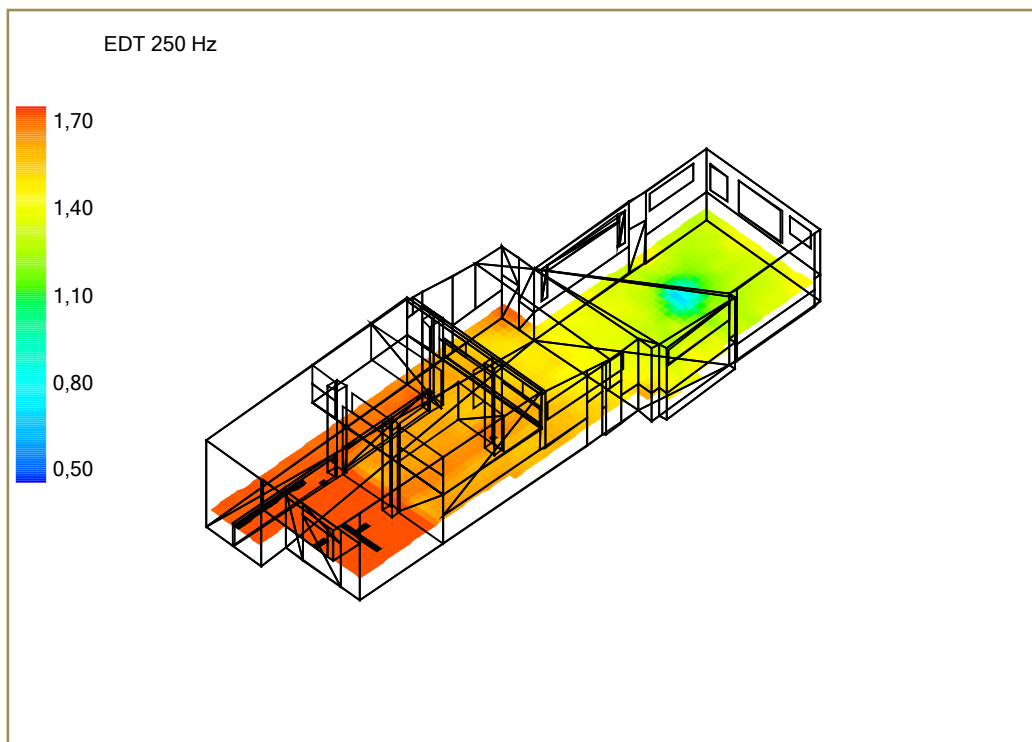


Figura 120. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato *EDT* a 250 Hz

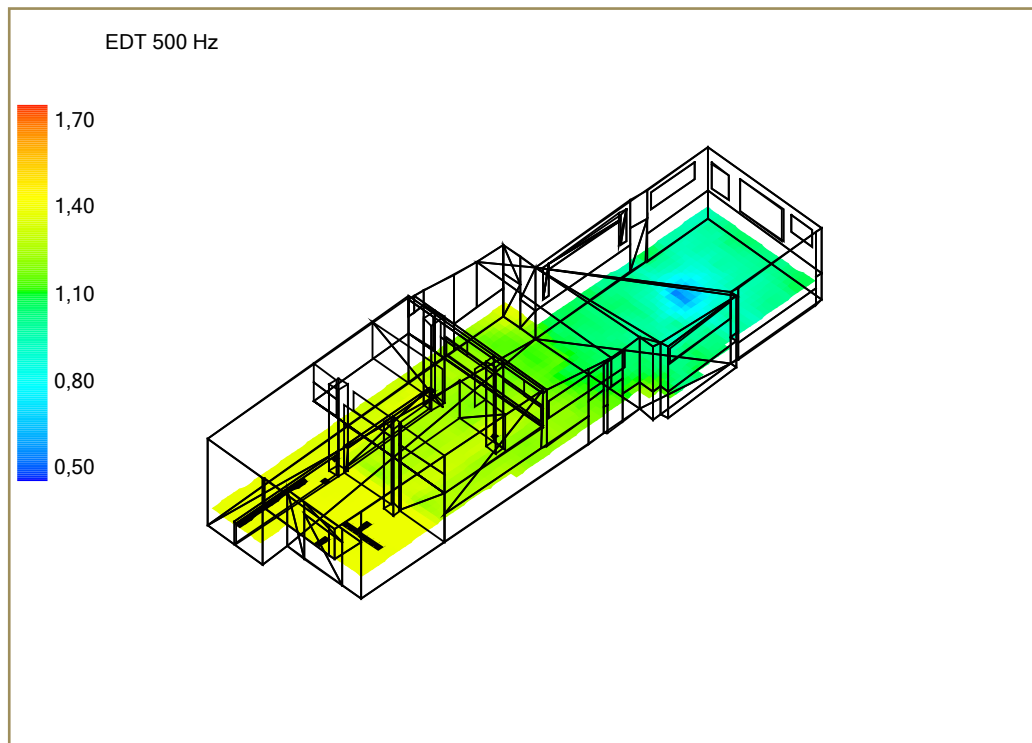


Figura 121. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato *EDT* a 500 Hz

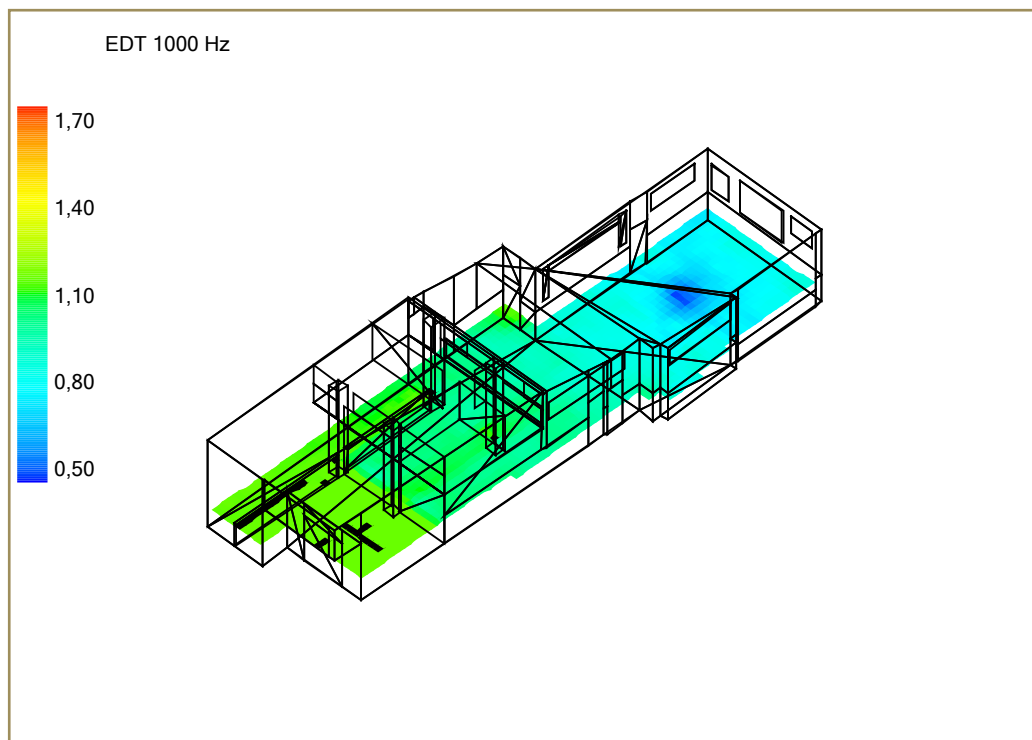


Figura 122. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato *EDT* a 1000 Hz

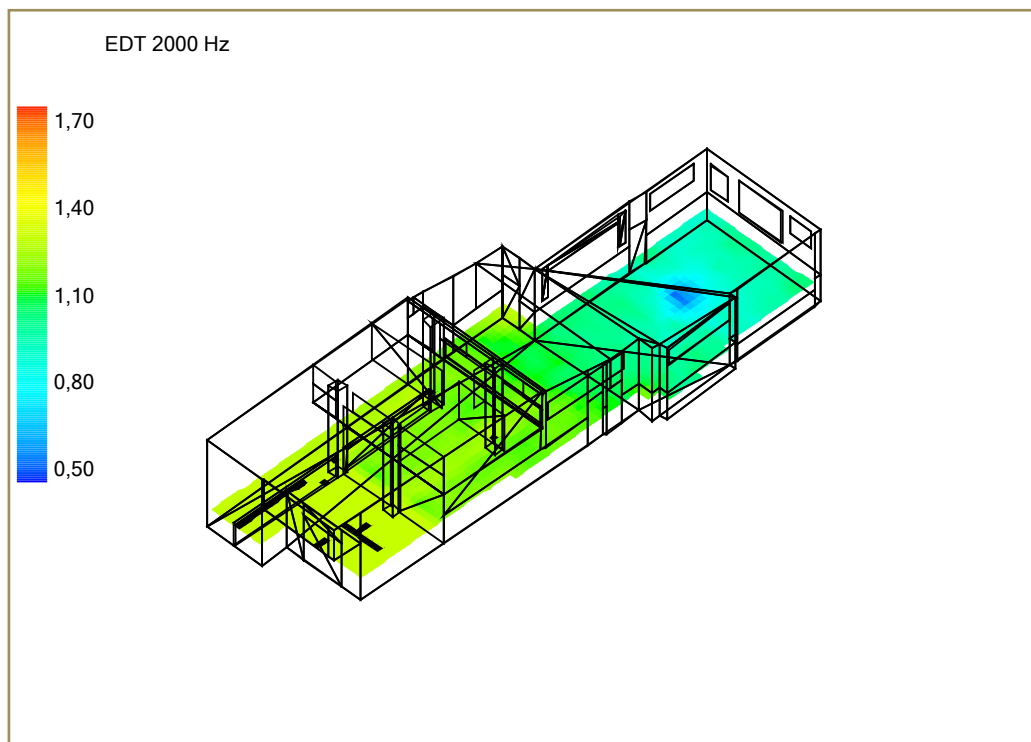


Figura 123. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato *EDT* a 2000 Hz

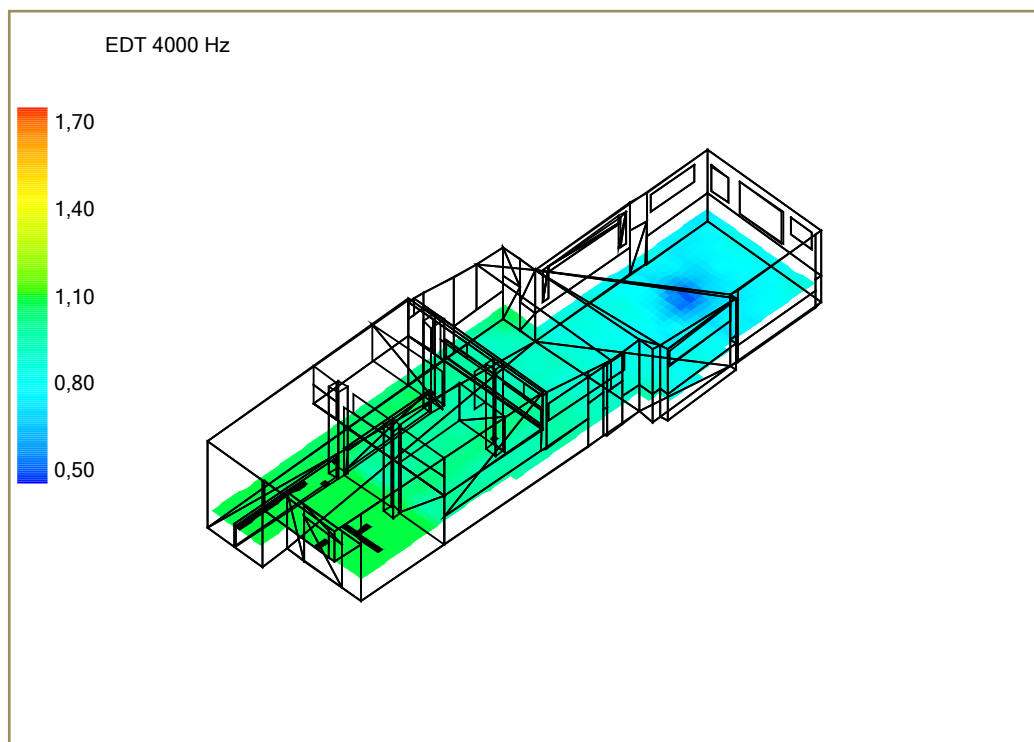


Figura 124. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato *EDT* a 4000 Hz

