



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

TESIS DOCTORAL

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES  
EN LA UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE VALENCIA  
ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS  
DE CALIDAD ACÚSTICA

**AUTOR**

Francisco J. Sanchis Mullor

**DIRECTORES**

Dr. Ignacio Guillén Guillamón

Dr. Vicente Gómez Lozano

SEPTIEMBRE 2016



Un hombre siembra un pensamiento y recoge una acción

Siembra una acción y recoge un hábito

Siembra un hábito y recoge un carácter

Siembra un carácter y recoge un destino

*Swami Sivananda*



## AGRADECIMIENTOS

Estas palabras de agradecimiento pertenecen al último apartado escrito durante la elaboración de esta tesis doctoral. Atendiendo a dicha cronología, éstas podrían disponerse al final del trabajo, sin embargo por lo que para mí significan ni quiero, ni puedo colocarlas en otro lugar.

En consecuencia puestos a agradecer, quisiera expresar mi infinita gratitud a Rosa y Paco, ambos egresados en la “Universidad de la Vida” con matrícula de honor. Padres cuya escasa formación no impidió procurar a sus hijos la mejor educación posible. Gracias por enseñarme que la verdadera palabra de alguien es su forma de vivir. Ellos han sido en todo momento mi horizonte para caminar. El apoyo incondicional, sólido y sin fisuras de mi madre ha agrandado mi capacidad de trabajo, persistencia y resistencia. El ejemplo y recuerdo de mi padre me ayudaron a no olvidar la conveniencia de crecer ante las dificultades.

Como en toda travesía este trabajo no ha estado exento de dificultades, pero en mi caso he sido afortunado por contar con una excelente compañera de viaje. Creo estar en lo cierto, si digo que Elena es consciente de todo lo que ha supuesto su ánimo, su consejo, su paciencia y su sonrisa en toda esta andadura, pero no por sabido deja de ser necesario recordar que ella en gran medida es responsable de que este trabajo no haya quedado a mitad camino.

No quiero dejar de acordarme de aquellas personas que aunque de forma más intermitente también han estado presentes en este propósito. A mis hermanas y a toda mi familia; Gracias por recordarme que la distancia puede dificultar abrazos pero no impedir sentimientos. Gracias a José Miguel y Bonastre por acogerme y ayudarme sin pedir nunca nada a cambio. Gracias a Miguel Ángel, a José Carlos y a todos aquellos compañeros de profesión que me animaron a dar un paso más. Sus circunstancias les impidieron seguir adelante con sus proyectos académicos, pero de su valía nunca tuve ninguna duda. Gracias a Catalina, por enseñarme cuan importantes son las diferentes maneras de mirar e iluminar lo que nos rodea.

Finalmente quiero agradecer a mis directores de tesis la oportunidad que me dieron al dejarme colaborar con ellos, y el asesoramiento recibido para llevar a cabo el presente trabajo.



## ABSTRACT

The main goal of the present research is the understanding of the acoustic behavior of the classrooms within the School of Architecture and the School of Building Engineering. This work will allow to establish rational criteria for future developments and to rank the rooms according to their acoustic behavior.

The characterization of these classrooms was conducted from two different points of views based on the complexity and interdependence of several classrooms. On one hand by means of acoustic measurements of the classrooms, on the other hand with the help of Odeon, acoustic simulation software.

This double acoustic characterization focuses in obtaining a high correlation between both series of results, and therefore the validation of simulated models obtained for future refurbishments. According to the obtained results getting accurate results in acoustic simulation models will require the use of adjustment processes in simulation models.

Furthermore, the presence of students inside the classrooms and the unequal impact over its acoustic features is an aspect that was also taken into account throughout the study.

Finally, after studying the relationship between the acoustic behavior of unoccupied classrooms and the same measurements obtained under conditions of occupation acquired through the use of simulations, a set of experimental functions was proposed. They allow the assessment of the acoustic features of an occupied classroom using the acoustic measures in unoccupied conditions.

With this study, the transfer of technology is taken further through the forecast during the early phases of one project of the acoustic behavior of one classroom.



## RESUMEN DE LA TESIS

Conocer el comportamiento acústico de los espacios docentes de las escuelas de Arquitectura (ETSA) y de Ingeniería de edificación (ETSIE), eje central del presente trabajo, permitirá establecer unos criterios objetivos de intervención, así como clasificar estos espacios en función de su actual comportamiento acústico

La caracterización de estos espacios, por la complejidad e interdependencia de diversos factores, se ha realizado desde dos niveles bien diferenciados. Por un lado, mediante una medición acústica de las aulas, y por otro mediante la ayuda del programa de simulación Odeon, que facilita la obtención de los modelos de predicción de estos mismos recintos.

Esta doble caracterización acústica tiene como finalidad la correlación entre ambas series de resultados, y por tanto, la validación de los modelos de simulación obtenidos de cara a futuras intervenciones. Atendiendo a los resultados obtenidos, conseguir resultados precisos en los modelos de simulación acústica requerirá utilizar procesos de ajuste en los modelos de simulación.

Por otro lado, la presencia del alumnado en el interior de las aulas y la desigual incidencia que éste supone sobre sus características acústicas, es un aspecto que también ha sido abordado a lo largo del estudio.

Finalmente, tras estudiar la relación existente entre el comportamiento acústico de las aulas en vacío y el obtenido en condiciones de ocupación, conocida gracias al empleo de las simulaciones, se han propuesto una serie de funciones experimentales que permiten valorar las condiciones acústicas de un aula ocupada tomando como punto de partida la medición de ésta en vacío.

Así pues, la transferencia tecnológica que se pretende obtener al ámbito de los proyectos de edificación con este trabajo, se materializa mediante la previsión en fases iniciales de proyecto del comportamiento acústico de los recintos.



## RESUM DE LA TESI

Conèixer el comportament acústic dels espais docents de les escoles d'Arquitectura (ETSA) i d'Enginyeria d'edificació (ETSIE), eix central del present treball, permetrà establir uns criteris objectius d'intervenció, així com classificar aquests espais en funció de l'actual comportament acústic.

La caracterització d'aquests espais, per la complexitat i interdependència de diversos factors, s'ha realitzat des de dos nivells ben diferenciats. D'una banda, mitjançant un estudi acústic de les aules, i per un altre mitjançant l'ajuda del programa de simulació Odeon, que facilita l'obtenció dels models de predicció d'aquests mateixos recintes.

Aquesta doble caracterització acústica té com a finalitat la correlació entre les dues sèries de resultats, i per tant, la validació dels models de simulació obtinguts de cara a futures intervencions. Atenent als resultats obtinguts, aconseguir resultats precisos en els models de simulació acústica requerirà utilitzar processos d'ajust en els models de simulació.

D'altra banda, la presència de l'alumnat a l'interior de les aules i la desigual incidència que aquest suposa sobre les seues característiques acústiques, és un aspecte que també ha estat abordat al llarg de l'estudi.

Finalment, després d'estudiar la relació existent entre el comportament acústic de les aules en buit i l'obtingut en condicions d'ocupació, coneguda gràcies a les simulacions, s'han proposat una sèrie de funcions experimentals que permeten valorar les condicions acústiques d'una aula ocupada, prenent com a punt de partida les condicions acústiques d'aquesta en buit.

Així doncs, la transferència tecnològica que es pretén obtenir a l'àmbit dels projectes d'edificació amb aquest treball, es materialitza mitjançant la previsió en fases inicials de projecte del comportament acústic dels recintes.



## ÍNDICE DE CONTENIDOS DEL TRABAJO

AGRADECIMIENTOS.....	5
RESUMEN DE LA TESIS.....	7
ÍNDICE DE CONTENIDOS DEL TRABAJO .....	13
ÍNDICE DE FIGURAS .....	16
ÍNDICE DE TABLAS .....	19
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	21
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	22
<b>3. ANTECEDENTES</b> .....	23
3·1 EL NACIMIENTO DE LA ACÚSTICA ARQUITECTÓNICA.....	23
3·2 AVANCES EN EL ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO DE AULAS.....	27
3·2-1 ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE ACONDICIONAMIENTO INTERIOR .....	28
3·2-2 ANÁLISIS DEL EMPLAZAMIENTO Y ENTORNO DE ESPACIOS DOCENTES.....	30
3·2-3 SOBRE REVERBERACIÓN, RUIDO DE FONDO E INTELIGIBILIDAD EN LAS AULAS.....	32
3·3 EL ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO DE AULAS UNIVERSITARIAS.....	36
3·3-1 LA ABSORCIÓN DEL ALUMNADO EN AULAS UNIVERSITARIAS.....	37
3·3-2 REQUERIMIENTOS ACÚSTICOS DE AULAS UNIVERSITARIAS .....	41
<b>4. METODOLOGÍA</b> .....	44
4.1 MEDICIÓN Y RECOGIDA DE DATOS .....	44
4·1-1 OCUPACIÓN Y ESTADO DE LAS AULAS .....	47
4·1-2 TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	47
4·1-3 FACTOR DE MÉRITO GLOBAL DE LAS AULAS .....	49
4·2 SIMULACIÓN ACÚSTICA DE LAS AULAS.....	51
4·2-1 AJUSTE DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN .....	53
4·2-2 APLICACIÓN DEL FMG DEL AULA EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE OCUPACIÓN .....	55
<b>5 RESULTADOS</b> .....	57
5·1 MEDICIÓN ACÚSTICA DE LAS AULAS EN VACÍO .....	58
ETSIE (EDIFICIO 1B).....	59
ETSIE (EDIFICIO 1C).....	71
ETSA .....	79
5·2 SIMULACIÓN ACÚSTICA DE LAS AULAS.....	99
5·2-1 CÁLCULO ITERATIVO DE COEFICIENTES ABSORCIÓN .....	100
5·2-2 SIMULACIÓN ACÚSTICA DE LAS AULAS EN VACÍO .....	108
5·2-3 SIMULACIÓN ACÚSTICA DE LAS AULAS OCUPADAS.....	128
5·3 FMG AULAS .....	148

5-3-1 FMG AULAS EN VACÍO.....	149
5-3-2 FMG AULAS .....	151
AULA OCUPADAS_ETSIE .....	151
AULA OCUPADAS_ETSA.....	152
AULAS PARCIALMENTE OCUPADAS_ETSIE .....	153
AULAS PARCIALMENTE OCUPADAS_ETSA.....	154
AULAS OCUPADAS /AULAS PARCIALMENTE OCUPADAS ETSIE .....	155
AULAS OCUPADAS /AULAS PARCIALMENTE OCUPADAS ETSA.....	156
<b>6 DISCUSIÓN .....</b>	<b>157</b>
6-1 ANÁLISIS DEL RUIDO DE FONDO OBTENIDO EN LAS AULAS.....	158
6-2 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO DE LAS AULAS MEDIDAS EN VACÍO .....	160
ETSIE (EDIFICIO 1B).....	160
ETSIE (EDIFICIO 1C).....	160
ETSA .....	161
6-3 ANÁLISIS DEL AJUSTE DE LOS MODELOS SIMULACIÓN EN VACÍO.....	164
6-4 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SIMULADO DE LAS AULAS SEGÚN SUS CONDICIONES DE OCUPACIÓN .....	166
ETSIE (EDIFICIO 1B).....	166
ETSA (EDIFICIO 1C).....	167
ETSA .....	168
6-5 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SIMULADO DE LAS AULAS EN CONDICIONES DE SEMIOCUPACIÓN .....	171
6-6 PROPUESTA DE UN FACTOR DE MÉRITO EXPERIMENTAL EN CONDICIONES DE VACÍO. 174	
6-6-1 VARIACIÓN DEL FMG EN CONDICIONES DE VACÍO – OCUPACIÓN .....	175
FACTOR DE MÉRITO EXPERIMENTAL ASOCIADO AL TIEMPO DE REVERBERACIÓN .....	176
FACTOR DE MÉRITO EXPERIMENTAL ASOCIADO AL EDT .....	182
FACTOR DE MÉRITO EXPERIMENTAL ASOCIADO A LA DEFINICIÓN .....	188
FACTOR DE MÉRITO EXPERIMENTAL ASOCIADO AL STI .....	194
6-6-2 FMG <sub>Experimental</sub> .....	200
ETSIE .....	201
ETSA .....	202
<b>7 CONCLUSIONES.....</b>	<b>204</b>
<b>8 RECOMENDACIONES / FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>206</b>
<b>9 BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>207</b>
<b>10 ANEJOS DE CÁLCULO .....</b>	<b>214</b>

INR PROMEDIO DE LAS AULAS MEDIDAS EN LA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA DE EDIFICACIÓN.....	214
INR PROMEDIO DE LAS AULAS MEDIDAS EN LA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA .....	217
AULAS MEDIDAS ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA DE EDIFICACIÓN .....	220
AULAS MEDIDAS ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA.....	235
AULAS SIMULADAS ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA DE EDIFICACIÓN .....	250
AULAS SIMULADAS ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA.....	270
SIMULACIÓN AULAS OCUPADAS ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA DE EDIFICACIÓN .....	290
SIMULACIÓN AULAS OCUPADAS ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA.....	310
SIMULACIÓN AULAS OCUPADAS AL 50% ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA DE EDIFICACIÓN .....	330
SIMULACIÓN AULAS OCUPADAS AL 50% ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA .....	350

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: TR ÓPTIMOS EN FUNCIÓN DEL VOLUMEN Y TIPOLOGÍA DE LAS SALAS.....	25
FIGURA 2: DISTRIBUCIÓN DE RECEPTORES Y FUENTE SONORA EN EL AULA C-2 DE LA ETSIE.....	45
FIGURA 3: PROCESO DE MEDICIÓN ACÚSTICA Y RECOGIDA DE DATOS.....	46
FIGURA 4: GEOMETRÍA Y MODELO 3D DEL AULA JB 2.....	59
FIGURA 5: DISTRIBUCIÓN DE RECEPTORES DEL AULA JB 2.....	59
FIGURA 6: VALORES PROMEDIO DE LOS PARÁMETROS TR, EDT Y D50 MEDIDOS EN EL AULA JB 2.....	60
FIGURA 7: NIVELES DE RUIDO DE FONDO DEL AULA JB 2 SEGÚN CURVAS NC Y NR.....	62
FIGURA 8: GEOMETRÍA Y MODELO 3D DEL AULA 2.....	63
FIGURA 9: DISTRIBUCIÓN DE RECEPTORES DEL AULA 2.....	63
FIGURA 10: VALORES PROMEDIO DE LOS PARÁMETROS TR, EDT Y D50 MEDIDOS EN EL AULA 2.....	64
FIGURA 11: NIVELES DE RUIDO DE FONDO DEL AULA 2 SEGÚN CURVAS NC Y NR.....	66
FIGURA 12: GEOMETRÍA Y MODELO 3D DEL AULA C-2.....	67
FIGURA 13: DISTRIBUCIÓN DE RECEPTORES DEL AULA C-2.....	67
FIGURA 14: VALORES PROMEDIO DE LOS PARÁMETROS TR, EDT Y D50 MEDIDOS EN EL AULA C-2.....	68
FIGURA 15: NIVELES DE RUIDO DE FONDO DEL AULA C-2 SEGÚN CURVAS NC Y NR.....	70
FIGURA 16: GEOMETRÍA Y MODELO 3D DEL AULA MASTER TECNOLOGÍA.....	71
FIGURA 17: DISTRIBUCIÓN DE RECEPTORES DEL AULA MASTER TECNOLOGÍA.....	71
FIGURA 18: VALORES PROMEDIO DE LOS PARÁMETROS TR, EDT Y D50 MEDIDOS EN EL AULA MASTER TECNOLOGÍA.....	72
FIGURA 19: NIVELES DE RUIDO DE FONDO DEL AULA MASTER TECNOLOGÍA SEGÚN CURVAS NC Y NR.....	74
FIGURA 20: GEOMETRÍA Y MODELO 3D DEL AULA MASTER GESTIÓN.....	75
FIGURA 21: DISTRIBUCIÓN DE RECEPTORES DEL AULA MASTER GESTIÓN.....	75
FIGURA 22: VALORES PROMEDIO DE LOS PARÁMETROS TR, EDT Y D50 MEDIDOS EN EL AULA MASTER GESTIÓN.....	76
FIGURA 23: NIVELES DE RUIDO DE FONDO DEL AULA MASTER GESTIÓN SEGÚN CURVAS NC Y NR.....	78
FIGURA 24: GEOMETRÍA Y MODELO 3D DEL AULA 403.....	79
FIGURA 25: DISTRIBUCIÓN DE RECEPTORES DEL AULA ETSIA 403.....	79
FIGURA 26: VALORES PROMEDIO DE LOS PARÁMETROS TR, EDT Y D50 MEDIDOS EN EL AULA 403.....	80
FIGURA 27: NIVELES DE RUIDO DE FONDO DEL AULA 403 SEGÚN CURVAS NC Y NR.....	82
FIGURA 28: GEOMETRÍA Y MODELO 3D DEL AULA 404.....	83
FIGURA 29: DISTRIBUCIÓN DE RECEPTORES DEL AULA ETSIA 404.....	83
FIGURA 30: VALORES PROMEDIO DE LOS PARÁMETROS TR, EDT Y D50 MEDIDOS EN EL AULA 404.....	84
FIGURA 31: NIVELES DE RUIDO DE FONDO DEL AULA 404 SEGÚN CURVAS NC Y NR.....	86
FIGURA 32: GEOMETRÍA Y MODELO 3D DEL AULA 501.....	87
FIGURA 33: DISTRIBUCIÓN DE RECEPTORES DEL AULA ETSIA 501.....	87
FIGURA 34: VALORES PROMEDIO DE LOS PARÁMETROS TR, EDT Y D50 MEDIDOS EN EL AULA 501.....	88
FIGURA 35: NIVELES DE RUIDO DE FONDO DEL AULA 501 SEGÚN CURVAS NC Y NR.....	90
FIGURA 36: GEOMETRÍA Y MODELO 3D DEL AULA 515.....	91
FIGURA 37 DISTRIBUCIÓN DE RECEPTORES DEL AULA ETSIA 515.....	91
FIGURA 38: VALORES PROMEDIO DE LOS PARÁMETROS TR, EDT Y D50 MEDIDOS EN EL AULA 515.....	92
FIGURA 39: NIVELES DE RUIDO DE FONDO DEL AULA 515 SEGÚN CURVAS NC Y NR.....	94
FIGURA 40: GEOMETRÍA Y MODELO 3D DEL AULA 521.....	95
FIGURA 41: DISTRIBUCIÓN DE RECEPTORES DEL AULA ETSIA 521.....	95
FIGURA 42: VALORES PROMEDIO DE LOS PARÁMETROS TR, EDT Y D50 MEDIDOS EN EL AULA 521.....	96
FIGURA 43: NIVELES DE RUIDO DE FONDO DEL AULA 521 SEGÚN CURVAS NC Y NR.....	98
FIGURA 44: AJUSTE DE LA CURVA TONAL DEL AULA JB 2.....	100
FIGURA 45: AJUSTE DE LA CURVA TONAL DEL AULA 2.....	101
FIGURA 46: AJUSTE DE LA CURVA TONAL DEL AULA C-2.....	102
FIGURA 47: COEFICIENTE DE ABSORCIÓN MEDIO DEL TECHO DE LAS AULAS ETSIE.....	103

FIGURA 48: AJUSTE DE LA CURVA TONAL DEL AULA 403.....	104
FIGURA 49: AJUSTE DE LA CURVA TONAL DEL AULA 404.....	105
FIGURA 50: AJUSTE DE LA CURVA TONAL DEL AULA 501.....	106
FIGURA 51: COEFICIENTE DE ABSORCIÓN MEDIO DEL TECHO DE LAS AULAS ETSA .....	107
FIGURA 52: COEFICIENTES DE ABSORCIÓN DEL TECHO PROMEDIO DE LAS AULAS DE LA ETSA.....	107
FIGURA 53: AULA JB 2_ VALORES PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO) DE LOS PARÁMETROS TR Y EDT .....	108
FIGURA 54: AULA JB 2_ VALORES PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO) DE LOS PARÁMETROS D <sub>50</sub> Y STI .....	109
FIGURA 55: AULA 2_ VALORES PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO) DE LOS PARÁMETROS TR Y EDT .....	110
FIGURA 56: AULA 2_ VALORES PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO) DE LOS PARÁMETROS D <sub>50</sub> Y STI .....	111
FIGURA 57: AULA C- 2_ VALORES PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO) DE LOS PARÁMETROS TR Y EDT .....	112
FIGURA 58: AULA C-2_ VALORES PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO) DE LOS PARÁMETROS D <sub>50</sub> Y STI.....	113
FIGURA 59: AULA MASTER TECNO_ VALORES PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO) DE LOS PARÁMETROS TR Y EDT .	114
FIGURA 60: AULA MASTER TECNO_ VALORES PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO) DE LOS PARÁMETROS D <sub>50</sub> Y STI.	115
FIGURA 61: AULA MASTER GEST_ VALORES PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO) DE LOS PARÁMETROS TR Y EDT ..	116
FIGURA 62: AULA MASTER GEST_ VALORES PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO) DE LOS PARÁMETROS D <sub>50</sub> Y STI...	117
FIGURA 63: AULA 403_ VALORES PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO) DE LOS PARÁMETROS TR Y EDT .....	118
FIGURA 64: AULA 403_ VALORES PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO) DE LOS PARÁMETROS D <sub>50</sub> Y STI .....	119
FIGURA 65: AULA 404_ VALORES PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO) DE LOS PARÁMETROS TR Y EDT .....	120
FIGURA 66: AULA 404_ VALORES PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO) DE LOS PARÁMETROS D <sub>50</sub> Y STI .....	121
FIGURA 67: AULA 501_ VALORES PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO) DE LOS PARÁMETROS D <sub>50</sub> Y STI .....	123
FIGURA 68: AULA 515_ VALORES PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO) DE LOS PARÁMETROS TR Y EDT .....	124
FIGURA 69: AULA 515_ VALORES PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO) DE LOS PARÁMETROS D <sub>50</sub> Y STI .....	125
FIGURA 70: AULA 521_ VALORES PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO) DE LOS PARÁMETROS TR Y EDT .....	126
FIGURA 71: AULA 521_ VALORES PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO) DE LOS PARÁMETROS D <sub>50</sub> Y STI .....	127
FIGURA 72: AULA JB 2_ V.PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO Y CON OCUPACIÓN) DE LOS PARÁMETROS TR Y EDT..	128
FIGURA 73: AULA JB 2_ V.PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO Y CON OCUPACIÓN) DE LOS PARÁMETROS D <sub>50</sub> Y STI..	129
FIGURA 74: AULA 2_ V. PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO Y CON OCUPACIÓN) DE LOS PARÁMETROS TR Y EDT ...	130
FIGURA 75: AULA 2_ V.PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO Y CON OCUPACIÓN) DE LOS PARÁMETROS D <sub>50</sub> Y STI ....	131
FIGURA 76: AULA C- 2_ V.PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO Y CON OCUPACIÓN) DE LOS PARÁMETROS TR Y EDT	132
FIGURA 77: AULA C-2_ V. PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO Y CON OCUPACIÓN) DE LOS PARÁMETROS D <sub>50</sub> Y STI	133
FIGURA 78: AULA MÁSTER TECNOLOGÍA_ VALORES PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO Y CON OCUPACIÓN) DE LOS PARÁMETROS TR Y EDT .....	134
FIGURA 79: AULA MÁSTER TECNOLOGÍA_ VALORES PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO Y CON OCUPACIÓN) DE LOS PARÁMETROS D <sub>50</sub> Y STI.....	135
FIGURA 80: AULA MÁSTER GESTIÓN_ VALORES PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO Y CON OCUPACIÓN) DE LOS PARÁMETROS TR Y EDT .....	136
FIGURA 81: AULA MÁSTER GESTIÓN_ VALORES PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULADOS (EN VACÍO Y CON OCUPACIÓN) DE LOS PARÁMETROS D <sub>50</sub> Y STI.....	137
FIGURA 82: AULA 403_ V.PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULAD. (EN VACÍO Y CON OCUPACIÓN) DE LOS PARÁMETROS TR Y EDT ...	138
FIGURA 83: AULA 403_ V.PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULAD. (EN VACÍO Y CON OCUPACIÓN) DE LOS PARÁMETROS D <sub>50</sub> Y STI....	139
FIGURA 84: AULA 404_ V.PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULAD. (EN VACÍO Y CON OCUPACIÓN) DE LOS PARÁMETROS TR Y EDT ...	140
FIGURA 85: AULA 404_ V.PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULAD. (EN VACÍO Y CON OCUPACIÓN) DE LOS PARÁMETROS D <sub>50</sub> Y STI ...	141
FIGURA 86: AULA 501_ V.PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULAD. (EN VACÍO Y CON OCUPACIÓN) DE LOS PARÁMETROS TR Y EDT ...	142
FIGURA 87: AULA 501_ V.PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULAD. (EN VACÍO Y CON OCUPACIÓN) DE LOS PARÁMETROS D <sub>50</sub> Y STI ...	143
FIGURA 88: AULA 515_ V.PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULAD. (EN VACÍO Y CON OCUPACIÓN) DE LOS PARÁMETROS TR Y EDT ...	144
FIGURA 89: AULA 515_ V.PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULAD. (EN VACÍO Y CON OCUPACIÓN) DE LOS PARÁMETROS D <sub>50</sub> Y STI ...	145
FIGURA 90: AULA 521_ V.PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULAD. (EN VACÍO Y CON OCUPACIÓN) DE LOS PARÁMETROS TR Y EDT ...	146
FIGURA 91: AULA 521_ V.PROMEDIO MEDIDOS Y SIMULAD. (EN VACÍO Y CON OCUPACIÓN) DE LOS PARÁMETROS D <sub>50</sub> Y STI ..	147
FIGURA 92: CORRELACIÓN FM AULA VACÍA - FM AULA LLENA ASOCIADA AL PARÁMETRO TR .....	176

FIGURA 93: *FM EXPERIMENTAL ASOCIADO AL TR ( $500\text{M}^3 < \text{VOLUMEN AULA} < 1500\text{M}^3$ ) .....	176
FIGURA 94: CORRELACIÓN FM AULA VACÍA - FM AULA LLENA ASOCIADA AL PARÁMETRO TR .....	179
FIGURA 95: *FM EXPERIMENTAL ASOCIADO AL TR ( $\text{VOLUMEN AULA} < 500\text{M}^3$ ) .....	179
FIGURA 96: CORRELACIÓN FM AULA VACÍA - FM AULA LLENA ASOCIADA AL PARÁMETRO EDT .....	182
FIGURA 97: *FM EXPERIMENTAL ASOCIADO AL EDT ( $500\text{M}^3 < \text{VOLUMEN AULA} < 1500\text{M}^3$ ) .....	182
FIGURA 98: CORRELACIÓN FM AULA VACÍA - FM AULA LLENA ASOCIADA AL PARÁMETRO EDT .....	185
FIGURA 99: *FM EXPERIMENTAL ASOCIADO AL EDT ( $\text{VOLUMEN AULA} < 500\text{M}^3$ ) .....	185
FIGURA 100: CORRELACIÓN FM AULA VACÍA - FM AULA LLENA ASOCIADA AL PARÁMETRO D50 .....	188
FIGURA 101: *FM EXPERIMENTAL ASOCIADO AL D50 ( $500\text{M}^3 < \text{VOLUMEN AULA} < 1500\text{M}^3$ ) .....	188
FIGURA 102: CORRELACIÓN FM AULA VACÍA - FM AULA LLENA ASOCIADA AL PARÁMETRO EDT .....	191
FIGURA 103: *FM EXPERIMENTAL ASOCIADO AL EDT ( $\text{VOLUMEN AULA} < 500\text{M}^3$ ) .....	191
FIGURA 104: CORRELACIÓN FM AULA VACÍA - FM AULA LLENA ASOCIADA AL PARÁMETRO STI .....	194
FIGURA 105: *FM EXPERIMENTAL ASOCIADO AL STI ( $500\text{M}^3 < \text{VOLUMEN AULA} < 1500\text{M}^3$ ) .....	194
FIGURA 106: CORRELACIÓN FM AULA VACÍA - FM AULA LLENA ASOCIADA AL PARÁMETRO STI .....	197
FIGURA 107: *FM EXPERIMENTAL ASOCIADO AL STI ( $\text{VOLUMEN AULA} < 500\text{M}^3$ ) .....	197

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: NIVELES DE RUIDO DE FONDO EN EL INTERIOR DE CENTROS ESCOLARES .....	30
TABLA 2: COEFICIENTES DE ABSORCIÓN POR PERSONA.....	39
TABLA 3: VALORES MÁXIMOS DE REVERBERACIÓN.....	40
TABLA 4: COEFICIENTES ABSORCIÓN Y DIFUSIÓN PARA EL ÁREA DEL ALUMNADO Y MOBILIARIO.....	52
TABLA 5: SUPERFICIES Y COEFICIENTES DE ABSORCIÓN ACÚSTICA DE LOS MATERIALES DEL AULA JB 2.....	59
TABLA 6: VALORES MEDIDOS DEL PARÁMETRO STI EN EL AULA JB 2 .....	61
TABLA 7: AULA JB2_ DISTRIBUCIÓN DEL RUIDO DE FONDO (dB) .....	62
TABLA 8: SUPERFICIES Y COEFICIENTES DE ABSORCIÓN ACÚSTICA DE LOS MATERIALES DEL AULA 2.....	63
TABLA 9: VALORES MEDIDOS DEL PARÁMETRO STI EN EL AULA 2 .....	65
TABLA 10: AULA 2_ DISTRIBUCIÓN DEL RUIDO DE FONDO (dB) .....	66
TABLA 11: SUPERFICIES Y COEFICIENTES DE ABSORCIÓN ACÚSTICA DE LOS MATERIALES DEL AULA C-2.....	67
TABLA 12: VALORES MEDIDOS DEL PARÁMETRO STI EN EL AULA C-2 .....	69
TABLA 13: AULA C2_ DISTRIBUCIÓN DEL RUIDO DE FONDO (dB) .....	70
TABLA 14: SUPERFICIES Y COEFICIENTES DE ABSORCIÓN ACÚSTICA DE LOS MATERIALES DEL AULA MASTER TECNOLOGÍA .....	71
TABLA 15: VALORES MEDIDOS DEL PARÁMETRO STI EN EL AULA MASTER TECNOLOGÍA.....	73
TABLA 16 AULA MÁSTER TECNOLOGÍA_ DISTRIBUCIÓN DEL RUIDO DE FONDO (dB) .....	74
TABLA 17: SUPERFICIES Y COEFICIENTES DE ABSORCIÓN ACÚSTICA DE LOS MATERIALES DEL AULA MASTER GESTIÓN.....	75
TABLA 18: VALORES MEDIDOS DEL PARÁMETRO STI EN EL AULA MASTER GESTIÓN .....	77
TABLA 19: AULA MÁSTER GESTIÓN_ DISTRIBUCIÓN DEL RUIDO DE FONDO (dB) .....	78
TABLA 20: SUPERFICIES Y COEFICIENTES DE ABSORCIÓN ACÚSTICA DE LOS MATERIALES DEL AULA 403.....	79
TABLA 21: VALORES MEDIDOS DEL PARÁMETRO STI EN EL AULA 403 .....	81
TABLA 22: AULA ETSIA 403 DISTRIBUCIÓN DEL RUIDO DE FONDO (dB) .....	82
TABLA 23: SUPERFICIES Y COEFICIENTES DE ABSORCIÓN ACÚSTICA DE LOS MATERIALES DEL AULA 404.....	83
TABLA 24: VALORES MEDIDOS DEL PARÁMETRO STI EN EL AULA 404 .....	85
TABLA 25: AULA ETSIA 404 DISTRIBUCIÓN DEL RUIDO DE FONDO (dB) .....	86
TABLA 26 SUPERFICIES Y COEFICIENTES DE ABSORCIÓN ACÚSTICA DE LOS MATERIALES DEL AULA 501.....	87
TABLA 27: VALORES MEDIDOS DEL PARÁMETRO STI EN EL AULA 501 .....	89
TABLA 28: AULA ETSIA 501 DISTRIBUCIÓN DEL RUIDO DE FONDO (dB) .....	90
TABLA 29: SUPERFICIES Y COEFICIENTES DE ABSORCIÓN ACÚSTICA DE LOS MATERIALES DEL AULA 515.....	91
TABLA 30: VALORES MEDIDOS DEL PARÁMETRO STI EN EL AULA 515 .....	93
TABLA 31: AULA ETSIA 515 DISTRIBUCIÓN DEL RUIDO DE FONDO (dB) .....	94
TABLA 32 SUPERFICIES Y COEFICIENTES DE ABSORCIÓN ACÚSTICA DE LOS MATERIALES DEL AULA 521.....	95
TABLA 33: VALORES MEDIDOS DEL PARÁMETRO STI EN EL AULA 521 .....	97
TABLA 34: AULA ETSIA 521 DISTRIBUCIÓN DEL RUIDO DE FONDO (dB) .....	98
TABLA 35: CÁLCULOS ITERATIVOS PARA OBTENER LOS COEFICIENTES DE ABSORCIÓN DEL TECHO DEL AULA JB2 .....	100
TABLA 36: CÁLCULOS ITERATIVOS PARA OBTENER LOS COEFICIENTES DE ABSORCIÓN DEL TECHO DEL AULA 2.....	101
TABLA 37: CÁLCULOS ITERATIVOS PARA OBTENER LOS COEFICIENTES DE ABSORCIÓN DEL TECHO DEL AULA C-2.....	102
TABLA 38: COEFICIENTES DE ABSORCIÓN DEL TECHO PROMEDIO DE LAS AULAS DE LA ETSIE (EDIFICIO 1B) .....	103
TABLA 39: CÁLCULOS ITERATIVOS PARA OBTENER LOS COEFICIENTES DE ABSORCIÓN DEL TECHO DEL AULA 403.....	104
TABLA 40: CÁLCULOS ITERATIVOS PARA OBTENER LOS COEFICIENTES DE ABSORCIÓN DEL TECHO DEL AULA 404.....	105
TABLA 41: CÁLCULOS ITERATIVOS PARA OBTENER LOS COEFICIENTES DE ABSORCIÓN DEL TECHO DEL AULA 501.....	106
TABLA 42: AULAS ETSIE_ $FMG_{AULA VACIO}$ CALCULADO A PARTIR DE LOS VALORES MEDIDOS Y SIMULADOS.....	149
TABLA 43: AULAS ETSIA_ $FMG_{AULA VACIO}$ CALCULADO A PARTIR DE LOS VALORES MEDIDOS Y SIMULADOS .....	150
TABLA 44: AULAS ETSIE_ $FMG_{AULA}$ CALCULADO A PARTIR DE LOS VALORES SIMULADOS CON OCUPACIÓN.....	151
TABLA 45: AULAS ETSIA_ $FMG_{AULA}$ CALCULADO A PARTIR DE LOS VALORES SIMULADOS CON OCUPACIÓN .....	152
TABLA 46: AULAS ETSIE_ $FMG_{AULA}$ CALCULADO A PARTIR DE LOS VALORES SIMULADOS CON UN 50% DE OCUPACIÓN ....	153
TABLA 47: AULAS ETSIA_ $FMG_{AULA}$ CALCULADO A PARTIR DE LOS VALORES SIMULADOS CON UN 50% DE OCUPACIÓN.....	154
TABLA 48: AULAS ETSIE_ $FMG_{AULA}$ CALCULADO MEDIANTE LOS VALORES SIMULADOS DE OCUPACIÓN AL 100% Y 50%..	155

ESTUDIO TIPOLÓGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

TABLA 49: AULAS ETS <sub>A</sub> _ FMG <sub>AULA</sub> CALCULADO MEDIANTE LOS VALORES SIMULADOS DE OCUPACIÓN AL 100% Y 50% ..	156
TABLA 50: VALORES DE FM OBTENIDOS UTILIZANDO MODELOS DE SIMULACIÓN Y EL *FM EXPERIMENTAL .....	178
TABLA 51: VALORES DE FM OBTENIDOS UTILIZANDO MODELOS DE SIMULACIÓN Y EL *FM EXPERIMENTAL .....	181
TABLA 52: VALORES DE LOS FM OBTENIDOS UTILIZANDO MODELOS DE SIMULACIÓN Y EL *FM EXPERIMENTAL .....	184
TABLA 53: VALORES DE FM OBTENIDOS UTILIZANDO MODELOS DE SIMULACIÓN Y EL *FM EXPERIMENTAL .....	187
TABLA 54: VALORES DE FM OBTENIDOS UTILIZANDO MODELOS DE SIMULACIÓN Y EL *FM EXPERIMENTAL .....	190
TABLA 55: VALORES DE FM OBTENIDOS UTILIZANDO LOS MODELOS DE SIMULACIÓN Y EL *FM EXPERIMENTAL .....	193
TABLA 56: VALORES DE FM OBTENIDOS UTILIZANDO MODELOS DE SIMULACIÓN Y EL *FM EXPERIMENTAL .....	196
TABLA 57: AULAS ETS <sub>IE</sub> _ CUADRO COMPARATIVO FMG <sub>AULA</sub> / FMG EXPERIMENTAL .....	201
TABLA 58: AULAS ETS <sub>A</sub> _ CUADRO COMPARATIVO FMG <sub>AULA</sub> / FMG EXPERIMENTAL .....	202

## 1. INTRODUCCIÓN

La caracterización acústica y arquitectónica de los espacios docentes de las escuelas de Arquitectura (ETSA) y de Ingeniería de edificación (ETSIE), eje central de este estudio, se acomete con el propósito de clasificar y establecer unos criterios objetivos de intervención, en caso de ser necesario, para la mejora de las condiciones acústicas de sus aulas.

La caracterización de estos espacios, por la complejidad e interdependencia de diversos factores, se ha realizado desde dos niveles bien diferenciados. Por un lado con la medición “in situ” de las aulas a estudiar, la cual posibilita el posterior análisis multifactorial de los parámetros objeto de estudio; y por otro mediante la ayuda del programa de simulación acústica Odeon, que facilita la obtención de los modelos de predicción de estos mismos recintos.

Esta doble caracterización acústica tiene como finalidad la correlación entre ambas series de resultados, y por tanto, la validación de los modelos de simulación obtenidos de cara a futuras intervenciones. Este estudio facilita una valoración objetiva sobre el grado de adecuación de los espacios analizados, y por tanto permite priorizar en base a contrastados criterios de calidad las posibles intervenciones. La presencia del alumnado en el interior de las aulas y la incidencia que éste supone en las características acústicas del aula, también es un aspecto que ha sido abordado en este trabajo.

Finalmente, tras estudiar la relación existente entre el comportamiento acústico de las aulas en vacío y el obtenido en condiciones de ocupación, conocida gracias al empleo de las simulaciones acústicas, se han propuesto una serie de funciones experimentales que permiten valorar las condiciones acústicas de un aula ocupada tomando como punto de partida la medición de ésta en vacío.

Así pues, la transferencia tecnológica que se pretende obtener al ámbito de los proyectos de edificación con este trabajo, se materializa mediante la previsión en fases iniciales de proyecto del comportamiento acústico de los recintos.

Tal y como se expondrá a continuación, actualmente es posible encontrar estudios de similares características dentro el ámbito universitario. Sin embargo, en ellos se han tratado aspectos experimentales, sin llegar a profundizar en la fase de predicción y validación de los modelos de simulación tal y como que se ha llevado a cabo en este trabajo.

## 2. OBJETIVOS

Atendiendo a los actuales requerimientos y características acústicas de los espacios docentes de la ETSIE y la ETSA los objetivos del presente trabajo son:

- 1.- Estudiar y conocer el comportamiento acústico de las aulas objeto de estudio mediante la medición in situ de sus parámetros acústicos.
  
- 2.- Construir y ajustar modelos de simulación acústica de las aulas estudiadas de manera que sea posible implementar en éstos la presencia del alumnado previsto en cada caso.
  
- 3.- Analizar las variaciones introducidas en cada aula por la presencia del alumnado.
  
- 4.- Definir un factor de mérito experimental que permita evaluar el comportamiento previsto para el aula ocupada a partir de su estudio en condiciones de sala vacía.
  
- 5.- Clasificar y establecer criterios de intervención en las aulas estudiadas en función de los resultados y el comportamiento acústico obtenido.

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1 EL NACIMIENTO DE LA ACÚSTICA ARQUITECTÓNICA

La acústica arquitectónica ha sido motivo de estudio y preocupación desde hace miles de años. Sirvan como ejemplo las recomendaciones y pautas dadas por el arquitecto romano M.L. Vitrubio Polion en sus conocidos *10 libros de Arquitectura*, donde se describe la problemática que desde un punto de vista acústico podían presentar los teatros griegos y romanos (Knudsen, 1934).

Sin embargo a pesar de la contrastada relevancia del tema, es necesario esperar a mediados del siglo XIX para encontrar descubrimientos notables que propician que la acústica deje de tener un carácter empírico, y pase a constituirse como una ciencia de carácter totalmente científico.

De este modo, tras el descubrimiento del llamado "*límite de percepción*", introducido por primera vez por Joseph Henry en 1850, se ponen de manifiesto los efectos beneficiosos de las reflexiones tempranas del sonido directo. Según apunta Henry "las reflexiones que llegan a un oyente en un tiempo inferior a 50ms, son integradas conjuntamente por el oído humano, de modo que no sólo no se percibe ningún eco sino que el oyente experimenta un aumento de la inteligibilidad y sonoridad". Estas investigaciones también hacen hincapié en la necesidad de evitar la focalización del sonido y con ello la aparición del llamado eco flotante (*flutter echo*) Fenómeno observado en el interior de aquellas salas que presentan al menos dos superficies lisas, reflectantes y paralelas entre sí.

A pesar de que los trabajos de Henry son considerados de gran importancia por la comunidad científica, la aportación más revolucionaria al campo de la acústica arquitectónica la constituye el descubrimiento de la ecuación fundamental de la reverberación, por parte del físico Wallace Clement Sabine en 1898 (Sabine, 1922). Este descubrimiento permite conocer las propiedades reverberantes de un recinto incluso antes de su construcción. Así pues, a diferencia de las anteriores metodologías empleadas hasta la fecha, este procedimiento no se basa en conocimientos cualitativos, sino que está basado en datos cuantitativos sobre la absorción y las propiedades de los materiales de construcción. La reverberación será considerada por Sabine el factor más relevante a la hora de determinar la calidad acústica de una sala.

Hasta su fallecimiento, Sabine determina los coeficientes de absorción de numerosos materiales de construcción, dedicando gran parte de su tiempo al estudio cuantitativo del crecimiento y decaimiento del sonido en el interior de una sala (Knudsen, 1934).

A pesar de la relevancia del descubrimiento de Sabine, pocos años después, el Dr. Carl Eyring propone la modificación de la ecuación fundamental de la reverberación (Eyring, 1930) Con estos cambios Eyring pretende optimizar la cantidad de material absorbente que es necesario emplear en las grandes salas que requieren bajos tiempos de reverberación (TR). Resulta importante reseñar las modificaciones propuestas por Eyring, puesto que constituyen la primera de una serie de sucesivas teorías llevadas a cabo por distintos investigadores del siglo XX. De este modo, Neubauer; Fitzroy; Kuttruff; Millington; Cremer; Arau-Puchades y otros investigadores, trabajarán con el propósito de mejorar la fórmula de Sabine atendiendo al tipo de sala y a la distribución del material absorbente en su interior (Arau, 2010).

Así pues, una vez introducidas las bases que conformarán la acústica arquitectónica, los trabajos científicos relacionados con el acondicionamiento de recintos empiezan a prodigarse cada vez con mayor frecuencia (Elson, 1921; Kaye, 1927; Schuster, 1922) No obstante, conviene reseñar que si bien los trabajos de Sabine remarcan la importancia de la reverberación en el acondicionamiento de una sala, no ocurre lo mismo con los efectos beneficiosos de las reflexiones tempranas del sonido, introducidos tal y como se ha comentado anteriormente por J. Henry, e infravalorados en diversas publicaciones, de modo que la reverberación del interior de una sala se relaciona directamente con el mal comportamiento de ésta, limitándose su existencia a aquellos edificios destinados a fines bursátiles, donde el ruido si estaría permitido (Elson, 1921) Bajo esta premisa, la obtención de óptimas condiciones acústicas sólo resultaría posible al eliminar completamente la reverberación del sonido (Schuster, 1922).

Sin embargo, estas directrices no son compartidas unánimemente por la comunidad científica. El físico Vern O. Knudsen en uno de sus primeros trabajos sobre acústica arquitectónica (Knudsen, 1934) ya apunta que en salas destinadas al uso de la palabra resulta deseable una cierta cantidad de reverberación, puesto que ésta mejora la sonoridad, requisito imprescindible para este tipo de recintos, adquiriendo además todavía mayor importancia en salas de gran longitud y tamaño. De este modo, y tomando como punto de partida estas premisas, Knudsen analiza en profundidad el diferente comportamiento del sonido, en función del volumen de la sala que se pretende acondicionar.

Estas investigaciones resultan de gran importancia puesto que por primera vez proponen óptimos tiempos de reverberación, en función del volumen del recinto y del uso al que va a ser destinado, diferenciando entre salas de uso musical y aquellas destinadas al uso de la palabra. La figura 1 presenta los tiempos de reverberación propuestos para la frecuencia de 512Hz en función del volumen y de la tipología de la sala.

Estas relevantes contribuciones de las primeras décadas del siglo XX en torno al ruido, son reforzadas con las investigaciones llevadas a cabo por el Dr. Lothar Cremer. Sus trabajos profundizan en el aislamiento del sonido y en la necesidad de estudiar con mayor detenimiento la rigidez y ligereza de determinadas soluciones constructivas utilizadas en cerramientos divisorios. Gracias a estas investigaciones se introduce el concepto de la frecuencia crítica o frecuencia de coincidencia (Cremer, 1942) Todos estas aportaciones proporcionan un mayor grado de conocimiento en torno al aislamiento acústico de un recinto, y son reconocidas ampliamente por la comunidad científica (Knudsen, 1954).

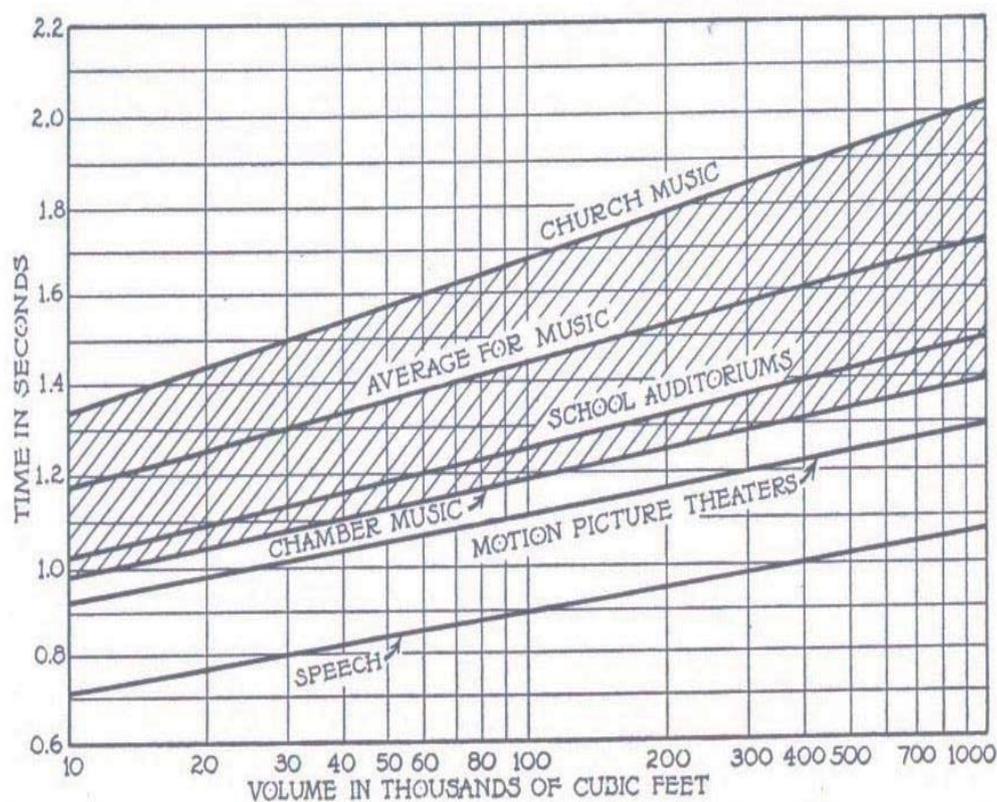


Figura 1: TR Óptimos en función del volumen y tipología de las salas. Fuente (Knudsen, 1958)

De hecho, tal y como abordaremos a continuación en el siguiente apartado, estas pautas y recomendaciones resultan de gran relevancia y de hecho, son compartidas en una de las primeras investigaciones que evalúa las condiciones acústicas de las aulas escolares (Hartmann, 1946).

Según describe Hartman en sus trabajos: “El rendimiento y la eficiencia de todo tipo de tareas mentales se ve reducida considerablemente cuando el proceso de enseñanza-aprendizaje se desarrolla en un ambiente marcado por molestias y distracciones sonoras” El aumento de errores, una disminución en la velocidad de trabajo y la aparición de náuseas y cefaleas son algunos de los síntomas detectados con mayor frecuencia.

Finalmente, resulta conveniente destacar que este trabajo una vez más alerta sobre el excesivo ruido de los entornos docentes, en cuyas mediciones se superan los 65dBA de ruido exterior. Así pues, a pesar de los decisivos progresos obtenidos sobre la absorción acústica del sonido, estos trabajos ponen de manifiesto que también resulta necesario profundizar en torno a un mayor conocimiento del aislamiento del sonido, puesto que ambos aspectos están directamente relacionados con la obtención de una acústica satisfactoria en el interior de los edificios.

De este modo, tras describir brevemente los antecedentes de la acústica arquitectónica relacionados con nuestra investigación, convendrá ahora profundizar en las distintas evaluaciones acústicas de espacios docentes que preceden a este trabajo, así como a los progresos y mejoras que hasta nuestros días se han producido en este campo.

### 3-2 AVANCES EN EL ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO DE AULAS

Atendiendo a lo descrito anteriormente en torno al acondicionamiento acústico, las investigaciones llevadas a cabo a lo largo de la primera mitad del S.XX destacan la necesidad de acondicionar el interior de un recinto (Sabine, 1922) y remarcan la importancia de controlar el ruido procedente de su exterior (Knudsen, 1954). No obstante, lejos de quedar olvidados, la relevancia de ambos aspectos vuelve a ponerse de manifiesto coincidiendo con el fin de la II guerra mundial.

Conviene reseñar que los programas de reconstrucción de viviendas e infraestructuras puestos en marcha inmediatamente después del fin de la guerra, planificados en su mayor parte mediante sistemas de construcción prefabricada, generalmente presentan deficiencias tan evidentes que las protestas de los residentes con respecto a los bajos niveles de aislamiento y confort resultan inevitables (Humphreys, 1963). Este bajo nivel de prestaciones resulta todavía más preocupante al ser analizado dentro de un ámbito estrictamente docente, puesto que en un entorno en el que la comprensión de la palabra resulta prioritaria, igualmente importante es el control de ruidos molestos e indeseados.

Conscientes de esta situación y del elevado número de edificaciones (Inclusive escuelas) que es necesario construir tras finalizar la guerra, diversos investigadores proponen el trabajo conjunto de arquitectos y profesionales de la enseñanza con el fin de diseñar y construir escuelas que cuenten con un mayor grado de protección frente a molestos e indeseados ruidos (Fitzroy, 1963; Hartmann, 1946) De hecho, en este período aumenta significativamente la aparición de investigaciones relacionadas con el acondicionamiento de espacios docentes, y las condiciones acústicas del ámbito escolar.

Con respecto al acondicionamiento acústico, diversos estudios detectan una disminución progresiva en los tiempos de reverberación de las aulas (Kodaras, 1960; McCroskey & Devens, 1975) Los trabajos de McCroskey, centrados en el estudio de la reverberación de aulas escolares construidas desde 1890 hasta 1960, ponen de manifiesto una tendencia a la baja de los tiempos de reverberación. De este modo, mientras las aulas construidas a principios del siglo XX presentan valores de TR por encima de 1 segundo, en las escuelas construidas a principios de la década de los años 60 es posible encontrar TR en el entorno de 0.60 segundos (Estos estudios toman como referencia el valor de reverberación obtenido en la frecuencia de 1000Hz). Atendiendo a las conclusiones de estos trabajos, la utilización de materiales más absorbentes en el revestimiento de paredes y techos, unido a la disminución en la altura de las aulas, son las modificaciones responsables de esta disminución en los tiempos de reverberación (McCroskey & Devens, 1975).

No obstante, si bien los citados trabajos profundizan en el estudio del TR de las aulas y ponen de manifiesto las progresivas mejoras en torno al acondicionamiento acústico, éstos también presentan ciertas limitaciones; En este sentido aspectos como los niveles de ruido ambiente, las transmisiones sonoras entre espacios contiguos y la idoneidad del emplazamiento de las escuelas no son abordados en estos estudios.

Sin embargo, paralelamente a estos trabajos, otras investigaciones centran sus esfuerzos en detectar y analizar los problemas generados por el ruido en este tipo de recintos, estableciendo de este modo unas pautas básicas con el fin de obtener adecuadas condiciones de confort acústico (Fitzroy, 1963; Lane, 1957; Sanders, 1965). En cualquier caso, todos estos trabajos pueden agruparse dentro de dos grandes categorías, por un lado los que se centran en analizar y proponer mejoras de acondicionamiento interior y por otro los que estudian el emplazamiento y entorno acústico de estos espacios.

### 3-2-1 ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE ACONDICIONAMIENTO INTERIOR

Tal y como se ha mencionado anteriormente, una excesiva economicidad en las soluciones constructivas tiene como resultado la obtención de bajos niveles de aislamiento acústico. Sirvan como ejemplo los trabajos de R. Lane(1957), en los que se demuestra como la división de aulas contiguas mediante cerramientos divisorios de una sola hoja de 10 cm de espesor, proporciona valores que rara vez superan los 18 dBA de reducción sonora entre aulas. Esta misma problemática es abordada también por el físico Leo L. Beranek, el cual en sus estudios sobre distintas soluciones constructivas, advierte del bajo aislamiento acústico de particiones de baja rigidez debido al efecto de la frecuencia crítica (Humphreys, 1963).

Es importante remarcar que estos niveles de reducción sonora están muy por debajo de los 35-40dBA de reducción entre aulas contiguas, recomendados de manera generalizada a mediados del Siglo XX (Knudsen, 1950), y por otro lado una vez más resultan insuficientes si se tiene en cuenta el parecer del colectivo docente. Atendiendo a la opinión generalizada del profesorado en relación a este tema, los ruidos provenientes de equipos audiovisuales situados en clases contiguas así como las molestias generadas por equipamientos de calefacción y ventilación, son aspectos básicos que es necesario mejorar en el interior de las aulas (Fitzroy, 1963).

En cualquier caso, no todas las propuestas de mejora se centran únicamente en el interior de las aulas. Por un lado, las características acústicas de los recintos contiguos a los espacios docentes y por otro, la presencia cercana de fuentes ruidosas provenientes del exterior (tráfico rodado y tráfico aéreo) constituyen un motivo de preocupación para la comunidad científica.

Con respecto a los espacios contiguos a las aulas, diversos estudios coinciden al identificar las zonas comunes y pasillos de los edificios escolares como espacios altamente ruidosos (Fitzroy, 1963; Lane, 1957) Resulta anecdótico que a pesar del mencionado incremento en la utilización de materiales absorbentes, su aplicación quede relegada fundamentalmente al interior de las aulas. De este modo, el uso excesivo de superficies acristaladas y de materiales de acabado poco absorbentes, propician que el ruido generado en estas zonas de paso se transmita con enorme facilidad a las aulas contiguas.

Así pues, con el fin de minimizar la transmisión de ruidos al interior de las aulas se proponen diversas medidas correctoras tales como, la incorporación de calzos en el mobiliario escolar o el empleo de materiales absorbentes, como moquetas y alfombras para el revestimiento de zonas comunes. Según apunta Sanders (1965) "estas medidas contribuirán a minimizar tanto el ruido ocasionado por el movimiento del mobiliario, como por el impacto generado al caminar sobre estas superficies, aportando de este modo una mejora acústica considerable".

No obstante, además de los niveles de ruido generados en estas zonas comunes, otra tipología de ruidos, procedentes de las aulas taller y de aulas musicales, son también tenidos en cuenta en el análisis acústico del interior de las escuelas. Atendiendo a los trabajos de Peter Breysse (1980) tanto la duración como el nivel de ruido generado en el interior de estos espacios docentes deben ser controlados. Tras monitorizar de manera continuada los niveles de ruido de diez escuelas, sus estudios recalcan la necesidad de reducir los niveles de ruido interior en este tipo de aulas. Sus mediciones oscilan entre los 66 -77dBA, alcanzándose en todas ellas niveles puntuales por encima de los 100 dBA.

### 3-2-2 ANÁLISIS DEL EMPLAZAMIENTO Y ENTORNO DE ESPACIOS DOCENTES

Con respecto a los emplazamientos y entornos en los que se sitúan los edificios docentes, igualmente resulta necesario reducir y atenuar los niveles de ruido proveniente del exterior. Sin embargo, si bien estas mejoras acústicas resultan factibles, también es cierto que presentan un mayor grado de complejidad debido a los elevados niveles de ruido existentes. Atendiendo a las numerosas investigaciones iniciadas en la década de los 70, el nivel de ruido aéreo y de tráfico rodado próximo a entornos escolares además de resultar inadecuado, se convierte en un problema de especial interés (Sharland, 1972; Crook, 1974; Lane & Meecham, 1974; Ko, 1979; Sargent, Gidman, Humphreys, & Utley, 1980; Breyse, 1980).

Tal y como puede verse en la Tabla 1, los niveles de ruido de fondo medidos en el interior de las aulas superan ampliamente los 60 dBA, llegando a superar en algunos casos incluso los 100dBA.

<b>AÑO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>TIPO DE EDIFICACIÓN ESTUDIADA</b>	<b>PRINCIPAL FUENTE DE RUIDO EXTERIOR</b>	<b>NIVEL DE RUIDO DE FONDO INTERIOR EN AULAS</b>
1971	Breyse e P.A.	12 escuelas cercanas al aeropuerto de Seattle-Tacoma	Ruido tráfico aéreo	60-98 dBA
1974	Lane S.R.	7 escuelas cercanas al aeropuerto de Los Ángeles	Ruido tráfico aéreo	80-95 dBA
1974	Crook M.A.	6 escuelas cercanas al aeropuerto de Heathrow	Ruido tráfico aéreo	> 70dBA
1979	Ko N.W.M	139 escuelas cercanas al aeropuerto de Kai Tak	Ruido tráfico aéreo	70-106dBA
1980	Sargent t J.W.	78 escuelas cercanas a áreas de tráfico urbano	Ruido tráfico rodado	45-80 dBA

**Tabla 1: Niveles de ruido de fondo en el interior de centros escolares (Elaboración propia)**

La reducción de estos elevados niveles de ruido exterior adquiere todavía mayor importancia si se tiene en cuenta que según recogen diversos estudios, niveles de ruido exterior por encima de los 65 dBA, además de perjudicar el proceso de enseñanza-aprendizaje, propician que más de un 60% del profesorado califique como “muy molesto” su entorno de trabajo, asociando estas molestias con sensaciones de fatiga significativas (Ko, 1979; Sargent et al., 1980).

Teniendo en cuenta este preocupante incremento de los ruidos procedentes del exterior, no resulta extraño que la comunidad científica intente establecer márgenes normativos que posibiliten una regulación del ruido dentro del ámbito docente. Así pues, aspectos como el emplazamiento o el diseño de los centros escolares se convierten en un tema de interés y objeto de estudio.

Con respecto a este tema, algunos investigadores facilitan fórmulas y ábacos con el fin de analizar el correcto emplazamiento de las escuelas. Sirvan como ejemplo los trabajos de Adel Elmallawany (1980) los cuales permiten calcular el nivel de ruido producido por una línea ferroviaria o una carretera, en función de la distancia al centro escolar y la densidad de tráfico circulante. Posteriores investigaciones también recalcan la importancia de controlar la transmisión de ruido a través de los flancos y la influencia de una correcta distribución de aulas para la práctica docente. Estos estudios ya remarcan la influencia significativa en la transmisión de ruidos molestos del espesor de las fachadas así como el porcentaje de ventanas y huecos presentes en los cerramientos de edificios escolares (Elmallawany, 1983; 1985).

En cualquier caso, además de un correcto emplazamiento es necesario regular cuales son los niveles máximos de ruido de fondo que deben permitirse en el interior de las escuelas. Sin embargo, con respecto a este tema es posible encontrar diferencias significativas entre los diversos investigadores. Sharland o Beranek, recomiendan que el nivel de ruido de fondo de las aulas se adapte al propuesto por las curvas NC (Noise Criterion) escogiendo en este caso las NC 30-35 y NC 30-40 respectivamente; por su parte Parkin y Humphreys son más restrictivos y proponen como restricción las curvas NC 25, mientras que los trabajos de Burns apuestan por el modelo Europeo con las curvas NR (Noise Raiting) y de manera más restrictiva escogen las curvas NR 20-30 como límite para controlar el ruido permitido en el interior de un aula (Bradley, 1986c; Sharland, 1972).

Conviene reseñar que esta falta de consenso entre la comunidad científica se prolonga también a lo largo de la década de los 80, sin embargo la utilización de nuevos parámetros como el Speech Transmission Index (STI) o el Rapid Speech Transmission Index (RASTI) así como el desarrollo de los programas de simulación acústica y la aparición de nuevas técnicas de cálculo como (Maximum Length sequence, abreviadamente MLS) que posibilita el cálculo de la respuesta impulsiva de una sala, permitirán ampliar el comportamiento acústico de los espacios docentes, y por tanto; evaluar la incidencia del ruido existente sobre el público de las propias aulas.

### 3-2-3 SOBRE REVERBERACIÓN, RUIDO DE FONDO E INTELIGIBILIDAD EN LAS AULAS

Con independencia de los avances y progresos llevados a cabo a lo largo de las dos últimas décadas del Siglo XX, actualmente el TR continúa siendo un referente para definir la calidad acústica de un recinto. Sin embargo, diversos trabajos ponen de manifiesto la necesidad de complementar el estudio de reverberación con la medición y análisis del ruido de fondo existente, evaluando así el grado de interferencia con respecto a la inteligibilidad del habla.

En este sentido, es necesario mencionar los trabajos de Houtgast (1981), los cuales remarcan la necesidad de abordar conjuntamente el efecto de la reverberación y las interferencias ruidosas sobre la inteligibilidad de la palabra. Así pues, Houtgast introduce la utilidad del parámetro STI para predecir la inteligibilidad del habla en un recinto, contribuyendo de este modo a aumentar el conocimiento en torno al umbral de ruido que resulta perjudicial para la comprensión de la palabra. Atendiendo a sus trabajos, cuando la diferencia de niveles promedio, identificada bajo el parámetro Signal to Noise Ratio (SNR) entre el nivel del habla y el nivel de ruido existente en el interior del aula es inferior a 15dBA, la pérdida de inteligibilidad de la palabra dentro de un aula resulta inevitable. Conviene reseñar que estas investigaciones se llevan a cabo empleando un método de cálculo simplificado del STI, desarrollado también por los propios investigadores, y mediante el cual se introduce la utilización del parámetro Rapid Speech Transmission Index (RASTI).

Esta relevante contribución es reafirmada pocos años después en los trabajos de J.S. Bradley, cuyas investigaciones también apuntan la conveniencia del STI para predecir la inteligibilidad del habla en el interior de un recinto y muestran además la elevada correlación del STI con el SNR y el parámetro de Claridad ( $C_{80}$ ), de modo que la inteligibilidad del habla aumenta a medida que también lo hacen la claridad y el SNR.

Sin embargo, a pesar de que Bradley reconoce la importancia de obtener valores de SNR cercanos a los 15dBA propuestos por Houtgast, también es consciente de la dificultad de conseguir esta diferencia de niveles. Los elevados ruidos existentes en entornos escolares, la fluctuación en los niveles del habla (Muy variable en función del orador) y la atenuación del nivel de la palabra a medida que aumenta el volumen de un aula, propician que sea muy difícil alcanzar los citados valores.

En este sentido, sus trabajos proponen una disminución en los TR (En una franja que oscila entre los 0.40 y 0.50 segundos, obtenidos en la frecuencia de 1000Hz y para aulas ocupadas) y sitúa el máximo nivel de ruido de fondo en 30 dBA. Para Bradley, es precisamente esta reducción del TR la que permite obtener elevados niveles de inteligibilidad del habla, incluso cuando la diferencia entre el nivel promedio de la palabra se sitúa solo 6dBA por encima del ruido de fondo (Bradley, 1986c; Bradley, 1985).

En consecuencia, no resulta extraño que posteriores trabajos de investigación en torno al acondicionamiento acústico de aulas se centren en dos aspectos fundamentales:

- Disminuir los niveles de ruido de fondo del interior de las aulas.
- Obtener bajos niveles de reverberación.

En cualquier caso, son precisamente investigaciones sucesivas las que una vez más ponen de manifiesto la elevada dificultad de llegar a cumplir ambas condiciones, debido tanto a la elevada reverberación como a los inadecuados niveles de ruido de fondo existentes en el interior de las aulas (Hetu, 1990; Pekkarinen & Viljanen, 1991) Por otro lado, estas circunstancias se agravan todavía más si tenemos en cuenta los altos niveles de ruido asociados generalmente con elevados niveles de ocupación (Hodgson, 1994).

En lo referente a criterios de reverberación, valores medios de TR cercanos a los 0.5 segundos resultan óptimos en una gran mayoría de aulas, sin embargo además de la dificultad que constituye llegar a alcanzar estos bajos valores, conviene tener en cuenta otro agravante, ya que un mismo nivel de reverberación no conlleva un mismo nivel de calidad acústica. Atendiendo a los estudios de Reich y Bradley, la inteligibilidad de la palabra además de estar influenciada por la reverberación, también lo está por los niveles de ruido ambiente y las reflexiones tempranas (Bradley & Reich, 1998; Reich & Bradley, 1998) Según apuntan estas investigaciones, es posible obtener excelentes niveles de inteligibilidad con TR que oscilan en un rango de 0.30s–0.60s. puesto que dentro de estos valores la comprensión de la palabra no es sensible a estas pequeñas variaciones. No obstante, procurar un elevado número de reflexiones tempranas provenientes del orador en el fondo de las aulas, si resulta determinante para una óptima inteligibilidad de la palabra. Tal y como recogen sus trabajos, para una misma cantidad de material absorbente es posible obtener valores de claridad que difieren incluso más de 4dBA, en función de la ubicación del material absorbente.

Así pues, varios trabajos profundizan en la necesidad de reducir la excesiva reverberación de las aulas, haciendo también hincapié en la necesidad de conocer la cantidad de material absorbente y la zona que resulta más adecuada para su emplazamiento (Berg, 1996; Pekkarinen & Viljanen, 1991) En un principio, se apunta la conveniencia de distribuir los materiales absorbentes al menos en dos superficies distintas de un aula, siendo la pared trasera y la zona posterior del techo las superficies indicadas (Sala, 1995)

No obstante, tal y como se ha descrito la cantidad y ubicación ideal del material absorbente, será aquella que además de proporcionar TR cercanos a los 0.50s (Medidos para la frecuencia de 1000Hz y en Volúmenes <300m<sup>3</sup>) procure un elevado nivel del habla en el fondo del aula.

En este sentido, la implementación de distintos programas de simulación acústica ha permitido demostrar como la parte superior de la pared trasera y las paredes laterales de un aula son las zonas más adecuadas para ubicar el material absorbente (Mir & Abdou, 2005; Reich & Bradley, 1998; Saksela, Botts & Savioja, 2015) mientras que una excesiva absorción en el techo del aula, superficie recomendada en investigaciones previas (Berg, 1996; Pekkarinen & Viljanen, 1991; Sala, 1995) no siempre garantiza buenos resultados, puesto que conlleva una reducción en el nivel de reflexiones sonoras que llegan al fondo del aula.

Todos estos avances y aportaciones son tenidos en cuenta por diversos países Europeos con el fin de establecer criterios y normas que limiten los problemas acústicos en edificios docentes. De hecho, a finales de la década de los 90 es posible reconocer unas pautas generales con el fin de obtener unas buenas condiciones de confort acústico en el interior de las aulas. A pesar de que en algunos países estas regulaciones tienen un carácter normativo, mientras que en otros son presentadas como recomendaciones; limitar el ruido de fondo en torno a 30-35 dBA (Nivel equivalente ponderado), reducir el ruido proveniente de los sistemas de ventilación, así como obtener TR entre 0.40-0.70s en la zona de frecuencias medias y altas (500-4000Hz) son medidas ampliamente consensuadas (Pei, 1997; Persinger, Tiller, & Koren, 1999; Vallet & Karabiber, 2002).

Sin embargo, si bien la calidad acústica dentro del ámbito docente puede identificarse como una preocupación generalizada, dentro de la comunidad científica no encontramos un consenso tan homogeneizado en torno a la forma de tener en cuenta la absorción introducida por el alumnado, o si los criterios acústicos deben obtenerse para aulas vacías o para aulas ocupadas.

Con respecto a esta cuestión, diversos trabajos recogen las variaciones introducidas por el alumnado en términos de absorción y niveles de ruido. Las diferencias registradas resultan significativas en función de que el estudio de un aula se lleve a cabo durante el desarrollo de una clase, encontrándose por tanto ocupada por el alumnado, o se realice cuando ésta se encuentra desocupada (Hodgson, 1994; Pekkarinen & Viljanen, 1991). Así pues, son precisamente estos cambios en las condiciones acústicas del interior de un aula, los que propician que sea necesario determinar hasta qué punto el grado de ocupación de un aula puede incidir en las condiciones de inteligibilidad de la palabra.

Llegados a este punto, es necesario reconocer los trabajos del profesor Murray Hodgson, en los cuales se consigue aislar y medir el nivel de ruido de fondo generado por el alumnado en el interior de un aula universitaria (Hodgson, 1996; Hodgson, Rempel, & Kennedy, 1999). Sin embargo, antes de profundizar en esta cuestión, resulta conveniente destacar que son precisamente estas investigaciones las primeras que abordan el acondicionamiento acústico de aulas dentro de un contexto estrictamente universitario. Así pues, si bien a lo largo de este apartado se han descrito las distintas mejoras y líneas de investigación en torno al acondicionamiento acústico de espacios docentes, éstas han tenido como objeto de estudio aulas y escuelas de enseñanzas medias. Sin embargo, la descripción de los avances descritos hasta este punto no ha sido en vano, ya que es precisamente esta cronología la que ha permitido esbozar brevemente los principales antecedentes de este trabajo, contextualizando de este modo el avance de la acústica arquitectónica desde que adoptara un carácter científico hasta nuestros días con el presente estudio de aulas universitarias. Así pues, en el siguiente apartado se abordarán los avances e investigaciones referidas a este tipo de recintos.

Por último, conviene reseñar que no se ha llegado a profundizar en aspectos tales como los distintos cambios normativos, las mejoras en los procesos de medición, o la aparición de programas de simulación acústica; puesto que este análisis excedería los objetivos en los que se enmarca el presente estudio.

### 3-3 EL ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO DE AULAS UNIVERSITARIAS

En los apartados anteriores se ha descrito la evolución del acondicionamiento acústico, desde el descubrimiento de la fórmula de la reverberación, hasta llegar a un nivel de desarrollo que permite el análisis de un espacio mediante la aplicación de un mayor número de parámetros acústicos. Son numerosos los estudios que ponen de manifiesto la idoneidad de evaluar el comportamiento de una aula en función no sólo del TR, sino también mediante otros parámetros de decaimiento del sonido como el Early Decay Time (EDT); parámetros energéticos como la Claridad ( $C_{50}$ ,  $C_{80}$ ); parámetros de inteligibilidad (STI, RASTI,  $AL_{cons}$ ) y parámetros espaciales como la lateralidad  $LF_{80}$  (Escobar & Morillas, 2011).

No obstante, a pesar de la utilidad de estos parámetros tanto la comprensión de la palabra como la comunicación verbal continúan siendo los principales requerimientos de todo espacio docente, y las aulas universitarias no son una excepción. Sin embargo, estos espacios docentes presentan algunas singularidades que los diferencian de los utilizados normalmente en otro tipo de enseñanzas. Sus mayores dimensiones y capacidad, así como la geometría y los materiales utilizados en el acabado interior sean posiblemente los más característicos.

Tal y como se ha descrito anteriormente, los estudios acústicos de aulas universitarias empiezan a proliferar a finales de la década de los años 90; sin embargo para llevar a cabo el análisis realizado en este apartado se ha decidido complementar estos estudios con investigaciones que si bien no se encuentran dentro de un contexto estrictamente universitario, sí aportan contribuciones acústicamente significativas que guardan relación con el cometido del presente trabajo. Tal y como se ha apuntado anteriormente, las investigaciones del profesor Murray Hodgson constituyen un referente en torno a la caracterización y acondicionamiento acústico de aulas universitarias; pero no menos relevantes son los trabajos centrados en el comportamiento y distribución de los materiales utilizados en su acondicionamiento, o los que abordan la mejora de las técnicas de predicción y simulación acústica en estos espacios. A continuación analizaremos brevemente el estado de la cuestión en torno a estos temas, y cuáles son los principales problemas a los que todavía es necesario dar solución.

Así pues, iniciaremos el siguiente apartado citando los primeros trabajos del profesor Murray Hodgson con respecto a aulas universitarias; puesto que éstos remarcan la necesidad de tener en cuenta la absorción del alumnado, debido a las modificaciones que ésta puede producir sobre los criterios de confort acústico.

### 3-3-1 LA ABSORCIÓN DEL ALUMNADO EN AULAS UNIVERSITARIAS

Tal y como demuestran diversos trabajos de investigación, los niveles de ruido asociados a la actividad generada por el alumnado en el interior de un aula son significativos, llegando a superar generalmente los 40dB (Hodgson, 1994; Hodgson, Rempel, & Park, 1996; Hodgson et al., 1999; Radosz, 2012) encontrando su máximo en el entorno de la frecuencia de 250Hz y decreciendo progresivamente para mayores frecuencias. A este aumento y modificación de los niveles de ruido de fondo, se une el correspondiente incremento de absorción que aporta el alumnado al interior del aula.

Así pues en términos de reverberación, la presencia de estudiantes puede ser analizada como positiva teniendo en cuenta que tanto los valores promedio del EDT como los del TR son menores en comparación con los obtenidos en las aulas cuando se encuentran desocupadas. Conviene tener en cuenta que la presencia del alumnado tiene poca incidencia en clases pequeñas con un elevado tratamiento absorbente, pero en aulas alargadas de gran tamaño y dotadas de poca absorción, los valores de reverberación experimentan una reducción significativa. Sin embargo, en términos de inteligibilidad el efecto positivo de una menor reverberación y por tanto un aumento en el parámetro STI, se ve contrarrestado por una disminución en la comprensión del nivel del habla, debido a la actividad ruidosa generada por el propio alumnado (Hodgson, 1999).

De este modo, la incidencia de los alumnos sobre el comportamiento acústico de un aula no puede considerarse homogénea. Sus efectos dependen de la geometría, el nivel de ruido y el tratamiento absorbente de la propia aula (Hodgson, 1999; Hodgson et al., 1999) El propio Hodgson demuestra su importancia al analizar las reformas acústicas llevadas a cabo en aulas universitarias (Hodgson, 2000; 2004) Aulas de gran tamaño en las que se ha incorporado un tratamiento absorbente, pero en las que no se ha tenido en cuenta la absorción proveniente del alumnado presentan una reverberación insuficiente que impide garantizar una buena inteligibilidad, sobre todo en el fondo de las aulas.

Así pues, con el fin de acotar de manera más precisa la incidencia del alumnado, Hodgson calcula el TR <sub>óptimo</sub> que correspondería a una aula vacía, a partir del TR <sub>óptimo</sub> que sería deseable para un aula de ocupación y volumen conocido (Hodgson & Nosal, 2002). Atendiendo a sus estudios, y acorde con la teoría del campo difuso,

$$(1) TR_{vacía} = \frac{0.161 \cdot V}{A_{vacía}}; \text{ de modo que } A_{vacía} = \frac{0.161 \cdot V}{TR_{vacía}}$$

$$(2) TR_{ocupada} = \frac{0.161 \cdot V}{A_{vacía} + N \cdot A_p}$$

Donde  $N$ =Número de Alumnos y  $A_p$ =Absorción por alumno

Sustituyendo la cantidad de absorción ( $A_{vacía}$ ) en la fórmula (2) y operando se obtiene la expresión (3) que proporciona valores de TR correspondientes a un aula vacía, en función de una absorción y un número total de alumnos determinado.

$$(3) TR_{vacía} = \frac{1}{\frac{1}{TR_{ocupada}} - \frac{Ap \cdot N}{0.161 \cdot V}}$$

En éstos trabajos las diferencias existentes entre ambas series de valores ponen de manifiesto la relevante absorción del alumnado; Los TR presentan diferencias que varían incluso en segundos, dependiendo del volumen del aula y del nivel de ruido de fondo.

Este mismo comportamiento es observado casi una década después por otros investigadores que igualmente se ocupan del análisis acústico de aulas universitarias. En los trabajos de Trombetta & Coelho (2009) se observan disminuciones en los TR de un 50% en función de que el aula se encuentre vacía o totalmente ocupada. Aunque por otro lado, una vez más se pone de manifiesto la desigual incidencia de los alumnos sobre el comportamiento acústico. En estos mismos trabajos se incluyen aulas en las cuales las diferencias introducidas por los ocupantes a nivel de reverberación no son tan significativas. Los  $T_{MID}$  (Media aritmética de los valores de TR correspondientes a las bandas de 500Hz y 1kHz) varían de 0.70s con el aula vacía a 0.50s con el aula completamente ocupada.

Así pues, si bien los niveles de ocupación de las aulas son tenidos en cuenta por diversos autores, la forma de incluir su ocupación no siempre es planteada de igual forma. Utilizando como base los gráficos elaborados por Cremer (Cremer, Müller, & Schultz, 1982) Higini Arau propone calcular un  $T_{MID}$  óptimo a partir del volumen del aula y la relación de la superficie ocupada por la audiencia (Véase expresión 4) Este procedimiento permite situar la reverberación aceptable del recinto entre un par de valores máximos y mínimos. (Arau, 1999) Por otro lado, la propuesta de Arau cobra todavía mayor importancia si se tiene en cuenta que además de estudiar la reverberación, su metodología correlaciona el valor de otros parámetros acústicos con un factor de mérito (Variable entre 0 y 1) que permite realizar una valoración del recinto desde un punto de vista acústico.

$$(4) T_{mid} \text{ óptimo máximo} = 0.368V^{0.1505}$$

$$T_{mid} \text{ óptimo mínimo} = 0.264V^{0.1394}$$

En cambio, en las pautas establecidas por Antonio Carrión para este mismo cometido (Carrión, 1998) se apunta la conveniencia de calcular la ocupación de un recinto a partir de la absorción por  $m^2$ . Según Carrión “en aquellos recintos en los que las personas se hallan siempre sentadas de forma agrupada, resulta más correcto utilizar coeficientes de absorción (por  $m^2$ ) en lugar de la absorción por persona.

Para ello será necesario utilizar la superficie efectiva de audiencia (Superficie ocupada por las sillas + superficie total de las bandas perimetrales de 0,5m de anchura que bordean los diferentes bloques de sillas) y los coeficientes de absorción unitarios.

En este caso los coeficientes facilitados por Beranek en sus investigaciones sobre la absorción de la audiencia (Beranek, 1996a) son los utilizados por Carrión para el cálculo de la mencionada absorción. Sin embargo, con respecto a este tema es posible encontrar estudios que ofrecen resultados muy dispares (Astolfi, Corrado, & Griginis, 2008a). Tal y como se observa en la tabla 2, existen diferencias considerables entre los coeficientes de absorción facilitados por diversos investigadores.

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Beranek	0.20	0.30	0.30	0.40	0.40	0.40
Hodgson	0,40	0.45	0.67	0.81	0.82	0.83
Astolfi	0.08	0.17	0.36	0.60	0.77	0.91

**Tabla 2: Coeficientes de Absorción por persona (m<sup>2</sup>) Fuente: (Astolfi et al., 2008a)**

Los trabajos de Astolfi analizan los coeficientes de absorción de 10 estudiantes así como las mesas y sillas utilizadas por éstos en las aulas (Ensayados en cámara reverberante acorde con el procedimiento de la UNE-EN ISO 354). Sin embargo, a pesar de los esfuerzos por obtener una mayor precisión en torno a la absorción de los alumnos y el mobiliario de las aulas, las mediciones llevadas a cabo muestran como los valores obtenidos en cámara reverberante son inferiores a los medidos “in situ” atendiendo a los TR obtenidos en el aula (Astolfi et al., 2008a) En este sentido, los coeficientes proporcionados por Hodgson resultan los más elevados de la series de valores descritos.

Sin embargo, el estudio pormenorizado de estos coeficientes no garantiza la total homogeneidad de éstos; sirvan como ejemplo los trabajos conjuntos de Hodgson y Kousaie (2002) sobre la absorción del mobiliario de aulas universitarias en los que se apunta como “La contribución absorbente de una persona está inversamente relacionada con la cantidad de material tapizado (material altamente absorbente) de la silla ocupada en cada caso”. En consecuencia, no resulta extraño que algunos trabajos apunten a la conveniencia de utilizar asientos gran capacidad absorbente (Dotados de un alto porcentaje de superficie tapizada) con el fin de minimizar la influencia del grado de ocupación (Awad, Farag, Taha, & Hanafi, 2012; Hodgson, 2001).

Así pues, la absorción acústica del alumnado en el interior de un aula es un tema importante pero que no resulta sencillo de abordar. De hecho, conviene tener en cuenta que diversas normativas de referencia proporcionan recomendaciones y criterios acústicos que no tienen en cuenta el nivel de ocupación del recinto.

Tal y como recoge la Tabla 3, tanto el Instituto Nacional Estadounidense de estándares (ANSI) como el departamento educativo del Reino unido (A través del documento (Building Bulletin-93, 2003) proporcionan criterios de diseño acústico en los que el TR queda definido en función de la tipología o el volumen del aula, pero no contemplan ninguna variación en función del grado de ocupación. En lo referente a la legislación española, de igual modo las directrices marcadas por el CTE en su documento básico de protección frente al ruido, tampoco hacen referencia a este tema(CTE.DB-HR 2014).

<b>NORMATIVA</b>	<b>TIPOLOGÍA DE AULAS</b>	<b>TR (s)*</b>
Building Bulletin BB93	Escuelas de Enseñanza primaria	<0,60
	Escuelas de Enseñanzas medias	<0,80
	Salas de conferencias (>50 personas)	<1
ANSI S12.60	Aulas de Volumen < 283 m <sup>3</sup>	<0,60
	Aulas de 283 m <sup>3</sup> < Volumen ≤ 566 m <sup>3</sup>	<0,70
CTE (DB-HR)	Aulas y salas de conferencias vacías(V<350M <sup>3</sup> )	<0,70
	Aulas y salas de conferencias vacías, pero con butacas fijas(V<350M <sup>3</sup> )	<0,50

**Tabla 3: Valores máximos de reverberación (\*TR promedio de 500Hz, 1000Hz y 2000Hz)**

Las especificaciones incluidas en la tabla 3 son tan solo una muestra de las diferentes regulaciones existentes a nivel internacional en torno al TR, pero tal y como se ha mencionado anteriormente, las aulas universitarias además de cumplir criterios de reverberación también requerirán de un buen comportamiento con respecto a los niveles de ruido de fondo interior y la inteligibilidad de la palabra en todas las áreas destinadas al alumnado.

En el siguiente apartado se describen diversas premisas que será necesario tener en cuenta para alcanzar un buen comportamiento acústico en esta tipología de aulas.

### 3-3-2 REQUERIMIENTOS ACÚSTICOS DE AULAS UNIVERSITARIAS

El apartado anterior aborda la influencia del alumnado en el interior de un aula y las distintas formas de tener en cuenta el grado de ocupación, puesto que a pesar de las diferencias existentes, su demostrada interdependencia con la calidad acústica de las aulas propicia que sea uno de los primeros factores analizados en el ámbito docente universitario. Sin embargo, tanto los citados trabajos de Hodgson como otras investigaciones similares estudian además otro tipo de características y problemáticas en torno al comportamiento acústico de estos recintos.

Con respecto a la geometría de las aulas, atendiendo a diversos estudios, la calidad acústica de estos espacios no está directamente relacionado con el tamaño y el volumen de éstos (Hodgson, 2002) A pesar de que a priori puedan resultar más problemáticas, aulas alargadas y de gran volumen pueden tener un buen comportamiento acústico al dotarlas de superficies reflectantes que garanticen elevados niveles del habla en la parte trasera. Con respecto a su amplitud, aquellas aulas en las que la anchura es la dimensión predominante, si bien su disposición favorece al alumnado al situarlo más cerca del orador, a su vez el carácter direccional de la voz humana perjudica a los ocupantes situados en los puntos más extremos. No obstante, la utilización de altavoces y equipos de sonido puede ser empleado para paliar estas circunstancias y reforzar el nivel de habla de aquellos oradores con niveles de voz menos potentes.

Sin embargo, a diferencia de las características geométricas, si es posible establecer una correlación directa entre la inteligibilidad de la palabra y los niveles de ruido interior de las aulas universitarias (Escobar & Morillas, 2015). Al igual que la excesiva absorción y el ruido asociado a la actividad de los estudiantes pueden resultar perjudiciales para la inteligibilidad del habla, otras fuentes ruidosas juegan un papel decisivo para la comprensión de la palabra. Diversos estudios recogen la correlación existente entre los elevados niveles de ruido y la presencia de sistemas de aire acondicionado en el interior de un aula. De hecho, cuando estos sistemas presentan velocidades de flujo de aire elevadas, y generan vibraciones o ruidos excesivos resultan perjudiciales para el proceso de enseñanza aprendizaje (Addison, Dancer, Montague, & Davis, 1999; Hodgson, 2003 Kabanshi, Wigö, Van De Poll, Ljung, & Sörqvist 2015).

Estos sistemas de acondicionamiento no son los únicos susceptibles de generar vibraciones y ruidos indeseados; en este sentido la creciente incorporación de equipos informáticos en las aulas universitarias contribuye a aumentar todavía más el ruido de fondo en el interior de estas aulas. Sirvan como ejemplo los trabajos de Mir en los que tras la puesta en marcha de los equipos informáticos se constata un incremento en el nivel de ruido de fondo que oscila entre 6 -10 dBA (Mir & Abdou, 2005; Mir & Abdou, 2006).

Así pues, a pesar de los pioneros trabajos de Bradley y Houtgast (Bradley, 1986a; Bradley, 1986b; Houtgast, 1981) en los que claramente se remarca que tanto el ruido de fondo como la diferencia existente entre éste y el nivel de la palabra (SNR) están directamente relacionados con la Inteligibilidad del habla, varios los autores ponen de manifiesto que no basta sólo con conocer estas premisas, sino que también es necesario mejorar su puesta en práctica. Reducir el ruido de fondo implicará actuar sobre todos aquellos focos susceptibles de generarlo, y por tanto estudiar los niveles de ruido generados por equipos informáticos, instalaciones, alumnado y focos provenientes del exterior del aula o de un espacio contiguo a ésta. Atendiendo a los resultados obtenidos en investigaciones recientes, las mejoras acústicas obtenidas al actuar sobre estos aspectos y controlar la reverberación interior de las aulas resultan manifiestas (Shield, Conetta, Dockrell, Connolly, Cox & Mydlarz, 2015) y son además refrendadas por el colectivo docente, el cual percibe califica positivamente un descenso en los niveles de ruido (Kristiansen, Lund, Persson, Challi, Lindskov, Nielsen & Toftum, 2013; 2016).

Sin embargo, a pesar de estas recomendaciones acústicas, en un gran número de aulas universitarias, tanto de reciente creación como aquellas que han sido renovadas con el fin de mejorar su comportamiento acústico, se pone de manifiesto un excesivo énfasis en incrementar la absorción con el fin de reducir la reverberación (Hodgson, 2002; 2004) Este excesivo énfasis va en detrimento de otras medidas como la disminución de los niveles de ruido o la mejora de los niveles del habla en el fondo de las aulas; las cuales a pesar de ser ampliamente conocidas, a día de hoy siguen presentando un gran margen de mejora (Fidêncio, Moret & Jacob, 2014; Pääkkönen, Vehviläinen, Jokitulppo, Niemi, Nenonen, & Vinha, 2015).

Estudios recientes siguen reafirmando la conveniencia de reducir, cuando resulte necesario, los niveles de reverberación en el interior de aulas universitarias; de hecho, los trabajos llevados a cabo por Escobar y Morillas (2011) apuntan a que una recomendación más estricta en los TR de las aulas redundaría en una mayor inteligibilidad de la palabra. Sin embargo, estos trabajos no solo se centran en el estudio de la reverberación de las aulas, sino que también remarcan la elevada correlación entre el STI y los parámetros TR,  $D_{50}$ ,  $C_{50}$  y el ruido de fondo, así como la amplia utilidad del STI. En este sentido, la alta correlación existente entre el  $T_{mid}$  y el STI (Cuyos valores excelentes de inteligibilidad están asociados a TR inferiores a 0.60 s) propician que este parámetro sea considerado adecuado para predecir la inteligibilidad de un aula (Escobar & Morillas, 2015)

Con todo, además de todas las indicaciones mencionadas a lo largo de los apartados previos, investigaciones recientes siguen señalando la conveniencia de obtener un punto intermedio en el que además de controlar la reverberación del interior de las aulas, sea posible obtener altos niveles del habla (Awad, Farag, Taha & Hanafi, 2012). Actualmente, atendiendo a estudios recientes tanto los niveles de ruido interior como los materiales y revestimientos utilizados en el interior de aulas universitarias necesitan ser mejorados en aras de obtener unas óptimas condiciones acústicas (Awad, Farag, Taha & Hanafi, 2012; Cudina, Prezelj, & Pušlar, 2016; Nassiri & Shalkouhi, 2011; Trombetta & Coelho, 2009).

En este sentido, la mejora de todo espacio docente requerirá de una fase de investigación previa, la cual permita conocer el comportamiento y la calidad acústica del aula con el fin de poder aportar posteriormente las mejoras oportunas. Este análisis previo es encontrado en la gran mayoría de los trabajos de investigación citados anteriormente. Sin embargo, una falta de información acústica para las aulas de gran volumen, un comportamiento dispar en ciertos materiales absorbentes, y las diferentes formas de implementar las simulaciones acústicas, propician que el estudio y la mejora acústica de aulas universitarias sea un proceso complejo y que se debe abordar desde un punto de vista global.

La forma de abordar estas cuestiones es tratada en el apartado de metodología, en el cual también se describen más detalladamente los procesos seguidos en el presente trabajo para llegar a alcanzar los objetivos previstos.

## 4. METODOLOGÍA

La metodología aplicada en este trabajo se subdivide en dos fases claramente diferenciadas. En primer lugar, atendiendo a la normativa vigente se han medido los principales parámetros acústicos de cada una de las aulas estudiadas. Durante el proceso de medición también se ha llevado a cabo la toma de datos de las características geométricas y los materiales de acabado que configuran la envolvente interior de cada uno de los recintos. Finalmente, esta primera fase se ha completado con el tratamiento y análisis de los datos obtenidos in situ.

Posteriormente, en la segunda fase experimental se ha utilizado el programa AutoCAD para la construcción de los modelos geométricos en 3D de cada una de las aulas estudiadas. Tras exportar estos modelos al programa de simulación acústica Odeon 10.1 se ha analizado el comportamiento de cada recinto. Las simulaciones llevadas a cabo incluyen diferentes grados de ocupación, de modo que las posibles mejoras a implementar en cada aula tengan en cuenta la presencia del alumnado. Con respecto al programa de simulación acústica elegido, resulta conveniente remarcar que si bien en la actualidad existen otros programas de simulación, diversos trabajos de investigación avalan tanto su vigencia como su utilidad para los objetivos establecidos en este trabajo (Astolfi, Corrado, & Griginis, 2008b; Hodgson & Wong, 2009a; Hodgson, York, Yang, & Bliss, 2008b; Trombetta & Coelho, 2009; Hamidon, Zainudin, & Saon, 2016).

Con el fin de definir más detalladamente estas dos fases que conforman la metodología de trabajo utilizada, describiremos a continuación los procedimientos seguidos en cada una de éstas.

### 4.1 MEDICIÓN Y RECOGIDA DE DATOS

Los espacios docentes estudiados en el presente trabajo pertenecen a las Escuelas de Arquitectura (ETSA) y de Ingeniería de Edificación (ETSIE) ubicadas en el campus de la Universidad Politécnica de Valencia. En el caso de la ETSIE se han estudiado 5 aulas ubicadas tanto en el edificio nuevo (En adelante identificado como Edificio 1C) destinado a las enseñanzas de Máster, como en el aulario antiguo en las que se imparte la docencia de grado (En adelante identificado como Edificio 1B).