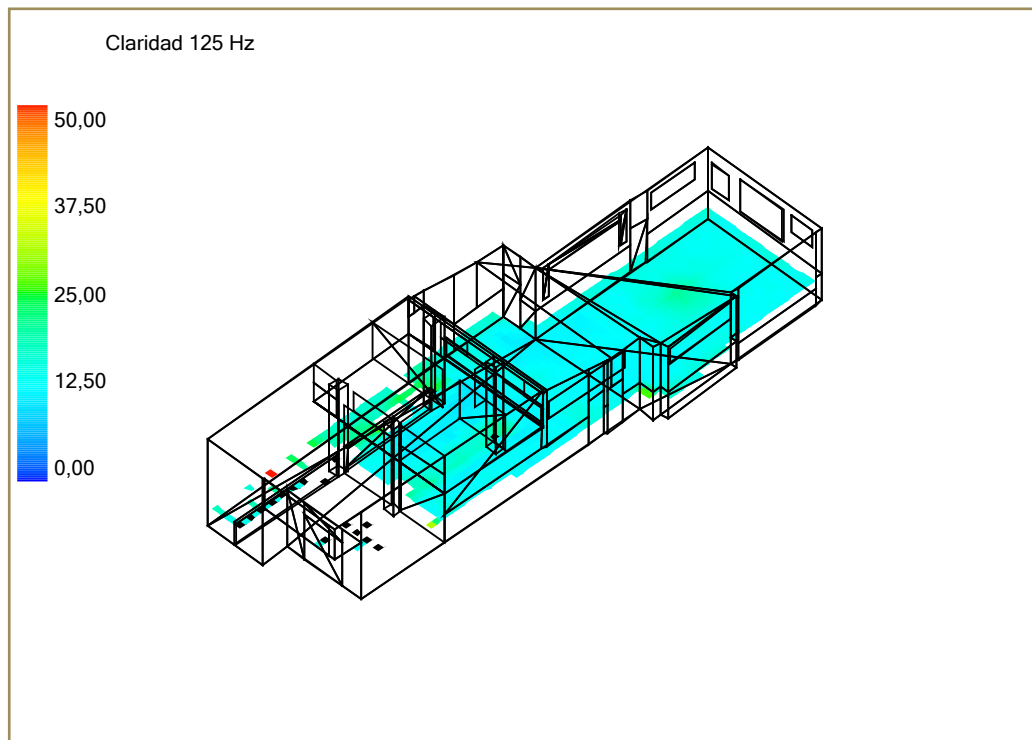
*Claridad,  $C_{80}$* 

Figura 125. Mapa de distribución del índice de claridad  $C_{80}$  a 125 Hz

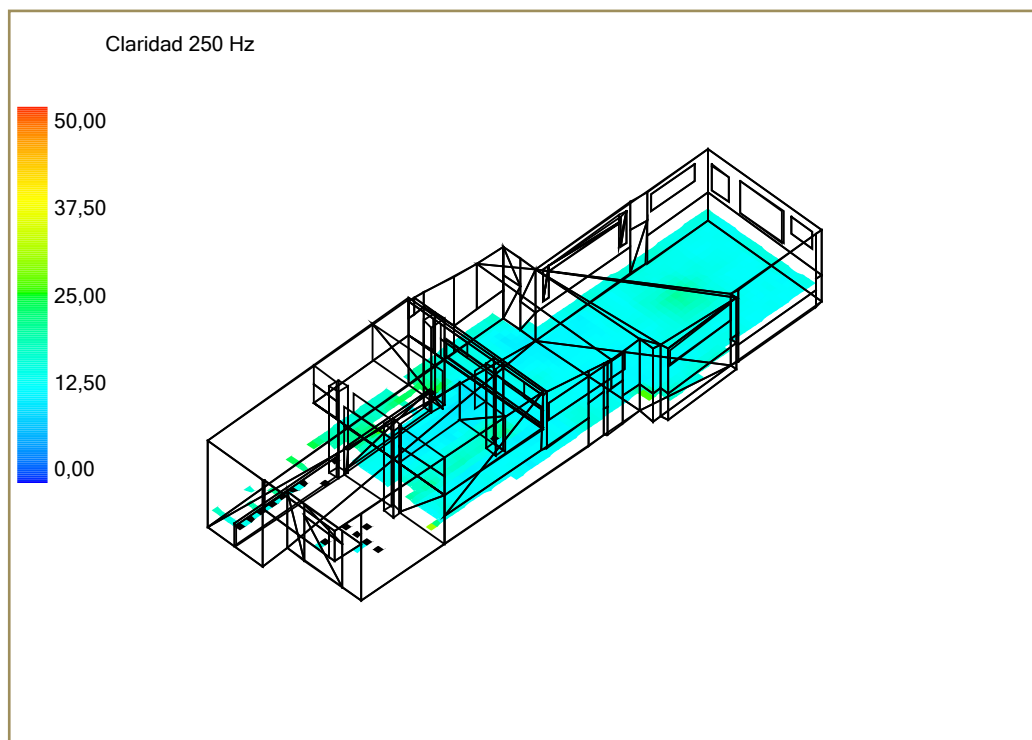


Figura 126. Mapa de distribución del índice de claridad  $C_{80}$  a 250 Hz

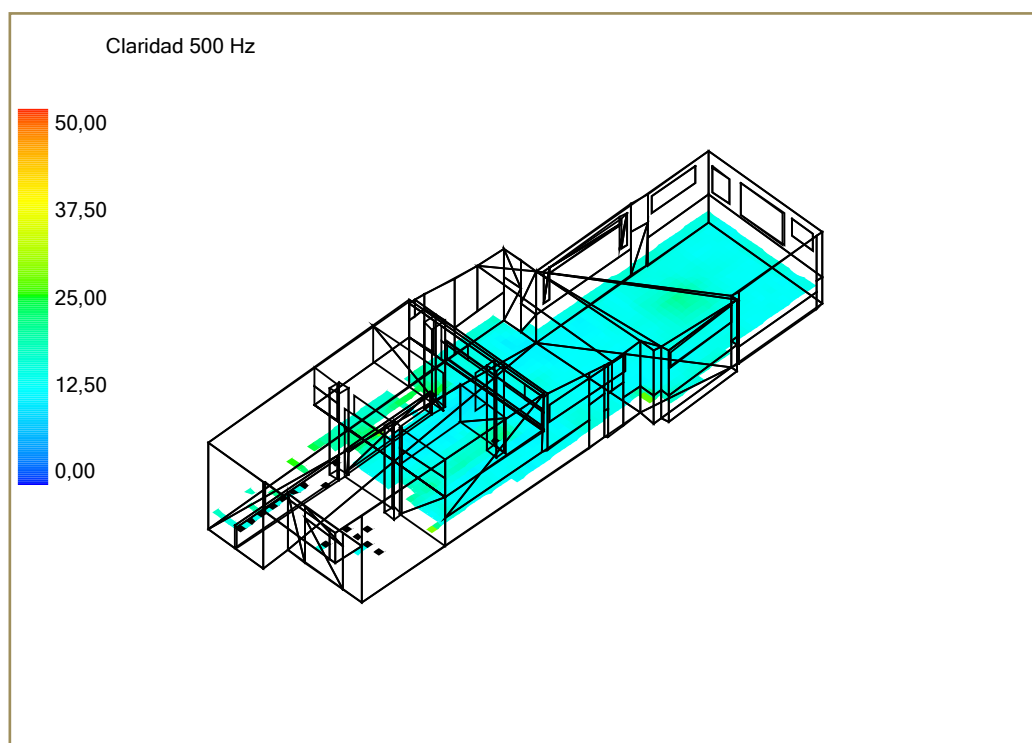


Figura 127. Mapa de distribución del índice de claridad  $C_{80}$  a 500 Hz

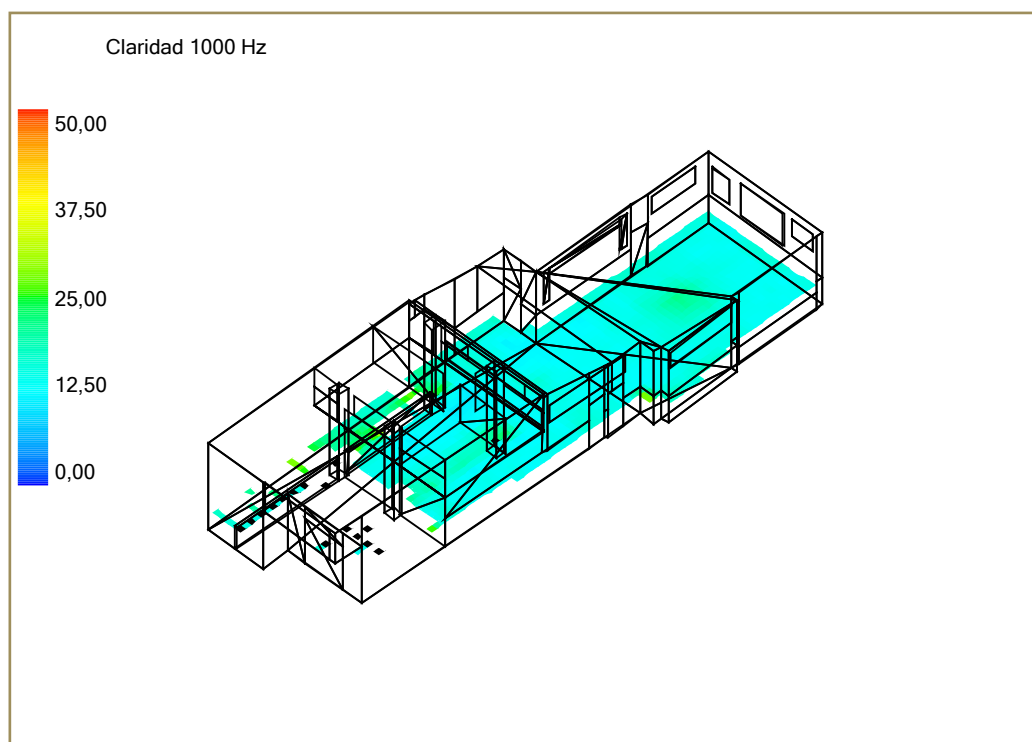


Figura 128. Mapa de distribución del índice de claridad  $C_{80}$  a 1000 Hz



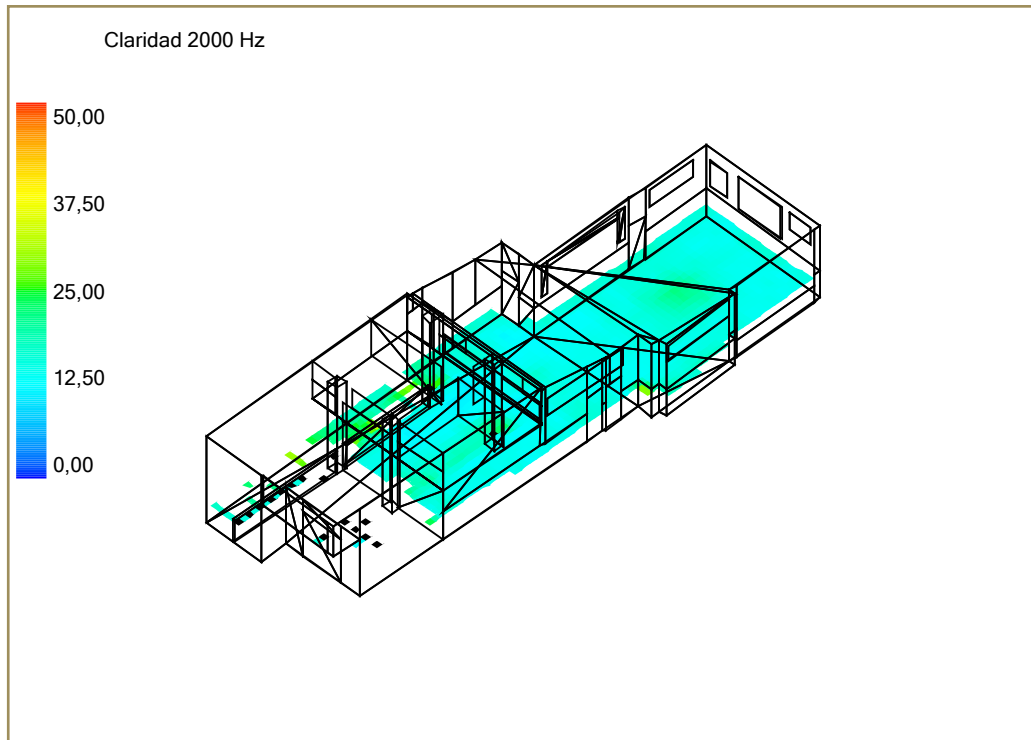


Figura 129. Mapa de distribución del índice de claridad  $C_{80}$  a 2000 Hz

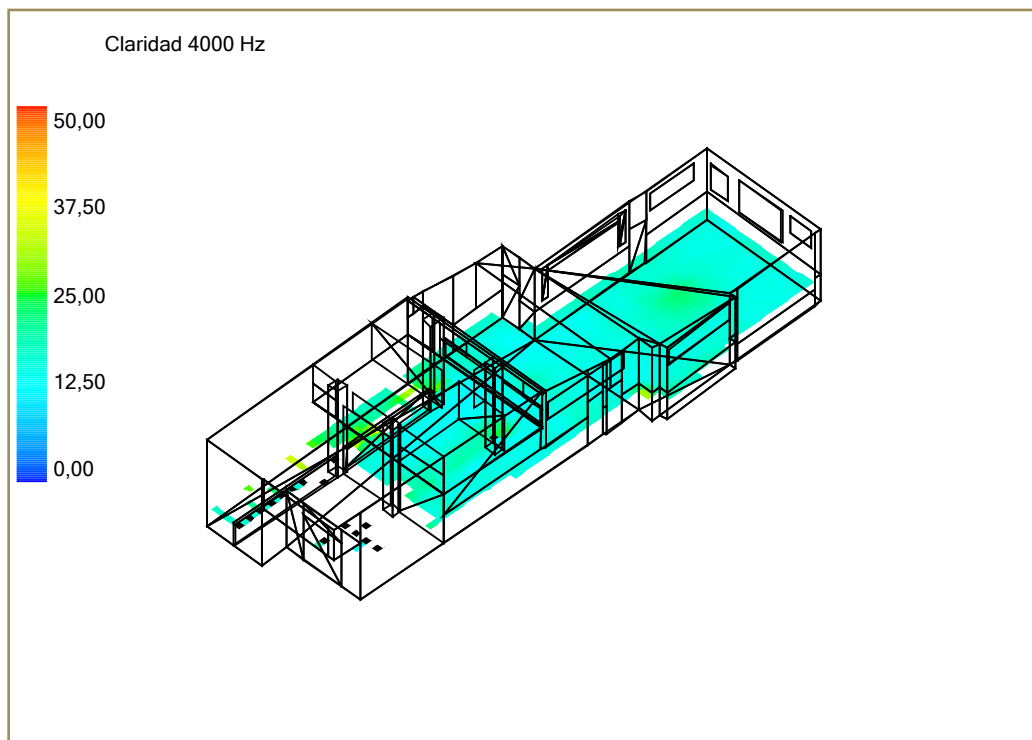


Figura 130. Mapa de distribución del índice de claridad  $C_{80}$  a 4000 Hz

# ANEXO VI. SIMULACIÓN ESTADO PROPUESTO. RESULTADOS

## *Niveles de presión*

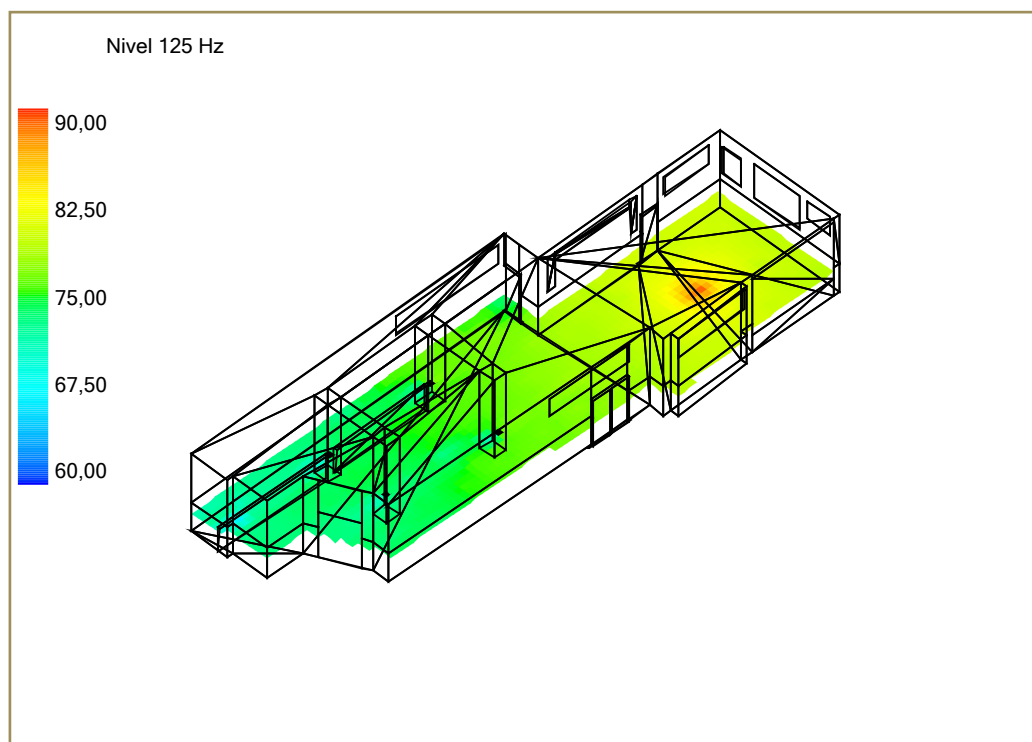


Figura 131. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 125 Hz

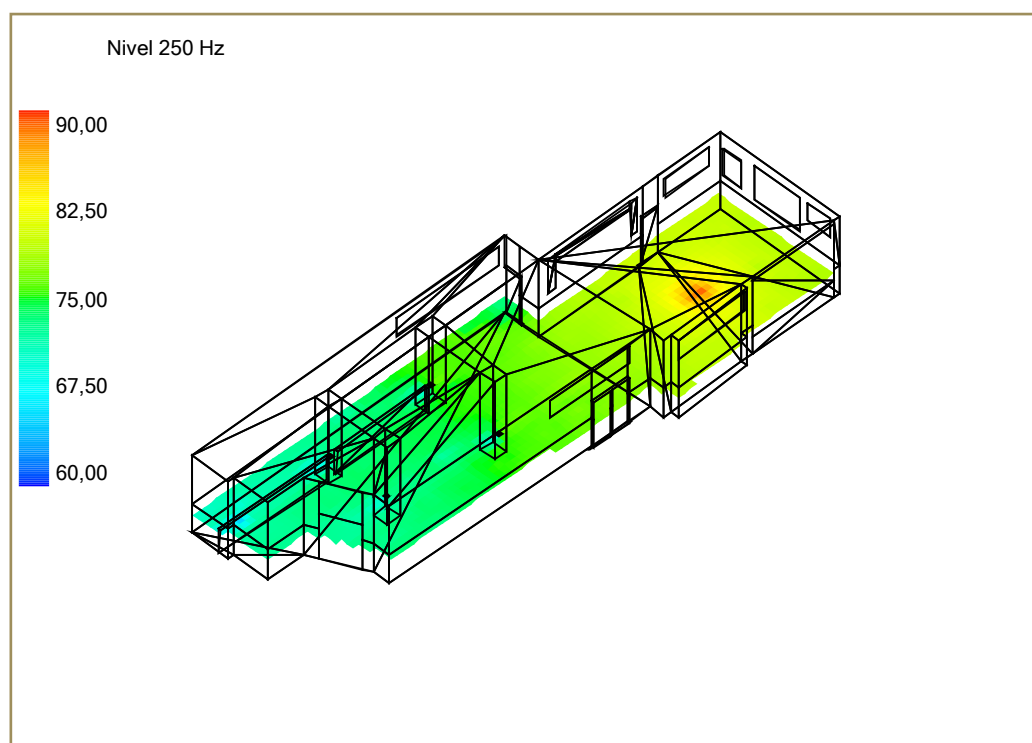


Figura 132. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 250 Hz

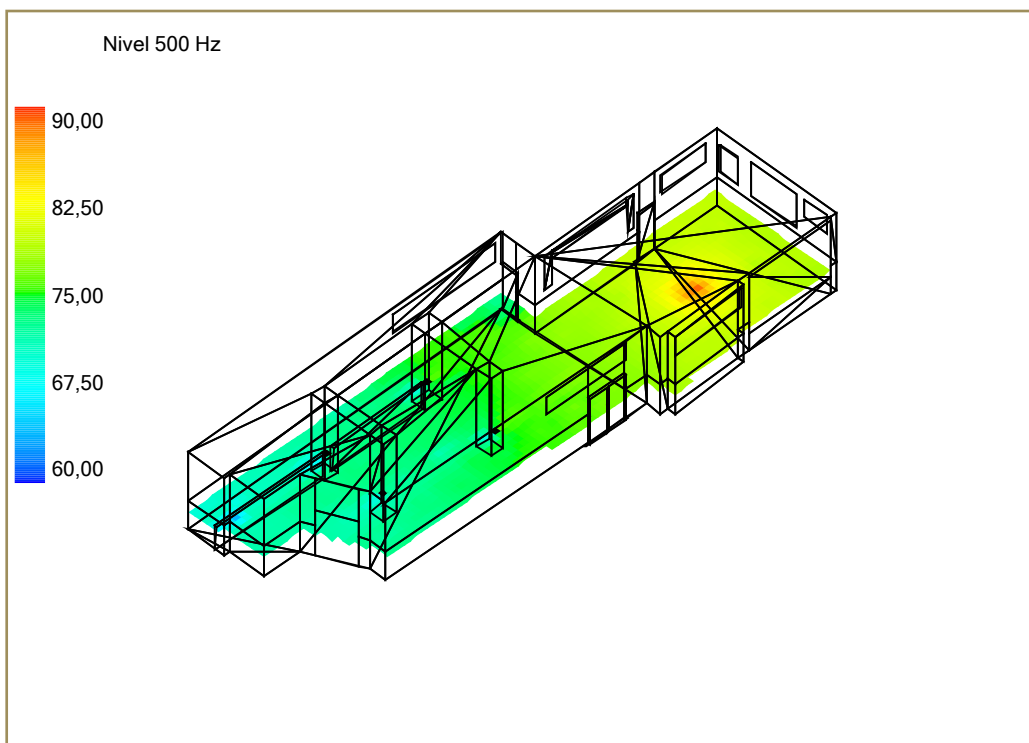