Respecto a la ETSA, se han estudiado 5 aulas destinadas a las enseñanzas de grado, incluyéndose espacios que por su singularidad también son utilizados para la docencia en grupos de trabajo. En el total de las 10 aulas analizadas se han incluido recintos de pequeño, mediano y gran volumen de modo que los espacios seleccionados sean lo suficientemente representativos de las distintas tipologías presentes en ambas escuelas.

El programa utilizado para las mediciones acústicas ha sido el DIRAC 7841 de Brüel & Kjær. Por su mayor precisión e independencia del ruido de fondo en comparación con otras técnicas (Passero & Zannin, 2010) el método utilizado fue el de barrido sinusoidal, también conocido como "Sweep".

Esta técnica permite medir la respuesta impulsiva de la sala a partir de la excitación emitida por la fuente sonora; siendo precisamente el registro de esta respuesta impulsiva lo que permite obtener posteriormente los parámetros de calidad acústica del recinto.

Para el desarrollo de este proceso se ha empleado el instrumental de mediciones acústicas del Centro de Tecnologías Físicas de la UPV, constituido fundamentalmente por el siguiente material:

- Ordenador Portátil dotado de tarjeta de sonido y del programa de acústica de salas "Dirac" V3.1 de Brüel & Kjaer
- Amplificador de sonido (LAB. GRUPPEN LAB 300)
- Fuente sonora omnidireccional 4296 Omnipower de Brüel & Kjaer
- Calibrador portátil Brüel & Kjaer. Tipo 4231
- Micrófono prepolarizado de ½ pulgada. Tipo 4189. Nº serie 1858444
- Sonómetro 2260 de Brüel & Kjaer Investigator. Tipo I Nº serie 1875452

En lo referente al emplazamiento de la fuente emisora y los receptores, se ha ubicado la fuente emisora de forma que su posición sea asimilable a la de un orador situado en el centro de la parte delantera del aula, y a una distancia mínima de 1 metro con respecto al cerramiento posterior. Por otro lado, tal y como se observa en la figura 1, la distribución de los receptores se ha realizado atendiendo a la simetría longitudinal de las aulas; suponiendo por tanto que el comportamiento acústico de la zona estudiada se corresponde con el que obtendríamos al estudiar la otra mitad de la sala.

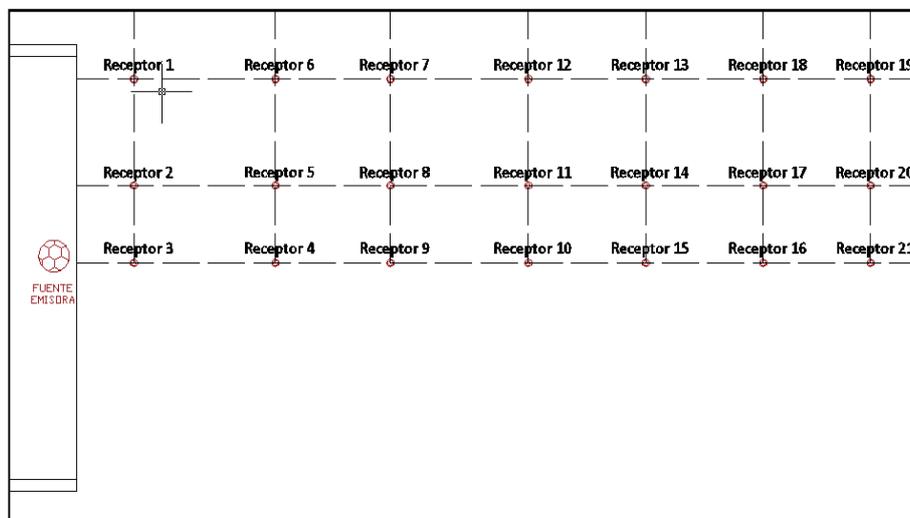
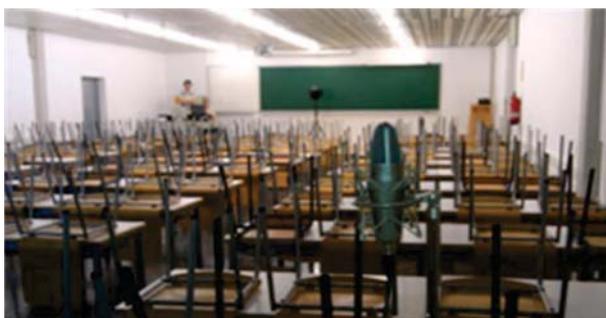


Figura 2: Distribución de receptores y fuente sonora en el Aula C-2 de la ETSIE

Con respecto a la distribución longitudinal, los receptores se han colocado en diferentes filas, iniciándose la toma de datos desde las posiciones más próximas a la fuente sonora hasta las filas más alejadas situadas en la parte posterior del aula. En cada una de las filas se han registrado 3 mediciones, de modo que la cantidad de puntos sea mayor en la medida que también lo es el recinto estudiado. En cualquier caso, en todas las aulas se han efectuado un mínimo de 8 y un máximo de 24 puntos de medición.

Acorde con la norma (UNE EN-ISO 3382-1, 2009) en el lugar destinado a un oyente sentado se ha colocado un micrófono a 1.20m. de altura sobre el nivel del pavimento. Y por lo que respecta a la fuente sonora, ésta se ha dispuesto a 1.50m. de altura sobre el espacio en el que se colocaría un orador erguido y dirigiéndose al alumnado del aula. Conviene reseñar que previamente al inicio de cada medición se ha llevado a cabo el proceso de calibración de los equipos de medida, supervisando durante la recogida de datos que la relación de señal-ruido fuera superior a los 35 y 45dB. recomendados para calcular de manera precisa el T20 y T30 de la sala respectivamente (En los anejos de cálculo se incluyen las gráficas del INR promedio (Desde 125Hz a 4000Hz) de todas las aulas medidas.



Fotografías realizadas a lo largo de la toma de datos y medición de las aulas de la ETSA y ETSIE



Figura 3: Proceso de medición acústica y recogida de datos

En último término, con la ayuda de un sonómetro profesional Brüel & Kjaer se han medido los valores de ruido de fondo existentes en el interior de cada una de las aulas. Para ello, se registraron un mínimo de 5 posiciones distribuidas a lo largo del aula, promediando posteriormente los valores recogidos para las distintas frecuencias. La obtención de estos valores ha permitido identificar el nivel de ruido interior de cada una de las aulas con respecto a los valores estandarizados de las curva NC y NR.

#### 4-1-1 OCUPACIÓN Y ESTADO DE LAS AULAS

Con respecto a las condiciones de ocupación y ruido de fondo, todas las mediciones se han realizado con las aulas completamente vacías aunque en periodos lectivos, de modo que ambas escuelas se encontraban ocupadas en todo momento por el alumnado correspondiente.

Los equipos informáticos, proyectores y sistemas de apoyo acústico han permanecido desconectados durante el proceso de medición. No obstante, con respecto a los sistemas de climatización no ha sido posible realizar ninguna modificación puesto que estos pertenecen a sistemas centralizados y no pueden ser modificados de manera individualizada. Así pues, tanto los niveles de ruido generados por este tipo de instalaciones como los asociados al tránsito de personas se corresponden con los existentes en el interior de las aulas durante los periodos lectivos.

#### 4-1-2 TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Una vez terminada la fase de medición, el proceso de análisis se ha completado con la exportación y tratamiento de los datos obtenidos in situ. En nuestro caso, atendiendo a criterios de decaimiento, energéticos y de inteligibilidad los parámetros analizados en el presente trabajo han sido

- Tiempo de reverberación (TR)
- Early Decay Time (EDT)
- Definición ( $D_{50}$ )
- Speech Transmission Index (STI)
- Ruido de fondo (BGN)

Tanto los parámetros de reverberación (EDT y TR) como los energéticos ( $D_{50}$ ) han sido analizados en un rango de frecuencias comprendido entre 125Hz -4000Hz, puesto que si bien los aparatos de medición empleados permiten analizar frecuencias de menor y mayor rango, los recintos estudiados tienen como principal finalidad la transmisión de la palabra; de modo que se ha considerado que en el rango de frecuencias seleccionado el espectro de la voz humana queda suficientemente estudiado.

Así pues, el promedio de todas las medidas recogidas se ha tomado como valor representativo en cada una de las bandas de frecuencia analizadas, y para cada uno de los parámetros estudiados.

En el caso del parámetro STI la variación experimentada por éste a medida que nos distanciamos de la fuente emisora, propicia que también se haya analizado su comportamiento en la parte delantera, central y posterior del aula. No obstante, aunque los valores obtenidos para este parámetro no estén distribuidos por frecuencias, el promedio de todos los puntos estudiados ha sido escogido como valor representativo del STI del aula.

Por último, resulta importante remarcar que si bien el estudio pormenorizado de cada parámetro permite obtener conclusiones en base a criterios de decaimiento del sonido, energéticos y de inteligibilidad; en el presente trabajo se ha optado por aplicar un análisis global de todos los parámetros estudiados. De este modo, además de un análisis individualizado de cada parámetro, se pretende proporcionar un valor global en torno al comportamiento del aula, identificando al mismo tiempo cuales son aquellos parámetros susceptibles de mejora, y cuya modificación redundaría positivamente en el comportamiento acústico del aula. Para llevar a cabo esta evaluación se ha utilizado el Factor de Merito (FM) introducido por Higini Arau con el fin de evaluar el comportamiento acústico de un recinto(Arau, 1999).

En el siguiente apartado se detallan los principales criterios de ponderación utilizados en base a este FM, así como la adaptación realizada para el presente trabajo.

#### 4-1-3 FACTOR DE MÉRITO GLOBAL DE LAS AULAS

Tal y como se ha descrito anteriormente, interrelacionar parámetros de distinta naturaleza permitirá evaluar el comportamiento acústico de un recinto de manera global, motivo por el cual la utilidad de un Factor de Mérito Global (FMG) resulta obvia.

A continuación se describen los parámetros acústicos escogidos de modo que el análisis de las aulas mediante estos factores tenga en cuenta criterios de reverberación, energéticos y de inteligibilidad. Además, también se ha considerado oportuno describir las consideraciones establecidas por Arau para el estudio de cada parámetro.

##### **FACTOR DE MÉRITO ASOCIADO AL TIEMPO DE REVERBERACIÓN DEL AULA (TR)**

Para la obtención del Factor de Mérito asociado al TR, los valores de reverberación de las aulas estudiadas se han considerado óptimos, siempre y cuando el valor promedio de las frecuencias de 500 y 1000Hz, identificado como  $T_{mid}$ , se haya situado entre un valor máximo y un valor mínimo, que en el caso de un recinto destinado a la palabra se corresponde con las expresiones:

$$T_{mid} \text{ óptimo máximo} = 0.368V^{0.1505}$$

$$T_{mid} \text{ óptimo mínimo} = 0.264V^{0.1394}$$

##### **FACTOR DE MÉRITO ASOCIADO AL EDT DEL AULA (EARLY DECAY TIME)**

Teniendo en cuenta que la transmisión e inteligibilidad del habla es un objetivo fundamental en el interior de un aula, en el caso del Factor de Mérito asociado al EDT, se ha considerado que un aula cuyo valor promedio sea sustancialmente inferior al TR de la propia sala ( $0.60T_{mid} \leq EDT < 0.75T_{mid}$ ) ofrecerá también una mayor inteligibilidad para la transmisión de la palabra.

##### **FACTOR DE MÉRITO ASOCIADO A LA DEFINICIÓN DEL AULA ( $D_{50}$ )**

La obtención de elevados valores de este parámetro está asociada a un mejor comportamiento del recinto para la expresión hablada, de este modo en la obtención del Factor de Mérito asociado al  $D_{50}$ , se han considerado óptimos aquellos valores que en el interior del aula exceden de 0.65.

##### **FACTOR DE MÉRITO ASOCIADO AL STI DEL AULA (SPEECH TRANSMISSION INDEX)**

Atendiendo a la gran importancia de este parámetro para la inteligibilidad en el interior de un aula, en el caso del Factor de Mérito asociado al STI, se han considerado excelentes aquellos valores de STI superiores a 0.75.

Así pues, teniendo en cuenta estos criterios de ponderación descritos es posible calcular un factor de mérito (FM) asociado a cada uno de los parámetros estudiados. Finalmente, para la obtención del Factor de Mérito Global (FMG) de cada aula es necesario obtener el valor promedio de todos los factores estudiados, obteniendo de este modo el correspondiente FMG del aula.

$$FM_{Global} = \sum_i^n \frac{FM_i}{n}$$

Por tanto, en nuestro caso para obtener el FMG de las aulas estudiadas:

$$FM_{Global\ del\ Aula} = \frac{FM(TR) + FM(EDT) + FM(D50) + FM(STI)}{4}$$

Sin embargo, resulta necesario remarcar que este factor de mérito (FM) introducido por Arau no es aplicable a salas estudiadas en vacío, puesto que el FMG analiza el comportamiento global de una sala, pero incluyendo también a la audiencia para la que previamente ha sido diseñada.

Así pues, teniendo presente que la medición de las aulas objeto de estudio se ha llevado a cabo en situación de vacío, ha sido necesario implementar un procedimiento que permita conocer los previsibles valores que tendrán los parámetros medidos en vacío, cuando el aula se encuentre ocupada por el alumnado a la que está destinada.

Es precisamente este paso el que requiere de la utilización de programas de simulación, en nuestro caso el programa Odeon 10.1. En el siguiente apartado se describirá con mayor detalle el procedimiento seguido en la fase de simulación acústica.

## 4-2 SIMULACIÓN ACÚSTICA DE LAS AULAS

La simulación acústica de las aulas previamente analizadas constituye la segunda parte de la metodología aplicada en el presente trabajo. Para iniciar esta fase ha sido necesario recopilar los tipos de revestimientos que configuran la envolvente interior y las características geométricas de cada una de las aulas estudiadas. Dimensiones, formas, materiales y coordenadas de posición tanto de la fuente emisora como de los receptores medidos durante la toma de datos, han sido tenidos en cuenta para construir el modelo geométrico en 3D.

Atendiendo a lo descrito en investigaciones previas (Gomes, Gerges, & Tenenbaum, 2000; Hodgson & Scherebnyj, 2006, Guillén, 2012) el nivel de detalle de estos modelos geométricos no requiere la inclusión de elementos de pequeño tamaño. Por este motivo, elementos como las rejillas de impulsión/expulsión de los sistemas de aire acondicionado, las luminarias integradas en los falsos techos, las delgadas carpinterías metálicas que enmarcan grandes superficies acristaladas y demás pequeños elementos no han sido incluidos en los modelos geométricos, los cuales se han construido únicamente mediante la utilización de superficies planas.

Con respecto a la modelización del área ocupada por el alumnado, además de las diferencias existentes en torno al tratamiento absorbente de la audiencia (explicadas anteriormente en el apartado 3-3) también es posible encontrar distintos criterios de simulación de esta área específica, puesto que no todos los autores simulan de igual manera esta superficie (Astolfi et al., 2008a; Bradley, 1998). En nuestro caso, en los modelos de simulación el espacio ocupado por el alumnado y el mobiliario ha sido simulado directamente sobre la superficie del pavimento del aula. Tras construir y exportar el modelo 3D al programa de simulación Odeon 10.1, se han introducido las coordenadas geométricas de la fuente sonora y los receptores; anotadas previamente en la fase de recogida de datos con la ayuda de útiles de medición.

Seguidamente, en función de su tipología se han asignado los coeficientes de absorción de cada una de las distintas superficies del aula. Conviene reseñar que este último paso ha sido también el más complejo de acometer; puesto que tal y como apuntan diversas investigaciones, conocer el comportamiento absorbente de los distintos materiales resulta decisivo para lograr que el modelo de simulación reproduzca las condiciones acústicas existentes en el recinto estudiado (Hodgson & Scherebnyj, 2006; Hodgson, York, Yang, & Bliss, 2008a) En este sentido, se ha de tener en cuenta que a la dificultad de conocer con exactitud los coeficientes de absorción de determinados materiales, se añade el hecho de que diversas superficies tales como, techos absorbentes suspendidos o superficies paneladas presentan comportamientos reales que difieren de los esperados teóricamente (Hodgson, 2001; Hodgson & Scherebnyj, 2006).

Por otro lado, tal y como apuntan algunos autores la falta de mayor información con respecto a los coeficientes de difusión acústica de determinados materiales de construcción; escasa en comparación con las numerosas bases de datos relativas a la absorción de materiales, dificulta todavía más la posibilidad de predecir tanto el comportamiento acústico de los materiales como la influencia del alumnado en el interior de un aula (Gomes et al., 2000) En el presente trabajo, los coeficientes de absorción asignados a los distintos materiales provienen de la base de datos proporcionada por el programa Odeon, la cual además se ha complementado con datos publicados por profesionales de contrastado prestigio tales como Beranek, Marshall o Arau (Arau, 1999; Beranek, 1996b) y con ensayos propios llevados a cabo en la cámara reverberante del Centro de Tecnologías físicas de la ETSA.

Por último, para simular acústicamente las aulas, tanto en situación de vacío como de ocupación, se han modificado los coeficientes de absorción y difusión del área ocupada por el alumnado y el mobiliario del aula. Para tal fin se han empleado los datos utilizados en investigaciones previas; las cuales si bien no tenían por finalidad el estudio de aulas universitarias, atendiendo a las pautas de trabajo utilizadas, sí compartían la preocupación por incluir la presencia del alumnado en las simulaciones acústicas (Astolfi et al., 2008b).

Tal y como puede verse en la tabla 4, los coeficientes de absorción y difusión han sido modificados en función del grado de ocupación del aula. Nótese que a diferencia de la absorción de los materiales, la difusión aplicada ha sido uniforme para todas las bandas de frecuencia comprendidas entre 125Hz – 4000Hz.

	Coeficientes de Difusión	Coeficientes de Absorción por banda de frecuencia					
		125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
<b>Aula en vacío</b>	0.3	0.07	0.06	0.07	0.07	0.04	0.01
<b>Aula ocupada</b>	0.5	0.15	0.24	0.42	0.67	0.82	0.88

**Tabla 4: Coeficientes Absorción y difusión para el área del alumnado y mobiliario**

En cualquier caso, además de la información proporcionada por las diferentes fuentes documentales, en la fase de simulación acústica se ha implementado una estrategia basada en cálculos iterativos con el fin de ajustar el comportamiento de los modelos de simulación, incluso cuando no es posible conocer el comportamiento absorbente de algún material.

Tanto este procedimiento como el utilizado para llegar a calcular el FMG de cada una de las aulas se describe más detalladamente el siguiente apartado.

#### 4.2-1 AJUSTE DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN

En el presente apartado se describe el procedimiento empleado con el fin de ajustar los modelos de simulación acústica de las aulas universitarias analizadas; de modo que sea posible considerar que dichos modelos reproducen las condiciones acústicas de las aulas objeto de estudio.

De este modo, atendiendo a lo establecido en la norma (UNE-EN ISO 3382-1.2009) es posible considerar que un modelo de simulación acústica presenta un ajuste aceptable, si las diferencias existentes entre los valores de reverberación simulados y los medidos in situ son inferiores al 5% para cada banda de frecuencia estudiada (En este caso desde 125Hz hasta 4000Hz) Sin embargo, en el presente trabajo se ha tenido en cuenta las propuestas de diversos autores, en las cuales se propone ampliar estas diferencias hasta un margen menos estricto, permitiendo así diferencias de un 10% con respecto a ambas series de valores (Astolfi et al., 2008b; Reich, 1998).

En relación al comportamiento impredecible de algunos materiales, tal y como se ha descrito anteriormente, resulta necesario tener previsto un ajuste de los modelos que permita disminuir las posibles diferencias entre los valores de simulación y los medidos in situ. En consecuencia, con el fin de conocer el comportamiento absorbente de algún material no identificado en nuestra base de datos; se ha aplicado un procedimiento de cálculo iterativo, cuyas principales características se describen a continuación.

Así pues, teniendo en cuenta que tanto el método de trazado de rayos utilizado por Odeon, como la fórmula de Sabine presentan un grado de precisión suficientemente elevado como para predecir la reverberación de un recinto (Astolfi et al., 2008b; Hodgson & Wong, 2009b; Dolejší & Dolejší, 2016) se ha considerado que la absorción medida en cualquier aula es el resultado de sumar la absorción individual de cada uno de los materiales presentes en la misma. En cualquier caso, a esta absorción debe añadirse la generada también por la absorción del aire. De manera que a partir de la fórmula de Sabine se ha considerado:

$$TR = 0.162 \cdot \frac{V}{A_{Total}} ; \text{ de modo que } TR = 0.162 \cdot \frac{V}{S \cdot \alpha_m + 4 \cdot mV};$$

*Donde, a su vez*

$$\alpha_m = \frac{\alpha_1 \cdot S_1 + \alpha_2 \cdot S_2 + \dots + \alpha_n \cdot S_n}{S}; \quad S = \sum_{i=1}^n S_i \quad \text{y por tanto} \quad A_{Total} = \frac{0.162 \cdot V}{TR_{medido}}$$

Así pues, mediante la fórmula de la reverberación es posible obtener la absorción total de un aula ( $A_T$ ), puesto que tanto el volumen de la sala estudiada, calculado a partir de los datos geométricos, como el TR calculado mediante el programa Dirac en la toma de datos, pueden ser tratados como datos conocidos.

Una vez conocida la absorción total de un aula para obtener el coeficiente de absorción de un determinado material, se ha deducido de ésta ( $A_T$ ) la absorción de cada uno de los materiales conocidos, a excepción del material cuya absorción se pretende conocer.

Es precisamente en esta fase, donde las simulaciones facilitadas por Odeon permiten optimizar este procedimiento de cálculo. Así pues, al simular el comportamiento de un aula en la que al material desconocido no se le atribuye ninguna capacidad absorbente, se ha obtenido el TR de la sala asociado a esta distribución de materiales, identificando éste como  $TR'_{\text{simulado}}$ . Del mismo modo, esta reverberación teórica de la sala ha posibilitado deducir la absorción teórica de la propia sala ( $A'_T$ )

$$A'_T = \frac{0.162 \cdot V}{TR'_{\text{simulado}}}$$

En este caso, esta absorción teórica se ha identificado con la proporcionada por todos los materiales existentes en el aula, a excepción del material al que previamente no se le ha atribuido capacidad absorbente alguna. En último término, el valor obtenido al deducir de la absorción total de la sala ( $A_T$ ) la absorción teórica ( $A'_T$ ) obtenida mediante el programa de simulación, se corresponderá con la absorción del material que pretendemos caracterizar.

$$A_{\text{Total}} - A'_T = \text{Absorción material desconocida}$$

Finalmente, una vez conocida la contribución absorbente de cada material, y presuponiendo que este comportamiento responde al existente en el aula estudiada, es necesario repetir una vez más la simulación del recinto. Este segundo proceso se lleva a cabo con el fin de comprobar que los resultados obtenidos reproducen un comportamiento similar al obtenido en las mediciones in situ. En todo caso, atendiendo a las diferencias de reverberación admisibles con respecto a los valores de medidos (+/-10% Desviación del TR). En caso de ser necesario, el proceso de ajuste iterativo descrito se repetirá hasta que los valores de reverberación medidos y los valores procedentes de la simulación presenten diferencias menores al 10%.

Este procedimiento de ajuste descrito resulta de gran importancia, ya que supone un paso fundamental, antes de calcular los factores de mérito asociados a los parámetros estudiados.

A continuación se describirá más detalladamente el cálculo de los diferentes factores de mérito global (FMG)

#### 4-2-2 APLICACIÓN DEL FMG DEL AULA EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE OCUPACIÓN

Tal y como se ha descrito anteriormente, el análisis de un espacio docente requiere tener en cuenta la presencia del alumnado en el interior de las aulas, puesto que su presencia implica modificaciones directas tanto a nivel de absorción como de inteligibilidad del habla. En este caso, se han utilizado las simulaciones acústicas con el fin de prever el comportamiento de un aula; sin necesidad de postergar su estudio hasta que ésta se encuentre totalmente ocupada.

De este modo, tras el necesario ajuste de los modelos de simulación, descrito anteriormente, se ha pretendido reproducir estas mismas aulas incorporando en su interior la audiencia para la cual han sido diseñadas. En este sentido, conviene tener en cuenta que a excepción del área del público y mobiliario, todos los materiales que conforman la envolvente interior de la sala se mantendrán inalterados con independencia de que el aula se encuentre vacía u ocupada. Así pues, la variación de los coeficientes de absorción y difusión de estos materiales permitirá simular el aula atendiendo a su grado de ocupación.

Tras finalizar la fase de ajuste y simulación de las aulas en vacío y ocupadas, se han utilizado los valores obtenidos para llevar a cabo el cálculo de los factores de mérito (FM) así como el correspondiente cálculo del factor de mérito global de cada aula (FMG).

Resulta necesario remarcar que las distintas series de valores obtenidas en las simulaciones, se han utilizado para calcular los diferentes FM, así como los correspondientes FMG asociado a cada aula, los cuales se identifican como:

##### **Factor de Mérito Global de Aula en Vacío (FMG<sub>Aula Vacío</sub>)**

Obtenido tras calcular el promedio de los 4 factores de mérito asociados a los parámetros EDT, TR, D50 y STI respectivamente, en condiciones de aula vacía. Tal y como se ha descrito en el apartado 4-1-2 y 4.1-3, para obtener el FM de cada parámetro se ha promediado el valor obtenido en cada uno de los receptores simulados para las frecuencias de 500Hz y 1000Hz. Dado que el parámetro STI, proporciona un único valor, se ha utilizado el valor promedio obtenido de todos los receptores del aula.

Es necesario recordar que el FMG<sub>Aula Vacío</sub> se ha calculado simplemente con el fin de analizar su variación con respecto al FMG<sub>Aula</sub>. Tal y como se ha indicado anteriormente en el apartado 4-1-3, el factor de mérito es propuesto por Arau con el fin de analizar el comportamiento de una sala incluyendo su audiencia.

### **Factor de Mérito Global de Aula (FMG<sub>Aula</sub>)**

Obtenido tras calcular el promedio de los 4 factores de mérito asociados a los parámetros EDT, TR, D<sub>50</sub> y STI respectivamente, en condiciones de aula ocupada. Tal y como se ha descrito en el apartado 4-1-2 y 4-1-3, para obtener el FM de cada parámetro se ha promediado el valor obtenido en cada uno de los receptores simulados para las frecuencias de 500Hz y 1000Hz. Dado que el parámetro STI, proporciona un único valor, se ha utilizado el valor promedio obtenido de todos los receptores del aula. Finalmente, este valor promedio ha sido después ponderado atendiendo a los criterios propuestos por Arau.

Tal y como se observará seguidamente en el apartado de resultados, con el fin de estudiar la variación del FMG de un aula con respecto a su grado de ocupación, además de simular el aula en condiciones de ocupación total, también se ha simulado ésta con una ocupación del 50% del alumnado. Así pues, a pesar de que estos datos no han sido utilizados para la obtención de los correspondientes factores de mérito experimental (\*FM<sub>Exp</sub>) la información proporcionada por éstos, puede utilizarse para ampliar el análisis y la información del comportamiento acústico de cada aula.

### **\*Factor de Mérito Global de Aula Experimental (\*FMG<sub>Exp</sub>)**

Obtenido experimentalmente al correlacionar el FMG<sub>Aula</sub> con el FMG<sub>Aula Vacío</sub>, de modo que tras adaptar los criterios de ponderación propuestos sea posible conocer el FMG de un aula en condiciones de ocupación, a partir de los parámetros del aula media en vacío.

Así pues, para correlacionar ambas series de valores con los intervalos propuestos por Higini Arau; ha sido necesario comprobar la relación existente entre los valores obtenidos en vacío y los obtenidos con el aula ocupada para cada uno de los parámetros estudiados. El criterio utilizado para calcular el \*FMG<sub>Exp</sub> a partir de los correspondientes Factores de Mérito asociados con los parámetros EDT, TR, D<sub>50</sub> y STI, ha sido igualmente el valor promedio para las frecuencias de 500Hz y 1000Hz. Dado que el parámetro STI, proporciona un único valor, se ha utilizado el valor promedio obtenido de todos los receptores del aula.

El comportamiento acústico de cada aula en función de los distintos FMG, así como la variación experimentada por cada uno de los parámetros estudiados se describe más detalladamente en el apartado 6. Seguidamente se expondrán en el siguiente apartado los resultados obtenidos tras llevar a cabo las distintas fases de la metodología aquí expuesta.

## 5 RESULTADOS

El presente apartado incluye los resultados obtenidos en las fases anteriormente descritas de la metodología. De este modo, a lo largo del mismo es posible distinguir tres grandes bloques.

En primer lugar se incluyen los resultados obtenidos en la medición acústica de las aulas (Apartado 5.1) En un segundo bloque se incluyen los datos procedentes de la simulación de las aulas objeto de estudio, tanto en condiciones de vacío como de ocupación (Apartado 5.2). Finalmente el tercer bloque presenta los factores de mérito y los correspondientes factores de mérito global (FMG) de las aulas, asociados a las distintas series de valores procedentes tanto de la medición como de las distintas simulaciones.

Tal y como se ha citado anteriormente, el análisis pormenorizado de todos estos resultados se abordará con mayor detalle en el apartado destinado a la discusión de los mismos. De este modo, éste análisis será utilizado posteriormente con el fin de obtener las conclusiones del presente trabajo.

### 5.1 MEDICIÓN ACÚSTICA DE LAS AULAS EN VACÍO

Atendiendo a los criterios descritos en el apartado de metodología, a continuación se incluyen los resultados procedentes de la medición de las aulas estudiadas. Además de los valores referidos al TR, EDT,  $D_{50}$  y STI; se han incluido las principales características geométricas de cada aula, los materiales que conforman la envolvente interior de cada recinto y los niveles de ruido de fondo interior. Así pues, los valores obtenidos se acompañan de una vista en planta en la que se identifica tanto la posición de la fuente sonora como los receptores utilizados para llevar a cabo la medición del aula. Con el fin de aumentar el grado de definición, también se han incluido los coeficientes de absorción acústica asociados a cada material, así como la superficie ocupada por cada uno de éstos en el interior del aula.

Con respecto a los gráficos de los parámetros TR, EDT y  $D_{50}$ , en este apartado se han incluido los valores promedio de todas las medidas realizadas. No obstante, el apartado Anejos de cálculo recoge la información detallada de todos los receptores medidos en cada una de las aulas. En el caso del parámetro STI, aun cuando se ha considerado el promedio de todos los puntos estudiados como valor representativo del aula; se han incluido también los valores obtenidos en la parte delantera, central y posterior de cada aula.

Finalmente, junto a los mencionados gráficos se adjuntan los valores de ruido de fondo obtenidos en cada una de las aulas estudiadas. Tal y como se ha descrito anteriormente, tras promediar los valores de ruido de fondo registrados en distintas posiciones, éstos se han comparado con los valores de referencia de las curvas NC y NR. El nivel de ruido de fondo obtenido ha posibilitado identificar a cada aula con su correspondiente curva.

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA DE EDIFICACIÓN (EDIFICIO 1B)**

**AULA JB 2**

AULA JB2 ETSIE	
Anchura (m)	10,25
Longitud (m)	25,45
Altura (m)	4,05
Volumen (m <sup>3</sup> )	1129
Alumnado (m <sup>2</sup> )	197,78

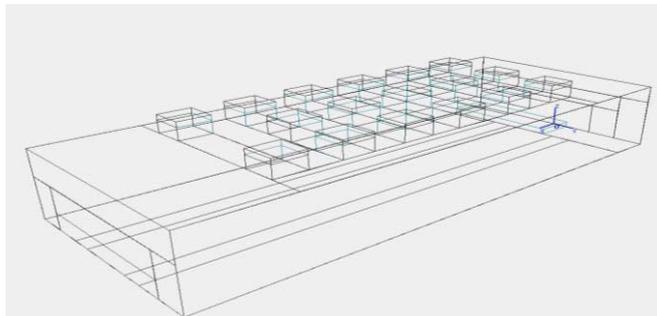


Figura 4: Geometría y modelo 3D del aula JB 2

ENVOLVENTE INTERIOR	Superficie (% Ocupado)		Coeficientes de Absorción					
			125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
Vidrio	20,05m <sup>2</sup>	2,1%	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04
Claraboyas	38m <sup>2</sup>	4 %	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04
Forjado	30,60m <sup>2</sup>	3,2%	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
Panelado lucernarios	76,28m <sup>2</sup>	8%	0.40	0.30	0.20	0.17	0.15	0.10
Techo	228,21m <sup>2</sup>	24,1%	0.23	0.32	0.33	0.14	0.16	0.23
Paredes	270,73m <sup>2</sup>	28,5%	0.11	0.15	0.13	0.13	0.15	0.11
Pavimento	68,43m <sup>2</sup>	7,2%	0.01	0.01	0.015	0.02	0.02	0.02
Tarima	15,33m <sup>2</sup>	1,6%	0.40	0.30	0.20	0.17	0.15	0.10
Carpintería madera	3m <sup>2</sup>	0,30%	0.14	0.10	0.06	0.08	0.10	0.10
Superficie Alumnado	197,78m <sup>2</sup>	20,9%	0.07	0.06	0.07	0.07	0.04	0.01

Tabla 5: Superficies y coeficientes de absorción acústica de los materiales del aula JB 2

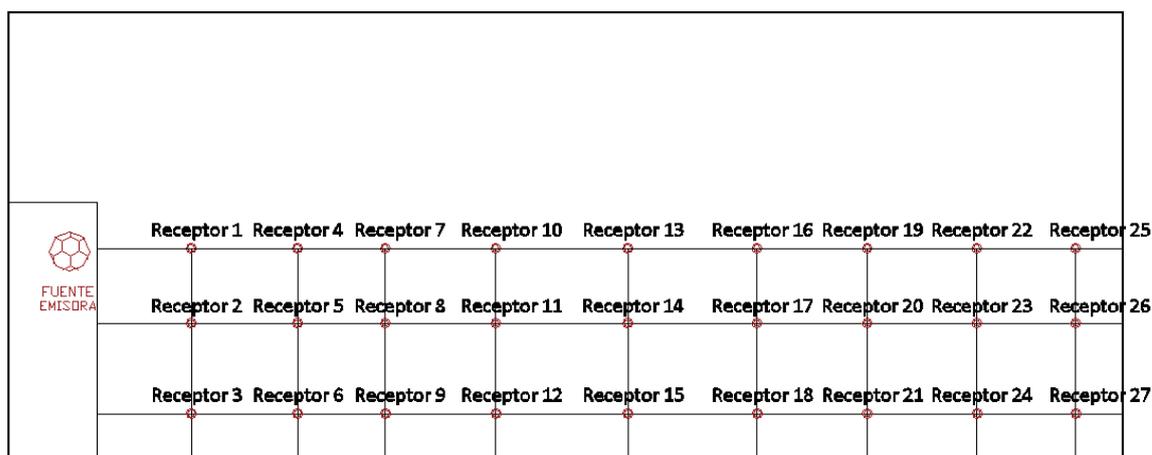


Figura 5: Distribución de receptores del aula JB 2

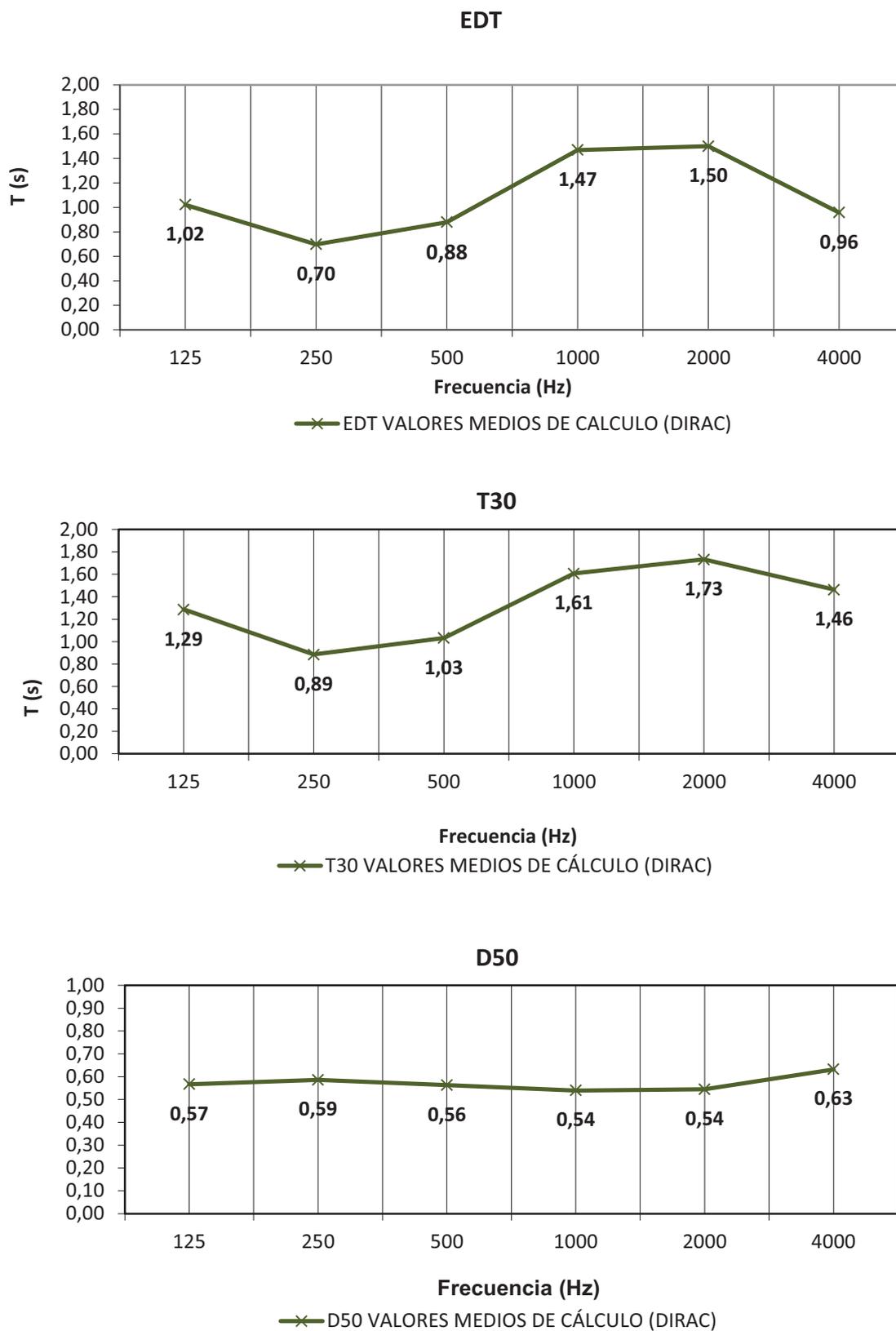


Figura 6: Valores promedio de los parámetros TR, EDT y D50 medidos en el aula JB 2

**AULA JB 2**

RECEPTOR	STI
1	0,77
2	0,73
3	0,69
4	0,71
5	0,67
6	0,66
7	0,66
8	0,66
9	0,65
10	0,63
11	0,62
12	0,62
13	0,62
14	0,6
15	0,6
16	0,6
17	0,57
18	0,58
19	0,58
20	0,56
21	0,55
22	0,58
23	0,59
24	0,58
25	0,59
26	0,58
27	0,59

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,62</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
Nº Receptor	STI
1	0,77
2	0,73
3	0,69
4	0,71
5	0,67
6	0,66
7	0,66
8	0,66
9	0,65
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,69</b>

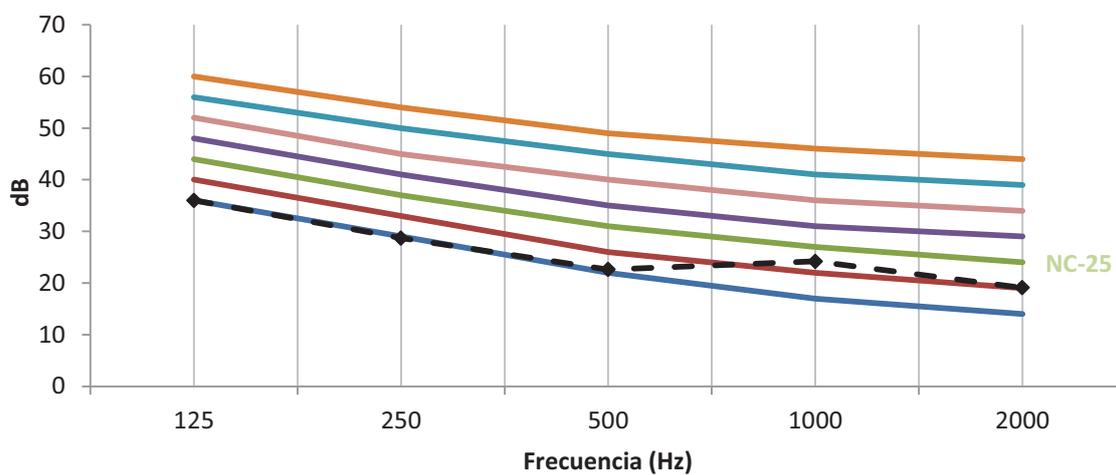
ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
Nº Receptor	STI
10	0,63
11	0,62
12	0,62
13	0,62
14	0,60
15	0,60
16	0,60
17	0,57
18	0,58
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,60</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
Nº Receptor	STI
19	0,58
20	0,56
21	0,55
22	0,58
23	0,59
24	0,58
25	0,59
26	0,58
27	0,59
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,58</b>

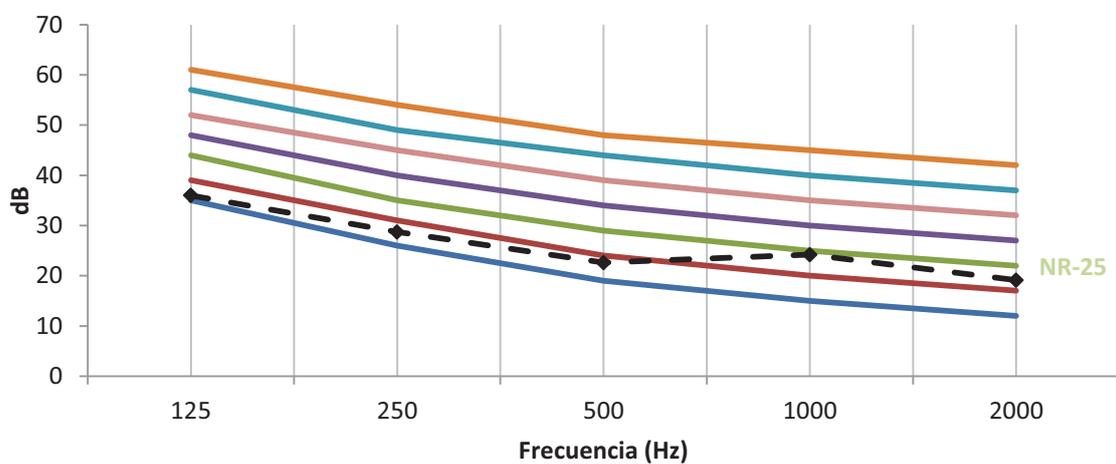
Tabla 6: Valores medidos del parámetro STI en el aula JB 2

AULA	DISTRIBUCIÓN DE RUIDO DE FONDO (dB)					CURVA DEL AULA
	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	
ETSIE JB2	36	28,7	22,6	24,2	19,1	NC-25 / NR-25

Tabla 7: Aula JB2\_Distribución del ruido de fondo (dB)



NC-20 NC-25 NC-30 NC-40 NC-45 AULA JB2 NC-35



NR-20 NR-25 NR-30 NR-40 NR-45 AULA JB2 NR-35

Figura 7: Niveles de ruido de fondo del aula JB 2 según curvas NC y NR

AULA 2

AULA 2 ETSIE	
Anchura (m)	10,45
Longitud (m)	25,35
Altura (m)	4,05
Volumen (m <sup>3</sup> )	1080,60
Alumnado (m <sup>2</sup> )	158,75

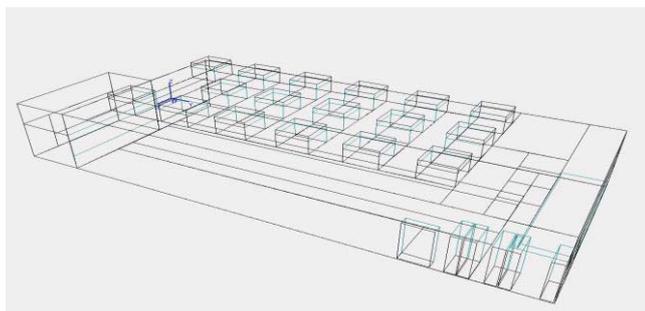


Figura 8: Geometría y modelo 3D del aula 2

ENVOLVENTE INTERIOR	Superficie (% Ocupado)		Coeficientes de Absorción					
			125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
Vidrio	23,90m <sup>2</sup>	2,38%	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04
Claraboyas	42,75m <sup>2</sup>	4,26%	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04
Forjado	30,60m <sup>2</sup>	3,05%	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
Panelado de Corcho	22,87m <sup>2</sup>	2,28%	0.12	0.27	0.72	0.79	0.76	0.77
Techo	213,76m <sup>2</sup>	21,29%	0.23	0.32	0.33	0.14	0.16	0.23
Paredes	245,63m <sup>2</sup>	24,46%	0.11	0.15	0.13	0.13	0.15	0.11
Pavimento	97,76m <sup>2</sup>	9,74%	0.01	0.01	0.015	0.02	0.02	0.02
Tarima	19,78m <sup>2</sup>	1,97%	0.40	0.30	0.20	0.17	0.15	0.10
Carpintería madera	3m <sup>2</sup>	0,30%	0.14	0.10	0.06	0.08	0.10	0.10
Divisoria	8,40m <sup>2</sup>	0,84%	0.28	0.22	0.17	0.09	0.10	0.11
Armariadas	55,40m <sup>2</sup>	5,52%	0.30	0.25	0.20	0.17	0.15	0.10
Panelado lucernario	81,60m <sup>2</sup>	8,13%	0.40	0.30	0.20	0.17	0.15	0.10
Superficie Alumnado	158,74m <sup>2</sup>	15,81%	0.07	0.06	0.07	0.07	0.04	0.01

Tabla 8: Superficies y coeficientes de absorción acústica de los materiales del aula 2

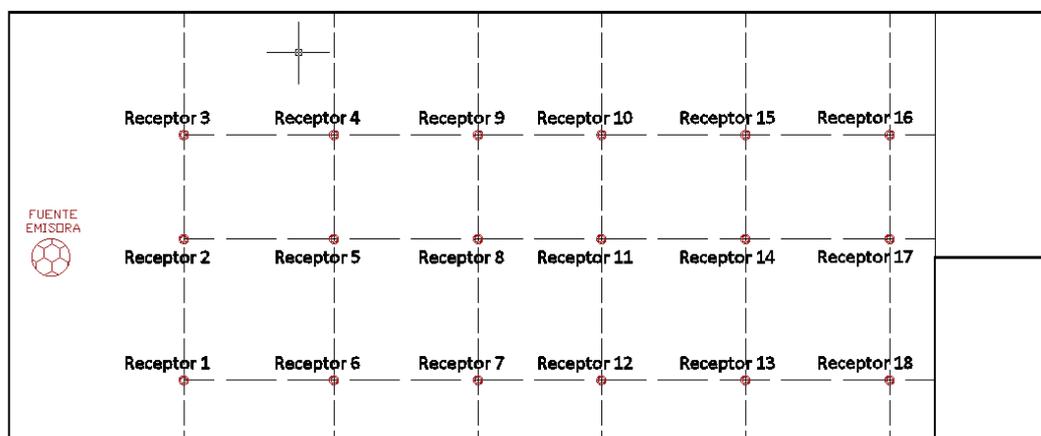


Figura 9: Distribución de receptores del aula 2

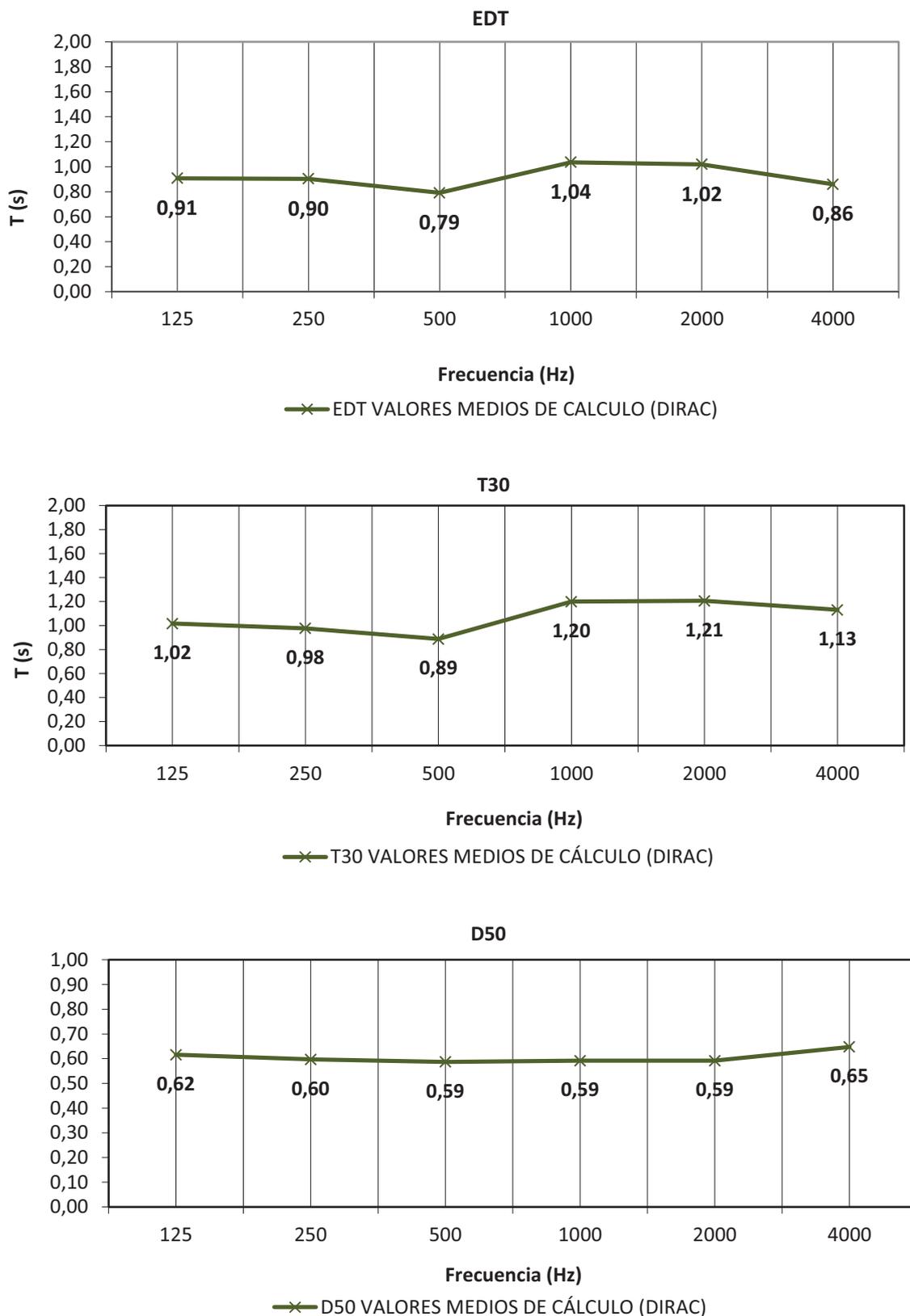


Figura 10: Valores promedio de los parámetros TR, EDT y D50 medidos en el aula 2

**AULA 2**

RECEPTOR	STI
1	0,66
2	0,65
3	0,64
4	0,6
5	0,6
6	0,61
7	0,58
8	0,57
9	0,57
10	0,56
11	0,56
12	0,57
13	0,57
14	0,57
15	0,57
16	0,61
17	0,6
18	0,6

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,59</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,66
2	0,65
3	0,64
4	0,60
5	0,60
6	0,61
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,63</b>

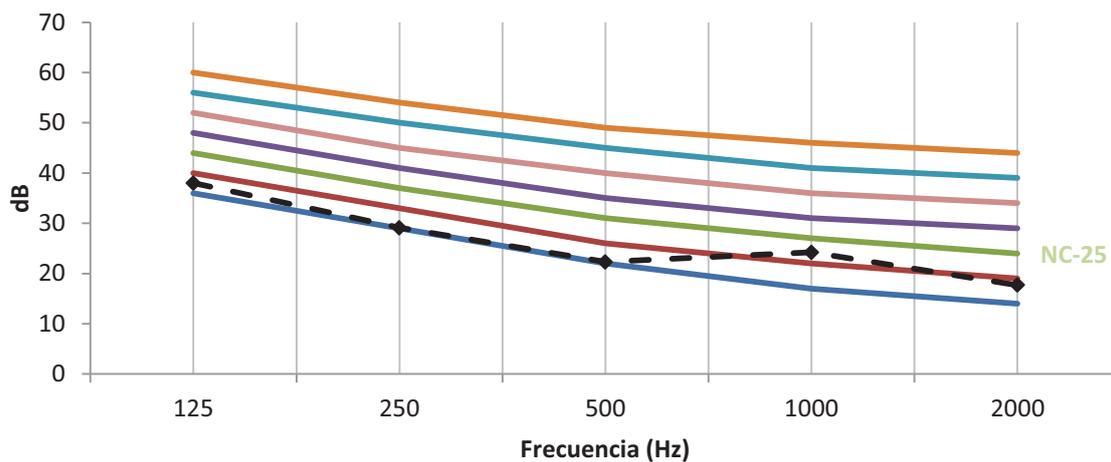
ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
7	0,58
8	0,57
9	0,57
10	0,56
11	0,56
12	0,57
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,57</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
13	0,57
14	0,57
15	0,57
16	0,61
17	0,60
18	0,60
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,59</b>

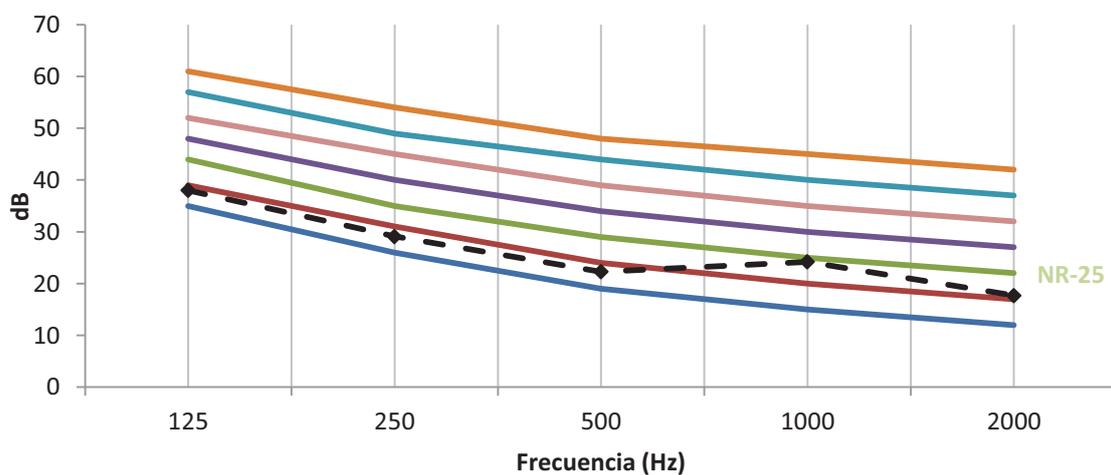
Tabla 9: Valores medidos del parámetro STI en el aula 2

AULA	DISTRIBUCIÓN DE RUIDO DE FONDO (dB)					CURVA DEL AULA
	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	NC-25 / NR-25
ETSIE 2	38	29,1	22,3	24,2	17,7	

Tabla 10: Aula 2\_Distribución del ruido de fondo (dB)



NC-20 NC-25 NC-30 NC-40 AULA 2 NC-35



NR-20 NR-25 NR-30 NR-40 AULA 2 NR-35

Figura 11: Niveles de ruido de fondo del aula 2 según curvas NC y NR

**AULA C-2**

AULA C2 ETSIE	
Anchura (m)	14,85
Longitud (m)	26,95
Altura (m)	3,55
Volumen (m <sup>3</sup> )	1481,24
Alumnado (m <sup>2</sup> )	319,82

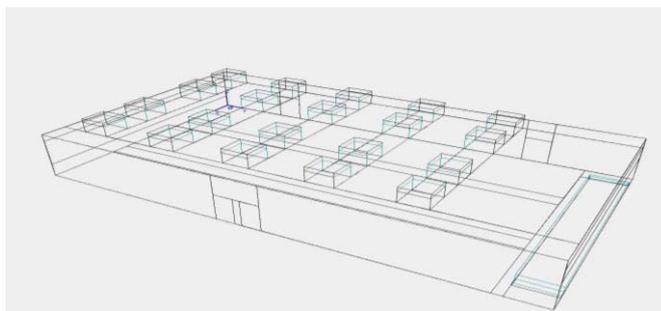


Figura 12: Geometría y modelo 3D del aula C-2

ENVOLVENTE INTERIOR	Superficie (% Ocupado)		Coeficientes de Absorción					
			125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
Vidrio	45m <sup>2</sup>	3,52%	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04
Claraboyas	45m <sup>2</sup>	3,52%	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04
Forjado	36m <sup>2</sup>	2,82%	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
Panelado lucernarios	96m <sup>2</sup>	7,51%	0.40	0.30	0.20	0.17	0.15	0.10
Techo	361,52m <sup>2</sup>	28,29%	0.23	0.32	0.33	0.14	0.16	0.23
Paredes	243,51m <sup>2</sup>	19,06%	0.11	0.15	0.13	0.13	0.15	0.11
Pavimento	60,70m <sup>2</sup>	4,75%	0.01	0.01	0.015	0.02	0.02	0.02
Tarima	59,98m <sup>2</sup>	4,69%	0.40	0.30	0.20	0.17	0.15	0.10
Carpintería madera	6m <sup>2</sup>	0,47%	0.14	0.10	0.06	0.08	0.10	0.10
Paneles A.A.	4m <sup>2</sup>	0,34%	0.28	0.22	0.17	0.09	0.10	0.11
Superficie Alumnado	319,82m <sup>2</sup>	25,03%	0.07	0.06	0.07	0.07	0.04	0.01

Tabla 11: Superficies y coeficientes de absorción acústica de los materiales del aula C-2

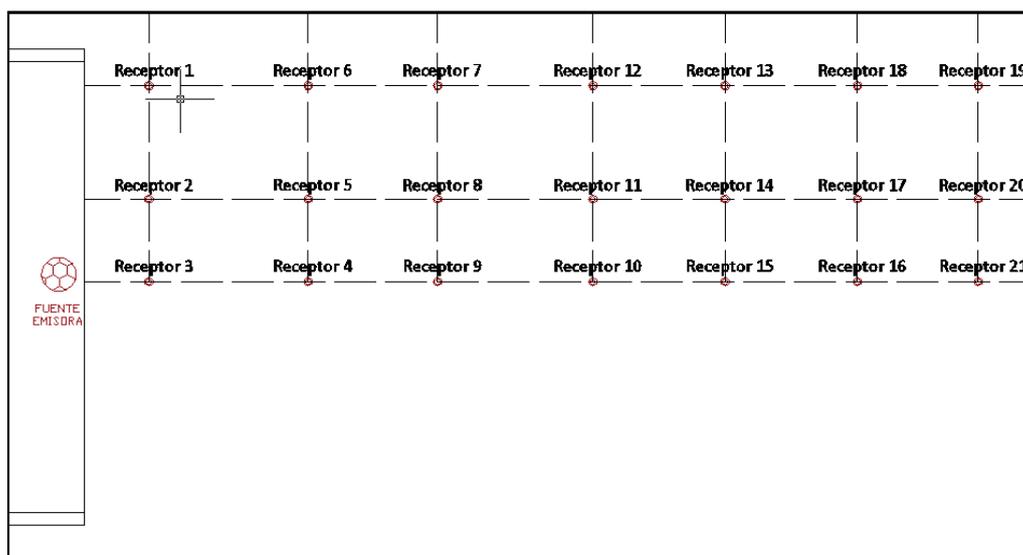


Figura 13: Distribución de receptores del aula C-2

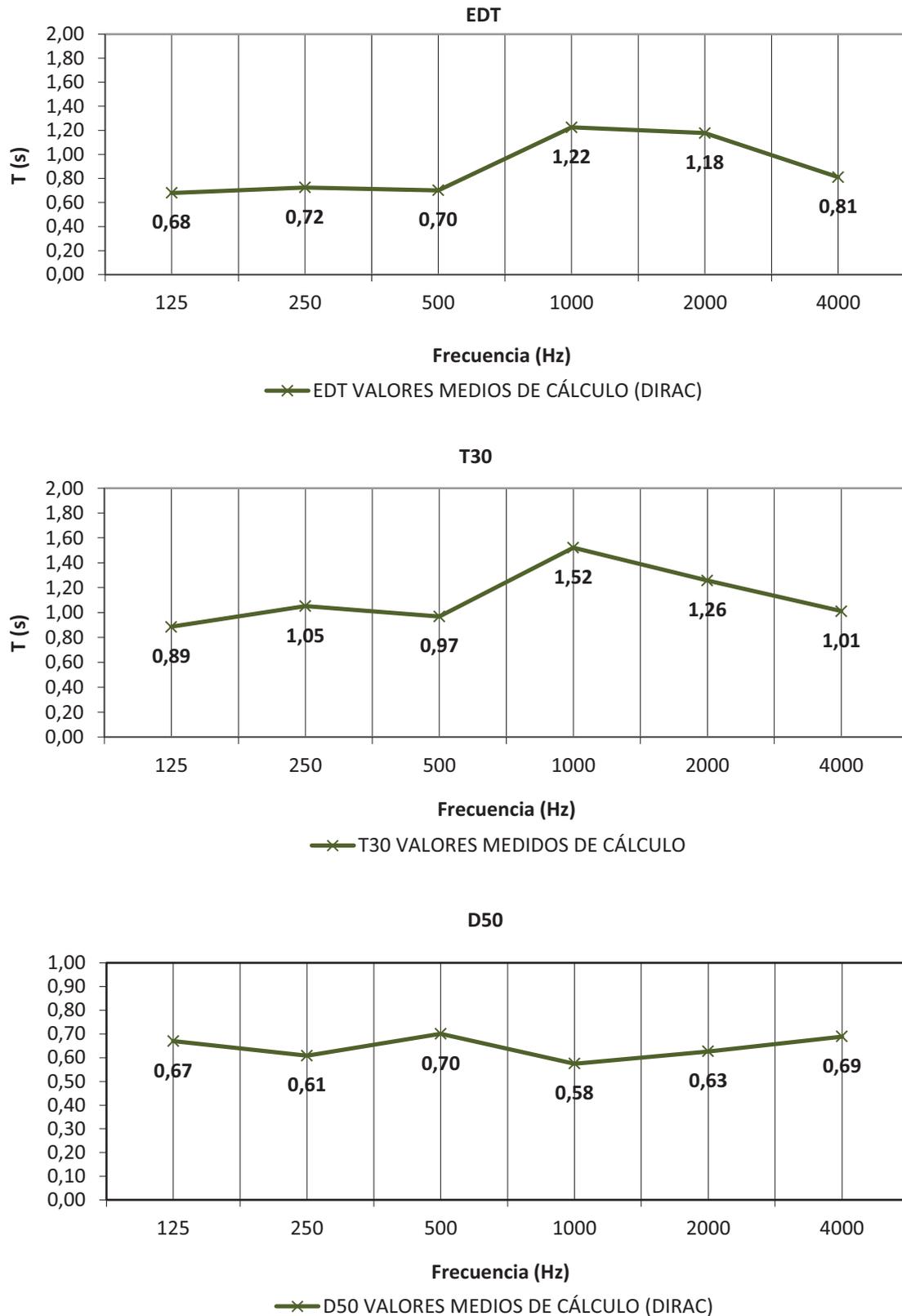


Figura 14: Valores promedio de los parámetros TR, EDT y D50 medidos en el aula C-2

**AULA C-2**

RECEPTOR	STI
1	0,76
2	0,79
3	0,83
4	0,69
5	0,7
6	0,71
7	0,67
8	0,66
9	0,65
10	0,63
11	0,61
12	0,62
13	0,61
14	0,62
15	0,63
16	0,61
17	0,61
18	0,61
19	0,66
20	0,62
21	0,63
22	0,64
23	0,63
24	0,73

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,66</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,76
2	0,79
3	0,83
4	0,69
5	0,70
6	0,71
7	0,67
8	0,66
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,73</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
9	0,65
10	0,63
11	0,61
12	0,62
13	0,61
14	0,62
15	0,63
16	0,61
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,62</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
17	0,61
18	0,61
19	0,66
20	0,62
21	0,63
22	0,64
23	0,63
24	0,73
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,64</b>

Tabla 12: Valores medidos del parámetro STI en el aula C-2

AULA	DISTRIBUCIÓN DE RUIDO DE FONDO (dB)					CURVA DEL AULA
	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	NC-30 / NR-30
ETSIE C-2	44,1	37	32,6	26	23,2	

Tabla 13: Aula C2\_Distribución del ruido de fondo (dB)

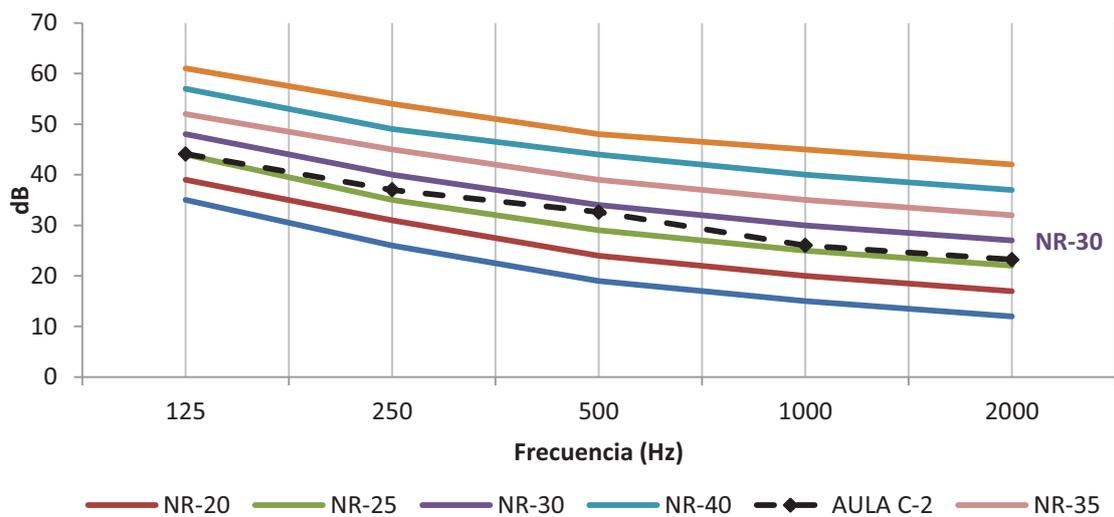
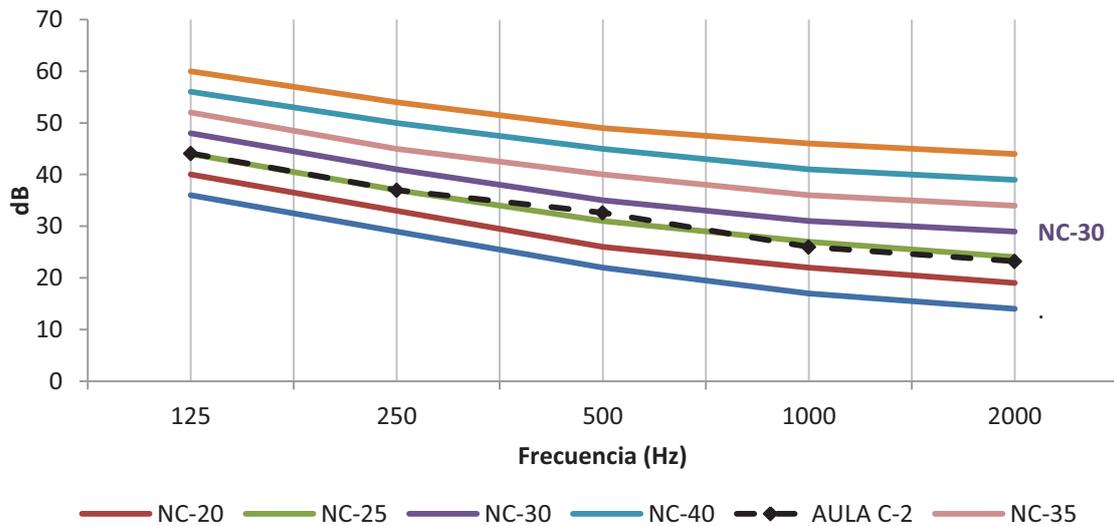


Figura 15: Niveles de ruido de fondo del aula C-2 según curvas NC y NR

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA DE EDIFICACIÓN (EDIFICIO 1C)**  
**AULA MÁSTER TECNOLOGÍA**

AULA MÁSTER TECNO. ETSIE	
Anchura (m)	7,90
Longitud (m)	15,15
Altura (m)	2,90
Volumen (m <sup>3</sup> )	349,30
Alumnado (m <sup>2</sup> )	68,44

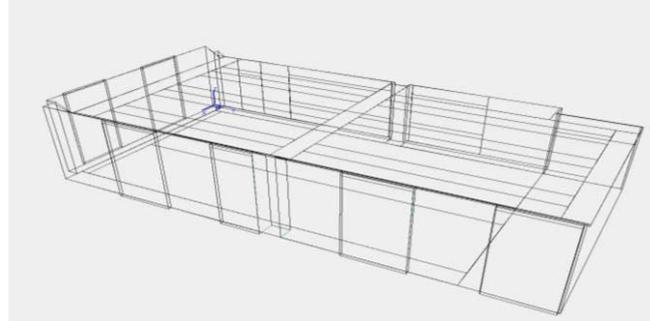


Figura 16: Geometría y modelo 3D del aula Máster Tecnología

ENVOLVENTE INTERIOR	Superficie (% Ocupado)		Coeficientes de Absorción					
			125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
Vidrio	41,10m <sup>2</sup>	10,40%	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04
Techo	123,8m <sup>2</sup>	31,32%	0.10	0.11	0.10	0.12	0.07	0.04
Paredes ladrillo	21,56m <sup>2</sup>	5,46%	0.013	0.015	0.020	0.028	0.040	0.050
Pared Yeso	82,07m <sup>2</sup>	20,77%	0.15	0.05	0.04	0.02	0.04	0.25
Pavimento	51,55m <sup>2</sup>	13,05%	0.01	0.01	0.015	0.02	0.02	0.02
Carpintería madera	6,64m <sup>2</sup>	1,68%	0.14	0.10	0.06	0.08	0.10	0.10
Superficie Alumnado	68,44m <sup>2</sup>	17,32%	0.07	0.06	0.07	0.07	0.04	0.01

Tabla 14: Superficies y coeficientes de absorción acústica de los materiales del aula Máster Tecnología

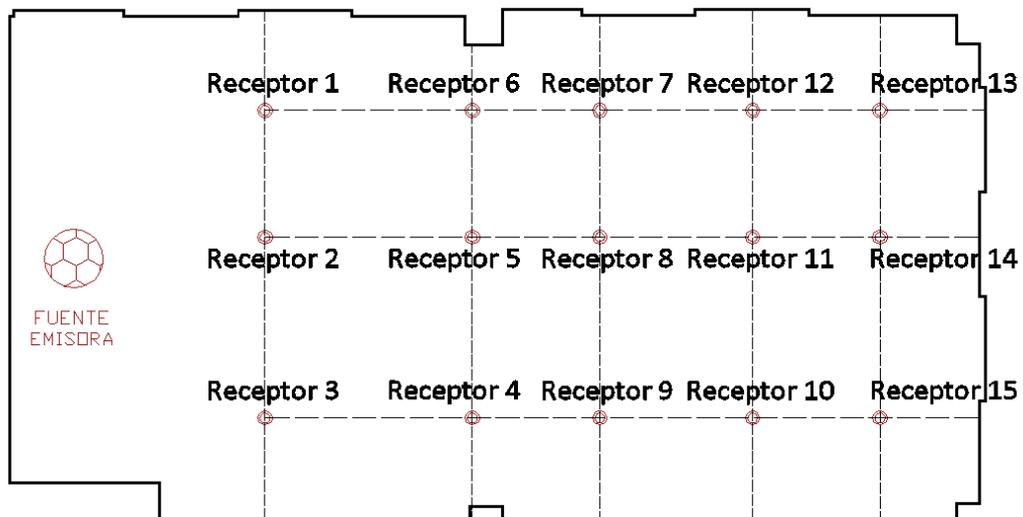


Figura 17: Distribución de receptores del aula Máster Tecnología

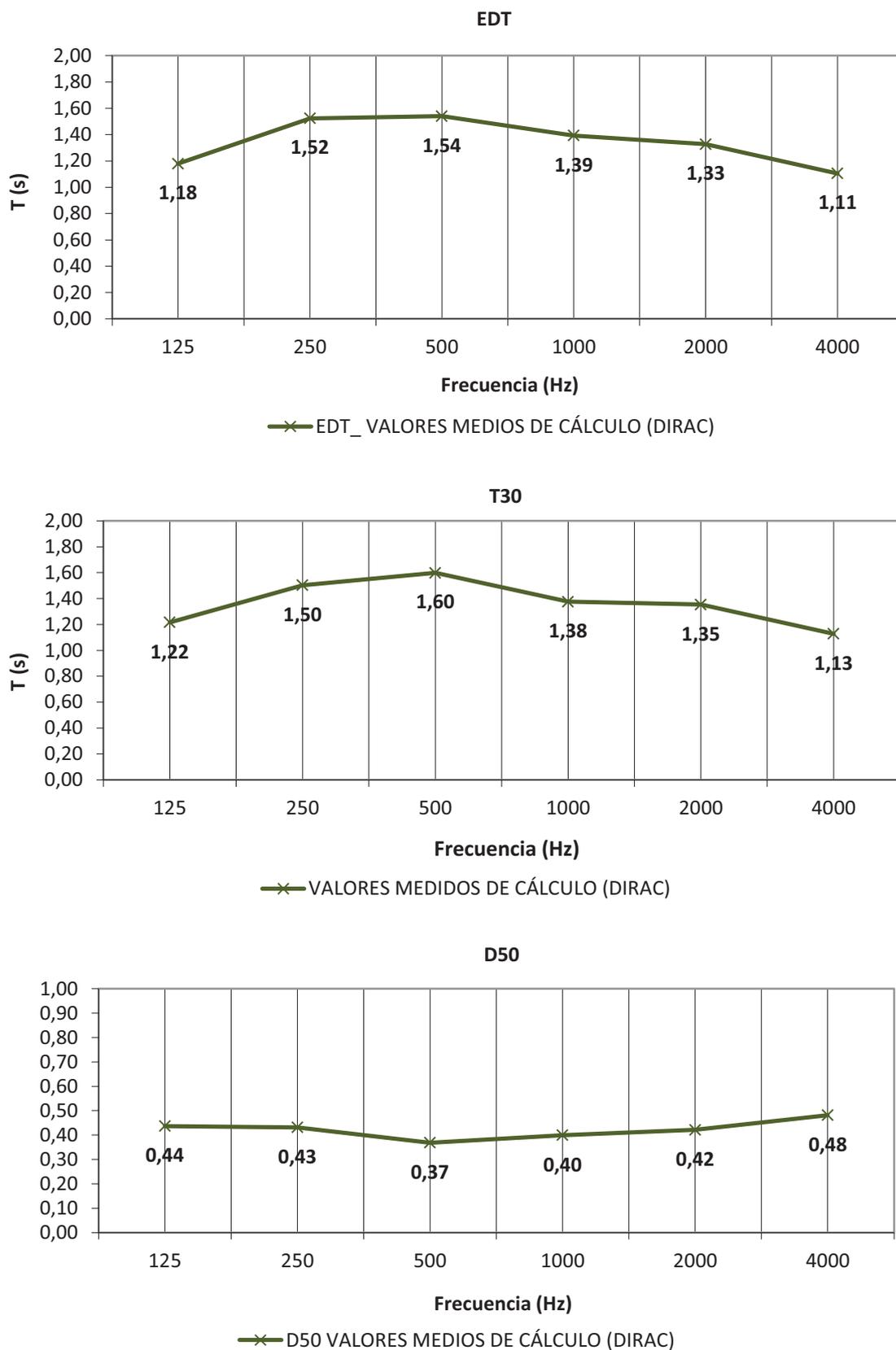


Figura 18: Valores promedio de los parámetros TR, EDT y D50 medidos en el aula Máster Tecnología

**AULA MÁSTER TECNOLOGÍA**

RECEPTOR	STI
1	0,58
2	0,6
3	0,6
4	0,55
5	0,57
6	0,56
7	0,54
8	0,54
9	0,54
10	0,54
11	0,54
12	0,53
13	0,55
14	0,55
15	0,53

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,55</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,58
2	0,60
3	0,60
4	0,55
5	0,57
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,58</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
6	0,56
7	0,54
8	0,54
9	0,54
10	0,54
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,54</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
11	0,54
12	0,53
13	0,55
14	0,55
15	0,53
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,54</b>

Tabla 15: Valores medidos del parámetro STI en el aula Máster Tecnología

AULA	DISTRIBUCIÓN DE RUIDO DE FONDO (dB)					CURVA DEL AULA
	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	NC-35 / NR-35
ETSIE MÁSTER TECNOLOGÍA	42,3	32,8	33,7	31,7	28,4	

Tabla 16 Aula Máster Tecnología\_ Distribución del ruido de fondo (dB)

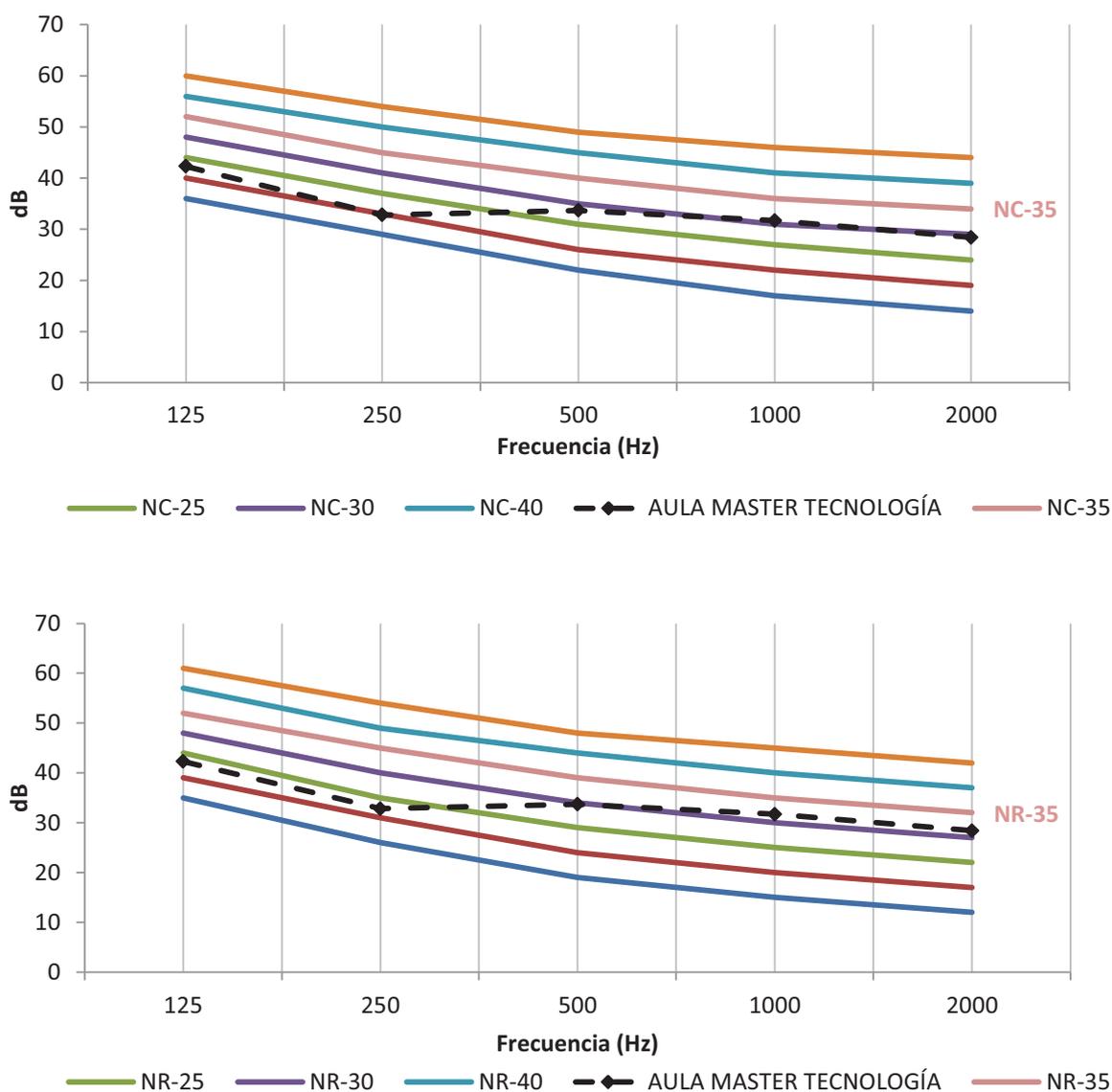


Figura 19: Niveles de ruido de fondo del aula Máster Tecnología según curvas NC y NR

**AULA MÁSTER GESTIÓN**

<b>AULA MÁSTER GESTIÓN ETSIE</b>	
Anchura (m)	11
Longitud (m)	14
Altura (m)	2,90
Volumen (m <sup>3</sup> )	451,50
Alumnado (m <sup>2</sup> )	93,48

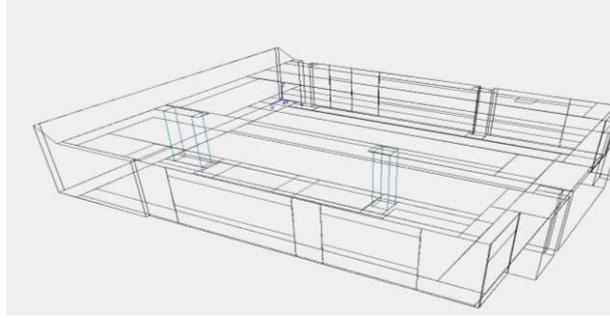


Figura 20: Geometría y modelo 3D del aula Máster Gestión

ENVOLVENTE INTERIOR	Superficie (% Ocupado)		Coeficientes de Absorción					
			125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
Vidrio	57,08m <sup>2</sup>	11,55%	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04
Techo	161,5m <sup>2</sup>	32,68%	0.10	0.11	0.10	0.12	0.07	0.04
Panelado de madera	32,14m <sup>2</sup>	6,50%	0.013	0.015	0.020	0.028	0.040	0.050
Paredes Yeso Laminado	75,51m <sup>2</sup>	15,28%	0.15	0.05	0.04	0.02	0.04	0.25
Pavimento	65,21m <sup>2</sup>	13,19%	0.01	0.01	0.015	0.02	0.02	0.02
Carpintería madera	9,27m <sup>2</sup>	1,88%	0.14	0.10	0.06	0.08	0.10	0.10
Superficie Alumnado	93,48m <sup>2</sup>	18,91%	0.07	0.06	0.07	0.07	0.04	0.01

Tabla 17: Superficies y coeficientes de absorción acústica de los materiales del aula Máster Gestión

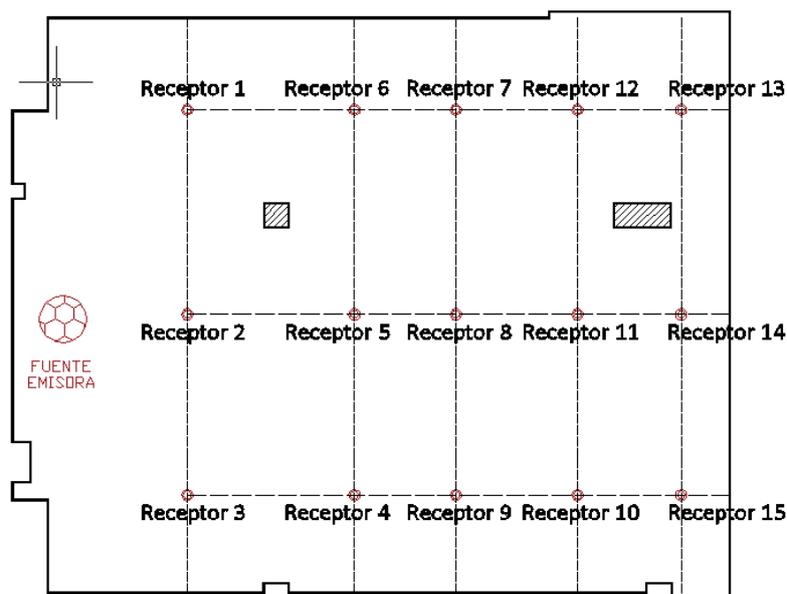


Figura 21: Distribución de receptores del aula Máster Gestión

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

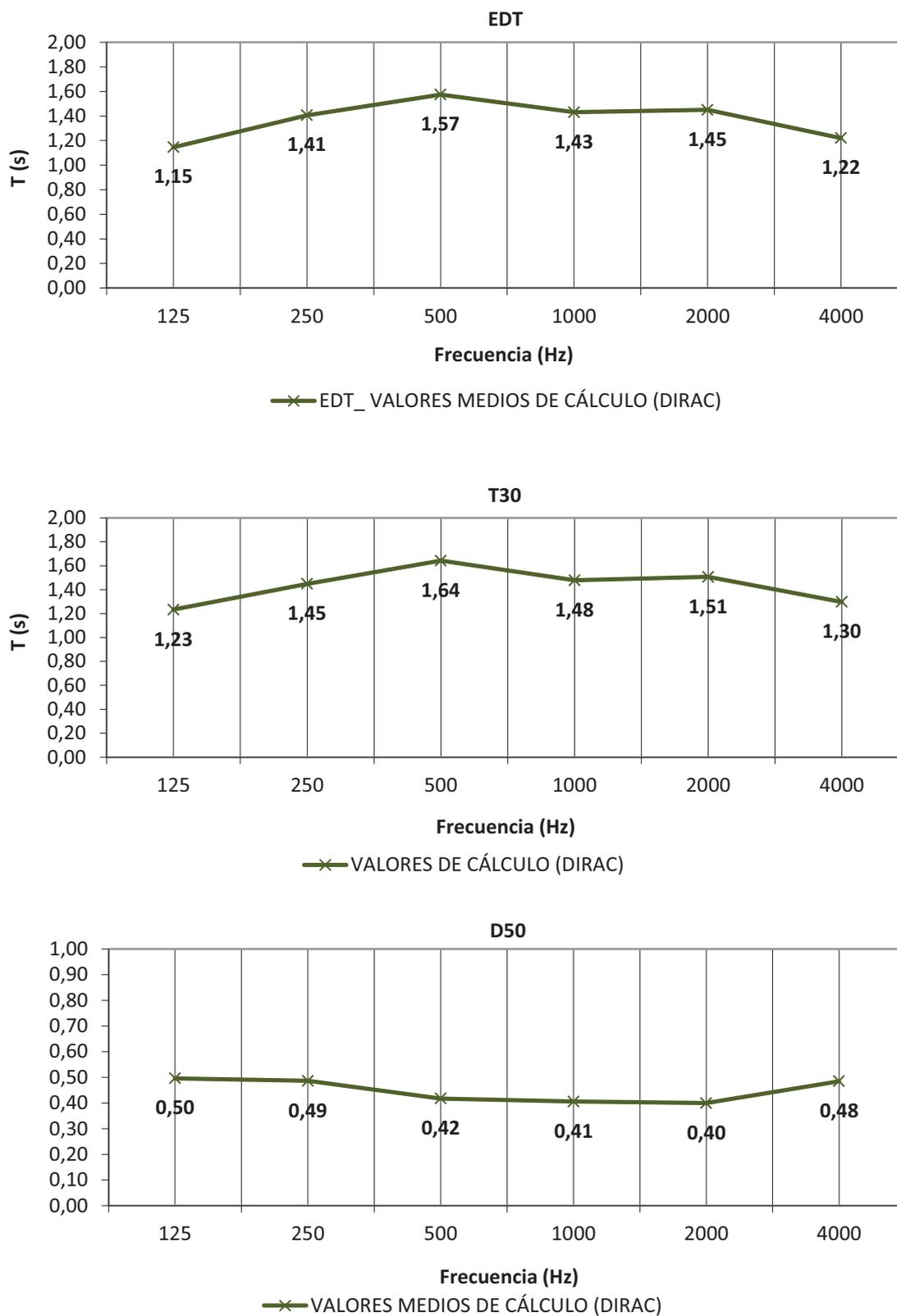


Figura 22: Valores promedio de los parámetros TR, EDT y D50 medidos en el aula Máster Gestión

**AULA MÁSTER GESTIÓN**

RECEPTOR	STI
1	0,58
2	0,6
3	0,6
4	0,55
5	0,57
6	0,56
7	0,54
8	0,54
9	0,54
10	0,54
11	0,54
12	0,53
13	0,55
14	0,55
15	0,53

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,55</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,58
2	0,60
3	0,60
4	0,55
5	0,57
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,58</b>

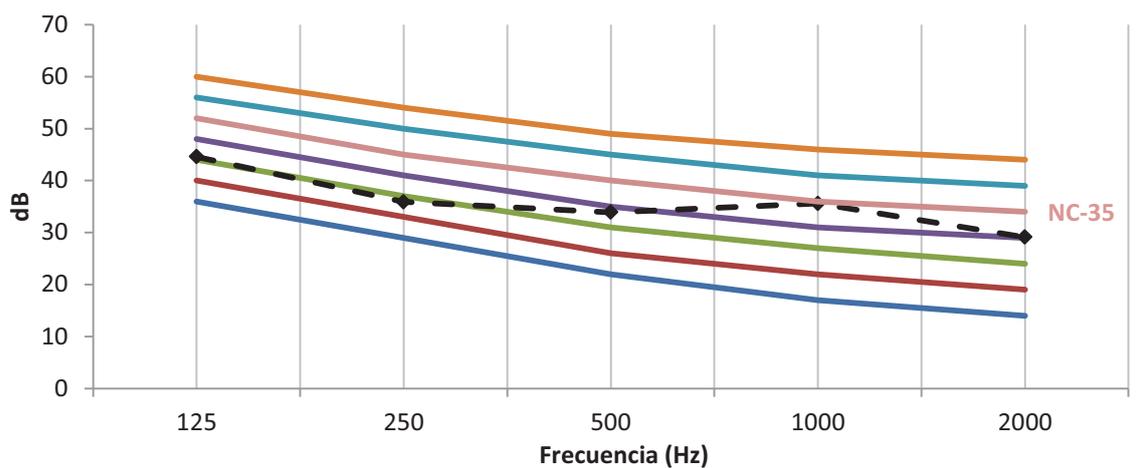
ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
6	0,56
7	0,54
8	0,54
9	0,54
10	0,54
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,54</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
11	0,54
12	0,53
13	0,55
14	0,55
15	0,53
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,54</b>

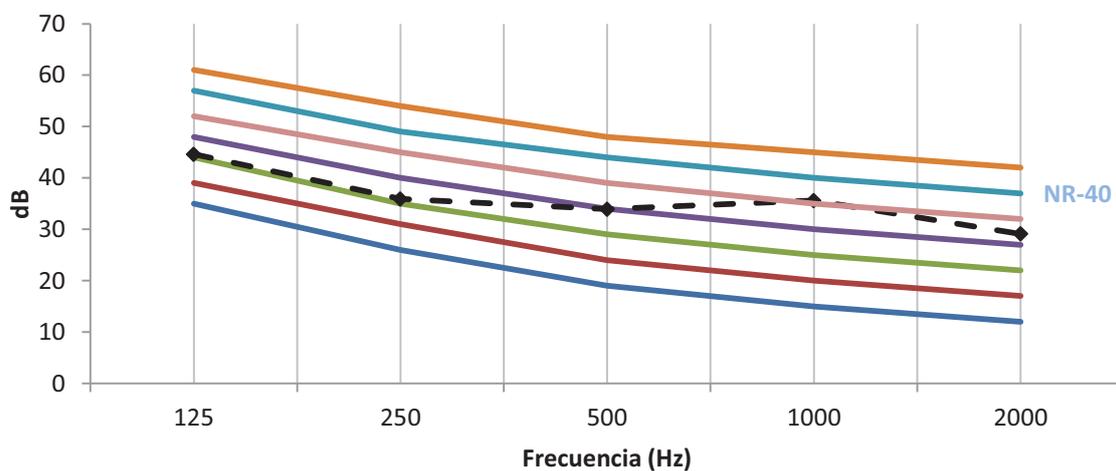
Tabla 18: Valores medidos del parámetro STI en el aula Máster Gestión

AULA	DISTRIBUCIÓN DE RUIDO DE FONDO (dB)					CURVA DEL AULA
	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	
ETSIE MÁSTER GESTIÓN	44,6	35,9	33,9	35,6	29,1	NC-35 / NR-40