Figura 133. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 500 Hz

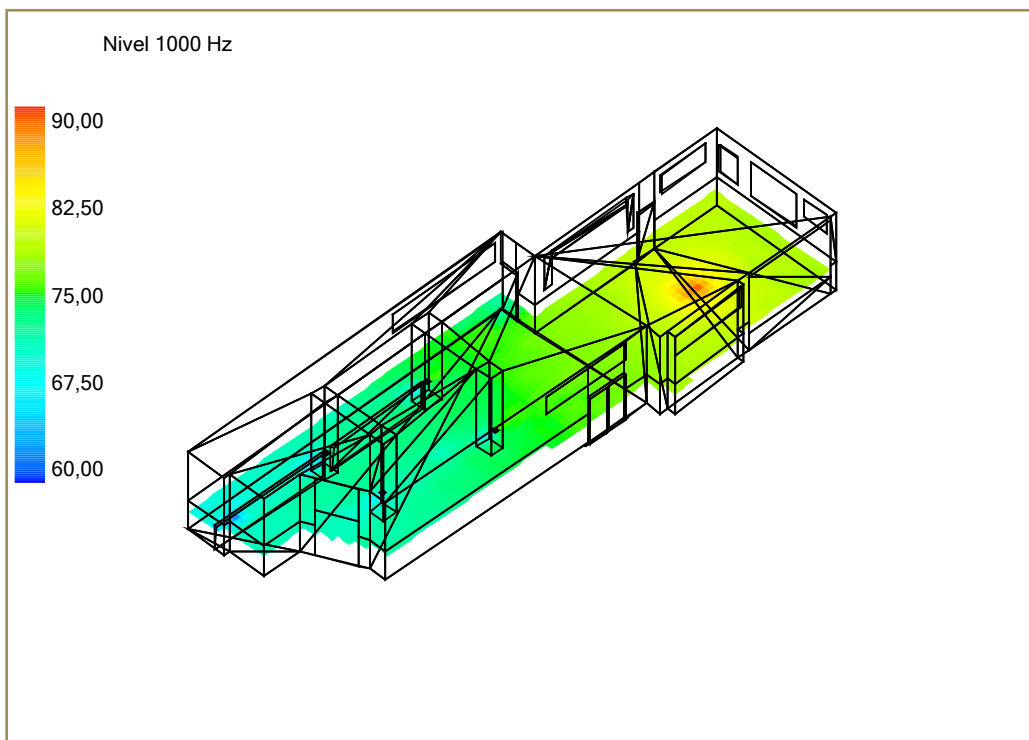


Figura 134. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 1000 Hz

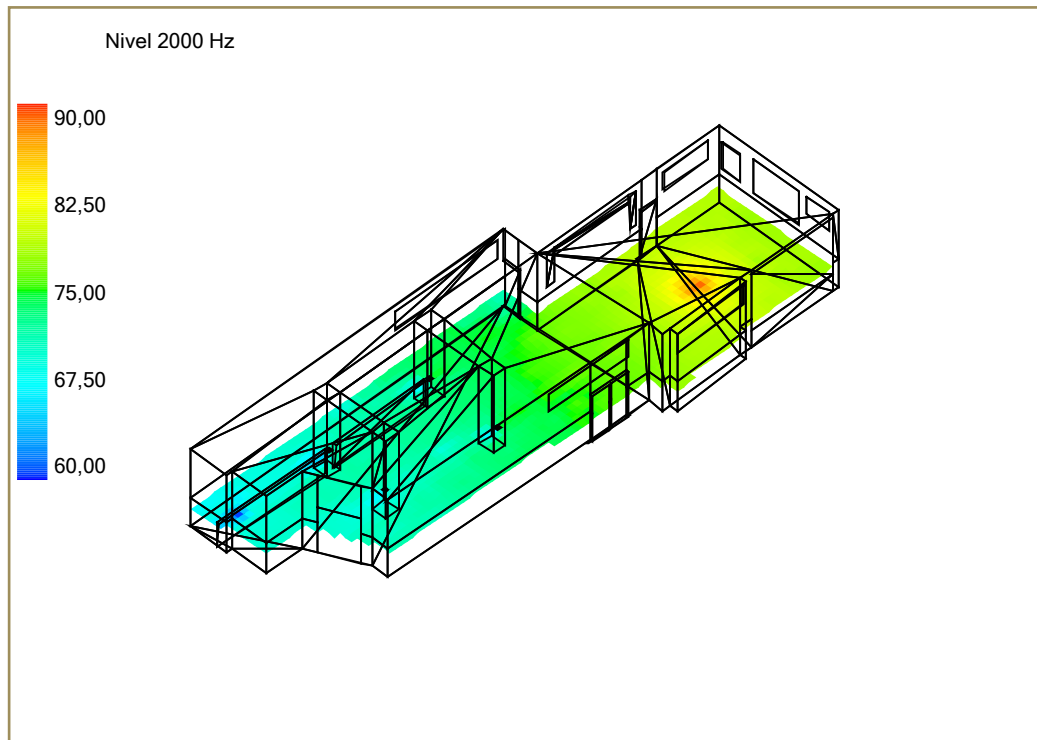


Figura 135. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 2000 Hz

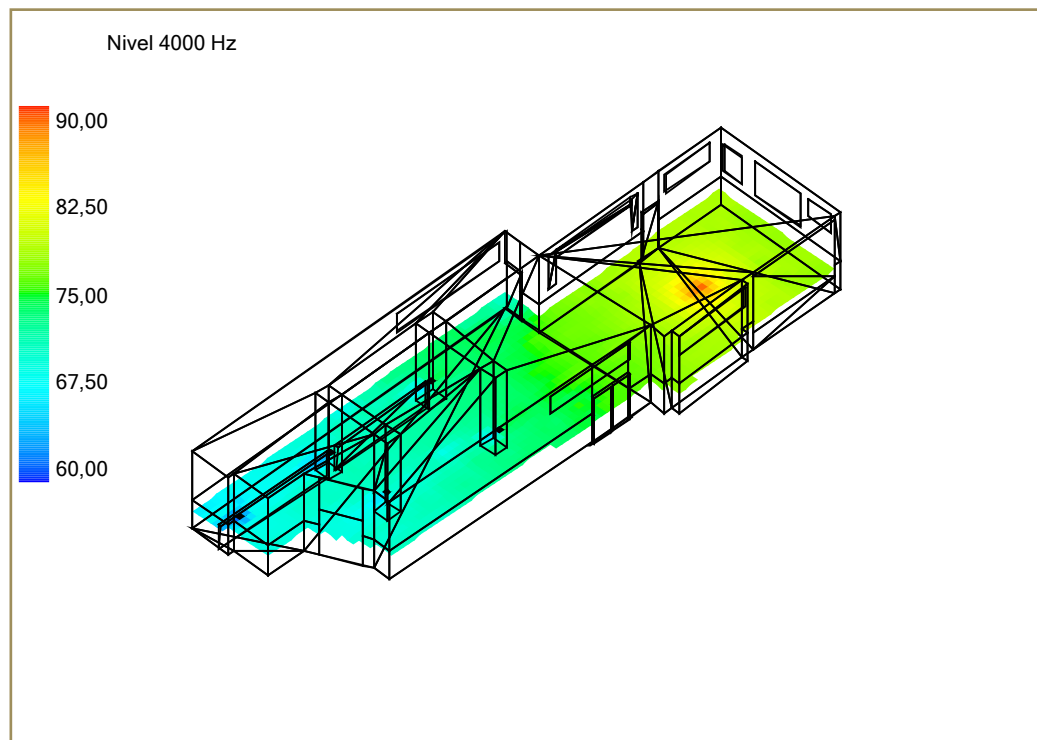


Figura 136. Mapa de distribución del nivel de presión sonora a 4000 Hz

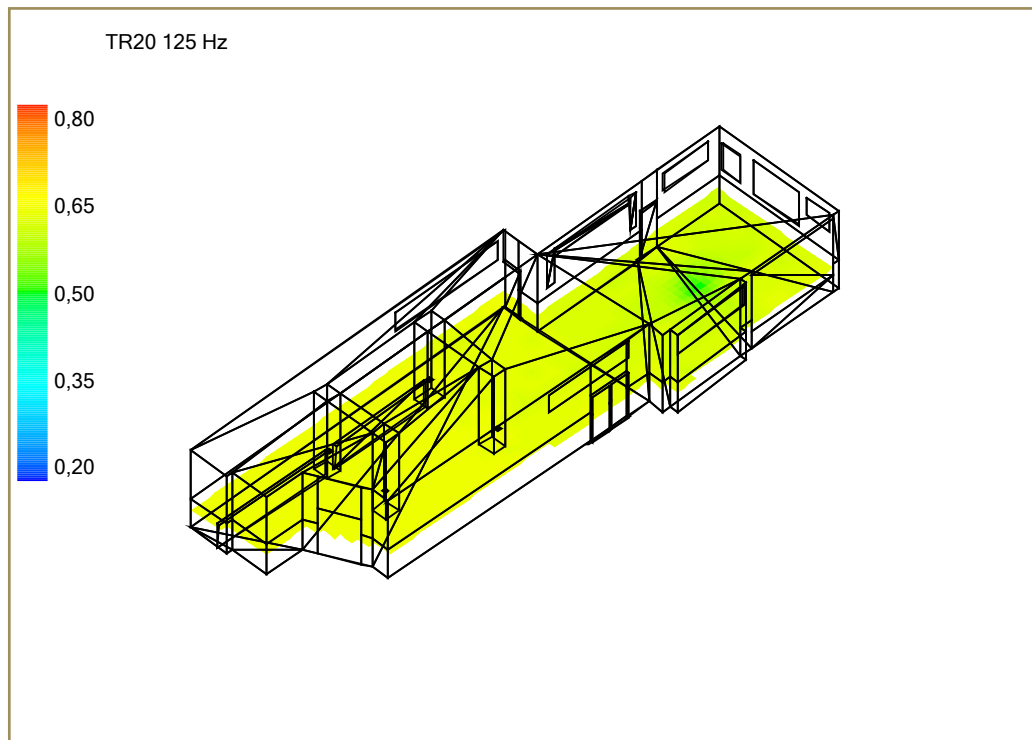
*Tiempo de reverberación,  $Tr_{20}$* 

Figura 137. Mapa de distribución del tiempo de reverberación  $Tr_{20}$  a 125 Hz