Tabla 19: Aula Máster Gestión\_ Distribución del ruido de fondo (dB)



NC-20 NC-25 NC-30 NC-40 AULA MASTER GESTIÓN NC-35



NR-20 NR-25 NR-30 NR-40 AULA MASTER GESTIÓN NR-35

Figura 23: Niveles de ruido de fondo del aula Máster Gestión según curvas NC y NR

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA**

**AULA ETSA 403**

AULA 403 ETSA	
Anchura (m)	8,70
Longitud (m)	17,65
Altura (m)	2,90
Volumen (m <sup>3</sup> )	440
Alumnado (m <sup>2</sup> )	101,93

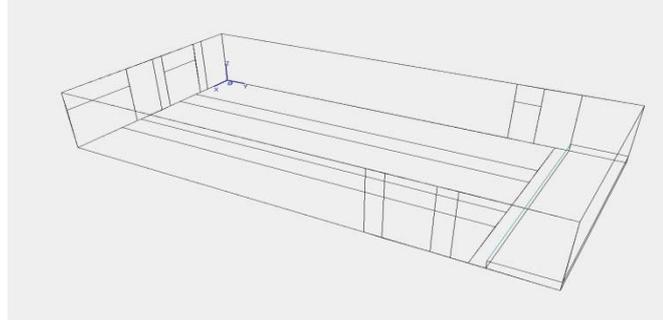


Figura 24: Geometría y modelo 3D del aula 403

ENVOLVENTE INTERIOR	Superficie (% Ocupado)		Coeficientes de Absorción					
			125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
Vidrio exterior	7,33m <sup>2</sup>	1,52%	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04
Vidrio interior	3,48m <sup>2</sup>	0,72%	0.10	0.07	0.05	0.03	0.02	0.02
Puertas metálicas	5,84m <sup>2</sup>	1,21%	0.28	0.22	0.17	0.09	0.10	0.11
Paredes de ladrillo	65,66m <sup>2</sup>	13,61%	0.013	0.015	0.020	0.028	0.040	0.050
Paredes Yeso laminado	48,54m <sup>2</sup>	10,06%	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09
Paredes YL+ Aislamiento	8,12m <sup>2</sup>	1,68%	0.15	0.05	0.04	0.02	0.04	0.25
Pavimento	34,70m <sup>2</sup>	7,19%	0.01	0.01	0.015	0.02	0.02	0.02
Tarima	42,38m <sup>2</sup>	8,79%	0.40	0.30	0.20	0.17	0.15	0.10
Carpintería de madera	4,35m <sup>2</sup>	0,90%	0.14	0.10	0.06	0.08	0.10	0.10
YL + Panelado Corcho	6m <sup>2</sup>	1,24%	0.13	0.08	0.08	0.18	0.31	0.62
Techo	154,08m <sup>2</sup>	31,94%	0.27	0.60	0.95	0.53	0.28	0.21
Superficie Alumnado	101,93m <sup>2</sup>	21,13%	0.07	0.06	0.07	0.07	0.04	0.01

Tabla 20: Superficies y coeficientes de absorción acústica de los materiales del aula 403

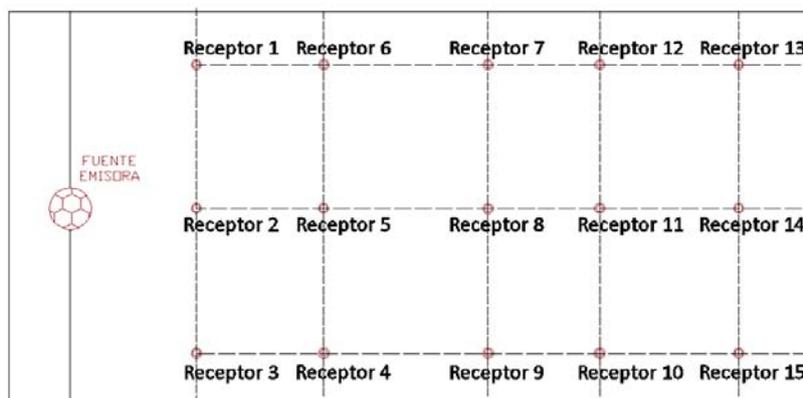


Figura 25: Distribución de receptores del aula ETSA 403



Figura 26: Valores promedio de los parámetros TR, EDT y D50 medidos en el aula 403

**AULA 403**

RECEPTOR	STI
1	0,71
2	0,69
3	0,68
4	0,66
5	0,66
6	0,66
7	0,62
8	0,62
9	0,62
10	0,62
11	0,64
12	0,64
13	0,64
14	0,66
15	0,62

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,65</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,71
2	0,69
3	0,68
4	0,66
5	0,66
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,68</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
6	0,66
7	0,62
8	0,62
9	0,62
10	0,62
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,63</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
11	0,64
12	0,64
13	0,64
14	0,66
15	0,62
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,64</b>

Tabla 21: Valores medidos del parámetro STI en el aula 403

AULA	DISTRIBUCIÓN DE RUIDO DE FONDO (dB)					CURVA DEL AULA
	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	
ETSA 403	48,2	46,2	41,3	32,5	28,6	NC-40 / NR-40

Tabla 22: Aula ETSA 403 Distribución del ruido de fondo (dB)

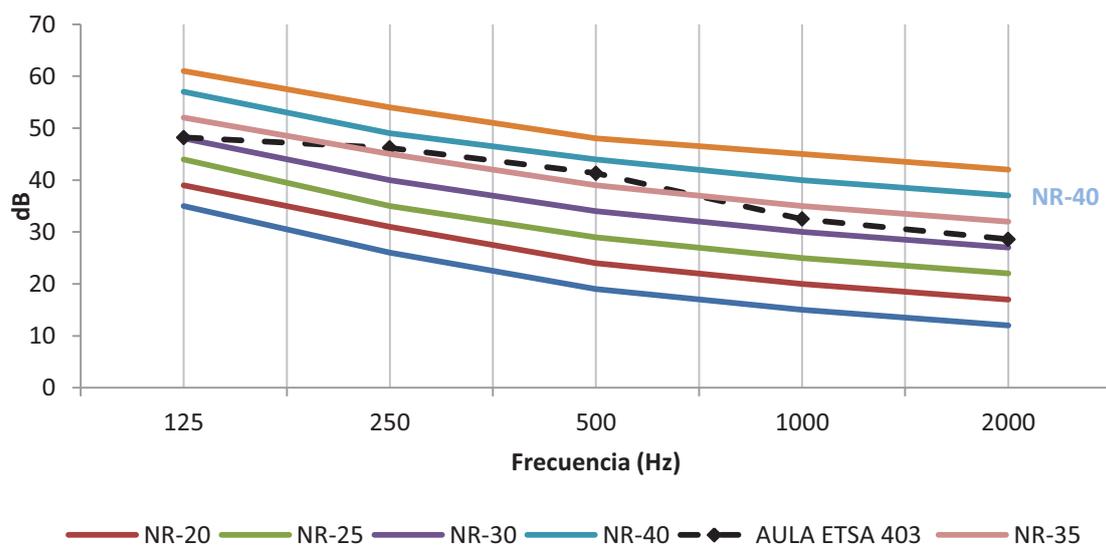
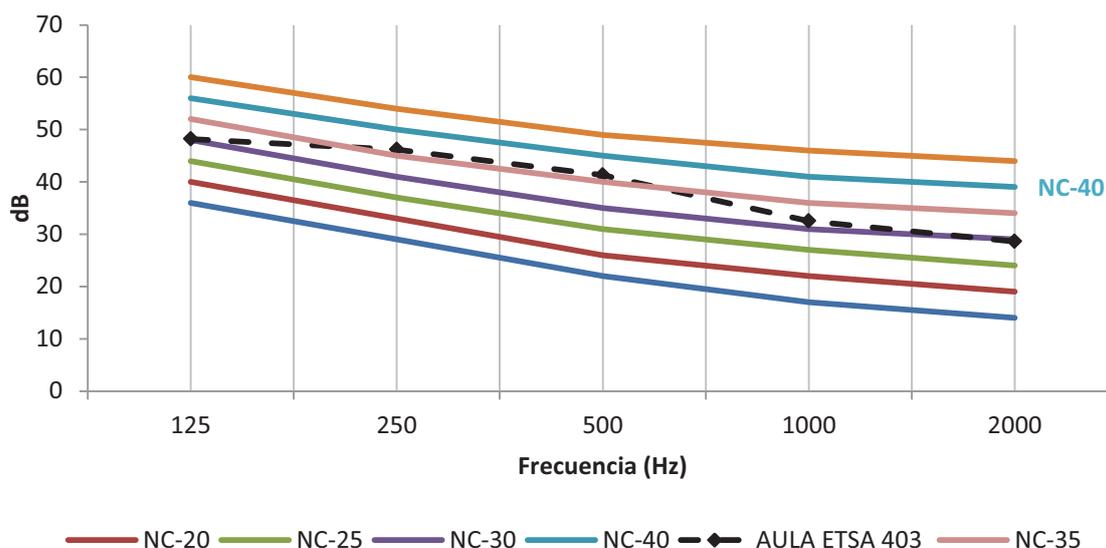


Figura 27: Niveles de ruido de fondo del aula 403 según curvas NC y NR

AULA ETSA 404

AULA 404 ETSA	
Anchura (m)	8,70
Longitud (m)	17,55
Altura (m)	2,90
Volumen (m <sup>3</sup> )	437,50
Alumnado (m <sup>2</sup> )	101,07

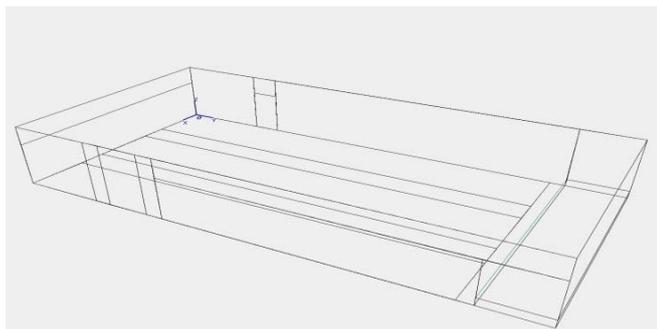


Figura 28: Geometría y modelo 3D del aula 404

ENVOLVENTE INTERIOR	Superficie (% Ocupado)		Coeficientes de Absorción					
			125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
Vidrio interior	14,23m <sup>2</sup>	2,97%	0.10	0.07	0.05	0.03	0.02	0.02
Puertas metálicas	2 m <sup>2</sup>	0,42%	0.28	0.22	0.17	0.09	0.10	0.11
Paredes de ladrillo	31,59m <sup>2</sup>	6,60%	0.013	0.015	0.020	0.028	0.040	0.050
Paredes Yeso laminado	78,26m <sup>2</sup>	16,35%	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09
Pavimento	34,44m <sup>2</sup>	7,19%	0.01	0.01	0.015	0.02	0.02	0.02
Tarima	42,38m <sup>2</sup>	8,85%	0.40	0.30	0.20	0.17	0.15	0.10
Carpintería de madera	4,35m <sup>2</sup>	0,91%	0.14	0.10	0.06	0.08	0.10	0.10
YL+Panelado Corcho	17,44m <sup>2</sup>	3,64%	0.13	0.08	0.08	0.18	0.31	0.62
Techo	152,95m <sup>2</sup>	31,95%	0.27	0.60	0.95	0.53	0.28	0.21
Superficie Alumnado	101,07m <sup>2</sup>	21,11%	0.07	0.06	0.07	0.07	0.04	0.01

Tabla 23: Superficies y coeficientes de absorción acústica de los materiales del aula 404

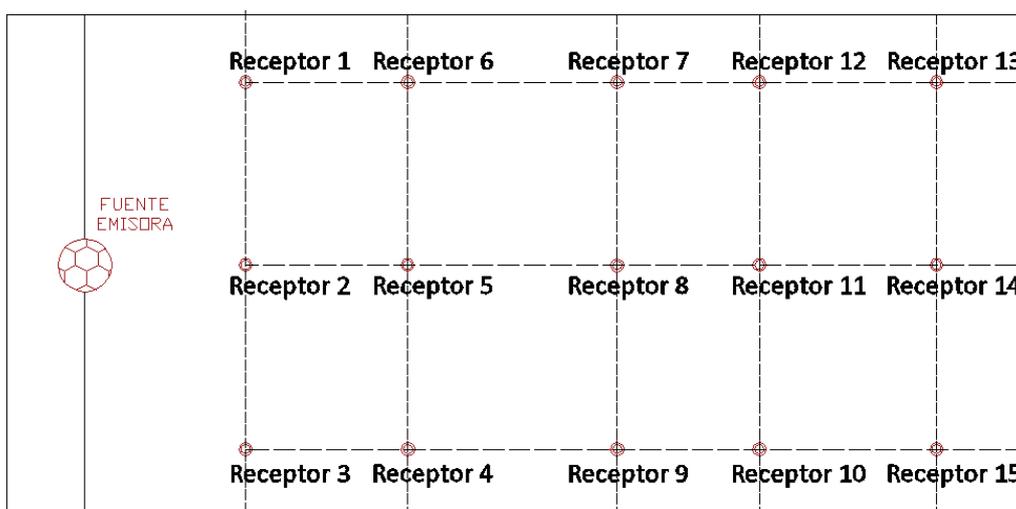


Figura 29: Distribución de receptores del aula ETSA 404

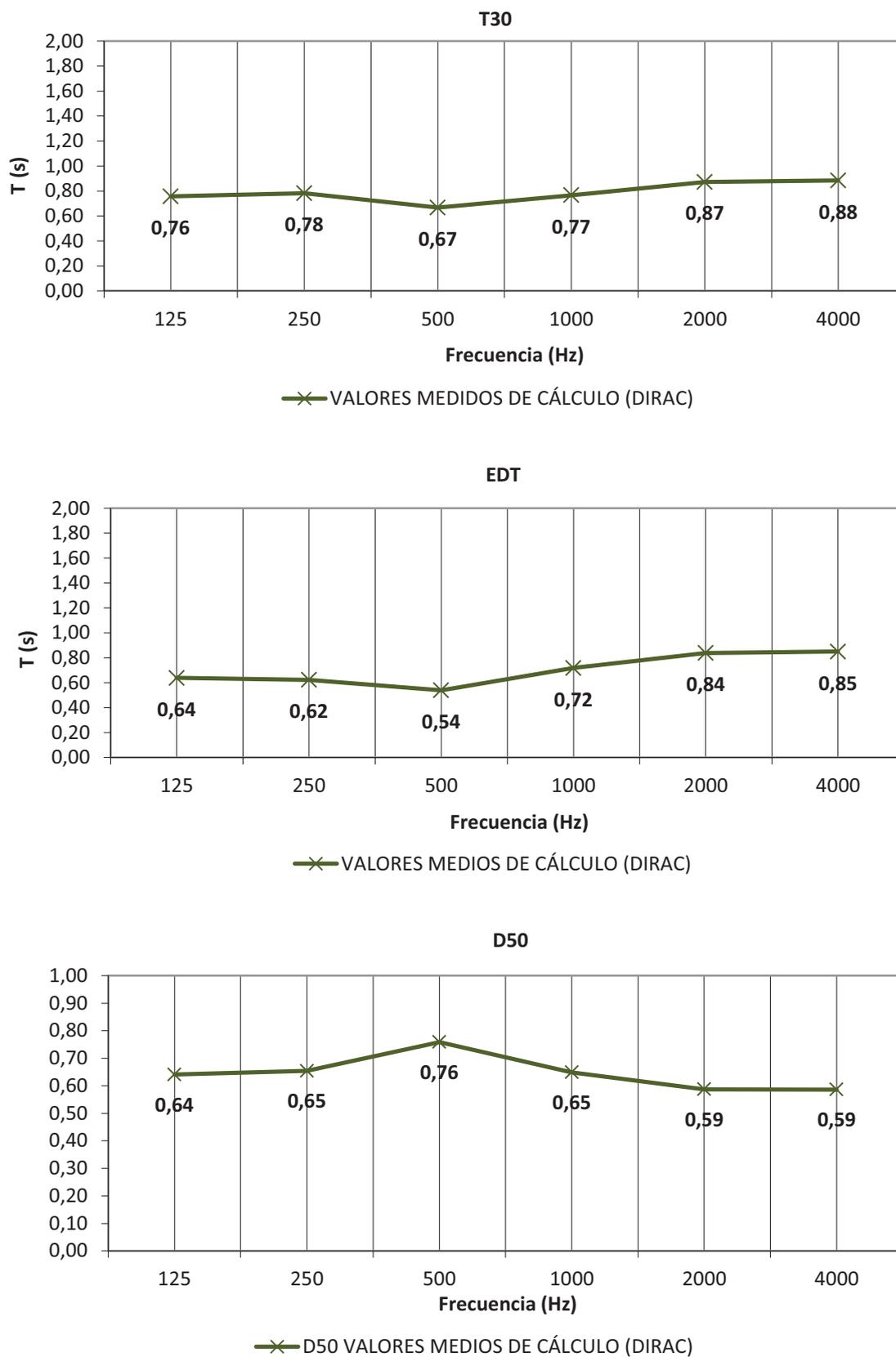


Figura 30: Valores promedio de los parámetros TR, EDT y D50 medidos en el aula 404

**AULA 404**

RECEPTOR	STI
1	0,71
2	0,71
3	0,7
4	0,66
5	0,68
6	0,68
7	0,65
8	0,64
9	0,62
10	0,64
11	0,64
12	0,64
13	0,65
14	0,67
15	0,64

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,66</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,71
2	0,71
3	0,70
4	0,66
5	0,68
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,69</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
6	0,68
7	0,65
8	0,64
9	0,62
10	0,64
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,65</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
11	0,64
12	0,64
13	0,65
14	0,67
15	0,64
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,65</b>

Tabla 24: Valores medidos del parámetro STI en el aula 404

AULA	DISTRIBUCIÓN DE RUIDO DE FONDO (dB)					CURVA DEL AULA
	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	NC-30 / NR-30
ETSA 404	41,6	38,2	33,4	21,9	21,5	

Tabla 25: Aula ETSA 404 Distribución del ruido de fondo (dB)

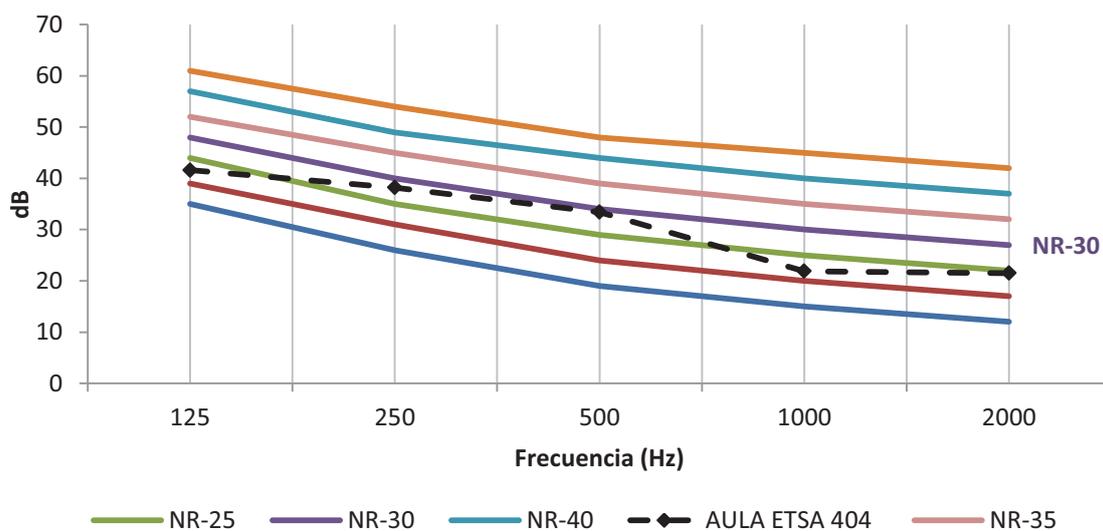
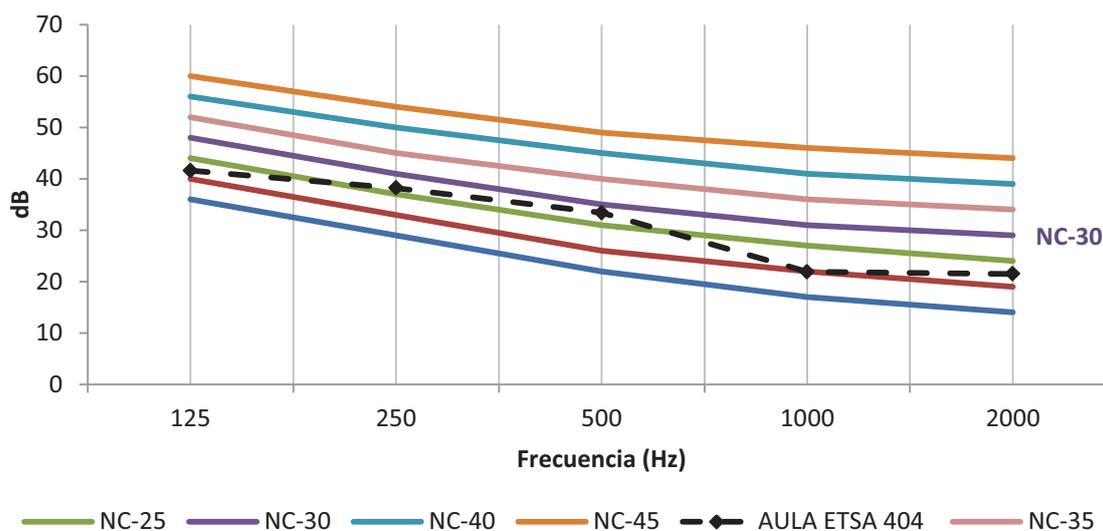


Figura 31: Niveles de ruido de fondo del aula 404 según curvas NC y NR

AULA ETSA 501

AULA 501 ETSA	
Anchura (m)	14,80
Longitud (m)	8,70
Altura (m)	2,90
Volumen (m <sup>3</sup> )	373,40
Alumnado (m <sup>2</sup> )	83,06

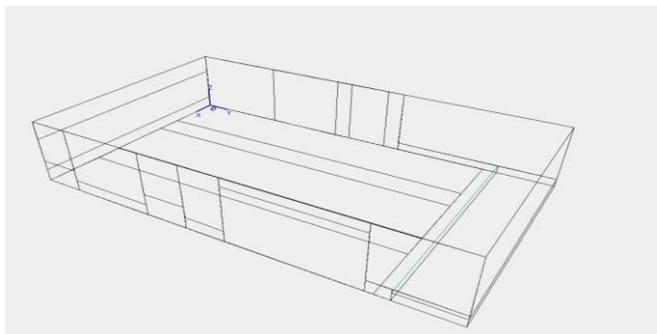


Figura 32: Geometría y modelo 3D del aula 501

ENVOLVENTE INTERIOR	Superficie (% Ocupado)		Coeficientes de Absorción					
			125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
Vidrio exterior	16,62m <sup>2</sup>	3,98%	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04
Vidrio interior	3,48m <sup>2</sup>	0,84%	0.10	0.07	0.05	0.03	0.02	0.02
Cortina ligera paredes	8,42m <sup>2</sup>	2,02%	0.03	0.04	0.11	0.17	0.24	0.35
Paredes de ladrillo	42,92m <sup>2</sup>	10,31%	0.013	0.015	0.020	0.028	0.040	0.050
Paredes Yeso laminado	43,45m <sup>2</sup>	10,43%	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09
Pavimento	29,08m <sup>2</sup>	6,98%	0.01	0.01	0.015	0.02	0.02	0.02
Tarima	42,38m <sup>2</sup>	10,18%	0.40	0.30	0.20	0.17	0.15	0.10
Carpintería de madera	4,35m <sup>2</sup>	1,04%	0.14	0.10	0.06	0.08	0.10	0.10
Panelado de corcho	13,08m <sup>2</sup>	3,14%	0.02	0.01	0.03	0.08	0.24	0.59
Techo	129,58m <sup>2</sup>	31,12%	0.27	0.60	0.95	0.53	0.28	0.21
Superficie Alumnado	83,06m <sup>2</sup>	19,95%	0.07	0.06	0.07	0.07	0.04	0.01

Tabla 26 Superficies y coeficientes de absorción acústica de los materiales del aula 501

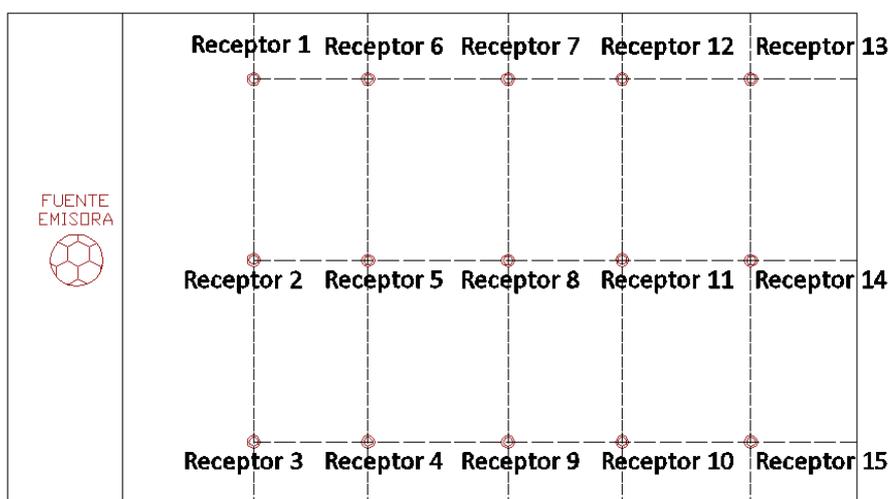


Figura 33: Distribución de receptores del aula ETSA 501

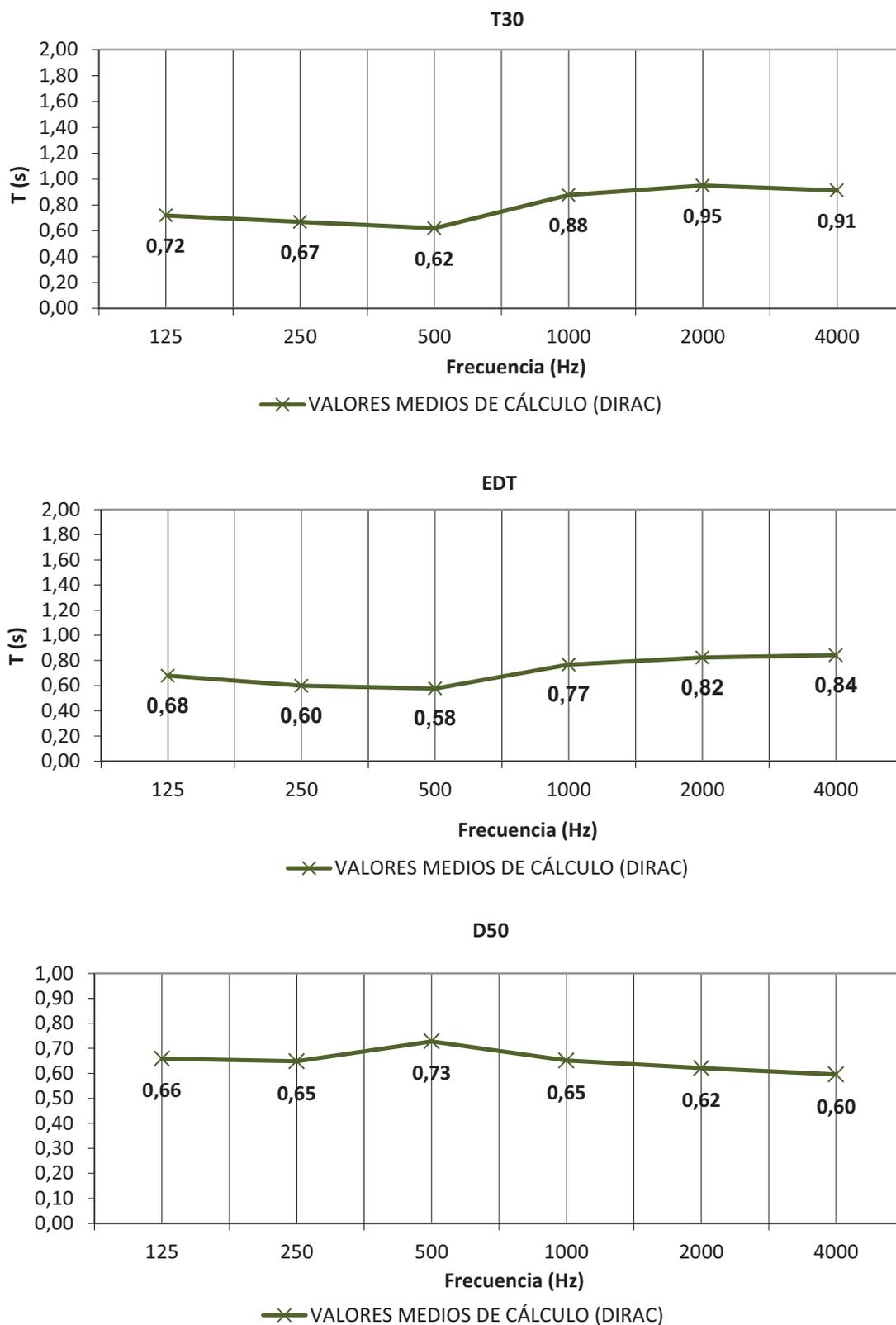


Figura 34: Valores promedio de los parámetros TR, EDT y D50 medidos en el aula 501

**AULA 501**

RECEPTOR	STI
1	0,71
2	0,69
3	0,69
4	0,65
5	0,66
6	0,67
7	0,66
8	0,65
9	0,64
10	0,64
11	0,65
12	0,65
13	0,64
14	0,65
15	0,67

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,66</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,71
2	0,69
3	0,69
4	0,65
5	0,66
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,68</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
6	0,67
7	0,66
8	0,65
9	0,64
10	0,64
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,65</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
11	0,65
12	0,65
13	0,64
14	0,65
15	0,67
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,65</b>

Tabla 27: Valores medidos del parámetro STI en el aula 501

AULA	DISTRIBUCIÓN DE RUIDO DE FONDO (dB)					CURVA DEL AULA
	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	NC-30 / NR-30
ETSA 501	39,7	38,1	29,5	26	25	

Tabla 28: Aula ETSA 501 Distribución del ruido de fondo (dB)

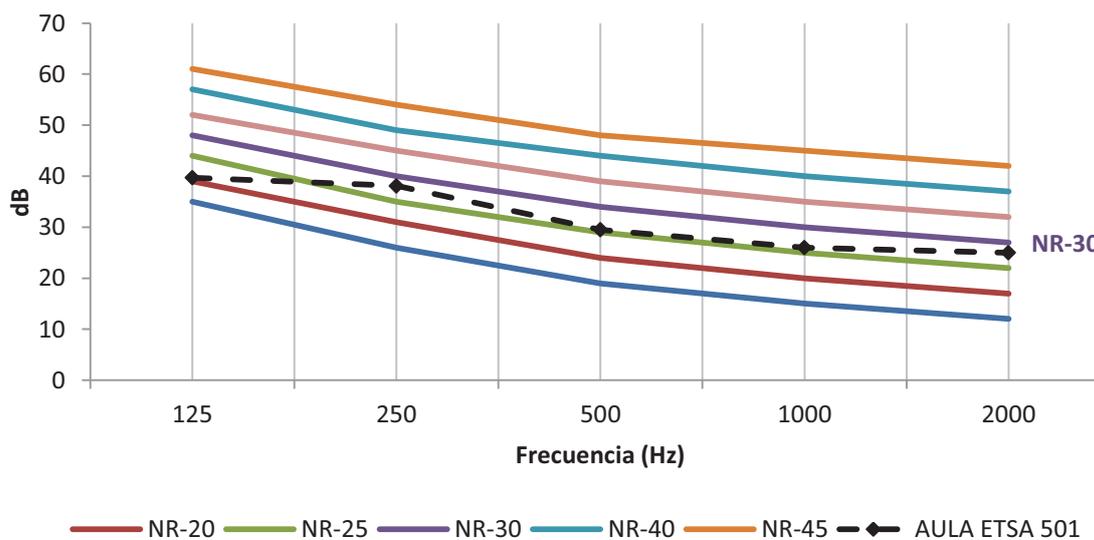
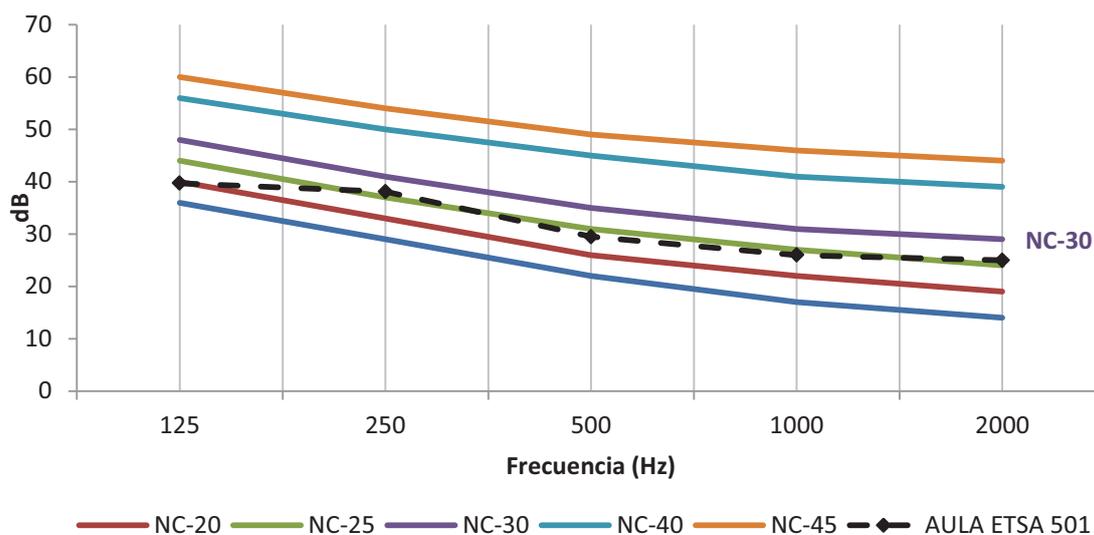


Figura 35: Niveles de ruido de fondo del aula 501 según curvas NC y NR

AULA ETSA 515

AULA 515 ETSA	
Anchura (m)	8,70
Longitud (m)	17,85
Altura (m)	2,90
Volumen (m <sup>3</sup> )	467,15
Alumnado (m <sup>2</sup> )	98,57

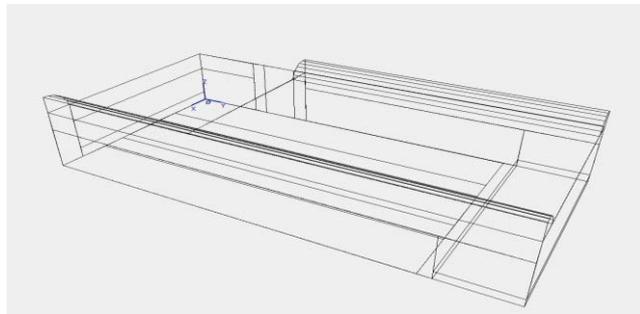


Figura 36: Geometría y modelo 3D del aula 515

ENVOLVENTE INTERIOR	Superficie (% Ocupado)		Coeficientes de Absorción					
			125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
Vidrio	29,43m <sup>2</sup>	5,57%	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04
Lucernario semicircular	44m <sup>2</sup>	8,33%	0.08	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02
Panelado de corcho	23,31m <sup>2</sup>	4,42%	0.02	0.01	0.03	0.08	0.24	0.59
YL + Panelado de corcho	52,29m <sup>2</sup>	9,90%	0.13	0.08	0.08	0.18	0.31	0.62
Paredes de ladrillo	10,91m <sup>2</sup>	2,07%	0.013	0.015	0.020	0.028	0.040	0.050
Paredes YL+ Aislamiento	26,85m <sup>2</sup>	5,09%	0.15	0.05	0.04	0.02	0.04	0.25
Paredes Yeso laminado	24,94m <sup>2</sup>	4,72%	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09
Pavimento	33,70m <sup>2</sup>	6,38%	0.01	0.01	0.015	0.02	0.02	0.02
Tarima	54,18m <sup>2</sup>	10,26%	0.40	0.30	0.20	0.17	0.15	0.10
Carpintería de madera	4,35m <sup>2</sup>	0,82%	0.14	0.10	0.06	0.08	0.10	0.10
Techo	125,45m <sup>2</sup>	23,76%	0.27	0.60	0.95	0.53	0.28	0.21
Superficie Alumnado	98,57m <sup>2</sup>	18,67%	0.07	0.06	0.07	0.07	0.04	0.01

Tabla 29: Superficies y coeficientes de absorción acústica de los materiales del aula 515

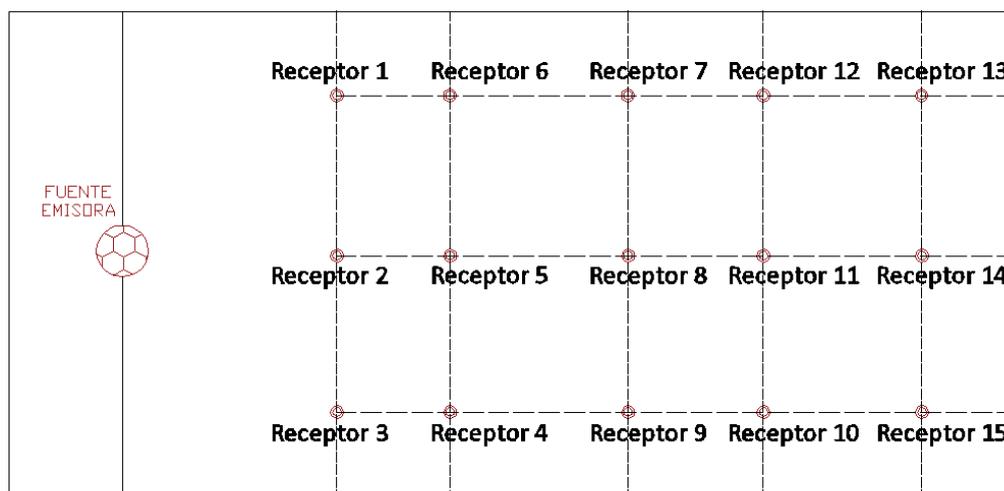


Figura 37 Distribución de receptores del aula ETSA 515

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA



Figura 38: Valores promedio de los parámetros TR, EDT y D50 medidos en el aula 515

**AULA 515**

RECEPTOR	STI
1	0,67
2	0,68
3	0,67
4	0,65
5	0,65
6	0,65
7	0,64
8	0,61
9	0,62
10	0,64
11	0,62
12	0,62
13	0,66
14	0,63
15	0,64

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,64</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,67
2	0,68
3	0,67
4	0,65
5	0,65
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,66</b>

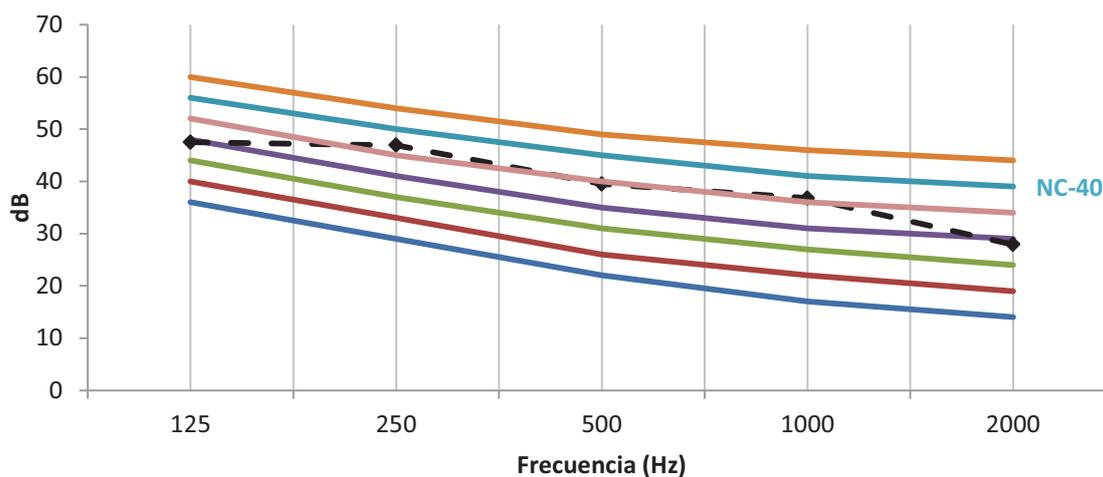
ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
6	0,65
7	0,64
8	0,61
9	0,62
10	0,64
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,63</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
11	0,62
12	0,62
13	0,66
14	0,63
15	0,64
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,63</b>

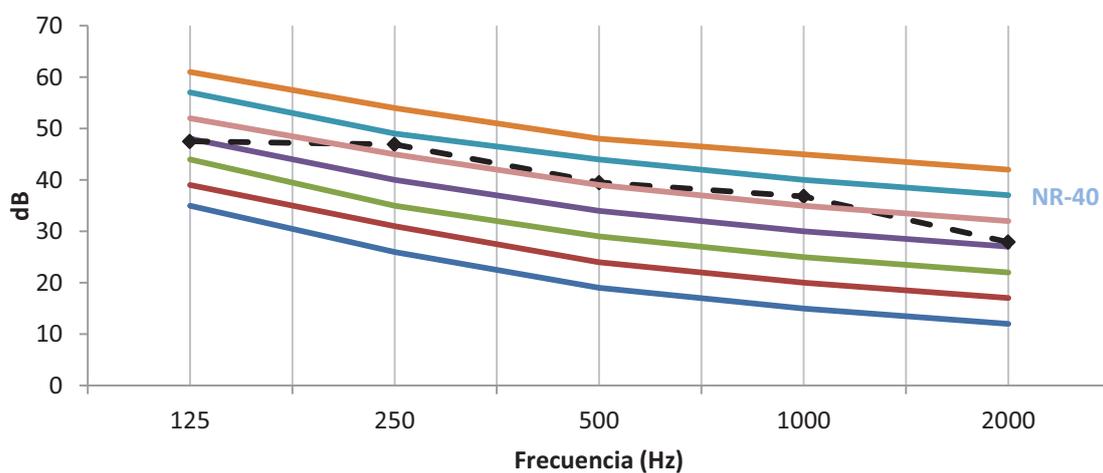
Tabla 30: Valores medidos del parámetro STI en el aula 515

AULA	DISTRIBUCIÓN DE RUIDO DE FONDO (dB)					CURVA DEL AULA
	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	
ETSA 515	47,5	46,9	39,5	36,8	27,9	NC-40 / NR-40

Tabla 31: Aula ETSA 515 Distribución del ruido de fondo (dB)



— NC-25 — NC-30 — NC-40 — NC-45 — AULA ETSA 515 — NC-35



— NR-25 — NR-30 — NR-40 — NR-45 — AULA ETSA 515 — NR-35

Figura 39: Niveles de ruido de fondo del aula 515 según curvas NC y NR

AULA ETSA 521

AULA 521 ETSA	
Anchura (m)	8,80
Longitud (m)	35,75
Altura (m)	4,70
Volumen (m <sup>3</sup> )	1518
Alumnado (m <sup>2</sup> )	68

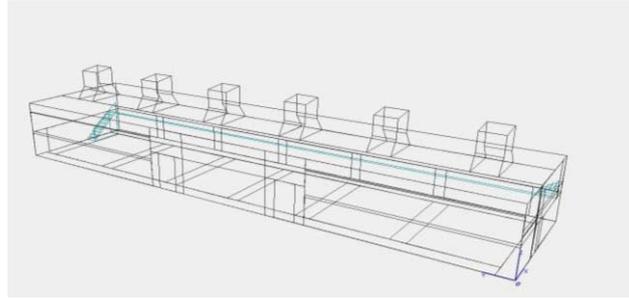


Figura 40: Geometría y modelo 3D del aula 521

ENVOLVENTE INTERIOR	Superficie (% Ocupado)		Coeficientes de Absorción					
			125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
Vidrio exterior	129,91m <sup>2</sup>	10,84%	0.10	0.07	0.05	0.03	0.02	0.02
Paredes de ladrillo	34,98m <sup>2</sup>	2,92%	0.013	0.015	0.02	0.028	0.04	0.05
Paredes YL+ Aislamiento	22,62m <sup>2</sup>	1,89%	0.15	0.05	0.04	0.02	0.04	0.25
Yeso. Enlucido fino	100,50m <sup>2</sup>	8,38%	0.024	0.027	0.03	0.037	0.019	0.034
Pavimento	117,96m <sup>2</sup>	9,84%	0.01	0.01	0.015	0.02	0.02	0.02
Panelado de escalera	13,01m <sup>2</sup>	1,09%	0.20	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10
Carpintería de madera	23,01m <sup>2</sup>	1,92%	0.14	0.10	0.06	0.08	0.10	0.10
Pasarela de madera	41,91m <sup>2</sup>	3,50%	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.07
Vidrio U-Glass	40,80m <sup>2</sup>	3,40%	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Perfilería estructural	12,85m <sup>2</sup>	1,07%	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
Panelado de corcho	174,98m <sup>2</sup>	14,60%	0.02	0.01	0.03	0.08	0.24	0.59
Techo	289,45m <sup>2</sup>	24,15%	0.27	0.60	0.95	0.53	0.28	0.21
Superficie Alumnado	196,66m <sup>2</sup>	16,41%	0.07	0.06	0.07	0.07	0.04	0.01

Tabla 32 Superficies y coeficientes de absorción acústica de los materiales del aula 521

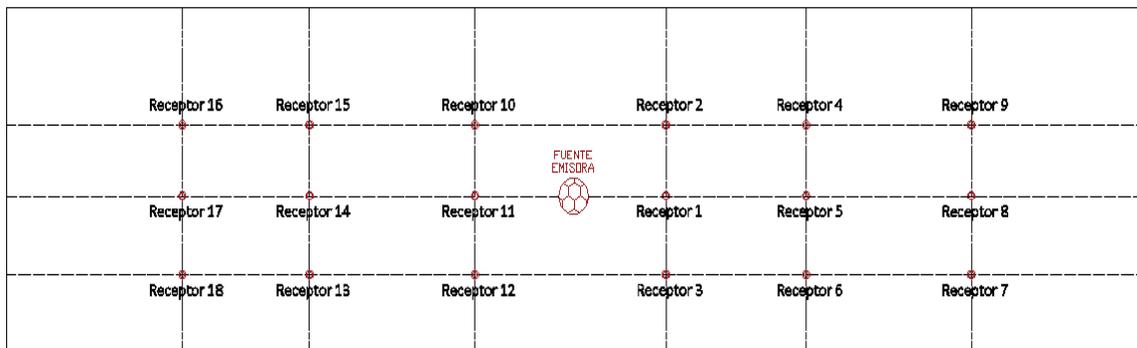


Figura 41: Distribución de receptores del aula ETSA 521

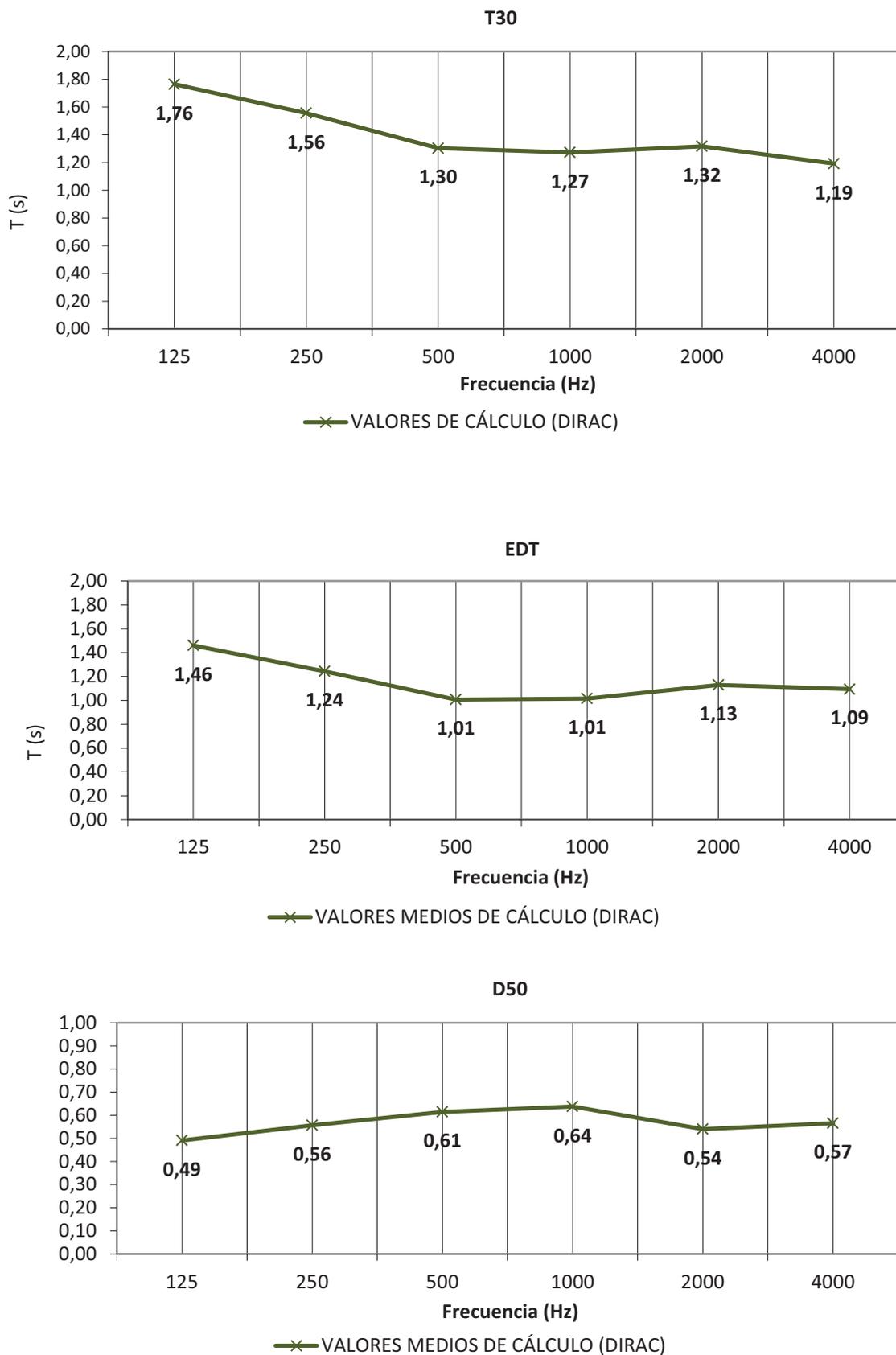


Figura 42: Valores promedio de los parámetros TR, EDT y D50 medidos en el aula 521

**AULA 521**

RECEPTOR	STI
1	0,68
2	0,65
3	0,64
4	0,57
5	0,57
6	0,57
7	0,55
8	0,58
9	0,56
10	0,65
11	0,65
12	0,63
13	0,57
14	0,57
15	0,59
16	0,55
17	0,57
18	0,55

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,59</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,68
2	0,65
3	0,64
10	0,65
11	0,65
12	0,63
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,65</b>

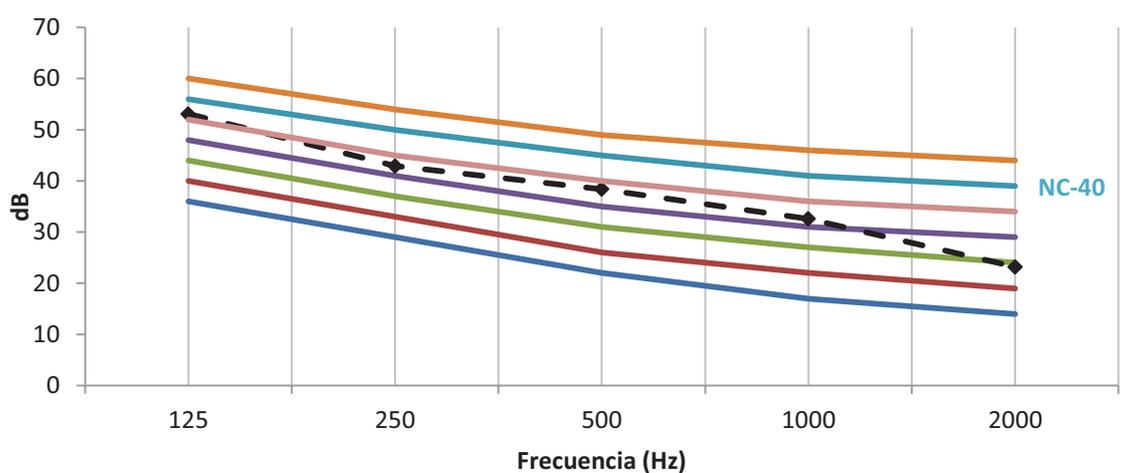
ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
4	0,57
5	0,57
6	0,57
13	0,57
14	0,57
15	0,59
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,57</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
7	0,55
8	0,58
9	0,56
16	0,55
17	0,57
18	0,55
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,56</b>

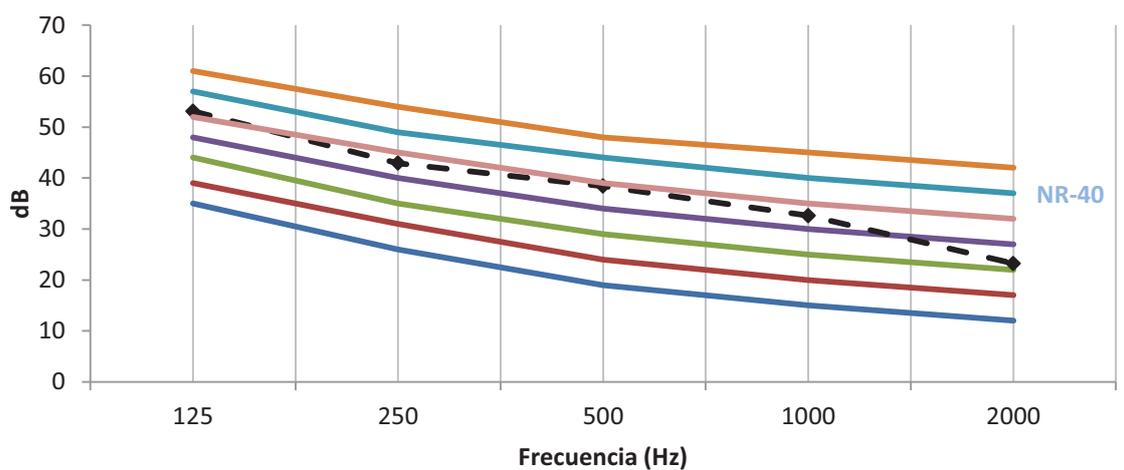
Tabla 33: Valores medidos del parámetro STI en el aula 521

AULA	DISTRIBUCIÓN DE RUIDO DE FONDO (dB)					CURVA DEL AULA
	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	
ETSA 521	53,1	42,9	38,4	32,6	23,2	NC-40 / NR-40

Tabla 34: Aula ETSA 521 Distribución del ruido de fondo (dB)



— NC-25 — NC-30 — NC-40 — NC-45 — ◆ AULA ETSA 521 — NC-35



— NR-25 — NR-30 — NR-40 — NR-45 — ◆ AULA ETSA 521 — NR-35

Figura 43: Niveles de ruido de fondo del aula 521 según curvas NC y NR

## 5-2 SIMULACIÓN ACÚSTICA DE LAS AULAS

Una vez expuestos los resultados obtenidos en la fase de medición, seguidamente se presentan los valores procedentes del ajuste y simulación acústica de las aulas. Al igual que en el apartado anterior, los gráficos asociados a los parámetros TR, EDT,  $D_{50}$  y STI muestran los valores obtenidos tras promediar los datos procedentes de Odeon para cada uno de los receptores introducidos, los cuales como ya se ha descrito anteriormente, reproducen todos los puntos tomados durante la fase de medición.

Los gráficos incluidos muestran la comparativa efectuada entre los valores de medición del aula en vacío (tratados en el apartado anterior) y los valores de simulación obtenidos. Sin embargo, antes de presentar estos resultados se ha considerado oportuno incluir los cálculos efectuados para determinar los coeficientes de absorción del techo de las aulas (apartado 5-2-1). Conviene reseñar, que tanto en la ETSIE como en la ETSA, la heterogeneidad del material unido a la falta de información contrastada en torno a su capacidad absorbente, propiciaron la necesidad de recurrir a procedimientos de cálculo iterativo con el fin de determinar la absorción de estos materiales.

En segundo término, en el apartado 5-2-2 se presentan los valores procedentes de los modelos de simulación con los que se han reproducido las aulas de la ETSIE y la ETSA. Tal y como se observará en los gráficos correspondientes al parámetro TR, los valores medidos y simulados se acompañan con 2 series de valores más ( — — — ) las cuales se corresponden con el valor de reverberación medido, al que se le ha aplicado un incremento del +/-10%, de forma que sea posible apreciar el ajuste alcanzado en los modelos de simulación.

Finalmente, el apartado 5-2-3 se presentan los valores procedentes de los modelos de simulación con los que se han reproducido las aulas de la ETSIE y la ETSA, y en los que a diferencia de los anteriores, se ha incorporado también la absorción generada por el alumnado.

Tal y como se ha descrito anteriormente, además de simular el aula en condiciones de ocupación total, también se simularon las aulas con una ocupación del 50% del alumnado. Así pues, en los gráficos incluidos en este apartado se distinguirán 4 series de valores: Los procedentes de la medición y simulación del aula en condiciones de vacío, y los obtenidos tras incorporar a los modelos de simulación el alumnado del aula, tanto de manera total (100% ocupación) como parcial (50% ocupación).

5-2-1 CÁLCULO ITERATIVO DE COEFICIENTES ABSORCIÓN  
CÁLCULO DE LA ABSORCIÓN DEL TECHO DE LAS AULAS DE LA ETSIE

AULA JB2	Absorción Total del Aula = $\frac{(0,162 \cdot V)}{T30}$					
	125Hz	250Hz	500 Hz	1000Hz	2000 Hz	4000 Hz
(0,162·V)	182,90	182,90	182,90	182,90	182,90	182,90
T30 del aula (Datos medidos)	1,29	0,89	1,03	1,61	1,73	1,46
Absorción Total	142,19	206,59	177,25	113,78	105,54	124,95
	125Hz	250Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Techo reflectante $\alpha_0$	0	0	0	0	0	0
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_0$ )	1,85	2,11	2,44	2,52	2,76	2,72
Absorción techo $\alpha_1$ (1ª Iteración)	0,19	0,53	0,45	0,18	0,17	0,25
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_1$ )	1,12	0,85	0,95	1,33	1,40	1,17
Absorción techo $\alpha_2$ (2ª Iteración)	0,10	0,49	0,38	0,08	0,06	0,12
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_2$ )	1,30	0,86	0,97	1,78	2,05	1,63
Absorción techo $\alpha_3$ (3ª Iteración)	0,10	0,49	0,38	0,08	0,06	0,12
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_3$ )	1,30	0,86	0,98	1,47	1,49	1,31
Absorción techo $\alpha_4$ (4ª Iteración)	0,10	0,50	0,37	0,14	0,15	0,20
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_4$ )	1,28	0,85	0,98	1,56	1,75	1,45

Tabla 35: Cálculos iterativos para obtener los coeficientes de absorción del techo del aula JB2

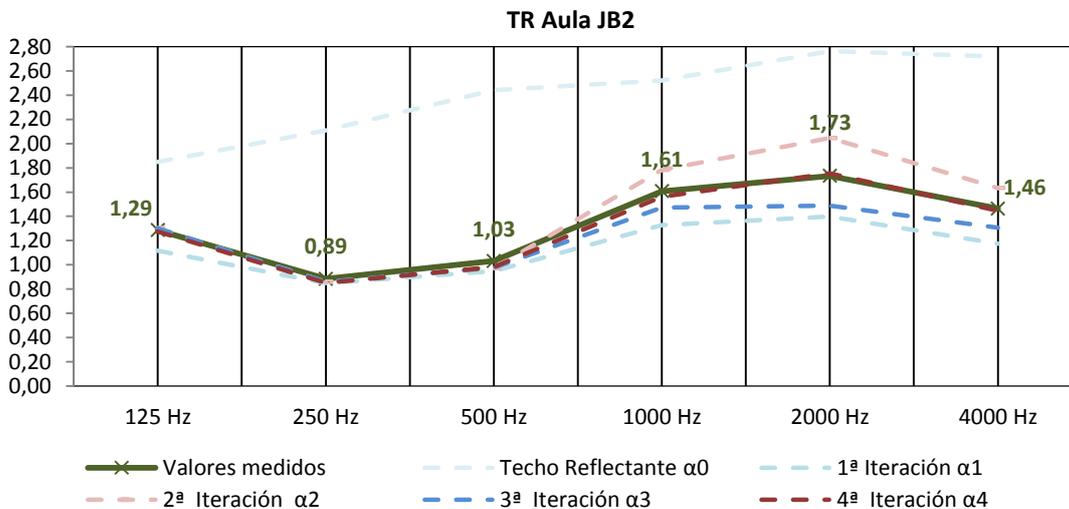


Figura 44: Ajuste de la curva tonal del aula JB 2

AULA 2	Absorción Total del Aula = $\frac{(0,162 \cdot V)}{T30}$					
	125Hz	250Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
(0,162·V)	175,05	175,05	175,05	175,05	175,05	175,05
T30 del aula (Datos medidos)	1,02	0,98	0,89	1,20	1,21	1,13
Absorción Total	<b>172,18</b>	<b>179,24</b>	<b>197,31</b>	<b>145,95</b>	<b>145,14</b>	<b>154,76</b>
	125Hz	250Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Techo reflectante $\alpha_0$	0	0	0	0	0	0
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_0$ )	1,54	1,83	2,04	2,13	2,36	2,31
Absorción techo $\alpha_1$ (1ª Iteración)	0,28	0,39	0,52	0,30	0,33	0,37
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_1$ )	0,89	0,79	0,78	0,91	0,87	0,85
Absorción techo $\alpha_2$ (2ª Iteración)	0,16	0,19	0,39	0,08	0,07	0,13
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_2$ )	1,04	1,07	0,83	1,59	1,76	1,44
Absorción techo $\alpha_3$ (3ª Iteración)	0,18	0,26	0,33	0,25	0,29	0,28
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_3$ )	1,01	0,95	0,87	1,06	1,01	1,02
Absorción techo $\alpha_3$ (4ª Iteración)	0,18	0,24	0,32	0,16	0,15	0,21
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_4$ )	1,01	0,98	0,89	1,28	1,37	1,18
Absorción techo $\alpha_3$ (5ª Iteración)	0,18	0,24	0,32	0,20	0,23	0,23
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_5$ )	1,01	0,98	0,89	1,17	1,12	1,13
Absorción techo $\alpha_3$ (6ª Iteración)	0,18	0,24	0,32	0,18	0,18	0,23
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_6$ )	1,01	0,98	0,89	1,22	1,27	1,13

Tabla 36: Cálculos iterativos para obtener los coeficientes de absorción del techo del aula 2

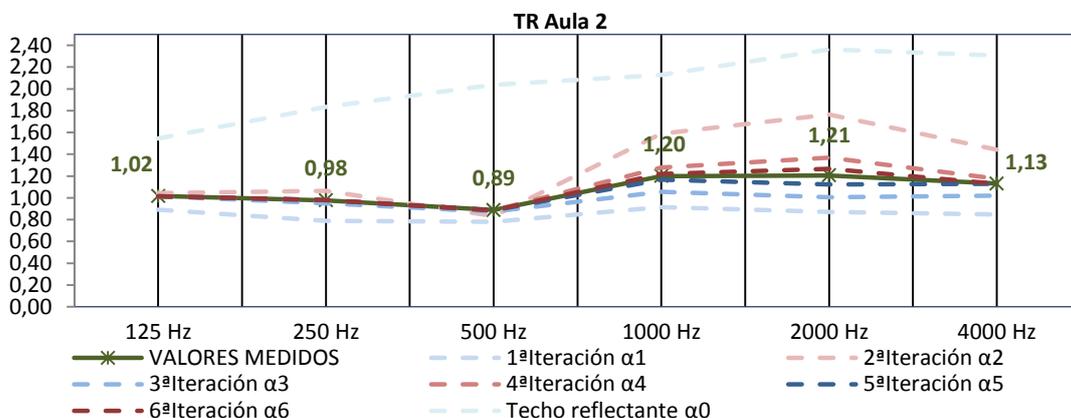


Figura 45: Ajuste de la curva tonal del aula 2

AULA C-2	Absorción Total del Aula = $\frac{(0,162 \cdot V)}{T30}$					
	125Hz	250Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
(0,162·V)	239,96	239,96	239,96	239,96	239,96	239,96
T30 del aula (Datos medidos)	0,89	1,05	0,97	1,52	1,26	1,01
Absorción Total	<b>270,89</b>	<b>227,90</b>	<b>247,60</b>	<b>157,70</b>	<b>190,70</b>	<b>237,10</b>
	125Hz	250Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Techo reflectante $\alpha_0$	0	0	0	0	0	0
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_0$ )	1,89	2,21	2,48	2,57	3,02	2,94
Absorción techo $\alpha_1$ (1ª Iteración)	0,40	0,33	0,42	0,18	0,31	0,43
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_1$ )	0,88	0,88	0,89	1,24	0,92	0,84
Absorción techo $\alpha_2$ (2ª Iteración)	0,40	0,20	0,36	0,08	0,12	0,30
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_2$ )	0,88	1,08	0,92	1,71	1,58	0,91
Absorción techo $\alpha_3$ (3ª Iteración)	0,39	0,22	0,32	0,13	0,23	0,22
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_3$ )	0,89	1,03	0,94	1,43	1,15	1,16
Absorción techo $\alpha_4$ (4ª Iteración)	0,40	0,20	0,30	0,10	0,17	0,31
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_4$ )	0,88	1,08	0,95	1,58	1,33	0,90
Absorción techo $\alpha_5$ (5ª Iteración)	0,40	0,22	0,29	0,12	0,20	0,23
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_5$ )	0,88	1,03	1,01	1,48	1,23	1,13
Absorción techo $\alpha_6$ (6ª Iteración)	0,40	0,21	0,32	0,10	0,19	0,30
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_6$ )	0,88	1,06	0,94	1,58	1,26	0,91

Tabla 37: Cálculos iterativos para obtener los coeficientes de absorción del techo del aula C-2

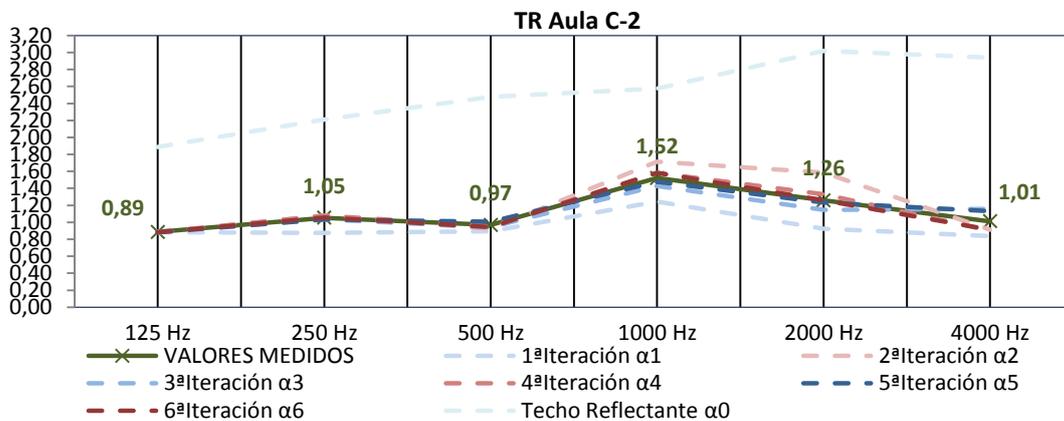


Figura 46: Ajuste de la curva tonal del aula C-2

Tal y como refleja la figura 47 el proceso iterativo descrito ha permitido obtener los coeficientes de absorción acústica del techo de cada aula. Posteriormente, en base a dichos cálculos se ha obtenido el correspondiente valor promedio de los 3 techos, de manera que para la simulación acústica de las aulas se ha utilizado el mismo material absorbente en el techo.

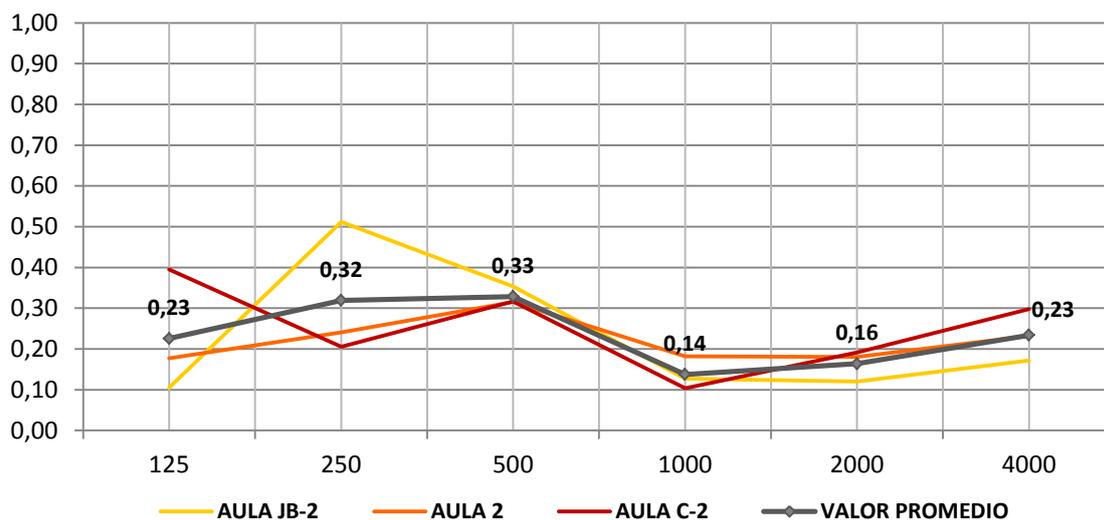


Figura 47: Coeficiente de Absorción medio del techo de las Aulas ETSIE

Coeficientes de absorción techos ETSIE	125Hz	250Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
AULA JB-2	0,11	0,51	0,35	0,13	0,12	0,17
AULA 2	0,18	0,24	0,32	0,18	0,18	0,23
AULA C-2	0,40	0,21	0,32	0,10	0,19	0,30
<b>VALOR TECHO PROMEDIO</b>	<b>0,23</b>	<b>0,32</b>	<b>0,33</b>	<b>0,14</b>	<b>0,16</b>	<b>0,23</b>

Tabla 38: Coeficientes de absorción del techo promedio de las aulas de la ETSIE (Edificio 1B)

CÁLCULO DE LA ABSORCIÓN DEL TECHO DE LAS AULAS DE LA ETSA

AULA 403	Absorción Total del Aula = $\frac{(0,162 \cdot V)}{T30}$					
	125Hz	250Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
(0,162·V)	71,86	71,86	71,86	71,86	71,86	71,86
T30 del aula (Datos medidos)	0,76	0,82	0,76	0,88	0,95	0,99
Absorción Total	94,55	87,70	94,63	81,78	75,59	72,34
	125Hz	250Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Techo reflectante $\alpha_0$	0	0	0	0	0	0
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_0$ )	2,16	3,04	3,22	3,16	3,51	2,87
Absorción techo $\alpha_1$ (1ª Iteración)	0,40	0,42	0,47	0,38	0,36	0,31
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_1$ )	0,65	0,90	0,98	0,99	0,88	0,68
Absorción techo $\alpha_2$ (2ª Iteración)	0,29	0,47	0,61	0,44	0,32	0,09
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_2$ )	0,69	0,89	0,96	0,99	0,89	1,47
Absorción techo $\alpha_3$ (3ª Iteración)	0,23	0,51	0,74	0,50	0,28	0,25
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_3$ )	0,77	0,88	0,93	0,98	0,89	0,81
Absorción techo $\alpha_4$ (4ª Iteración)	0,24	0,55	0,85	0,56	0,25	0,14
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_4$ )	0,76	0,88	0,88	0,98	0,93	1,15
Absorción techo $\alpha_5$ (5ª Iteración)	0,24	0,59	0,93	0,61	0,23	0,21
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_5$ )	0,76	0,87	0,79	0,98	0,97	0,90
Absorción techo $\alpha_6$ (6ª Iteración)	0,23	0,62	0,96	0,67	0,24	0,16
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_6$ )	0,77	0,86	0,74	0,97	0,95	1,07

Tabla 39: Cálculos iterativos para obtener los coeficientes de absorción del techo del aula 403

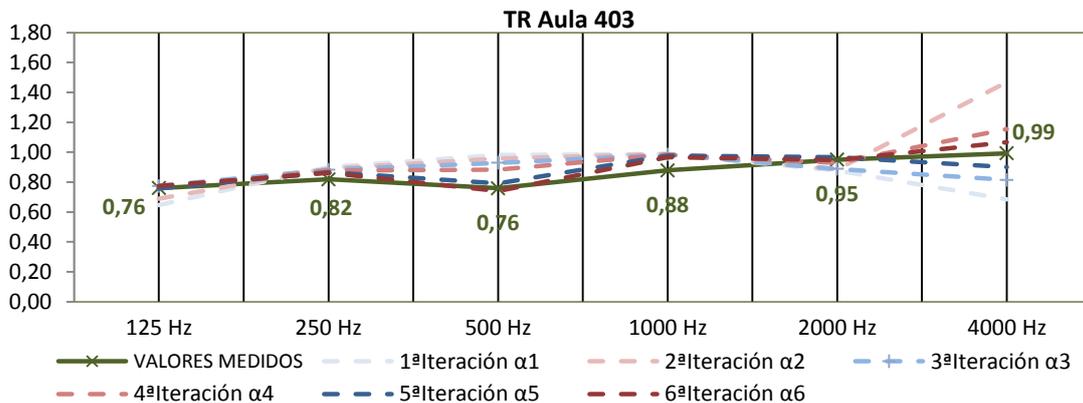


Figura 48: Ajuste de la curva tonal del aula 403

AULA 404	Absorción Total del Aula = $\frac{(0,162 \cdot V)}{T30}$					
	125Hz	250Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
(0,162·V)	71,39	71,39	71,39	71,39	71,39	71,39
T30 del aula (Datos medidos)	0,76	0,78	0,67	0,77	0,87	0,88
Absorción Total	94,34	91,29	106,97	93,19	81,87	80,75
	125Hz	250Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Techo reflectante $\alpha_0$	0	0	0	0	0	0
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_0$ )	2,18	3,01	3,09	2,98	3,50	3,09
Absorción techo $\alpha_1$ (1ª Iteración)	0,40	0,44	0,55	0,45	0,40	0,38
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_1$ )	0,71	0,85	0,85	0,85	0,86	0,79
Absorción techo $\alpha_2$ (2ª Iteración)	0,37	0,49	0,70	0,52	0,39	0,32
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_2$ )	0,73	0,84	0,81	0,84	0,86	0,81
Absorción techo $\alpha_3$ (3ª Iteración)	0,34	0,53	0,82	0,57	0,38	0,27
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_3$ )	0,75	0,83	0,77	0,83	0,86	0,85
Absorción techo $\alpha_4$ (4ª Iteración)	0,34	0,57	0,92	0,61	0,38	0,25
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_4$ )	0,75	0,82	0,74	0,82	0,86	0,89
Absorción techo $\alpha_5$ (5ª Iteración)	0,33	0,60	0,98	0,65	0,37	0,25
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_5$ )	0,76	0,81	0,74	0,81	0,87	0,89

Tabla 40: Cálculos iterativos para obtener los coeficientes de absorción del techo del aula 404

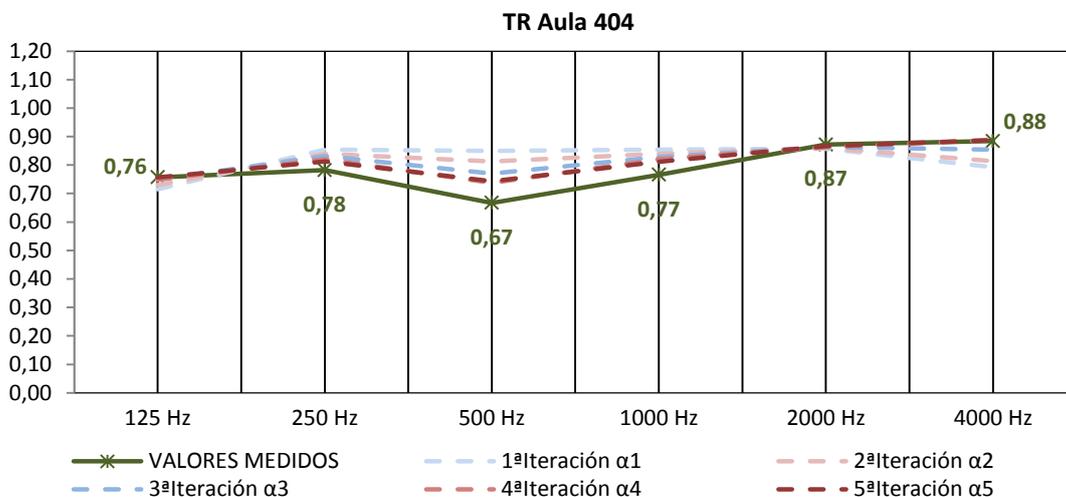


Figura 49: Ajuste de la curva tonal del aula 404

AULA 501	Absorción Total del Aula = $\frac{(0,162 \cdot V)}{T30}$					
	125Hz	250Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
(0,162·V)	239,96	239,96	239,96	239,96	239,96	239,96
T30 del aula (Datos medidos)	0,89	1,05	0,97	1,52	1,26	1,01
Absorción Total	<b>270,89</b>	<b>227,90</b>	<b>247,60</b>	<b>157,70</b>	<b>190,70</b>	<b>237,10</b>
	125Hz	250Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Techo reflectante $\alpha_0$	0	0	0	0	0	0
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_0$ )	1,83	2,62	2,90	2,86	2,98	2,41
Absorción techo $\alpha_1$ (1ª Iteración)	0,39	0,52	0,59	0,37	0,33	0,32
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_1$ )	0,63	0,70	0,75	0,79	0,75	0,65
Absorción techo $\alpha_2$ (2ª Iteración)	0,30	0,55	0,72	0,31	0,21	0,11
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_2$ )	0,70	0,68	0,71	0,82	0,96	1,22
Absorción techo $\alpha_3$ (3ª Iteración)	0,29	0,56	0,82	0,27	0,21	0,24
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_3$ )	0,65	0,69	0,67	0,85	0,96	0,78
Absorción techo $\alpha_4$ (4ª Iteración)	0,23	0,58	0,88	0,26	0,22	0,15
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_4$ )	0,74	0,68	0,65	0,87	0,93	1,03
Absorción techo $\alpha_5$ (5ª Iteración)	0,24	0,59	0,92	0,25	0,21	0,21
T30 Simulado del aula (Techo $\alpha_5$ )	0,72	0,67	0,63	0,89	0,96	0,84

Tabla 41: Cálculos iterativos para obtener los coeficientes de absorción del techo del aula 501

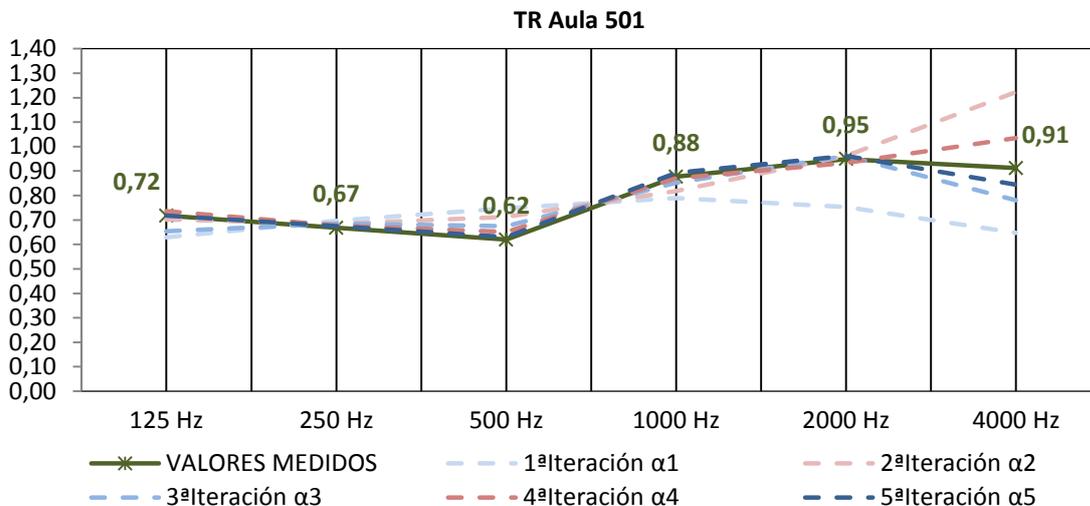


Figura 50: Ajuste de la curva tonal del aula 501

Del mismo modo que en las aulas de la ETSIE, el proceso iterativo descrito ha permitido obtener los coeficientes de absorción acústica del techo de cada aula. Posteriormente, en base a dichos cálculos se ha obtenido el correspondiente valor promedio de los 3 techos (Ver Figura 51), de manera que para la simulación acústica de las aulas se ha utilizado el mismo material absorbente en el techo.

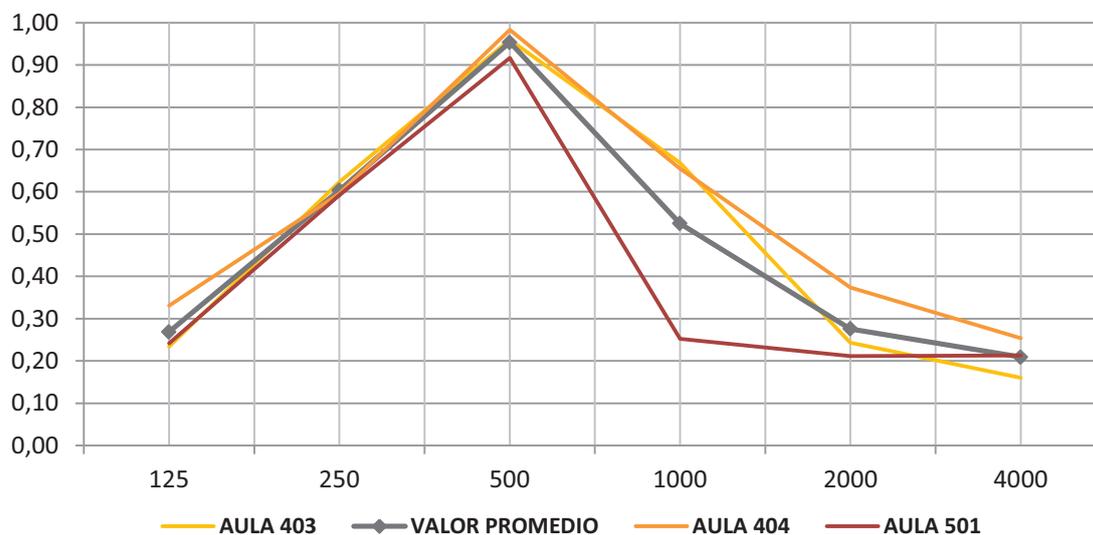


Figura 51: Coeficiente de Absorción medio del techo de las Aulas ETSA

Coeficientes de absorción techos	125Hz	250Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
AULA 403	0,23	0,62	0,96	0,67	0,24	0,16
AULA 404	0,33	0,60	0,98	0,65	0,37	0,25
AULA 501	0,24	0,59	0,92	0,25	0,21	0,21
<b>VALOR TECHO PROMEDIO</b>	<b>0,27</b>	<b>0,60</b>	<b>0,95</b>	<b>0,53</b>	<b>0,28</b>	<b>0,21</b>

Figura 52: Coeficientes de absorción del techo promedio de las aulas de la ETSA

5-2-2 SIMULACIÓN ACÚSTICA DE LAS AULAS EN VACÍO  
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA DE EDIFICACIÓN (EDIFICIO 1B)

AULA JB2

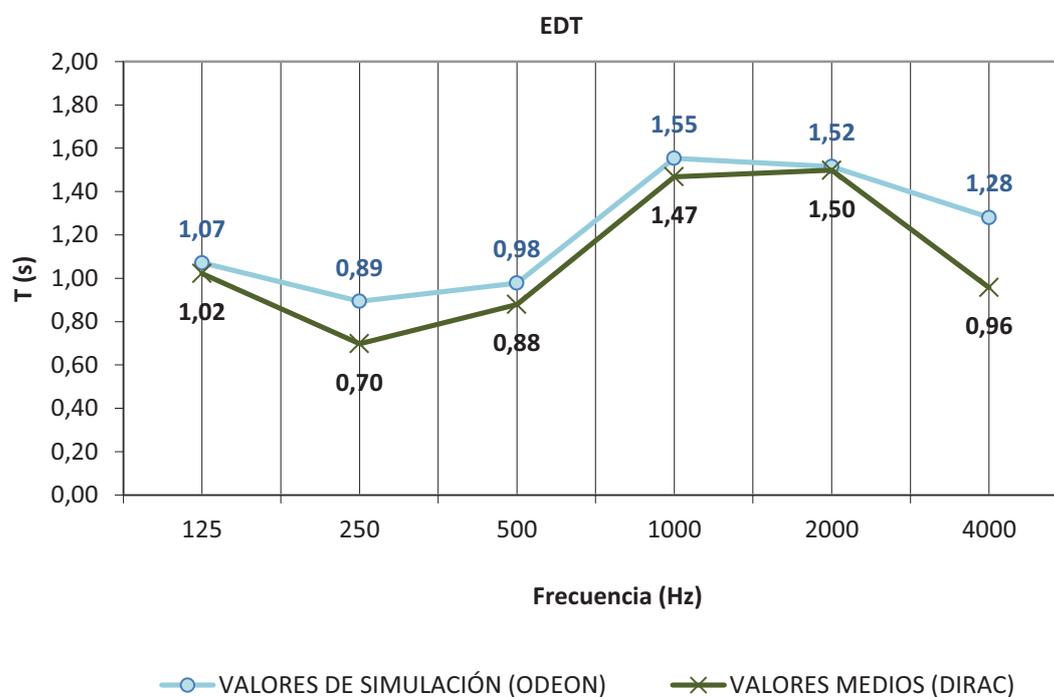
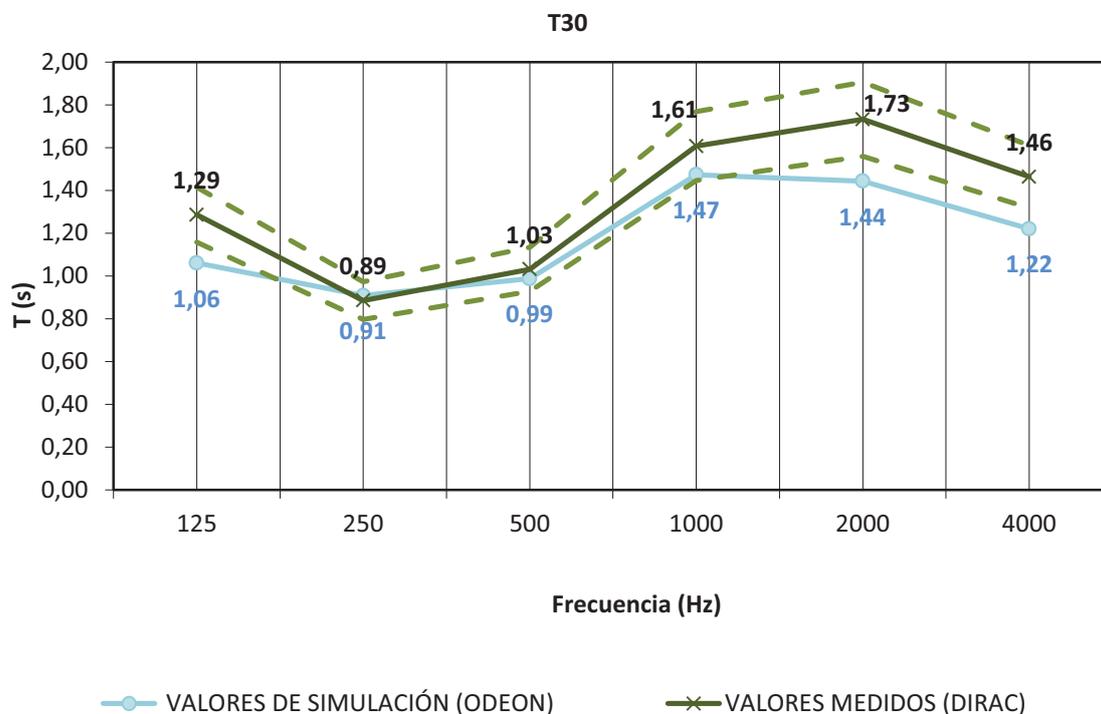


Figura 53: Aula JB 2\_Valores promedio medidos y simulados (En vacío) de los parámetros TR y EDT

AULA JB2

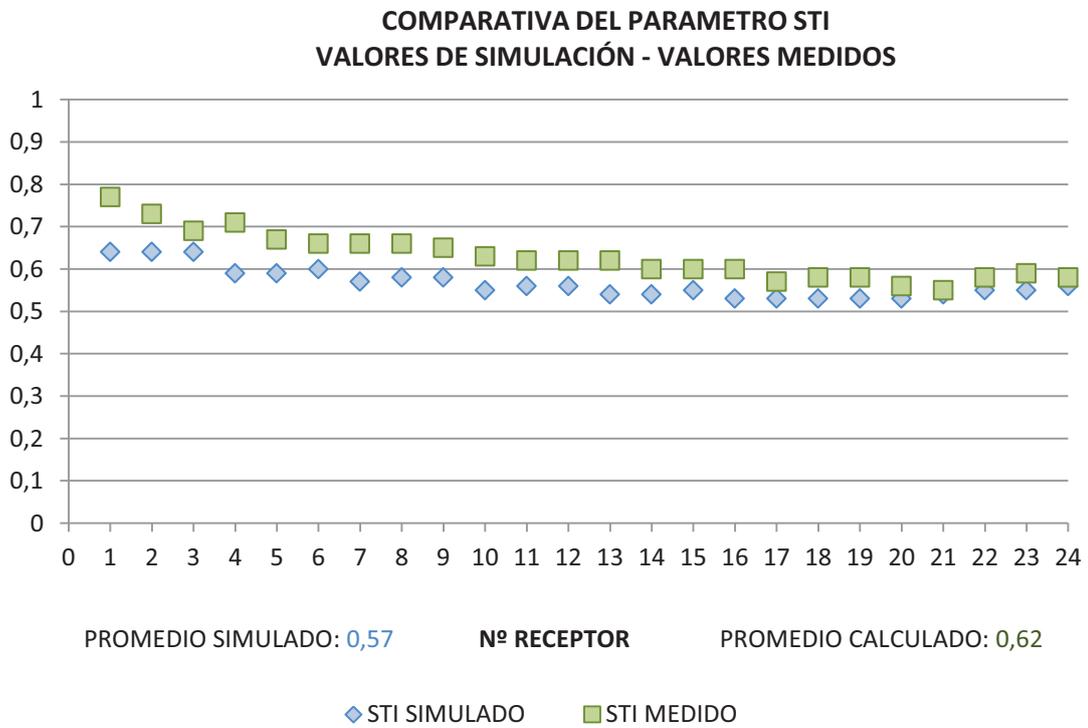
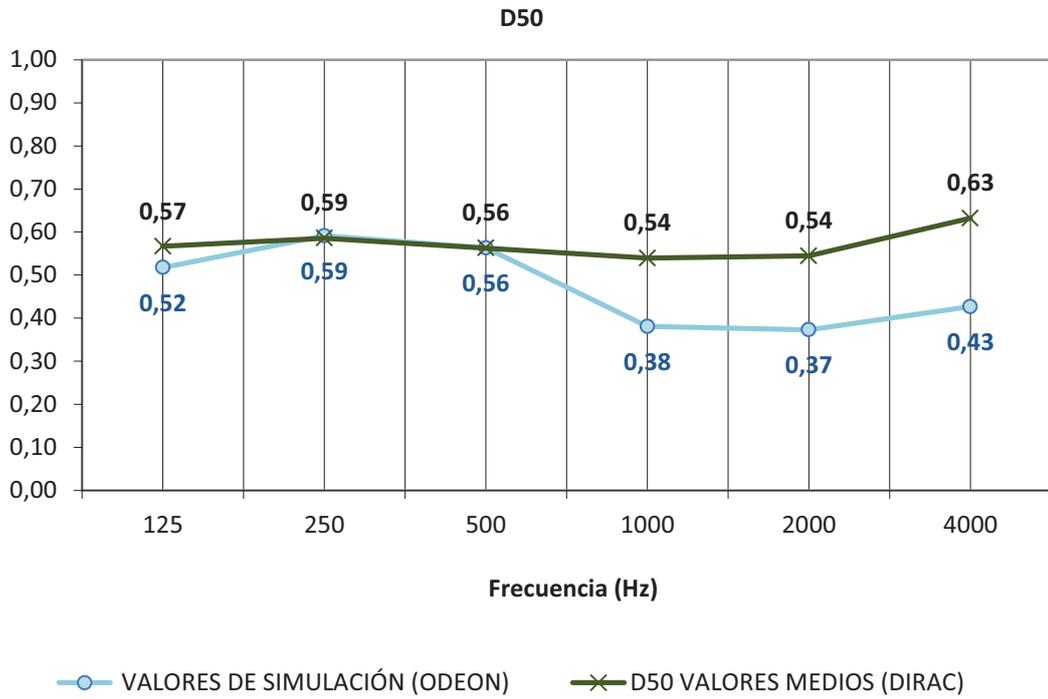
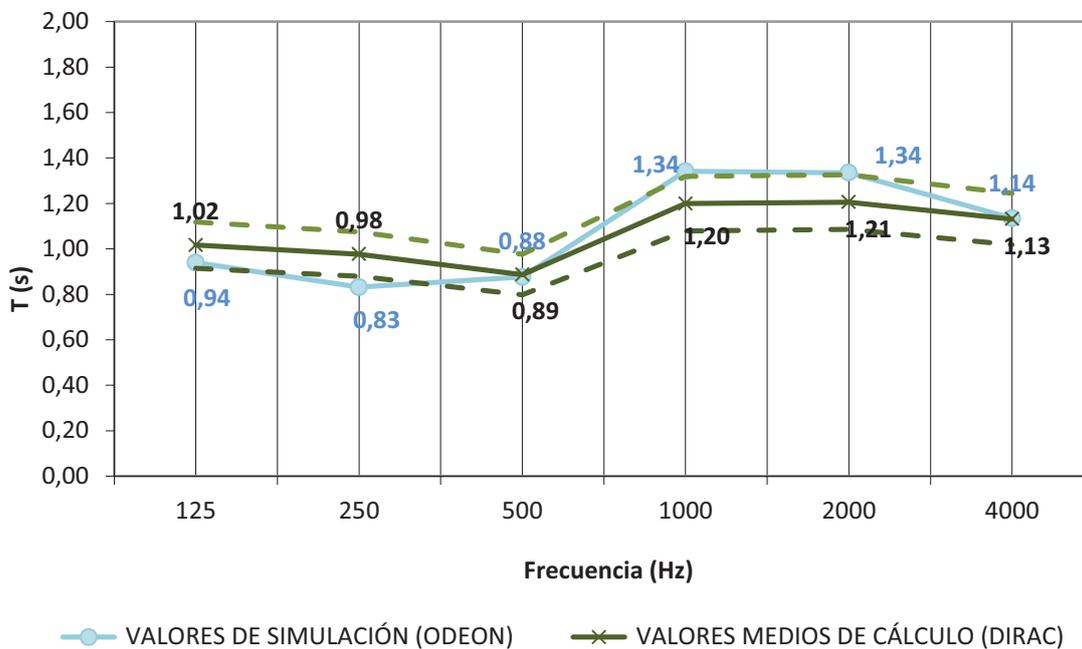


Figura 54: Aula JB 2\_Valores promedio medidos y simulados (En vacío) de los parámetros D<sub>50</sub> y STI

AULA 2

T30



EDT

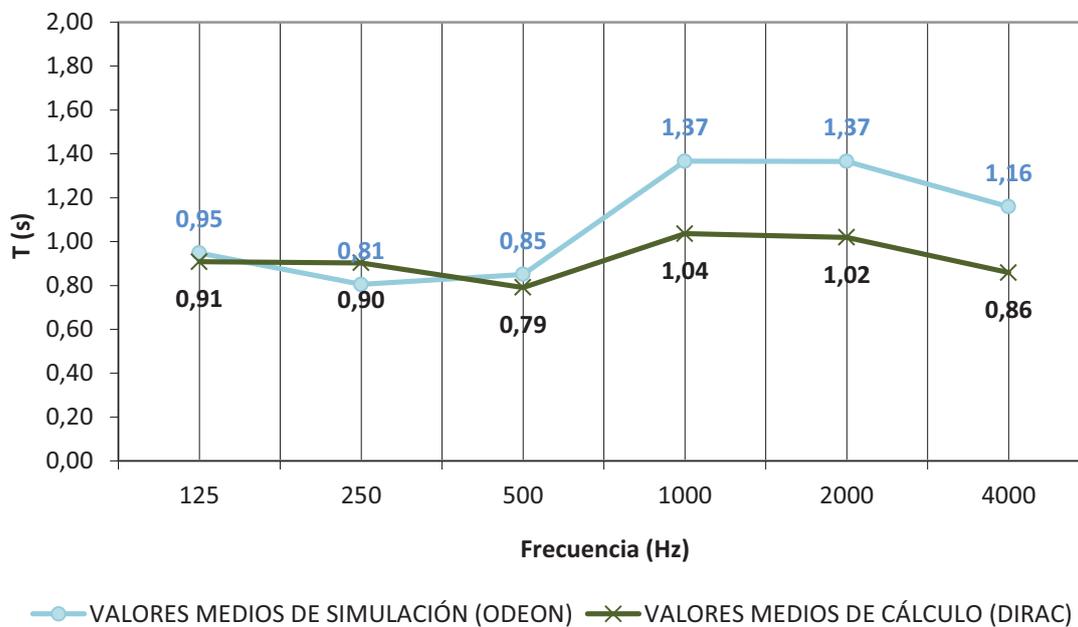
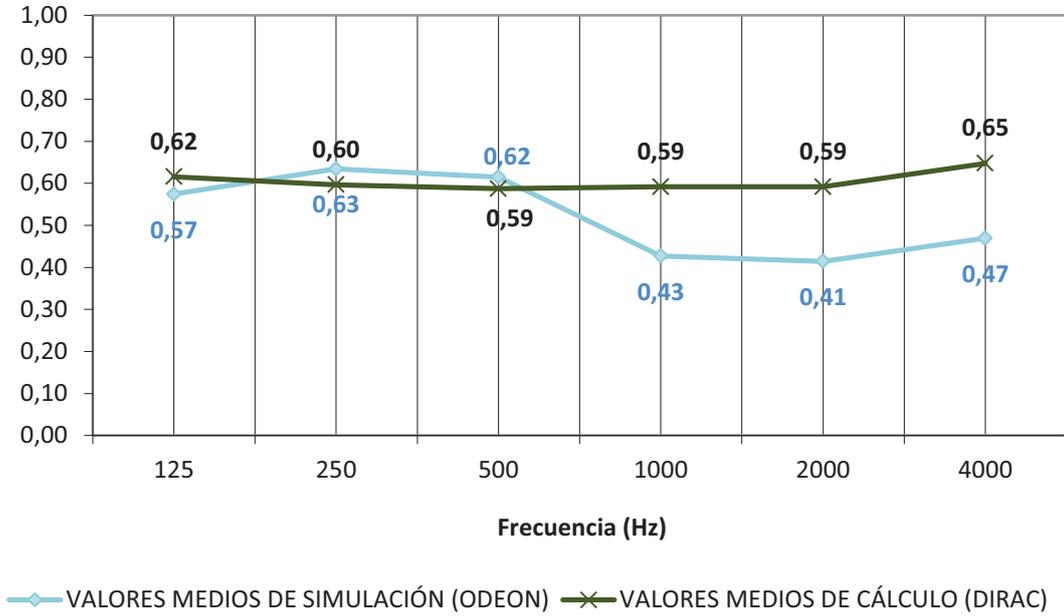


Figura 55: Aula 2\_Valores promedio medidos y simulados (En vacío) de los parámetros TR y EDT

AULA 2

D50



COMPARATIVA DEL PARAMETRO STI  
VALORES DE SIMULACIÓN - VALORES MEDIDOS

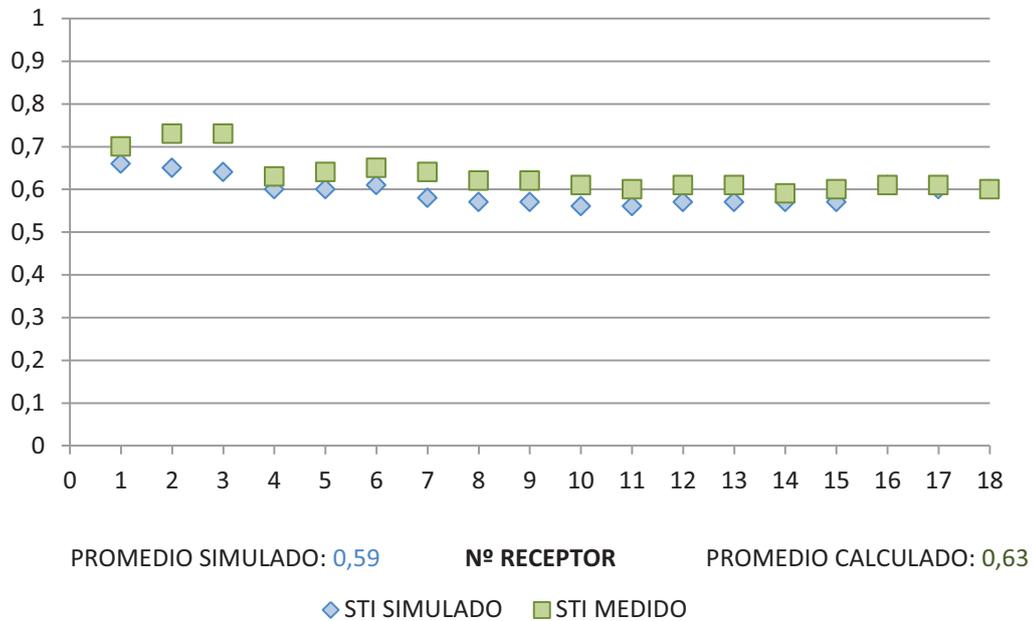
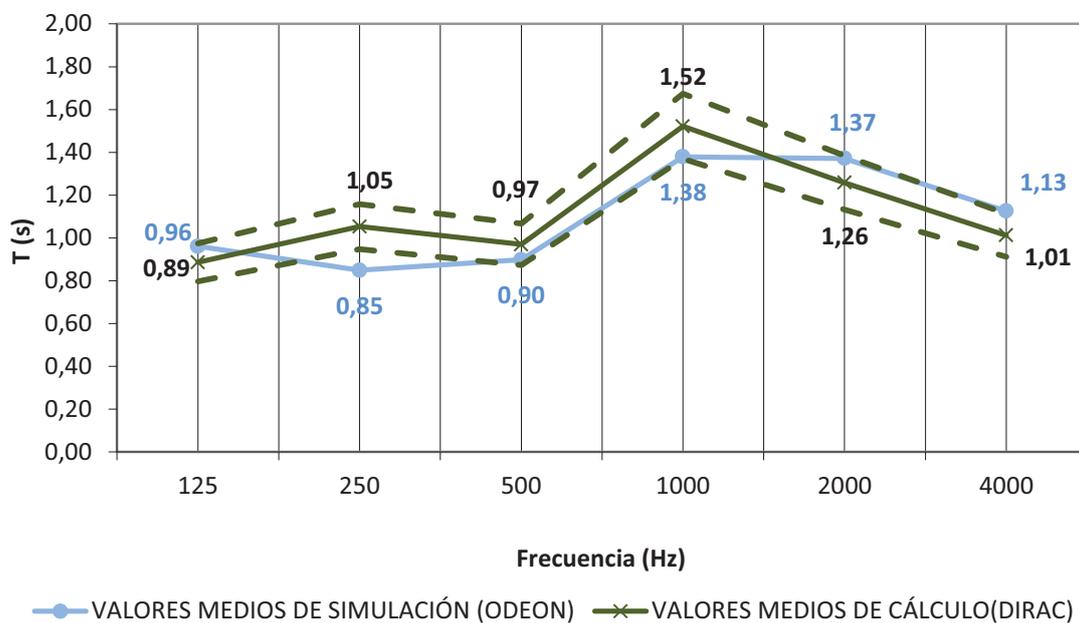


Figura 56: Aula 2\_Valores promedio medidos y simulados (En vacío) de los parámetros D<sub>50</sub> y STI

AULA C-2

T30



EDT

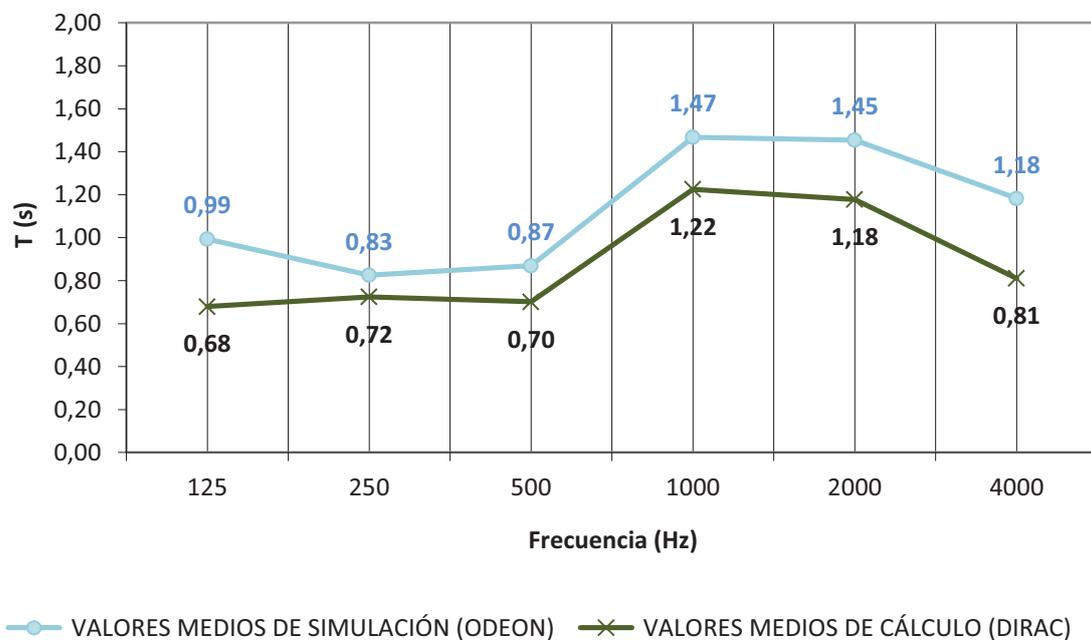


Figura 57: Aula C- 2\_Valores promedio medidos y simulados (En vacío) de los parámetros TR y EDT

AULA C-2

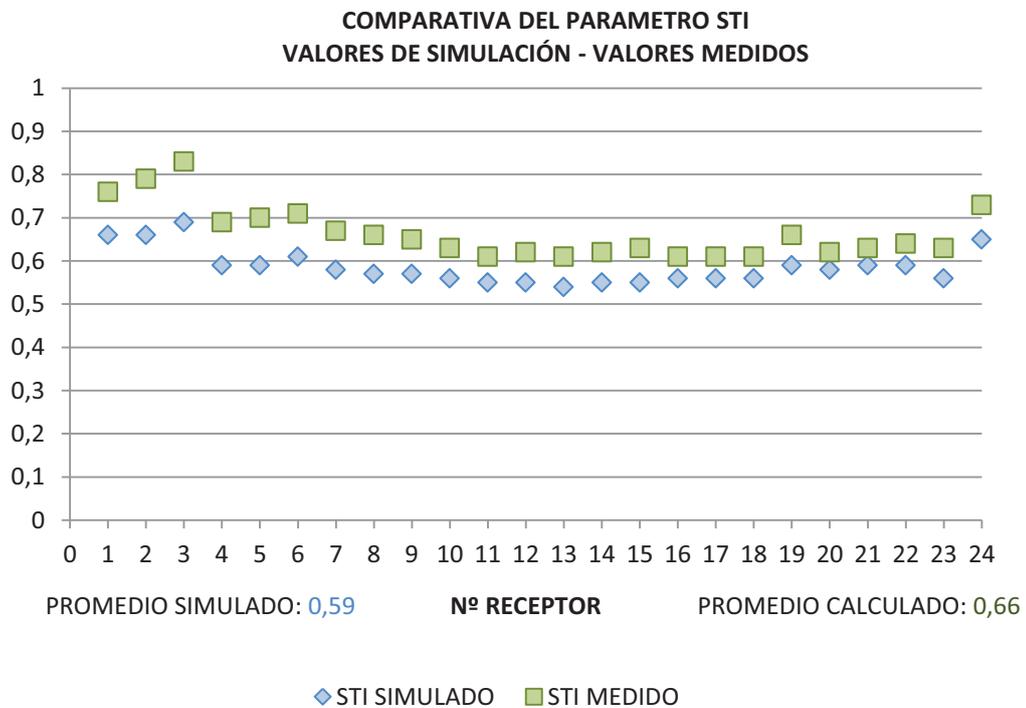
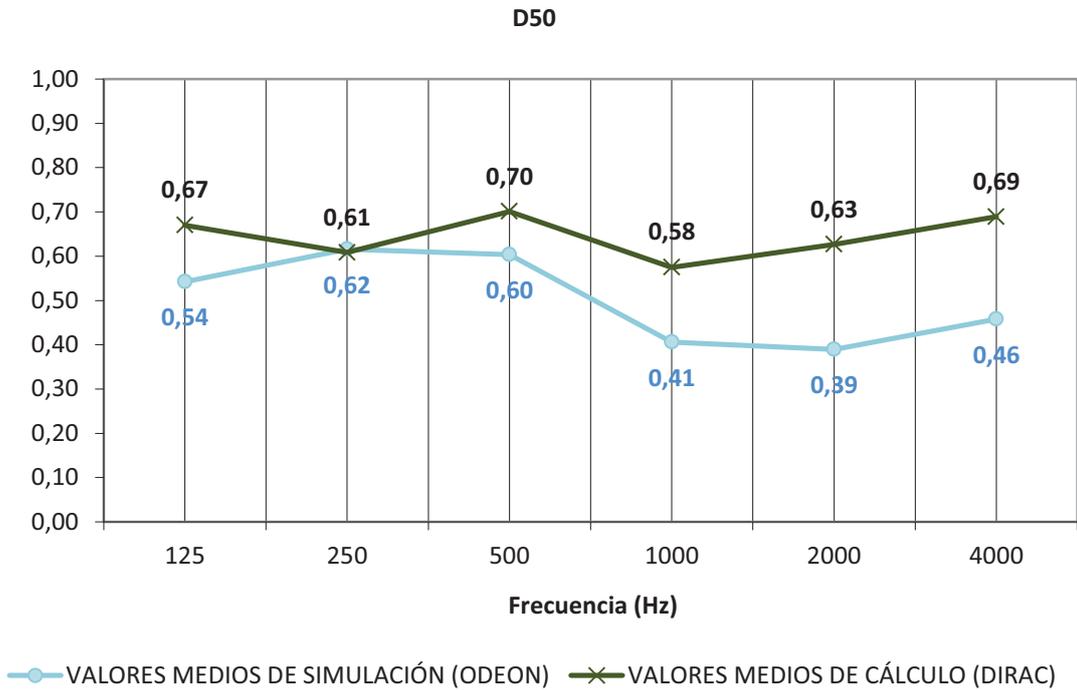


Figura 58: Aula C-2\_Valores promedio medidos y simulados (En vacío) de los parámetros D<sub>50</sub> y STI

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA DE EDIFICACIÓN (EDIFICIO 1C)

AULA MASTER TECNOLOGÍA

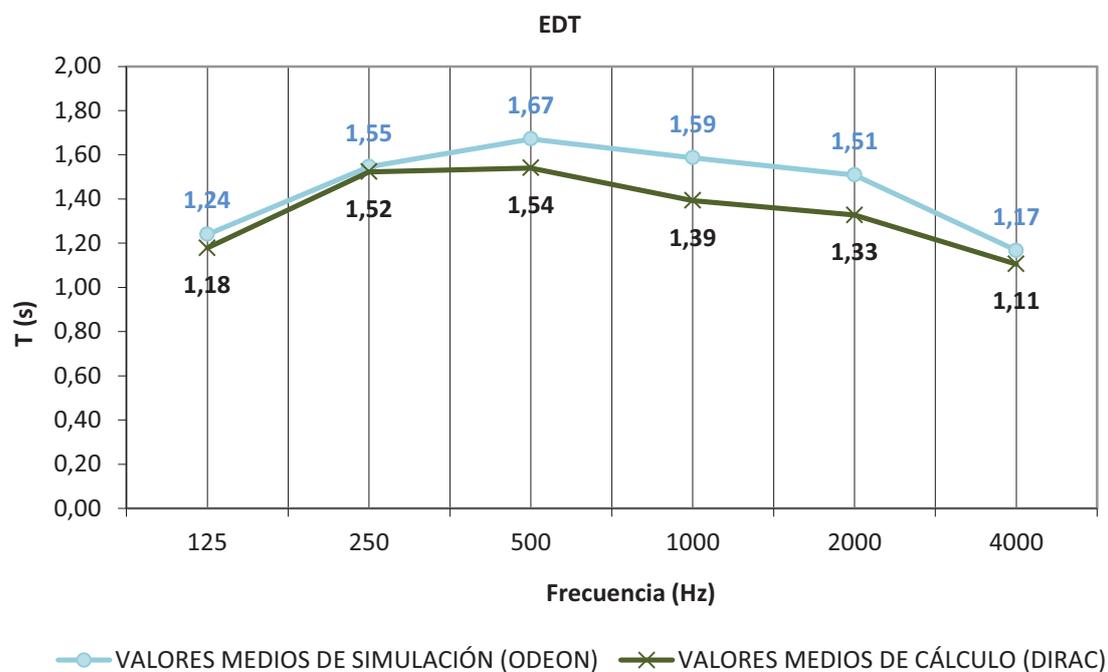
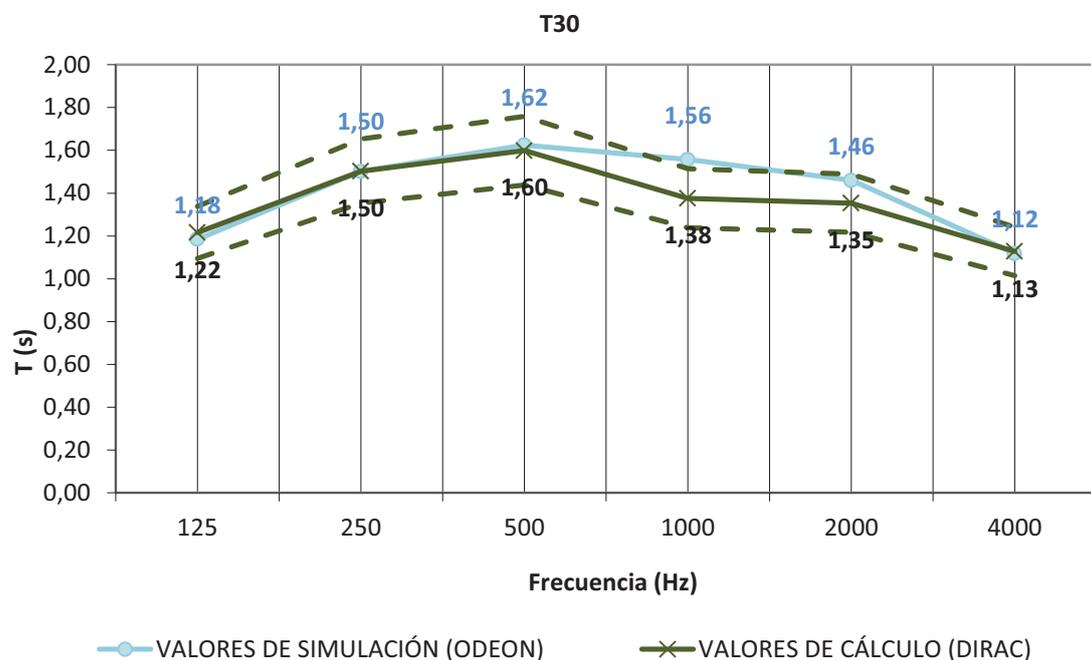


Figura 59: Aula Master Tecnología\_ Valores promedio medidos y simulados (En vacío) de los parámetros TR y EDT

AULA MASTER TECNOLOGÍA

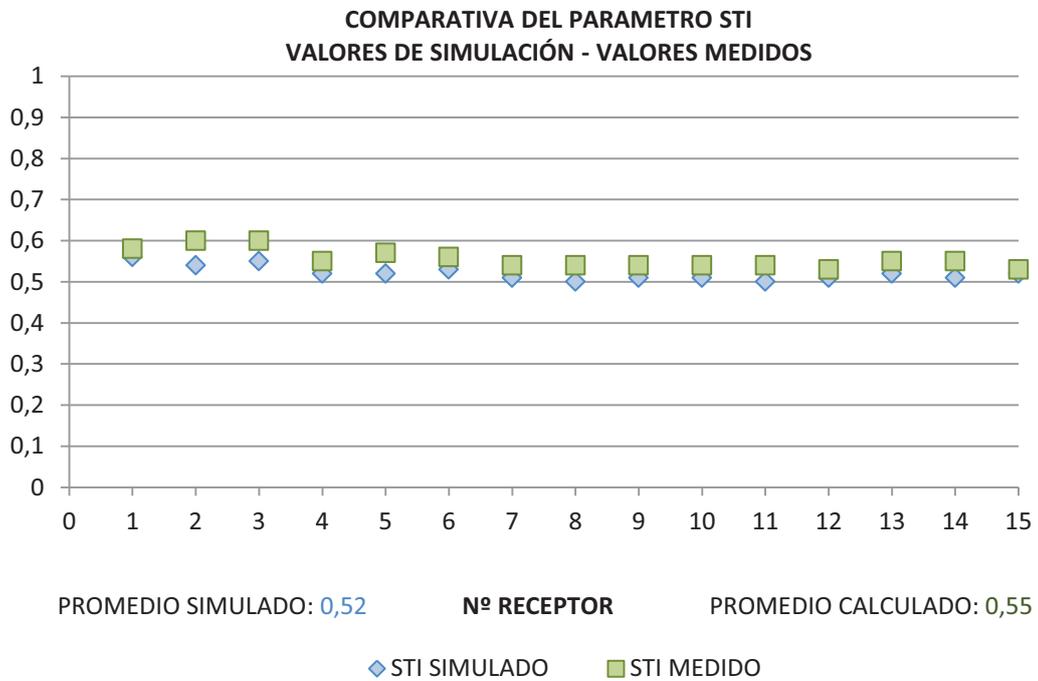
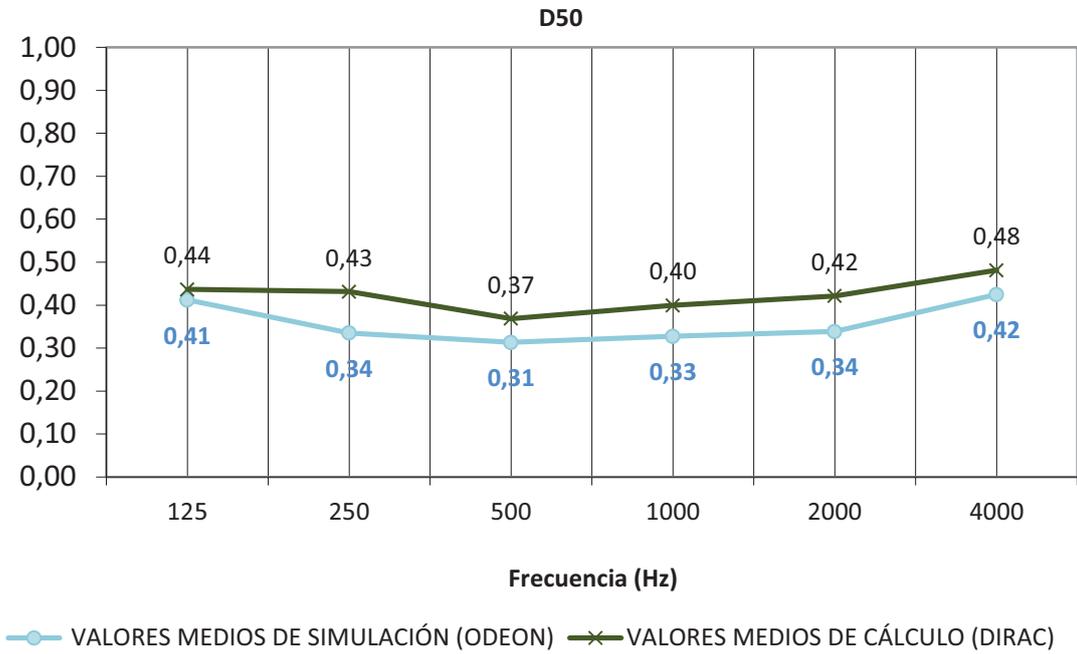


Figura 60: Aula Master Tecnología\_ Valores promedio medidos y simulados (En vacío) de los parámetros D<sub>50</sub> y STI

### AULA MASTER GESTIÓN

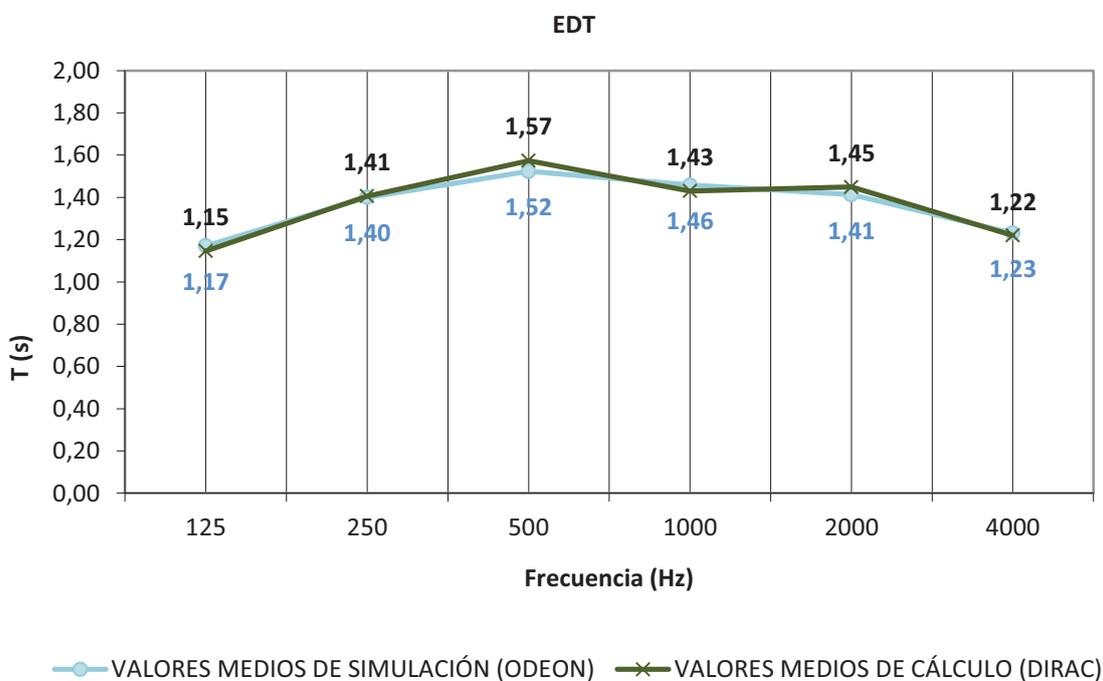
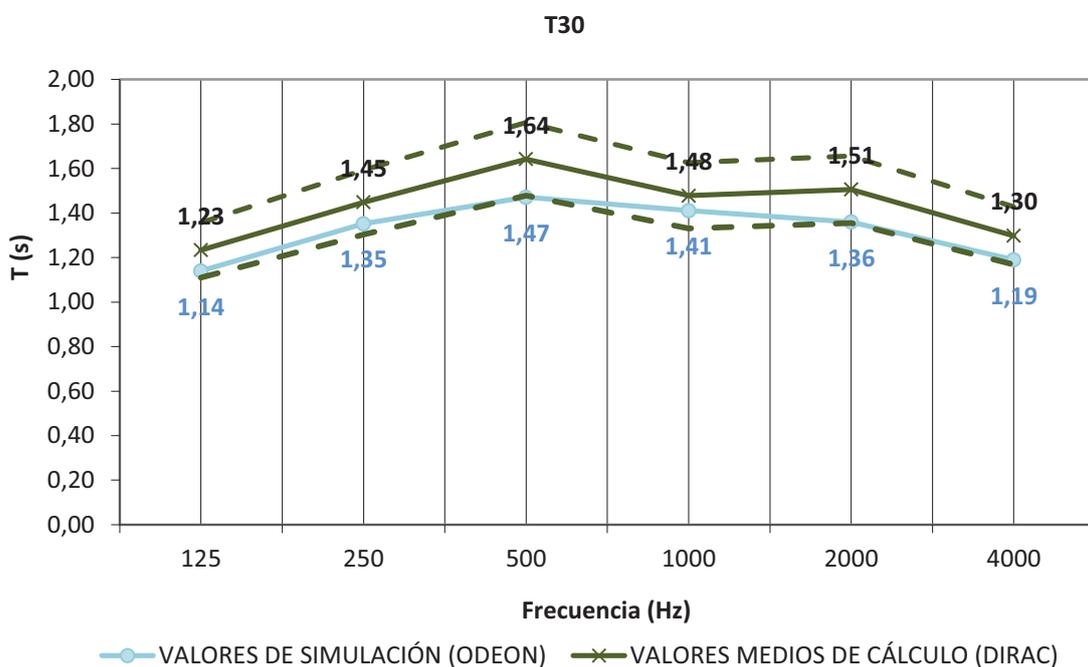


Figura 61: Aula Master Gestión\_ Valores promedio medidos y simulados (En vacío) de los parámetros TR y EDT

AULA MASTER GESTIÓN

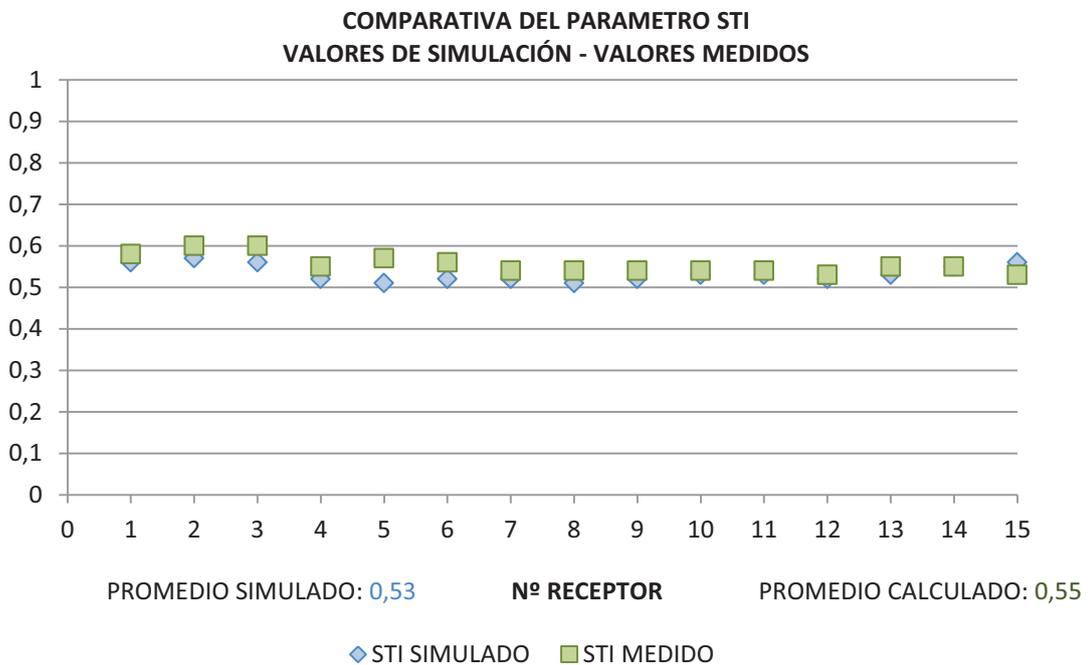
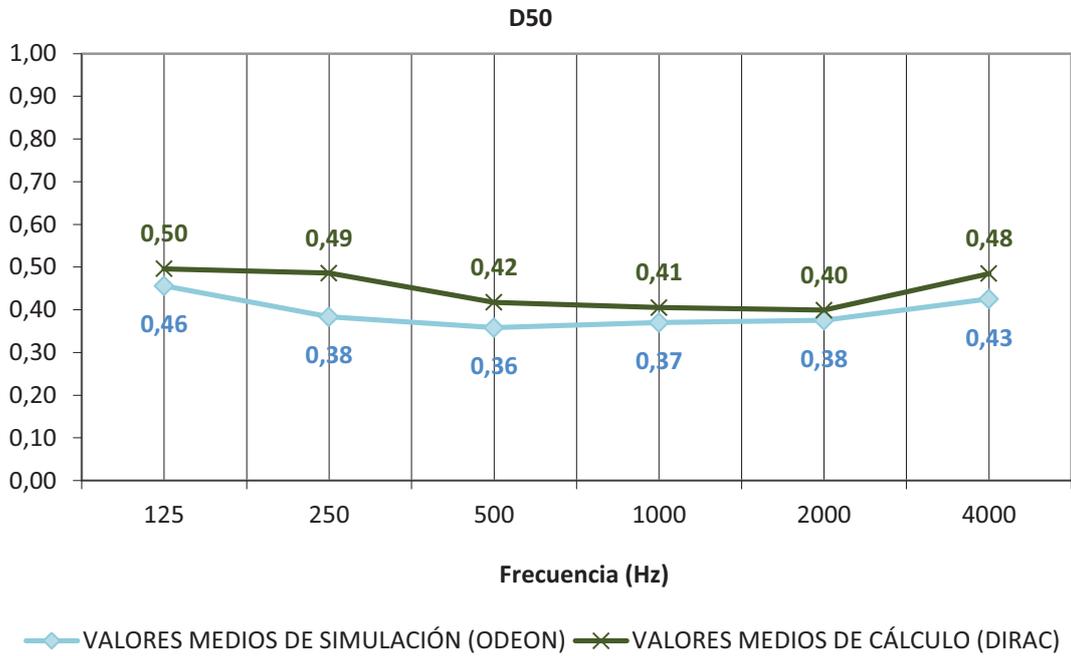
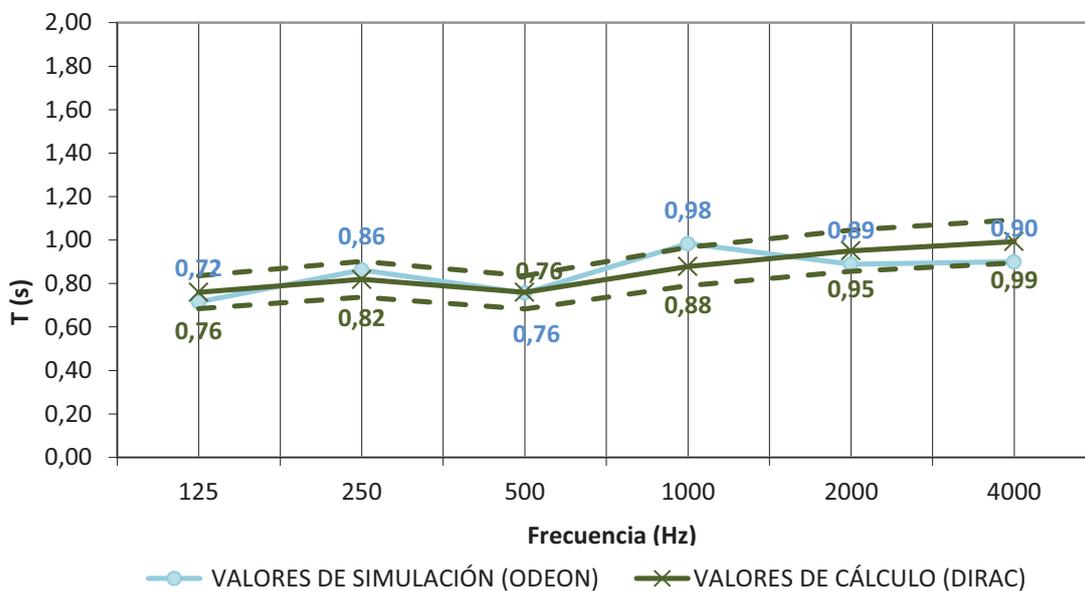


Figura 62: Aula Master Gestión\_ Valores promedio medidos y simulados (En vacío) de los parámetros D<sub>50</sub> y STI

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

AULA 403

T30



EDT

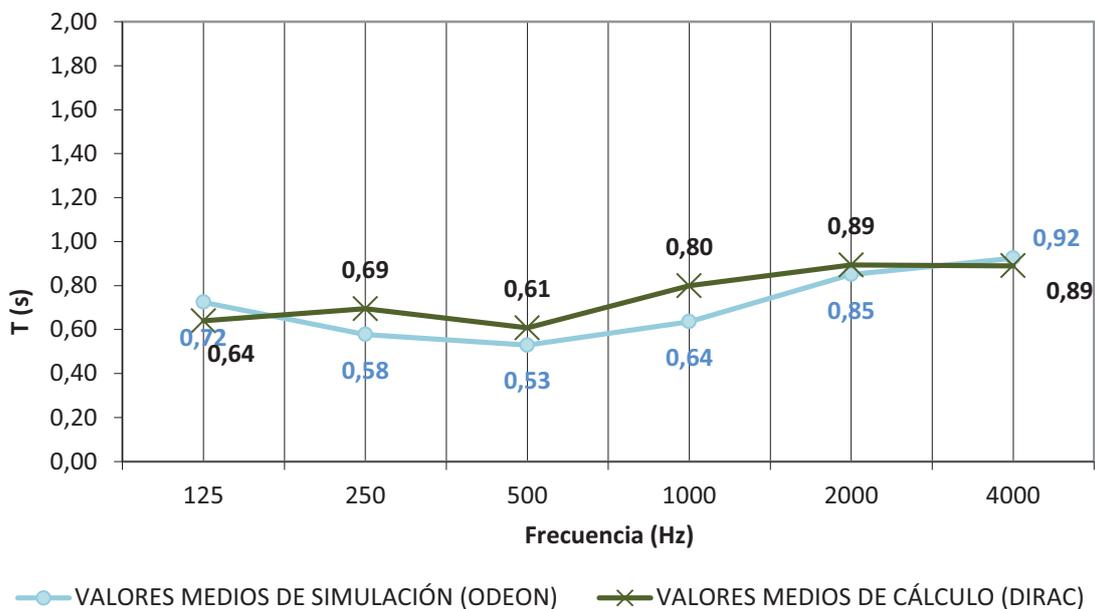


Figura 63: Aula 403\_Valores promedio medidos y simulados (En vacío) de los parámetros TR y EDT

AULA 403

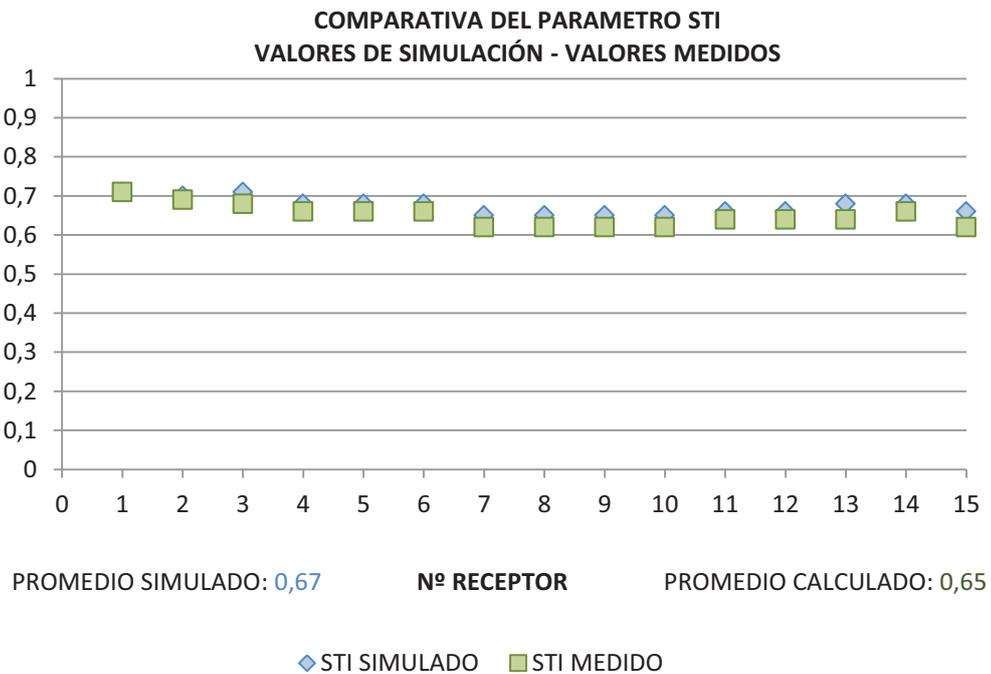
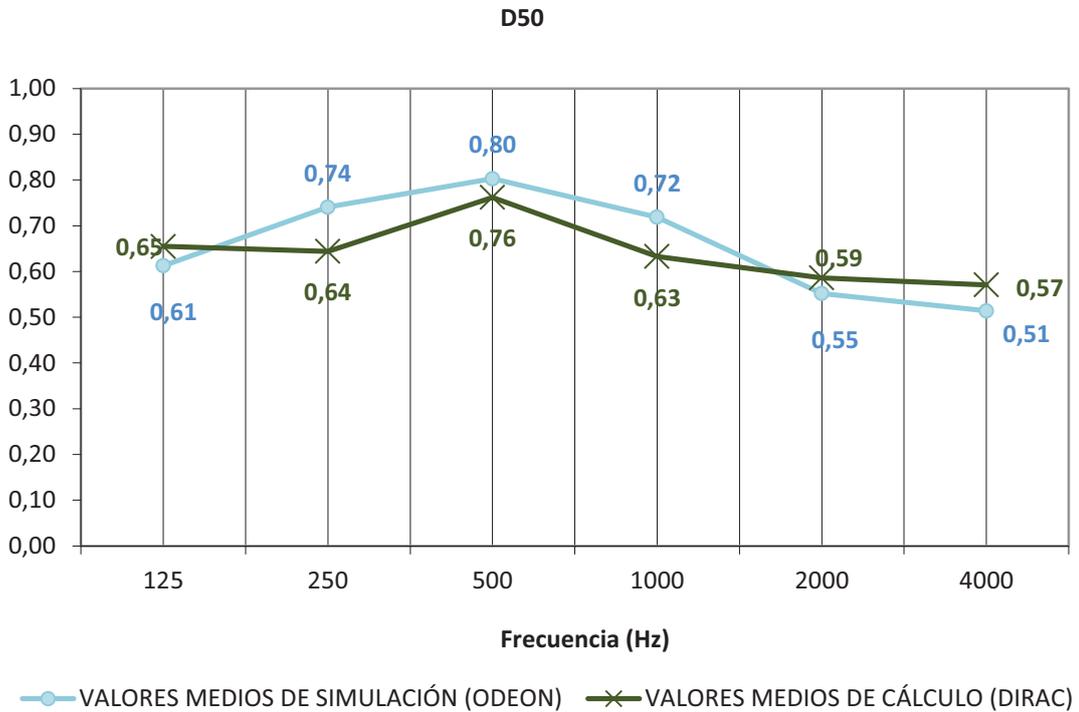
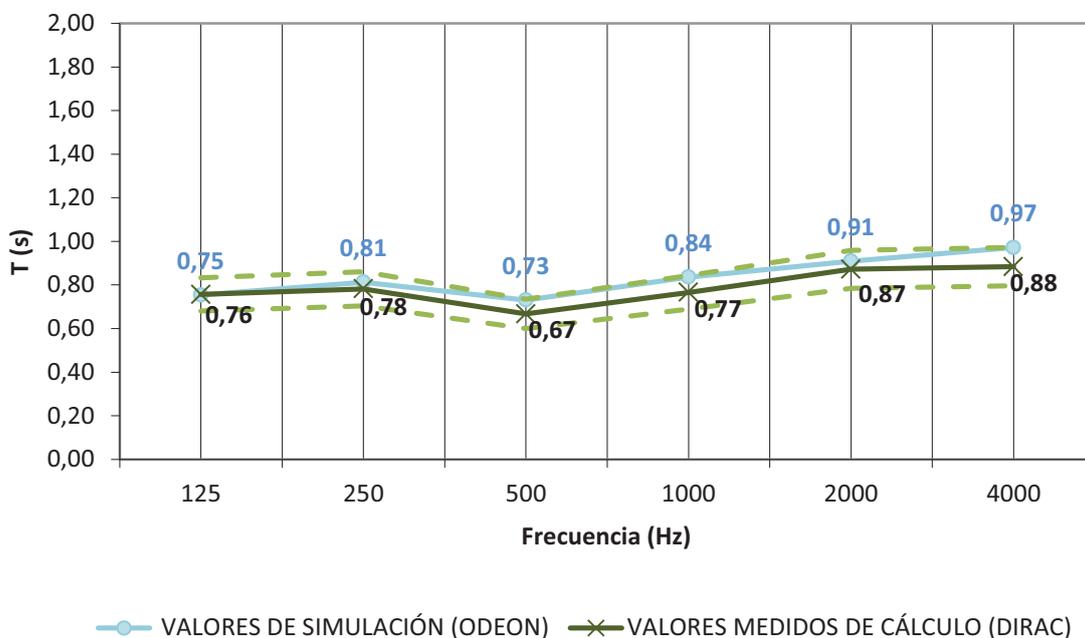


Figura 64: Aula 403\_Valores promedio medidos y simulados (En vacío) de los parámetros D<sub>50</sub> y STI

AULA 404

T30



EDT

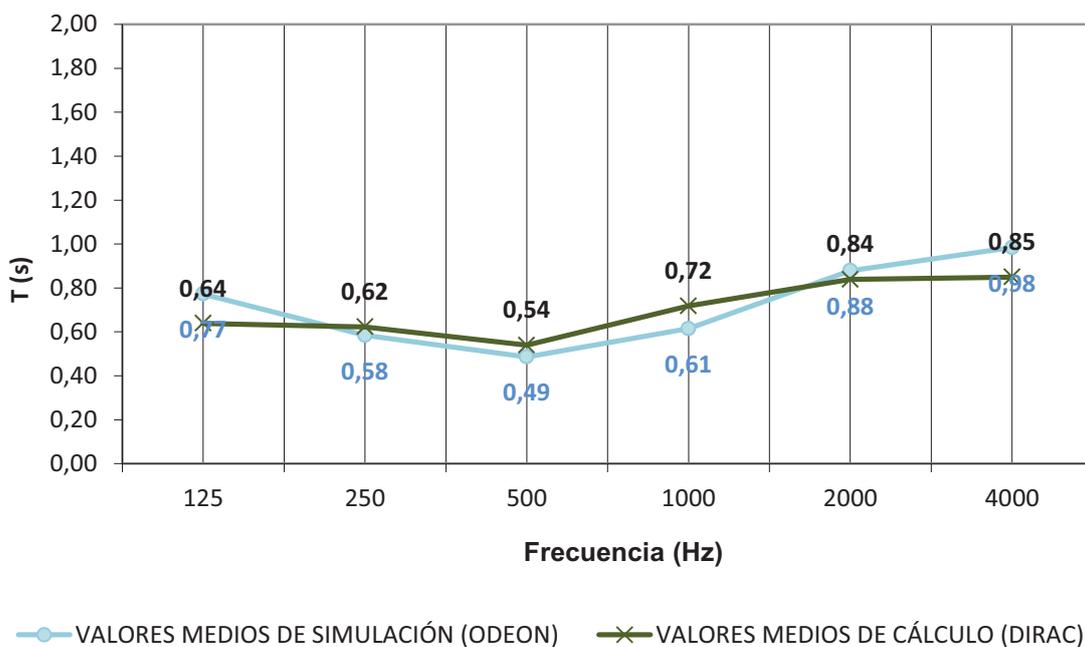


Figura 65: Aula 404\_Valores promedio medidos y simulados (En vacío) de los parámetros TR y EDT

AULA 404

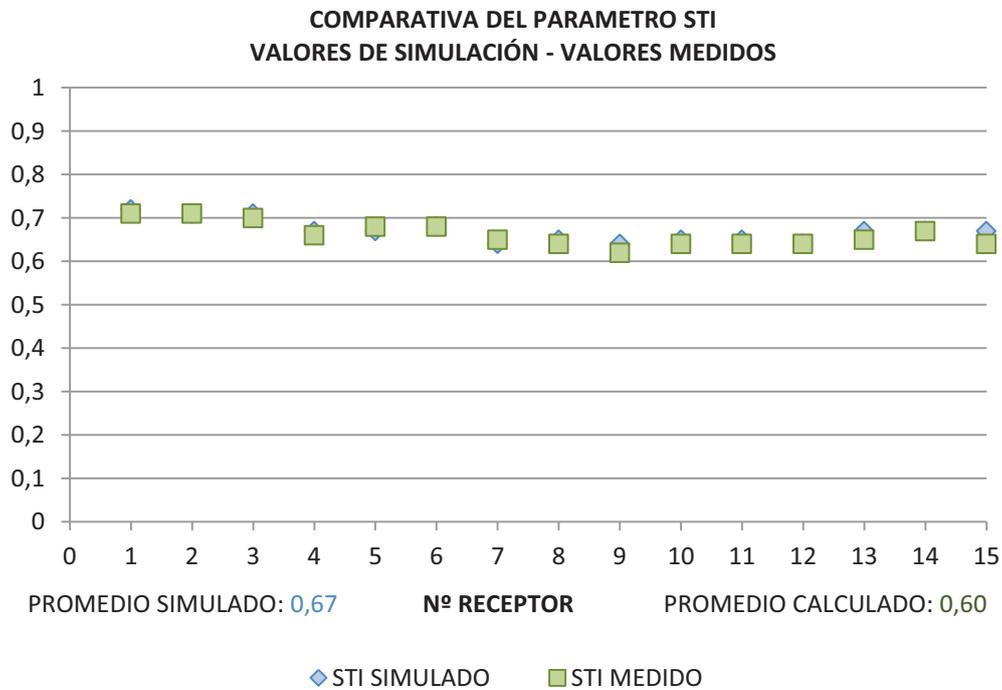
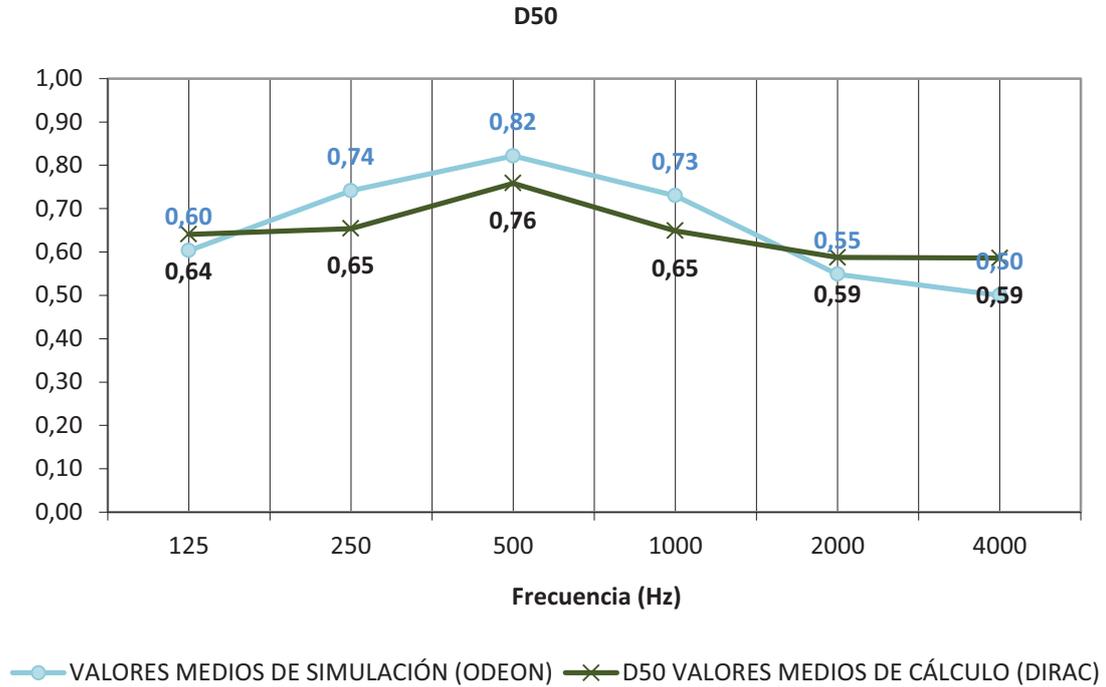
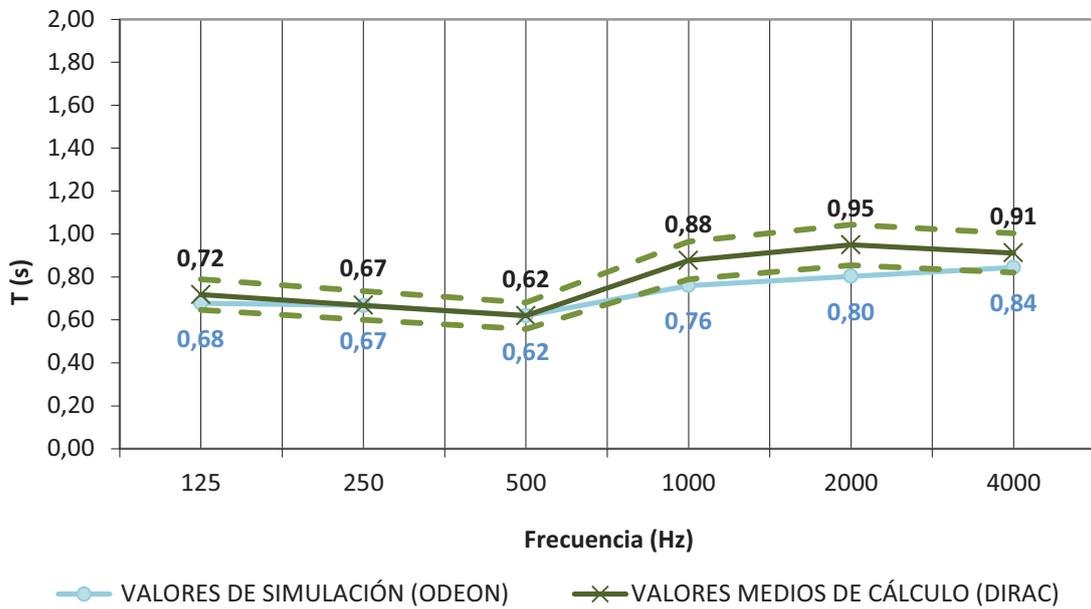


Figura 66: Aula 404\_Valores promedio medidos y simulados (En vacío) de los parámetros D<sub>50</sub> y STI

AULA 501

T30



EDT

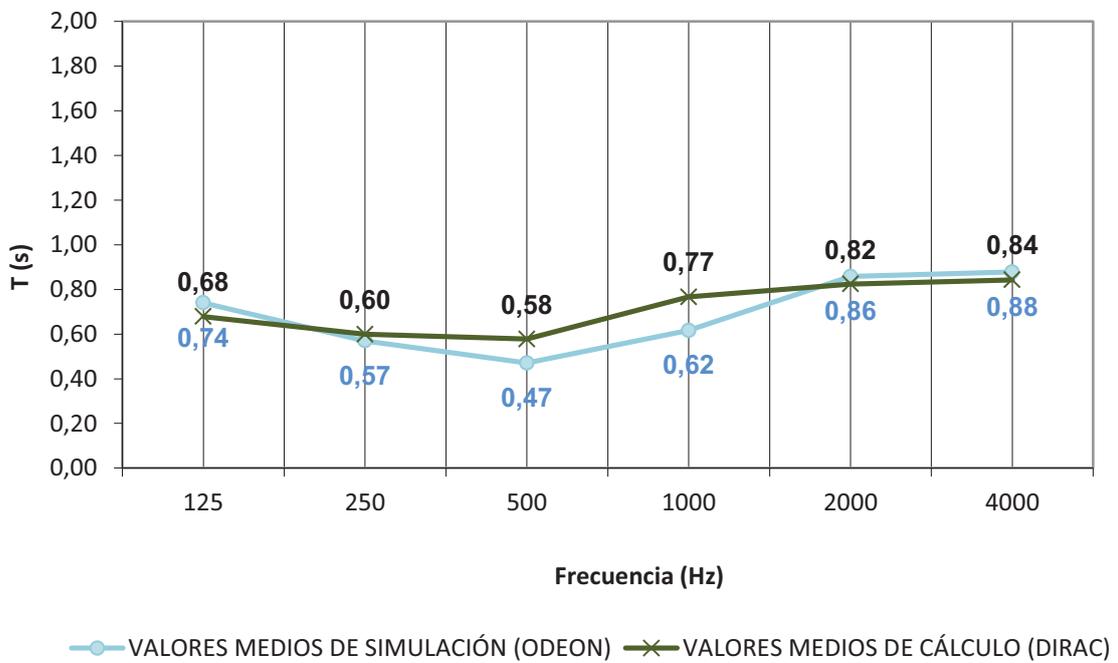
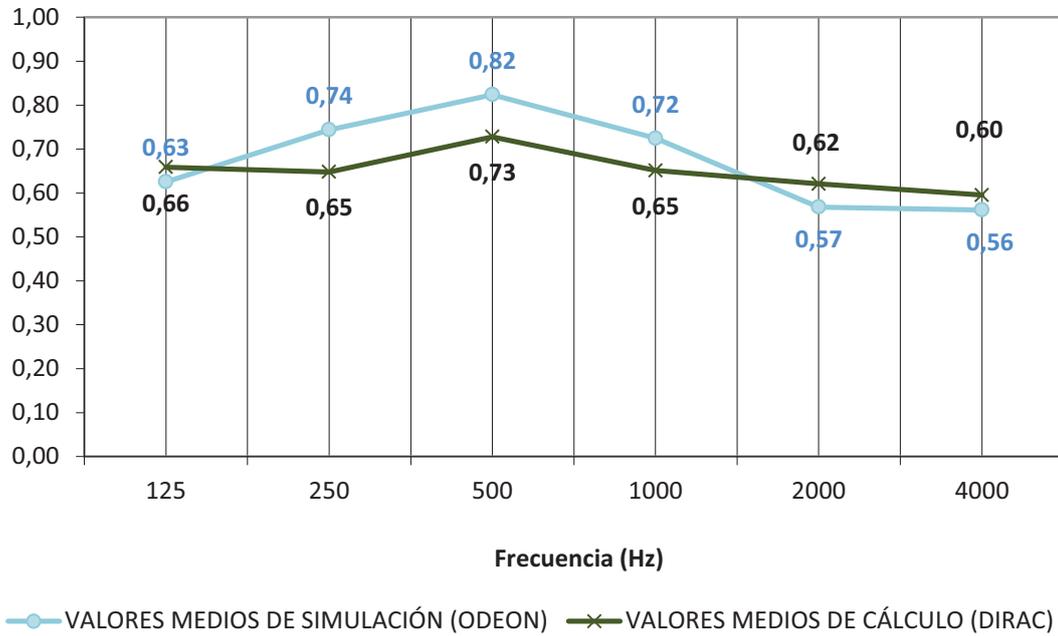


Figura: Aula 501\_Valores promedio medidos y simulados (En vacío) de los parámetros TR y EDT

AULA 501

D50



COMPARATIVA DEL PARAMETRO STI  
VALORES DE SIMULACIÓN - VALORES MEDIDOS

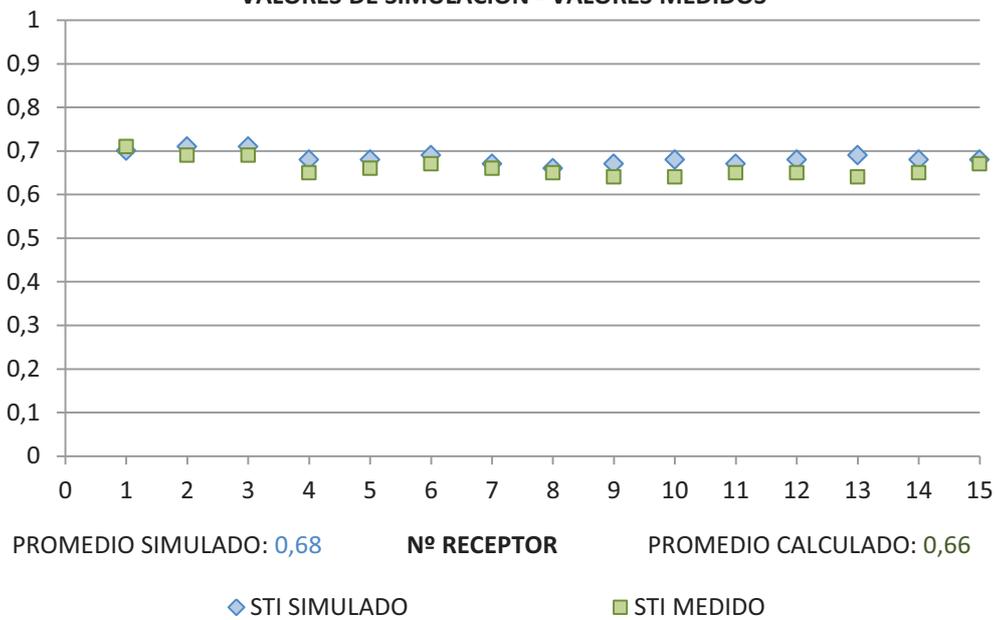


Figura 67: Aula 501\_Valores promedio medidos y simulados (En vacío) de los parámetros D<sub>50</sub> y STI

AULA 515

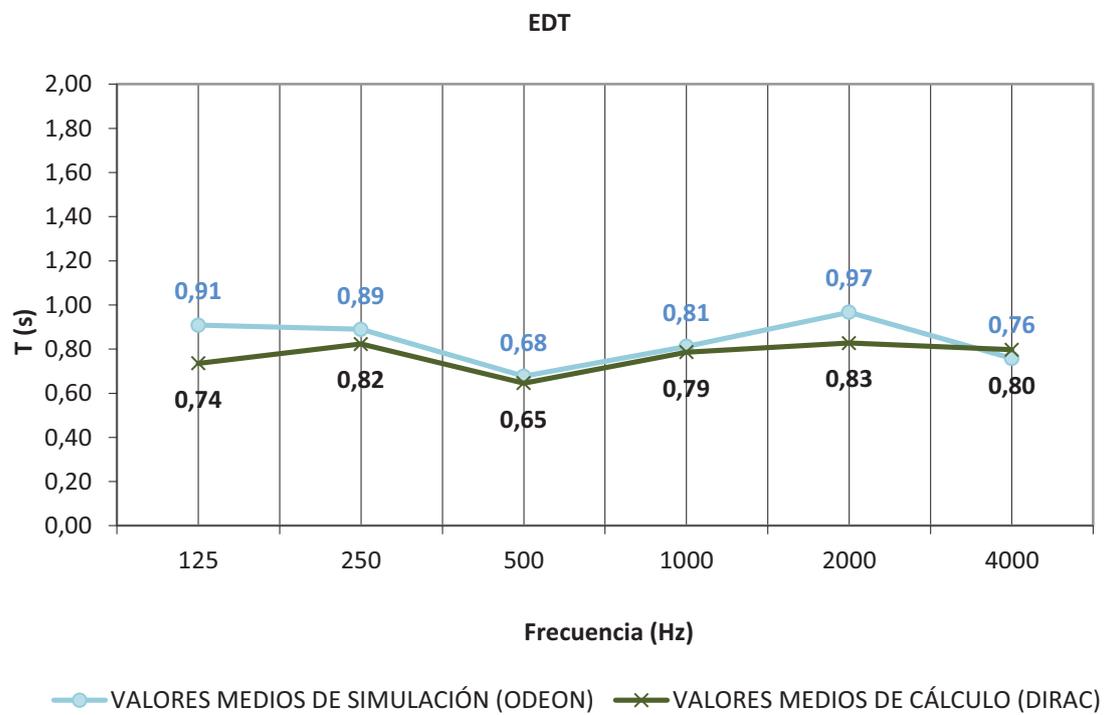
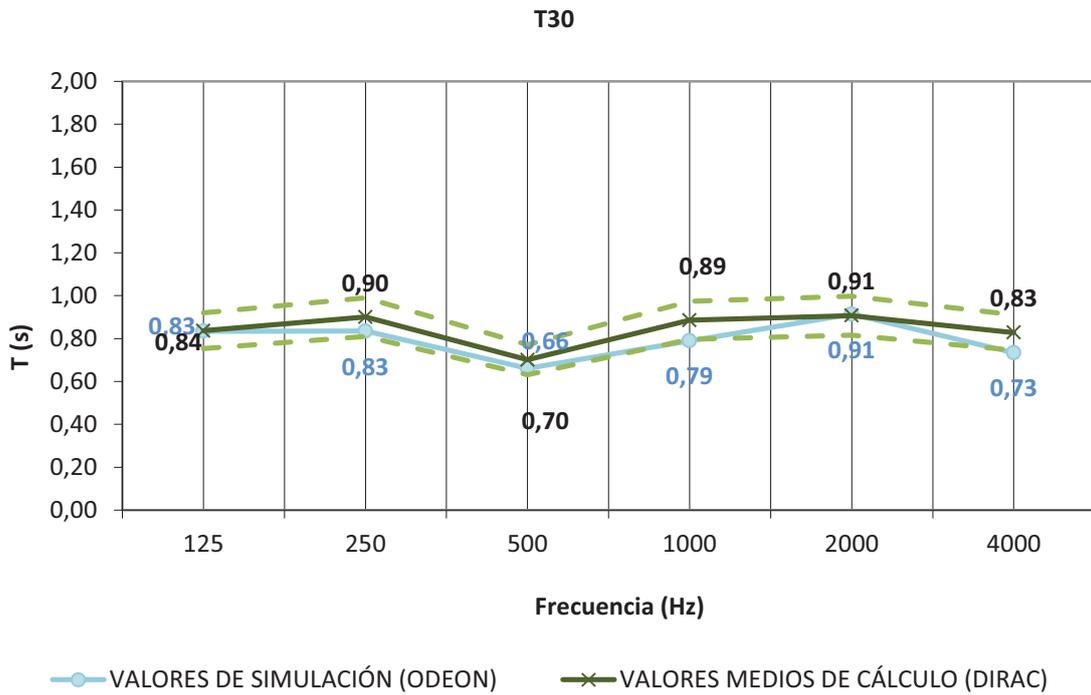
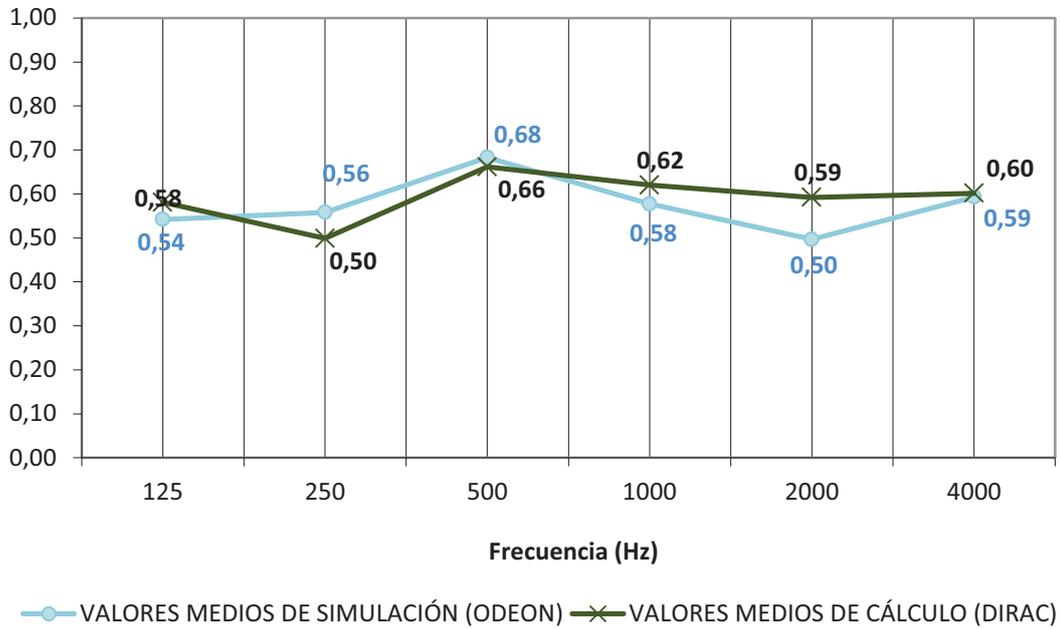


Figura 68: Aula 515\_Valores promedio medidos y simulados (En vacío) de los parámetros TR y EDT

AULA 515

D50



COMPARATIVA DEL PARAMETRO STI  
VALORES DE SIMULACIÓN - VALORES MEDIDOS

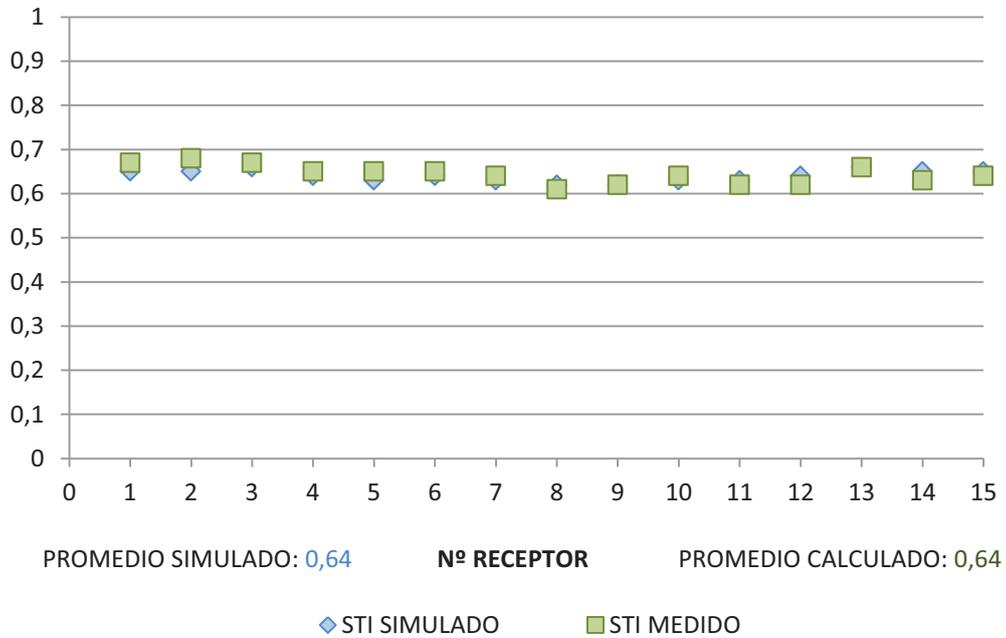
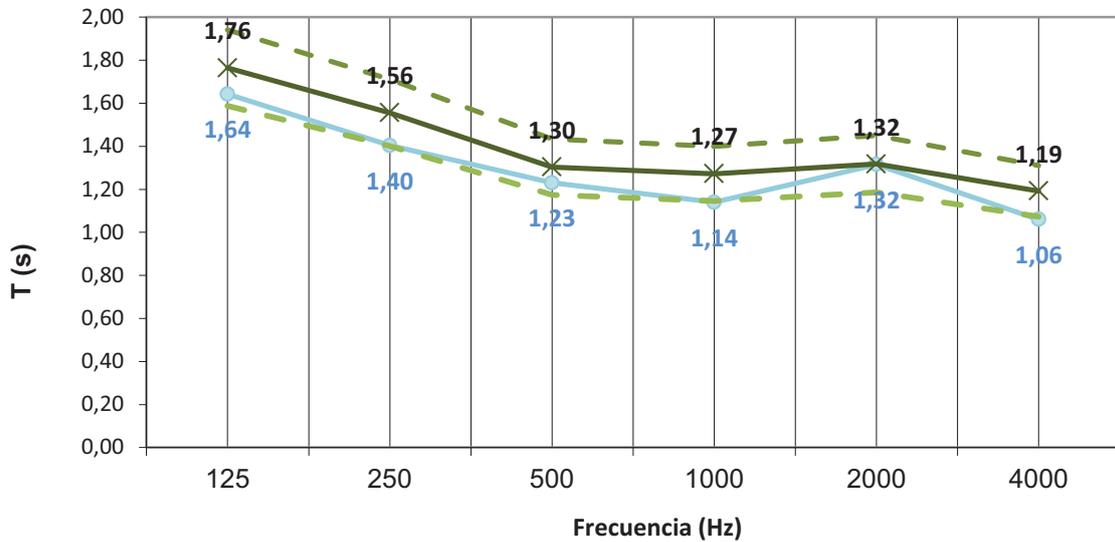


Figura 69: Aula 515\_Valores promedio medidos y simulados (En vacío) de los parámetros D<sub>50</sub> y STI

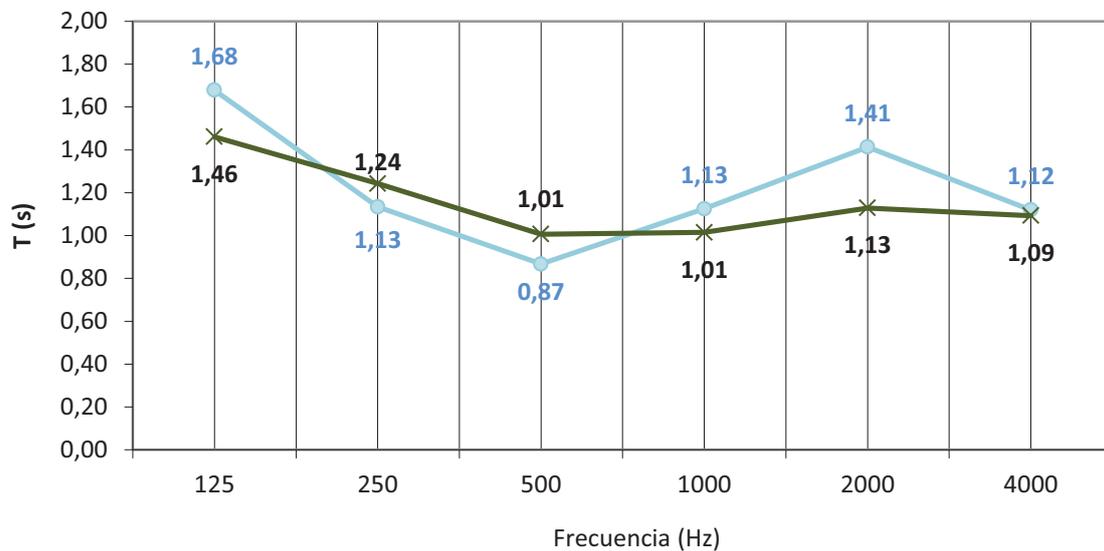
AULA 521

T30



—●— VALORES MEDIOS DE SIMULACIÓN —×— VALORES DE CÁLCULO (DIRAC)

EDT

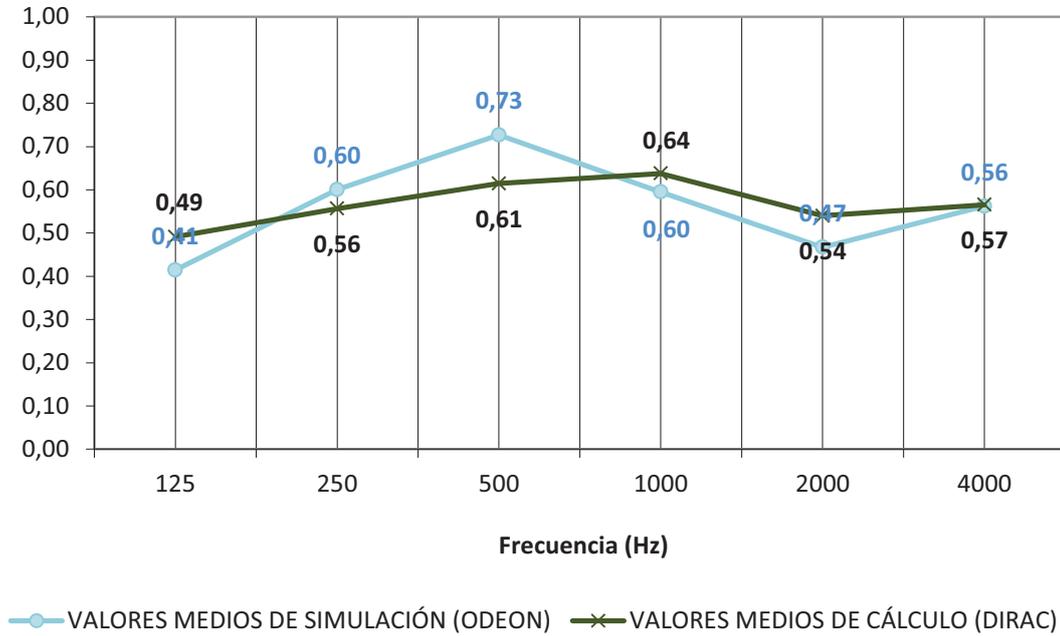


—●— VALORES MEDIOS DE SIMULACIÓN (ODEON) —×— VALORES MEDIOS DE CÁLCULO (DIRAC)

Figura 70: Aula 521\_Valores promedio medidos y simulados (En vacío) de los parámetros TR y EDT

AULA 521

D50



COMPARATIVA DEL PARAMETRO STI  
VALORES DE SIMULACIÓN - VALORES MEDIDOS

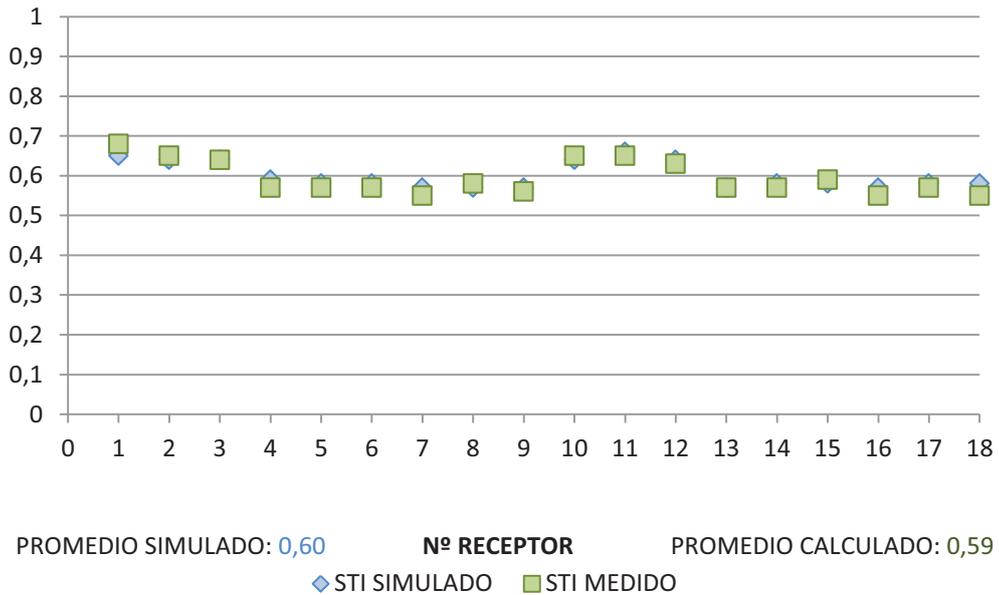


Figura 71: Aula 521\_Valores promedio medidos y simulados (En vacío) de los parámetros D<sub>50</sub> y STI

5-2-3 SIMULACIÓN ACÚSTICA DE LAS AULAS OCUPADAS  
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA DE EDIFICACIÓN (EDIFICIO 1B)

AULA JB2

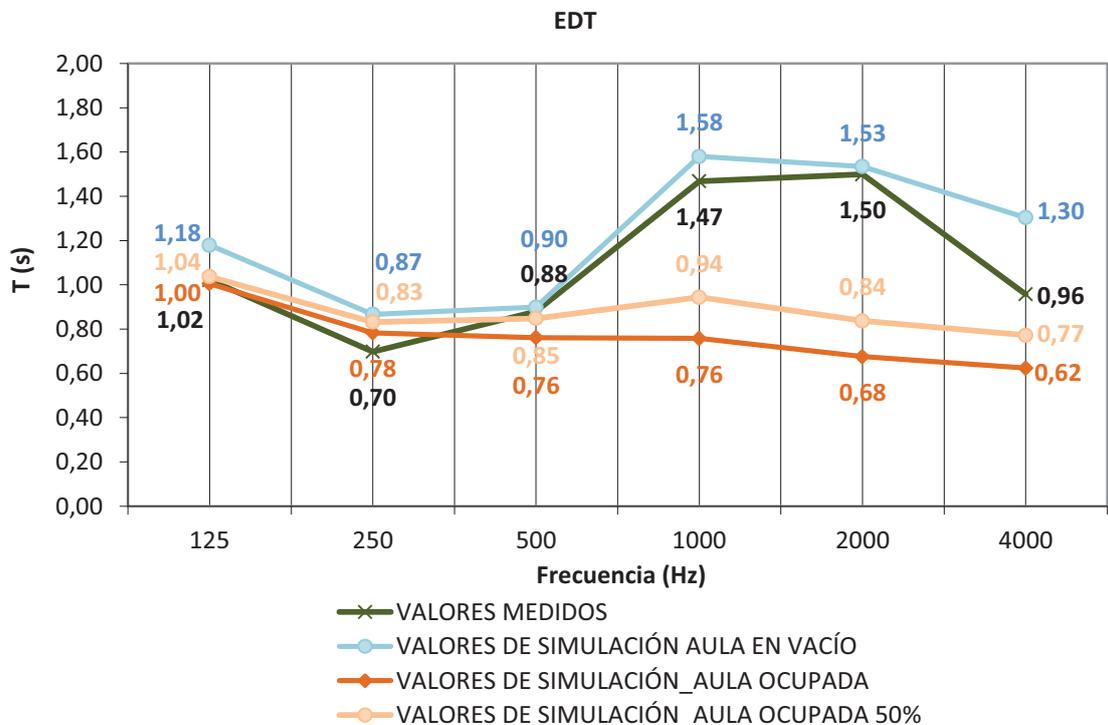
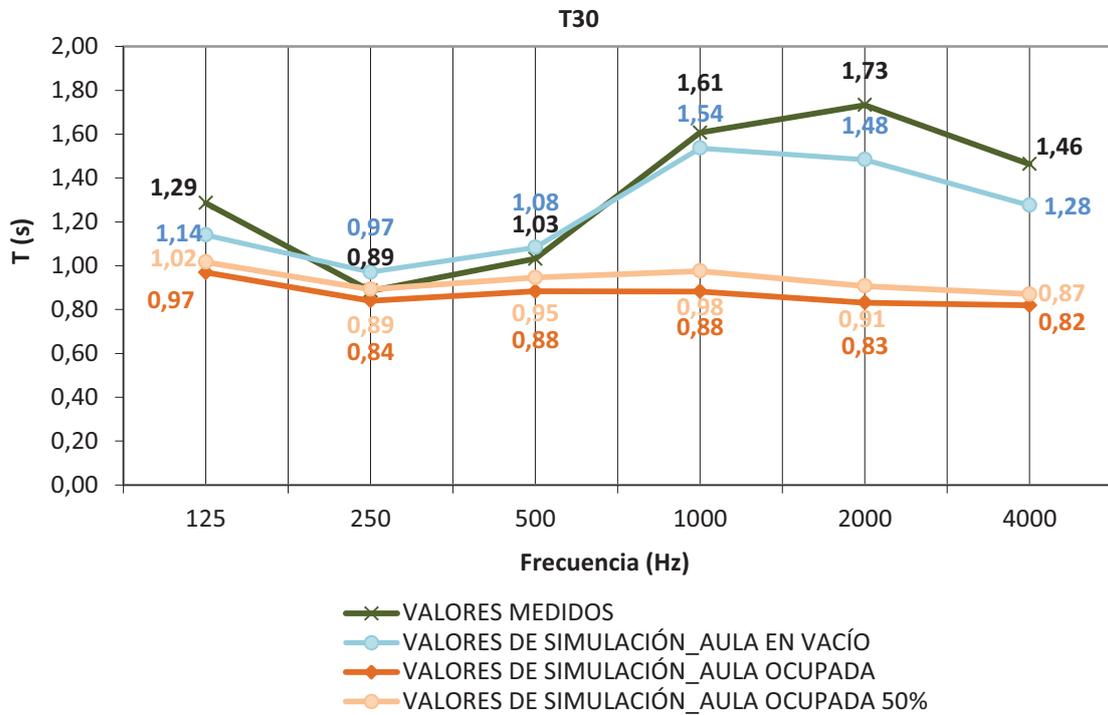


Figura 72: Aula JB 2\_Valores promedio medidos y simulados (En vacío y con ocupación) de los parámetros TR y EDT

AULA JB2

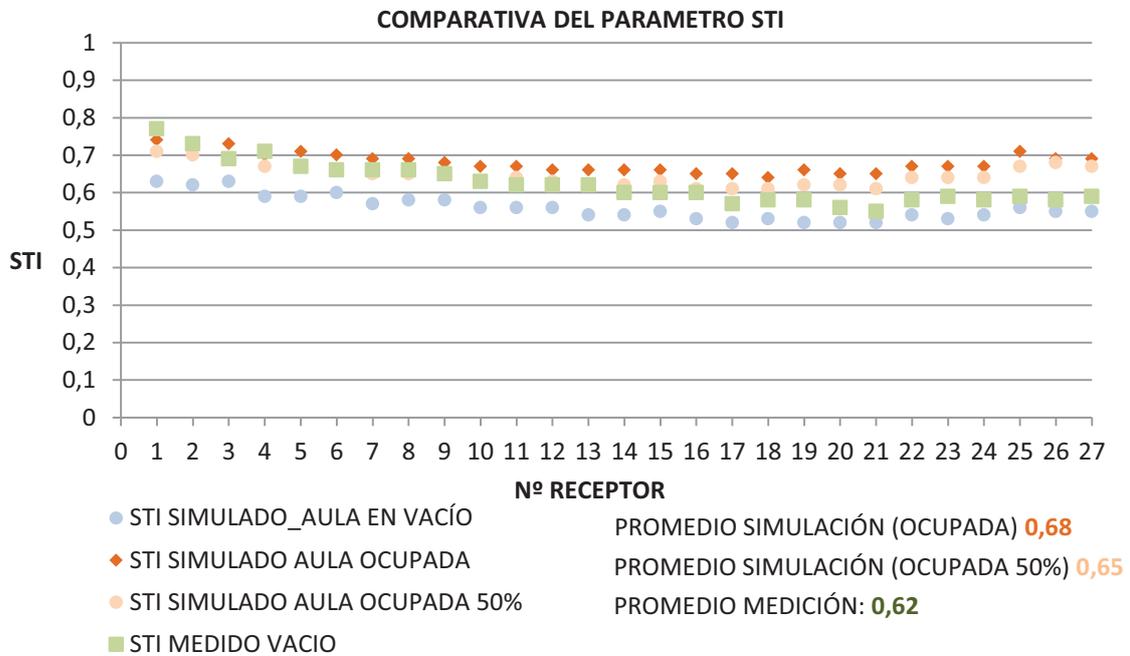
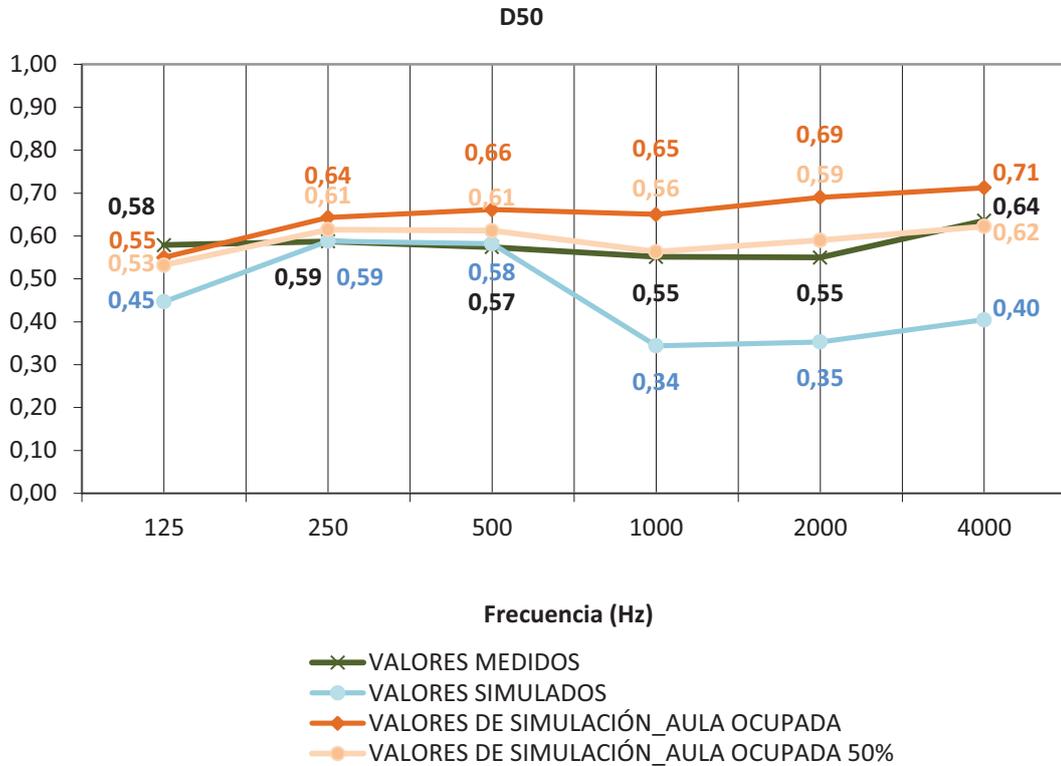