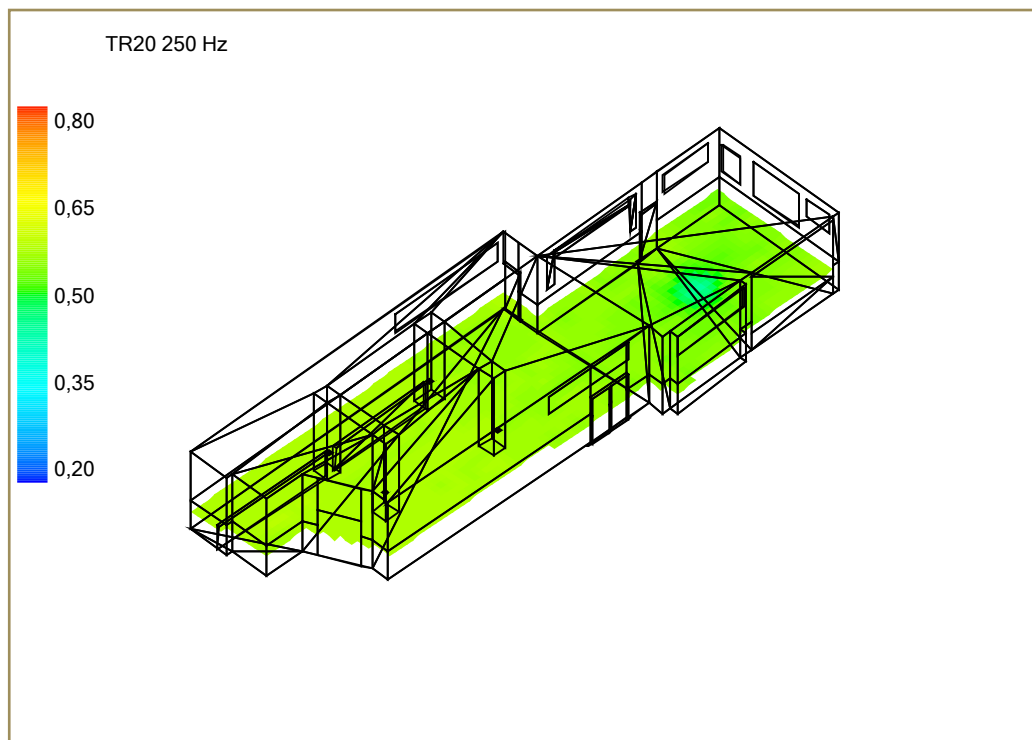


Figura 138. Mapa de distribución del tiempo de reverberación  $Tr_{20}$  a 250 Hz

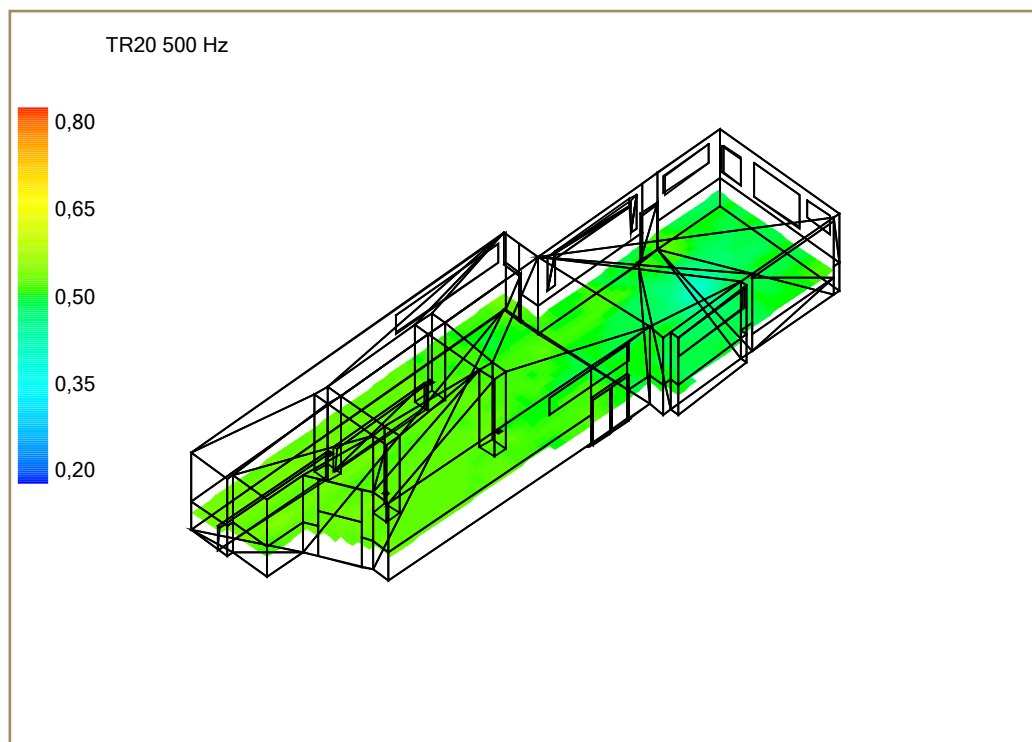


Figura 139. Mapa de distribución del tiempo de reverberación  $Tr_{20}$  a 500 Hz

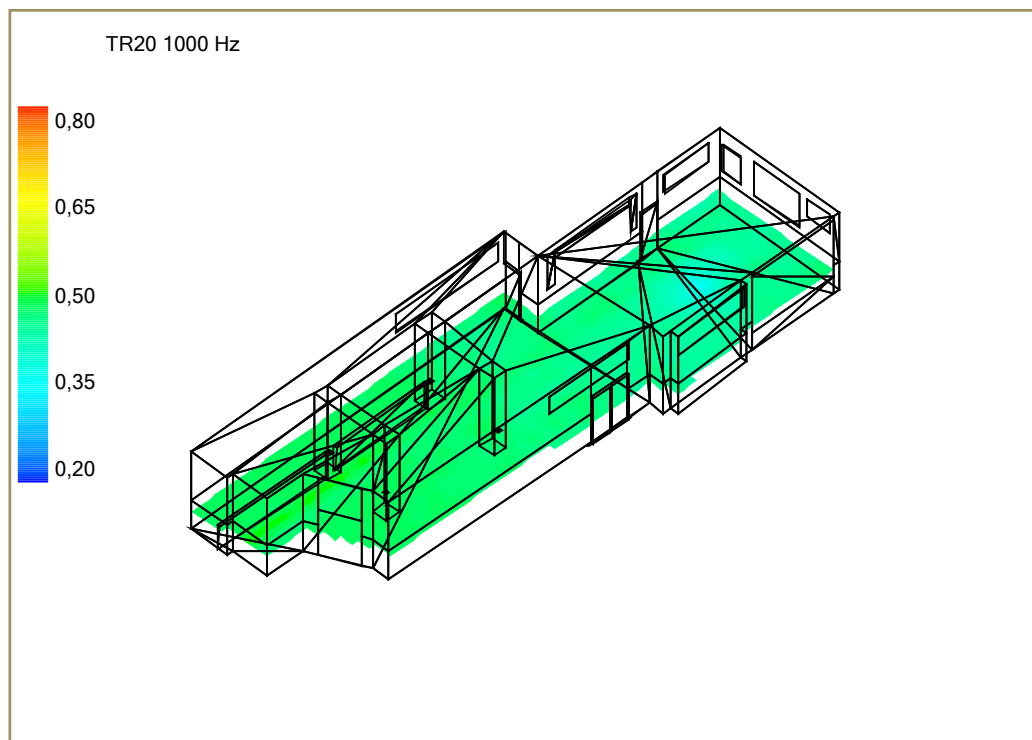


Figura 140. Mapa de distribución del tiempo de reverberación  $Tr_{20}$  a 1000 Hz

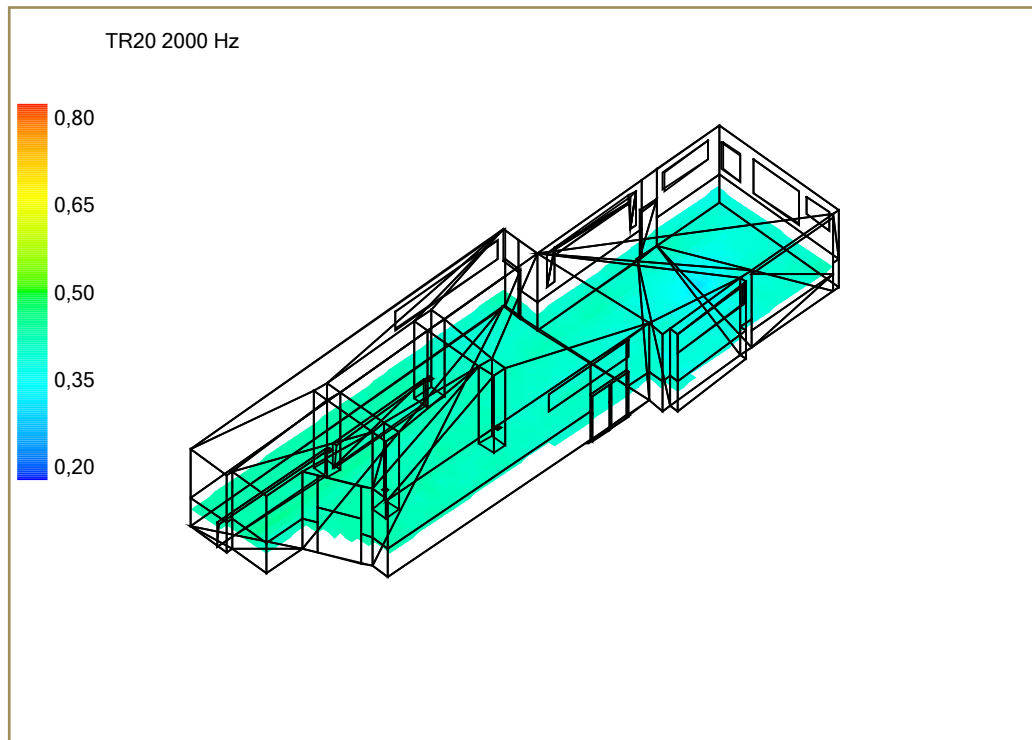


Figura 141. Mapa de distribución del tiempo de reverberación  $Tr_{20}$  a 2000 Hz