Figura 73: Aula JB 2\_Valores promedio medidos y simulados (En vacío y con ocupación) de los parámetros D<sub>50</sub> y STI

AULA 2

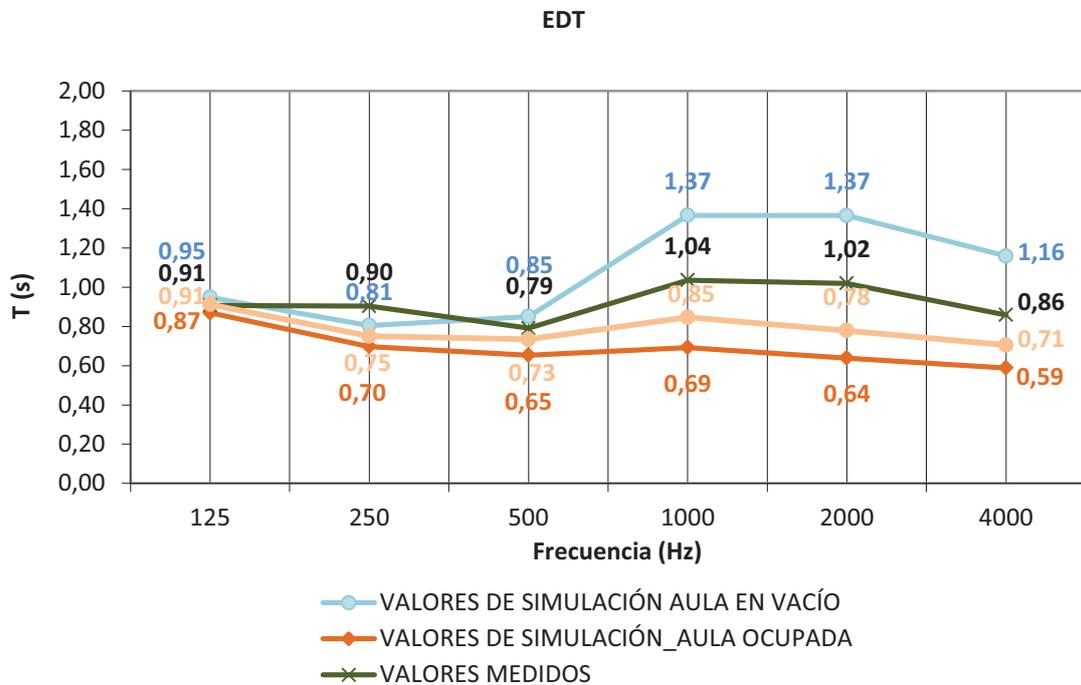
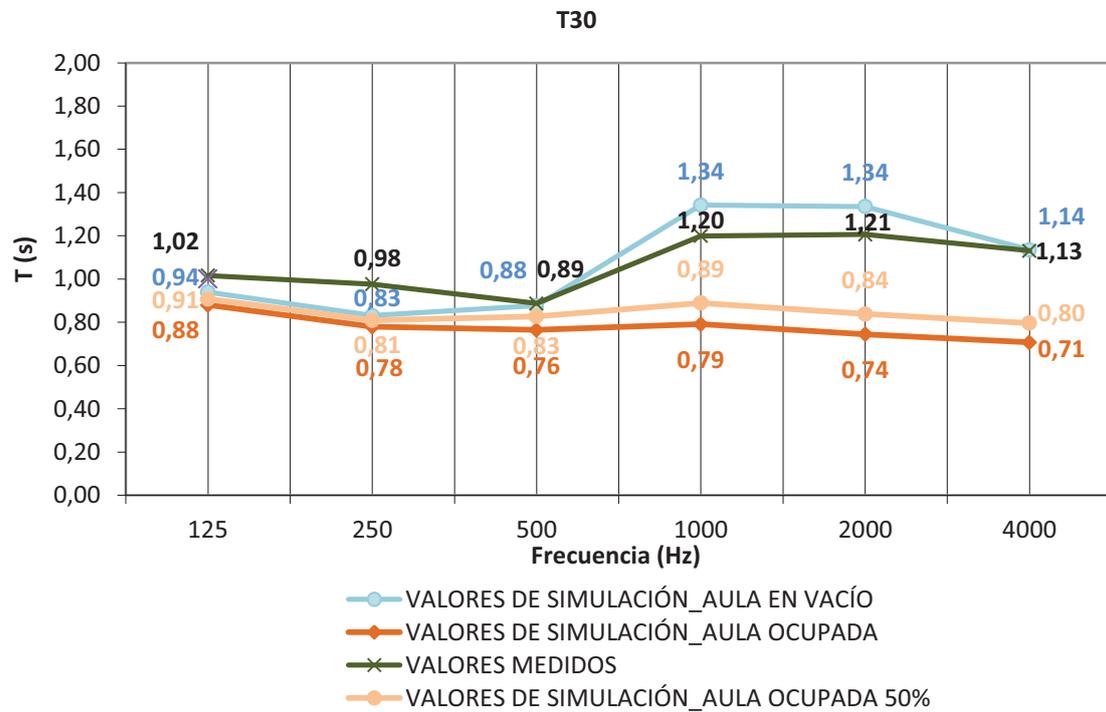
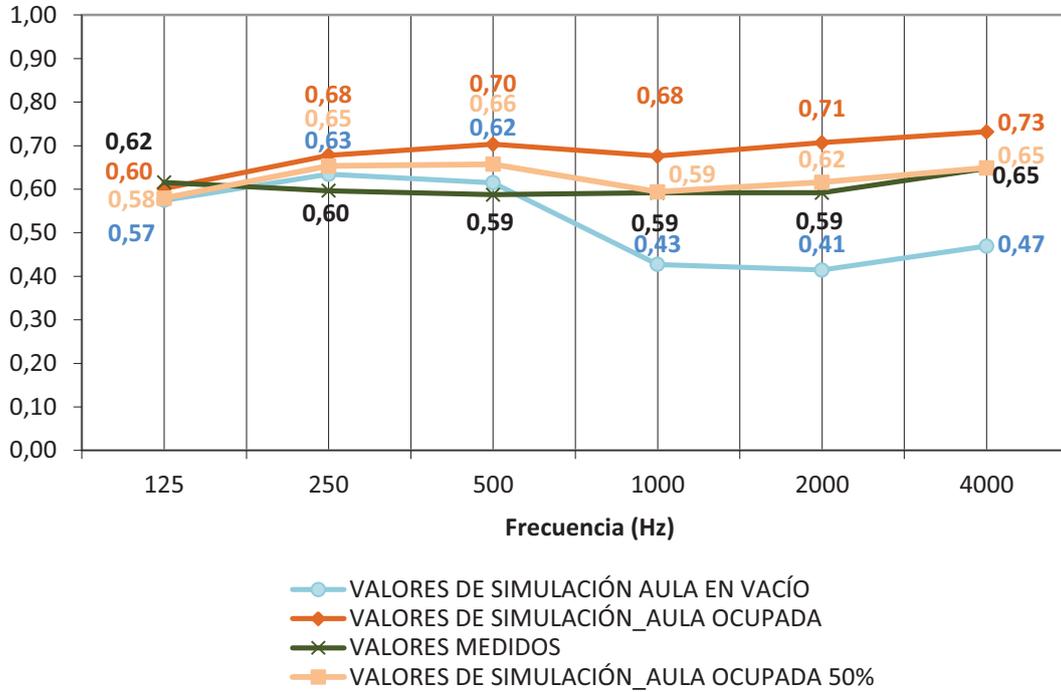


Figura 74: Aula 2\_Valores promedio medidos y simulados (En vacío y con ocupación) de los parámetros TR y EDT

AULA 2

D50



COMPARATIVA DEL PARAMETRO STI

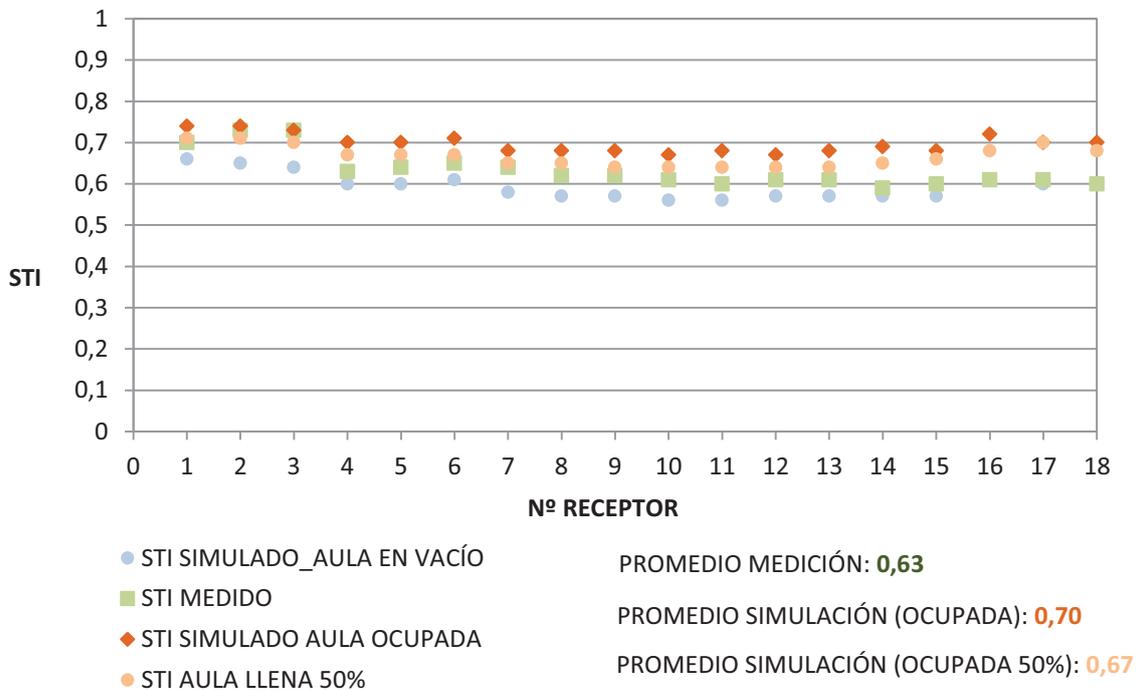


Figura 75: Aula 2\_Valores promedio medidos y simulados (En vacío y con ocupación) de los parámetros D<sub>50</sub> y STI

AULAC-2

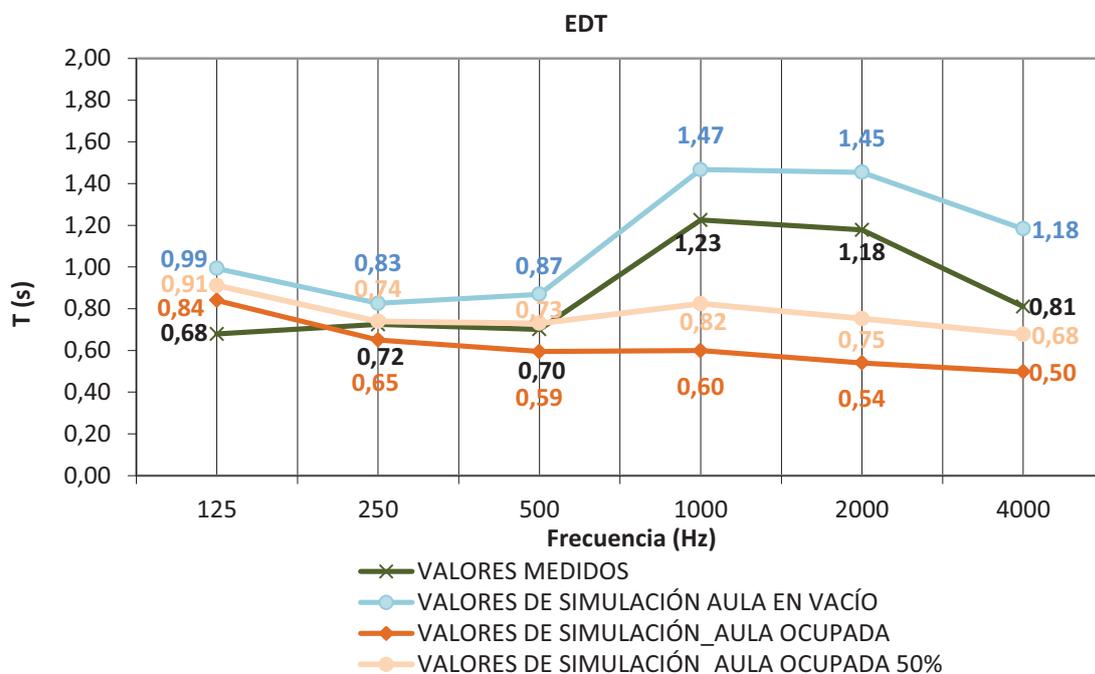
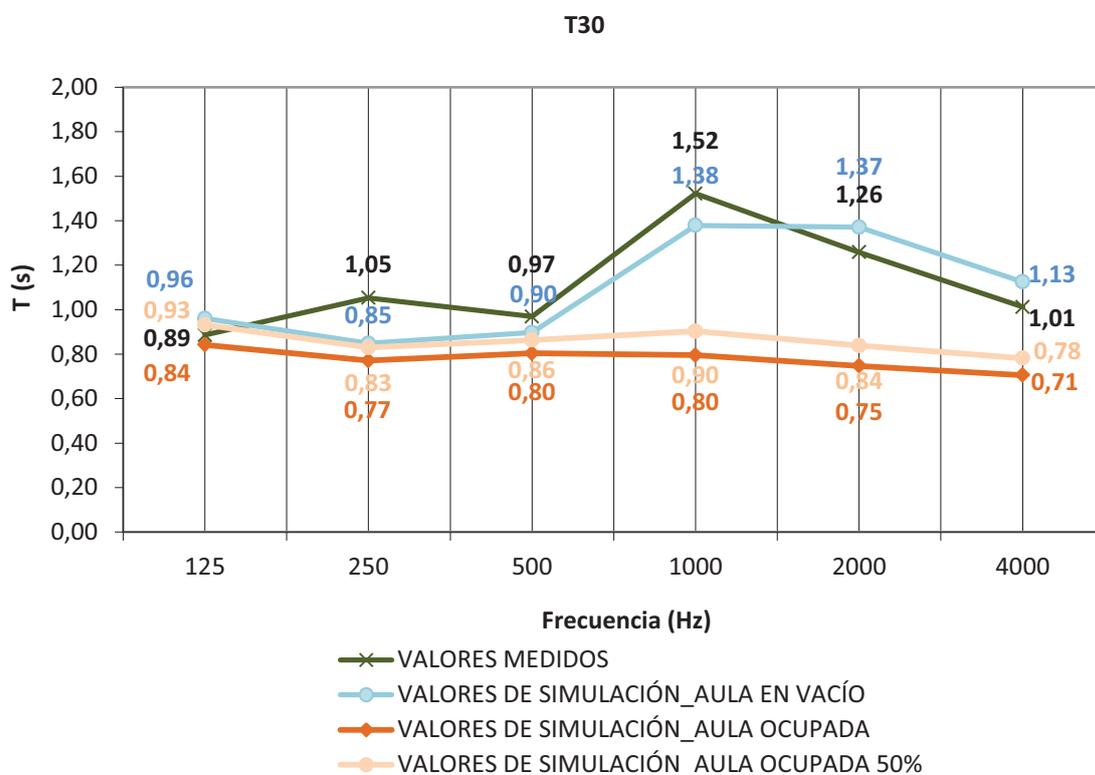


Figura 76: Aula C-2\_Valores promedio medidos y simulados (En vacío y con ocupación) de los parámetros TR y EDT

AULAC-2

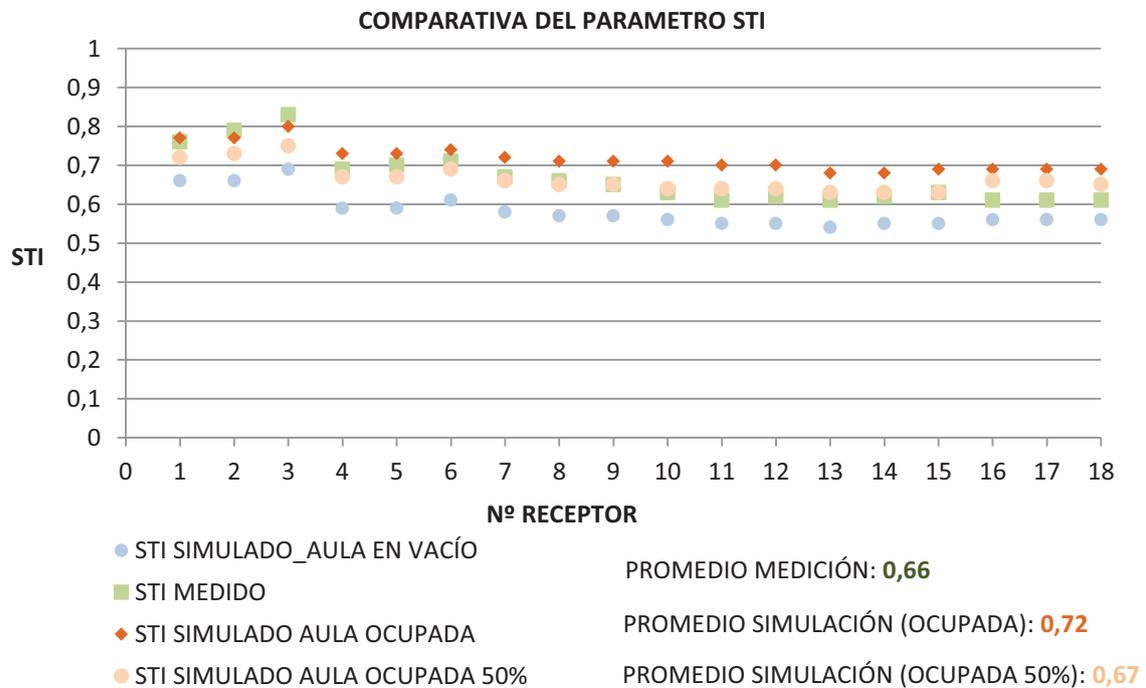
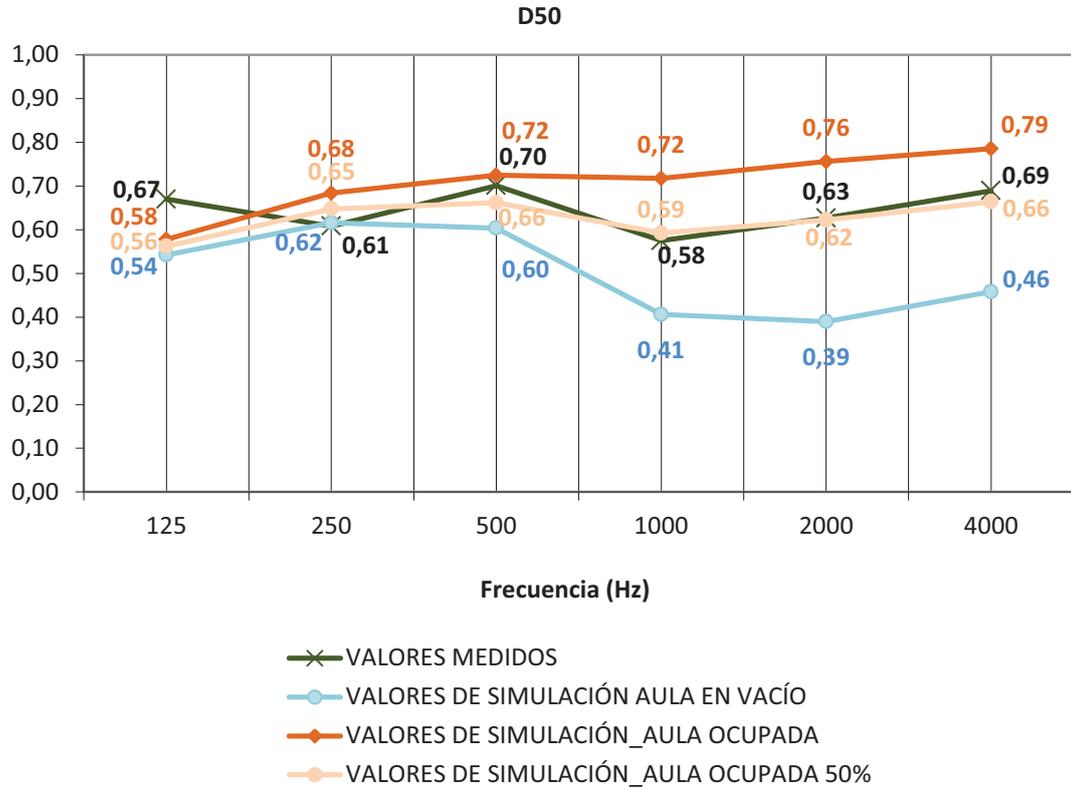
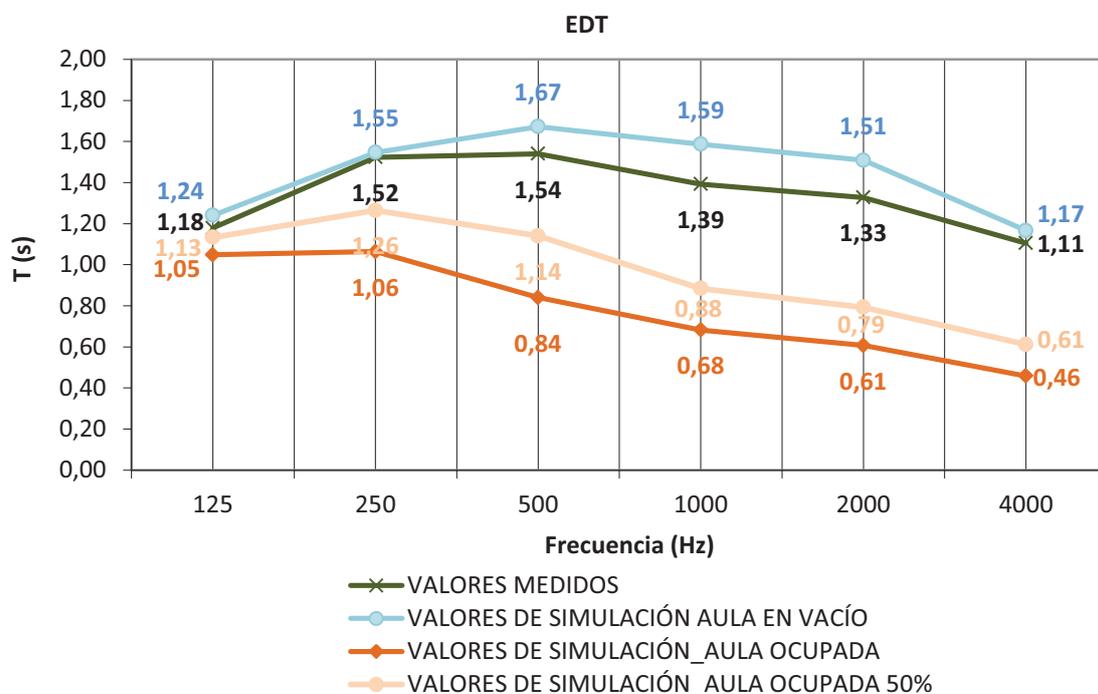
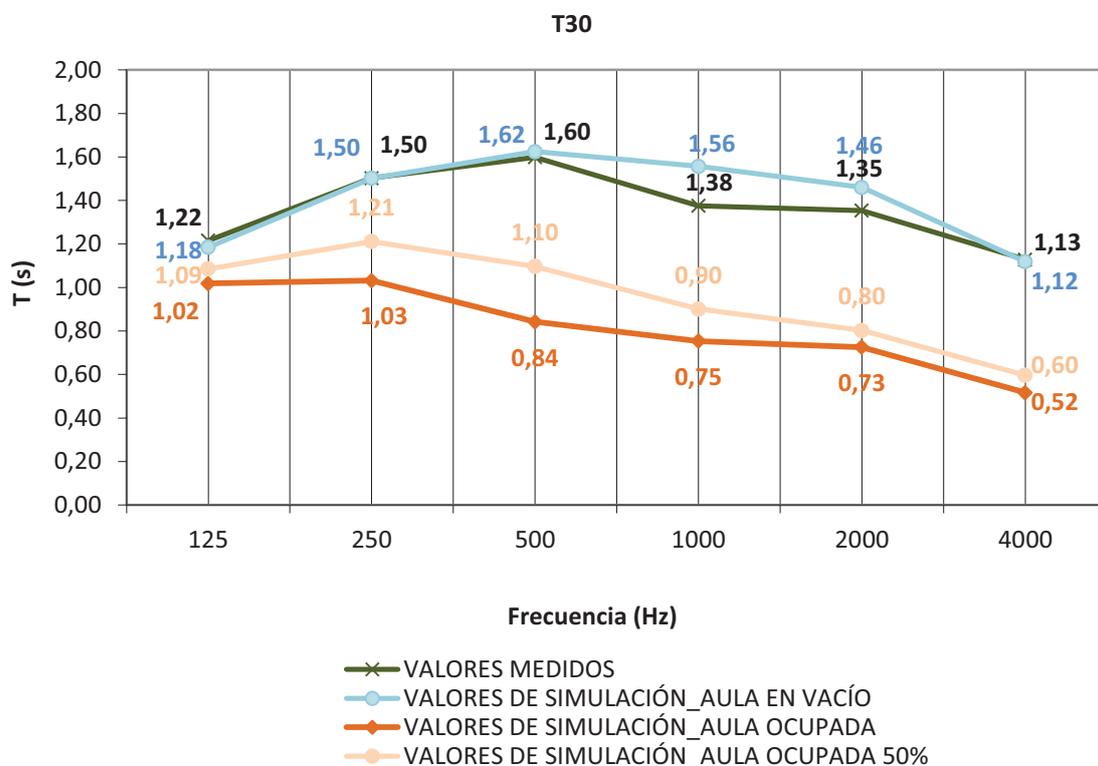


Figura 77: Aula C-2\_Valores promedio medidos y simulados (En vacío y con ocupación) de los parámetros D<sub>50</sub> y STI

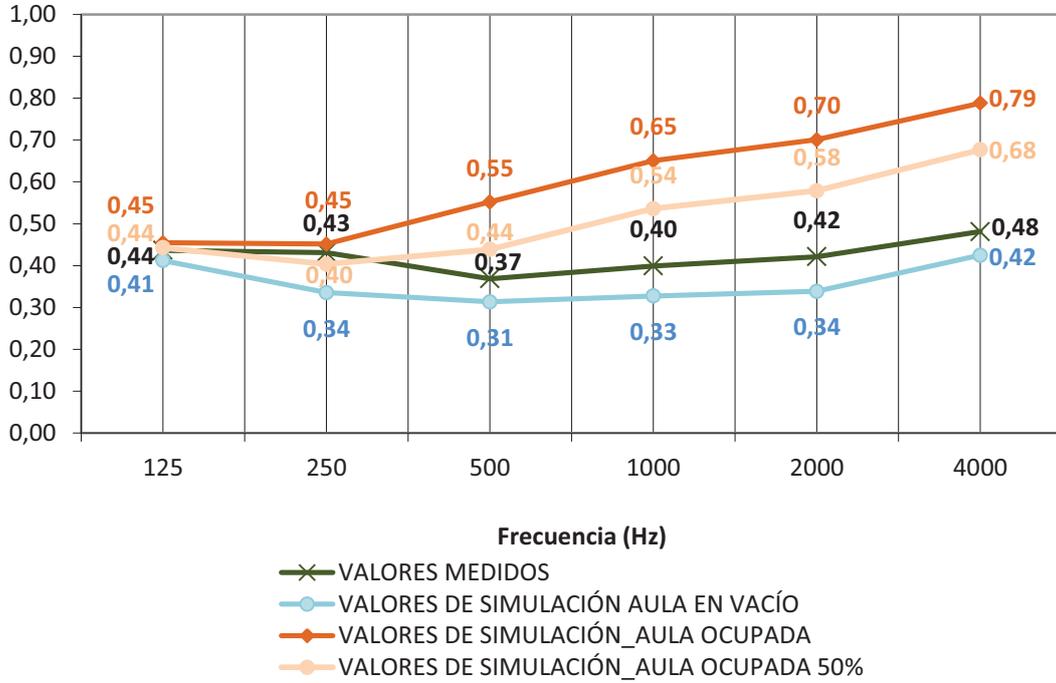
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA DE EDIFICACIÓN (EDIFICIO 1C)**  
**AULA MÁSTER TECNOLOGÍA**



**Figura 78: Aula Máster Tecnología\_ Valores promedio medidos y simulados (En vacío y con ocupación) de los parámetros TR y EDT**

### AULA MÁSTER TECNOLOGÍA

D50



### COMPARATIVA DEL PARAMETRO STI

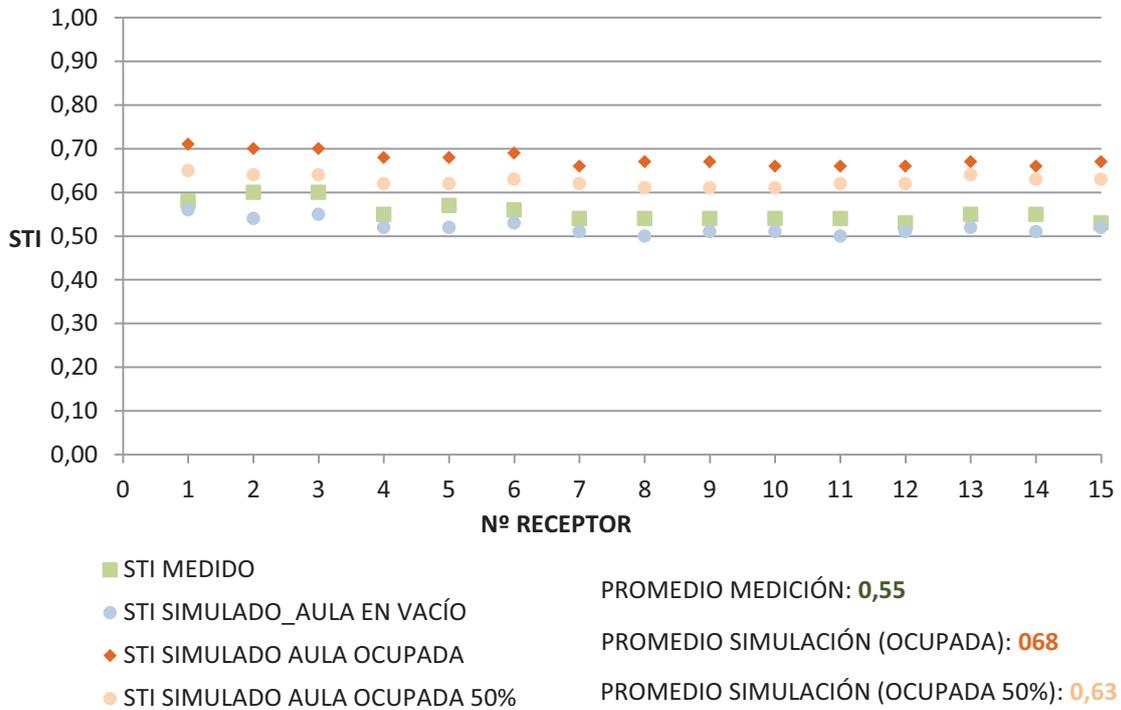


Figura 79: Aula Máster Tecnología\_ Valores promedio medidos y simulados (En vacío y con ocupación) de los parámetros D<sub>50</sub> y STI

### AULA MÁSTER GESTIÓN

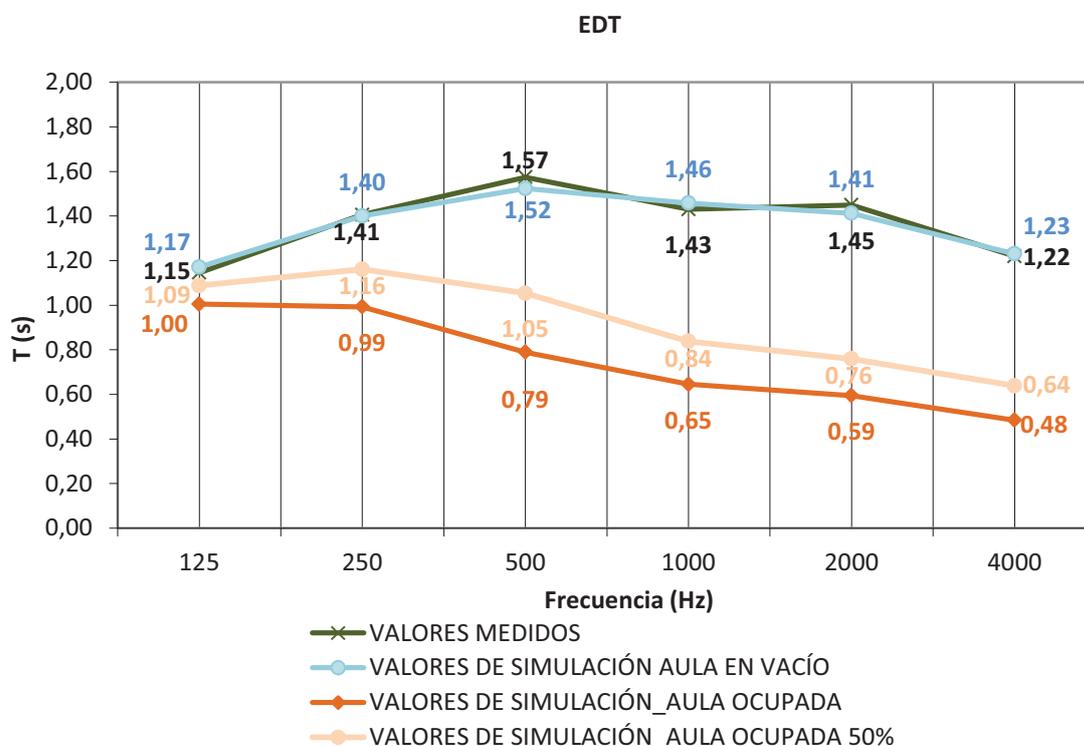
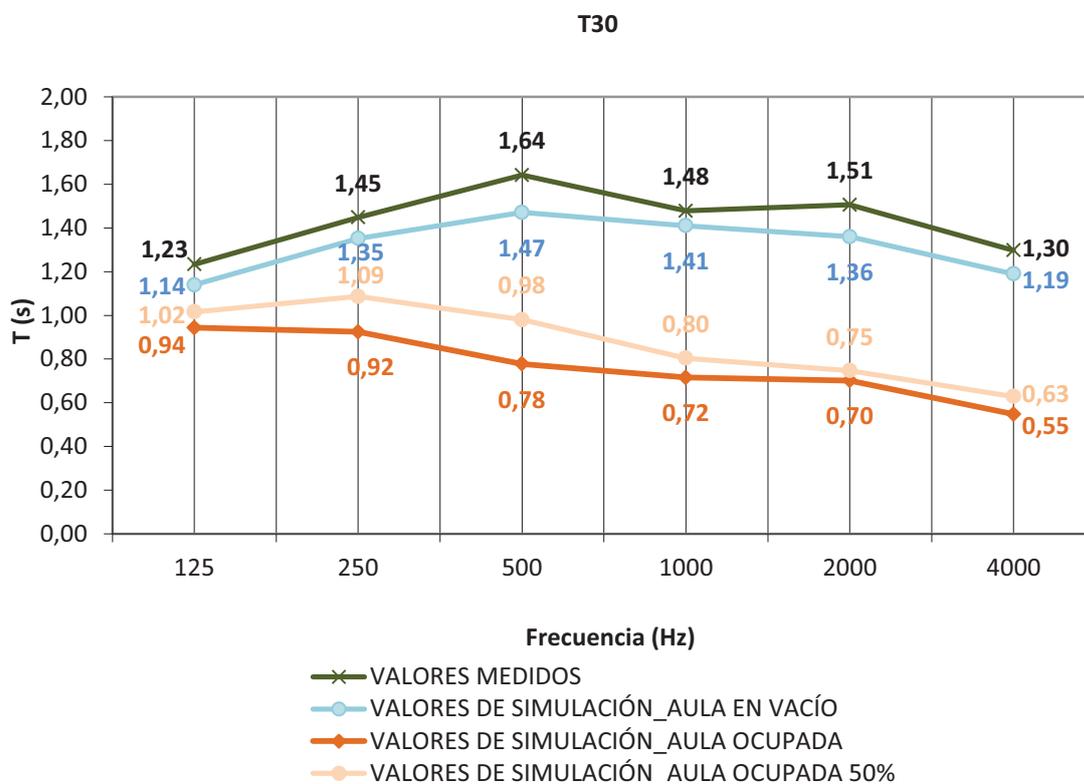


Figura 80: Aula Máster Gestión\_ Valores promedio medidos y simulados (En vacío y con ocupación) de los parámetros TR y EDT

**AULA MÁSTER GESTIÓN**

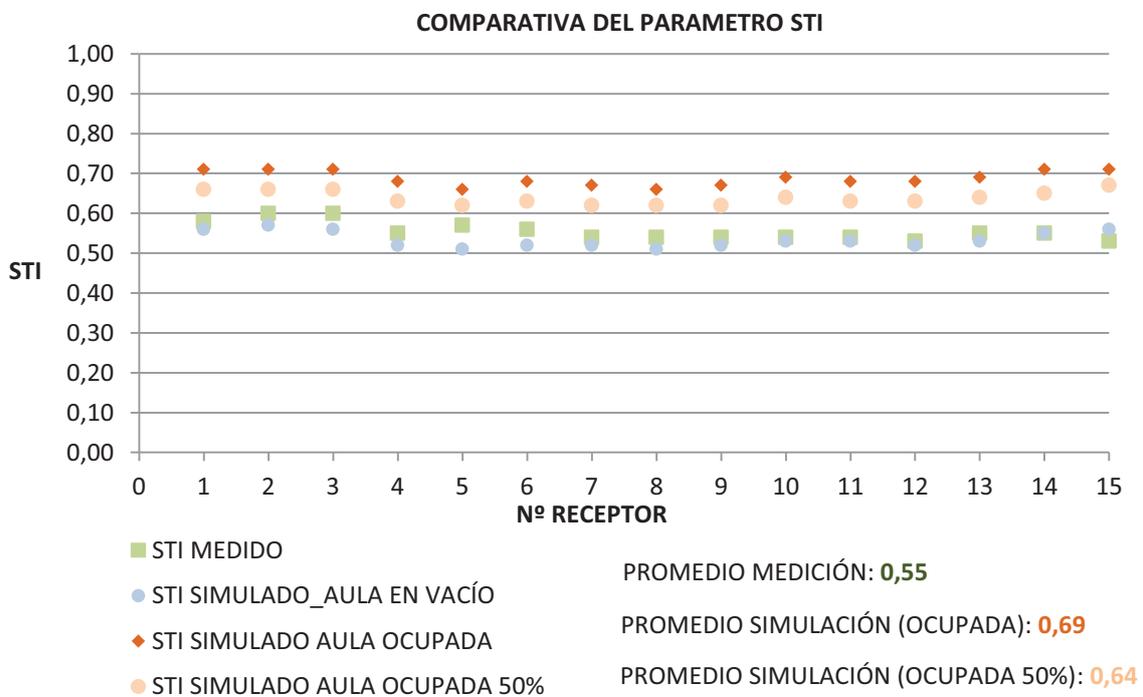
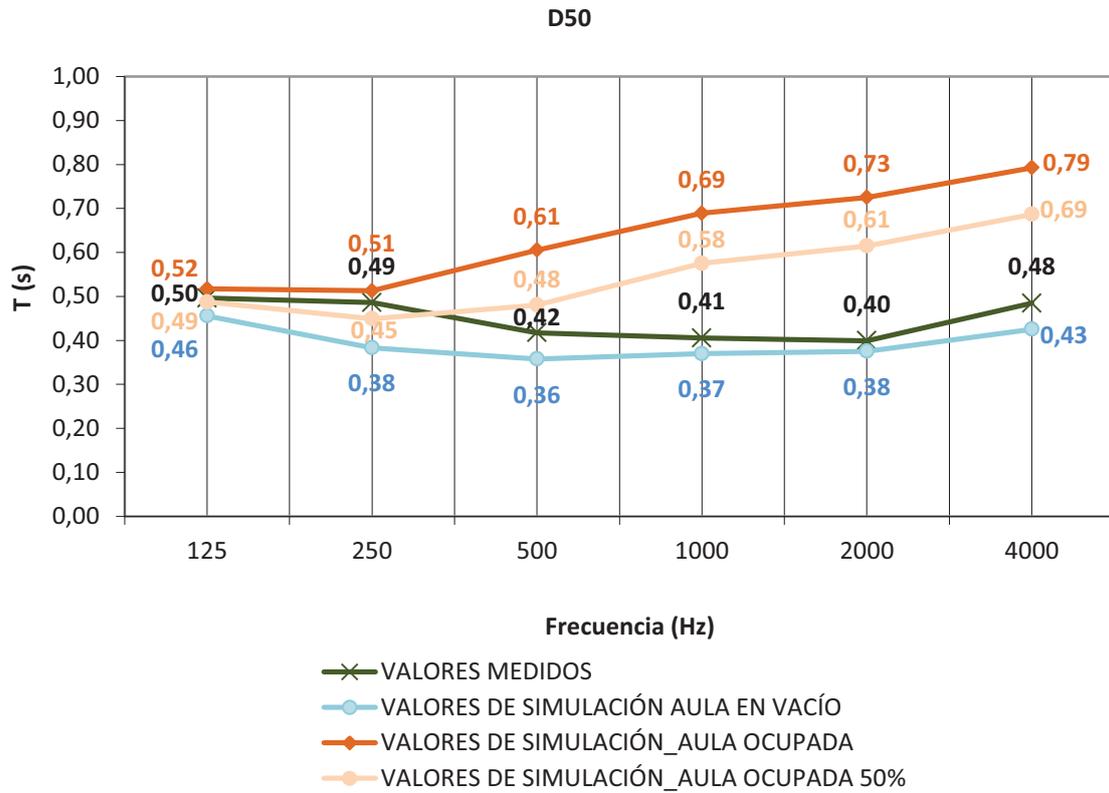
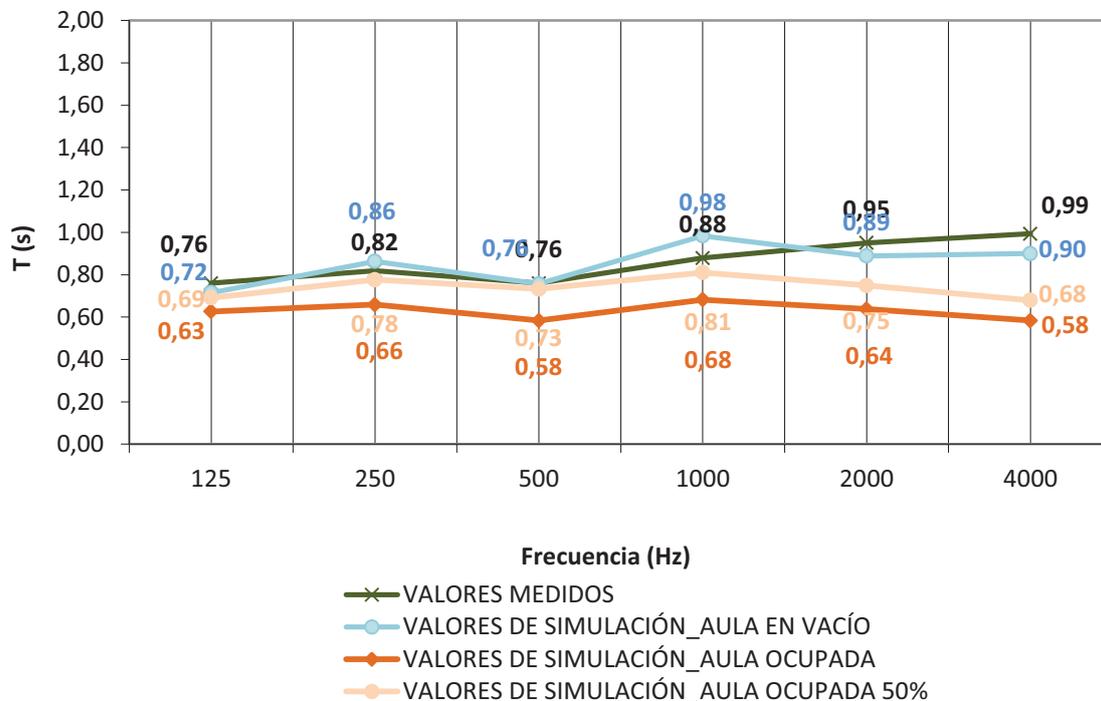


Figura 81: Aula Máster Gestión\_ Valores promedio medidos y simulados (En vacío y con ocupación) de los parámetros D<sub>50</sub> y STI

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

AULA ETSA 403

T30



EDT

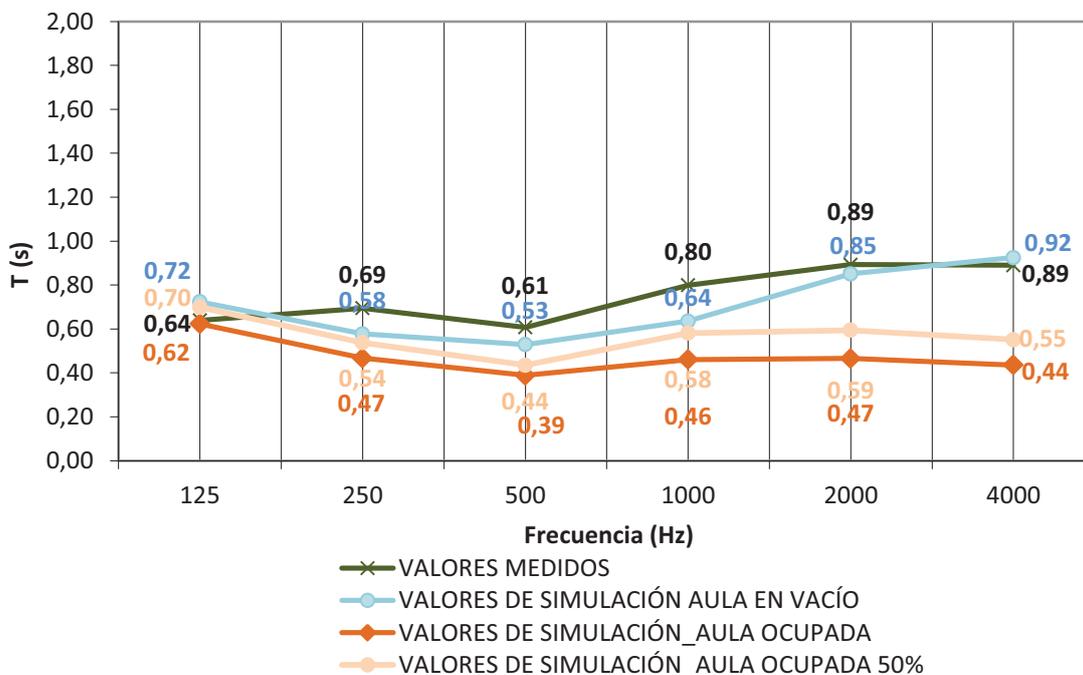
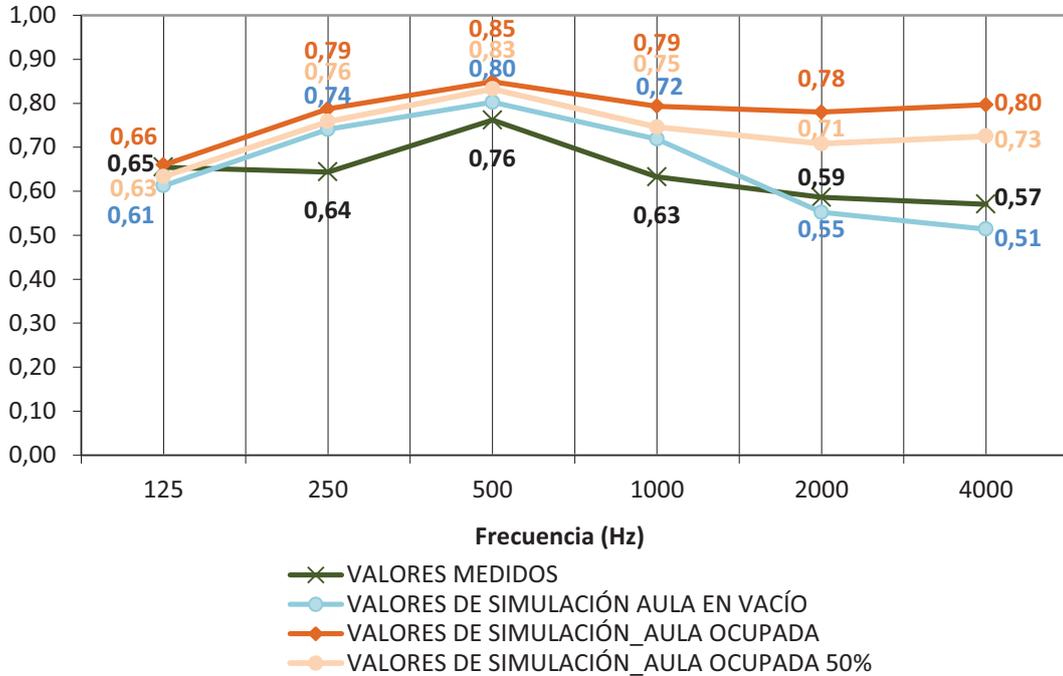


Figura 82: Aula 403\_ Valores promedio medidos y simulados (En vacío y con ocupación) de los parámetros TR y EDT

AULA ETSA 403

D50



COMPARATIVA DEL PARAMETRO STI

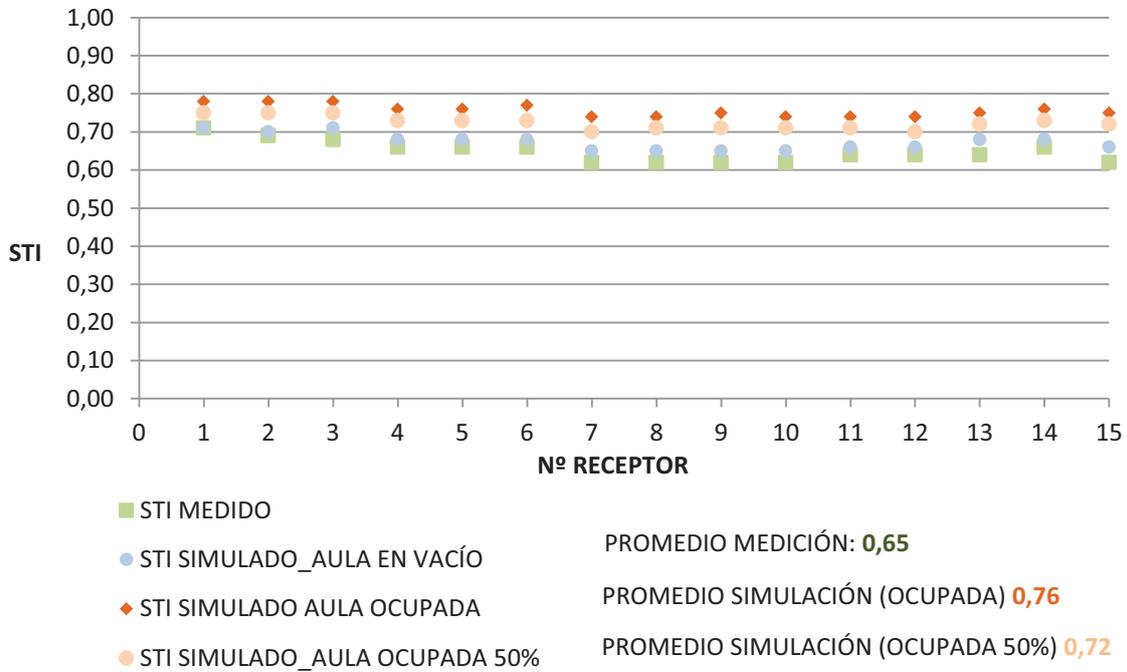
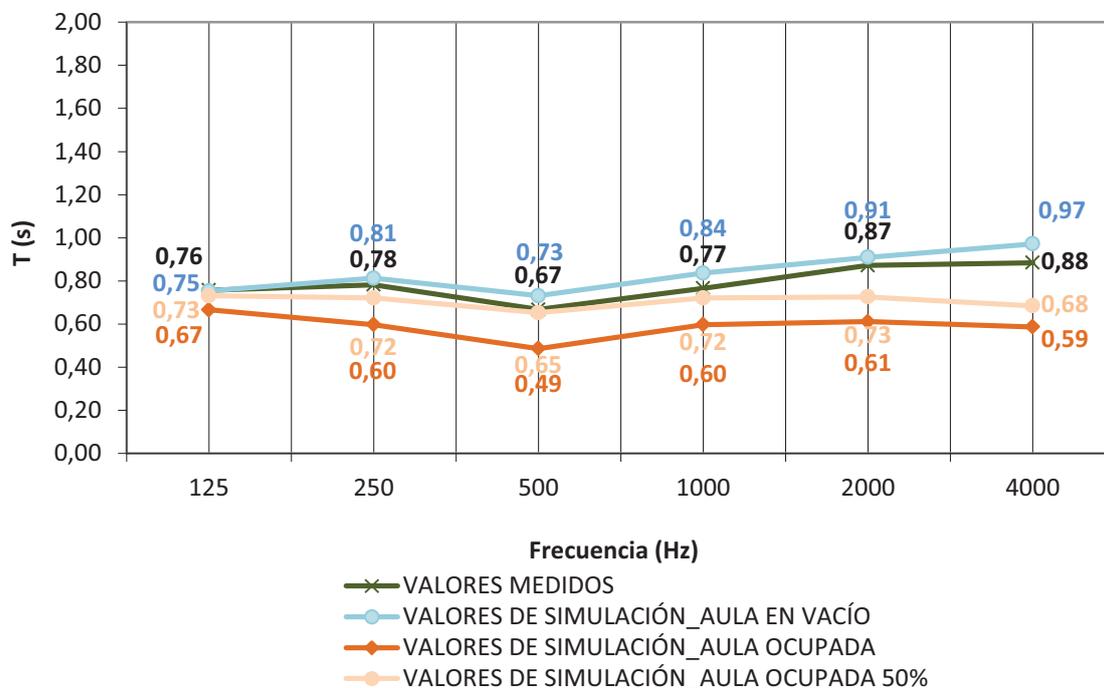


Figura 83: Aula 403\_ Valores promedio medidos y simulados (En vacío y con ocupación) de los parámetros D<sub>50</sub> y STI

AULA ETSA 404

T30



EDT

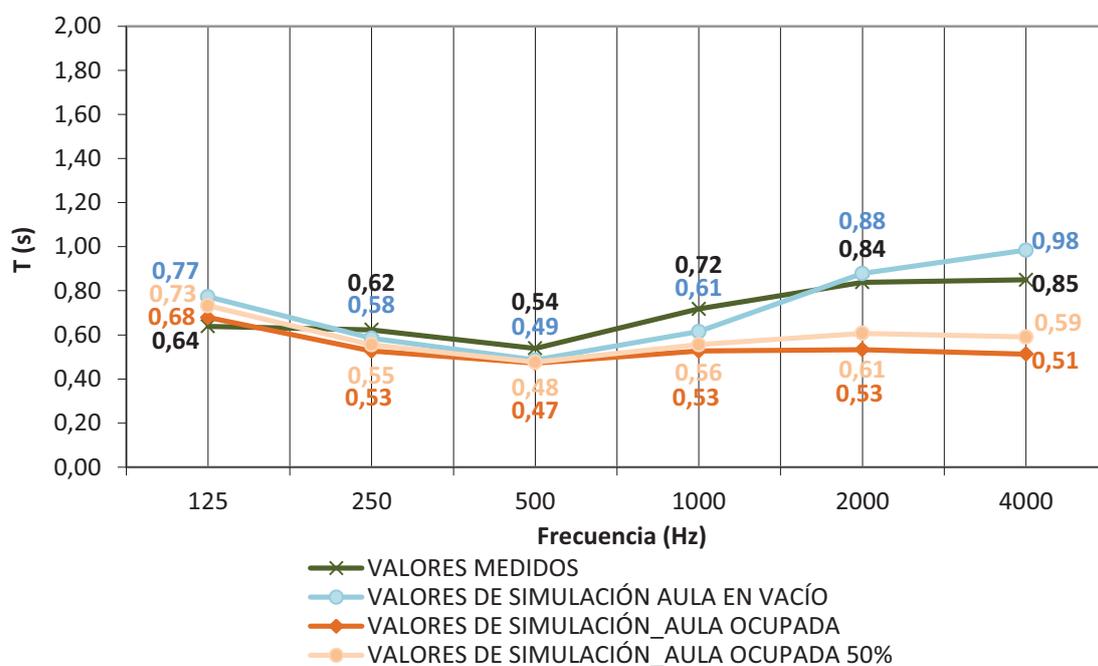
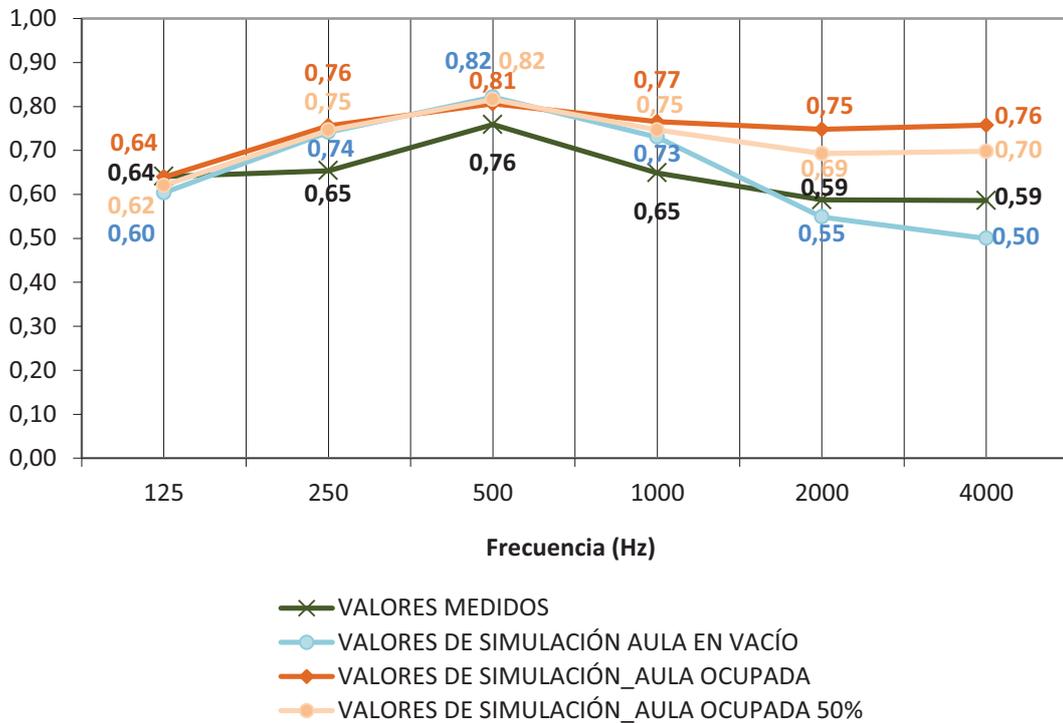


Figura 84: Aula 404\_ Valores promedio medidos y simulados (En vacío y con ocupación) de los parámetros TR y EDT

AULA ETSA 404

D50



COMPARATIVA DEL PARAMETRO STI

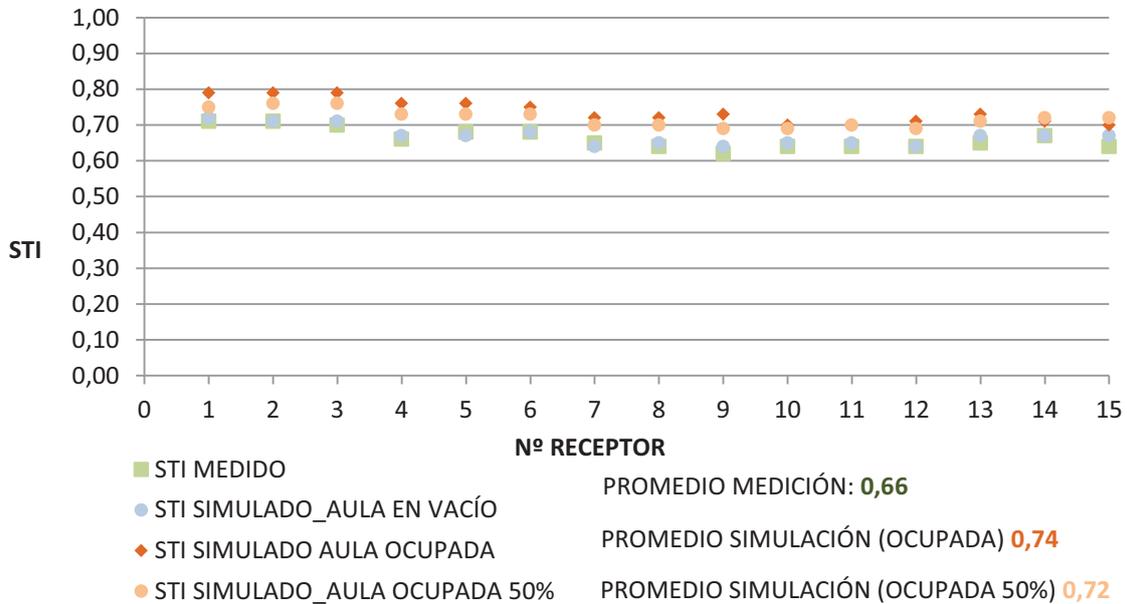


Figura 85: Aula 404\_ Valores promedio medidos y simulados (En vacío y con ocupación) de los parámetros D<sub>50</sub> y STI

AULA ETSA 501

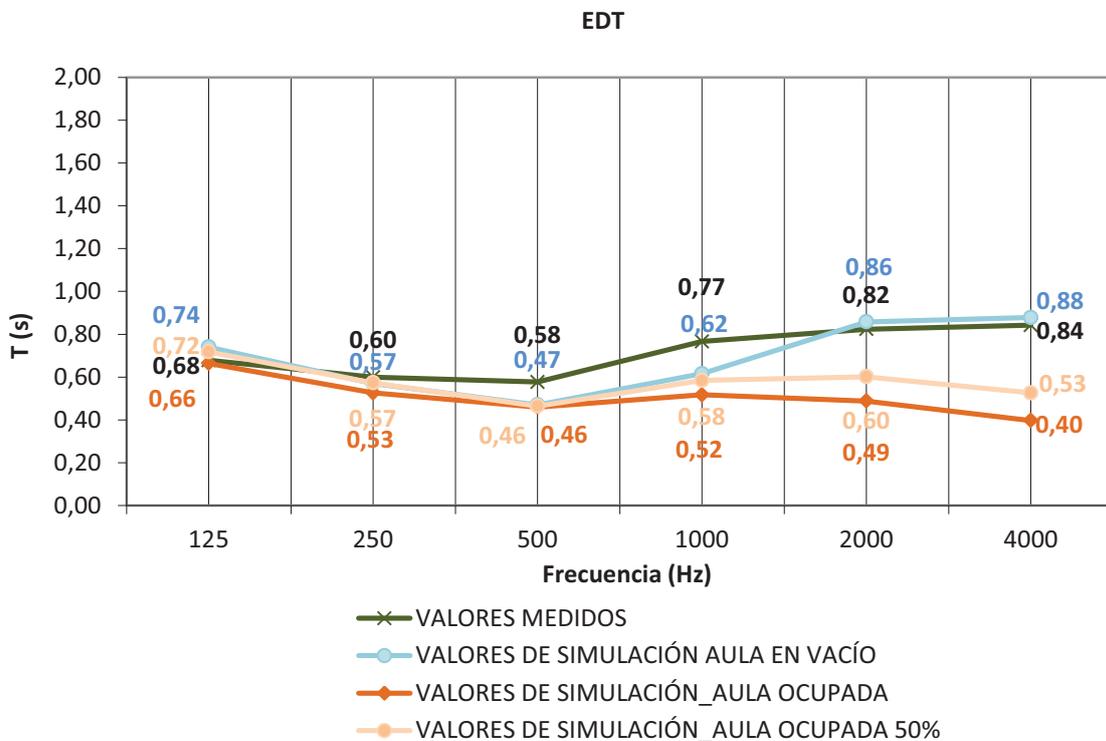
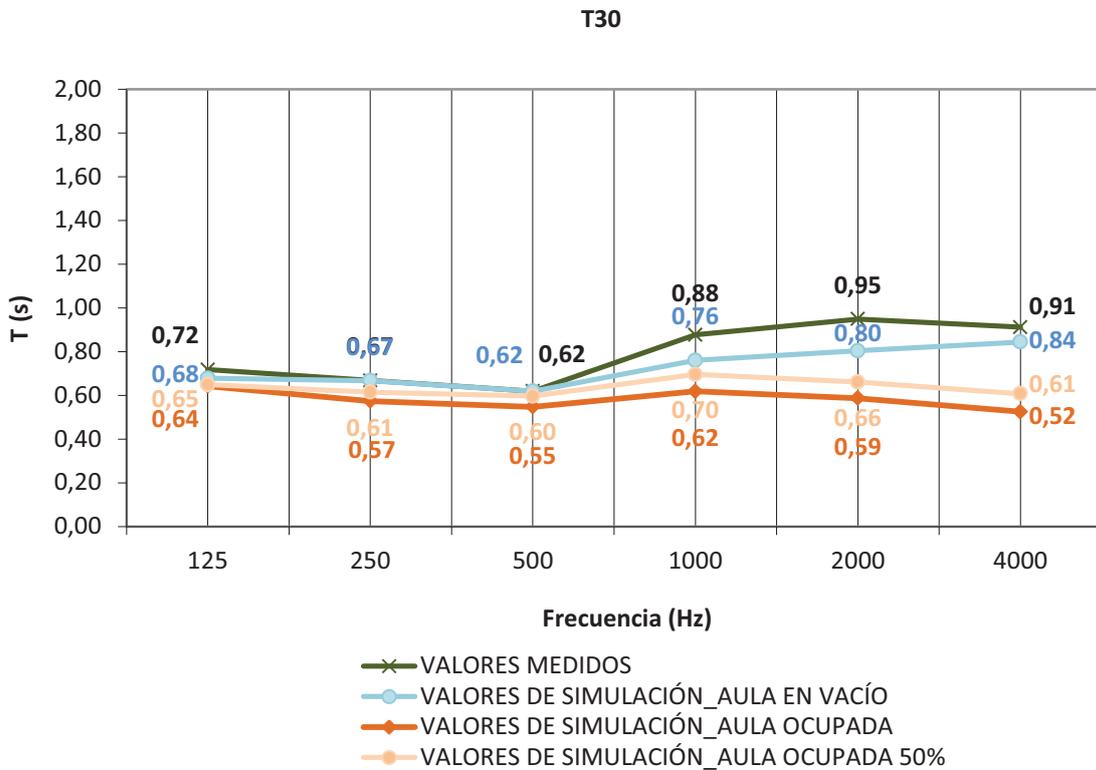
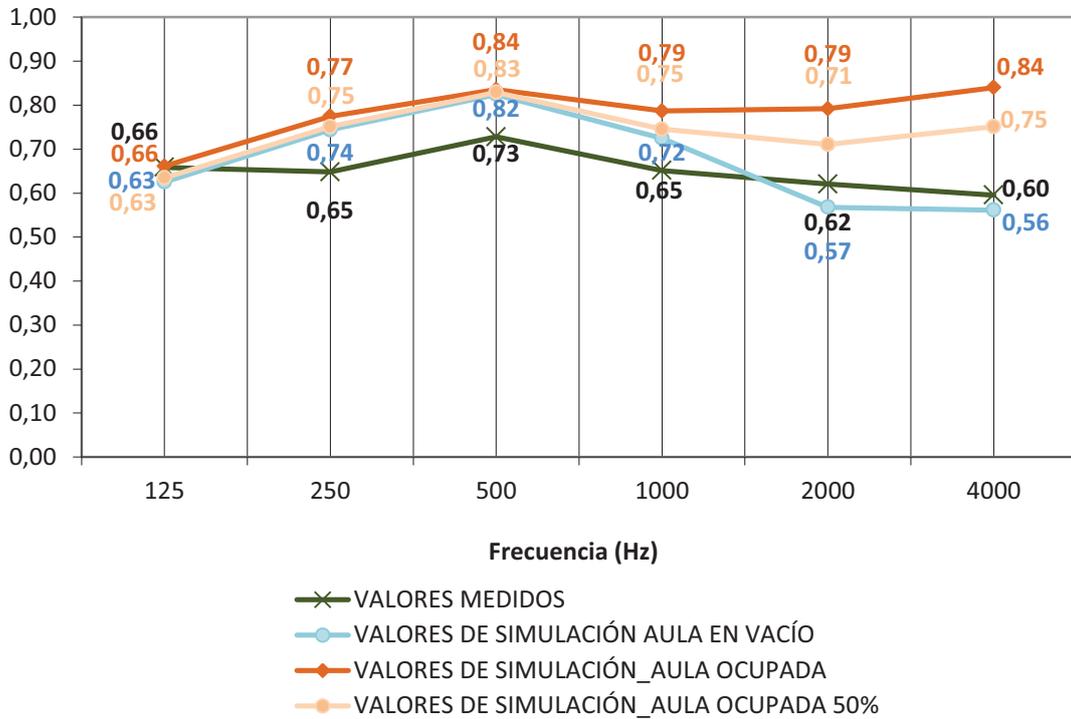


Figura 86: Aula 501\_ Valores promedio medidos y simulados (En vacío y con ocupación) de los parámetros TR y EDT

AULA ETSA 501

D50



COMPARATIVA DEL PARAMETRO STI

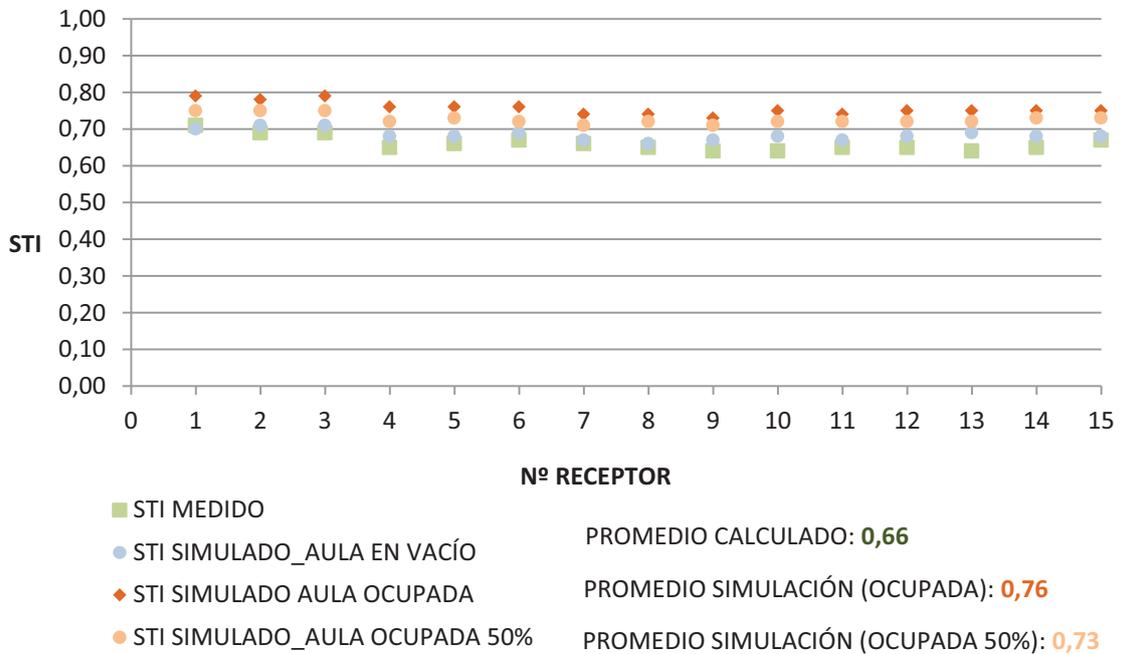


Figura 87: Aula 501\_ Valores promedio medidos y simulados (En vacío y con ocupación) de los parámetros D<sub>50</sub> y STI

AULA ETSA 515

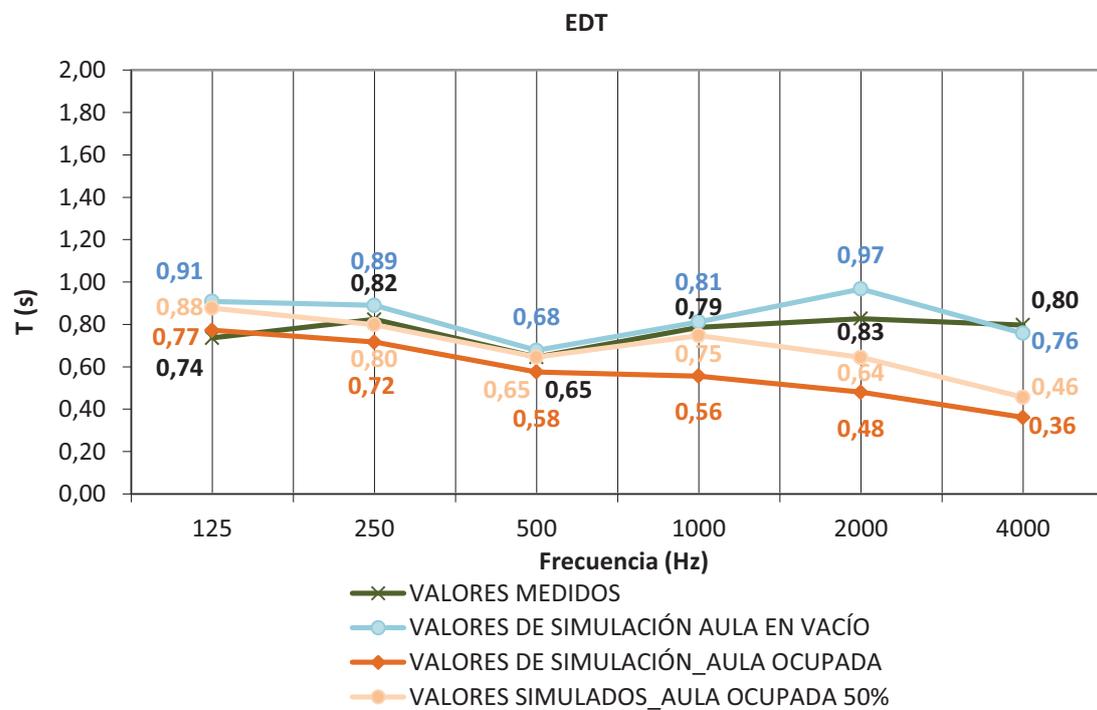
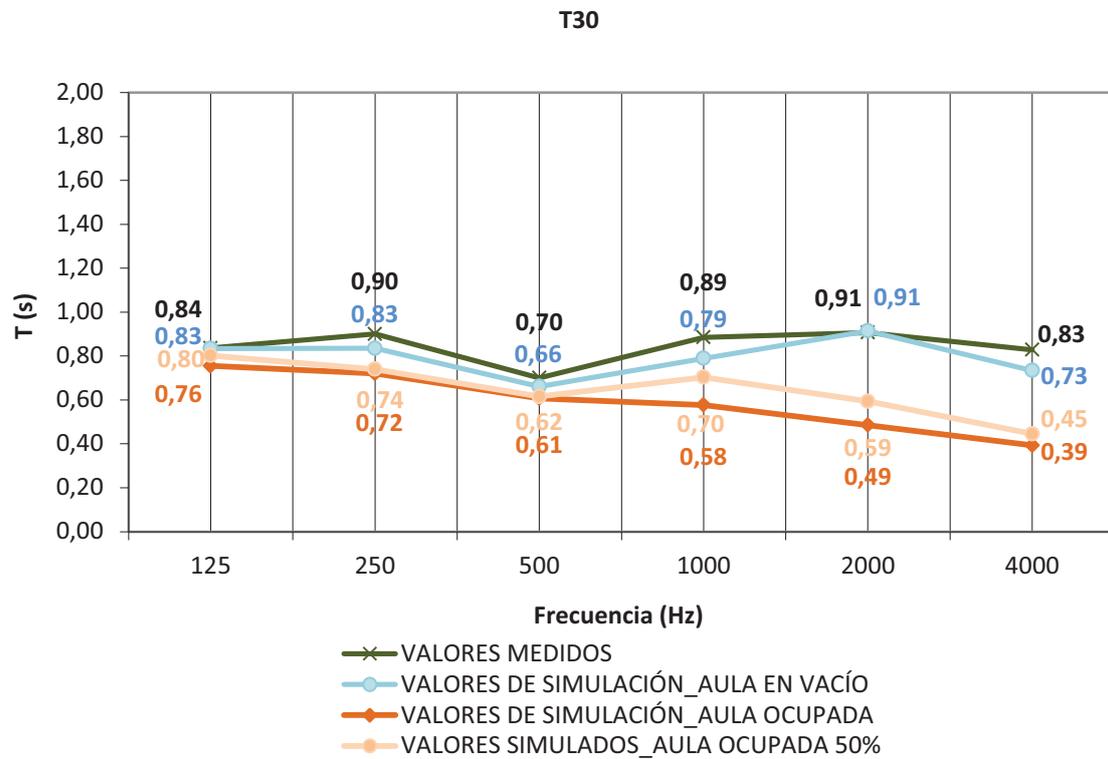
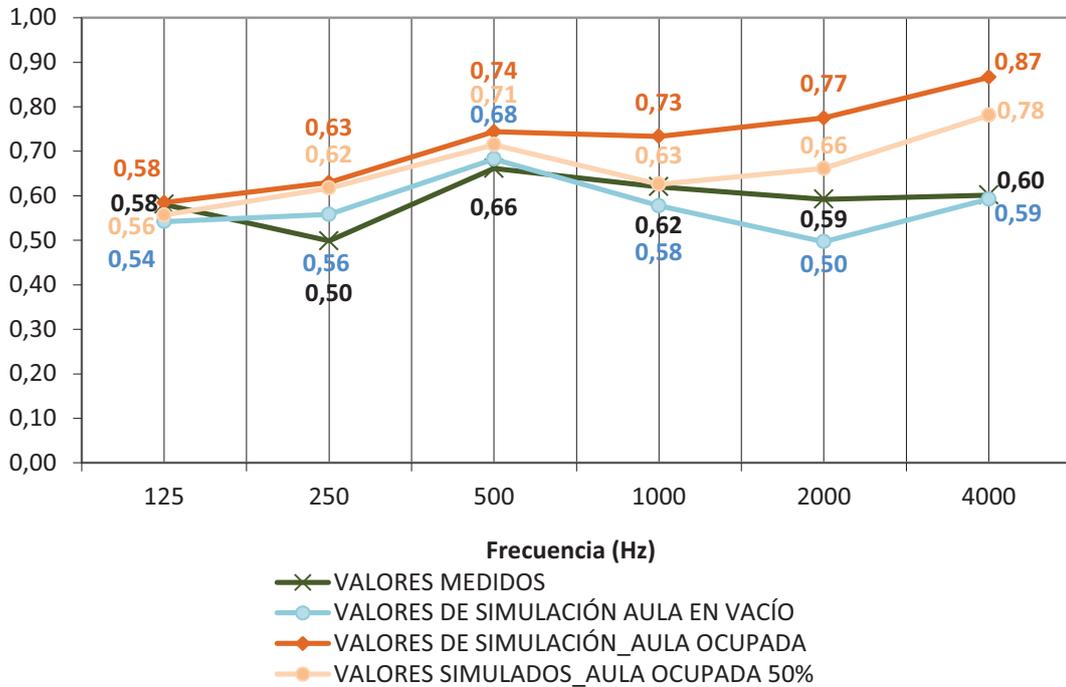


Figura 88: Aula 515\_ Valores promedio medidos y simulados (En vacío y con ocupación) de los parámetros TR y EDT

AULA ETSA 515

D50



COMPARATIVA DEL PARAMETRO STI

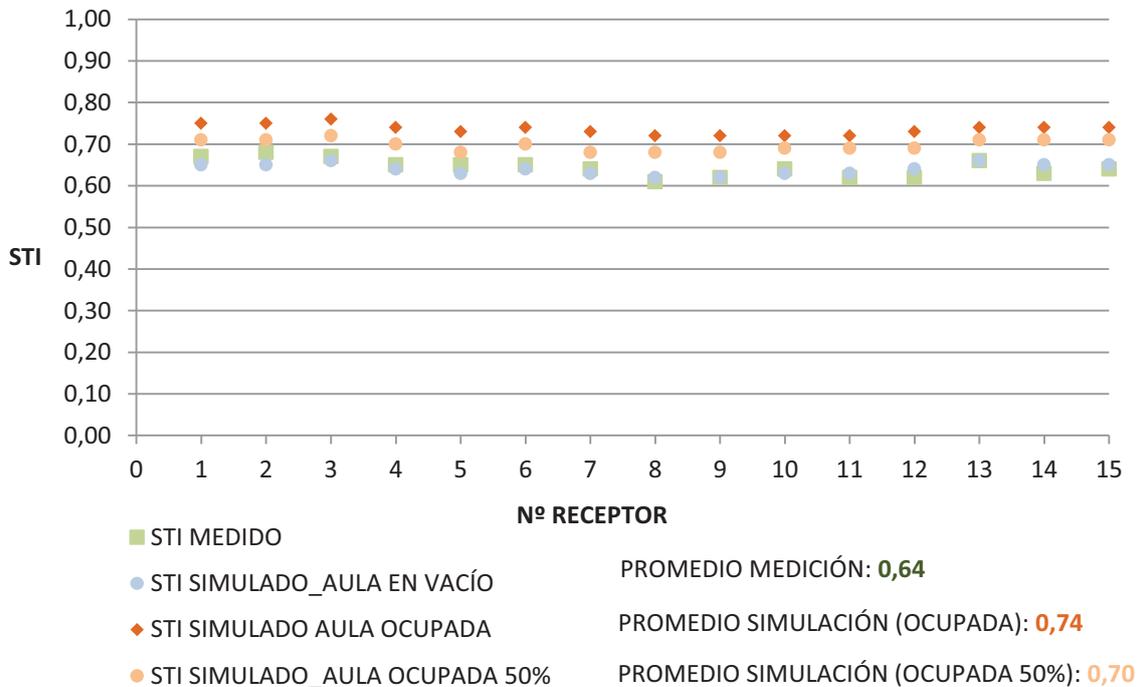


Figura 89: Aula 515\_ Valores promedio medidos y simulados (En vacío y con ocupación) de los parámetros D<sub>50</sub> y STI

AULA ETSA 521

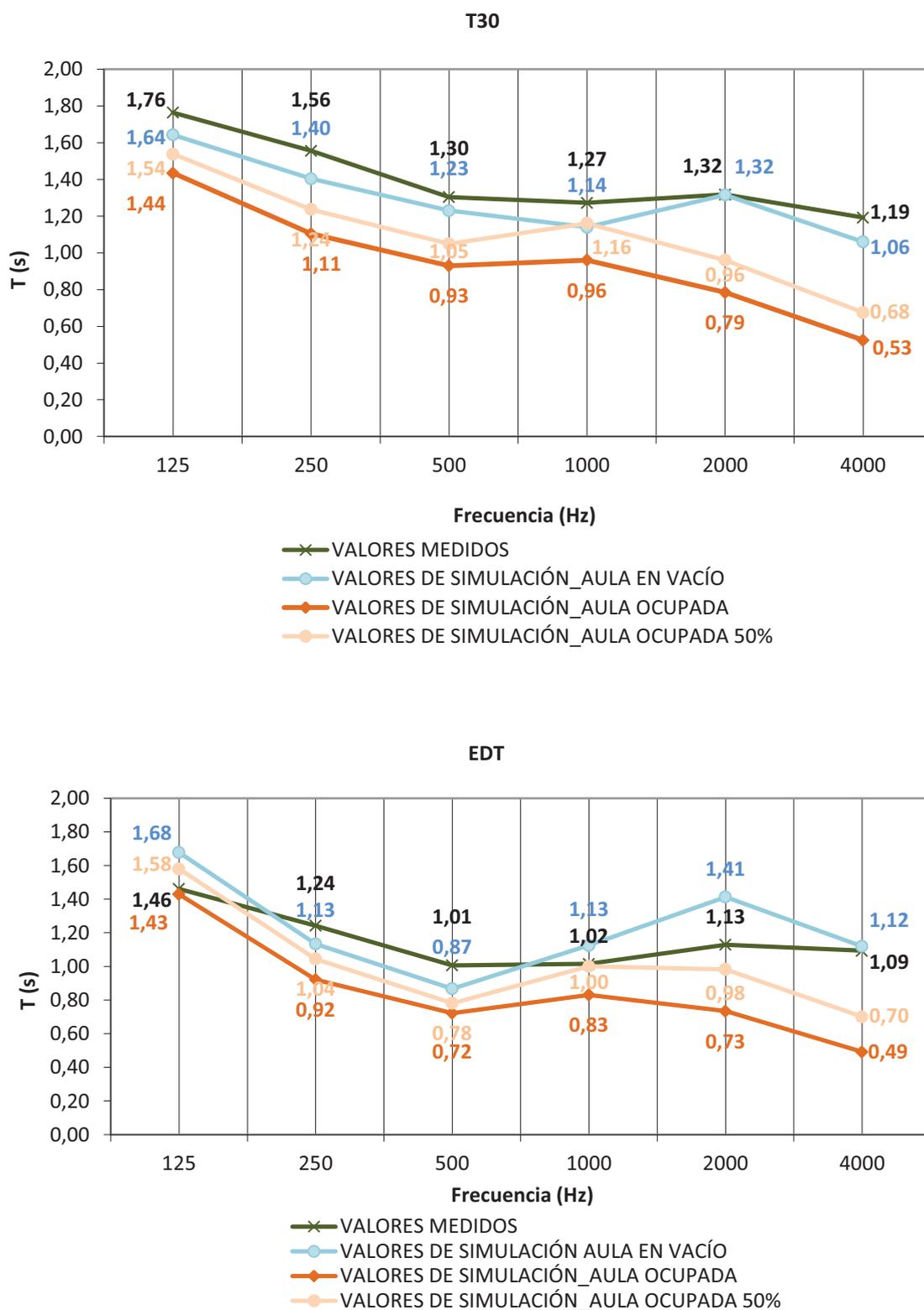
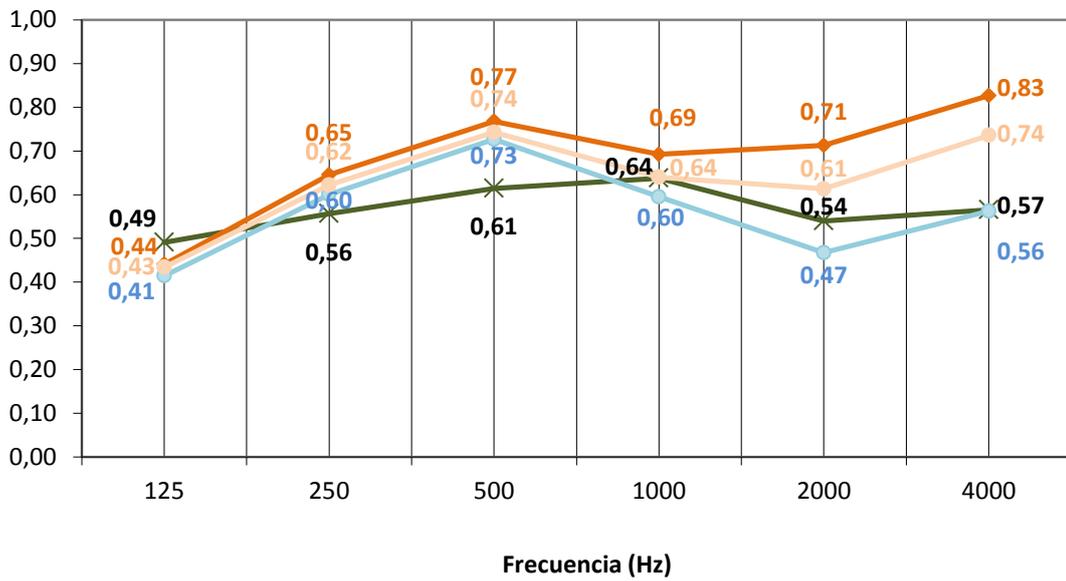


Figura 90: Aula 521\_ Valores promedio medidos y simulados (En vacío y con ocupación) de los parámetros TR y EDT

AULA ETSA 521

D50



COMPARATIVA DEL PARAMETRO STI

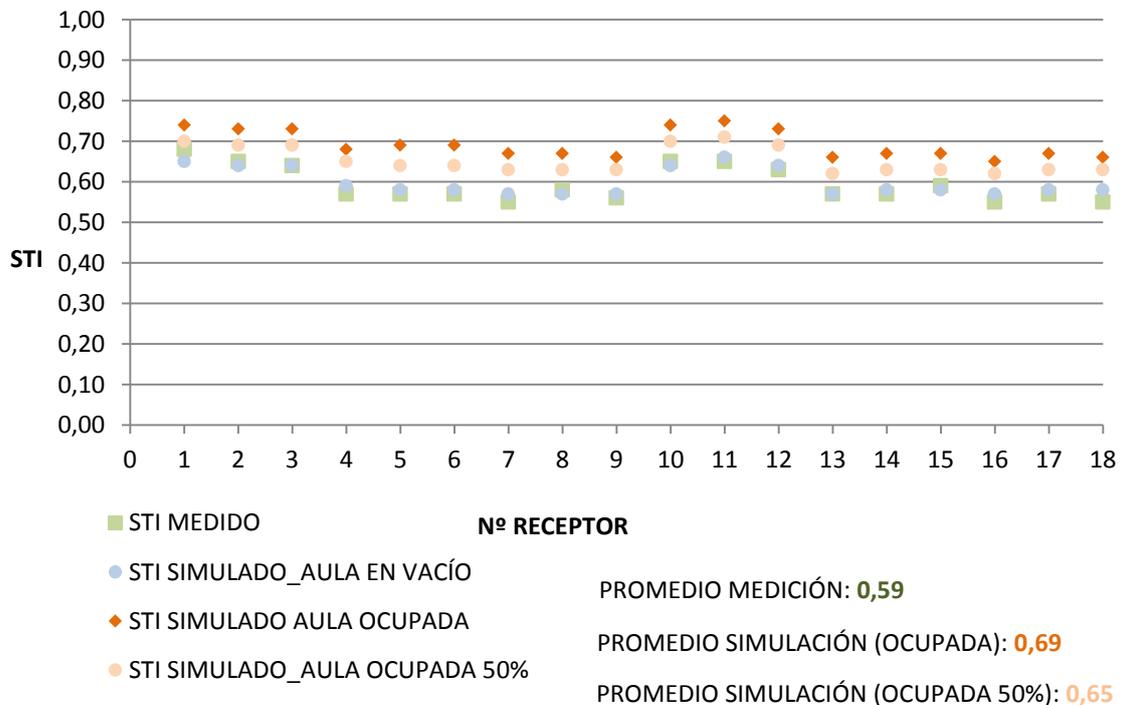


Figura 91: Aula 521\_ Valores promedio medidos y simulados (En vacío y con ocupación) de los parámetros D<sub>50</sub> y STI

### 5-3 FMG AULAS

A continuación, se presentan los distintos FMG de las aulas asociados a los parámetros obtenidos en situación de vacío y ocupación, expuestos anteriormente a lo largo del apartado 5-2.

Para obtener los resultados del FMG aula en vacío ( $FMG_{Aula\ Vacía}$ ) se han utilizado tanto los datos procedentes de la medición acústica de las aulas, como los obtenidos tras el ajuste de los modelos de simulación (En vacío igualmente). Estos resultados son recogidos en primer lugar en el apartado 5-3-1.

Del mismo modo, mediante las simulaciones con Odeon y atendiendo a las consideraciones descritas en el apartado 4.2, en torno a las variaciones de absorción y difusión introducidas por el alumnado, se han llevado a cabo los cálculos necesarios para obtener el FMG de cada aula. Tal y como puede verse en el apartado 5-3-2, con el fin de poder analizar la variación introducida por la presencia de alumnado, los resultados del FMG de cada aula se han comparado con los obtenidos en situación de vacío ( $FMG_{Aula\ Vacía}$ ).

### 5-3-1 FMG AULAS EN VACÍO

#### ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

$FMG_{AULA\ Vacío}$  calculado tras finalizar los procesos de medición y simulación acústica de éstas. Tal y como puede verse, se han utilizado los tonos verde y azul para identificar los valores medidos y simulados respectivamente.

			EDT	TR	D50	STI		
<b>AULA JB2 ETSIE</b>	Vacía	Valores medidos	1,17	1,32	0,55	0,62	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,86</b>	<b>0,12</b>	<b>0,50</b>	<b>0,71</b>		<b>0,55</b>
	Vacía	Valores Simulados	1,27	1,23	0,47	0,57	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,72</b>	<b>0,30</b>	<b>0,11</b>	<b>0,59</b>		<b>0,43</b>
<b>AULA 2 ETSIE</b>	Vacía	Valores medidos	0,91	1,04	0,59	0,63	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,88</b>	<b>0,66</b>	<b>0,70</b>	<b>0,74</b>		<b>0,75</b>
	Vacía	Valores Simulados	1,11	1,11	0,52	0,59	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,75</b>	<b>0,53</b>	<b>0,36</b>	<b>0,65</b>		<b>0,57</b>
<b>AULA C-2 ETSIE</b>	Vacía	Valores medidos	0,96	1,25	0,64	0,66	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,98</b>	<b>0,34</b>	<b>0,94</b>	<b>0,80</b>		<b>0,77</b>
	Vacía	Valores Simulados	1,17	1,14	0,51	0,59	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,72</b>	<b>0,56</b>	<b>0,27</b>	<b>0,63</b>		<b>0,55</b>
<b>AULA Máster TECNO</b>	Vacía	Valores medidos	1,47	1,48	0,38	0,55	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,76</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,56</b>		<b>0,33</b>
	Vacía	Valores Simulados	1,63	1,59	0,32	0,52	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,73</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,49</b>		<b>0,31</b>
<b>AULA Máster GEST.</b>	Vacía	Valores medidos	1,50	1,56	0,41	0,55	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,79</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,56</b>		<b>0,34</b>
	Vacía	Valores Simulados	1,49	1,44	0,36	0,53	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,72</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,52</b>		<b>0,31</b>

Tabla 42: Aulas ETSIE\_  $FMG_{AULA\ Vacío}$  Calculado a partir de los valores medidos y simulados

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA**

FMG<sub>AULA Vacío</sub> calculado tras finalizar los procesos de medición y simulación acústica de éstas. Tal y como puede verse, se han utilizado los tonos verde y azul para identificar los valores medidos y simulados respectivamente.

			EDT	TR	D50	STI		
<b>AULA ETSA 403</b>	Vacía	Valores medidos	0,70	0,82	0,70	0,65	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,89</b>	<b>0,90</b>	<b>1,00</b>	<b>0,77</b>	<b>0,89</b>	
	Vacía	Valores Simulados	0,58	0,87	0,76	0,67	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>1,00</b>	<b>0,80</b>	<b>1,00</b>	<b>0,82</b>	<b>0,91</b>	
<b>AULA ETSA 404</b>	Vacía	Valores medidos	0,63	0,72	0,70	0,66	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,87</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,80</b>	<b>0,92</b>	
	Vacía	Valores Simulados	0,55	0,78	0,78	0,67	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>1,00</b>	<b>0,97</b>	<b>1,00</b>	<b>0,82</b>	<b>0,95</b>	
<b>AULA ETSA 501</b>	Vacía	Valores medidos	0,67	0,75	0,69	0,66	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,85</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,80</b>	<b>0,91</b>	
	Vacía	Valores Simulados	0,54	0,69	0,77	0,68	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,96</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,85</b>	<b>0,95</b>	
<b>AULA ETSA 515</b>	Vacía	Valores medidos	0,72	0,79	0,64	0,64	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,85</b>	<b>0,96</b>	<b>0,95</b>	<b>0,76</b>	<b>0,88</b>	
	Vacía	Valores Simulados	0,74	0,73	0,63	0,64	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,72</b>	<b>1,00</b>	<b>0,90</b>	<b>0,75</b>	<b>0,84</b>	
<b>AULA ETSA 521</b>	Vacía	Valores medidos	1,01	1,29	0,63	0,59	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,97</b>	<b>0,26</b>	<b>0,88</b>	<b>0,65</b>	<b>0,69</b>	
	Vacía	Valores Simulados	1,00	1,19	0,66	0,60	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociad</b>	<b>0,91</b>	<b>0,47</b>	<b>1,00</b>	<b>0,66</b>	<b>0,76</b>	

Tabla 43: Aulas ETSA\_ FMG<sub>AULA Vacío</sub> Calculado a partir de los valores medidos y simulados

5-3-2 FMG AULAS

**AULA OCUPADAS\_ ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN**

FMG<sub>AULA</sub> calculado a partir de los valores obtenidos tras la simulación acústica de las aulas completamente ocupadas. Además del FMG<sub>AULA</sub> se ha incluido el FMG<sub>AULA Vacío</sub> obtenido de los valores medidos, de modo que es posible observar la variación experimentada entre ambas series de valores.

			EDT	TR	D50	STI		
<b>AULA JB2 ETSIE</b>	Vacía	Valores medidos	1,17	1,32	0,55	0,62	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,86</b>	<b>0,12</b>	<b>0,50</b>	<b>0,71</b>	<b>0,55</b>	
	Ocupada	Valores Simulados	0,76	0,88	0,66	0,68	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,89</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,84</b>	<b>0,93</b>	
<b>AULA 2 ETSIE</b>	Vacía	Valores medidos	0,91	1,04	0,59	0,63	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,88</b>	<b>0,66</b>	<b>0,70</b>	<b>0,74</b>	<b>0,75</b>	
	Ocupada	Valores Simulados	0,67	0,78	0,69	0,70	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,88</b>	<b>0,98</b>	<b>1</b>	<b>0,88</b>	<b>0,94</b>	
<b>AULA C-2 ETSIE</b>	Vacía	Valores medidos	0,96	1,25	0,64	0,66	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,98</b>	<b>0,34</b>	<b>0,94</b>	<b>0,80</b>	<b>0,77</b>	
	Ocupada	Valores Simulados	0,60	0,80	0,72	0,72	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,99</b>	<b>0,94</b>	<b>1</b>	<b>0,92</b>	<b>0,96</b>	
<b>AULA Máster TECNO</b>	Vacía	Valores medidos	1,47	1,48	0,38	0,55	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,76</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,56</b>	<b>0,33</b>	
	Ocupada	Valores Simulados	0,76	0,80	0,60	0,68	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,80</b>	<b>0,89</b>	<b>0,76</b>	<b>0,83</b>	<b>0,82</b>	
<b>AULA Máster GEST.</b>	Vacía	Valores medidos	1,50	1,56	0,41	0,55	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,79</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,56</b>	<b>0,34</b>	
	Ocupada	Valores Simulados	0,72	0,75	0,65	0,69	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,79</b>	<b>1,00</b>	<b>0,99</b>	<b>0,86</b>	<b>0,91</b>	

Tabla 44: Aulas ETSIE\_ FMG<sub>AULA</sub> Calculado a partir de los valores simulados con ocupación

### AULA OCUPADAS\_ ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

FMG<sub>AULA</sub> calculado a partir de los valores obtenidos tras la simulación acústica de las aulas completamente ocupadas. Además del FMG<sub>AULA</sub> se ha incluido el FMG<sub>AULA Vacío</sub> obtenido de los valores medidos, de modo que es posible observar la variación experimentada entre ambas series de valores.

			EDT	TR	D50	STI		
<b>AULA ETSA 403</b>	Vacía	Valores medidos	0,70	0,82	0,70	0,65	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,89</b>	<b>0,90</b>	<b>1,00</b>	<b>0,77</b>	<b>0,89</b>	
	Ocupada	Valores Simulados	0,42	0,63	0,82	0,76	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>1</b>	<b>0,88</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,97</b>	
<b>AULA ETSA 404</b>	Vacía	Valores medidos	0,63	0,72	0,70	0,66	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,87</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,80</b>	<b>0,92</b>	
	Ocupada	Valores Simulados	0,50	0,54	0,79	0,74	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,83</b>	<b>0,70</b>	<b>1</b>	<b>0,97</b>	<b>0,87</b>	
<b>AULA ETSA 501</b>	Vacía	Valores medidos	0,67	0,75	0,69	0,66	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,85</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,80</b>	<b>0,91</b>	
	Ocupada	Valores Simulados	0,49	0,58	0,81	0,76	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,91</b>	<b>0,82</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,93</b>	
<b>AULA ETSA 515</b>	Vacía	Valores medidos	0,72	0,79	0,64	0,64	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,85</b>	<b>0,96</b>	<b>0,95</b>	<b>0,76</b>	<b>0,88</b>	
	Ocupada	Valores Simulados	0,57	0,59	0,74	0,74	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,79</b>	<b>0,79</b>	<b>1</b>	<b>0,96</b>	<b>0,89</b>	
<b>AULA ETSA 521</b>	Vacía	Valores medidos	1,01	1,29	0,63	0,59	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,97</b>	<b>0,26</b>	<b>0,88</b>	<b>0,65</b>	<b>0,69</b>	
	Ocupada	Valores Simulados	0,78	0,95	0,73	0,69	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,93</b>	<b>0,95</b>	<b>1</b>	<b>0,87</b>	<b>0,94</b>	

Tabla 45: Aulas ETSA\_ FMG<sub>AULA</sub> Calculado a partir de los valores simulados con ocupación

### AULAS PARCIALMENTE OCUPADAS\_ E.T.S. DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

FMG<sub>AULA</sub> calculado a partir de los valores obtenidos tras la simulación acústica de las aulas parcialmente ocupadas (50% Alumnado). Además del FMG<sub>AULA</sub> se ha incluido el FMG<sub>AULA Vacío</sub> obtenido de los valores medidos, de modo que es posible observar la variación experimentada entre ambas series de valores.

			EDT	TR	D50	STI		
<b>AULA JB2 ETSIE</b>	Vacía	Valores medidos	1,17	1,32	0,55	0,62	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,86</b>	<b>0,12</b>	<b>0,50</b>	<b>0,71</b>		0,55
	Ocupada al 50%	Valores Simulados	0,90	0,96	0,59	0,65	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,82</b>	<b>0,84</b>	<b>0,69</b>	<b>0,76</b>		0,78
<b>AULA 2 ETSIE</b>	Vacía	Valores medidos	0,91	1,04	0,59	0,63	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,88</b>	<b>0,66</b>	<b>0,70</b>	<b>0,74</b>		0,75
	Ocupada al 50%	Valores Simulados	0,79	0,86	0,63	0,67	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,83</b>	<b>1</b>	<b>0,88</b>	<b>0,81</b>		0,88
<b>AULA C-2 ETSIE</b>	Vacía	Valores medidos	0,96	1,25	0,64	0,66	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,98</b>	<b>0,34</b>	<b>0,94</b>	<b>0,80</b>		0,77
	Ocupada al 50%	Valores Simulados	0,83	0,90	0,61	0,66	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,83</b>	<b>1</b>	<b>0,78</b>	<b>0,79</b>		0,85
<b>AULA Máster TECNO</b>	Vacía	Valores medidos	1,47	1,48	0,38	0,55	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,76</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,56</b>		0,33
	Ocupada al 50%	Valores Simulados	1,01	1	0,49	0,63	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,74</b>	<b>0,49</b>	<b>0,19</b>	<b>0,72</b>		0,54
<b>AULA Máster GEST.</b>	Vacía	Valores medidos	1,50	1,56	0,41	0,55	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,79</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,56</b>		0,34
	Ocupada al 50%	Valores Simulados	0,95	0,89	0,53	0,64	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,69</b>	<b>0,76</b>	<b>0,39</b>	<b>0,75</b>		0,65

Tabla 46: Aulas ETSIE\_ FMG<sub>AULA</sub> Calculado a partir de los valores simulados con un 50% de ocupación

**AULAS PARCIALMENTE OCUPADAS\_ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA**

FMG<sub>AULA</sub> calculado a partir de los valores obtenidos tras la simulación acústica de las aulas parcialmente ocupadas (50% Alumnado). Además del FMG<sub>AULA</sub> se ha incluido el FMG<sub>AULA Vacío</sub> obtenido de los valores medidos, de modo que es posible observar la variación experimentada entre ambas series de valores.

			EDT	TR	D50	STI		
<b>AULA ETSA 403</b>	Vacía	Valores medidos	0,70	0,82	0,70	0,65	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito</b>	<b>0,89</b>	<b>0,90</b>	<b>1,00</b>	<b>0,77</b>	<b>0,89</b>	
	Ocupada al 50%	Valores Simulados	0,51	0,77	0,79	0,72	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,94</b>	<b>0,98</b>	
<b>AULA ETSA 404</b>	Vacía	Valores medidos	0,63	0,72	0,70	0,66	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito</b>	<b>0,87</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,80</b>	<b>0,92</b>	
	Ocupada al 50%	Valores Simulados	0,52	0,69	0,78	0,72	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito</b>	<b>1</b>	<b>0,99</b>	<b>1</b>	<b>0,93</b>	<b>0,98</b>	
<b>AULA ETSA 501</b>	Vacía	Valores medidos	0,67	0,75	0,69	0,66	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito</b>	<b>0,85</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,80</b>	<b>0,91</b>	
	Ocupada al 50%	Valores Simulados	0,52	0,65	0,79	0,73	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito</b>	<b>0,94</b>	<b>0,94</b>	<b>1</b>	<b>0,94</b>	<b>0,96</b>	
<b>AULA ETSA 515</b>	Vacía	Valores medidos	0,72	0,79	0,64	0,64	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito</b>	<b>0,85</b>	<b>0,96</b>	<b>0,95</b>	<b>0,76</b>	<b>0,88</b>	
	Ocupada al 50%	Valores Simulados	0,70	0,66	0,67	0,70	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito</b>	<b>0,69</b>	<b>0,92</b>	<b>1</b>	<b>0,88</b>	<b>0,87</b>	
<b>AULA ETSA 521</b>	Vacía	Valores medidos	1,01	1,29	0,63	0,59	<b>FMG AULA Vacío</b>	
		<b>Factor de Mérito</b>	<b>0,97</b>	<b>0,26</b>	<b>0,88</b>	<b>0,65</b>	<b>0,69</b>	
	Ocupada al 50%	Valores Simulados	0,89	1,11	0,69	0,65	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito</b>	<b>0,94</b>	<b>0,63</b>	<b>1</b>	<b>0,78</b>	<b>0,84</b>	

Tabla 47: Aulas ETSA\_ FMG<sub>AULA</sub> Calculado a partir de los valores simulados con un 50% de ocupación

**AULAS OCUPADAS /AULAS PARCIALMENTE OCUPADAS**  
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN**

Cuadro comparativo de los FMG obtenidos tras simular las aulas ocupadas completamente y con un alumnado del 50%.

			EDT	TR	D50	STI		
<b>AULA JB2 ETSIE</b>	Ocupada	Valores Simulados	0,76	0,88	0,66	0,68		<b>FMG AULA</b>
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,89</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,84</b>		<b>0,93</b>
	Ocupada al 50%	Valores Simulados	0,90	0,96	0,59	0,65		<b>FMG AULA</b>
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,82</b>	<b>0,84</b>	<b>0,69</b>	<b>0,76</b>		<b>0,78</b>
<b>AULA 2 ETSIE</b>	Ocupada	Valores Simulados	0,67	0,78	0,69	0,70		<b>FMG AULA</b>
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,88</b>	<b>0,98</b>	<b>1</b>	<b>0,88</b>		<b>0,94</b>
	Ocupada al 50%	Valores Simulados	0,79	0,86	0,63	0,67		<b>FMG AULA</b>
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,83</b>	<b>1</b>	<b>0,88</b>	<b>0,81</b>		<b>0,88</b>
<b>AULA C-2 ETSIE</b>	Ocupada	Valores Simulados	0,60	0,80	0,72	0,72		<b>FMG AULA</b>
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,99</b>	<b>0,94</b>	<b>1</b>	<b>0,92</b>		<b>0,96</b>
	Ocupada al 50%	Valores Simulados	0,83	0,90	0,61	0,66		<b>FMG AULA</b>
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,83</b>	<b>1</b>	<b>0,78</b>	<b>0,79</b>		<b>0,85</b>
<b>AULA Máster TECNO</b>	Ocupada	Valores Simulados	0,76	0,80	0,60	0,68		<b>FMG AULA</b>
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,80</b>	<b>0,89</b>	<b>0,76</b>	<b>0,83</b>		<b>0,82</b>
	Ocupada al 50%	Valores Simulados	1,01	1	0,49	0,63		<b>FMG AULA</b>
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,74</b>	<b>0,49</b>	<b>0,19</b>	<b>0,72</b>		<b>0,54</b>
<b>AULA Máster GEST.</b>	Ocupada	Valores Simulados	0,72	0,75	0,65	0,69		<b>FMG AULA</b>
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,79</b>	<b>1,00</b>	<b>0,99</b>	<b>0,86</b>		<b>0,91</b>
	Ocupada al 50%	Valores Simulados	0,95	0,89	0,53	0,64		<b>FMG AULA</b>
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,69</b>	<b>0,76</b>	<b>0,39</b>	<b>0,75</b>		<b>0,65</b>

Tabla 48: Aulas ETSIE\_ FMG<sub>AULA</sub> Calculado mediante los valores simulados de ocupación al 100% y 50%

**AULAS OCUPADAS /AULAS PARCIALMENTE OCUPADAS**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA**

Cuadro comparativo de los FMG obtenidos tras simular las aulas ocupadas completamente y con un alumnado del 50%.

			EDT	TR	D50	STI		
<b>AULA ETSA 403</b>	Ocupada	Valores Simulados	0,42	0,63	0,82	0,76		<b>FMG AULA</b>
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>1</b>	<b>0,88</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>0,97</b>
	Ocupada al 50%	Valores Simulados	0,51	0,77	0,79	0,72		<b>FMG AULA</b>
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,94</b>		<b>0,98</b>
<b>AULA ETSA 404</b>	Ocupada	Valores Simulados	0,50	0,54	0,79	0,74		<b>FMG AULA</b>
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,83</b>	<b>0,70</b>	<b>1</b>	<b>0,97</b>		<b>0,87</b>
	Ocupada al 50%	Valores Simulados	0,52	0,69	0,78	0,72		<b>FMG AULA</b>
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>1</b>	<b>0,99</b>	<b>1</b>	<b>0,93</b>		<b>0,98</b>
<b>AULA ETSA 501</b>	Ocupada	Valores Simulados	0,49	0,58	0,81	0,76		<b>FMG AULA</b>
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,91</b>	<b>0,82</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>0,93</b>
	Ocupada al 50%	Valores Simulados	0,52	0,65	0,79	0,73		<b>FMG AULA</b>
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,94</b>	<b>0,94</b>	<b>1</b>	<b>0,94</b>		<b>0,96</b>
<b>AULA ETSA 515</b>	Ocupada	Valores Simulados	0,57	0,59	0,74	0,74		<b>FMG AULA</b>
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,79</b>	<b>0,79</b>	<b>1</b>	<b>0,96</b>		<b>0,89</b>
	Ocupada al 50%	Valores Simulados	0,70	0,66	0,67	0,70		<b>FMG AULA</b>
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,69</b>	<b>0,92</b>	<b>1</b>	<b>0,88</b>		<b>0,87</b>
<b>AULA ETSA 521</b>	Ocupada	Valores Simulados	0,78	0,95	0,73	0,69		<b>FMG AULA</b>
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,93</b>	<b>0,95</b>	<b>1</b>	<b>0,87</b>		<b>0,94</b>
	Ocupada al 50%	Valores Simulados	0,89	1,11	0,69	0,65		<b>FMG AULA</b>
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,94</b>	<b>0,63</b>	<b>1</b>	<b>0,78</b>		<b>0,84</b>

Tabla 49: Aulas ETSA\_ FMG<sub>AULA</sub> Calculado mediante los valores simulados de ocupación al 100% y 50%

## 6 DISCUSIÓN

Con el fin de no variar el orden establecido en apartados anteriores, la discusión de los resultados obtenidos guarda una relación directa con los resultados expuestos en el apartado anterior. En este sentido, en primer lugar se analizan los niveles de ruido de fondo obtenidos; profundizando posteriormente en el comportamiento acústico de las aulas en vacío y finalizando en último término, con el análisis de los resultados obtenidos tanto en las simulaciones acústicas como en los diferentes factores de mérito.

Por otro lado, atendiendo a las distintas características de las aulas se ha optado por diferenciar los resultados en tres grandes bloques. Así pues, con respecto a la ETSIE se identifica un primer grupo de recintos en el que se encuentran las aulas del edificio 1B, destinadas a impartir enseñanzas de grado. En un segundo bloque se identifican los espacios docentes del edificio 1C, de reciente construcción y destinados a impartir enseñanzas de master, y por último en un tercer grupo se engloban las aulas pertenecientes a la ETSA, que si bien a nivel geométrico no tienen las mismas características, sí presentan un mayor grado de homogeneidad con respecto a los materiales que constituyen la envolvente interior.

## 6.1 ANÁLISIS DEL RUIDO DE FONDO OBTENIDO EN LAS AULAS

Tal y como se desprende de las gráficas de distribución del ruido de fondo obtenidas, la mitad de los recintos estudiados presentan ruidos superiores a los deseables en entornos docentes. En la mitad de las aulas estudiadas se superan los límites marcados por las curvas NC-30 / NR-30. Estos valores resultan todavía más inadecuados si se tiene en cuenta que las mediciones se llevaron a cabo con las aulas completamente vacías, no existiendo por tanto ningún ruido procedente de la actividad de los estudiantes en el interior de las salas.

Con respecto a las tres aulas del edificio 1B de la ETSIE, tanto el aula JB-2 como el aula 2 son las que presentan el menor nivel de ruido de fondo de todas las salas estudiadas. No obstante, conviene remarcar que de todas aquellas aulas cuya fachada es recayente a la Avenida de los naranjos, éstas dos son las que más alejadas se encuentran de ésta. Por lo que respecta al aula C-2, si bien ésta presenta un nivel de ruido de fondo aceptable, la proximidad del cerramiento posterior del aula a un vial interior para el tránsito de vehículos, influye negativamente en los niveles de ruido alcanzados en su interior.

Esta misma situación se repite nuevamente en las aulas destinadas a las enseñanzas de máster del edificio 1C. Ambos recintos son recayentes a la vía de circulación citada anteriormente y además, la distancia entre ésta y el cerramiento de las dos aulas (resuelto prácticamente en su totalidad mediante grandes superficies acristaladas) no supera los 10 metros.

La proximidad de las aulas a una zona de tránsito rodado, así como las grandes superficies acristaladas que se han utilizado en los cerramientos de fachada, son posiblemente la principal causa de los elevados niveles de ruido interior medidos en las aulas; sin embargo estos condicionantes no pueden ser utilizados como un pretexto. Tal y como se ha citado a lo largo de este estudio, el entorno que rodea a todo espacio docente puede y debe ser tenido en cuenta previamente a su construcción.

Con respecto al tercer bloque, la situación de las aulas de la ETSA presenta grandes similitudes con la mencionada anteriormente. Los niveles de ruido más bajos (asociados a la curva NC-30 / NR-30) pertenecen a las aulas 501 y 404, ambas recayentes al interior del campus de la UPV y sin ninguna vial de tráfico cercano a sus cerramientos exteriores. En contrapartida las aulas 515 y 521, cuyas fachadas sí recaen a la Avenida de los naranjos, presentan niveles de ruido excesivamente elevados (asociados a la curva NC-40/ NR-40)

En el caso del aula 403, a pesar de tener un único cerramiento en contacto con el exterior, y que éste tampoco recae a ninguna avenida de grandes dimensiones; los niveles de ruido de fondo medidos en el interior de esta aula (asociados a la curva NC-40 /NR-40) también resultan excesivamente elevados. Las antiguas carpinterías de puertas y ventanas, así como el flujo continuo de estudiantes que durante gran parte del día transcurren junto al cerramiento posterior del aula son posiblemente el principal motivo de este mal comportamiento acústico.

## 6·2 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO DE LAS AULAS MEDIDAS EN VACÍO ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN (EDIFICIO 1B)

El análisis del primer grupo de aulas perteneciente a la ETSIE muestra un patrón de comportamiento que se repite con bastante semejanza en las 3 aulas. La curva tonal de las aulas JB-2 y C-2 presenta un claro aumento de reverberación en la zona de altas frecuencias. En el aula 2, a pesar de que este aumento no alcanza valores tan elevados, el incremento de reverberación en la zona de altas frecuencias sí es significativo. Esta elevada reverberación propicia que igualmente el parámetro EDT presente valores excesivamente elevados. Así pues, aunque estos valores de reverberación sean susceptibles de disminuir en condiciones de ocupación, los valores obtenidos en la medición acústica muestran como las características absorbentes, que previsiblemente poseía el falso techo, no dan el resultado esperado, y más si se tiene en cuenta que la superficie del techo ocupa en estas aulas un porcentaje relevante, que oscila entre el 21 y el 28% de la superficie total de absorción.

Este comportamiento, tal y como se ha descrito en el apartado 4·2 ya ha sido contrastado en anteriores investigaciones (Hodgson, 2001; Hodgson & Scherebnyj, 2006) y de hecho atendiendo a los resultados obtenidos en el proceso de cálculo iterativo, en términos de absorción acústica el techo de las aulas de la ETSIE no tiene suficiente capacidad absorbente para la zona de altas frecuencias.

Con respecto a los resultados de Definición ( $D_{50}$ ) si bien estas aulas no presentan un mal comportamiento, los elevados tiempos de reverberación repercuten de manera negativa en este parámetro, sobre todo en el caso del aula JB-2 cuyo valor promedio en la zona de frecuencias medias es excesivamente bajo.

Finalmente con respecto a los valores de STI obtenidos, al igual que en el parámetro anterior, los valores medidos para las aulas en vacío pueden ser considerados aceptables. El análisis de los valores obtenidos en cada uno de los receptores muestra como las zonas situadas entre la parte central y el cerramiento posterior del aula, son las regiones en las que el STI presenta los valores más bajos. No obstante, esta situación resulta esperable atendiendo a la atenuación del sonido a medida que nos alejamos de la fuente sonora, así como a la ausencia de superficies próximas en las que el sonido pueda generar reflexiones cercanas al receptor.

## ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERIA DE EDIFICACIÓN (EDIFICIO 1C)

Con respeto a las aulas de la ETSIE destinadas a enseñanzas de máster, la curva tonal obtenida tras la medición de ambas salas resulta inapropiada. Ni el tamaño relativamente pequeño de estas salas ( $350 \text{ m}^3 < V < 450 \text{ m}^3$ , casi una tercera parte del volumen de los recintos del aulario antiguo) ni la breve vida del edificio, construido hace apenas una década, hacían pensar que los resultados obtenidos estarían tan alejados de las recomendaciones normativas.

Sin embargo, el estudio in situ de los materiales que conforman la envolvente interior de estas aulas reveló factores imprevistos con respecto al techo de éstas. En este sentido, el techo acústico que aparentemente parece identificarse desde el interior del aula es en realidad un falso techo de escayola desmontable, el cual no presenta tratamiento acústico ninguno, y cuyas microperforaciones únicamente cumplen una función estética, puesto que su profundidad no llega a alcanzar la mitad de la placa de escayola.

De este modo, la pequeña absorción acústica de este tipo de material en comparación con un techo desmontable a base de fibra de vidrio, lana de roca u otro material poroso de similares características, unido a la escasa absorción acústica aportada por los restantes materiales propician que los valores de reverberación obtenidos se sitúen muy por encima de los recomendados. En ambas salas el  $T_{mid}$  y el EDT en frecuencias medias alcanzan valores de 1,5 segundos.

Esta insuficiente absorción acústica se pone también de manifiesto al analizar los resultados obtenidos tanto para el parámetro  $D_{50}$  como para el STI. La definición acústica en el interior de ambos recintos, donde apenas se sobrepasa el valor de 0.40, resulta insuficiente para salas donde la inteligibilidad de la palabra es de gran importancia. En referencia a los valores obtenidos en el parámetro STI, si bien las dimensiones de las aulas propician que el decaimiento de este parámetro a medida que nos alejamos de la fuente sonora no sea excesivamente grande, fenómeno más acusado en las aulas donde la longitud es la dimensión predominante, a pesar de su homogeneidad los valores obtenidos siguen resultando insuficientes.

#### ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

Al igual que en los otros dos grupos de salas analizado, los resultados obtenidos en las aulas de la ETSA muestran un patrón de comportamiento bastante homogéneo. No obstante, si bien el patrón detectado en las salas de la ETSIE no contribuía de manera positiva, en este caso los resultados obtenidos evidencian un buen comportamiento acústico de las aulas. Tal y como se puede observar en los gráficos analizados, a excepción del aula 521 cuyo volumen duplica al resto de aulas, los valores de reverberación oscilan entre los 0.70-0.80 segundos. Si bien estos valores todavía presentan margen de mejora, ha de tenerse en cuenta que éstos proceden de una medición en condiciones de vacío y por tanto, es posible asumir un descenso de reverberación en condiciones de ocupación. En el caso del parámetro EDT los resultados de reverberación obtenidos son todavía menores que en el TR, situación que por otro lado también resulta beneficiosa para la comprensión de la palabra.

Por otro lado, es conveniente remarcar que estos buenos resultados de reverberación son también coherentes con los valores de absorción acústica determinados para el techo de este tipo de aulas.

Atendiendo a los valores de absorción obtenidos en el proceso de cálculo iterativo, el comportamiento acústico de estos techos se asemeja al de una batería de resonadores. Tal y como se puede observar en el apartado 5.2-1 la absorción del techo de las aulas es máxima para la frecuencia de 500Hz, hecho que también se pone de manifiesto al observar las curvas tonales de las aulas, donde en esta misma frecuencia la reverberación presenta los valores más bajos. Conviene reseñar que al igual que ocurría con las aulas de la ETSIE, la superficie del techo ocupa en estas aulas un porcentaje relevante, que oscila entre el 23 y el 31% de la superficie total de absorción.

Con respecto a los resultados obtenidos en el parámetro  $D_{50}$ , los bajos niveles de reverberación de las aulas repercuten de manera positiva en este parámetro. Tal y como se puede comprobar en las gráficas correspondientes, la definición en el interior de estas aulas en la zona de medias frecuencias oscila entre 0.60-0.70, no encontrando descensos muy acentuados en el resto de frecuencias analizadas. Así pues, con respecto a este parámetro el comportamiento acústico de las aulas es más que aceptable, sobre todo si se tiene en cuenta que tal y como se ha descrito anteriormente, se consideran óptimos los valores de Definición superiores a 0.65.

Finalmente con respecto a los valores de STI obtenidos, al igual que en el parámetro anterior, los valores medidos para las aulas en vacío son bastante apropiados para las características de las aulas. A excepción del aula 521, los valores medidos en las distintas zonas de cada aula oscilan entre 0.60-0.70. Así pues, a pesar de que ninguna de estas aulas puede considerarse óptima, una posible mejora de este parámetro en situación de ocupación proporcionaría valores de STI que podrían ser calificados de excelentes. Por lo que respecta al aula 521, a pesar de la gran longitud de esta aula, las diferencias obtenidas en los receptores que se encuentran más alejados entre sí apenas superan el valor de 0.10, pudiendo considerarse también aceptables puesto que ninguno de éstos es inferior a 0.55.

Tal y como se desprende de este análisis, el comportamiento acústico de las aulas en vacío resulta bastante desigual. Así pues, en líneas generales las aulas de la ETSA presentan un mejor comportamiento acústico con respecto a las aulas analizadas en la ETSIE. Sin embargo, con el fin de ampliar la información relativa a estos comportamientos resulta conveniente analizar tanto la variación introducida por el alumnado, como el margen de mejora obtenido en cada una de las salas al variar las condiciones de ocupación.

Los resultados obtenidos en la fase de simulación acústica serán utilizados para analizar los distintos escenarios. Sin embargo, antes de estudiar en profundidad las variaciones generadas al introducir el alumnado en los modelos, se analizarán los resultados obtenidos al simular las aulas en condiciones de vacío. Y es que según se indicó en los objetivos del presente trabajo, generar modelos de simulación capaces de reproducir las condiciones acústicas de la fase de medición también constituía uno de los objetivos del presente trabajo.

### 6.3 ANÁLISIS DEL AJUSTE DE LOS MODELOS SIMULACIÓN EN VACÍO

Comparar los valores de medición y de simulación de las aulas en condiciones de vacío permite obtener información relevante con respecto al nivel de ajuste alcanzado por los modelos de Odeon. No obstante, es necesario remarcar que dichos modelos a su vez, están condicionados por los tipos de materiales asignados en su configuración. En este sentido, el proceso de cálculo iterativo utilizado para determinar la absorción acústica de los techos guarda una importante relación con los resultados y el nivel de ajuste obtenido.

En el caso de las aulas del edificio 1B de la ETSIE, cuyas curvas de absorción de techos se incluyen en el apartado 5.2-1, es posible observar diferencias con respecto a sus coeficientes de absorción. De este modo, aunque las tres superficies tienen comportamientos similares, las diferencias entre ellos son considerables en la zona de bajas frecuencias. Estas diferencias repercuten directamente en la absorción obtenida en el techo promedio, y por lo tanto también lo hacen en los valores obtenidos en las simulaciones. En cualquier caso, a pesar de este tipo de dificultades, la elección de un mismo techo promedio se consideró la opción más conveniente en la simulación de este tipo de aulas, ya que según su naturaleza, dimensiones y forma puede suponerse que el material existente en el techo de éstas es el mismo. Por tanto, utilizar para cada aula los valores obtenidos en el cálculo iterativo hubiera dado como resultado simulaciones más precisas, pero en contrapartida las condiciones reproducidas no hubieran sido fieles a las realmente existentes.

Así pues, al analizar de los datos exportados de Odeon, es posible observar como en las curvas tonales de las aulas JB-2, C-2 y 2, a pesar de reproducirse la misma tendencia que en las curvas obtenidas tras la medición, y que en líneas generales estos valores cumplen con la tolerancia de +/-10% del valor medido, todavía se detectan desajustes puntuales en determinadas frecuencias.

Tal y como puede observarse en los gráficos correspondientes, los valores de simulación del TR en el aula JB-2 resultan excesivamente bajos en la zona de altas frecuencias, mientras que en el aula C-2 este mismo fenómeno se produce en la zona de bajas frecuencias. Igualmente estos mismos desajustes son reproducidos de manera similar para el parámetro EDT.

Por lo que respecta a la Definición, los modelos de simulación evidencian tendencias similares a las obtenidas en la fase de medición, aunque conviene remarcar que para la zona de medias y altas frecuencias los valores simulados son sensiblemente inferiores a los medidos. Finalmente en el parámetro STI, es posible encontrar una gran semejanza entre ambas series de valores, a pesar de que en los receptores más próximos a la fuente sonora se detecta un grado de variación mayor.

Este mismo análisis aplicado a las aulas master de la ETSIE proporciona resultados de similares características. No obstante, un mayor grado de precisión en los coeficientes de absorción del techo, también propicia que el ajuste alcanzado para estas salas en los cuatros parámetros estudiados sea todavía mayor.

Por último, respecto a los modelos de simulación obtenidos para las aulas ETSA, si bien en éstos también se ha empleado un techo promedio, tal y como se observa en los gráficos del apartado 5-2-1, a pesar de las diferencias de absorción obtenidas en los techos de las aulas 403, 404 y 501, a excepción de la frecuencia de 1000Hz, el comportamiento acústico obtenido para el techo de estas tres aulas es el mismo. Esta menor disparidad repercute positivamente en los modelos de Odeon, puesto que en líneas generales el comportamiento simulado de las aulas reproduce el obtenido en la fase de medición.

Al igual que en los otros dos grupos de aulas, tras analizar individualmente cada uno de los parámetros estudiados, se detecta un alto grado de correlación entre el TR obtenido en las simulaciones y el procedente de las mediciones. A excepción del aula 501, en la que el TR proporcionado por Odeon para la zona de altas frecuencias es excesivamente bajo, el comportamiento simulado en el resto de salas está dentro de los límites establecidos.

Con respecto al parámetro STI, la coincidencia entre ambas series de valores es significativa; y en términos de Definición si bien los valores obtenidos no presentan gran disparidad, al contrario que en las aulas ETSIE, los valores de  $D_{50}$  proporcionados por Odeon tienden a situarse por encima con respecto a los obtenidos en la fase de medición.

Así pues, a pesar de todas estas singularidades y teniendo en cuenta la enorme complejidad que supone llegar a reproducir con exactitud las condiciones acústicas de un aula; se considera que los modelos de simulación empleados reproducen aceptablemente las condiciones existentes. Por este motivo, corresponderá seguidamente analizar con mayor profundidad las variaciones generadas en estos mismos modelos, al introducir el alumnado para las que estas aulas fueron proyectadas.

#### 6-4 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SIMULADO DE LAS AULAS SEGÚN SUS CONDICIONES DE OCUPACIÓN

En este apartado se analizan los resultados obtenidos tras variar en los modelos de simulación los coeficientes de absorción y difusión de la superficie de alumnado. Según se ha descrito en el apartado 6-2 el comportamiento acústico de las aulas estudiadas no puede considerarse homogéneo, distinguiéndose de hecho diferentes patrones en función del grupo de salas analizado. Así pues, siguiendo con las pautas de los apartados anteriores por un lado se analizan los resultados obtenidos en las aulas de la ETSIE, distinguiendo entre los dos tipos de aularios estudiados y por otro, se analizan las aulas pertenecientes a la ETSA. Junto a este análisis acústico de los valores de simulación, el Factor de Mérito Global (FMG) obtenido en cada aula contribuirá todavía más a definir el comportamiento acústico de cada aula.

Finalmente, resulta adecuado remarcar que inicialmente se estudiará la variación experimentada al pasar de una condición de vacío a una de total ocupación. En consecuencia, las variaciones producidas en situación de semioocupación, en las que sólo está presente el 50% del alumnado serán analizadas posteriormente.

##### ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN (EDIFICIO 1B)

En primer lugar, iniciando el análisis por las aulas del antiguo aulario de la ETSIE, conviene reseñar que los resultados obtenidos para las aulas en vacío revelan una carencia de absorción en el interior de éstas, y sobre todo en la zona del techo, la cual debido a su naturaleza porosa y a sus dimensiones, supuestamente proporcionaría una importante absorción acústica en la zona de altas frecuencias. Según lo descrito anteriormente, las mediciones efectuadas han demostrado una situación totalmente diferente. De este modo, al analizar la contribución del alumnado en términos de absorción acústica, se observa como ésta resulta decisiva, produciendo además cambios significativos en los parámetros acústicos de las aulas.

Los gráficos obtenidos de la simulación de dichos recintos en condiciones de máxima ocupación ponen de manifiesto un descenso acusado de su curva tonal. Tal y como puede observarse, mientras que la reverberación en la zona de bajas frecuencias experimenta una leve disminución, en las frecuencias de 1000Hz, 2000Hz y 4000Hz los valores asociados a los parámetros TR y EDT son del orden de un 30-40% más bajos, en comparación con los obtenidos al simular estas mismas aulas en condiciones de vacío. Al igual que ocurría con las aulas desocupadas, pero en este caso obteniéndose el resultados contrario, este relevante descenso de reverberación repercute positivamente tanto en el parámetro  $D_{50}$  como en el STI del aula.

Con respecto a la Definición, estas aulas presentan una importante mejora y al igual que ocurría con los parámetros asociados a la reverberación, la mejora no es relevante para la zona de bajas frecuencias, sin embargo a partir de 1000Hz los valores de  $D_{50}$  se sitúan por encima de 0.65, alcanzándose así óptimos valores para este parámetro.

Por último, con respecto a la evolución experimentada por el STI, al igual que en los otros parámetros se produce un aumento en los valores simulados. La introducción del alumnado en los modelos de simulación repercute en un incremento aproximado de un 25-35% con respecto a los valores simulados anteriormente; No obstante, en este caso la sola presencia del alumnado no es garantía suficiente de mejora, puesto que si bien en los receptores situados en las zonas próximas a la fuente sonora se obtienen valores superiores a 0.70, las zonas más alejadas de la fuente sonora siguen presentando un nivel de STI mejorable.

Este buen comportamiento acústico queda reflejado en el FMG obtenido en cada una de estas aulas. Atendiendo a los valores obtenidos en situación de ocupación, incluidos en las tablas del apartado 5.3-2, las tres aulas presentan un FMG superior a 0.90 y en ningún de los factores de mérito obtenidos para los cuatro parámetros estudiados se han obtenido valores inferiores a 0.80.

#### ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN (EDIFICIO 1C)

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la medición de estas dos aulas en vacío, en las que la elevada reverberación y las deficiencias del techo de las aulas revelaban la necesidad de incorporar absorción acústica, los resultados obtenidos en los modelos de Odeon resultan coherentes.

En este sentido, tras la fase de simulación se evidencia un escenario similar al identificado en el otro grupo de aulas de la ETSIE, sin embargo a nivel de reverberación los cambios en ambas aulas son todavía más relevantes. Conviene tener presente que la absorción acústica del techo de estas aulas es todavía menor que en el anterior grupo. Así pues, en términos de reverberación el descenso detectado en la curva tonal es muy acusado. Tanto para el parámetro TR como para el EDT, en las frecuencias de 1000Hz, 2000Hz y 4000Hz los valores obtenidos presentan una reducción que oscila entre un 40-50% , con respecto al valor que se obtuvo al simular estas mismas aulas en condiciones de vacío.

Con respecto al parámetro  $D_{50}$ , al igual que ocurre en el anterior grupo de aulas de la ETSIE, pese a que en la zona de bajas frecuencias los valores de Definición no superan el valor de 0.50, en la zona de frecuencias medias, determinante para la expresión hablada, los valores de simulación obtenidos resultan aceptables; alcanzándose a

partir de la frecuencia de 1000Hz valores mayores a 0.65, considerados como óptimos para este parámetro.

Por último, con respecto a la evolución experimentada por el STI, una vez más la presencia del alumnado propicia una importante grado de mejora, no obstante se ha de tener presente que si bien un valor de 0.70 resulta satisfactorio, éste tan solo se alcanza en las filas más próximas a la fuente sonora. De este modo, en la parte trasera del aula aunque los valores obtenidos experimentan un incremento de entre un 25-35% con respecto a los valores simulados en vacío, la zona posterior de las aulas es también la que menor distancia guarda con el entorno exterior; Así pues, asumiendo que el excesivo ruido de fondo del interior de estas aulas (NC-40 / NR-40) está relacionado con el tránsito de vehículos que circulan cerca de éstas, los receptores más alejados de la fuente sonora y por tanto más próximos a las zonas de tránsito de vehículos, requerirían mayores niveles de STI. Tal y como se ha descrito en el apartado 3.2-3, cuando la diferencia entre el nivel del habla y el nivel de ruido existente es inferior a 15dBA, la pérdida de inteligibilidad de la palabra dentro de un aula resulta inevitable.

Sin embargo, aun teniendo presente esta situación, la mejora aportada por el alumnado en estas dos aulas se ve reflejada en el FMG de cada una de ellas. Atendiendo a los valores obtenidos en situación de ocupación, incluidos en las tablas del apartado 5.3-2, el aula máster de tecnología y sobre todo el aula máster de gestión cumplen unas condiciones acústicas apropiadas para el ámbito docente. El FMG de ambas es superior a 0.80 y en ninguno de los factores de mérito obtenidos para los parámetros estudiados se ha obtenido un valor inferior a 0.75.

### ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

Los valores obtenidos en la simulación de las aulas ETSA en condiciones de ocupación, al igual que ocurre en los otros grupos de salas analizados, están condicionados por los resultados obtenidos previamente en situación de vacío. En el caso de las aulas ETSIE las carencias de absorción propiciaban variaciones muy acusadas al introducir al alumnado en los modelos de Odeon; Sin embargo, resulta conveniente remarcar que en el caso de las aulas ETSA el punto de partida es totalmente dispar.

Tal y como se ha descrito en el análisis acústico de las salas en vacío, el comportamiento acústico de las aulas de la ETSA es mucho mejor que el encontrado en los otros dos grupos de espacios docentes. Así pues, corresponde ahora analizar el grado de variación introducida por el alumnado en unos modelos de simulación, cuyo comportamiento acústico, podría considerarse aceptable previamente a tener en cuenta su presencia.

En este sentido, si bien la curva tonal de un recinto muestra el valor promedio de reverberación para cada una de las frecuencias analizadas, es necesario tener en cuenta que los valores de dicha curva experimentarán un grado de variación, tanto por exceso como por defecto. En este caso, en aulas como la 404 o la 515 los valores de  $T_{mid}$  obtenidos en condiciones de ocupación y en receptores situados en la zona posterior del aula son inferiores a 0.50 segundos (Véase anejos de cálculo) pudiendo en este caso ser excesivamente bajos para garantizar óptimos niveles de inteligibilidad, y más si atendemos a los niveles de ruido de fondo obtenidos. No obstante, este análisis no resulta aplicable a aulas de gran tamaño como es el caso del aula 521 ( $1521m^3$ ) Atendiendo a la curva tonal obtenida con Odeon y a un valor de 0.95s para el  $T_{mid}$ , la presencia del alumnado repercute de manera positiva en las condiciones acústicas del aula.

La semejanza de comportamientos entre el TR y el parámetro EDT se pone de manifiesto una vez más en los gráficos obtenidos. Así pues, pese a que en líneas generales los valores de EDT para este tipo de aulas también son bajos; un descenso todavía mayor que el obtenido en los TR en cada una de éstas, advierte del buen comportamiento acústico de estas salas con respecto al parámetro EDT.

Con respecto al parámetro  $D_{50}$ , al igual que ocurre en el resto de aulas estudiadas, pese a que el incremento de la Definición es poco relevante, en la zona de frecuencias medias los valores de simulación obtenidos son más que aceptables; alcanzándose a partir de la frecuencia de 1000Hz valores mayores a 0.65, y por tanto óptimos para este parámetro. Incluso en el aula 521, que por sus mayores dimensiones puede resultar más complicada, los valores de  $D_{50}$  se sitúan por encima de 0.65 para todo el rango de frecuencias analizado a partir de 250 Hz.

Por último, con respecto a la evolución experimentada por el STI, al igual que en los otros parámetros también se produce un aumento en los valores de Odeon. Tras la simulación de las aulas en estado de ocupación es posible verificar cómo los valores obtenidos son mayores que en las simulaciones en vacío. En este caso, el incremento experimentado en los modelos de simulación no varía tanto como en los otros grupos analizados, de manera que los valores obtenidos aumentan un 10% con respecto a los simulados en vacío. En cualquier caso, con respecto al parámetro STI el comportamiento de estas aulas puede considerarse muy satisfactorio.

Este buen comportamiento acústico queda reflejado a su vez en el FMG obtenido en cada una de estas aulas. Atendiendo a los valores obtenidos en situación de ocupación, incluidos en las tablas del apartado 5-3-2, a pesar de que ningún aula alcanza el valor máximo en los cuatro parámetros, en ningún caso se han obtenido valores inferiores a 0.70 y con respecto al FMG el valor más bajo obtenido es de 0.87.

Así pues, tras analizar los modelos de simulación de cada grupo de aulas, se constata que el efecto producido por el alumnado, en la línea de lo expuesto en el apartado 3-3-1 no tiene la misma incidencia en cada una éstas. Sin embargo, en líneas generales y a pesar de los distintos grados de mejora, sí es posible afirmar que el comportamiento acústico de las aulas en condiciones de ocupación mejora en todas las salas estudiadas.

Seguidamente, analizaremos los resultados obtenidos en situación de semiocupación con el fin de comprobar si también es posible identificar esta tendencia al introducir el 50% del alumnado.

## 6-5 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SIMULADO DE LAS AULAS EN CONDICIONES DE SEMIOCCUPACIÓN

El análisis de las aulas del presente trabajo en condiciones de ocupación ha permitido evaluar hasta qué punto la presencia del alumnado es determinante en su comportamiento acústico. Tal y como se desprende de los resultados obtenidos, la incidencia del público resulta significativa sobre todo cuando éste contribuye a suplir las carencias de absorción de la propia aula. Este es el caso de las aulas estudiadas en la ETSIE, donde como se ha descrito la ocupación mejora en líneas generales todos los parámetros acústicos tratados. En este sentido, los resultados de simulación obtenidos en situación de semioocupación muestran como la incidencia del alumnado continua resultando beneficiosa, no obstante también es posible observar el grado de limitación de estas mejoras.

A tenor de los resultados obtenidos en las aulas del edificio 1B de la ETSIE, aunque los beneficios asociados a una ocupación del 50% no son tan significativos, el comportamiento acústico de estas salas sigue resultando aceptable. En términos de reverberación, las diferencias encontradas tanto en el TR como en el EDT no son muy acusadas; y con respecto a la Definición, a pesar de que este parámetro es el que resulta más perjudicado los valores alcanzados se sitúan próximos al valor de referencia de 0.65 para el parámetro  $D_{50}$ . Finalmente en referencia al STI del aula, si bien las diferencias encontradas para el valor promedio de cada aula son bajas, oscilando en torno a un 5-10%, los receptores situados en la parte central y el cerramiento posterior del aula, presentan valores excesivamente bajos para poder garantizar unas óptimas condiciones acústicas.

Sin embargo, en las aulas destinadas a las enseñanzas de máster del edificio 1C los resultados obtenidos no son tan satisfactorios. Según se ha comentado anteriormente, la importante contribución absorbente del alumnado contrarresta las carencias de absorción acústica, pero en el caso de contar sólo con un 50% de alumnado las condiciones acústicas no experimentan el grado de mejora requerido. Tanto los parámetros EDT como el TR resultan excesivos en ambas salas. Este aumento de reverberación repercute una vez más en la Definición y el STI del aula, de manera que los valores obtenidos son insuficientes para poder garantizar la buena inteligibilidad de la palabra en toda la sala.

Respecto a los resultados obtenidos en las aulas de la ETSA, en primer lugar debido a su mayor volumen convendrá diferenciar los resultados obtenidos en el aula 521 del resto de salas. Así pues, estos resultados pueden equipararse a los obtenidos en las del edificio 1B de la ETSIE. En este sentido, aunque los beneficios asociados a una ocupación del 50% no son tan significativos en comparación con una ocupación total, el comportamiento acústico sigue resultando aceptable.

En términos de reverberación, pese al aumento experimentado, las diferencias encontradas tanto en el TR como en el EDT pueden considerarse aceptables para un aula de grandes dimensiones.

Los valores de Definición obtenidos siguen estando por encima del valor de referencia de 0.65 para el parámetro  $D_{50}$ ; y con respecto al STI del aula, a pesar de que resultaría deseable obtener valores más altos en las zonas alejadas de la parte central del aula, se ha de tener en cuenta que por su tipología y configuración, esta aula se utiliza para la docencia en grupos reducidos, en los que la distancia entre el orador y el alumno es bastante corta, de modo que atendiendo a estas características los valores obtenidos sí resultan aceptables.

Por otro lado, en condiciones de semiocupación los valores obtenidos en las aulas 403,404 y 501 presentan un grado de variación que merece ser explicado con mayor detalle. En este sentido, si bien los niveles de reverberación son más elevados en todas las frecuencias estudiadas, el FM asociado tanto al EDT como al TR es superior al obtenido en condiciones de ocupación. Esta mejoría resulta coherente si se tiene en cuenta que posiblemente la ocupación total introduce en el aula una excesiva cantidad de absorción, la cual a pesar de no ser enormemente perjudicial sí impide alcanzar los valores óptimos para cada uno de estos recintos. En contrapartida, con respecto a la Definición y el STI los valores obtenidos son inferiores a los obtenidos con el aula ocupada, de modo que el FM asociado a estos dos parámetros pese a que no varía en exceso, sí es inferior al obtenido en condiciones de ocupación. En cualquier caso, atendiendo al FMG obtenido en cada una de estas aulas, la mejora introducida en términos de reverberación tiene una mayor repercusión acústica, puesto que el FMG obtenido en condiciones de semiocupación es ligeramente superior al obtenido con un 100% del alumnado.

Con respecto al aula 515, los valores obtenidos en condiciones de semiocupación no repercuten en una mejora de las condiciones acústicas. Así pues, tanto a nivel de reverberación como en los parámetros STI y  $D_{50}$ , los valores obtenidos no son mejores que en situación de ocupación, y en consecuencia aunque las diferencias obtenidas no son significativas el FMG del aula es sensiblemente inferior.

Por último y antes de dar por finalizado este apartado, resulta necesario remarcar que a pesar los resultados obtenidos en condiciones de semiocupación, la simulación de aulas con una ocupación del 100% del alumnado tiene un grado de homogeneidad elevado.

Sin embargo, una ocupación del 50% puede obtenerse con múltiples combinaciones, puesto que los ocupantes del aula pueden agruparse en una parte concreta del aula, o bien distribuirse aleatoriamente en distintas zonas de ésta. Esta situación introduce un grado de variabilidad que no puede ser reproducido con Odeon, ya que en los modelos utilizados la semioocupación se ha simulado al dotar a la superficie de alumnado de una absorción procedente de dos materiales distintos; la del mobiliario del aula presente en un 50% de la superficie total, y la del alumnado destinado a utilizarlo que ocupa el 50% restante de dicha superficie.

## 6·6 PROPUESTA DE UN FACTOR DE MÉRITO EXPERIMENTAL EN CONDICIONES DE VACÍO

Tras el análisis de resultados llevado a cabo, este último apartado aborda las variaciones experimentadas por cada uno de los parámetros acústicos estudiados, en función de la situación de vacío u ocupación del aula.

Dichas variaciones se han recogido en las tablas y gráficos del apartado 6·6-1; y han sido utilizadas para la definición de un  $FM_{\text{Experimental}}$ , el cual permite relacionar las mediciones del aula en vacío con su comportamiento en condiciones de ocupación.

Finalmente el apartado 6·6-2 presenta los Factores de Mérito Global Experimental ( $*FMG_{\text{Experimental}}$ ) obtenidos al aplicar el  $*FM_{\text{Experimental}}$  asociado a cada uno de los parámetros estudiados. Con el fin de poder analizar el grado de precisión obtenido, estos resultados se han comparado con los obtenidos en la simulación acústica de las aulas ocupadas.

### 6-6-1 VARIACIÓN DEL FMG EN CONDICIONES DE VACÍO – OCUPACIÓN

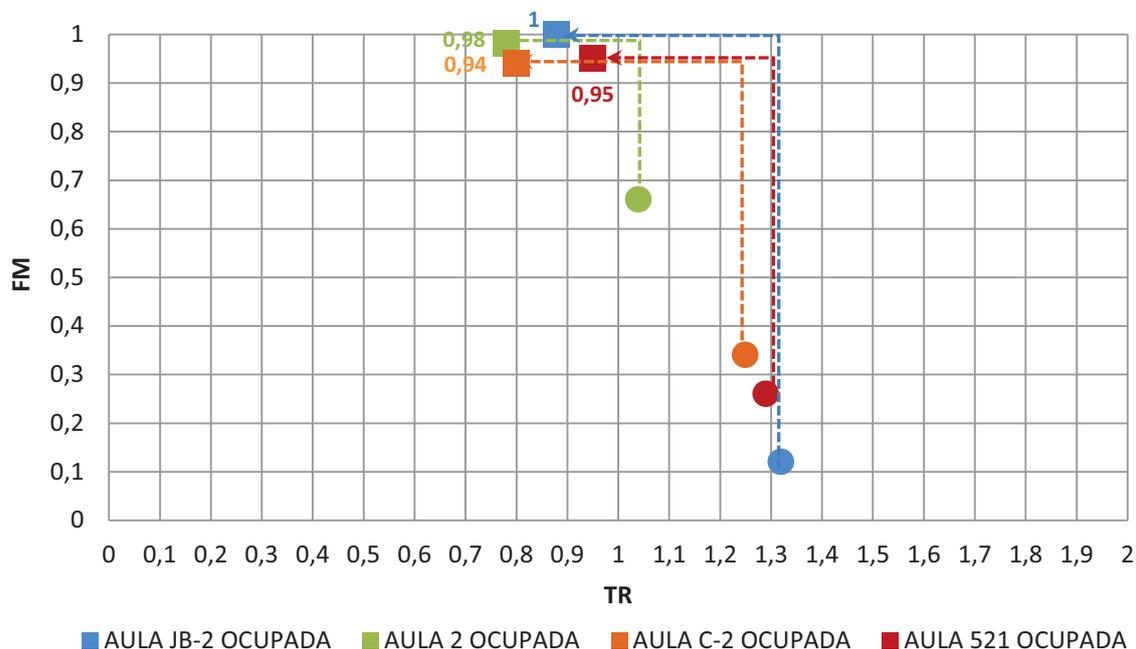
A continuación se proponen una serie de nuevas funciones con las que calcular un nuevo Factor de Mérito Global del aula ( $*FMG_{\text{Experimental}}$ ) Este nuevo factor, se ha obtenido tras estudiar la relación existente entre los resultados acústicos del aula en condiciones de vacío y de ocupación.

Conviene remarcar que tras las diferencias detectadas a nivel de reverberación, en función de que el aula estudiada sea de medio o gran tamaño, se ha optado por estudiar el comportamiento de estas aulas en dos grupos diferenciados. En este sentido, las funciones propuestas para calcular el  $*FM_{\text{Experimental}}$  asociado tanto al TR como al EDT estarán condicionadas a que el aula tenga un volumen inferior a  $500 \text{ m}^3$ ; o sea de mayores dimensiones, de modo que su volumen oscile entre los  $500 - 1500 \text{ m}^3$ .

Con respecto a los parámetros  $D_{50}$  y STI, aunque a las funciones propuestas para calcular el  $*FM_{\text{Experimental}}$  no se les ha aplicado esta diferenciación, con el fin de utilizar el mismo criterio, para ambos parámetros las propuestas también se presentan de forma separada

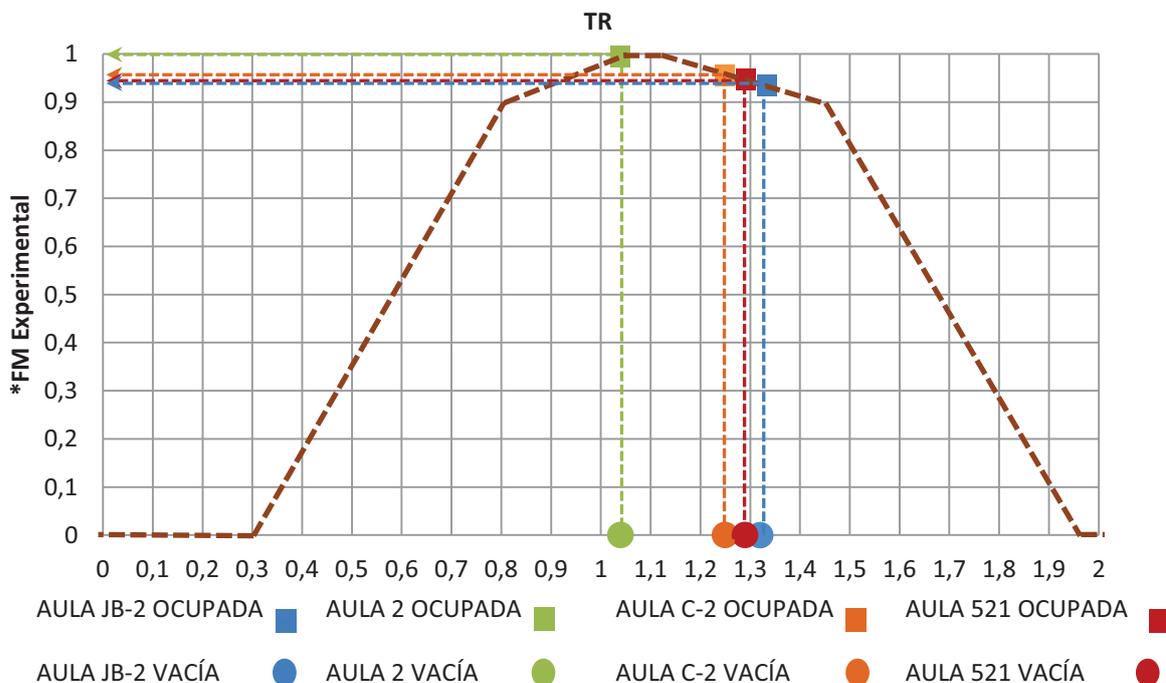
**FACTOR DE MÉRITO EXPERIMENTAL ASOCIADO AL TIEMPO DE REVERBERACIÓN**

La Figura 92 recoge las variaciones experimentadas por el FM asociado al parámetro TR en función de la ocupación del aula (En vacío: Marcador ● / Ocupada: Marcador ■)



**Figura 92: Correlación FM Aula vacía - FM Aula llena asociada al parámetro TR**

La Figura 93 recoge los valores del \*FM<sub>Experimental</sub>, asociado al parámetro TR del aula ocupada y obtenido al introducir el valor del TR procedente de la medición en vacío.



**Figura 93: \*FM Experimental asociado al TR (500m³ < Volumen Aula < 1500m³)**

Tomando como punto de partida las consideraciones de Arau para determinar el FM del TR; la relación existente entre los resultados obtenidos en vacío y al simular el aula ocupada y teniendo en cuenta que la medición acústica se realizará con el aula desocupada; para aulas de gran tamaño se proponen las siguientes consideraciones:

A aquellos TR inferiores a 0,30 segundos o superiores a 1,95 segundos se les asociará un FM de 0. En ambos casos, tanto la insuficiente como la excesiva cantidad reverberación propiciarían unas condiciones acústicas desaconsejables para un entorno docente.

Atendiendo a las consideraciones de Arau, los TR considerados óptimos para estas aulas de gran volumen oscilarán entre 0,70-1,12 segundos. Teniendo en cuenta este óptimo intervalo en términos de reverberación, a valores de TR comprendidos entre los 1,05 – 1,10 segundos se les asociará un FM de 1.

A aquellos valores de TR más elevados, pero que no excedan de 1,45 segundos se les asociará un FM variable entre 0.90 y 1. Igualmente a aquellos valores de TR inferiores, pero que no se sitúen por debajo de los 0,80 segundos se les asociará un FM variable entre 0.90 y 1. En ambos casos se ha considerado la relevante influencia del alumnado en un aula de grandes dimensiones. No obstante, también se ha tenido en cuenta que cuanto menores son los valores de reverberación obtenidos, menor es el descenso de reverberación en el aula.

Finalmente, a aquellos valores de reverberación que exceden de 1,45 segundos se les asociará un FM variable entre 0.90 y 0. Igualmente, pero asumiendo un exceso de absorción en el aula, a aquellos valores de reverberación inferiores a 0,80 segundos se les asociará un FM variable entre 0.90 y 0.

Así pues atendiendo a estos criterios, el  $*FM_{\text{Experimental}}$  asociado al TR para aulas de gran tamaño ( $500 \text{ m}^3 < V < 1500 \text{ m}^3$ ) se calculará en base a los siguientes intervalos:

0	Para $T_{\text{mid}} \leq 0,30$	} <b>*FM Experimental (TR)</b>
$(1,80 \cdot T_{\text{mid}}) - 0,54$	Para $0,30 < T_{\text{mid}} \leq 0,80$	
$(0,40 \cdot T_{\text{mid}}) + 0,58$	Para $0,80 < T_{\text{mid}} \leq 1,05$	
1	Para $1,05 < T_{\text{mid}} \leq 1,10$	
$(-0,285 T_{\text{mid}}) + 1,314$	Para $1,10 < T_{\text{mid}} \leq 1,45$	
$(-1,80 T_{\text{mid}}) + 3,51$	Para $1,45 < T_{\text{mid}} \leq 1,95$	
0	Para $T_{\text{mid}} > 1,95$	

Todas estas consideraciones han sido aplicadas para elaborar el gráfico de la figura 93, utilizado a su vez para representar gráficamente los valores experimentales obtenidos a partir de los valores de reverberación medidos en vacío.

Tal y como puede verse en la tabla adjunta, los valores del FM asociado al parámetro TR procedentes de los modelos de simulación y los obtenidos tras aplicar los criterios de \*FM<sub>Experimental</sub> presentan un elevado nivel de correlación.

	TR AULA VACIA	FM AULA LLENA (SIMULACIÓN)	*FM <sub>Experimental</sub> AULA LLENA (SIN SIMULACIÓN)
<b>AULA JB-2</b>	1,32	1	<b>0.94</b>
<b>AULA 2</b>	1,04	0,98	<b>1</b>
<b>AULA C-2</b>	1,25	0,94	<b>0.96</b>
<b>AULA 521</b>	1,29	0,95	<b>0.95</b>

**Tabla 50: Valores de FM obtenidos utilizando modelos de simulación y el \*FM<sub>Experimental</sub>**

La Figura 94 recoge las variaciones experimentadas por el FM asociado al parámetro TR en función de la ocupación del aula (En vacío: Marcador ● / Ocupada: Marcador ■)

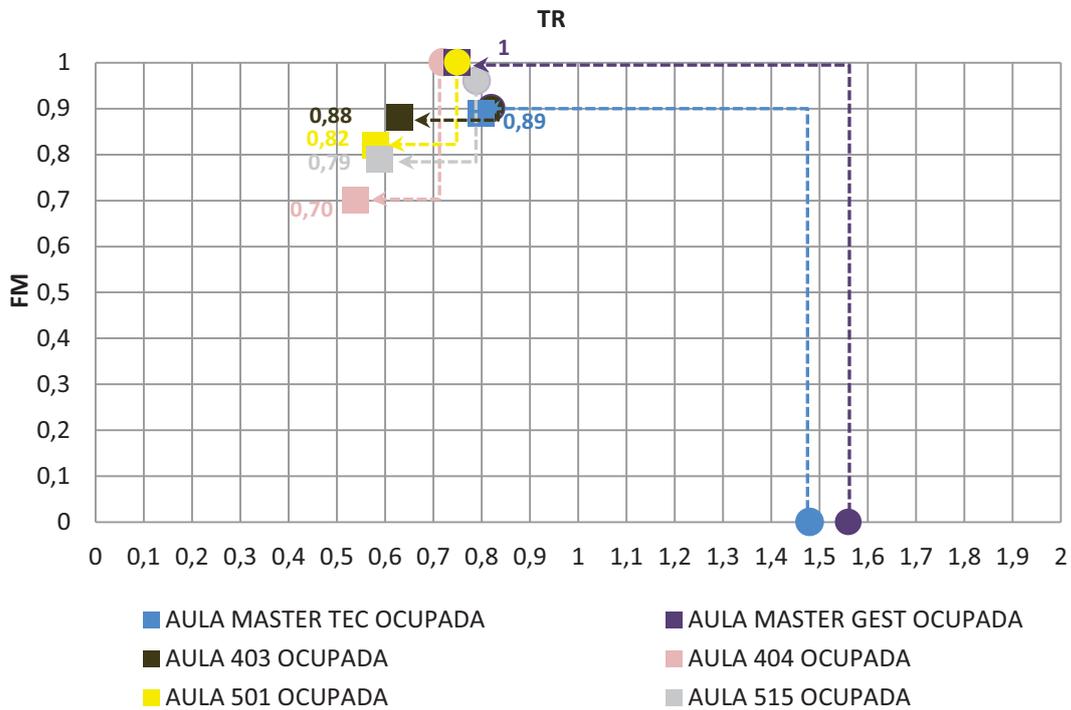


Figura 94: Correlación FM Aula vacía - FM Aula llena asociada al parámetro TR

La Figura 95 recoge los valores del \*FM<sub>Exp</sub>, asociado al parámetro TR del aula ocupada y obtenido al introducir el valor del TR procedente de la medición en vacío.

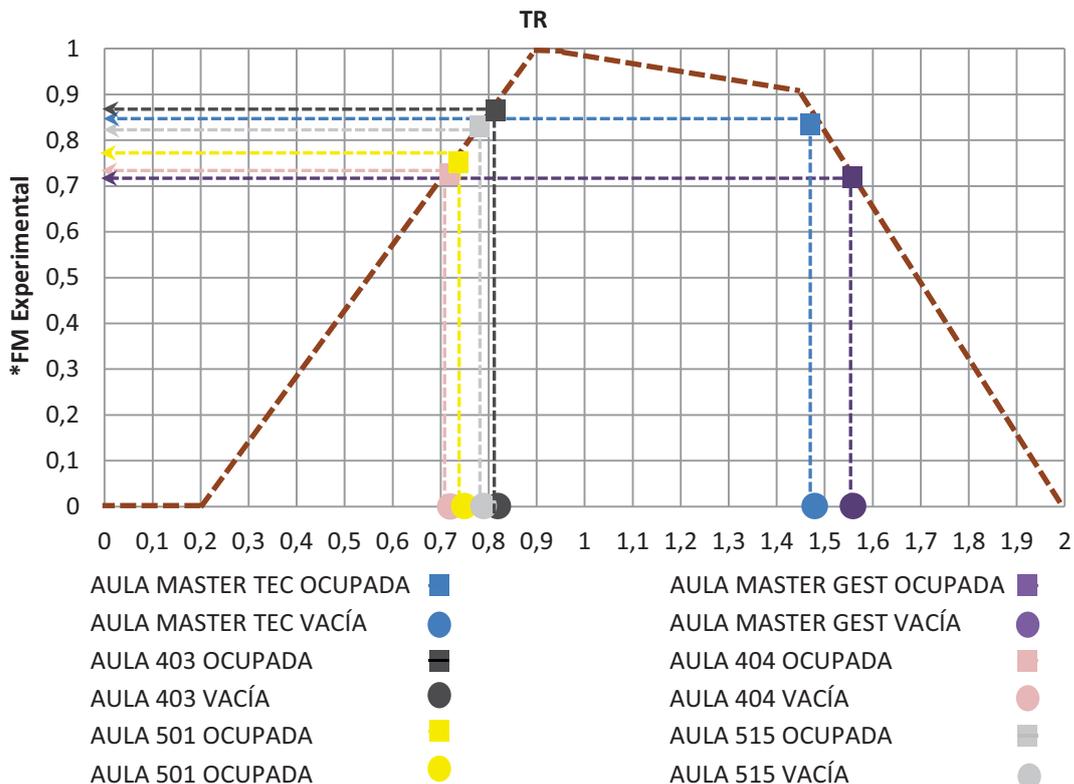


Figura 95: \*FM Experimental asociado al TR (Volumen Aula <500m³)

Al igual que en el caso de aulas de gran tamaño; atendiendo a la relación existente entre los resultados obtenidos en vacío y al simular el aula ocupada y teniendo en cuenta que la medición acústica se realizará con el aula desocupada; para aulas de tamaño medio se proponen las siguientes consideraciones:

A aquellos TR inferiores a 0,20 segundos o superiores a 2 segundos se les asociará un FM de 0. En ambos casos, tanto la insuficiente como la excesiva cantidad reverberación propiciarían unas condiciones acústicas desaconsejables en un entorno docente.

Atendiendo a las consideraciones de Arau, los TR considerados óptimos para aulas de tamaño medio como las estudiadas en este trabajo oscilarán entre 0,60-0,95 segundos. Teniendo en cuenta este óptimo intervalo, a valores de TR comprendidos entre los 0,90 – 0,95 segundos se les asociará un FM de 1.

A aquellos valores de TR más elevados, pero que no excedan de 1,45 segundos se les asociará un FM variable entre 0.90 y 1. En este caso, se ha considerado la gran influencia del alumnado en términos de reverberación, para aulas de tamaño medio que no presentan grandes cantidades de absorción.

Sin embargo, a aquellos valores de TR inferiores a 0.90 se les asociará un FM variable entre 0.90 y 0. En este caso, una vez más se ha tenido en cuenta que para valores de reverberación excesivamente bajos en condiciones de vacío, las variaciones introducidas por el alumnado en la curva tonal de un aula no son tan significativas en comparación con aulas dotadas de baja absorción.

Finalmente, a aquellos valores de reverberación que exceden de 1,45 segundos se les asociará un FM variable entre 0.90 y 0.

Así pues atendiendo a estos criterios, el \*FM<sub>Experimental</sub> asociado al TR para aulas de tamaño medio (Volumen Aula < 500m<sup>3</sup>) se calculará en base a los siguientes intervalos

0	Para $T_{mid} \leq 0,20$	} *FM Experimental (TR)
$(T_{mid} / 0,70) - 0,285$	Para $0,20 < T_{mid} \leq 0,90$	
1	Para $0,90 < T_{mid} \leq 0,95$	
$(-0,20 \cdot T_{mid}) + 1,19$	Para $0,95 < T_{mid} \leq 1,45$	
$(-1,36 T_{mid}) + 3,272$	Para $1,45 < T_{mid} \leq 2$	
0	Para $T_{mid} > 2$	

Todas estas consideraciones han sido aplicadas para elaborar el gráfico de la Figura 95, utilizado a su vez para representar gráficamente los valores experimentales obtenidos a partir de los valores de reverberación medidos en vacío.

Tal y como puede verse en la tabla adjunta, los valores del FM asociado al parámetro TR procedentes de los modelos de simulación y los obtenidos tras aplicar los criterios de \*FM<sub>Experimental</sub> presentan un elevado nivel de correlación.

	TR AULA VACIA	FM AULA LLENA (SIMULACIÓN)	*FM <sub>Experimental</sub> AULA LLENA (SIN SIMULACIÓN)
AULA MASTER TECNOLOGÍA	1,48	0,89	0,85
AULA 403	0,82	0,88	0,89
AULA 501	0,75	0,82	0,79
AULA 404	0,72	0,70	0,74
AULA MASTER GESTIÓN	1,56	1	0,72
AULA 515	0,79	0,79	0,84

Tabla 51: Valores de FM obtenidos utilizando modelos de simulación y el \*FM<sub>Experimental</sub>

**FACTOR DE MÉRITO EXPERIMENTAL ASOCIADO AL EDT**

La Figura 96 recoge las variaciones experimentadas por el FM asociado al parámetro EDT en función de la ocupación del aula (En vacío: Marcador ●/ Ocupada: Marcador ■)

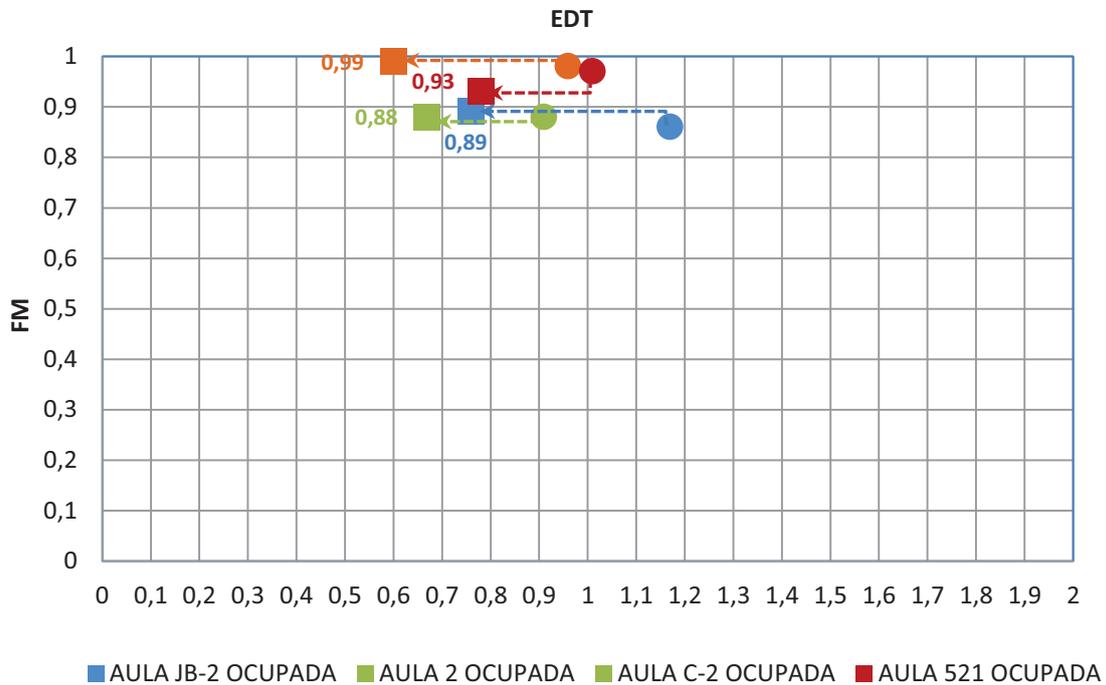


Figura 96: Correlación FM Aula vacía - FM Aula Ilena asociada al parámetro EDT

La Figura 97 recoge los valores del \*FM<sub>Exp</sub>, asociado al parámetro EDT del aula ocupada y obtenido al introducir el valor de EDT procedente de la medición en vacío.

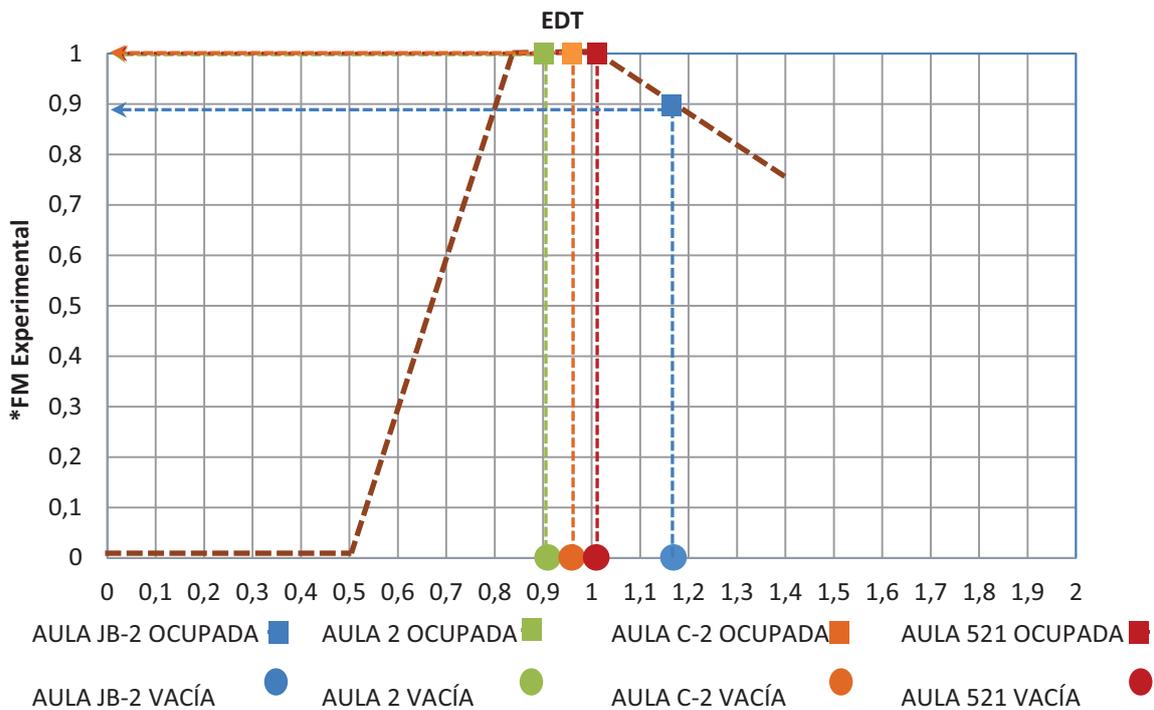


Figura 97: \*FM Experimental asociado al EDT (500m<sup>3</sup> < Volumen Aula < 1500m<sup>3</sup>)

Tomando como punto de partida las consideraciones de Arau para determinar el FM del EDT; la relación existente entre los resultados obtenidos en vacío y al simular el aula ocupada y teniendo en cuenta que la medición acústica se realizará con el aula desocupada; para aulas de gran tamaño se proponen las siguientes consideraciones:

A aquellos valores de EDT inferiores a 0,50 segundos o superiores a 1,40 segundos se les asociará un FM de 0. En ambos casos, tanto la insuficiente como la excesiva cantidad reverberación propiciarían unas condiciones acústicas desaconsejables para un entorno docente.

A valores de EDT comprendidos entre los 0,85 – 1 segundo se les asociará un FM de 1. Atendiendo a las consideraciones de Arau, los valores de EDT considerados óptimos oscilarán entre  $0,65 \cdot T_{mid}$  –  $0,75 \cdot T_{mid}$ .

A aquellos valores de EDT superiores a 1 segundo pero que no excedan de 1,45 segundos se les asociará un FM variable entre 0.75 y 1. Igualmente a aquellos valores de EDT inferiores a 0,85 segundos pero no inferiores a 0,50 segundos se les asociará un FM variable entre 1 y 0. Con respecto a este parámetro, en ambos casos se ha considerado la relevante influencia del alumnado en un aula de grandes dimensiones. No obstante, también se ha tenido en cuenta que cuanto menores son los valores de EDT obtenidos, menor será el descenso de reverberación en el aula.

Así pues atendiendo a estos criterios, el  $*FM_{Experimental}$  asociado al EDT para aulas de gran tamaño ( $500m^3 < V < 1500m^3$ ) se calculará en base a los siguientes intervalos:

0	Para $EDT \leq 0,50$	} <b>*FM Experimental (EDT)</b>
$(T_{mid} / 0,35) - 1,428$	Para $0,50 < EDT \leq 0,85$	
1	Para $0,85 < EDT \leq 1$	
$(T_{mid} \cdot 0,625) + 1,625$	Para $1 < EDT \leq 1,40$	
0	Para $EDT > 1,40$	

Todas estas consideraciones han sido aplicadas para elaborar el gráfico de la Figura 97, utilizado a su vez para representar gráficamente los valores experimentales obtenidos a partir de los valores de EDT medidos en vacío.

Tal y como puede verse en la tabla adjunta, los valores del FM asociado al parámetro EDT procedentes de los modelos de simulación y los obtenidos tras aplicar los criterios de \*FM<sub>Experimental</sub> presentan un elevado nivel de correlación.

	EDT AULA VACIA	FM AULA LLENA (SIMULACIÓN)	*FM <sub>Experimental</sub> AULA LLENA (SIN SIMULACIÓN)
AULA JB-2	1,17	0,89	0,89
AULA 2	0,91	0,88	1
AULA C-2	0,96	0,99	1
AULA 521	1,01	0,93	0,99

Tabla 52: Valores de los FM obtenidos utilizando modelos de simulación y el \*FM<sub>Experimental</sub>

La Figura 98 recoge las variaciones experimentadas por el FM asociado al parámetro EDT en función de la ocupación del aula (En vacío: Marcador ●/ Ocupada: Marcador ■)

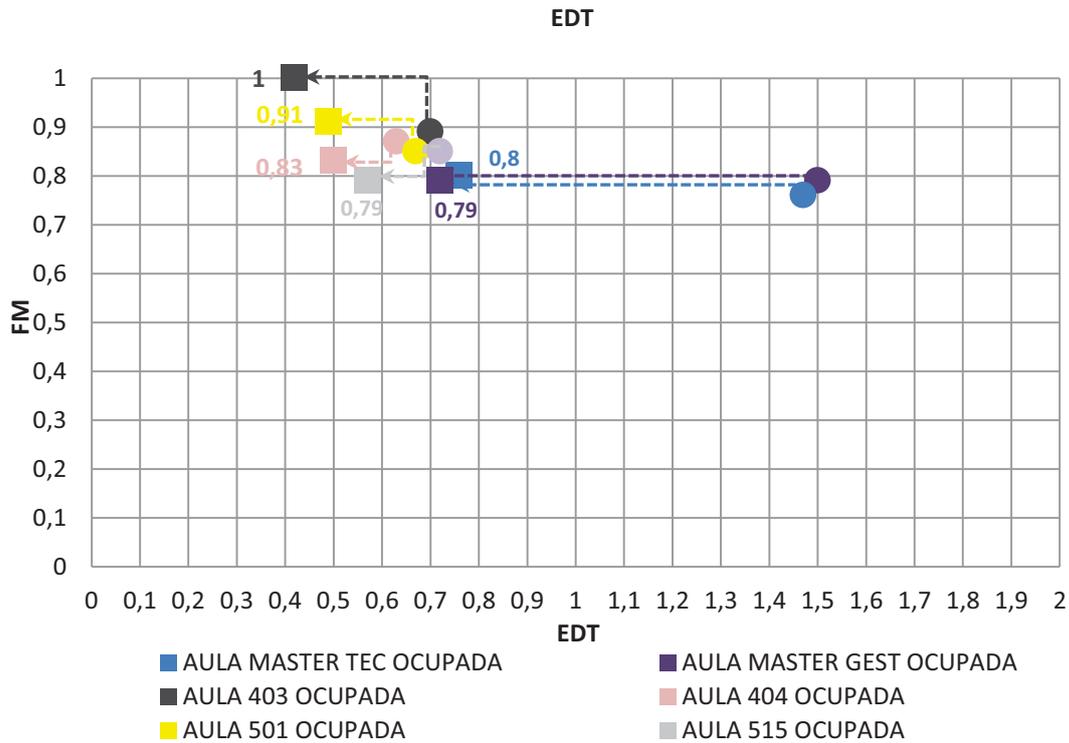


Figura 98: Correlación FM Aula vacía - FM Aula llena asociada al parámetro EDT

La Figura 99 recoge los valores del \*FM<sub>Exp</sub> asociado al parámetro EDT del aula ocupada obtenido al introducir el valor procedente de la medición en vacío.

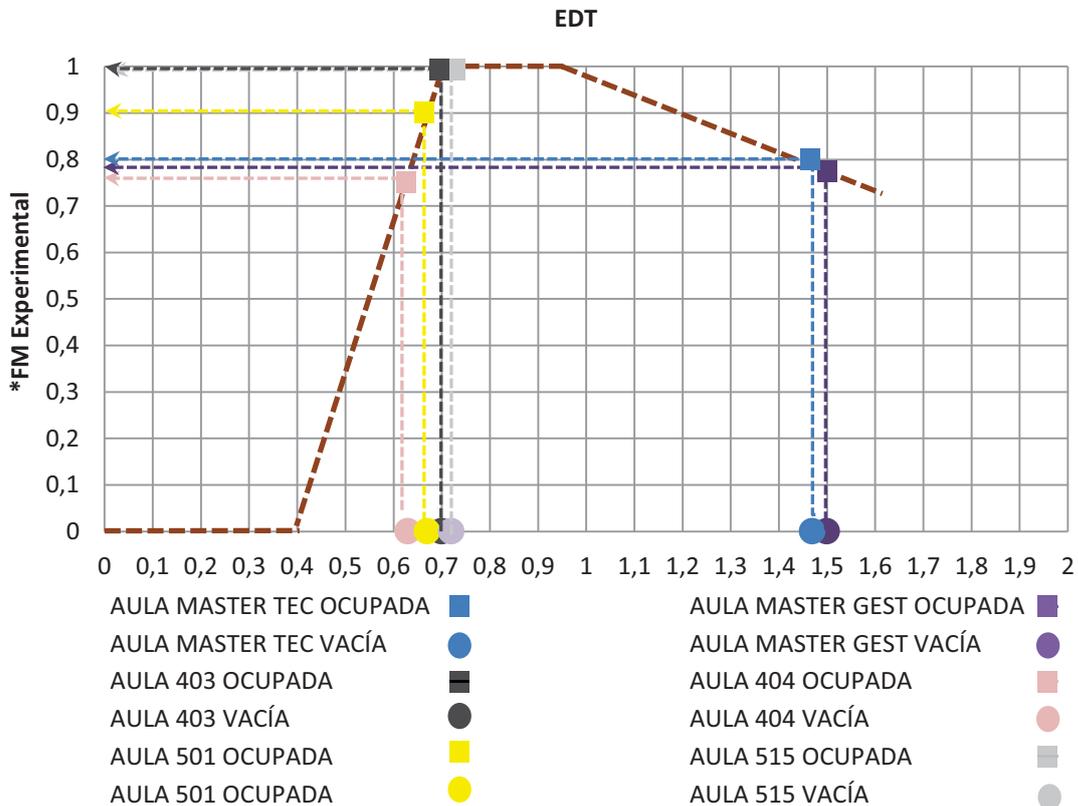


Figura 99: \*FM Experimental asociado al EDT (Volumen Aula < 500m³)

Al igual que en el caso de aulas de gran tamaño, atendiendo a la relación existente entre los resultados obtenidos en vacío y al simular el aula ocupada del parámetro EDT y teniendo en cuenta que la medición acústica se realizará con el aula desocupada; para aulas de tamaño medio se proponen las siguientes consideraciones:

A aquellos valores de EDT inferiores a 0,40 segundos o superiores a 1,60 segundos se les asociará un FM de 0. En ambos casos, tanto la insuficiente como la excesiva cantidad reverberación propiciarían unas condiciones acústicas desaconsejables para un entorno docente.

Atendiendo a las consideraciones de Arau, los valores de EDT considerados óptimos oscilarán entre  $0,65 \cdot T_{mid}$  –  $0,75 \cdot T_{mid}$ . En este sentido, a los valores de EDT comprendidos entre los 0,70 – 0,95 segundos se les asociará un FM de 1.

A aquellos valores de EDT superiores a 0,95 segundo peros que no excedan de 1,60 segundos se les asociará un FM variable entre 0.75 y 1. Por el contrario, a aquellos valores de EDT inferiores a 0,70 segundos se les asociará un FM variable entre 1 y 0.

Con respecto a la evolución de este parámetro en condiciones de ocupación, en ambos casos se ha tenido en cuenta la influencia del alumnado. Así pues, se ha considerado una reducción del EDT mucho mayor para las aulas con valores de EDT comprendidos entre 0,95-1,60 segundos, en comparación con aquellas aulas cuyo EDT sea inferior a 0,70 segundos, en las cuales los niveles de reverberación presentan disminuciones mucho menos acusadas.

Así pues atendiendo a estos criterios, el  $*FM_{Experimental}$  asociado al EDT para aulas de tamaño medio ( $V < 500 \text{ m}^3$ ) se calculará en base a los siguientes intervalos:

0	Para $EDT \leq 0,40$	} <b>*FM Experimental (EDT)</b>
$(T_{mid} / 0,30) - 1,33$	Para $0,40 < EDT \leq 0,70$	
1	Para $0,70 < EDT \leq 0,95$	
$(-0,385 \cdot T_{mid}) + 1,365$	Para $0,95 < EDT \leq 1,60$	
0	Para $EDT > 1,60$	

Todas estas consideraciones han sido aplicadas para elaborar el gráfico de la Figura 99, utilizado a su vez para representar gráficamente los valores experimentales obtenidos a partir de los valores de EDT medidos en vacío.

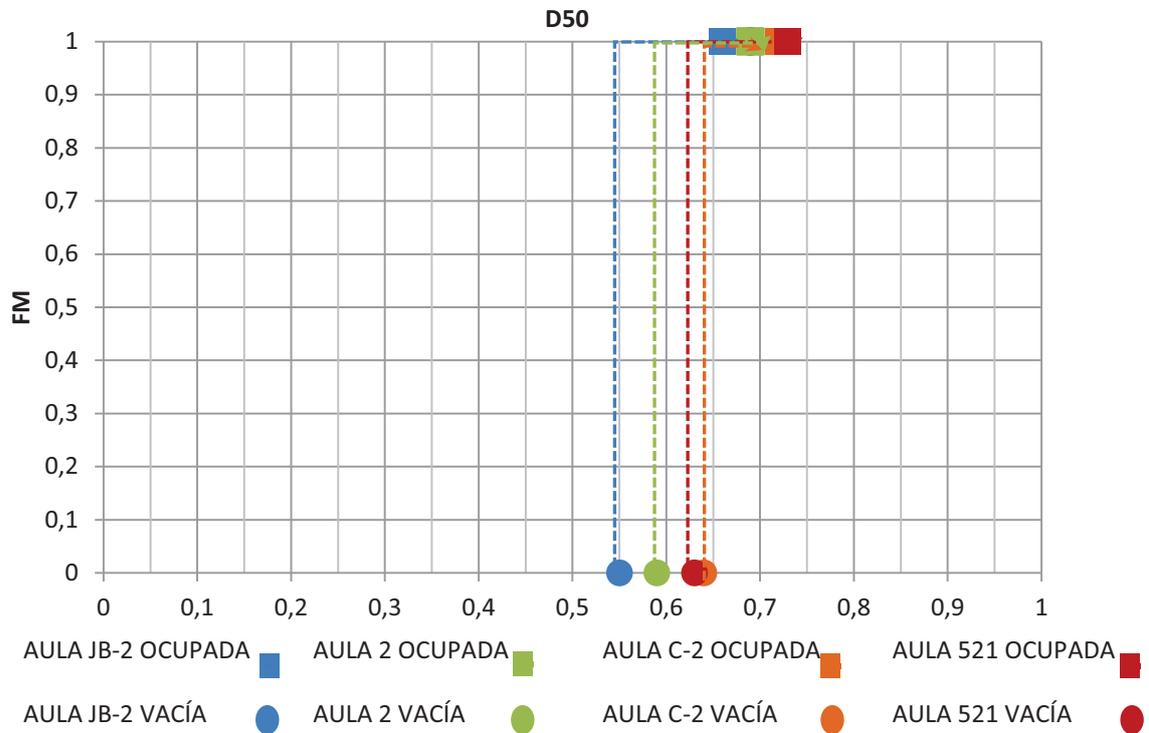
Tal y como puede verse en la tabla adjunta, los valores del FM asociado al parámetro EDT procedentes de los modelos de simulación y los obtenidos tras aplicar los criterios de  $*FM_{\text{Experimental}}$  presentan un elevado nivel de correlación.