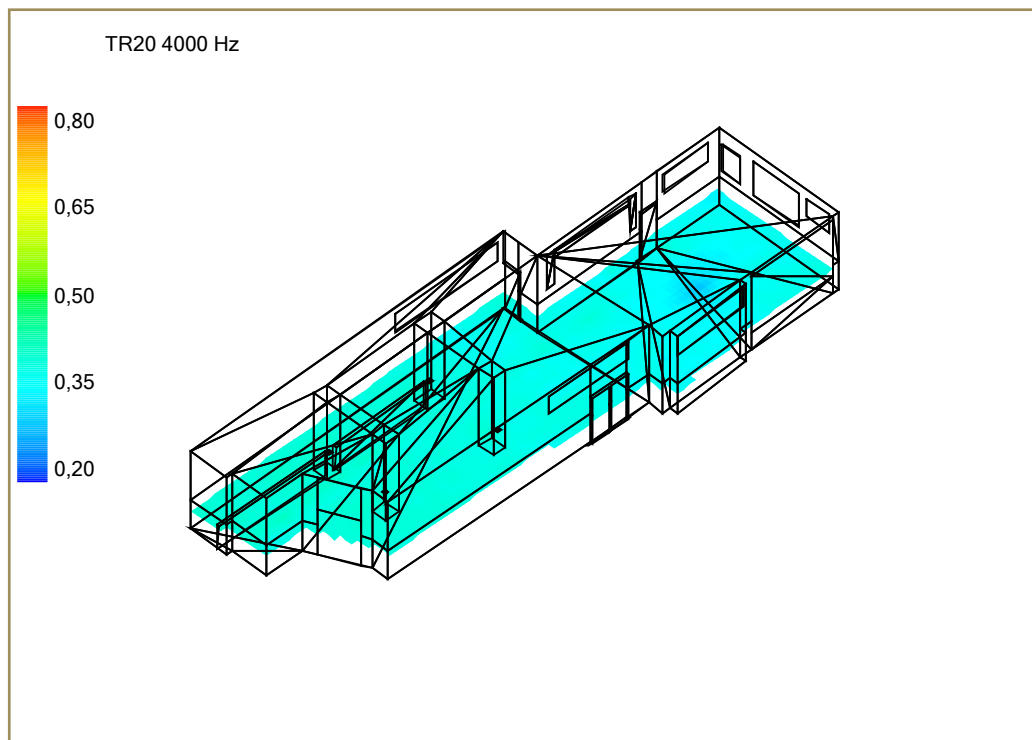


Figura 142. Mapa de distribución del tiempo de reverberación  $Tr_{20}$  a 4000 Hz

### Tiempo de reverberación inmediato, *EDT*

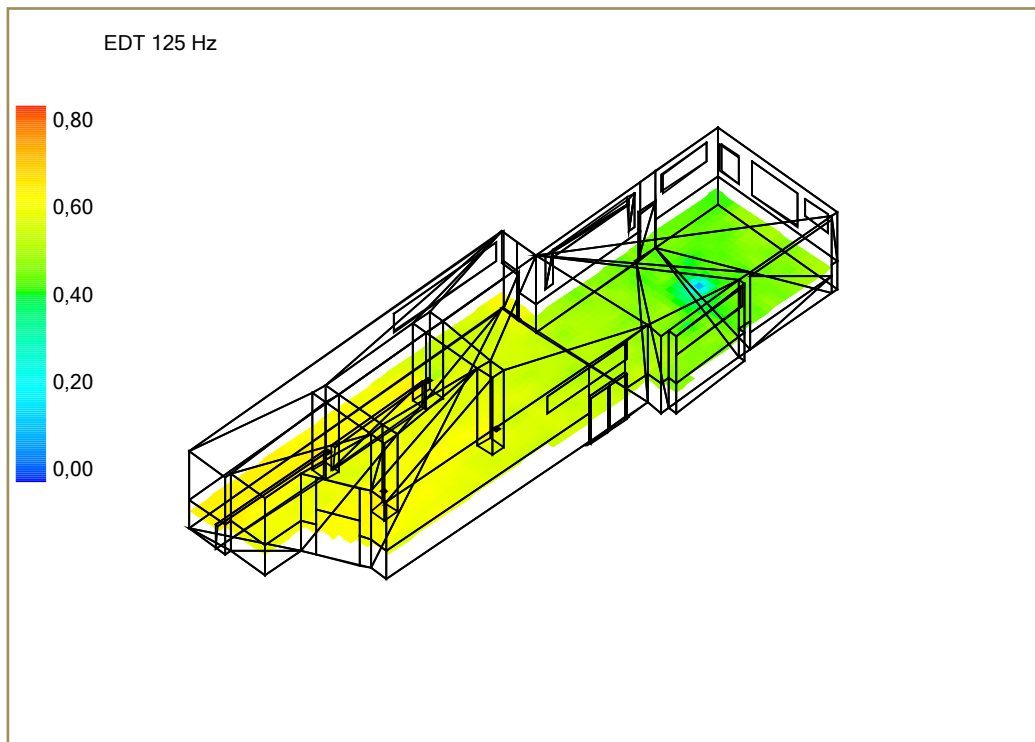


Figura 143. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato *EDT* a 125 Hz

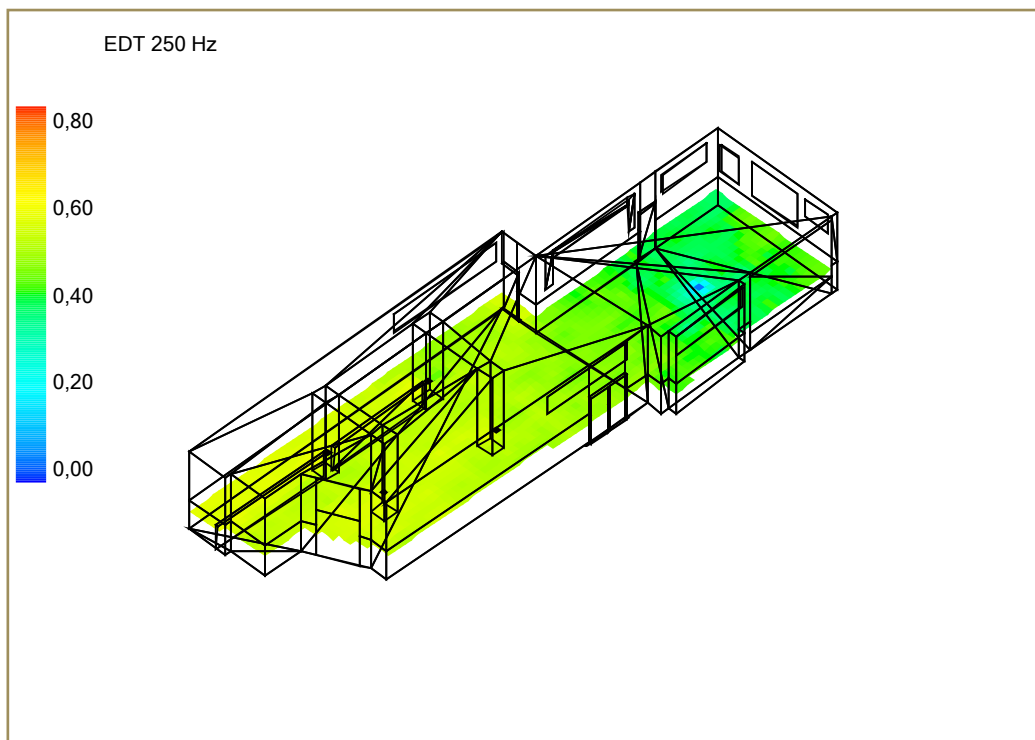


Figura 144. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato *EDT* a 250 Hz



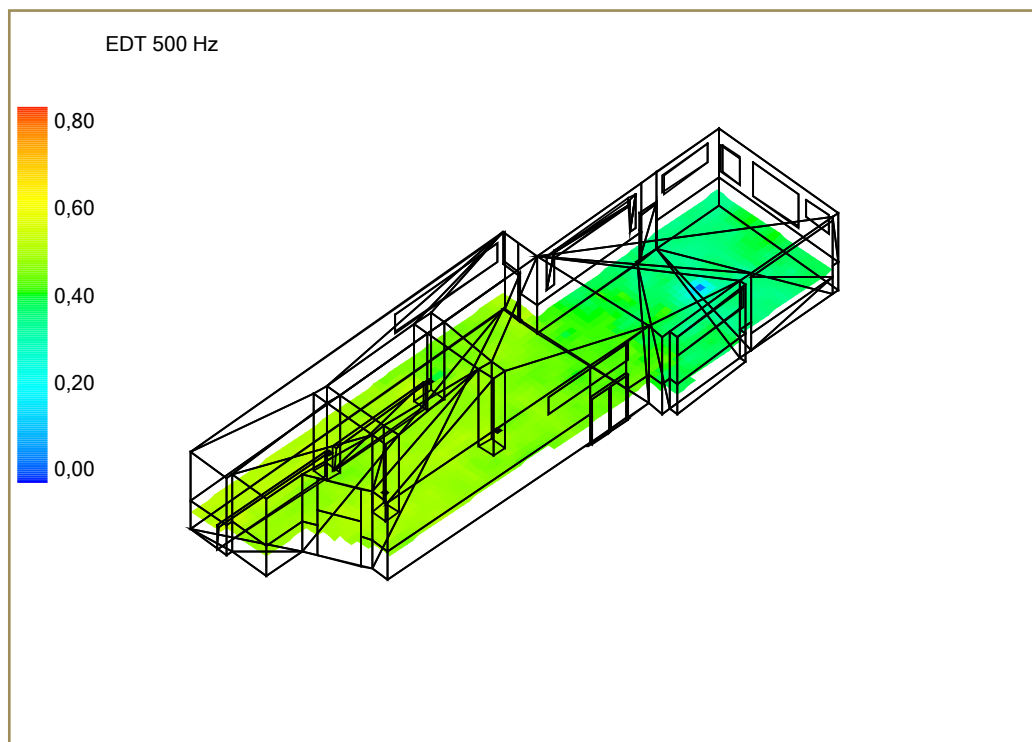


Figura 145. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato *EDT* a 500 Hz

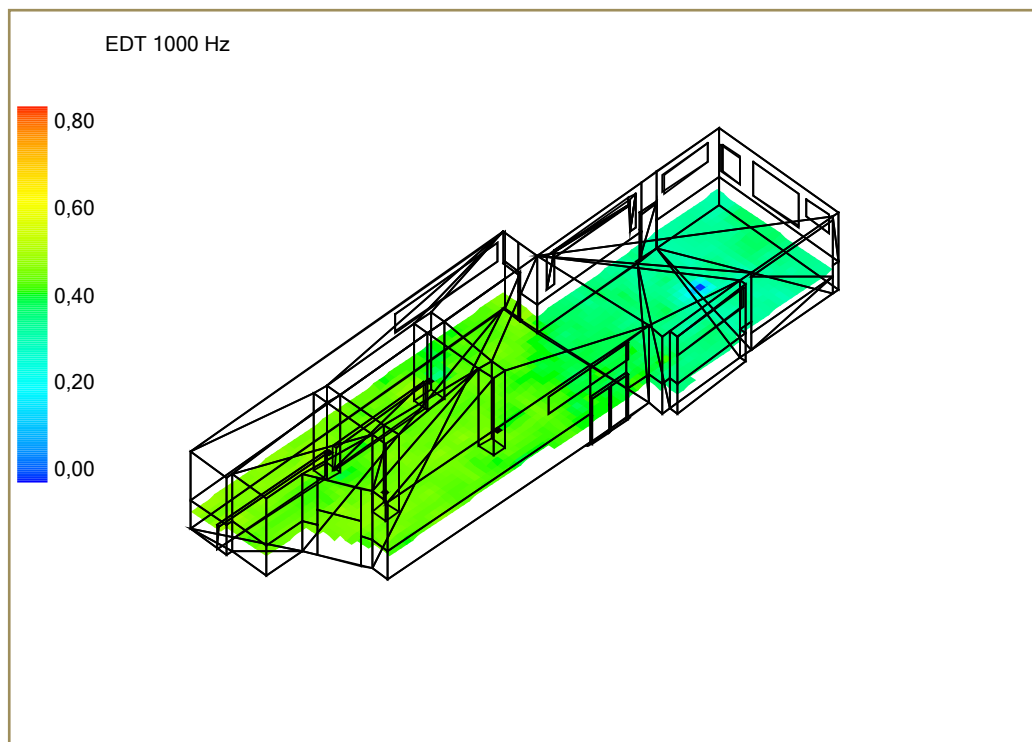


Figura 146. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato *EDT* a 1000 Hz