	EDT AULA VACIA	FM AULA LLENA (SIMULACIÓN)	$*FM_{\text{Experimental}}$ AULA LLENA (SIN SIMULACIÓN)
AULA MÁSTER TECNOLOGÍA	1,47	0,80	<b>0,80</b>
AULA 403	0,70	1	<b>1</b>
AULA 501	0,67	0,91	<b>0,90</b>
AULA 404	0,63	0,83	<b>0,77</b>
AULA MÁSTER GESTIÓN	1,50	0,79	<b>0,79</b>
AULA 515	0,72	0,79	1

Tabla 53: Valores de FM obtenidos utilizando modelos de simulación y el  $*FM_{\text{Experimental}}$

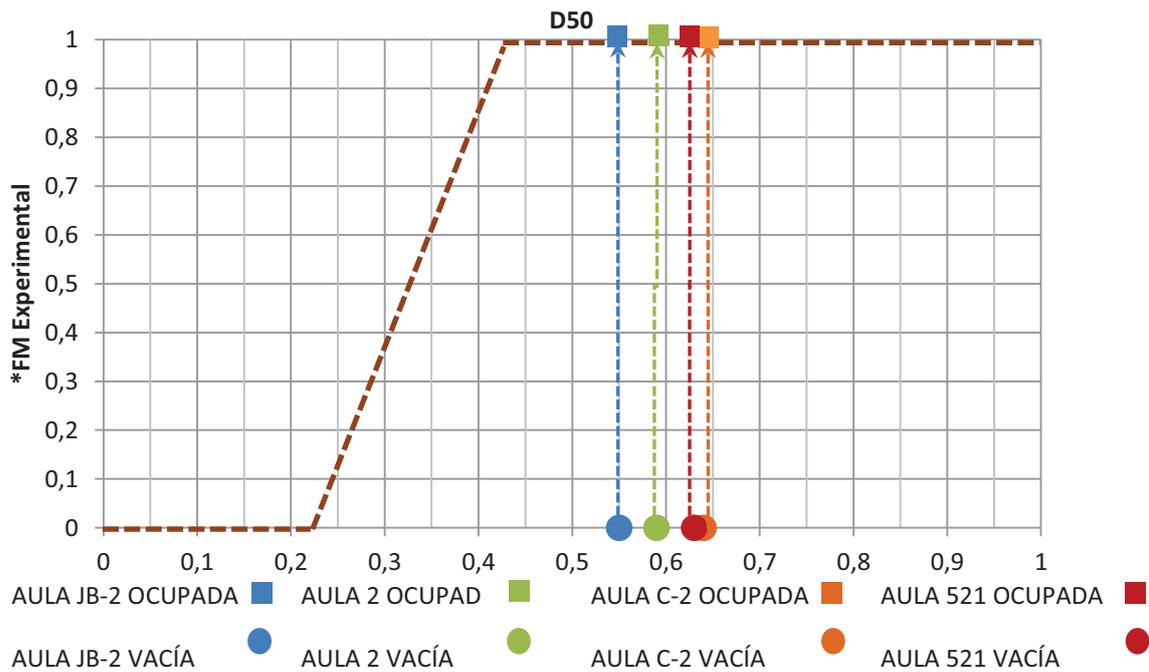
**FACTOR DE MÉRITO EXPERIMENTAL ASOCIADO A LA DEFINICIÓN**

La Figura 100 recoge las variaciones experimentadas por el FM asociado al parámetro  $D_{50}$  en función de la ocupación del aula (En vacío: Marcador ● / Ocupada: Marcador ■)



**Figura 100: Correlación FM Aula vacía - FM Aula llena asociada al parámetro  $D_{50}$**

La Figura 101 recoge los valores del  $*FM_{Exp}$ , asociado al parámetro  $D_{50}$  del aula ocupada y obtenido al introducir el valor procedente de la medición en vacío.



**Figura 101: \*FM Experimental asociado al  $D_{50}$  ( $500m^3 < Volumen Aula < 1500m^3$ )**

Tomando como punto de partida las consideraciones de Arau para determinar el FM de Definición; la relación existente entre los resultados obtenidos en vacío y al simular el aula ocupada y teniendo en cuenta que la medición acústica se realizará con el aula desocupada; para aulas de gran tamaño se proponen las siguientes consideraciones:

A aquellos valores de  $D_{50}$  inferiores a 0,22 se les asociará un FM de 0. Así pues, pese a que la presencia de alumnado mejora el comportamiento acústico del aula con respecto a este parámetro, en aquellas aulas cuya Definición no alcance este valor mínimo las mejoras introducidas se consideran insuficientes.

Del mismo modo pero con efectos contrapuestos, a aquellos valores de  $D_{50}$  superiores a 0,42 se les asociará un FM de 1. Así pues, las mejoras introducidas por la presencia de alumnado propiciarán que en condiciones de ocupación y partiendo de estos valores mínimos, la Definición del aula alcance niveles óptimos.

Finalmente, a los valores de  $D_{50}$  comprendidos entre los 0,22 – 0,42 segundos se les asociará un FM variable entre 0 y 1.

Así pues, atendiendo a estos criterios el  $FM_{\text{Experimental}}$  asociado al parámetro  $D_{50}$  para para aulas de gran tamaño ( $500\text{m}^3 < V < 1500\text{m}^3$ ) se calculará en base a los siguientes intervalos:

0	Para $D_{50} \leq 0,22$	} <b>FM Experimental (<math>D_{50}</math>)</b>
$(5 \cdot D_{50}) - 1,10$	Para $0,22 < D_{50} \leq 0,42$	
1	Para $D_{50} > 0,42$	

Todas estas consideraciones han sido aplicadas para elaborar el gráfico de la Figura 101, utilizado a su vez para representar gráficamente los valores experimentales obtenidos a partir de los valores de  $D_{50}$  medidos en vacío.

Tal y como puede verse en la tabla adjunta, los valores del FM asociado al parámetro  $D_{50}$  procedentes de los modelos de simulación y los obtenidos tras aplicar los criterios de  $*FM_{\text{Experimental}}$  presentan un elevado nivel de correlación total.

	D 50 AULA VACIA	FM AULA LLENA (SIMULACIÓN)	*FM <sub>Experimental</sub> AULA LLENA (SIN SIMULACIÓN)
AULA JB-2	0,55	1	1
AULA 2	0,59	1	1
AULA C-2	0,64	1	1
AULA 521	0,63	1	1

Tabla 54: Valores de FM obtenidos utilizando modelos de simulación y el  $*FM_{\text{Experimental}}$

La Figura 102 recoge las variaciones experimentadas por el FM asociado al parámetro  $D_{50}$  en función de la ocupación del aula (En vacío: Marcador ● / Ocupada: Marcador ■)

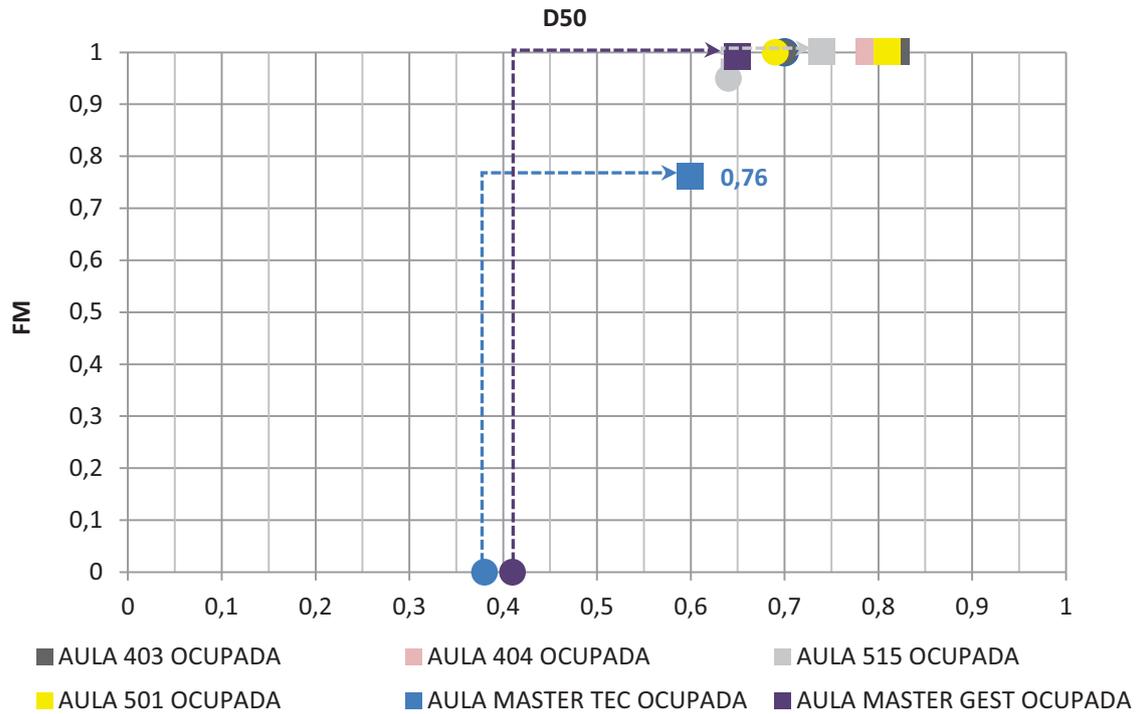


Figura 102: Correlación FM Aula vacía - FM Aula llena asociada al parámetro EDT

La Figura 103 recoge los valores del  $*FM_{Exp}$  asociado al parámetro  $D_{50}$  del aula ocupada obtenido al introducir el valor procedente de la medición en vacío.

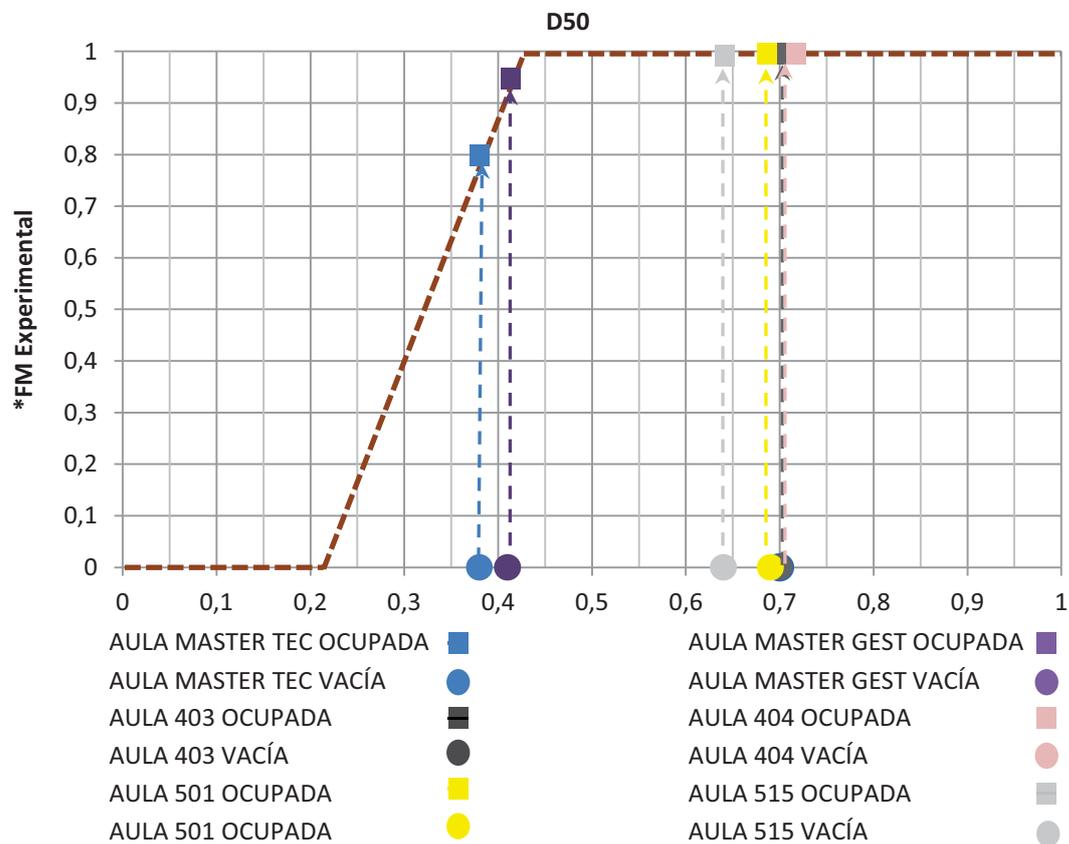


Figura 103: \*FM Experimental asociado al  $D_{50}$  (Volumen Aula < 500m<sup>3</sup>)

Tomando como punto de partida las consideraciones de Arau para determinar el FM de Definición; la relación existente entre los resultados obtenidos en vacío y al simular el aula ocupada y teniendo en cuenta que la medición acústica se realizará con el aula desocupada; para aulas de tamaño medio se proponen las siguientes consideraciones:

A aquellos valores de  $D_{50}$  inferiores a 0,22 se les asociará un FM de 0. Así pues, pese a que la presencia de alumnado mejora el comportamiento acústico del aula con respecto a este parámetro, en aquellas aulas cuya Definición no alcance este valor mínimo las mejoras introducidas se consideran insuficientes.

Del mismo modo pero con efectos contrapuestos, a aquellos valores de  $D_{50}$  superiores a 0,42 se les asociará un FM de 1. Así pues, las mejoras introducidas por la presencia de alumnado propiciarán que en condiciones de ocupación y partiendo de estos valores mínimos, la Definición del aula alcance niveles óptimos.

Finalmente, a los valores de  $D_{50}$  comprendidos entre los 0,22 – 0,42 segundos se les asociará un FM variable entre 0 y 1.

Así pues atendiendo a estos criterios, el  $FM_{\text{Experimental}}$  asociado al parámetro  $D_{50}$  para aulas de tamaño medio ( $V < 500\text{m}^3$ ) se calculará en base a los siguientes intervalos:

0	Para $D_{50} \leq 0,22$	} *FM Experimental ( $D_{50}$ )
$(5 \cdot D_{50}) - 1,10$	Para $0,22 < D_{50} \leq 0,42$	
1	Para $D_{50} > 0,42$	

Todas estas consideraciones han sido aplicadas para elaborar el gráfico de la Figura 103, utilizado a su vez para representar gráficamente los valores experimentales obtenidos a partir de los valores de  $D_{50}$  medidos en vacío.

Tal y como puede verse en la tabla adjunta, los valores del FM asociado al parámetro  $D_{50}$  procedentes de los modelos de simulación y los obtenidos tras aplicar los criterios de  $*FM_{\text{Experimental}}$  presentan un elevado nivel de correlación elevado.

	D 50 AULA VACIA	FM AULA LLENA (SIMULACIÓN)	*FM <sub>Experimental</sub> AULA LLENA (SIN SIMULACIÓN)
AULA MASTER TECNOLOGÍA	0,38	0,76	<b>0,80</b>
AULA 403	0,70	1	<b>1</b>
AULA 501	0,69	1	<b>1</b>
AULA 404	0,70	1	<b>1</b>
AULA MASTER GESTIÓN	0,41	0,99	<b>0,95</b>
AULA 515	0,64	1	<b>1</b>

Tabla 55: Valores de FM obtenidos utilizando los modelos de simulación y el  $*FM_{\text{Experimental}}$

**FACTOR DE MÉRITO EXPERIMENTAL ASOCIADO AL STI**

La Figura 104 recoge las variaciones experimentadas por el FM asociado al parámetro STI en función de la ocupación del aula (En vacío: Marcador ● / Ocupada: Marcador ■)

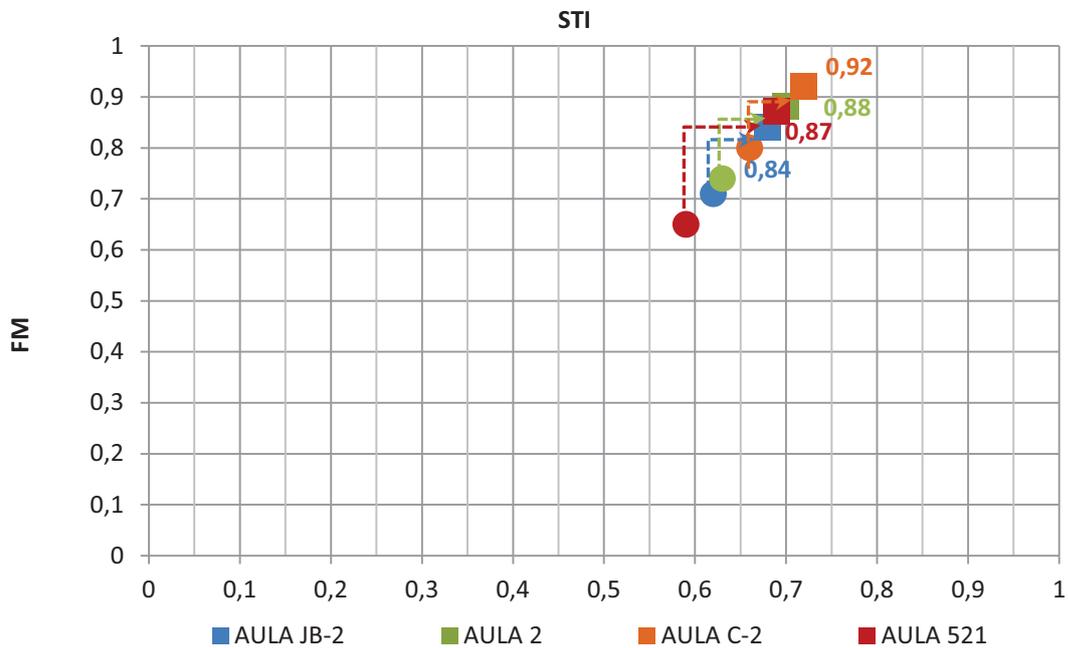


Figura 104: Correlación FM Aula vacía - FM Aula llena asociada al parámetro STI

La Figura 105 recoge los valores del \*FM<sub>Exp</sub> asociado al parámetro STI del aula ocupada obtenido al introducir el valor procedente de la medición en vacío.

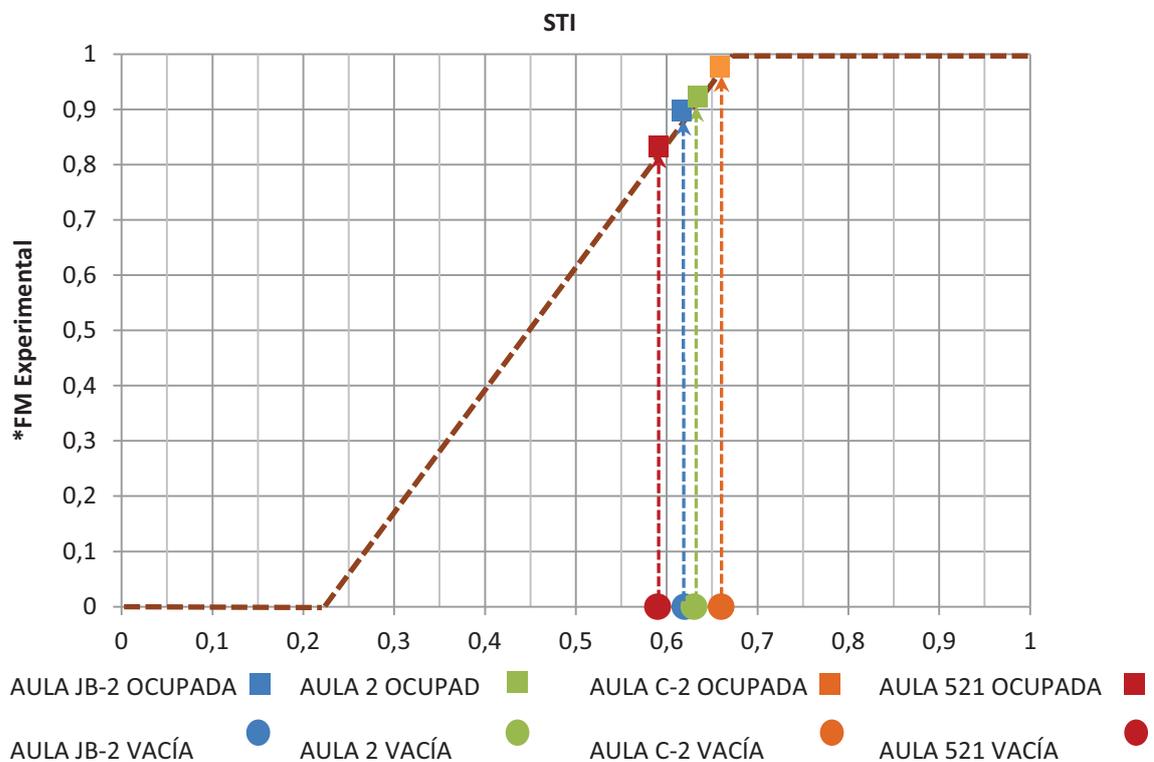


Figura 105: \*FM Experimental asociado al STI (500m³ < Volumen Aula < 1500m³)

Tomando como punto de partida las consideraciones de Arau para determinar el FM del parámetro STI; la relación existente entre los resultados obtenidos en vacío y al simular el aula ocupada y teniendo en cuenta que la medición acústica se realizará con el aula desocupada; para aulas de gran tamaño se proponen las siguientes consideraciones:

A aquellos valores de STI inferiores a 0,22 se les asociará un FM de 0. Así pues, pese a que la presencia de alumnado mejora el comportamiento acústico del aula con respecto a este parámetro, en aquellas aulas cuyo valor de inteligibilidad no alcance este valor mínimo las mejoras introducidas se consideran insuficientes.

Del mismo modo, pero con efectos contrapuestos a aquellos valores de STI superiores a 0,66 se les asociará un FM de 1. Así pues, las mejoras introducidas por la presencia de alumnado propiciarán que en condiciones de ocupación y partiendo de estos valores mínimos el STI del aula alcance niveles óptimos.

Finalmente, a los valores de STI comprendidos entre los 0,22 – 0,66 segundos se les asociará un FM variable entre 0 y 1.

Así pues atendiendo a estos criterios, el  $*FM_{\text{experimental}}$  asociado al STI para aulas de gran tamaño ( $500\text{m}^3 < V < 1500\text{m}^3$ ) se calculará en base a los siguientes intervalos:

0	Para $STI \leq 0,22$	} <b>*FM Experimental (STI)</b>
$(2,22 \cdot STI) - 0,47$	Para $0,22 < D50 \leq 0,66$	
1	Para $D50 > 0,66$	

Todas estas consideraciones han sido aplicadas para elaborar el gráfico de la Figura 105, utilizado a su vez para representar gráficamente los valores experimentales obtenidos a partir de los valores de STI medidos en vacío.

Tal y como puede verse en la tabla adjunta, los valores del FM asociado al parámetro STI procedentes de los modelos de simulación y los obtenidos tras aplicar los criterios de \*FM<sub>Experimental</sub> presentan un elevado nivel de correlación elevado.

	STI AULA VACIA	FM AULA LLENA (SIMULACIÓN)	*FM <sub>Experimental</sub> AULA LLENA (SIN SIMULACIÓN)
AULA JB-2	0,62	0,84	<b>0,90</b>
AULA 2	0,63	0,88	<b>0,92</b>
AULA C-2	0,66	0,92	<b>0,99</b>
AULA 521	0,59	0,87	<b>0,84</b>

Tabla 56: Valores de FM obtenidos utilizando modelos de simulación y el \*FM<sub>Experimental</sub>

La Figura 106 recoge las variaciones experimentadas por el FM asociado al parámetro STI en función de la ocupación del aula (En vacío: Marcador ● / Ocupada: Marcador ■)

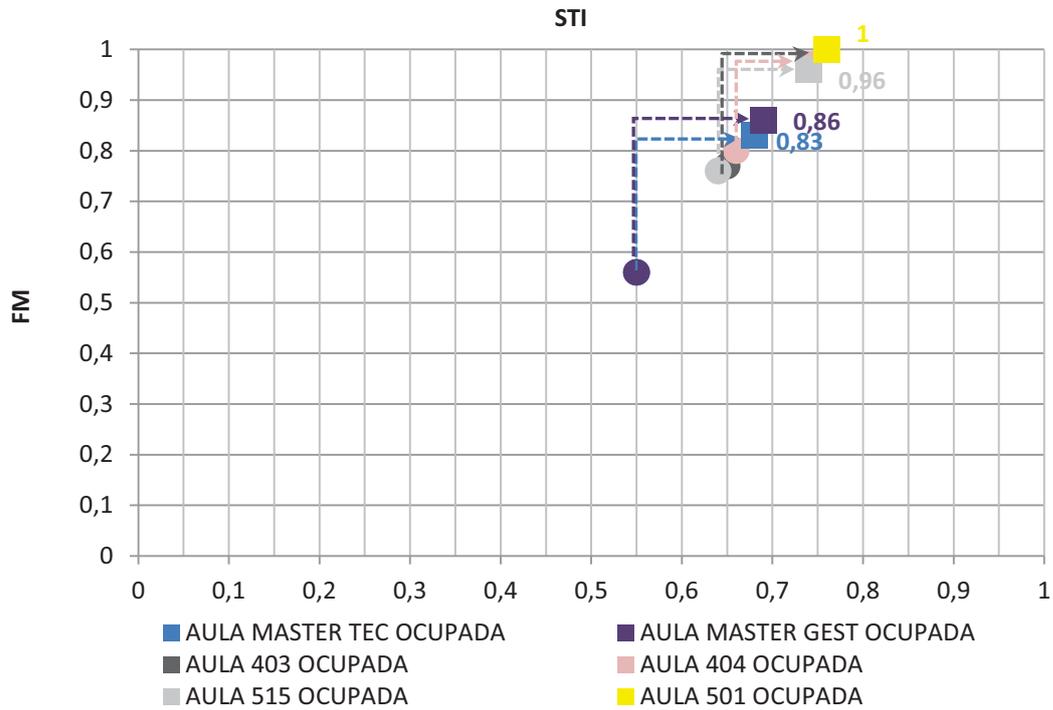


Figura 106: Correlación FM Aula vacía - FM Aula llena asociada al parámetro STI

La Figura 107 recoge los valores del \*FM<sub>Exp</sub> asociado al parámetro STI del aula ocupada obtenido al introducir el valor procedente de la medición en vacío.

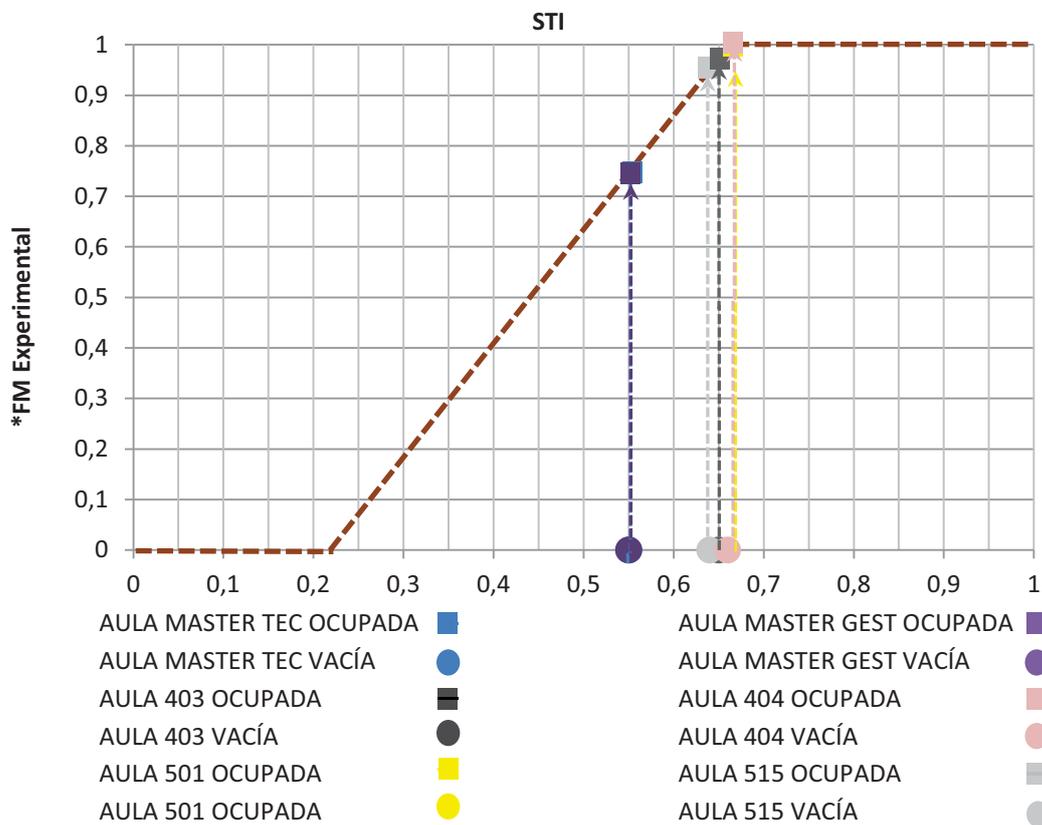


Figura 107: \*FM Experimental asociado al STI (Volumen Aula < 500m³)

Tomando como punto de partida las consideraciones de Arau para determinar el FM del parámetro STI; la relación existente entre los resultados obtenidos en vacío y al simular el aula ocupada y teniendo en cuenta que la medición acústica se realizará con el aula desocupada; para aulas de tamaño medio se proponen las siguientes consideraciones:

A aquellos valores de STI inferiores a 0,22 se les asociará un FM de 0. Así pues, pese a que la presencia de alumnado mejora el comportamiento acústico del aula con respecto a este parámetro, en aquellas aulas cuyo valor de inteligibilidad no alcance este valor mínimo las mejoras introducidas se consideran insuficientes.

Del mismo modo, pero con efectos contrapuestos a aquellos valores de STI superiores a 0,66 se les asociará un FM de 1. Así pues, las mejoras introducidas por la presencia de alumnado propiciarán que en condiciones de ocupación y partiendo de estos valores mínimos el STI del aula alcance niveles óptimos.

Finalmente, a los valores de STI comprendidos entre los 0,22 – 0,66 segundos se les asociará un FM variable entre 0 y 1.

Así pues atendiendo a estos criterios, el  $*FM_{\text{Experimental}}$  asociado al STI para aulas de tamaño medio ( $V < 500m^3$ ) se calculará en base a los siguientes intervalos:

0	Para $STI \leq 0,22$	} <b>*FM Experimental (STI)</b>
$(2,22 \cdot STI) - 0,47$	Para $0,22 < D50 \leq 0,66$	
1	Para $D50 > 0,66$	

Todas estas consideraciones han sido aplicadas para elaborar el gráfico de la Figura 107, utilizado a su vez para representar gráficamente los valores experimentales obtenidos a partir de los valores de STI medidos en vacío.

Tal y como puede verse en la tabla adjunta, los valores del FM asociado al parámetro STI procedentes de los modelos de simulación y los obtenidos tras aplicar los criterios de  $*FM_{\text{Experimental}}$  presentan un elevado nivel de correlación elevado.

	STI AULA VACIA	FM AULA LLENA (SIMULACIÓN)	$*FM_{\text{Experimental}}$ AULA LLENA (SIN SIMULACIÓN)
AULA MASTER TECNOLOGÍA	0,55	0,83	0,75
AULA 403	0,65	1	0,97
AULA 501	0,66	1	1
AULA 404	0,66	0,97	1
AULA MASTER GESTIÓN	0,55	0,86	0,75
AULA 515	0,64	0,96	0,95

Tabla 22: Valores de FM obtenidos utilizando modelos de simulación y el  $*FM_{\text{Experimental}}$

### 6-6-2 FMG<sub>Experimental</sub>

Atendiendo a los criterios de ponderación descritos en el apartado anterior a través de las nuevas ecuaciones propuestas, a continuación se presentan los resultados obtenidos con respecto al FMG<sub>Experimental</sub> de cada una de las aulas. Con el fin de poder analizar el grado de precisión obtenido con estos nuevos criterios en las aulas estudiadas, los resultados se comparan con los obtenidos al utilizar las simulaciones acústicas con Odeón.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

Cuadro comparativo del FMG, obtenido tras utilizar los valores procedentes de las simulaciones acústicas del aula ocupada, y el \*FMG Experimental procedente de los nuevos criterios acústicos descritos en el apartado anterior.

			EDT	TR	D50	STI		
<b>AULA JB2 ETSIE</b>	Ocupada	Valores Simulados	0,76	0,88	0,66	0,68	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,89</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,84</b>	<b>0,93</b>	
	Valores medidos en Vacío		1,17	1,32	0,55	0,62	<b>*FMG AULA Exp.</b>	
	<b>FM Experimental asociado al aula ocupada</b>		<b>0,91</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,91</b>	<b>0,96</b>	
<b>AULA 2 ETSIE</b>	Ocupada	Valores Simulados	0,67	0,78	0,69	0,70	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,88</b>	<b>0,98</b>	<b>1</b>	<b>0,88</b>	<b>0,94</b>	
	Valores medidos en Vacío		0,91	1,04	0,59	0,63	<b>*FMG AULA Exp</b>	
	<b>FM Experimental asociado al aula ocupada</b>		<b>1</b>	<b>0,86</b>	<b>1</b>	<b>0,93</b>	<b>0,95</b>	
<b>AULA C-2 ETSIE</b>	Ocupada	Valores Simulados	0,60	0,80	0,72	0,72	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,99</b>	<b>0,94</b>	<b>1</b>	<b>0,92</b>	<b>0,96</b>	
	Valores medidos en Vacío		0,96	1,25	0,64	0,66	<b>*FMG AULA Exp</b>	
	<b>FM Experimental asociado al aula ocupada</b>		<b>1</b>	<b>0,74</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,94</b>	
<b>AULA Máster TECNO</b>	Ocupada	Valores Simulados	0,76	0,80	0,60	0,68	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,80</b>	<b>0,89</b>	<b>0,76</b>	<b>0,83</b>	<b>0,82</b>	
	Valores medidos en Vacío		1,47	1,48	0,38	0,55	<b>*FMG AULA Exp</b>	
	<b>FM Experimental asociado al aula ocupada</b>		<b>0,67</b>	<b>0,88</b>	<b>0,80</b>	<b>0,75</b>	<b>0,78</b>	
<b>AULA Máster GEST.</b>	Ocupada	Valores Simulados	0,72	0,75	0,65	0,69	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,79</b>	<b>1,00</b>	<b>0,99</b>	<b>0,86</b>	<b>0,91</b>	
	Valores medidos en Vacío		1,50	1,56	0,41	0,55	<b>*FMG AULA Exp</b>	
	<b>FM Experimental asociado al aula ocupada</b>		<b>0,73</b>	<b>0,93</b>	<b>0,95</b>	<b>0,75</b>	<b>0,84</b>	

Tabla 57: Aulas ETSIE\_ Cuadro comparativo FMG<sub>AULA</sub> / FMG<sub>EXPERIMENTAL</sub>

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

Cuadro comparativo del FMG, obtenido tras utilizar los valores procedentes de las simulaciones acústicas del aula ocupada, y el \*FMG Experimental procedente de los nuevos criterios acústicos descritos en el apartado anterior.

			EDT	TR	D50	STI		
<b>AULA ETSA 403</b>	Ocupada	Valores Simulados	0,42	0,63	0,82	0,76	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>1</b>	<b>0,88</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,97</b>	
	Valores medidos en Vacío		0,70	0,82	0,70	0,65	<b>*FMG AULA Exp</b>	
	<b>FM Experimental asociado al aula ocupada</b>		<b>1</b>	<b>0,67</b>	<b>1</b>	<b>0,97</b>	<b>0,91</b>	
<b>AULA ETSA 404</b>	Ocupada	Valores Simulados	0,50	0,54	0,79	0,74	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,83</b>	<b>0,70</b>	<b>1</b>	<b>0,97</b>	<b>0,87</b>	
	Valores medidos en Vacío		0,63	0,72	0,70	0,66	<b>*FMG AULA Exp</b>	
	<b>FM Experimental asociado al aula ocupada</b>		<b>0,90</b>	<b>0,59</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,87</b>	
<b>AULA ETSA 501</b>	Ocupada	Valores Simulados	0,49	0,58	0,81	0,76	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,91</b>	<b>0,82</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,93</b>	
	Valores medidos en Vacío		0,67	0,75	0,69	0,66	<b>*FMG AULA Exp</b>	
	<b>FM Experimental asociado al aula ocupada</b>		<b>1</b>	<b>0,80</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,95</b>	
<b>AULA ETSA 515</b>	Ocupada	Valores Simulados	0,57	0,59	0,74	0,74	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,79</b>	<b>0,79</b>	<b>1</b>	<b>0,96</b>	<b>0,89</b>	
	Valores medidos en Vacío		0,72	0,79	0,64	0,64	<b>*FMG AULA Exp</b>	
	<b>FM Experimental asociado al aula ocupada</b>		<b>1</b>	<b>0,66</b>	<b>1</b>	<b>0,95</b>	<b>0,90</b>	
<b>AULA ETSA 521</b>	Ocupada	Valores Simulados	0,78	0,95	0,73	0,69	<b>FMG AULA</b>	
		<b>Factor de Mérito Asociado</b>	<b>0,93</b>	<b>0,95</b>	<b>1</b>	<b>0,87</b>	<b>0,94</b>	
	Valores medidos en Vacío		1,01	1,29	0,63	0,59	<b>*FMG AULA Exp</b>	
	<b>FM Experimental asociado al aula ocupada</b>		<b>0,96</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,84</b>	<b>0,95</b>	

Tabla 58: Aulas ETSA\_ Cuadro comparativo FMG<sub>AULA</sub> / FMG<sub>EXPERIMENTAL</sub>

Tal y como demuestran los resultados obtenidos, tanto en las aulas de la ETSIE como de la ETSA existe un elevado grado de correlación entre los dos factores de mérito global utilizados ( $FMG_{AULA} / FMG_{EXPERIMENTAL}$ ) En este sentido, en todas las salas estudiadas independientemente de que el FMG del aula se haya obtenido utilizando los valores procedentes de las simulaciones acústicas, o experimentalmente mediante las nuevas funciones propuestas, los resultados obtenidos presentan diferencias muy pequeñas.

En cualquier caso, conviene reseñar que estos nuevos factores de mérito experimental presuponen la ocupación total del aula; de modo que tanto la cantidad de absorción introducida en el aula, como la homogénea distribución de la misma contribuyen a minimizar, al menos en términos de reverberación, las posibles deficiencias acústicas del aula.

Tal y como se ha descrito en el apartado 6.5, este comportamiento no resulta extrapolable a condiciones de semiocupación. No obstante, tanto por su interés como por ser una situación que actualmente podría ser calificada como “ordinaria” en el día a día de cualquier escuela universitaria, resultará conveniente ampliar las investigaciones en esta línea de actuación, de manera que no se asuma la total ocupación de las aulas universitarias.

## 7 CONCLUSIONES

Atendiendo a los resultados obtenidos a lo largo de este trabajo y tras discutir detalladamente los resultados encontrados, es posible concluir que:

1. Tras la medición acústica de las aulas pertenecientes a la ETSIE y la ETSA se ha detectado un desigual comportamiento acústico. Por un lado, las aulas de la ETSA tienen un comportamiento acústico adecuado a la función docente para la que han sido reformadas. Sin embargo, en el caso de las aulas de la ETSIE ni las aulas destinadas a las enseñanzas de grado, ni las recientes aulas destinadas a las enseñanzas de master presentan comportamientos acústicos adecuados a su función docente.

Tanto los niveles de reverberación como de ruido de fondo alcanzados en el interior de las aulas de la ETSIE superan los estándares recomendados, y la aplicación de criterios energéticos o de inteligibilidad tiene como resultado valores inferiores a los deseables para este tipo de espacios. A pesar de las mejoras asociadas con su ocupación, las actuales condiciones en las que se imparte docencia en esta escuela se encuentran muy alejadas de proporcionar la ocupación total de estos espacios, y por ende unas buenas condiciones de calidad acústica.

2.-La utilización del programa Odeon para simular modelos que sean capaces de reproducir las condiciones acústicas existentes en un aula, requerirá de procedimientos de ajuste iterativo que doten de precisión a dichas simulaciones. El conocimiento y comportamiento de los materiales que conforman la envolvente interior del recinto resultarán decisivos para alcanzar dicho nivel de precisión.

3. La presencia de alumnado en los modelos de simulación introduce cambios significativos en su comportamiento acústico, de modo que su presencia deberá ser prevista en la fase de proyecto de todo espacio docente. Las mejoras acústicas que proporciona la ocupación total de un aula no pueden ser extrapoladas a otros grados de ocupación. Una reducción en la presencia del alumnado del 50% propicia comportamientos acústicos desiguales.

En este sentido, dotar al mobiliario de una mayor capacidad absorbente, de modo que su distribución resulte homogénea, disminuirá el nivel de incertidumbre con respecto a las condiciones acústicas del aula y dotará a ésta de mayor independencia con respecto a la presencia del alumnado. Esta medida tanto por criterios económicos como de mantenimiento, no resulta aplicable a todo tipo de recintos, pero sí sería adecuada para aulas destinadas a enseñanzas de Máster o a charlas y conferencias. En cualquier caso, la aplicación de estas medidas no debe descuidar la importancia de proveer elevados niveles de inteligibilidad y Definición en las zonas más alejadas al orador.

4.-La utilización del Factor de Mérito Experimental propuesto permite evaluar el comportamiento acústico de un aula en condiciones de total ocupación a partir de sus condiciones en vacío.

Cada uno de los factores de mérito, proporciona información relativa a los principales parámetros de calidad acústica. En este sentido es posible conocer el comportamiento acústico de un aula sin utilizar programas de simulación acústica.

5.- Atendiendo a los resultados obtenidos y con el fin de mejorar las actuales condiciones acústicas de las aulas estudiadas; una hipotética mejora e intervención de éstas debería acometerse priorizando en función de su importancia las siguientes medidas:

1ª\_Adecuación del falso techo de las aulas pertenecientes al Edificio 1C de la ETSIE, de modo que fuera posible dotar a esta superficie de un tratamiento absorbente capaz de garantizar unas buenas condiciones acústicas.

2ª\_ Adecuación del falso techo de las aulas pertenecientes al Edificio 1B de la ETSIE, de modo que se aporte la suficiente absorción acústica en la zona de altas frecuencias, como para garantizar unas buenas condiciones acústicas.

3ª Reducción de los niveles de ruido de fondo en el interior de las aulas ETSA mediante una mejora de aislamiento en los cerramientos exteriores de dichas aulas.

4ª Reducción de los niveles de ruido interior procedente de las zonas comunes mediante la utilización de materiales absorbentes. Tanto en el caso de la ETSIE como de la ETSA.

## 8 RECOMENDACIONES / FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Tras las conclusiones obtenidas, se ha considerado conveniente enumerar cuatro posibles líneas de investigación con las que aportar una mayor información acerca de las cuestiones abordadas en el presente trabajo.

En este sentido, se remarca la conveniencia de:

- Aplicar el Factor de Mérito Experimental obtenido a una muestra de aulas de mayor tamaño.
- Estudiar la posible aplicación de un Factor de Mérito Global asociado a distintos niveles de ocupación.
- Estudiar la calidad acústica de las aulas desde un punto de vista subjetivo, de modo que la percepción del alumnado con respecto a la calidad acústica de las aulas pueda ser tenida en cuenta.
- Estudiar de manera objetiva el ruido de fondo generado por la presencia de alumnos en el interior de un aula, así como su posible incidencia en los modelos de simulación acústica.

## 9 BIBLIOGRAFÍA

1. (2002). ANSI S12.60-2002: Acoustical Performance Criteria, Design Requirements, and Guidelines for Schools,
2. (2003). Building Bulletin 93: Acoustic Design of Schools,
3. (2009). ISO 3382-1: Acoustics - Measurement of Room Acoustic Parameters - Part 1: Performance Spaces,
4. (2014). DB HR Documento Básico De Protección Frente Al Ruido Del CTE Código Técnico De La Edificación,
5. Addison, J., Dancer, J., Montague, J., & Davis, P. (1999). Ambient noise levels in university classrooms: Detrimental to teaching and learning? *Perceptual and Motor Skills*, 89(2) doi:10.2466/PMS.89.6.649-650
6. Arau Puchades, H. (2010). Revisión del tiempo de reverberación. el método del cálculo, la precisión predictiva y la ley. *41º Congreso Nacional De La Acústica*
7. Arau, H. (1999). ABC de la acústica arquitectónica. *CEAC (Barcelona)*, , 268.
8. Astolfi, A., Corrado, V., & Griginis, A. (2008a). Comparison between measured and calculated parameters for the acoustical characterization of small classrooms. *Applied Acoustics*, 69(11), 966-976.
9. Astolfi, A., Corrado, V., & Griginis, A. (2008b). Comparison between measured and calculated parameters for the acoustical characterization of small classrooms. *Applied Acoustics*, 69(11) doi:10.1016/j.apacoust.2007.08.001
10. Awad, H. S., Farag, H. H., Taha, D. S., & Hanafi, M. A. (2012). Architectural acoustics in educational facilities: An empirical study on university classrooms in egypt. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 132(3)
11. Beranek, L. L. (1996a). Concert and opera halls - how they sound. *Acoustical Society of America*,
12. Beranek, L. L. (1996b). How they sound concert and opera halls. *Acoust.Soc.Am.*,
13. Berg, F. S. (1996). Classroom acoustics: The problem, impact, and solution. *Language, Speech & Hearing Services in Schools*, 27(1), 16-20.
14. Bradley, J. S. (1998). Computer studies of optimum classroom acoustics. *Canadian Acoustics*, 26(3), 16-18.
15. Bradley, J. S. (1986a). Predictors of speech intelligibility in rooms. *Journal of the Acoustical Society of America*, 80(3), 837-845.
16. Bradley, J. S. (1986b). Speech intelligibility studies in classrooms. *Journal of the Acoustical Society of America*, 80(3), 846-854.

17. Bradley, J. S. (1986c). Speech-intelligibility studies in classrooms. *Journal of the Acoustical Society of America*, 80(3), 846-854. doi:10.1121/1.393908
18. Bradley, J. S. (1985). *Uniform derivation of optimum conditions for speech in rooms*. Ottawa: National Research Council of Canada.
19. Bradley, J. S., & Reich, R. (1998). Computer studies of optimum classroom acoustics. *Canadian Acoustics - Acoustique Canadienne*, 26(3), 16-18.
20. Breyse, P. A. (1980). Important sources of noise in schools *Journal of Environmental Health*, 43(1), 22-25.
21. Carrión Isbert, A. (1998). *Diseño Acústico De Espacios Arquitectónicos*,
22. Cremer, L. (1942). Theorie der schalldämmung dünner wände bei schrägem einfall. *Akust.Z.*, 7(3), 81-104.
23. Cremer, L., Müller, H. A., & Schultz, T. J. (1982). Principles and applications of room acoustics. *Applied Science*, 1
24. Crook, M. A. (1974). The effects of aircraft noise in schools around london airport *Journal of Sound and Vibration*, 34(2), 221-232. doi:10.1016/S0022-460X(74)80306-8
25. Cudina, M., Prezelj, J., & Pušlar-Cudina, M. (2016). The impact of paintings hung on lecture room walls on the speech intelligibility and perception of background noise. *Indoor and Built Environment*, 25(4), 659-673.
26. Dolejší, J., & Dolejší, F. (2016). Classroom acoustic study. *Akustika*, 25(1), 46-54.
27. Elmallawany, A. (1980). Minimum acoustical requirements for school buildings. *Applied Acoustics*, 13(2), 137-144. doi:10.1016/0003-682X(80)90029-8
28. Elmallawany, A. (1983). Field investigations of the sound insulation in school buildings. *Building and Environment*, 18(1-2), 85-89.
29. Elmallawany, A. (1985). School layouts and noise nuisance *Batim. Int.Build.Res.Pract.*, 13(1), 21-24.
30. Elson, A. (1921). Architectural acoustics. *The Musical Quarterly*, 7(4), 469-482. doi:10.1093/mq/VII.4.469
31. Escobar, V. G., & Morillas, J. M. B. (2011). Analysis of acoustical characteristics and some recommendations for different educational rooms. *Archives of Acoustics*, 36(4) doi:10.2478/v10168-011-0050-8
32. Eyring, C. F. (1930). Reverberation time in 'dead' rooms. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 1(2), 217-241. doi:10.1121/1.1915175
33. Fidêncio, V. L., Moret, A. L., & Jacob, R. T. (2014). Measuring noise in classrooms: A systematic review. *CoDAS*, 26(2), 155-158

34. Fitzroy, D. (1963). *Acoustical environment of school buildings*
35. Gomes, M. H. A., Gerges, S. N. Y., & Tenenbaum, R. A. (2000). On the accuracy of the assessment of room acoustics parameters using MLS technique and numerical simulation. *Acustica*, 86(5)
36. Gómez Escobar, V., & Barrigón Morillas, J. M. (2015). Analysis of intelligibility and reverberation time recommendations in educational rooms. *Applied Acoustics*, 96, 1-10.
37. Guillén, I., Gómez V., Sanchis, F., (2012) Influencia del grado de definición geométrica de los modelos de simulación acústica en la convergencia entre realidad y simulación. Estudio de un caso. XVI Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos Valencia, 11-13 de julio de 2012
38. Hamidon, M. S., Zainudin, F. L., Mahamad, A. K., & Saon, S. (2016). Simulation of acoustically demanding space by using odeon software. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 11(8), 5102-5107.
39. Hartmann, G. W. (1946). The effect of noise on school children; an interpretative digest and recommendation. *Journal of Educational Psychology*, 37(3), 149-160. doi:10.1037/h0061727
40. Hetu, R. (1990). Problems of noise in school settings: A review of literature and the results of an exploratory study. *J Speech Lang Pathol Audiol*, 14(3), 31-39.
41. Hodgson, M. (1994). UBC - classroom acoustical survey. *Canadian Acoustics*, 22(4)
42. Hodgson, M. (1996). Measurement of typical speech and background-noise levels in university classrooms during lectures
38. Hodgson, M. (1999). Experimental investigation of the acoustical characteristics of university classrooms. *Journal of the Acoustical Society of America*, 106(4) doi:10.1121/1.427931
43. Hodgson, M. (2000). Effect of design and renovation on the speech conditions in university classrooms. *Proc. INTERNOISE 2000*,
44. Hodgson, M. (2001). Empirical prediction of speech levels and reverberation in classrooms. *Building Acoustics*, 8(1), 1-14.
45. Hodgson, M. (2002). Rating, ranking, and understanding acoustical quality in university classrooms. *Journal of the Acoustical Society of America*, 112(2) doi:10.1121/1.1490363
46. Hodgson, M. (2004). Case-study evaluations of the acoustical designs of renovated university classrooms. *Applied Acoustics*, 65(1) doi:10.1016/S0003-682X(03)00108-7

47. Hodgson, M., & Nosal, E. M. (2002). Effect of noise and occupancy on optimal reverberation times for speech intelligibility in classrooms. *Journal of the Acoustical Society of America*, 111(2), 931-939. doi:10.1121/1.1428264
48. Hodgson, M., Rempel, R., & Kennedy, S. (1999). Measurement and prediction of typical speech and background-noise levels in university classrooms during lectures. *Journal of the Acoustical Society of America*, 105(1) doi:10.1121/1.424600
49. Hodgson, M., Rempel, R., & Park, E. (1996). Measurement of typical speech and background-noise levels in university classrooms during lectures. *Canadian Acoustics - Acoustique Canadienne*, 24(3), 12.
50. Hodgson, M., & Scherebnyj, K. (2006). Estimation of the absorption coefficients of the surfaces of classrooms. *Applied Acoustics*, 67(9), 936-944.
51. Hodgson, M., & Wong, G. (2009a). Ray-tracing prediction of optimal conditions for speech in realistic classrooms. *Applied Acoustics*, 70(7), 915-920.
52. Hodgson, M., York, N., Yang, W., & Bliss, M. (2008a). Comparison of predicted, measured and auralized sound fields with respect to speech intelligibility in classrooms using CATT-acoustic and ODEON. *Acta Acustica United with Acustica*, 94(6), 883-890.
53. Hodgson, M. R. (2003). Investigation of excessive HVAC noise in university classrooms. *Acta Acustica (Stuttgart)*, 89(SUPP.)
54. Hodgson, M., & Wong, G. (2009b). Ray-tracing prediction of optimal conditions for speech in realistic classrooms. *Applied Acoustics*, 70(7) doi:10.1016/j.apacoust.2009.01.003
55. Hodgson, M., York, N., Yang, W., & Bliss, M. (2008b). Comparison of predicted, measured and auralized sound fields with respect to speech intelligibility in classrooms using CATT-acoustic and ODEON. *Acta Acustica United with Acustica*, 94(6), 883-890. doi:10.3813/AAA.918106
56. Houtgast, T. (1981). The effect of ambient noise on speech-intelligibility in classrooms. *Applied Acoustics*, 14(1) doi:10.1016/0003-682X(81)90040-2
57. Humphreys, H. R. (1963). The present state of architectural acoustics. *British Journal of Applied Physics*, 14(11), 773-777. doi:10.1088/0508-3443/14/11/310
58. Kabanshi, A., Wigö, H., Van De Poll, M. K., Ljung, R., & Sörqvist, P. (2015). The influence of heat, air jet cooling and noise on performance in classrooms. *International Journal of Ventilation*, 14(3), 321-332
59. Kaye, G. W. C. (1927). The acoustics of buildings. *Nature*, 119(2999), 603-606. doi:10.1038/119603a0
60. Knudsen, V. O. (1950). *Acoustical designing in architecture*

61. Knudsen, V. O. (1954). Review of architectural acoustics during the past 25 years. *Journal of the Acoustical Society of America*, 26(5), 646-650. doi:10.1121/1.1907392
62. Knudsen, V. (1934). Recent developments in architectural acoustics. *Reviews of Modern Physics*, 6(1), 1-22. doi:10.1103/RevModPhys.6.1
63. Ko, N. W. M. (1979). Responses of teachers to aircraft noise. *Journal of Sound and Vibration*, 62(2), 277-292. doi:10.1016/0022-460X(79)90027-0
64. Kodaras, M. (1960). Reverberation times of typical elementary school settings. *Noise Control*, 6(5), 17-19. doi:10.1121/1.2369420
65. Kousaie, K., & Hodgson, M. (2002). Measurement of sound absorption of unoccupied and occupied chairs in classrooms. *Can Undergraduate Phys J*, 1(1), 7-10.
66. Kristiansen, J., Lund, S. P., Persson, R., Challi, R., Lindskov, J. M., Nielsen, P. M., Toftum, J. (2016). The effects of acoustical refurbishment of classrooms on teachers' perceived noise exposure and noise-related health symptoms. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 89(2), 341-350.
67. Kristiansen, J., Persson, R., Lund, S. P., Shibuya, H., & Nielsen, P. M. (2013). Effects of classroom acoustics and self-reported noise exposure on teachers' well-being. *Environment and Behavior*, 45(2), 283-300.
68. Lane, R. N. (1957). Noise control in schools.(4)
69. Lane, S. R., & Meecham, W. C. (1974). Jet noise at schools near los angeles international airport. *Journal of the Acoustical Society of America*, 56(1), 127-131.
70. McCroskey, F., & Devens, J. (1975). *Acoustic characteristics of public school classrooms constructed between 1890 and 1960*.
71. Mir, S. H., & Abdou, A. A. (2005). Investigation of sound-absorbing material configuration of a smart classroom utilizing computer modeling. *Building Acoustics*, 12(3), 175-188.
72. Mir, S. H., & Abdou, A. A. (2006). Investigating the effect of educational equipment noise on smart classroom acoustics. *Canadian Acoustics - Acoustique Canadienne*, 34(1), 37-43.
73. Nassiri, P., & Shalkouhi, P. J. (2011). Technical note: Measurement of background noise level and prediction of reverberation time in university classrooms. *International Journal of Acoustics and Vibrations*, 16(1), 44-45.
74. Pääkkönen, R., Vehviläinen, T., Jokitulppo, J., Niemi, O., Nenonen, S., & Vinha, J. (2015). Acoustics and new learning environment - A case study. *Applied Acoustics*, 100, 74-78

75. Passero, C. R. M., & Zannin, P. H. T. (2010). Statistical comparison of reverberation times measured by the integrated impulse response and interrupted noise methods, computationally simulated with ODEON software, and calculated by sabine, eyring and arau-puchades' formulas. *Applied Acoustics*, 71(12), 1204-1210.
76. Pei, H. S. (1997). Room noise criteria - the S12.2-1995 standard raises serious technical and economic considerations [43.15.+s, 43.50.jh]. *Journal of the Acoustical Society of America*, 101(5) doi:10.1121/1.418445
77. Pekkarinen, E., & Viljanen, V. (1991). Acoustic conditions for speech-communication in classrooms. *Scandinavian Audiology*, 20(4), 257-263. doi:10.3109/01050399109045973
78. Persinger, M. A., Tiller, S. G., & Koren, S. A. (1999). Background sound pressure fluctuations (5 dB) from overhead ventilation systems increase subjective fatigue of university students during three-hour lectures. *Perceptual and Motor Skills*, 88(2) doi:10.2466/PMS.88.2.451-456
79. Radosz, J. (2012). Influence of classrooms acoustics on the teachers' voice sound pressure level. [Wpływ Właściwości Akustycznych sal Lekcyjnych na Poziom Ciśnienia Akustycznego Mowy Nauczycieli] *Medycyna Pracy*, 63(4), 409-417.
80. Reich, R. (1998). Optimizing classroom acoustics using computer model studies. *Canadian Acoustics*, 26(4), 15-21.
81. Reich, R., & Bradley, J. (1998). Optimizing classroom acoustics using computer model studies. *Canadian Acoustics - Acoustique Canadienne*, 26(4), 15-21.
82. Sabine E, W. C. (1922). *Collected papers on acoustics*
83. Saksela, K., Botts, J., & Savioja, L. (2015). Optimization of absorption placement using geometrical acoustic models and least squares. *Journal of the Acoustical Society of America*, 137(4), EL274-EL280. doi:10.1121/1.4915063
84. Sala, E. (1995). Improvement of acoustic conditions for speech communication in classrooms. *Applied Acoustics*, 45(1), 81-91. doi:10.1016/0003-682X(94)00035-T
85. Sanders, D. A. (1965). Noise conditions in normal school classrooms. *Exceptional Children*, 31, 344-353.
86. Sargent, J. W., Gidman, M. I., Humphreys, M. A., & Utley, W. A. (1980). The disturbance caused to school teachers by noise. *Journal of Sound and Vibration*, 70(4), 557-572.
87. Shield, B., Conetta, R., Dockrell, J., Connolly, D., Cox, T., & Mydlarz, C. (2015). A survey of acoustic conditions and noise levels in secondary school classrooms in england. *Journal of the Acoustical Society of America*, 137(1), 177-188. doi:10.1121/1.4904528

88. Schuster, A. (1922). The acoustics of enclosed spaces. *Nature*, 110(2758), 341-342. doi:10.1038/110341c0

89. Shankland, R. (1977). Architectural acoustics in america to 1930 .43. *Journal of the Acoustical Society of America*, 61(2), 250-254. doi:10.1121/1.381316

90. Sharland, I. (1972). Woods practical guide to noise control *Woods of Colchester Ltd.*,

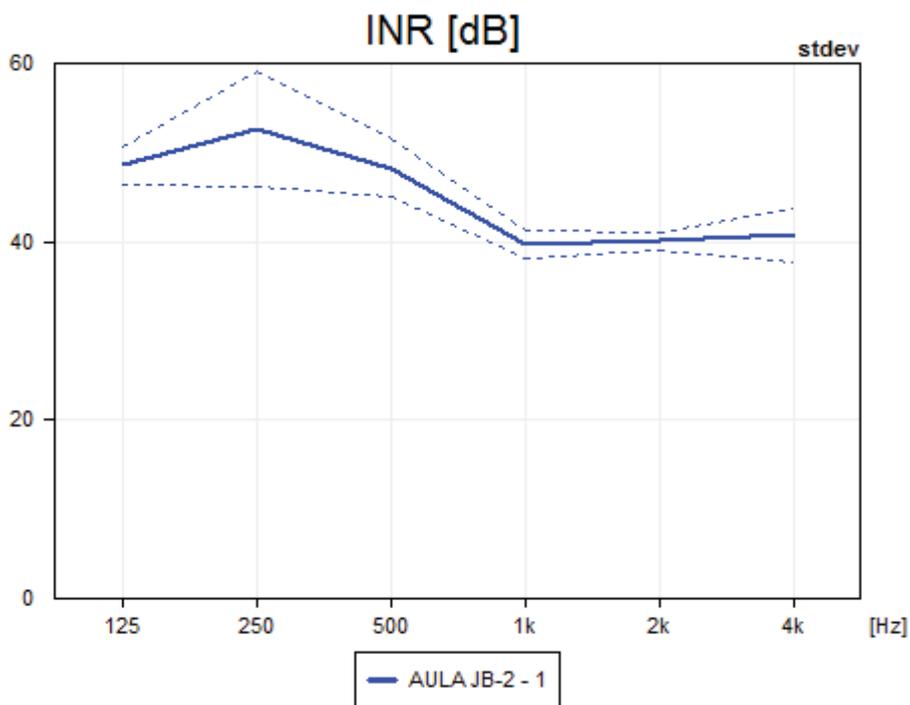
91. Trombetta Zannin, P. H., & Coelho Ferreira, A. M. (2009). Field measurements of acoustic quality in university classrooms. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 68(12)

92. Vallet, M., & Karabiber, Z. (2002). Some european policies regarding acoustical comfort in educational buildings. *Noise Control Engineering Journal*, 50(2), 58-62.

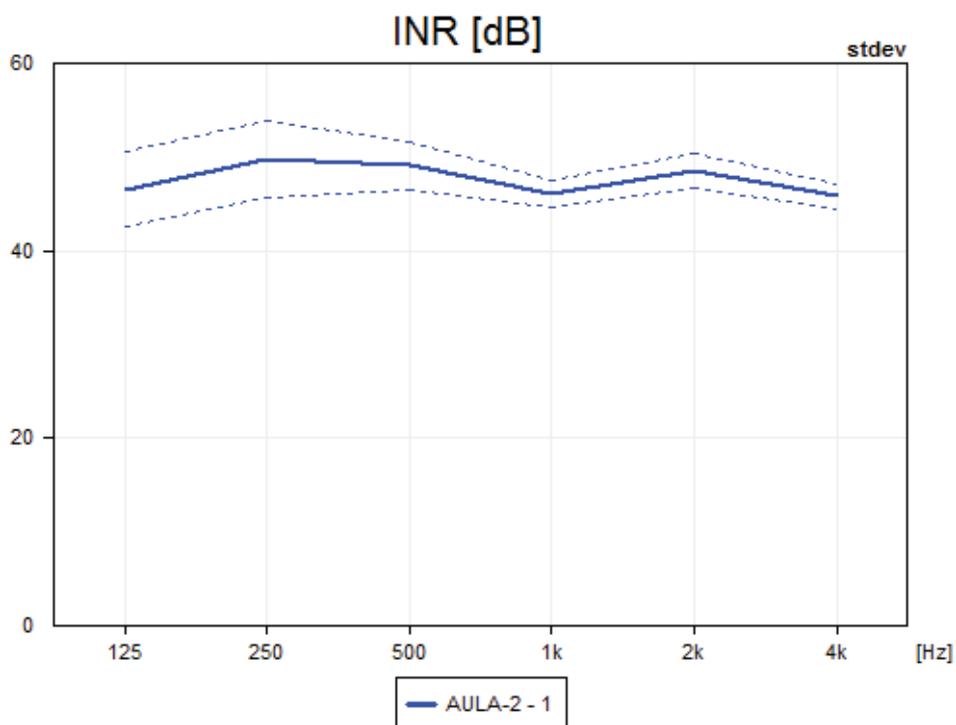
## 10 ANEJOS DE CÁLCULO

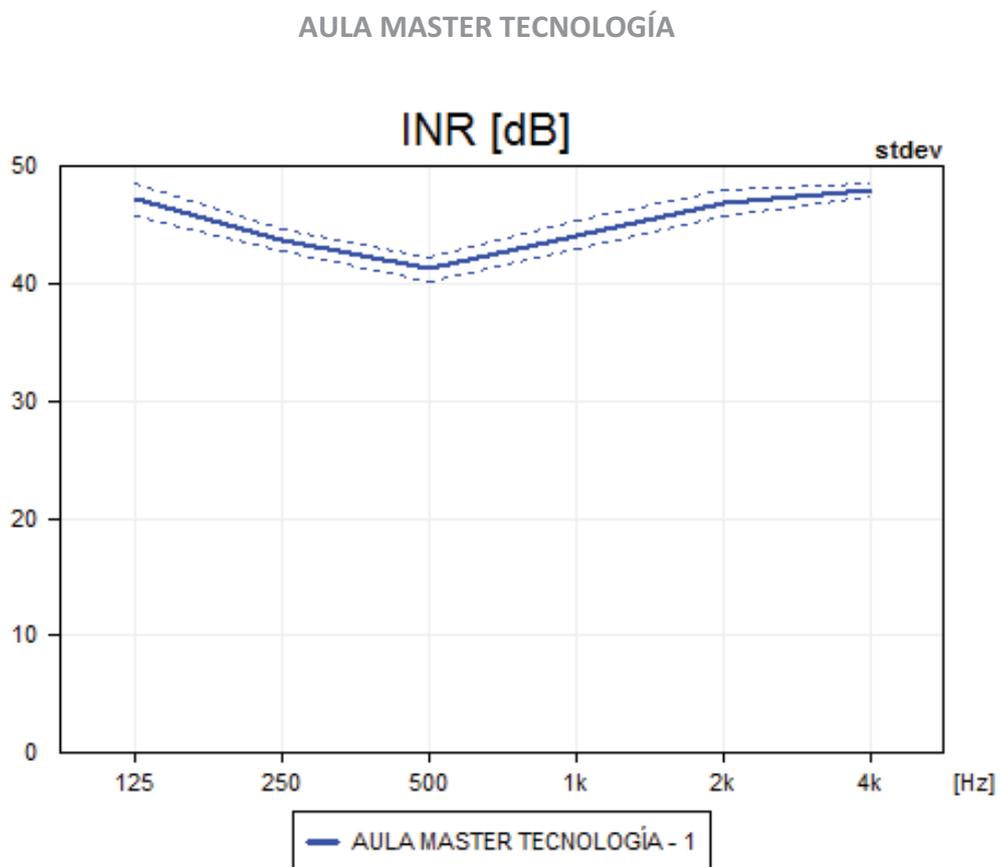
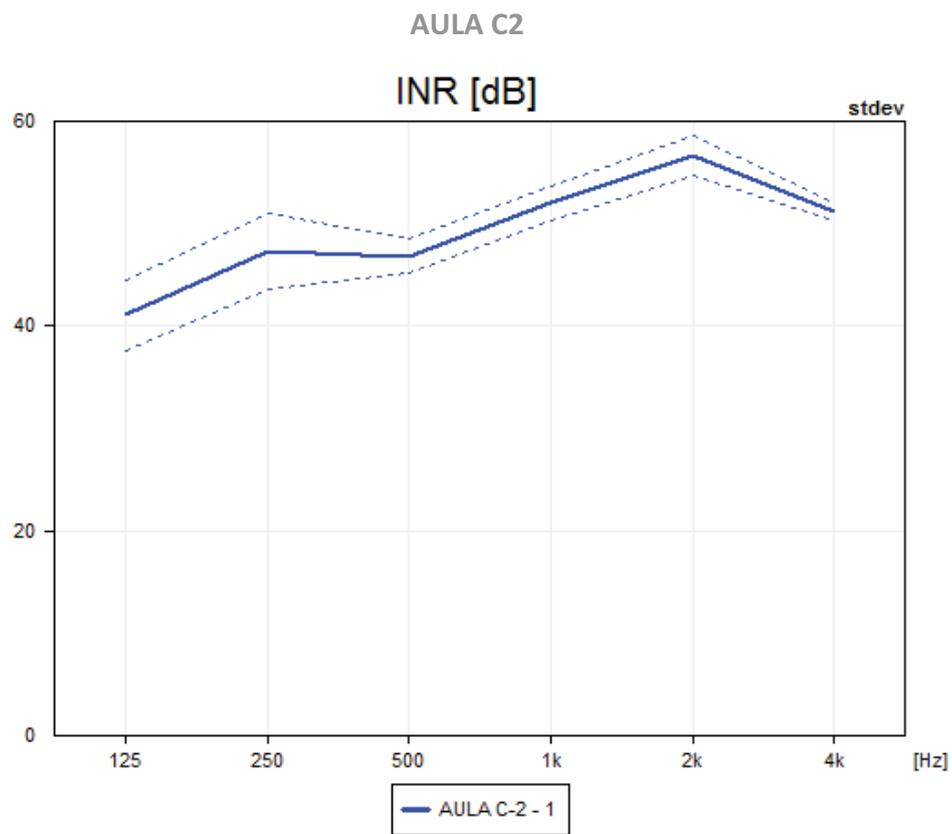
### INR PROMEDIO DE LAS AULAS MEDIDAS EN LA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

#### AULA JB2

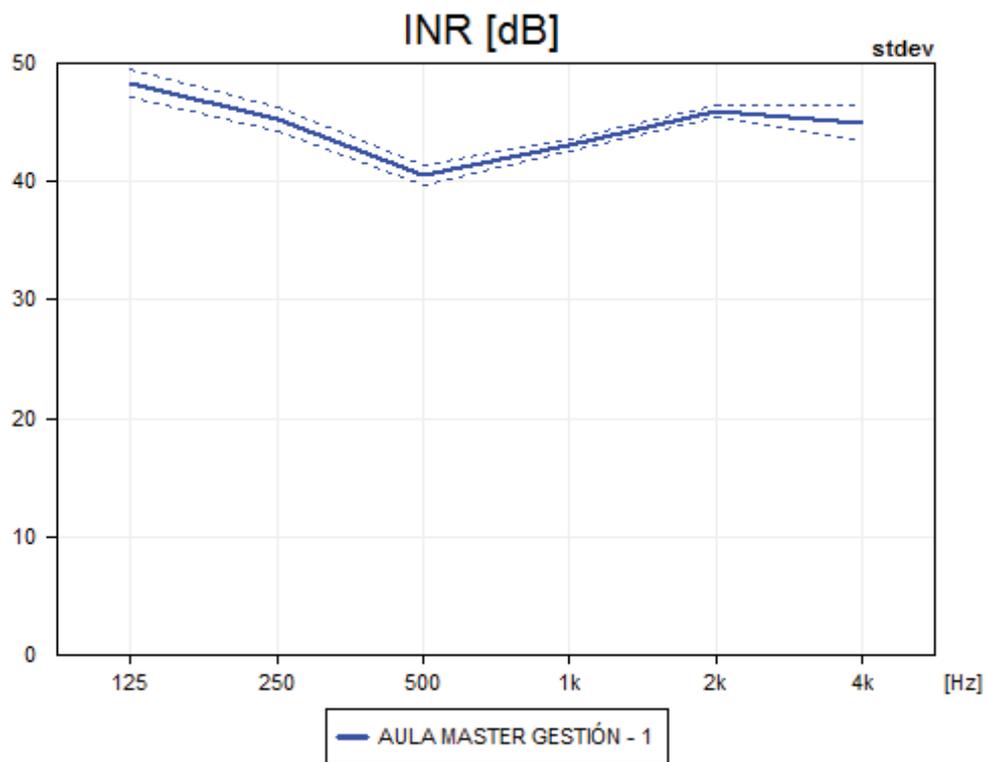


#### AULA 2



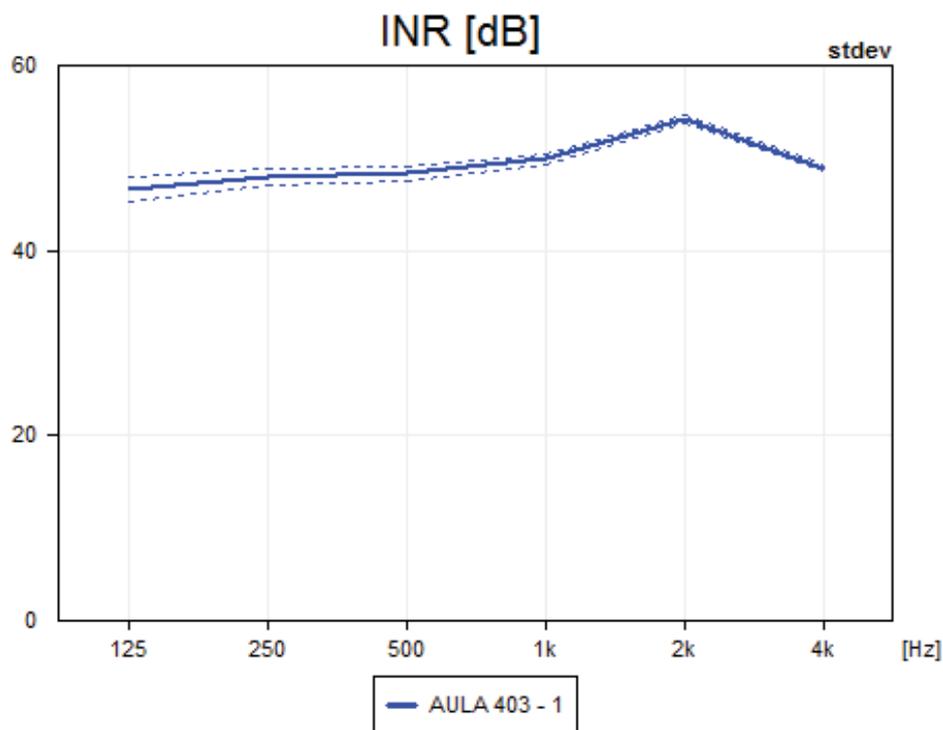


AULA MASTER GESTIÓN

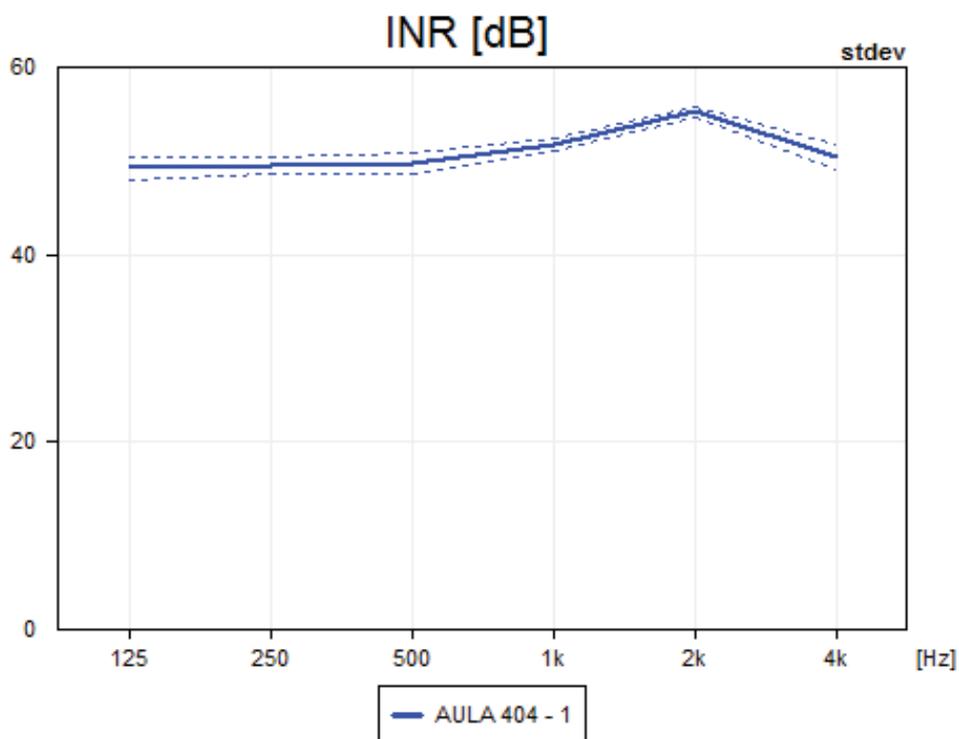


### INR PROMEDIO DE LAS AULAS MEDIDAS EN LA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

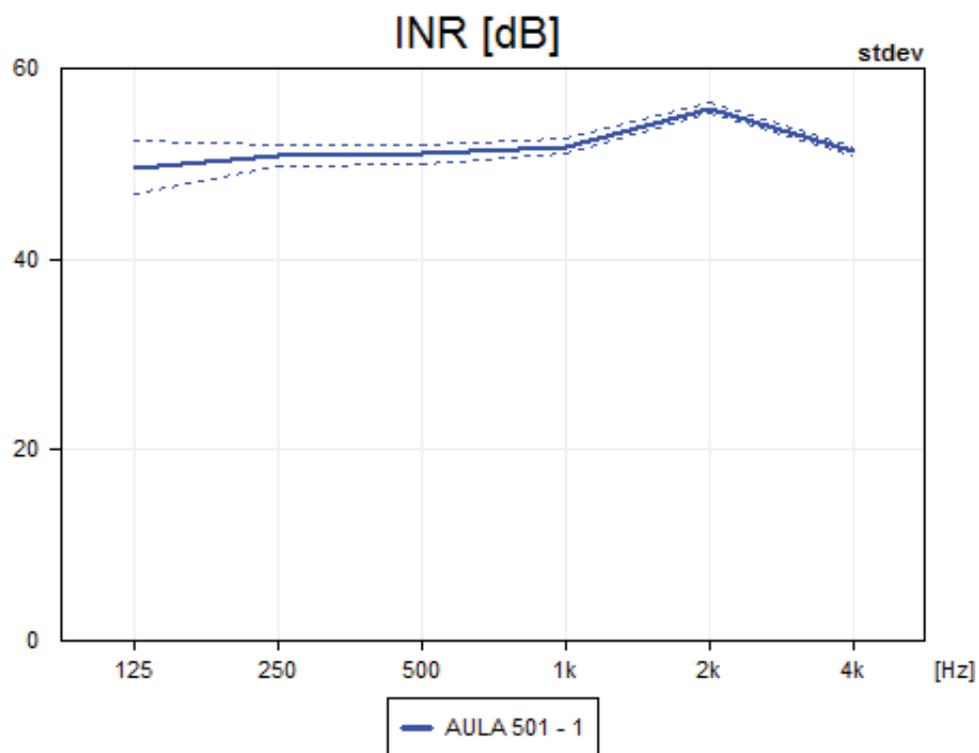
#### AULA 403



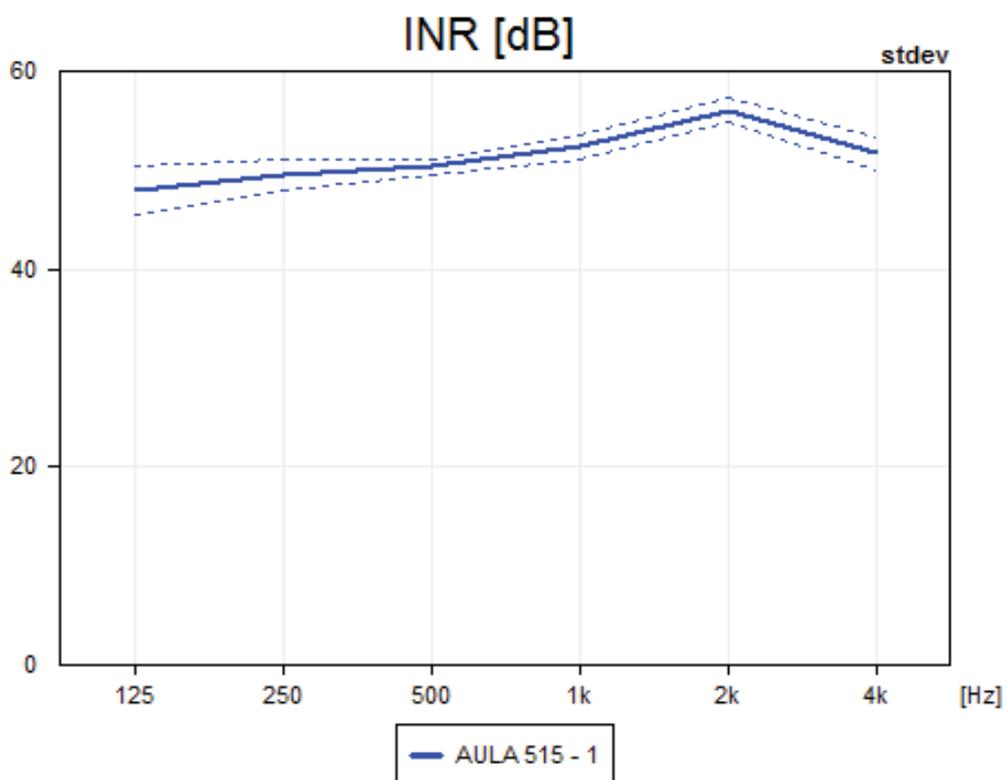
#### AULA 404



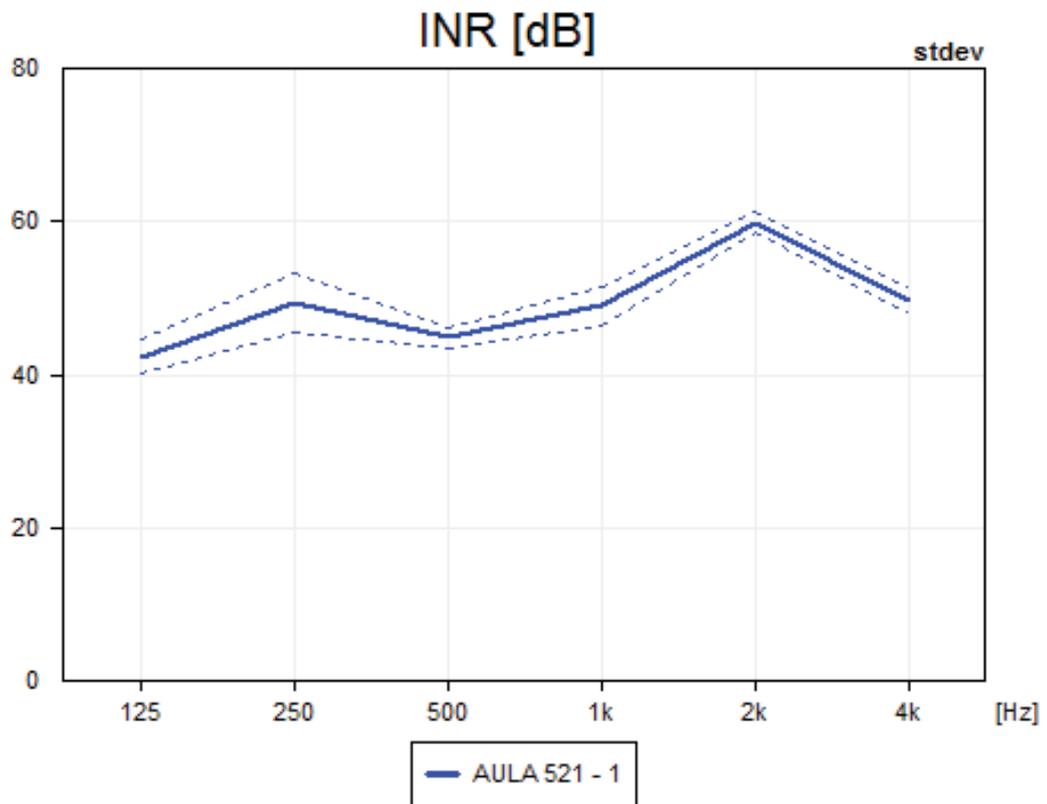
AULA 501



AULA 515



AULA 521



AULAS MEDIDAS ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

<b>AULA JB2</b>						
<b>EDT(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,8	0,5	0,41	0,45	0,54	0,42
2	0,52	0,35	0,49	0,91	1,03	0,45
3	1,01	0,5	0,7	1,02	1,19	0,56
4	0,99	0,57	0,56	0,91	0,91	0,55
5	1,04	0,61	0,66	1,16	1,22	0,79
6	1,09	0,67	0,71	1,29	1,26	0,82
7	1,3	0,71	0,75	1,29	1,26	0,79
8	0,98	0,61	0,63	1,2	1,29	0,83
9	1,08	0,46	0,67	1,54	1,49	0,9
10	0,85	0,87	0,77	1,59	1,5	0,96
11	1,19	0,85	0,84	1,51	1,64	1,01
12	1,33	0,65	0,72	1,44	1,65	1,04
13	0,64	0,91	1,78	1,59	1,03	1
14	0,97	0,94	1,03	1,59	1,59	0,97
15	1,01	0,55	0,88	1,56	1,62	1,08
16	0,79	0,77	0,98	1,67	1,71	1,11
17	1,08	0,81	1	1,6	1,86	1,25
18	0,9	0,83	0,98	1,62	1,75	1,25
19	0,74	0,76	1,06	1,67	1,75	1,16
20	1,36	0,67	1,02	1,78	1,75	1,19
21	1,02	0,88	1,12	1,67	1,65	1,24
22	0,92	0,75	0,91	1,75	1,89	1,21
23	0,64	0,81	1,08	1,77	1,81	1,21
24	0,83	0,68	1,11	1,65	1,89	1,3
25	1,34	0,93	0,99	1,8	1,51	1,21
26	1,83	0,56	0,97	1,86	1,75	1,31
27	1,34	0,64	0,92	1,75	1,93	1,24

<b>Valor Mínimo</b>	0,52	0,35	0,41	0,45	0,54	0,42
<b>Valor Medio</b>	<b>1,02</b>	<b>0,70</b>	<b>0,88</b>	<b>1,47</b>	<b>1,50</b>	<b>0,99</b>
<b>Valor Máximo</b>	1,83	0,94	1,78	1,86	1,93	1,31
<b>Desviación Típica</b>	0,28	0,16	0,27	0,34	0,35	0,33

<b>AULA JB2</b>						
<b>T30(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	1,24	0,79	1,02	1,58	1,6	1,33
2	1,21	0,743	0,67	1,4	1,53	1,2
3	1,17	0,74	0,83	1,43	1,51	1,18
4	1,18	0,68	0,81	1,75	1,71	1,21
5	1,06	0,79	0,88	1,63	1,75	1,22
6	1,38	0,81	0,78	1,5	1,59	1,24
7	1,25	0,78	0,89	1,68	1,66	1,27
8	1,05	0,85	1,02	1,53	1,67	1,32
9	1,18	0,84	0,89	1,52	1,65	1,52
10	1,24	0,77	0,99	1,56	1,63	1,52
11	1,36	0,86	1,12	1,56	1,75	1,35
12	1,39	0,78	0,97	1,57	1,8	1,52
13	1,24	0,9	0,97	1,6	1,82	1,55
14	1,26	0,97	1,01	1,59	1,72	1,55
15	1,26	0,94	1,04	1,49	1,72	1,57
16	1,35	0,75	1	1,5	1,79	1,57
17	1,25	0,89	1,05	1,58	1,82	1,54
18	1,38	0,9	1,1	1,65	1,92	1,6
19	1,25	0,84	1,16	1,77	1,72	1,58
20	1,2	1,06	1,18	1,72	1,8	1,56
21	1,32	1,02	1,16	1,62	1,82	1,58
22	1,35	0,89	1,21	1,6	1,8	1,57
23	1,35	0,96	1,29	1,75	1,69	1,57
24	1,48	0,92	1,19	1,65	1,86	1,57
25	1,41	1,1	1,19	1,75	1,9	1,61
26	1,38	1,2	1,23	1,84	1,88	1,62
27	1,54	1,13	1,21	1,58	1,68	1,6

<b>Valor Mínimo</b>	1,05	0,68	0,67	1,4	1,51	1,18
<b>Valor Medio</b>	<b>1,29</b>	<b>0,89</b>	<b>1,03</b>	<b>1,61</b>	<b>1,73</b>	<b>1,46</b>
<b>Valor Máximo</b>	1,54	1,2	1,29	1,84	1,92	1,62
<b>Desviación Típica</b>	0,11	0,13	0,16	0,11	0,11	0,15

<b>AULA JB2</b>						
<b>D50(dB)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,81	0,86	0,85	0,88	0,85	0,89
2	0,74	0,87	0,79	0,78	0,73	0,85
3	0,52	0,79	0,79	0,75	0,7	0,76
4	0,73	0,8	0,81	0,7	0,77	0,82
5	0,54	0,74	0,66	0,69	0,64	0,74
6	0,42	0,73	0,65	0,64	0,65	0,73
7	0,74	0,65	0,74	0,68	0,62	0,72
8	0,77	0,69	0,73	0,64	0,6	0,7
9	0,55	0,77	0,74	0,58	0,59	0,65
10	0,81	0,57	0,57	0,64	0,56	0,66
11	0,7	0,43	0,69	0,54	0,52	0,64
12	0,47	0,53	0,67	0,54	0,52	0,6
13	0,74	0,72	0,58	0,56	0,47	0,54
14	0,64	0,51	0,52	0,45	0,54	0,61
15	0,35	0,48	0,47	0,5	0,51	0,52
16	0,74	0,45	0,51	0,43	0,48	0,52
17	0,35	0,38	0,47	0,39	0,47	0,5
18	0,46	0,52	0,29	0,44	0,43	0,53
19	0,65	0,33	0,36	0,38	0,37	0,55
20	0,3	0,42	0,39	0,43	0,43	0,49
21	0,33	0,42	0,27	0,33	0,44	0,51
22	0,33	0,37	0,39	0,38	0,45	0,59
23	0,73	0,51	0,49	0,44	0,46	0,58
24	0,47	0,56	0,35	0,44	0,4	0,56
25	0,55	0,47	0,52	0,42	0,47	0,58
26	0,36	0,53	0,45	0,46	0,55	0,61
27	0,5	0,71	0,44	0,45	0,48	0,61

<b>Valor Mínimo</b>	0,3	0,33	0,27	0,33	0,37	0,49
<b>Valor Medio</b>	<b>0,57</b>	<b>0,59</b>	<b>0,56</b>	<b>0,54</b>	<b>0,54</b>	<b>0,63</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,81	0,87	0,85	0,88	0,85	0,89
<b>Desviación Típica</b>	0,17	0,16	0,17	0,14	0,12	0,11

<b>AULA 2</b>						
<b>EDT(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,96	0,96	0,69	0,72	0,73	0,6
2	0,8	1,02	0,49	0,65	0,61	0,53
3	1,33	0,79	0,4	0,59	0,62	0,55
4	1,07	0,88	0,69	0,91	1,02	0,8
5	1,06	1,03	0,66	0,87	1,02	0,72
6	1,01	0,74	0,67	0,84	0,96	0,72
7	0,75	0,65	0,7	1,06	0,98	0,89
8	0,97	0,96	0,86	1,05	0,94	0,86
9	0,97	1,04	0,76	1,08	0,97	0,85
10	0,68	0,98	0,92	1,14	1,21	0,94
11	0,6	0,81	0,89	1,17	1,16	1,02
12	0,84	0,92	0,89	1,23	1,04	0,88
13	0,71	1,06	0,97	1,23	1,13	1
14	0,77	1,06	1,02	1,04	1,19	1,07
15	0,5	1,09	0,91	1,24	1,23	0,96
16	1,11	0,61	0,91	1,27	1,2	1,03
17	1,01	0,83	0,91	1,3	1,21	1,04
18	1,2	0,83	0,9	1,26	1,13	1

<b>Valor Mínimo</b>	0,5	0,61	0,4	0,59	0,61	0,53
<b>Valor Medio</b>	<b>0,91</b>	<b>0,90</b>	<b>0,79</b>	<b>1,04</b>	<b>1,02</b>	<b>0,86</b>
<b>Valor Máximo</b>	1,33	1,09	1,02	1,3	1,23	1,07
<b>Desviación Típica</b>	0,22	0,14	0,17	0,22	0,20	0,17

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

<b>AULA 2</b>						
<b>T30(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,79	0,94	0,82	1,18	1,18	1,07
2	1	0,86	0,81	1,09	1,16	1,05
3	1,01	1,01	0,85	1,15	1,19	1,1
4	1,08	0,89	0,78	1,23	1,23	1,13
5	0,92	1,15	0,84	1,14	1,2	1,14
6	1,09	1,03	0,84	1,2	1,22	1,12
7	1,21	1,04	0,93	1,2	1,24	1,17
8	1,11	0,92	0,87	1,16	1,24	1,14
9	0,9	0,95	0,87	1,22	1,21	1,16
10	1,08	0,94	0,83	1,27	1,2	1,13
11	1,2	1,08	0,91	1,2	1,22	1,13
12	1,14	1,06	1,01	1,2	1,25	1,13
13	0,96	1,02	0,91	1,27	1,23	1,16
14	1,08	0,98	1,15	1,32	1,2	1,13
15	1,09	0,88	0,92	1,22	1,19	1,13
16	0,88	0,99	0,87	1,2	1,21	1,17
17	0,94	0,87	0,86	1,1	1,16	1,09
18	0,82	0,97	0,9	1,24	1,18	1,21

<b>Valor Mínimo</b>	0,79	0,86	0,78	1,09	1,16	1,05
<b>Valor Medio</b>	<b>1,02</b>	<b>0,98</b>	<b>0,89</b>	<b>1,20</b>	<b>1,21</b>	<b>1,13</b>
<b>Valor Máximo</b>	1,21	1,15	1,15	1,32	1,25	1,21
<b>Desviación Típica</b>	0,12	0,08	0,08	0,06	0,03	0,04