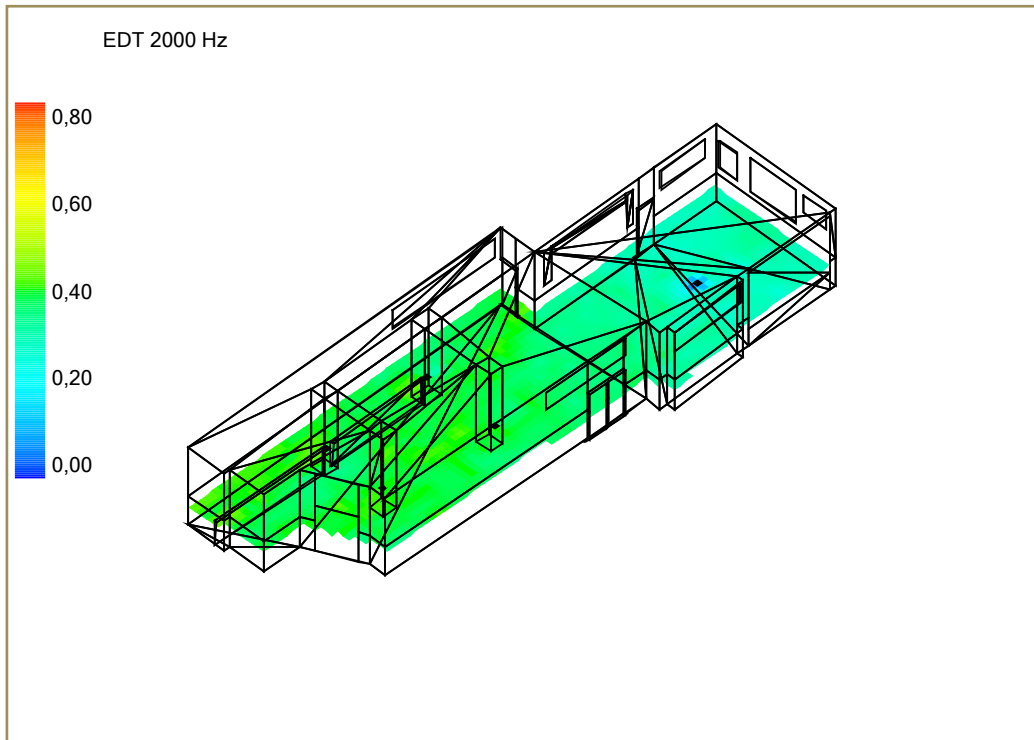


Figura 147. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato *EDT* a 2000 Hz

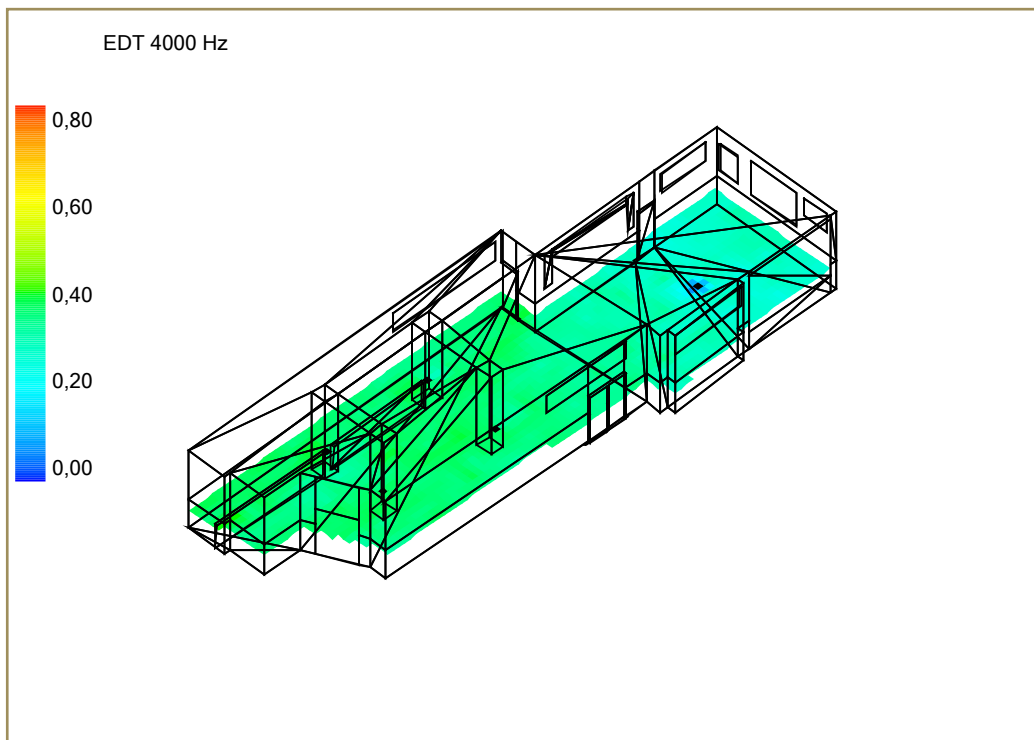


Figura 148. Mapa de distribución del tiempo de reverberación inmediato *EDT* a 4000 Hz

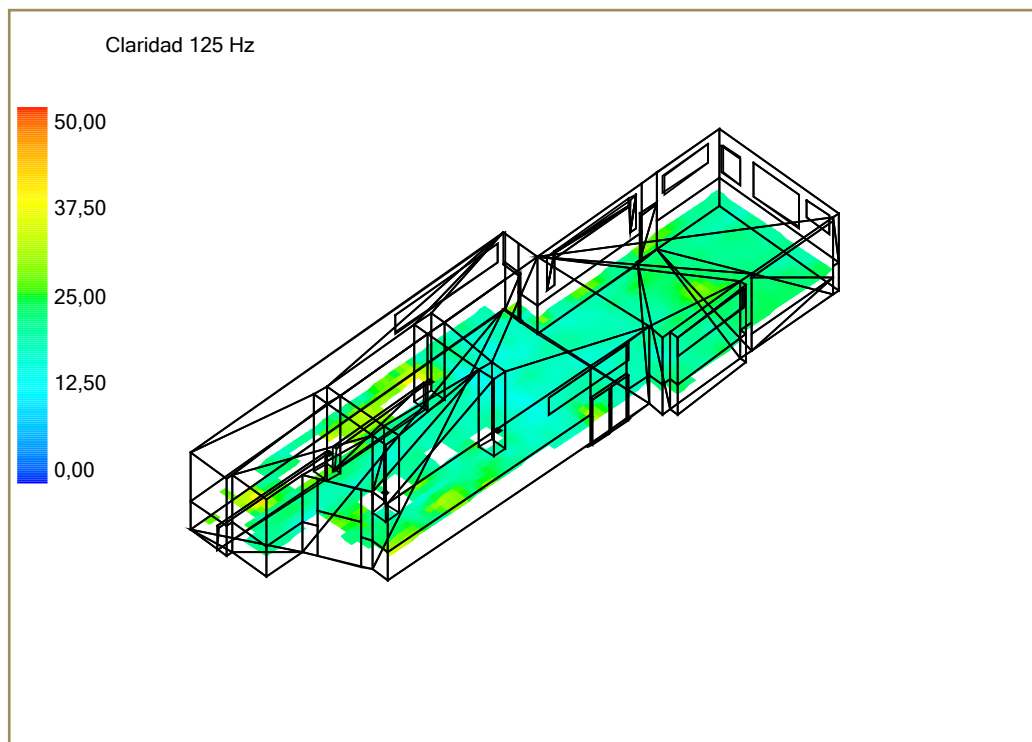
*Claridad,  $C_{80}$* 

Figura 149. Mapa de distribución del índice de claridad  $C_{80}$  a 125 Hz

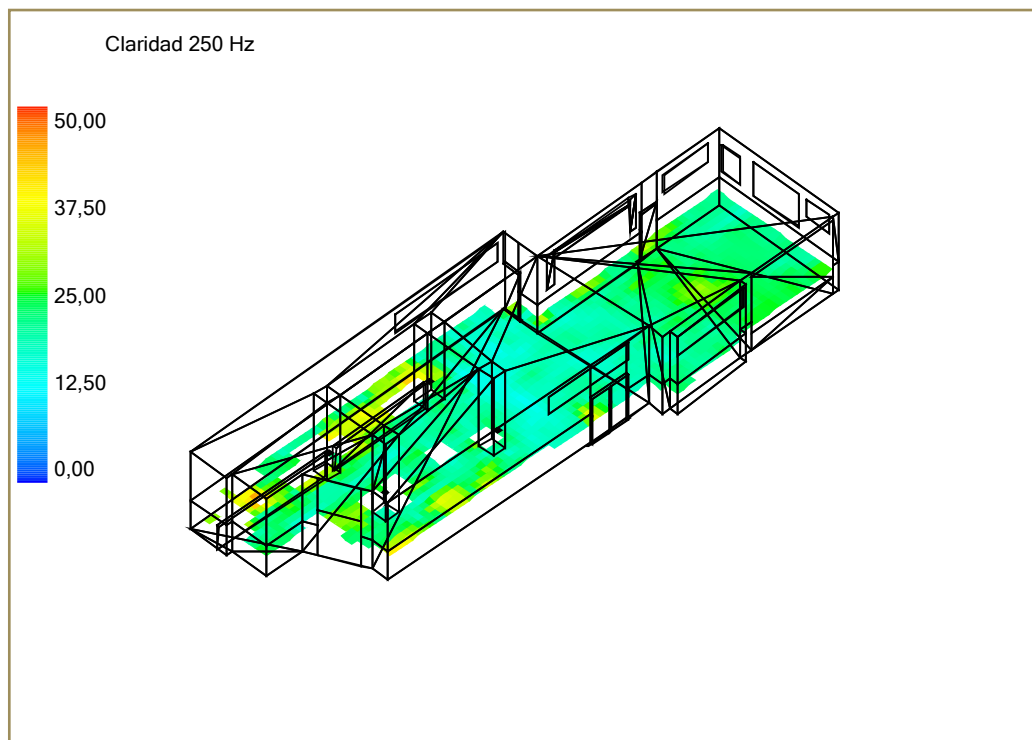


Figura 150. Mapa de distribución del índice de claridad  $C_{80}$  a 250 Hz

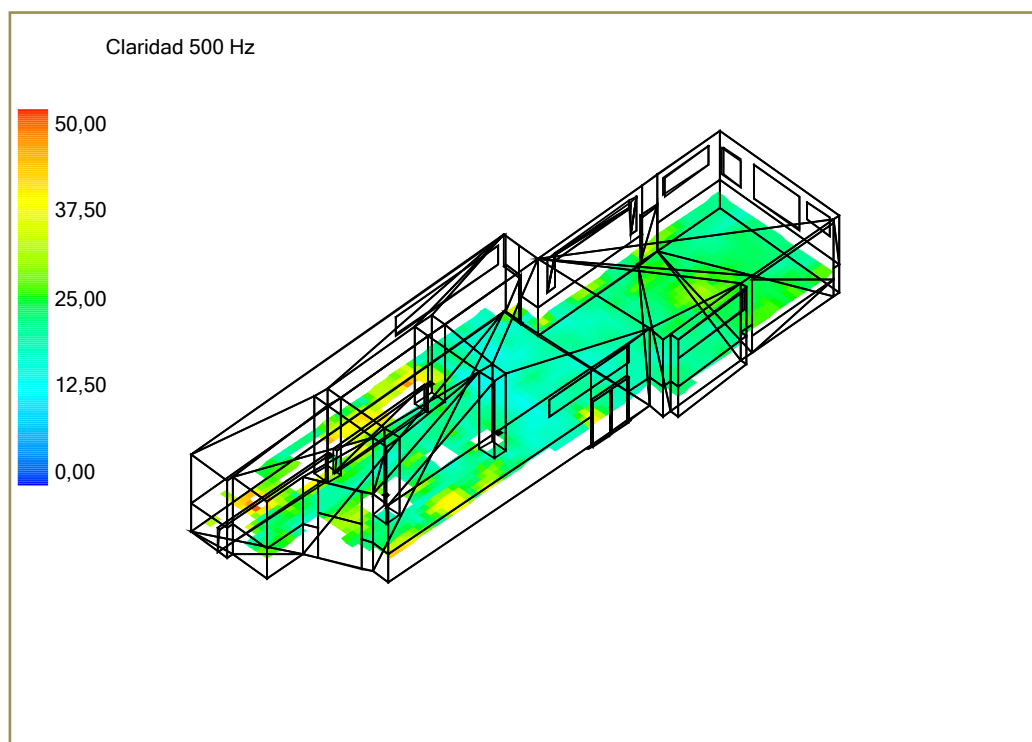


Figura 151. Mapa de distribución del índice de claridad  $C_{80}$  a 500 Hz

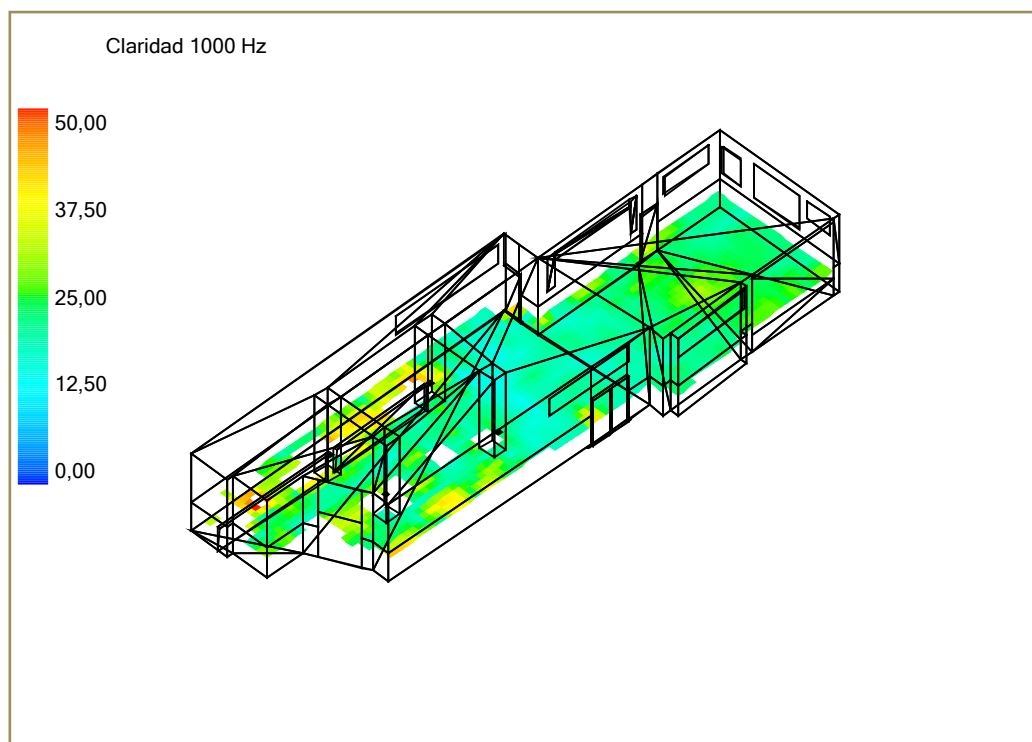


Figura 152. Mapa de distribución del índice de claridad  $C_{80}$  a 1000 Hz

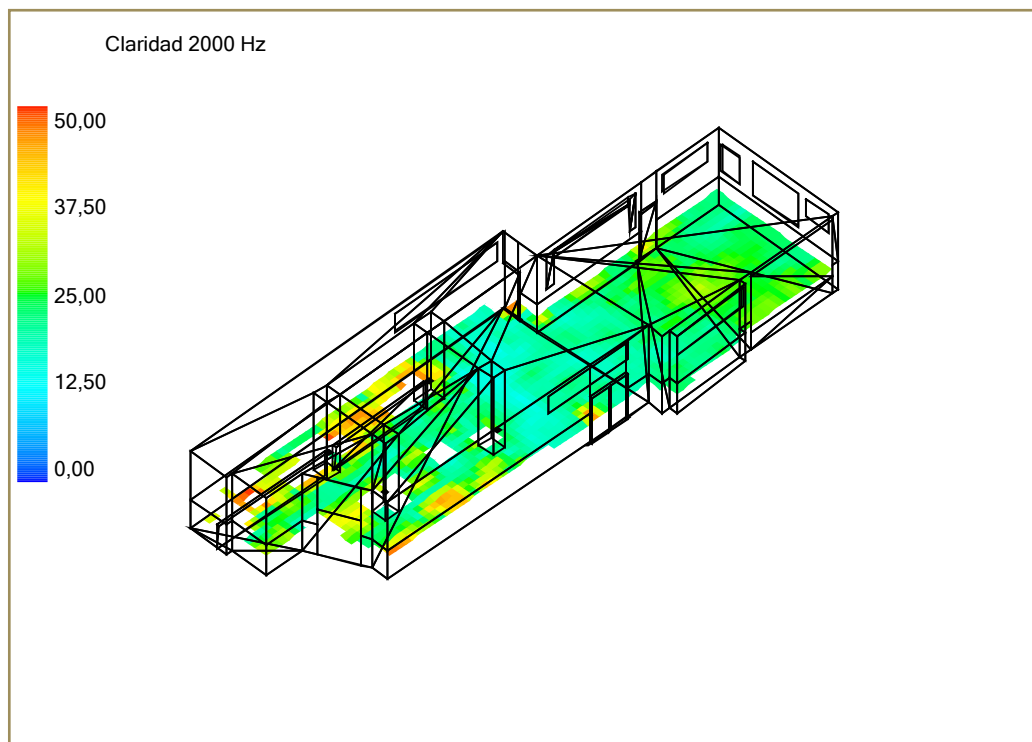


Figura 153. Mapa de distribución del índice de claridad  $C_{80}$  a 2000 Hz

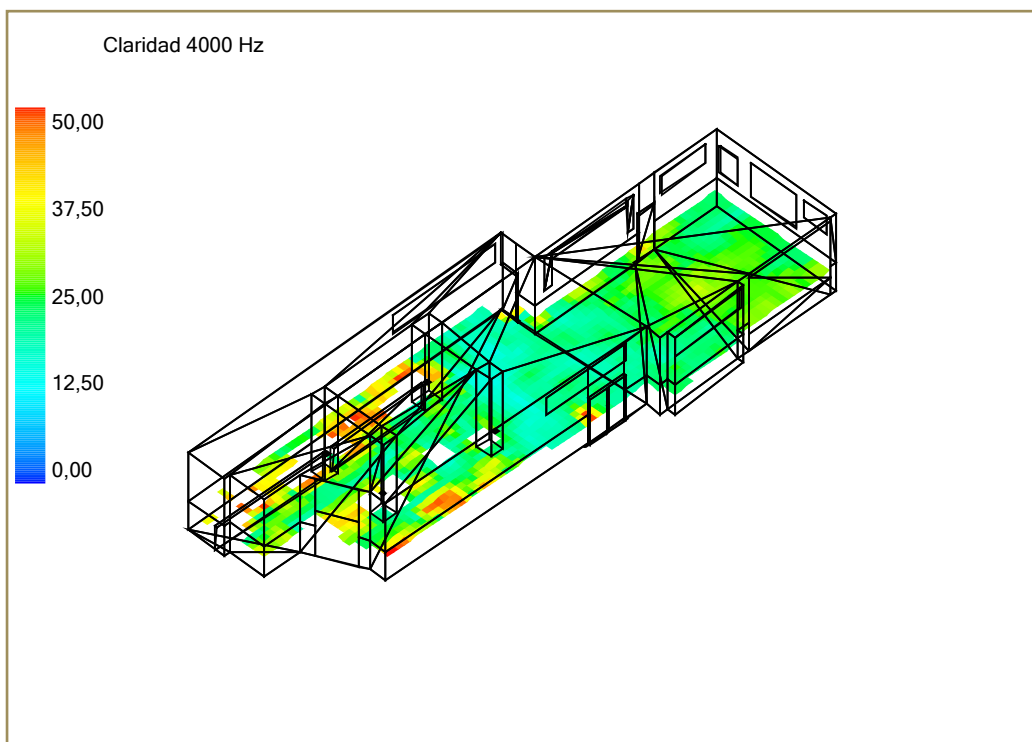


Figura 154. Mapa de distribución del índice de claridad  $C_{80}$  a 4000 Hz

# ANEXO VII. IMÁGENES REALES DEL CASAL FALLERO



Figura 155. Imagen real 1



Figura 156. Imagen real 2



Figura 157. Imagen real 3



Figura 158. Imagen real 4



Figura 159. Imagen real 5



Figura 160. Imagen real 6

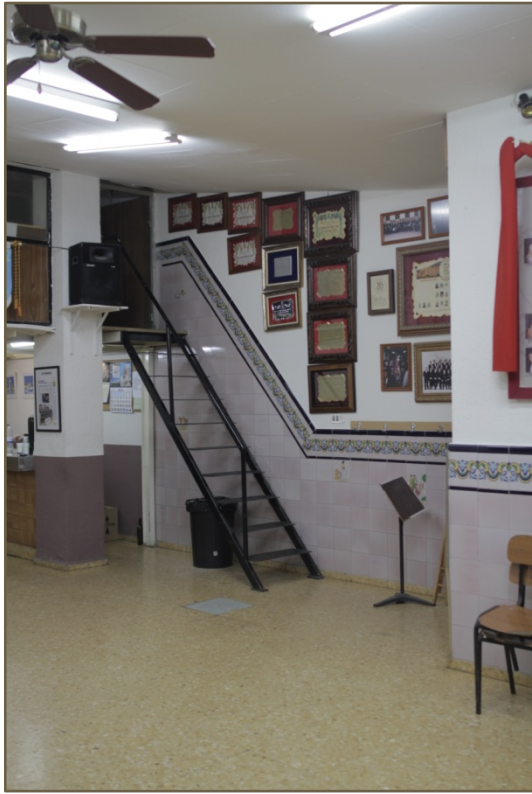


Figura 161. Imagen real 7



Figura 162. Imagen real 8



Figura 163. Imagen real 9



Figura 164. Imagen real 10



# VII

## ANEXO VII. IMÁGENES REALES CASAL FALLERO