<b>AULA 2</b>						
<b>D50(dB)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,63	0,76	0,79	0,78	0,82	0,83
2	0,81	0,83	0,79	0,83	0,79	0,81
3	0,6	0,84	0,87	0,8	0,79	0,83
4	0,52	0,58	0,65	0,72	0,63	0,69
5	0,64	0,46	0,73	0,7	0,63	0,68
6	0,58	0,66	0,76	0,68	0,58	0,68
7	0,39	0,57	0,64	0,67	0,64	0,66
8	0,54	0,55	0,58	0,59	0,55	0,57
9	0,71	0,52	0,5	0,54	0,55	0,58
10	0,79	0,57	0,42	0,54	0,47	0,52
11	0,51	0,44	0,49	0,5	0,54	0,56
12	0,56	0,44	0,51	0,48	0,55	0,64
13	0,65	0,44	0,48	0,43	0,63	0,63
14	0,7	0,45	0,49	0,48	0,41	0,51
15	0,82	0,55	0,47	0,42	0,44	0,59
16	0,55	0,83	0,45	0,5	0,56	0,62
17	0,56	0,71	0,49	0,53	0,52	0,63
18	0,52	0,54	0,46	0,46	0,55	0,63

<b>Valor Mínimo</b>	0,39	0,44	0,42	0,42	0,41	0,51
<b>Valor Medio</b>	<b>0,62</b>	<b>0,60</b>	<b>0,59</b>	<b>0,59</b>	<b>0,59</b>	<b>0,65</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,82	0,84	0,87	0,83	0,82	0,83
<b>Desviación Típica</b>	0,12	0,14	0,14	0,13	0,11	0,10

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

<b>AULA C-2</b>						
<b>EDT(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,64	0,57	0,5	0,67	0,47	0,3
2	0,48	0,54	0,38	0,92	0,42	0,39
3	0,59	0,49	0,43	0,59	0,32	0,2
4	0,61	0,56	0,5	1,16	1,47	0,69
5	0,44	0,3	0,56	1,25	1,46	0,77
6	0,46	0,52	0,55	1,26	1,3	0,59
7	0,63	0,61	0,73	1,21	1,44	0,88
8	0,65	0,75	0,66	1,36	1,36	0,93
9	1,15	0,83	0,66	1,36	1,31	0,9
10	0,68	0,78	0,78	1,21	1,39	0,92
11	0,87	0,99	0,78	1,34	1,4	1
12	0,86	0,75	0,73	1,28	1,19	0,8
13	0,83	1,05	0,82	1,38	1,24	0,92
14	0,77	0,89	0,62	1,29	1,18	0,9
15	0,56	0,71	0,93	1,26	1,32	0,94
16	0,86	0,84	0,94	1,27	1,27	1,1
17	0,85	0,97	0,8	1,2	1,35	1,01
18	0,98	0,93	0,84	1,46	1,32	0,79
19	0,33	0,61	0,82	1,31	1,04	0,97
20	0,55	0,76	0,94	1,23	1,05	1,05
21	0,62	0,88	0,86	1,2	1,26	1,01
22	0,49	0,92	0,73	1,43	1,26	0,98
23	0,78	0,63	0,83	1,25	1,25	1
24	0,62	0,51	0,44	1,51	1,19	0,42

<b>Valor Mínimo</b>	0,33	0,3	0,38	0,59	0,32	0,2
<b>Valor Medio</b>	<b>0,68</b>	<b>0,72</b>	<b>0,70</b>	<b>1,23</b>	<b>1,18</b>	<b>0,81</b>
<b>Valor Máximo</b>	1,15	1,05	0,94	1,51	1,47	1,1
<b>Desviación Típica</b>	0,19	0,19	0,17	0,22	0,32	0,25

<b>AULA C-2</b>						
<b>T30(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,85	0,81	0,77	1,48	1,29	0,99
2	0,86	0,9	0,78	1,47	1,29	0,97
3	0,78	0,9	0,71	1,41	1,22	0,96
4	0,79	0,91	0,91	1,48	1,26	1,04
5	0,9	0,8	0,82	1,51	1,26	1,04
6	0,87	1,06	0,9	1,57	1,3	1,02
7	0,81	1,06	0,89	1,57	1,26	1,02
8	0,96	1,12	0,91	1,53	1,22	1,03
9	0,81	0,9	0,97	1,58	1,3	1,02
10	0,79	0,9	1,05	1,51	1,25	1,02
11	0,72	1,05	1,05	1,48	1,23	1
12	0,96	1,18	1,19	1,56	1,3	1,02
13	0,88	1,12	1,09	1,53	1,22	1,03
14	0,87	1,15	0,92	1,52	1,22	1
15	0,93	1,19	1,1	1,57	1,28	1,01
16	0,86	1,12	1,02	1,52	1,29	0,99
17	0,97	1,24	1,08	1,59	1,23	1,01
18	0,92	1,09	1,11	1,53	1,22	1,03
19	1,17	1,39	1,11	1,51	1,28	1,03
20	0,98	1,1	0,99	1,56	1,28	1,01
21	0,91	1,05	1,11	1,5	1,26	1,03
22	0,93	1,21	1,01	1,46	1,25	1,01
23	0,88	1,19	0,98	1,55	1,24	1
24	0,86	0,83	0,79	1,53	1,25	1,01

<b>Valor Mínimo</b>	0,72	0,8	0,71	1,41	1,22	0,96
<b>Valor Medio</b>	<b>0,89</b>	<b>1,05</b>	<b>0,97</b>	<b>1,52</b>	<b>1,26</b>	<b>1,01</b>
<b>Valor Máximo</b>	1,17	1,39	1,19	1,59	1,3	1,04
<b>Desviación Típica</b>	0,09	0,15	0,13	0,04	0,03	0,02

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

<b>AULA C-2</b>						
<b>D50(dB)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,73	0,71	0,77	0,84	0,87	0,91
2	0,87	0,9	0,89	0,85	0,9	0,91
3	0,83	0,89	0,89	0,87	0,93	0,95
4	0,62	0,69	0,84	0,75	0,69	0,81
5	0,85	0,89	0,81	0,67	0,63	0,76
6	0,83	0,73	0,82	0,67	0,68	0,79
7	0,77	0,77	0,75	0,54	0,63	0,73
8	0,66	0,75	0,81	0,58	0,59	0,71
9	0,6	0,6	0,82	0,69	0,61	0,7
10	0,68	0,39	0,55	0,46	0,52	0,6
11	0,49	0,54	0,59	0,43	0,58	0,52
12	0,69	0,48	0,66	0,53	0,53	0,52
13	0,66	0,64	0,5	0,46	0,51	0,59
14	0,44	0,54	0,7	0,48	0,56	0,54
15	0,68	0,54	0,65	0,45	0,51	0,58
16	0,57	0,5	0,54	0,48	0,58	0,59
17	0,61	0,46	0,65	0,47	0,52	0,58
18	0,38	0,45	0,49	0,44	0,62	0,65
19	0,82	0,49	0,68	0,48	0,6	0,69
20	0,49	0,47	0,66	0,43	0,48	0,64
21	0,71	0,44	0,65	0,44	0,6	0,66
22	0,76	0,45	0,64	0,47	0,5	0,64
23	0,65	0,55	0,63	0,56	0,62	0,61
24	0,69	0,73	0,83	0,76	0,78	0,86

<b>Valor Mínimo</b>	0,38	0,39	0,49	0,43	0,48	0,52
<b>Valor Medio</b>	<b>0,67</b>	<b>0,61</b>	<b>0,70</b>	<b>0,58</b>	<b>0,63</b>	<b>0,69</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,87	0,9	0,89	0,87	0,93	0,95
<b>Desviación Típica</b>	0,13	0,16	0,12	0,15	0,13	0,13

<b>AULA MÁSTER TECNOLOGÍA</b>						
<b>EDT(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,98	1,43	1,33	1,42	1,35	1,05
2	1,42	1,47	1,4	1,29	1,29	1,04
3	0,8	1,36	1,56	1,5	1,35	1,03
4	1,56	1,48	1,57	1,39	1,31	1,23
5	1,43	1,69	1,48	1,32	1,19	1,06
6	1,05	1,32	1,63	1,47	1,32	1,11
7	0,99	1,6	1,58	1,25	1,23	1,06
8	1,45	1,73	1,43	1,54	1,44	1,14
9	0,91	1,57	1,53	1,37	1,3	1,09
10	1,25	1,26	1,62	1,3	1,34	1,08
11	0,72	1,56	1,59	1,4	1,31	1,13
12	1,16	1,67	1,7	1,39	1,36	1,16
13	1,35	1,42	1,7	1,34	1,25	1,05
14	1,25	1,61	1,51	1,46	1,41	1,17
15	1,36	1,68	1,47	1,45	1,46	1,18

<b>Valor Mínimo</b>	0,72	1,26	1,33	1,25	1,19	1,03
<b>Valor Medio</b>	<b>1,18</b>	<b>1,52</b>	<b>1,54</b>	<b>1,39</b>	<b>1,33</b>	<b>1,11</b>
<b>Valor Máximo</b>	1,56	1,73	1,7	1,54	1,46	1,23
<b>Desviación Típica</b>	0,26	0,15	0,11	0,08	0,07	0,06

<b>AULA MÁSTER TECNOLOGÍA</b>						
<b>T30(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	1,14	1,52	1,68	1,35	1,38	1,17
2	1,19	1,57	1,59	1,45	1,39	1,16
3	1,31	1,52	1,56	1,36	1,32	1,1
4	1,12	1,46	1,45	1,35	1,29	1,09
5	1,22	1,42	1,59	1,35	1,28	1,05
6	1,12	1,6	1,53	1,33	1,37	1,13
7	1,14	1,54	1,7	1,33	1,27	1,09
8	1,37	1,51	1,72	1,4	1,38	1,12
9	1,21	1,57	1,43	1,39	1,38	1,16
10	1,09	1,43	1,54	1,41	1,38	1,11
11	1,31	1,4	1,68	1,43	1,34	1,14
12	1,25	1,53	1,63	1,34	1,43	1,14
13	1,42	1,53	1,44	1,35	1,33	1,13
14	1,25	1,46	1,72	1,38	1,35	1,14
15	1,1	1,48	1,72	1,42	1,41	1,19

<b>Valor Mínimo</b>	1,09	1,4	1,43	1,33	1,27	1,05
<b>Valor Medio</b>	<b>1,22</b>	<b>1,50</b>	<b>1,60</b>	<b>1,38</b>	<b>1,35</b>	<b>1,13</b>
<b>Valor Máximo</b>	1,42	1,6	1,72	1,45	1,43	1,19
<b>Desviación Típica</b>	0,10	0,06	0,10	0,04	0,05	0,04

<b>AULA MÁSTER TECNOLOGÍA</b>						
<b>D 50</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,32	0,5	0,44	0,52	0,53	0,58
2	0,42	0,62	0,56	0,49	0,55	0,67
3	0,4	0,65	0,63	0,53	0,46	0,59
4	0,35	0,48	0,29	0,45	0,48	0,51
5	0,61	0,48	0,43	0,42	0,49	0,5
6	0,53	0,4	0,4	0,34	0,39	0,5
7	0,42	0,47	0,22	0,31	0,38	0,46
8	0,35	0,48	0,32	0,41	0,41	0,47
9	0,33	0,4	0,28	0,34	0,38	0,45
10	0,31	0,26	0,3	0,34	0,41	0,46
11	0,69	0,32	0,3	0,38	0,38	0,4
12	0,27	0,43	0,32	0,32	0,35	0,36
13	0,44	0,31	0,33	0,34	0,43	0,45
14	0,69	0,35	0,41	0,36	0,34	0,41
15	0,42	0,32	0,3	0,44	0,34	0,41

<b>Valor Mínimo</b>	0,27	0,26	0,22	0,31	0,34	0,36
<b>Valor Medio</b>	<b>0,44</b>	<b>0,43</b>	<b>0,37</b>	<b>0,40</b>	<b>0,42</b>	<b>0,48</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,69	0,65	0,63	0,53	0,55	0,67
<b>Desviación Típica</b>	0,13	0,11	0,11	0,07	0,07	0,08

<b>AULA MÁSTER GESTIÓN</b>						
<b>EDT(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,83	1,24	1,61	1,54	1,46	1,16
2	1,23	1,42	1,53	1,18	1,37	1,25
3	1,45	1,34	1,46	1,32	1,32	1,13
4	1,48	1,57	1,63	1,43	1,36	1,18
5	1,22	1,62	1,83	1,56	1,53	1,31
6	1,2	1,28	1,51	1,47	1,44	1,24
7	1,03	1,42	1,65	1,5	1,53	1,29
8	0,96	1,4	1,54	1,46	1,44	1,26
9	1,08	1,44	1,79	1,5	1,48	1,29
10	1,31	1,32	1,41	1,43	1,56	1,23
11	0,96	1,28	1,34	1,41	1,41	1,16
12	1,07	1,4	1,4	1,43	1,54	1,28
13	1,13	1,27	1,55	1,37	1,4	1,21
14	1,12	1,37	1,8	1,4	1,48	1,14
15	1,12	1,72	1,56	1,45	1,42	1,17

<b>Valor Mínimo</b>	0,83	1,24	1,34	1,18	1,32	1,13
<b>Valor Medio</b>	<b>1,15</b>	<b>1,41</b>	<b>1,57</b>	<b>1,43</b>	<b>1,45</b>	<b>1,22</b>
<b>Valor Máximo</b>	1,48	1,72	1,83	1,56	1,56	1,31
<b>Desviación Típica</b>	0,18	0,14	0,15	0,09	0,07	0,06

<b>AULA MÁSTER GESTIÓN</b>						
<b>T30(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	1,18	1,55	1,57	1,55	1,59	1,35
2	1,14	1,33	1,54	1,55	1,54	1,25
3	1,26	1,47	1,7	1,49	1,54	1,33
4	1,16	1,47	1,62	1,38	1,48	1,24
5	1,17	1,45	1,64	1,48	1,51	1,27
6	1,2	1,54	1,75	1,48	1,5	1,31
7	1,18	1,5	1,66	1,48	1,52	1,58
8	1,18	1,44	1,6	1,45	1,51	1,24
9	1,24	1,46	1,7	1,47	1,51	1,24
10	1,29	1,39	1,47	1,41	1,47	1,24
11	1,29	1,39	1,55	1,47	1,46	1,31
12	1,29	1,4	1,71	1,44	1,51	1,32
13	1,37	1,45	1,7	1,5	1,48	1,27
14	1,32	1,48	1,64	1,51	1,46	1,24
15	1,23	1,41	1,78	1,51	1,51	1,28

<b>Valor Mínimo</b>	1,14	1,33	1,47	1,38	1,46	1,24
<b>Valor Medio</b>	<b>1,23</b>	<b>1,45</b>	<b>1,64</b>	<b>1,48</b>	<b>1,51</b>	<b>1,30</b>
<b>Valor Máximo</b>	1,37	1,55	1,78	1,55	1,59	1,58
<b>Desviación Típica</b>	0,07	0,06	0,09	0,05	0,03	0,09

<b>AULA MÁSTER GESTIÓN</b>						
<b>D 50</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,51	0,33	0,55	0,53	0,47	0,51
2	0,6	0,57	0,6	0,63	0,52	0,64
3	0,69	0,48	0,58	0,52	0,5	0,58
4	0,49	0,43	0,46	0,43	0,41	0,56
5	0,38	0,33	0,45	0,42	0,38	0,47
6	0,26	0,41	0,46	0,4	0,43	0,45
7	0,47	0,61	0,41	0,34	0,33	0,35
8	0,53	0,44	0,38	0,35	0,35	0,49
9	0,64	0,51	0,41	0,33	0,42	0,49
10	0,57	0,57	0,3	0,33	0,32	0,46
11	0,58	0,49	0,34	0,31	0,34	0,45
12	0,41	0,53	0,34	0,37	0,38	0,42
13	0,59	0,54	0,33	0,36	0,37	0,45
14	0,32	0,49	0,29	0,4	0,36	0,46
15	0,4	0,56	0,36	0,36	0,41	0,49

<b>Valor Mínimo</b>	0,26	0,33	0,29	0,31	0,32	0,35
<b>Valor Medio</b>	<b>0,50</b>	<b>0,49</b>	<b>0,42</b>	<b>0,41</b>	<b>0,40</b>	<b>0,48</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,69	0,61	0,6	0,63	0,52	0,64
<b>Desviación Típica</b>	0,12	0,08	0,10	0,09	0,06	0,07

AULAS MEDIDAS ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

<b>AULA 403</b>						
<b>EDT(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,48	0,6	0,4	0,64	0,71	0,81
2	0,49	0,57	0,42	0,72	0,76	0,77
3	0,95	0,71	0,38	0,64	0,78	0,78
4	0,82	0,91	0,53	0,8	0,83	0,8
5	0,74	0,72	0,62	0,73	0,88	0,84
6	0,7	0,66	0,55	0,7	0,77	0,81
7	0,78	0,88	0,72	0,87	0,99	0,94
8	0,59	0,71	0,73	0,76	1,03	0,98
9	0,77	0,91	0,76	0,87	0,88	0,86
10	0,64	0,53	0,53	0,88	0,98	1
11	0,44	0,57	0,65	0,97	1	0,94
12	0,55	0,64	0,75	0,76	0,94	0,92
13	0,42	0,87	0,78	0,86	0,91	0,93
14	0,37	0,42	0,64	0,78	0,96	0,97
15	0,85	0,72	0,65	1,01	0,98	1

<b>Valor Mínimo</b>	0,37	0,42	0,38	0,64	0,71	0,77
<b>Valor Medio</b>	<b>0,64</b>	<b>0,69</b>	<b>0,61</b>	<b>0,80</b>	<b>0,89</b>	<b>0,89</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,95	0,91	0,78	1,01	1,03	1
<b>Desviación Típica</b>	0,18	0,15	0,13	0,11	0,10	0,08

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

<b>AULA 403</b>						
<b>T30(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,74	0,79	0,7	0,86	0,96	0,99
2	0,75	0,78	0,73	0,87	0,97	1
3	0,79	0,86	0,71	0,9	0,96	0,98
4	0,86	0,83	0,74	0,83	0,93	0,96
5	0,66	0,75	0,78	0,89	0,93	0,96
6	0,8	0,76	0,73	0,86	0,96	0,96
7	0,71	0,67	0,79	0,87	0,96	1,01
8	0,75	0,82	0,8	0,93	0,91	0,98
9	0,78	0,79	0,8	0,9	0,97	1,01
10	0,76	0,93	0,74	0,9	0,91	0,99
11	0,78	0,98	0,84	0,88	0,99	1,05
12	0,62	0,89	0,76	0,9	0,94	1,01
13	0,85	0,87	0,73	0,86	0,97	1,01
14	0,73	0,83	0,76	0,9	0,95	0,98
15	0,82	0,74	0,78	0,83	0,95	1,01

<b>Valor Mínimo</b>	0,62	0,67	0,7	0,83	0,91	0,96
<b>Valor Medio</b>	<b>0,76</b>	<b>0,82</b>	<b>0,76</b>	<b>0,88</b>	<b>0,95</b>	<b>0,99</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,86	0,98	0,84	0,93	0,99	1,05
<b>Desviación Típica</b>	0,06	0,08	0,04	0,03	0,02	0,02

<b>AULA 403</b>						
<b>D 50</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,81	0,81	0,88	0,78	0,72	0,68
2	0,82	0,85	0,86	0,72	0,65	0,64
3	0,64	0,74	0,89	0,74	0,65	0,66
4	0,48	0,59	0,83	0,68	0,64	0,62
5	0,69	0,72	0,8	0,58	0,64	0,61
6	0,51	0,64	0,82	0,65	0,64	0,64
7	0,41	0,49	0,72	0,61	0,57	0,58
8	0,64	0,6	0,75	0,51	0,49	0,45
9	0,47	0,42	0,76	0,63	0,57	0,57
10	0,66	0,66	0,68	0,53	0,48	0,53
11	0,82	0,75	0,53	0,62	0,47	0,48
12	0,74	0,65	0,65	0,64	0,59	0,56
13	0,74	0,47	0,75	0,61	0,61	0,55
14	0,78	0,7	0,8	0,66	0,54	0,44
15	0,61	0,57	0,71	0,53	0,53	0,55

<b>Valor Mínimo</b>	0,41	0,42	0,53	0,51	0,47	0,44
<b>Valor Medio</b>	<b>0,65</b>	<b>0,64</b>	<b>0,76</b>	<b>0,63</b>	<b>0,59</b>	<b>0,57</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,82	0,85	0,89	0,78	0,72	0,68
<b>Desviación Típica</b>	0,14	0,12	0,10	0,08	0,07	0,07

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

<b>AULA 404</b>						
<b>EDT(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,57	0,49	0,39	0,57	0,72	0,7
2	0,62	0,61	0,36	0,63	0,8	0,76
3	0,94	0,71	0,4	0,68	0,7	0,77
4	0,74	0,68	0,5	0,69	0,83	0,8
5	0,82	0,43	0,43	0,74	0,78	0,79
6	0,79	0,81	0,59	0,67	0,8	0,76
7	0,71	0,65	0,61	0,72	0,84	0,88
8	0,58	0,46	0,49	0,8	0,98	0,91
9	1,02	0,96	0,59	0,74	0,83	0,84
10	0,49	0,62	0,61	0,78	0,79	0,94
11	0,51	0,69	0,59	0,66	0,88	0,87
12	0,42	0,56	0,6	0,76	0,88	0,91
13	0,46	0,62	0,59	0,82	0,96	0,95
14	0,4	0,52	0,68	0,82	0,91	0,94
15	0,51	0,53	0,66	0,69	0,88	0,92

<b>Valor Mínimo</b>	0,4	0,43	0,36	0,57	0,7	0,7
<b>Valor Medio</b>	<b>0,64</b>	<b>0,62</b>	<b>0,54</b>	<b>0,72</b>	<b>0,84</b>	<b>0,85</b>
<b>Valor Máximo</b>	1,02	0,96	0,68	0,82	0,98	0,95
<b>Desviación Típica</b>	0,19	0,14	0,10	0,07	0,08	0,08

<b>AULA 404</b>						
<b>T30(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,79	0,68	0,64	0,74	0,89	0,87
2	0,74	0,74	0,5	0,76	0,84	0,85
3	0,75	0,78	0,51	0,74	0,85	0,83
4	0,77	0,78	0,62	0,75	0,86	0,88
5	0,71	0,75	0,66	0,76	0,87	0,87
6	0,72	0,82	0,66	0,74	0,87	0,9
7	0,73	0,79	0,7	0,76	0,88	0,89
8	0,71	0,81	0,69	0,74	0,87	0,89
9	0,71	0,8	0,78	0,76	0,86	0,9
10	0,78	0,78	0,72	0,78	0,91	0,91
11	0,69	0,74	0,69	0,78	0,86	0,89
12	0,9	0,81	0,72	0,8	0,89	0,9
13	0,79	0,82	0,71	0,79	0,89	0,89
14	0,69	0,75	0,7	0,79	0,89	0,91
15	0,87	0,88	0,71	0,8	0,85	0,88

<b>Valor Mínimo</b>	0,69	0,68	0,5	0,74	0,84	0,83
<b>Valor Medio</b>	<b>0,76</b>	<b>0,78</b>	<b>0,67</b>	<b>0,77</b>	<b>0,87</b>	<b>0,88</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,9	0,88	0,78	0,8	0,91	0,91
<b>Desviación Típica</b>	0,06	0,05	0,08	0,02	0,02	0,02

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

<b>AULA 404</b>						
<b>D 50</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,58	0,82	0,89	0,78	0,73	0,7
2	0,83	0,82	0,88	0,81	0,72	0,7
3	0,65	0,74	0,86	0,73	0,72	0,71
4	0,41	0,72	0,81	0,63	0,57	0,64
5	0,56	0,85	0,83	0,64	0,62	0,59
6	0,58	0,77	0,77	0,7	0,67	0,64
7	0,66	0,64	0,76	0,62	0,57	0,58
8	0,7	0,56	0,73	0,55	0,49	0,49
9	0,46	0,61	0,72	0,61	0,5	0,57
10	0,6	0,47	0,68	0,63	0,58	0,53
11	0,74	0,63	0,67	0,48	0,48	0,57
12	0,53	0,5	0,75	0,69	0,53	0,5
13	0,79	0,48	0,67	0,61	0,51	0,53
14	0,81	0,63	0,68	0,68	0,58	0,48
15	0,71	0,57	0,68	0,57	0,54	0,56

<b>Valor Mínimo</b>	0,41	0,47	0,67	0,48	0,48	0,48
<b>Valor Medio</b>	<b>0,64</b>	<b>0,65</b>	<b>0,76</b>	<b>0,65</b>	<b>0,59</b>	<b>0,59</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,83	0,85	0,89	0,81	0,73	0,71
<b>Desviación Típica</b>	0,13	0,13	0,08	0,09	0,09	0,08

<b>AULA 501</b>						
<b>EDT(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,66	0,44	0,55	0,81	0,65	0,79
2	0,71	0,57	0,42	0,6	0,8	0,76
3	0,79	0,61	0,42	0,69	0,79	0,8
4	0,96	0,62	0,54	0,72	0,82	0,89
5	0,58	0,54	0,56	0,71	0,88	0,85
6	0,93	0,67	0,51	0,69	0,7	0,78
7	0,41	0,68	0,68	0,78	0,93	0,84
8	0,6	0,5	0,51	0,88	0,87	0,84
9	0,82	0,73	0,6	0,79	0,78	0,89
10	0,55	0,82	0,74	0,77	0,82	0,84
11	0,69	0,49	0,55	0,72	0,85	0,91
12	0,5	0,56	0,59	0,73	0,79	0,85
13	0,77	0,83	0,74	0,84	0,91	0,86
14	0,76	0,54	0,56	0,84	0,94	0,9
15	0,45	0,39	0,69	0,93	0,83	0,84

<b>Valor Mínimo</b>	0,41	0,39	0,42	0,6	0,65	0,76
<b>Valor Medio</b>	<b>0,68</b>	<b>0,60</b>	<b>0,58</b>	<b>0,77</b>	<b>0,82</b>	<b>0,84</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,96	0,83	0,74	0,93	0,94	0,91
<b>Desviación Típica</b>	0,16	0,13	0,10	0,09	0,08	0,04

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

<b>AULA 501</b>						
<b>T30(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,73	0,75	0,68	0,85	0,96	0,9
2	0,73	0,64	0,66	0,86	0,89	0,92
3	0,71	0,64	0,63	0,86	0,93	0,91
4	0,5	0,66	0,62	0,88	0,96	0,86
5	0,68	0,65	0,59	0,91	0,95	0,9
6	0,75	0,64	0,6	0,88	0,94	0,92
7	0,84	0,71	0,65	0,78	0,94	0,91
8	0,65	0,48	0,63	0,89	0,98	0,94
9	0,71	0,62	0,67	0,86	0,96	0,93
10	0,63	0,67	0,67	0,9	0,96	0,91
11	0,75	0,73	0,62	0,9	0,96	0,92
12	0,84	0,7	0,64	0,9	0,94	0,9
13		0,69	0,59	0,86	0,94	0,91
14	0,74	0,71	0,59	0,92	0,97	0,93
15	0,79	0,73	0,45	0,9	0,96	0,92

<b>Valor Mínimo</b>	0,5	0,48	0,45	0,78	0,89	0,86
<b>Valor Medio</b>	<b>0,72</b>	<b>0,67</b>	<b>0,62</b>	<b>0,88</b>	<b>0,95</b>	<b>0,91</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,84	0,75	0,68	0,92	0,98	0,94
<b>Desviación Típica</b>	0,09	0,07	0,06	0,03	0,02	0,02

<b>AULA 501</b>						
<b>D 50</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,81	0,84	0,83	0,75	0,75	0,71
2	0,63	0,73	0,86	0,81	0,72	0,73
3	0,78	0,77	0,85	0,75	0,64	0,65
4	0,33	0,55	0,83	0,74	0,62	0,61
5	0,72	0,72	0,8	0,67	0,59	0,56
6	0,54	0,65	0,8	0,66	0,7	0,63
7	0,72	0,62	0,78	0,61	0,62	0,61
8	0,63	0,63	0,74	0,53	0,54	0,55
9	0,56	0,44	0,7	0,62	0,59	0,57
10	0,51	0,43	0,59	0,63	0,63	0,59
11	0,7	0,65	0,67	0,64	0,63	0,48
12	0,64	0,67	0,61	0,58	0,53	0,57
13	0,75	0,6	0,63	0,58	0,6	0,59
14	0,75	0,67	0,64	0,59	0,51	0,51
15	0,81	0,75	0,59	0,61	0,64	0,57

<b>Valor Mínimo</b>	0,33	0,43	0,59	0,53	0,51	0,48
<b>Valor Medio</b>	<b>0,66</b>	<b>0,65</b>	<b>0,73</b>	<b>0,65</b>	<b>0,62</b>	<b>0,60</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,81	0,84	0,86	0,81	0,75	0,73
<b>Desviación Típica</b>	0,13	0,11	0,10	0,08	0,07	0,07

<b>AULA 515</b>						
<b>EDT(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,88	0,67	0,5	0,68	0,77	0,71
2	0,81	0,75	0,56	0,71	0,81	0,74
3	0,66	0,72	0,68	0,72	0,74	0,71
4	0,73	0,95	0,64	0,79	0,79	0,78
5	0,78	0,84	0,6	0,9	0,85	0,75
6	0,67	0,84	0,5	0,81	0,86	0,81
7	1,07	0,77	0,6	0,77	0,82	0,81
8	0,94	0,82	0,61	0,9	0,9	0,85
9	0,81	1,13	0,73	0,72	0,79	0,8
10	0,64	0,73	0,65	0,79	0,79	0,78
11	0,93	0,84	0,76	0,82	0,92	0,86
12	0,8	0,75	0,79	0,81	0,87	0,86
13	0,42	0,73	0,62	0,72	0,79	0,86
14	0,44	0,75	0,8	0,84	0,86	0,81
15	0,46	1,06	0,65	0,81	0,85	0,83

<b>Valor Mínimo</b>	0,42	0,67	0,5	0,68	0,74	0,71
<b>Valor Medio</b>	<b>0,74</b>	<b>0,82</b>	<b>0,65</b>	<b>0,79</b>	<b>0,83</b>	<b>0,80</b>
<b>Valor Máximo</b>	1,07	1,13	0,8	0,9	0,92	0,86
<b>Desviación Típica</b>	0,19	0,13	0,09	0,07	0,05	0,05

<b>AULA 515</b>						
<b>T30(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,87	0,92	0,68	0,86	0,82	0,82
2	0,88	0,94	0,69	0,89	0,91	0,83
3	0,92	0,96	0,56	0,87	0,89	0,81
4	0,86	0,86	0,67	0,89	0,92	0,84
5	0,92	0,9	0,71	0,86	0,95	0,85
6	0,83	0,94	0,79	0,93	0,87	0,82
7	0,85	0,76	0,69	0,88	0,93	0,85
8	0,77	1,03	0,69	0,88	0,92	0,84
9	0,68	0,87	0,75	0,91	0,93	0,83
10	0,87	0,92	0,69	0,9	0,93	0,84
11	0,87	0,94	0,81	0,93	0,92	0,84
12	0,88	0,84	0,66	0,88	0,89	0,82
13	0,73	0,91	0,7	0,81	0,93	0,77
14	0,88	0,89	0,69	0,9	0,92	0,85
15	0,77	0,83	0,73	0,89	0,88	0,82

<b>Valor Mínimo</b>	0,68	0,76	0,56	0,81	0,82	0,77
<b>Valor Medio</b>	<b>0,84</b>	<b>0,90</b>	<b>0,70</b>	<b>0,89</b>	<b>0,91</b>	<b>0,83</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,92	1,03	0,81	0,93	0,95	0,85
<b>Desviación Típica</b>	0,07	0,06	0,06	0,03	0,03	0,02

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

<b>AULA 515</b>						
<b>D 50</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,43	0,71	0,75	0,76	0,74	0,69
2	0,7	0,76	0,81	0,74	0,69	0,66
3	0,56	0,75	0,71	0,74	0,71	0,67
4	0,7	0,54	0,64	0,65	0,64	0,62
5	0,72	0,56	0,8	0,61	0,62	0,61
6	0,71	0,51	0,76	0,6	0,62	0,59
7	0,64	0,48	0,71	0,58	0,53	0,58
8	0,58	0,35	0,64	0,46	0,47	0,53
9	0,52	0,38	0,69	0,65	0,54	0,58
10	0,55	0,36	0,57	0,62	0,57	0,57
11	0,37	0,46	0,55	0,55	0,54	0,57
12	0,46	0,34	0,47	0,62	0,59	0,56
13	0,53	0,44	0,71	0,63	0,6	0,59
14	0,55	0,46	0,54	0,52	0,47	0,6
15	0,69	0,38	0,57	0,57	0,55	0,6

<b>Valor Mínimo</b>	0,37	0,34	0,47	0,46	0,47	0,53
<b>Valor Medio</b>	<b>0,58</b>	<b>0,50</b>	<b>0,66</b>	<b>0,62</b>	<b>0,59</b>	<b>0,60</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,72	0,76	0,81	0,76	0,74	0,69
<b>Desviación Típica</b>	0,11	0,14	0,10	0,08	0,08	0,04

<b>AULA 521</b>						
<b>EDT(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	1,46	1,27	0,94	0,76	1,07	0,97
2	1,1	1,35	0,68	0,86	1,05	1,1
3	1,11	1,32	1,16	0,82	1,16	1,02
4	1,05	1,24	1,13	0,96	1,18	1,22
5	1,37	1,28	0,8	1,04	1,06	1,13
6	1,01	1,12	1,13	1,21	1,13	1,1
7	2,34	1,42	1,1	1,19	1,19	1,16
8	1,07	1,24	1,18	1,05	1,2	1,1
9	1,1	1,23	1,1	1,13	1,11	1,14
10	1,09	1,02	0,87	1	1,07	1,02
11	1,12	0,94	0,88	0,96	1,16	0,96
12	1,85	1,15	0,93	0,93	1,11	1,03
13	2,15	1,47	1,23	1,05	1,17	1,15
14	2,1	1,48	0,95	0,91	1,07	1,07
15	1,26	1,36	1,02	0,98	1,1	1,15
16	1,45	1,25	1,06	1,05	1,16	1,1
17	1,58	1,07	0,98	1,05	1,2	1,15
18	2,09	1,16	0,98	1,32	1,13	1,11

<b>Valor Mínimo</b>	1,01	0,94	0,68	0,76	1,05	0,96
<b>Valor Medio</b>	<b>1,46</b>	<b>1,24</b>	<b>1,01</b>	<b>1,02</b>	<b>1,13</b>	<b>1,09</b>
<b>Valor Máximo</b>	2,34	1,48	1,23	1,32	1,2	1,22
<b>Desviación Típica</b>	0,45	0,15	0,14	0,14	0,05	0,07

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

<b>AULA 521</b>						
<b>T30(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	1,63	1,34	1,27	1,24	1,32	1,17
2	1,59	1,55	1,32	1,23	1,31	1,22
3	1,74	1,57	1,71	1,26	1,3	1,2
4	1,79	1,55	1,21	1,26	1,28	1,14
5	1,59	1,51	1,16	1,27	1,31	1,19
6	1,89	1,59	1,31	1,23	1,3	1,17
7	2,03	1,71	1,31	1,27	1,32	1,19
8	1,88	1,56	1,31	1,28	1,36	1,21
9	1,81	1,62	1,3	1,27	1,29	1,16
10	1,76	1,48	1,28	1,24	1,31	1,19
11	1,59	1,49	1,28	1,25	1,3	1,19
12	1,87	1,45	1,15	1,3	1,33	1,22
13	1,79	1,53	1,18	1,3	1,33	1,22
14	1,7	1,51	1,27	1,3	1,29	1,16
15	1,8	1,67	1,4	1,26	1,31	1,18
16	1,53	1,59	1,46	1,32	1,34	1,21
17	1,66	1,49	1,27	1,34	1,36	1,23
18	2,11	1,8	1,28	1,29	1,36	1,21

<b>Valor Mínimo</b>	1,53	1,34	1,15	1,23	1,28	1,14
<b>Valor Medio</b>	<b>1,76</b>	<b>1,56</b>	<b>1,30</b>	<b>1,27</b>	<b>1,32</b>	<b>1,19</b>
<b>Valor Máximo</b>	2,11	1,8	1,71	1,34	1,36	1,23
<b>Desviación Típica</b>	0,16	0,10	0,13	0,03	0,02	0,03

<b>AULA 521</b>						
<b>D50(dB)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,6	0,72	0,79	0,81	0,78	0,83
2	0,41	0,75	0,85	0,74	0,63	0,73
3	0,41	0,72	0,72	0,73	0,67	0,73
4	0,66	0,56	0,53	0,59	0,37	0,43
5	0,48	0,36	0,72	0,6	0,52	0,5
6	0,42	0,42	0,61	0,56	0,49	0,48
7	0,46	0,39	0,45	0,53	0,48	0,51
8	0,68	0,58	0,5	0,54	0,45	0,49
9	0,38	0,56	0,42	0,53	0,46	0,53
10	0,43	0,77	0,77	0,7	0,7	0,69
11	0,52	0,79	0,75	0,78	0,63	0,71
12	0,51	0,67	0,8	0,76	0,62	0,65
13	0,48	0,42	0,64	0,62	0,48	0,44
14	0,39	0,49	0,57	0,62	0,51	0,5
15	0,49	0,4	0,57	0,65	0,56	0,56
16	0,46	0,5	0,43	0,57	0,44	0,51
17	0,53	0,49	0,56	0,63	0,45	0,46
18	0,53	0,43	0,38	0,52	0,48	0,43

<b>Valor Mínimo</b>	0,38	0,36	0,38	0,52	0,37	0,43
<b>Valor Medio</b>	<b>0,49</b>	<b>0,56</b>	<b>0,61</b>	<b>0,64</b>	<b>0,54</b>	<b>0,57</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,68	0,79	0,85	0,81	0,78	0,83
<b>Desviación Típica</b>	0,09	0,15	0,15	0,09	0,11	0,12

AULAS SIMULADAS ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

AULA JB2						
T30(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	1,03	0,88	0,97	1,48	1,45	1,21
2	1,06	0,9	0,98	1,48	1,45	1,22
3	1,06	0,91	0,99	1,48	1,44	1,22
4	1,05	0,89	0,98	1,46	1,43	1,21
5	1,04	0,88	0,98	1,48	1,45	1,24
6	1,07	0,89	0,97	1,49	1,45	1,2
7	1,04	0,89	0,99	1,47	1,44	1,23
8	1,05	0,9	0,98	1,48	1,46	1,22
9	1,05	0,91	1,01	1,46	1,45	1,22
10	1,05	0,88	0,97	1,48	1,43	1,21
11	1,08	0,91	0,98	1,46	1,44	1,21
12	1,12	0,92	1,02	1,5	1,45	1,23
13	1,07	0,92	0,97	1,47	1,43	1,2
14	1,05	0,93	0,98	1,48	1,44	1,24
15	1,05	0,95	1	1,47	1,46	1,23
16	1,09	0,93	0,99	1,5	1,45	1,22
17	1,06	0,91	0,99	1,48	1,44	1,2
18	1,08	0,92	1	1,46	1,44	1,22
19	1,06	0,93	0,99	1,45	1,42	1,23
20	1,07	0,92	1,01	1,48	1,45	1,22
21	1,09	0,92	0,98	1,47	1,45	1,21
22	1,04	0,9	0,98	1,46	1,45	1,24
23	1,07	0,91	0,99	1,47	1,46	1,23
24	1,07	0,9	1,02	1,48	1,44	1,22
25	1,03	0,9	0,99	1,46	1,44	1,22
26	1,05	0,9	0,98	1,49	1,44	1,23
27	1,06	0,93	0,99	1,45	1,43	1,23

Valor Mínimo	1,03	0,88	0,97	1,45	1,42	1,2
Valor Medio	1,06	0,91	0,99	1,47	1,44	1,22
Valor Máximo	1,12	0,95	1,02	1,5	1,46	1,24
Desviación Típica	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

<b>AULA JB2</b>						
<b>EDT(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,92	0,74	0,81	1,39	1,35	1,14
2	0,93	0,76	0,87	1,41	1,38	1,16
3	0,94	0,79	0,84	1,36	1,34	1,14
4	1,04	0,89	0,92	1,53	1,43	1,23
5	1,08	0,87	0,94	1,52	1,46	1,22
6	1	0,84	0,95	1,48	1,44	1,21
7	1,05	0,92	0,99	1,56	1,48	1,23
8	1,05	0,93	1,01	1,55	1,49	1,25
9	1,08	0,92	0,96	1,5	1,47	1,26
10	1,15	0,92	1,05	1,56	1,52	1,31
11	1,11	0,92	1,02	1,57	1,54	1,31
12	1,13	0,95	1	1,56	1,49	1,28
13	1,14	0,92	1,06	1,64	1,57	1,31
14	1,15	0,91	1,06	1,59	1,6	1,32
15	1,14	0,96	1,03	1,62	1,51	1,3
16	1,09	0,94	1,05	1,67	1,62	1,33
17	1,1	0,95	1,04	1,65	1,62	1,32
18	1,08	0,95	1,04	1,63	1,6	1,31
19	1,17	0,95	1,05	1,63	1,63	1,39
20	1,1	0,97	1,03	1,62	1,56	1,38
21	1,1	0,96	1,01	1,57	1,6	1,37
22	1,14	0,87	1,01	1,58	1,59	1,33
23	1,08	0,91	0,98	1,6	1,56	1,37
24	1,05	0,84	0,96	1,58	1,55	1,27
25	1,11	0,87	0,95	1,54	1,49	1,25
26	0,99	0,77	0,9	1,55	1,54	1,31
27	1	0,91	0,87	1,5	1,49	1,27
<b>Valor Mínimo</b>	0,92	0,74	0,81	1,36	1,34	1,14
<b>Valor Medio</b>	<b>1,07</b>	<b>0,89</b>	<b>0,98</b>	<b>1,55</b>	<b>1,52</b>	<b>1,28</b>
<b>Valor Máximo</b>	1,17	0,97	1,06	1,67	1,63	1,39
<b>Desviación Típica</b>	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,07

<b>AULA JB2</b>						
<b>D50</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,72	0,77	0,74	0,59	0,58	0,63
2	0,70	0,75	0,73	0,57	0,56	0,61
3	0,70	0,75	0,72	0,57	0,56	0,61
4	0,61	0,67	0,63	0,45	0,44	0,5
5	0,61	0,67	0,64	0,46	0,45	0,5
6	0,63	0,69	0,65	0,48	0,48	0,53
7	0,55	0,62	0,58	0,39	0,39	0,44
8	0,56	0,62	0,59	0,41	0,4	0,45
9	0,57	0,63	0,6	0,43	0,42	0,47
10	0,48	0,55	0,52	0,34	0,34	0,39
11	0,5	0,57	0,54	0,36	0,35	0,40
12	0,51	0,58	0,54	0,37	0,36	0,41
13	0,45	0,52	0,49	0,31	0,3	0,35
14	0,45	0,53	0,50	0,31	0,31	0,36
15	0,47	0,54	0,51	0,34	0,33	0,38
16	0,41	0,49	0,46	0,28	0,27	0,33
17	0,42	0,50	0,47	0,29	0,28	0,33
18	0,43	0,50	0,48	0,31	0,3	0,35
19	0,41	0,5	0,47	0,28	0,27	0,33
20	0,42	0,51	0,48	0,29	0,28	0,33
21	0,43	0,52	0,49	0,31	0,30	0,35
22	0,43	0,53	0,51	0,30	0,30	0,36
23	0,45	0,55	0,53	0,32	0,31	0,37
24	0,47	0,55	0,53	0,34	0,33	0,38
25	0,51	0,6	0,59	0,38	0,38	0,44
26	0,53	0,62	0,60	0,39	0,38	0,45
27	0,55	0,63	0,61	0,41	0,40	0,47

<b>Valor Mínimo</b>	0,41	0,49	0,46	0,28	0,27	0,33
<b>Valor Medio</b>	<b>0,52</b>	<b>0,59</b>	<b>0,56</b>	<b>0,38</b>	<b>0,37</b>	<b>0,43</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,72	0,77	0,74	0,59	0,58	0,63
<b>Desviación Típica</b>	0,09	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09

**AULA JB2**

RECEPTOR	STI
1	0,64
2	0,64
3	0,64
4	0,59
5	0,59
6	0,6
7	0,57
8	0,58
9	0,58
10	0,55
11	0,56
12	0,56
13	0,54
14	0,54
15	0,55
16	0,53
17	0,53
18	0,53
19	0,53
20	0,53
21	0,54
22	0,55
23	0,55
24	0,56
25	0,58
26	0,58
27	0,59

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,57</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
Nº Receptor	STI
1	0,64
2	0,64
3	0,64
4	0,59
5	0,59
6	0,60
7	0,57
8	0,58
9	0,58
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,60</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
Nº Receptor	STI
10	0,55
11	0,56
12	0,56
13	0,54
14	0,54
15	0,55
16	0,53
17	0,53
18	0,53
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,54</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
Nº Receptor	STI
19	0,53
20	0,53
21	0,54
22	0,55
23	0,55
24	0,56
25	0,58
26	0,58
27	0,59
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,56</b>

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

AULA 2						
T30(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,92	0,83	0,87	1,34	1,34	1,14
2	0,93	0,83	0,86	1,35	1,34	1,12
3	0,93	0,81	0,85	1,34	1,33	1,14
4	0,92	0,82	0,88	1,33	1,31	1,15
5	0,93	0,83	0,88	1,34	1,35	1,14
6	0,95	0,85	0,89	1,34	1,34	1,14
7	0,92	0,85	0,89	1,35	1,35	1,13
8	0,94	0,81	0,87	1,35	1,33	1,13
9	0,96	0,82	0,88	1,33	1,32	1,13
10	0,97	0,81	0,9	1,35	1,36	1,13
11	0,95	0,84	0,88	1,35	1,32	1,15
12	0,94	0,81	0,85	1,34	1,34	1,14
13	0,95	0,85	0,87	1,32	1,35	1,12
14	0,93	0,83	0,88	1,36	1,32	1,15
15	0,93	0,86	0,88	1,35	1,34	1,13
16	0,98	0,83	0,91	1,35	1,32	1,13
17	0,93	0,85	0,88	1,33	1,33	1,13
18	0,93	0,83	0,86	1,33	1,34	1,13

Valor Mínimo	0,92	0,81	0,85	1,32	1,31	1,12
Valor Medio	0,94	0,83	0,88	1,34	1,34	1,14
Valor Máximo	0,98	0,86	0,91	1,36	1,36	1,15
Desviación Típica	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

AULA 2						
EDT(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,85	0,7	0,76	1,25	1,22	0,99
2	0,91	0,74	0,76	1,28	1,25	1,01
3	0,92	0,75	0,77	1,28	1,24	1,06
4	0,95	0,84	0,83	1,38	1,39	1,14
5	1	0,83	0,91	1,36	1,35	1,18
6	0,98	0,85	0,88	1,35	1,34	1,14
7	1	0,82	0,93	1,42	1,4	1,2
8	1,01	0,88	0,86	1,4	1,39	1,2
9	1,04	0,84	0,85	1,45	1,44	1,18
10	0,99	0,82	0,93	1,42	1,42	1,21
11	0,97	0,82	0,88	1,42	1,43	1,25
12	1	0,85	0,89	1,4	1,41	1,18
13	0,98	0,86	0,92	1,39	1,4	1,23
14	0,94	0,79	0,9	1,44	1,38	1,2
15	0,98	0,84	0,85	1,4	1,44	1,17
16	0,88	0,77	0,85	1,29	1,38	1,16
17	0,84	0,76	0,75	1,3	1,3	1,16
18	0,82	0,73	0,79	1,36	1,4	1,2

Valor Mínimo	0,82	0,7	0,75	1,25	1,22	0,99
Valor Medio	0,95	0,81	0,85	1,37	1,37	1,16
Valor Máximo	1,04	0,88	0,93	1,45	1,44	1,25
Desviación Típica	0,06	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

AULA 2						
D50	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,73	0,77	0,75	0,6	0,59	0,64
2	0,72	0,77	0,75	0,59	0,58	0,64
3	0,7	0,76	0,74	0,57	0,56	0,62
4	0,61	0,66	0,64	0,45	0,45	0,5
5	0,6	0,66	0,64	0,45	0,44	0,5
6	0,63	0,68	0,66	0,49	0,47	0,53
7	0,53	0,59	0,58	0,4	0,39	0,44
8	0,52	0,58	0,56	0,37	0,36	0,42
9	0,52	0,58	0,56	0,37	0,36	0,41
10	0,49	0,55	0,54	0,35	0,33	0,39
11	0,48	0,55	0,54	0,35	0,34	0,39
12	0,51	0,57	0,56	0,37	0,36	0,41
13	0,52	0,58	0,55	0,35	0,34	0,39
14	0,5	0,57	0,56	0,35	0,34	0,39
15	0,5	0,58	0,56	0,35	0,33	0,39
16	0,58	0,65	0,63	0,44	0,42	0,48
17	0,58	0,65	0,63	0,43	0,41	0,47
18	0,62	0,67	0,62	0,41	0,39	0,44

Valor Mínimo	0,48	0,55	0,54	0,35	0,33	0,39
Valor Medio	0,57	0,63	0,62	0,43	0,41	0,47
Valor Máximo	0,73	0,77	0,75	0,6	0,59	0,64
Desviación Típica	0,26	0,29	0,28	0,20	0,20	0,22

**AULA 2**

RECEPTOR	STI
1	0,66
2	0,65
3	0,64
4	0,6
5	0,6
6	0,61
7	0,58
8	0,57
9	0,57
10	0,56
11	0,56
12	0,57
13	0,57
14	0,57
15	0,57
16	0,61
17	0,6
18	0,6

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,59</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,66
2	0,65
3	0,64
4	0,60
5	0,60
6	0,61
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,63</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
7	0,58
8	0,57
9	0,57
10	0,56
11	0,56
12	0,57
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,57</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
13	0,57
14	0,57
15	0,57
16	0,61
17	0,60
18	0,60
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,59</b>

AULA C-2						
T30(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,99	0,88	0,93	1,4	1,38	1,11
2	1	0,87	0,91	1,38	1,39	1,12
3	0,99	0,86	0,91	1,4	1,38	1,14
4	0,96	0,85	0,89	1,4	1,38	1,14
5	0,98	0,86	0,91	1,39	1,39	1,14
6	0,99	0,87	0,9	1,39	1,4	1,13
7	0,94	0,86	0,88	1,38	1,36	1,12
8	0,98	0,88	0,89	1,38	1,38	1,12
9	0,96	0,85	0,89	1,39	1,36	1,12
10	0,97	0,83	0,88	1,39	1,37	1,1
11	0,98	0,86	0,92	1,38	1,37	1,15
12	0,98	0,82	0,9	1,35	1,35	1,14
13	0,95	0,84	0,89	1,38	1,37	1,13
14	0,98	0,85	0,92	1,36	1,38	1,11
15	0,96	0,84	0,89	1,38	1,37	1,12
16	0,94	0,83	0,87	1,4	1,38	1,13
17	0,98	0,82	0,9	1,38	1,37	1,13
18	0,93	0,85	0,9	1,38	1,37	1,12
19	0,91	0,81	0,88	1,38	1,35	1,11
20	0,91	0,85	0,87	1,35	1,35	1,14
21	0,92	0,82	0,88	1,37	1,38	1,12
22	0,93	0,83	0,92	1,34	1,36	1,13
23	0,93	0,85	0,9	1,37	1,34	1,11
24	0,99	0,89	0,91	1,38	1,38	1,12

Valor Mínimo	0,91	0,81	0,87	1,34	1,34	1,1
Valor Medio	0,96	0,85	0,90	1,38	1,37	1,13
Valor Máximo	1	0,89	0,93	1,4	1,4	1,15
Desviación Típica	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01

AULA C-2						
EDT(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,92	0,7	0,8	1,31	1,32	1,06
2	0,87	0,64	0,72	1,39	1,36	1,04
3	0,83	0,6	0,66	1,35	1,31	0,98
4	1,07	0,89	0,93	1,46	1,43	1,19
5	1,01	0,88	0,88	1,45	1,43	1,16
6	1,02	0,86	0,89	1,44	1,42	1,16
7	1,08	0,89	0,96	1,48	1,47	1,2
8	1,08	0,92	0,92	1,54	1,52	1,19
9	1,07	0,89	0,94	1,51	1,47	1,23
10	1,08	0,86	0,91	1,54	1,54	1,26
11	1,09	0,92	0,93	1,52	1,52	1,28
12	1,03	0,92	0,95	1,52	1,51	1,22
13	1,06	0,89	0,88	1,54	1,5	1,26
14	1	0,9	0,87	1,55	1,51	1,24
15	0,99	0,83	0,88	1,53	1,55	1,25
16	1,01	0,79	0,83	1,49	1,53	1,18
17	0,98	0,82	0,9	1,53	1,51	1,26
18	0,94	0,79	0,9	1,47	1,47	1,24
19	0,89	0,71	0,76	1,43	1,38	1,21
20	0,99	0,82	0,82	1,44	1,48	1,22
21	0,94	0,82	0,88	1,46	1,42	1,14
22	0,94	0,82	0,84	1,41	1,38	1,15
23	1	0,91	0,97	1,51	1,52	1,24
24	0,96	0,75	0,84	1,35	1,35	1,03

Valor Mínimo	0,83	0,6	0,66	1,31	1,31	0,98
Valor Medio	0,99	0,83	0,87	1,47	1,45	1,18
Valor Máximo	1,09	0,92	0,97	1,55	1,55	1,28
Desviación Típica	0,07	0,09	0,08	0,07	0,07	0,08

<b>AULA C-2</b>						
<b>D50</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,7	0,75	0,74	0,59	0,58	0,64
2	0,74	0,8	0,79	0,63	0,61	0,69
3	0,78	0,83	0,82	0,67	0,66	0,73
4	0,6	0,67	0,66	0,46	0,44	0,51
5	0,6	0,67	0,65	0,45	0,43	0,5
6	0,61	0,68	0,66	0,47	0,46	0,53
7	0,54	0,62	0,6	0,4	0,39	0,46
8	0,52	0,6	0,59	0,38	0,36	0,43
9	0,53	0,61	0,59	0,38	0,36	0,43
10	0,47	0,55	0,54	0,33	0,31	0,38
11	0,46	0,53	0,52	0,32	0,3	0,37
12	0,48	0,55	0,54	0,34	0,33	0,39
13	0,44	0,52	0,51	0,31	0,3	0,36
14	0,44	0,52	0,51	0,3	0,28	0,35
15	0,45	0,52	0,51	0,31	0,29	0,35
16	0,46	0,55	0,54	0,32	0,3	0,37
17	0,45	0,53	0,52	0,31	0,29	0,36
18	0,47	0,55	0,53	0,32	0,31	0,37
19	0,54	0,61	0,6	0,39	0,37	0,44
20	0,51	0,6	0,59	0,37	0,35	0,42
21	0,53	0,61	0,6	0,38	0,36	0,43
22	0,53	0,61	0,6	0,39	0,37	0,44
23	0,48	0,55	0,54	0,34	0,33	0,4
24	0,69	0,75	0,74	0,59	0,57	0,64

<b>Valor Mínimo</b>	0,44	0,52	0,51	0,3	0,28	0,35
<b>Valor Medio</b>	<b>0,54</b>	<b>0,62</b>	<b>0,60</b>	<b>0,41</b>	<b>0,39</b>	<b>0,46</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,78	0,83	0,82	0,67	0,66	0,73
<b>Desviación Típica</b>	0,10	0,09	0,09	0,11	0,11	0,11

**AULA C-2**

RECEPTOR	STI
1	0,66
2	0,66
3	0,69
4	0,59
5	0,59
6	0,61
7	0,58
8	0,57
9	0,57
10	0,56
11	0,55
12	0,55
13	0,54
14	0,55
15	0,55
16	0,56
17	0,56
18	0,56
19	0,59
20	0,58
21	0,59
22	0,59
23	0,56
24	0,65

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,66</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,66
2	0,66
3	0,69
4	0,59
5	0,59
6	0,61
7	0,58
8	0,57
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,62</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
9	0,57
10	0,56
11	0,55
12	0,55
13	0,54
14	0,55
15	0,55
16	0,56
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,55</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
17	0,56
18	0,56
19	0,59
20	0,58
21	0,59
22	0,59
23	0,56
24	0,65
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,58</b>

<b>AULA MASTER TECNOLOGÍA</b>						
<b>T30(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	1,18	1,52	1,64	1,57	1,46	1,12
<b>2</b>	1,19	1,51	1,64	1,57	1,47	1,12
<b>3</b>	1,21	1,49	1,63	1,57	1,47	1,11
<b>4</b>	1,2	1,51	1,62	1,56	1,47	1,13
<b>5</b>	1,19	1,51	1,63	1,55	1,46	1,12
<b>6</b>	1,19	1,48	1,63	1,56	1,45	1,12
<b>7</b>	1,18	1,5	1,62	1,55	1,47	1,1
<b>8</b>	1,21	1,5	1,62	1,56	1,46	1,11
<b>9</b>	1,18	1,51	1,63	1,57	1,45	1,11
<b>10</b>	1,18	1,51	1,65	1,55	1,44	1,13
<b>11</b>	1,16	1,51	1,62	1,55	1,47	1,14
<b>12</b>	1,18	1,48	1,61	1,55	1,46	1,13
<b>13</b>	1,17	1,48	1,59	1,55	1,44	1,1
<b>14</b>	1,17	1,51	1,62	1,54	1,47	1,12
<b>15</b>	1,18	1,51	1,62	1,55	1,46	1,12

<b>Valor Mínimo</b>	1,16	1,48	1,59	1,54	1,44	1,1
<b>Valor Medio</b>	<b>1,18</b>	<b>1,50</b>	<b>1,62</b>	<b>1,56</b>	<b>1,46</b>	<b>1,12</b>
<b>Valor Máximo</b>	1,21	1,52	1,65	1,57	1,47	1,14
<b>Desviación Típica</b>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

<b>AULA MASTER TECNOLOGÍA</b>						
<b>EDT(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	1,17	1,5	1,62	1,52	1,43	1,07
<b>2</b>	1,22	1,53	1,65	1,59	1,46	1,12
<b>3</b>	1,21	1,52	1,62	1,53	1,46	1,07
<b>4</b>	1,28	1,54	1,68	1,62	1,53	1,21
<b>5</b>	1,24	1,53	1,71	1,6	1,53	1,2
<b>6</b>	1,23	1,5	1,67	1,58	1,51	1,19
<b>7</b>	1,24	1,55	1,7	1,58	1,49	1,15
<b>8</b>	1,28	1,54	1,67	1,64	1,56	1,22
<b>9</b>	1,28	1,61	1,72	1,64	1,57	1,22
<b>10</b>	1,29	1,57	1,7	1,61	1,54	1,18
<b>11</b>	1,26	1,58	1,69	1,62	1,52	1,18
<b>12</b>	1,25	1,6	1,67	1,6	1,51	1,21
<b>13</b>	1,22	1,56	1,66	1,58	1,55	1,18
<b>14</b>	1,24	1,55	1,68	1,55	1,49	1,16
<b>15</b>	1,19	1,51	1,64	1,54	1,48	1,14

<b>Valor Mínimo</b>	1,17	1,5	1,62	1,52	1,43	1,07
<b>Valor Medio</b>	<b>1,24</b>	<b>1,55</b>	<b>1,67</b>	<b>1,59</b>	<b>1,51</b>	<b>1,17</b>
<b>Valor Máximo</b>	1,29	1,61	1,72	1,64	1,57	1,22
<b>Desviación Típica</b>	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05

AULA MASTER TECNOLOGÍA						
D50	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,52	0,44	0,42	0,44	0,46	0,54
2	0,48	0,41	0,38	0,4	0,42	0,51
3	0,49	0,41	0,39	0,4	0,42	0,51
4	0,42	0,34	0,32	0,33	0,35	0,44
5	0,41	0,33	0,31	0,33	0,34	0,42
6	0,44	0,36	0,34	0,35	0,36	0,44
7	0,39	0,31	0,29	0,3	0,31	0,39
8	0,37	0,29	0,27	0,28	0,29	0,37
9	0,39	0,31	0,29	0,3	0,3	0,39
10	0,38	0,31	0,28	0,3	0,31	0,4
11	0,36	0,29	0,27	0,28	0,29	0,37
12	0,37	0,3	0,27	0,28	0,29	0,38
13	0,4	0,32	0,3	0,32	0,32	0,42
14	0,37	0,29	0,27	0,29	0,3	0,38
15	0,39	0,32	0,3	0,31	0,32	0,41

Valor Mínimo	0,36	0,29	0,27	0,28	0,29	0,37
Valor Medio	0,41	0,34	0,31	0,33	0,34	0,42
Valor Máximo	0,52	0,44	0,42	0,44	0,46	0,54
Desviación Típica	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

**AULA MASTER TECNOLOGÍA**

RECEPTOR	STI
1	0,56
2	0,54
3	0,55
4	0,52
5	0,52
6	0,53
7	0,51
8	0,50
9	0,51
10	0,51
11	0,50
12	0,51
13	0,52
14	0,51
15	0,52

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,52</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,56
2	0,54
3	0,55
4	0,52
5	0,52
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,54</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
6	0,53
7	0,51
8	0,50
9	0,51
10	0,51
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,51</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
11	0,50
12	0,51
13	0,52
14	0,51
15	0,52
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,51</b>

<b>AULA MASTER GESTIÓN</b>						
<b>T30(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	1,14	1,34	1,46	1,41	1,36	1,19
<b>2</b>	1,13	1,34	1,46	1,42	1,36	1,17
<b>3</b>	1,15	1,36	1,45	1,38	1,33	1,18
<b>4</b>	1,15	1,33	1,48	1,4	1,35	1,17
<b>5</b>	1,14	1,34	1,46	1,39	1,36	1,19
<b>6</b>	1,12	1,36	1,47	1,42	1,38	1,2
<b>7</b>	1,14	1,36	1,46	1,41	1,35	1,21
<b>8</b>	1,13	1,36	1,49	1,42	1,36	1,2
<b>9</b>	1,15	1,35	1,46	1,4	1,35	1,17
<b>10</b>	1,12	1,34	1,48	1,39	1,35	1,19
<b>11</b>	1,13	1,33	1,48	1,43	1,38	1,18
<b>12</b>	1,14	1,38	1,47	1,44	1,38	1,23
<b>13</b>	1,15	1,36	1,48	1,43	1,36	1,19
<b>14</b>	1,15	1,38	1,49	1,41	1,36	1,2
<b>15</b>	1,15	1,35	1,47	1,41	1,37	1,18

<b>Valor Mínimo</b>	1,12	1,33	1,45	1,38	1,33	1,17
<b>Valor Medio</b>	<b>1,14</b>	<b>1,35</b>	<b>1,47</b>	<b>1,41</b>	<b>1,36</b>	<b>1,19</b>
<b>Valor Máximo</b>	1,15	1,38	1,49	1,44	1,38	1,23
<b>Desviación Típica</b>	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02

<b>AULA MASTER GESTIÓN</b>						
<b>EDT(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	1,2	1,38	1,5	1,46	1,41	1,21
<b>2</b>	1,17	1,43	1,52	1,45	1,42	1,22
<b>3</b>	1,16	1,4	1,5	1,43	1,38	1,21
<b>4</b>	1,21	1,38	1,52	1,46	1,42	1,22
<b>5</b>	1,21	1,43	1,53	1,45	1,44	1,27
<b>6</b>	1,23	1,42	1,53	1,49	1,44	1,23
<b>7</b>	1,19	1,4	1,54	1,46	1,41	1,25
<b>8</b>	1,18	1,44	1,58	1,5	1,42	1,24
<b>9</b>	1,19	1,39	1,51	1,45	1,41	1,26
<b>10</b>	1,13	1,43	1,54	1,46	1,42	1,24
<b>11</b>	1,21	1,41	1,53	1,49	1,42	1,25
<b>12</b>	1,19	1,41	1,56	1,52	1,43	1,28
<b>13</b>	1,12	1,36	1,51	1,4	1,4	1,21
<b>14</b>	1,11	1,35	1,49	1,43	1,4	1,23
<b>15</b>	1,06	1,37	1,49	1,42	1,37	1,14

<b>Valor Mínimo</b>	1,06	1,35	1,49	1,4	1,37	1,14
<b>Valor Medio</b>	1,17	1,40	1,52	1,46	1,41	1,23
<b>Valor Máximo</b>	1,23	1,44	1,58	1,52	1,44	1,28
<b>Desviación Típica</b>	0,05	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03

<b>AULA MASTER GESTIÓN</b>						
<b>D50</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,52	0,44	0,42	0,44	0,44	0,5
<b>2</b>	0,57	0,49	0,46	0,48	0,48	0,54
<b>3</b>	0,54	0,46	0,44	0,45	0,46	0,51
<b>4</b>	0,44	0,36	0,34	0,35	0,36	0,41
<b>5</b>	0,42	0,35	0,32	0,34	0,34	0,39
<b>6</b>	0,43	0,36	0,33	0,34	0,35	0,39
<b>7</b>	0,36	0,3	0,28	0,29	0,31	0,35
<b>8</b>	0,42	0,35	0,32	0,33	0,34	0,38
<b>9</b>	0,43	0,35	0,33	0,34	0,34	0,39
<b>10</b>	0,44	0,37	0,34	0,35	0,36	0,41
<b>11</b>	0,42	0,35	0,33	0,34	0,34	0,39
<b>12</b>	0,41	0,34	0,32	0,33	0,33	0,38
<b>13</b>	0,45	0,38	0,35	0,36	0,36	0,42
<b>14</b>	0,47	0,4	0,37	0,38	0,39	0,44
<b>15</b>	0,52	0,45	0,42	0,43	0,43	0,48

<b>Valor Mínimo</b>	0,36	0,3	0,28	0,29	0,31	0,35
<b>Valor Medio</b>	<b>0,46</b>	<b>0,38</b>	<b>0,36</b>	<b>0,37</b>	<b>0,38</b>	<b>0,43</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,57	0,49	0,46	0,48	0,48	0,54
<b>Desviación Típica</b>	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06

**AULA MASTER GESTIÓN**

RECEPTOR	STI
1	0,56
2	0,57
3	0,56
4	0,52
5	0,51
6	0,52
7	0,52
8	0,51
9	0,52
10	0,53
11	0,53
12	0,52
13	0,53
14	0,55
15	0,56

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,55</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,56
2	0,57
3	0,56
4	0,52
5	0,51
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,54</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
6	0,52
7	0,52
8	0,51
9	0,52
10	0,53
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,52</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
11	0,53
12	0,52
13	0,53
14	0,55
15	0,56
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,54</b>

AULAS SIMULADAS ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

AULA 403						
T30(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,73	0,7	0,61	0,8	0,84	0,9
2	0,71	0,74	0,71	0,82	0,83	0,89
3	0,69	0,72	0,65	0,82	0,85	0,89
4	0,7	0,67	0,61	0,74	0,83	0,9
5	0,71	0,75	0,76	0,85	0,84	0,9
6	0,72	0,86	0,77	0,95	0,89	0,91
7	0,74	0,9	0,88	0,93	0,87	0,89
8	0,72	0,87	0,89	1	0,88	0,9
9	0,72	0,98	0,96	1,11	0,9	0,91
10	0,69	0,82	0,74	1	0,89	0,9
11	0,72	0,9	0,77	1,1	0,9	0,89
12	0,75	1,07	0,94	1,25	0,96	0,91
13	0,72	0,84	0,61	0,97	0,93	0,91
14	0,73	1,11	0,73	1,23	0,97	0,9
15	0,68	1,01	0,72	1,18	0,95	0,9

Valor Mínimo	0,68	0,67	0,61	0,74	0,83	0,89
Valor Medio	0,72	0,86	0,76	0,98	0,89	0,90
Valor Máximo	0,75	1,11	0,96	1,25	0,97	0,91
Desviación Típica	0,02	0,14	0,12	0,16	0,05	0,01

<b>AULA 403</b>						
<b>EDT(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,74	0,55	0,39	0,57	0,83	0,88
<b>2</b>	0,76	0,55	0,33	0,62	0,87	0,93
<b>3</b>	0,73	0,54	0,4	0,62	0,84	0,91
<b>4</b>	0,76	0,63	0,61	0,69	0,9	0,95
<b>5</b>	0,77	0,59	0,51	0,66	0,86	0,94
<b>6</b>	0,75	0,61	0,6	0,68	0,87	0,93
<b>7</b>	0,72	0,61	0,58	0,63	0,87	0,93
<b>8</b>	0,74	0,58	0,56	0,64	0,89	1
<b>9</b>	0,74	0,58	0,6	0,65	0,86	0,94
<b>10</b>	0,66	0,55	0,55	0,62	0,81	0,9
<b>11</b>	0,74	0,55	0,47	0,57	0,85	0,95
<b>12</b>	0,75	0,6	0,57	0,68	0,86	0,91
<b>13</b>	0,7	0,67	0,63	0,69	0,85	0,91
<b>14</b>	0,67	0,53	0,52	0,62	0,8	0,88
<b>15</b>	0,63	0,52	0,61	0,6	0,8	0,91

<b>Valor Mínimo</b>	0,63	0,52	0,33	0,57	0,8	0,88
<b>Valor Medio</b>	<b>0,72</b>	<b>0,58</b>	<b>0,53</b>	<b>0,64</b>	<b>0,85</b>	<b>0,92</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,77	0,67	0,63	0,69	0,9	1
<b>Desviación Típica</b>	0,04	0,04	0,09	0,04	0,03	0,03

AULA 403						
D50	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,72	0,83	0,89	0,81	0,67	0,64
2	0,69	0,81	0,89	0,79	0,64	0,6
3	0,72	0,82	0,88	0,79	0,66	0,64
4	0,65	0,75	0,8	0,72	0,59	0,56
5	0,62	0,75	0,83	0,73	0,57	0,54
6	0,66	0,76	0,8	0,73	0,6	0,57
7	0,58	0,7	0,77	0,68	0,52	0,48
8	0,55	0,68	0,76	0,66	0,49	0,45
9	0,57	0,69	0,74	0,66	0,5	0,47
10	0,59	0,72	0,77	0,7	0,52	0,47
11	0,54	0,71	0,79	0,7	0,47	0,43
12	0,54	0,7	0,77	0,67	0,48	0,44
13	0,56	0,7	0,77	0,68	0,5	0,46
14	0,58	0,74	0,8	0,73	0,52	0,47
15	0,62	0,75	0,78	0,73	0,55	0,49

Valor Mínimo	0,54	0,68	0,74	0,66	0,47	0,43
Valor Medio	0,61	0,74	0,80	0,72	0,55	0,51
Valor Máximo	0,72	0,83	0,89	0,81	0,67	0,64
Desviación Típica	0,06	0,05	0,05	0,05	0,07	0,07

**AULA 403**

RECEPTOR	STI
1	0,71
2	0,70
3	0,71
4	0,68
5	0,68
6	0,68
7	0,65
8	0,65
9	0,65
10	0,65
11	0,66
12	0,66
13	0,68
14	0,68
15	0,66

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,65</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,71
2	0,70
3	0,71
4	0,68
5	0,68
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,70</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
6	0,68
7	0,65
8	0,65
9	0,65
10	0,65
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,66</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
11	0,66
12	0,66
13	0,68
14	0,68
15	0,66
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,67</b>

<b>AULA 404</b>						
<b>T30(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,76	0,77	0,7	0,8	0,92	0,99
<b>2</b>	0,77	0,74	0,7	0,78	0,92	0,98
<b>3</b>	0,77	0,84	0,71	0,89	0,91	0,98
<b>4</b>	0,75	0,77	0,81	0,8	0,89	0,98
<b>5</b>	0,74	0,74	0,83	0,77	0,9	0,97
<b>6</b>	0,72	0,74	0,77	0,78	0,88	0,97
<b>7</b>	0,73	0,75	0,72	0,78	0,91	0,97
<b>8</b>	0,74	0,78	0,74	0,82	0,89	0,97
<b>9</b>	0,73	0,74	0,73	0,76	0,87	0,97
<b>10</b>	0,72	0,72	0,61	0,75	0,88	0,94
<b>11</b>	0,72	0,83	0,7	0,84	0,9	0,97
<b>12</b>	0,78	0,83	0,69	0,85	0,97	1
<b>13</b>	0,79	1,02	0,78	1,02	0,94	0,97
<b>14</b>	0,78	0,95	0,74	0,93	0,94	0,95
<b>15</b>	0,8	0,97	0,73	0,97	0,92	0,96

<b>Valor Mínimo</b>	0,72	0,72	0,61	0,75	0,87	0,94
<b>Valor Medio</b>	<b>0,75</b>	<b>0,81</b>	<b>0,73</b>	<b>0,84</b>	<b>0,91</b>	<b>0,97</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,8	1,02	0,83	1,02	0,97	1
<b>Desviación Típica</b>	0,03	0,09	0,05	0,08	0,03	0,01

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

AULA 404						
EDT(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,79	0,55	0,39	0,59	0,88	0,96
2	0,77	0,51	0,28	0,54	0,85	0,95
3	0,75	0,55	0,37	0,59	0,81	0,93
4	0,78	0,59	0,44	0,59	0,88	1
5	0,85	0,61	0,49	0,6	0,91	1,03
6	0,82	0,61	0,51	0,62	0,91	1
7	0,78	0,65	0,66	0,68	0,89	0,99
8	0,81	0,62	0,52	0,63	0,92	1,04
9	0,82	0,62	0,53	0,7	0,94	1,04
10	0,78	0,68	0,64	0,75	0,9	1
11	0,79	0,59	0,47	0,6	0,9	1,02
12	0,76	0,6	0,59	0,62	0,88	0,98
13	0,69	0,52	0,46	0,57	0,86	0,95
14	0,73	0,54	0,45	0,57	0,84	0,95
15	0,67	0,53	0,49	0,57	0,81	0,92

Valor Mínimo	0,67	0,51	0,28	0,54	0,81	0,92
Valor Medio	0,77	0,58	0,49	0,61	0,88	0,98
Valor Máximo	0,85	0,68	0,66	0,75	0,94	1,04
Desviación Típica	0,05	0,05	0,10	0,06	0,04	0,04

<b>AULA 404</b>						
<b>D50</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,73	0,83	0,89	0,82	0,68	0,64
<b>2</b>	0,73	0,84	0,92	0,83	0,67	0,63
<b>3</b>	0,74	0,83	0,89	0,82	0,68	0,65
<b>4</b>	0,66	0,78	0,85	0,76	0,6	0,56
<b>5</b>	0,61	0,76	0,85	0,75	0,56	0,51
<b>6</b>	0,63	0,75	0,83	0,75	0,58	0,54
<b>7</b>	0,55	0,68	0,78	0,67	0,5	0,46
<b>8</b>	0,53	0,7	0,8	0,68	0,48	0,43
<b>9</b>	0,55	0,69	0,78	0,67	0,5	0,46
<b>10</b>	0,53	0,67	0,76	0,65	0,47	0,42
<b>11</b>	0,53	0,7	0,79	0,69	0,47	0,42
<b>12</b>	0,53	0,69	0,78	0,68	0,48	0,43
<b>13</b>	0,58	0,73	0,8	0,73	0,52	0,45
<b>14</b>	0,57	0,74	0,82	0,73	0,52	0,45
<b>15</b>	0,58	0,73	0,78	0,72	0,52	0,45

<b>Valor Mínimo</b>	0,53	0,67	0,76	0,65	0,47	0,42
<b>Valor Medio</b>	<b>0,60</b>	<b>0,74</b>	<b>0,82</b>	<b>0,73</b>	<b>0,55</b>	<b>0,50</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,74	0,84	0,92	0,83	0,68	0,65
<b>Desviación Típica</b>	0,08	0,06	0,05	0,06	0,08	0,08

**AULA 404**

RECEPTOR	STI
1	0,72
2	0,71
3	0,71
4	0,67
5	0,67
6	0,68
7	0,64
8	0,65
9	0,64
10	0,65
11	0,65
12	0,64
13	0,67
14	0,67
15	0,67

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,65</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,72
2	0,71
3	0,71
4	0,67
5	0,67
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,70</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
6	0,68
7	0,64
8	0,65
9	0,64
10	0,65
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,65</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
11	0,65
12	0,64
13	0,67
14	0,67
15	0,67
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,66</b>

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

AULA 501						
T30(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,66	0,63	0,7	0,7	0,82	0,85
2	0,67	0,62	0,66	0,72	0,81	0,85
3	0,66	0,7	0,73	0,8	0,82	0,86
4	0,68	0,69	0,82	0,77	0,8	0,84
5	0,66	0,63	0,64	0,74	0,81	0,86
6	0,66	0,65	0,73	0,74	0,82	0,85
7	0,69	0,7	0,7	0,8	0,79	0,83
8	0,68	0,66	0,61	0,78	0,79	0,84
9	0,67	0,75	0,56	0,87	0,84	0,84
10	0,67	0,65	0,52	0,75	0,78	0,83
11	0,7	0,66	0,58	0,79	0,79	0,83
12	0,69	0,67	0,51	0,76	0,82	0,86
13	0,69	0,66	0,49	0,75	0,79	0,82
14	0,7	0,67	0,53	0,75	0,78	0,84
15	0,69	0,67	0,51	0,68	0,79	0,86

<b>Valor Mínimo</b>	0,66	0,62	0,49	0,68	0,78	0,82
<b>Valor Medio</b>	<b>0,68</b>	<b>0,67</b>	<b>0,62</b>	<b>0,76</b>	<b>0,80</b>	<b>0,84</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,7	0,75	0,82	0,87	0,84	0,86
<b>Desviación Típica</b>	0,01	0,03	0,10	0,05	0,02	0,01

<b>AULA 501</b>						
<b>EDT(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,77	0,63	0,58	0,67	0,88	0,89
<b>2</b>	0,81	0,62	0,42	0,64	0,9	0,92
<b>3</b>	0,79	0,63	0,53	0,67	0,86	0,86
<b>4</b>	0,76	0,62	0,56	0,69	0,89	0,89
<b>5</b>	0,82	0,62	0,54	0,66	0,91	0,92
<b>6</b>	0,77	0,62	0,54	0,62	0,86	0,86
<b>7</b>	0,72	0,58	0,47	0,59	0,84	0,85
<b>8</b>	0,77	0,56	0,48	0,6	0,89	0,92
<b>9</b>	0,75	0,55	0,51	0,63	0,88	0,89
<b>10</b>	0,65	0,5	0,39	0,6	0,83	0,84
<b>11</b>	0,74	0,54	0,45	0,56	0,86	0,91
<b>12</b>	0,71	0,5	0,37	0,53	0,84	0,86
<b>13</b>	0,65	0,55	0,44	0,61	0,81	0,85
<b>14</b>	0,73	0,51	0,4	0,6	0,82	0,86
<b>15</b>	0,66	0,52	0,38	0,57	0,8	0,85

<b>Valor Mínimo</b>	0,65	0,5	0,37	0,53	0,8	0,84
<b>Valor Medio</b>	<b>0,74</b>	<b>0,57</b>	<b>0,47</b>	<b>0,62</b>	<b>0,86</b>	<b>0,88</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,82	0,63	0,58	0,69	0,91	0,92
<b>Desviación Típica</b>	0,05	0,05	0,07	0,04	0,03	0,03

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

<b>AULA 501</b>						
<b>D50</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,7	0,79	0,83	0,77	0,66	0,66
<b>2</b>	0,71	0,8	0,88	0,79	0,65	0,65
<b>3</b>	0,68	0,77	0,85	0,76	0,64	0,65
<b>4</b>	0,64	0,73	0,78	0,71	0,58	0,59
<b>5</b>	0,62	0,73	0,81	0,71	0,57	0,57
<b>6</b>	0,65	0,75	0,82	0,73	0,6	0,6
<b>7</b>	0,61	0,71	0,77	0,68	0,54	0,54
<b>8</b>	0,57	0,71	0,79	0,69	0,51	0,51
<b>9</b>	0,59	0,72	0,81	0,7	0,55	0,55
<b>10</b>	0,61	0,74	0,83	0,72	0,54	0,52
<b>11</b>	0,58	0,72	0,81	0,71	0,51	0,49
<b>12</b>	0,61	0,76	0,86	0,74	0,56	0,54
<b>13</b>	0,6	0,74	0,83	0,7	0,53	0,51
<b>14</b>	0,59	0,74	0,83	0,72	0,52	0,5
<b>15</b>	0,62	0,75	0,86	0,74	0,56	0,54

<b>Valor Mínimo</b>	0,57	0,71	0,77	0,68	0,51	0,49
<b>Valor Medio</b>	<b>0,63</b>	<b>0,74</b>	<b>0,82</b>	<b>0,72</b>	<b>0,57</b>	<b>0,56</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,71	0,8	0,88	0,79	0,66	0,66
<b>Desviación Típica</b>	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05	0,06

**AULA 501**

RECEPTOR	STI
1	0,7
2	0,71
3	0,71
4	0,68
5	0,68
6	0,69
7	0,67
8	0,66
9	0,67
10	0,68
11	0,67
12	0,68
13	0,69
14	0,68
15	0,68

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,68</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,7
2	0,71
3	0,71
4	0,68
5	0,68
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,70</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
6	0,69
7	0,67
8	0,66
9	0,67
10	0,68
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,67</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
11	0,67
12	0,68
13	0,69
14	0,68
15	0,68
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,68</b>

<b>AULA 515</b>						
<b>T30(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,8	0,81	0,71	0,79	0,91	0,73
<b>2</b>	0,83	0,82	0,67	0,79	0,9	0,73
<b>3</b>	0,82	0,81	0,63	0,79	0,89	0,74
<b>4</b>	0,82	0,81	0,68	0,78	0,88	0,71
<b>5</b>	0,83	0,81	0,69	0,78	0,91	0,74
<b>6</b>	0,82	0,82	0,65	0,8	0,92	0,76
<b>7</b>	0,86	0,85	0,61	0,77	0,94	0,72
<b>8</b>	0,83	0,83	0,72	0,79	0,92	0,73
<b>9</b>	0,83	0,82	0,79	0,78	0,9	0,74
<b>10</b>	0,86	0,87	0,68	0,82	0,93	0,71
<b>11</b>	0,85	0,82	0,65	0,77	0,93	0,74
<b>12</b>	0,83	0,84	0,64	0,77	0,92	0,75
<b>13</b>	0,83	0,81	0,64	0,76	0,91	0,73
<b>14</b>	0,84	0,92	0,58	0,8	0,92	0,73
<b>15</b>	0,86	0,88	0,58	0,85	0,93	0,75

<b>Valor Mínimo</b>	0,8	0,81	0,58	0,76	0,88	0,71
<b>Valor Medio</b>	<b>0,83</b>	<b>0,83</b>	<b>0,66</b>	<b>0,79</b>	<b>0,91</b>	<b>0,73</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,86	0,92	0,79	0,85	0,94	0,76
<b>Desviación Típica</b>	0,02	0,03	0,05	0,02	0,02	0,01

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

<b>AULA 515</b>						
<b>EDT(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,89	0,88	0,68	0,81	0,92	0,73
<b>2</b>	0,9	0,91	0,7	0,82	0,97	0,75
<b>3</b>	0,94	0,92	0,71	0,82	0,93	0,71
<b>4</b>	0,93	0,94	0,71	0,86	0,95	0,75
<b>5</b>	0,96	0,95	0,69	0,87	0,97	0,8
<b>6</b>	0,89	0,88	0,71	0,83	1	0,78
<b>7</b>	0,87	0,89	0,67	0,82	0,96	0,74
<b>8</b>	0,96	0,91	0,68	0,86	0,99	0,81
<b>9</b>	0,99	0,91	0,7	0,84	0,99	0,82
<b>10</b>	0,91	0,89	0,7	0,81	0,98	0,77
<b>11</b>	0,91	0,86	0,61	0,76	1,02	0,75
<b>12</b>	0,84	0,8	0,63	0,76	0,93	0,72
<b>13</b>	0,89	0,9	0,64	0,81	0,97	0,68
<b>14</b>	0,85	0,86	0,71	0,77	0,98	0,79
<b>15</b>	0,9	0,85	0,62	0,74	0,95	0,77

<b>Valor Mínimo</b>	0,84	0,8	0,61	0,74	0,92	0,68
<b>Valor Medio</b>	<b>0,91</b>	<b>0,89</b>	<b>0,68</b>	<b>0,81</b>	<b>0,97</b>	<b>0,76</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,99	0,95	0,71	0,87	1,02	0,82
<b>Desviación Típica</b>	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

<b>AULA 515</b>						
<b>D50</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,61	0,61	0,71	0,62	0,56	0,65
<b>2</b>	0,6	0,62	0,74	0,62	0,55	0,64
<b>3</b>	0,6	0,61	0,72	0,63	0,56	0,65
<b>4</b>	0,54	0,56	0,68	0,58	0,51	0,6
<b>5</b>	0,54	0,55	0,68	0,56	0,48	0,57
<b>6</b>	0,56	0,57	0,68	0,58	0,52	0,61
<b>7</b>	0,51	0,53	0,65	0,54	0,47	0,57
<b>8</b>	0,49	0,51	0,64	0,52	0,44	0,54
<b>9</b>	0,51	0,52	0,64	0,55	0,47	0,57
<b>10</b>	0,52	0,54	0,67	0,56	0,46	0,56
<b>11</b>	0,5	0,52	0,67	0,55	0,45	0,55
<b>12</b>	0,51	0,53	0,66	0,55	0,47	0,58
<b>13</b>	0,56	0,58	0,72	0,62	0,53	0,63
<b>14</b>	0,56	0,58	0,71	0,6	0,5	0,6
<b>15</b>	0,52	0,54	0,67	0,58	0,48	0,57

<b>Valor Mínimo</b>	0,49	0,51	0,64	0,52	0,44	0,54
<b>Valor Medio</b>	<b>0,54</b>	<b>0,56</b>	<b>0,68</b>	<b>0,58</b>	<b>0,50</b>	<b>0,59</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,61	0,62	0,74	0,63	0,56	0,65
<b>Desviación Típica</b>	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04

**AULA 515**

RECEPTOR	STI
1	0,65
2	0,65
3	0,66
4	0,64
5	0,63
6	0,64
7	0,63
8	0,62
9	0,62
10	0,63
11	0,63
12	0,64
13	0,66
14	0,65
15	0,65

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,64</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,65
2	0,65
3	0,66
4	0,64
5	0,63
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,65</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
6	0,64
7	0,63
8	0,62
9	0,62
10	0,63
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,63</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
11	0,63
12	0,64
13	0,66
14	0,65
15	0,65
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,65</b>

<b>AULA 521</b>						
<b>T30(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	1,61	1,44	1,21	1,13	1,33	1,05
<b>2</b>	1,65	1,25	1,04	1,09	1,32	1,09
<b>3</b>	1,63	1,33	1,07	1,08	1,34	1,07
<b>4</b>	1,62	1,52	1,12	1,16	1,32	1,04
<b>5</b>	1,62	1,17	0,95	1,05	1,31	1,07
<b>6</b>	1,6	1,6	1,75	1,21	1,32	1,05
<b>7</b>	1,67	1,56	1,27	1,15	1,32	1,05
<b>8</b>	1,65	1,47	1,17	1,14	1,32	1,04
<b>9</b>	1,66	1,37	1,02	1,09	1,29	1,08
<b>10</b>	1,57	1,3	1,33	1,17	1,32	1,06
<b>11</b>	1,56	1,39	1,46	1,25	1,31	1,05
<b>12</b>	1,57	1,53	1,71	1,31	1,33	1,04
<b>13</b>	1,58	1,24	1,08	1,12	1,32	1,08
<b>14</b>	1,6	1,26	1,26	1,12	1,33	1,08
<b>15</b>	1,6	1,26	1,25	1,13	1,32	1,06
<b>16</b>	1,75	1,41	1,24	1,11	1,3	1,06
<b>17</b>	1,74	1,44	1,12	1,11	1,29	1,04
<b>18</b>	1,89	1,73	1,1	1,1	1,29	1,07

<b>Valor Mínimo</b>	1,56	1,17	0,95	1,05	1,29	1,04
<b>Valor Medio</b>	<b>1,64</b>	<b>1,40</b>	<b>1,23</b>	<b>1,14</b>	<b>1,32</b>	<b>1,06</b>
<b>Valor Máximo</b>	1,89	1,73	1,75	1,31	1,34	1,09
<b>Desviación Típica</b>	0,08	0,15	0,22	0,06	0,01	0,02

AULA 521						
EDT(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	1,68	1,1	0,78	1,11	1,42	1,15
2	1,68	1,12	0,68	1,1	1,39	1,14
3	1,69	1,17	0,79	1,16	1,41	1,07
4	1,68	1,14	0,87	1,13	1,4	1,1
5	1,71	1,14	0,88	1,18	1,45	1,15
6	1,69	1,23	0,94	1,23	1,46	1,11
7	1,74	1,12	0,9	1,13	1,4	1,15
8	1,71	1,16	0,82	1,11	1,42	1,17
9	1,75	1,17	0,86	1,17	1,42	1,13
10	1,68	1,15	0,89	1,09	1,39	1,14
11	1,71	1,14	0,88	1,12	1,46	1,14
12	1,71	1,15	0,93	1,1	1,41	1,16
13	1,64	1,08	0,93	1,14	1,41	1,06
14	1,62	1,09	0,88	1,08	1,41	1,12
15	1,58	1,08	0,83	1,06	1,36	1,08
16	1,68	1,15	1,01	1,14	1,43	1,09
17	1,61	1,11	0,87	1,13	1,43	1,09
18	1,65	1,11	0,87	1,07	1,37	1,11

Valor Mínimo	1,58	1,08	0,68	1,06	1,36	1,06
Valor Medio	1,68	1,13	0,87	1,13	1,41	1,12
Valor Máximo	1,75	1,23	1,01	1,23	1,46	1,17
Desviación Típica	0,04	0,04	0,07	0,04	0,03	0,03

<b>AULA 521</b>						
<b>D50</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,54	0,73	0,84	0,73	0,59	0,69
<b>2</b>	0,55	0,74	0,85	0,74	0,61	0,7
<b>3</b>	0,51	0,71	0,83	0,7	0,58	0,67
<b>4</b>	0,5	0,69	0,81	0,69	0,56	0,66
<b>5</b>	0,52	0,71	0,83	0,71	0,58	0,68
<b>6</b>	0,52	0,7	0,81	0,7	0,57	0,67
<b>7</b>	0,36	0,55	0,7	0,54	0,4	0,48
<b>8</b>	0,36	0,56	0,7	0,55	0,42	0,51
<b>9</b>	0,36	0,55	0,69	0,53	0,42	0,52
<b>10</b>	0,35	0,53	0,67	0,53	0,41	0,52
<b>11</b>	0,35	0,53	0,66	0,53	0,41	0,52
<b>12</b>	0,38	0,56	0,69	0,56	0,44	0,54
<b>13</b>	0,35	0,53	0,64	0,52	0,4	0,5
<b>14</b>	0,35	0,53	0,65	0,52	0,39	0,47
<b>15</b>	0,36	0,54	0,68	0,53	0,4	0,49
<b>16</b>	0,36	0,54	0,67	0,54	0,41	0,51
<b>17</b>	0,37	0,56	0,69	0,55	0,41	0,5
<b>18</b>	0,37	0,55	0,67	0,54	0,41	0,49

<b>Valor Mínimo</b>	0,35	0,53	0,64	0,52	0,39	0,47
<b>Valor Medio</b>	<b>0,41</b>	<b>0,60</b>	<b>0,73</b>	<b>0,60</b>	<b>0,47</b>	<b>0,56</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,55	0,74	0,85	0,74	0,61	0,7
<b>Desviación Típica</b>	0,20	0,28	0,33	0,27	0,22	0,26

**AULA 521**

RECEPTOR	STI
1	0,65
2	0,64
3	0,64
4	0,59
5	0,58
6	0,58
7	0,57
8	0,57
9	0,57
10	0,64
11	0,66
12	0,64
13	0,57
14	0,58
15	0,58
16	0,57
17	0,58
18	0,58

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,60</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,65
2	0,64
3	0,64
10	0,64
11	0,66
12	0,64
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,64</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
4	0,59
5	0,58
6	0,58
13	0,57
14	0,58
15	0,58
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,58</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
7	0,57
8	0,57
9	0,57
16	0,57
17	0,58
18	0,58
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,57</b>

SIMULACIÓN AULAS OCUPADAS ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

AULA JB2						
T30(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,96	0,83	0,85	0,85	0,81	0,77
2	0,97	0,82	0,84	0,84	0,77	0,75
3	0,96	0,8	0,81	0,81	0,75	0,73
4	0,99	0,83	0,85	0,85	0,82	0,79
5	0,98	0,81	0,82	0,82	0,77	0,74
6	0,96	0,81	0,81	0,79	0,75	0,74
7	1	0,83	0,86	0,84	0,8	0,78
8	1	0,82	0,85	0,82	0,77	0,76
9	0,91	0,78	0,81	0,81	0,75	0,74
10	0,94	0,81	0,86	0,84	0,79	0,77
11	0,92	0,8	0,82	0,81	0,77	0,76
12	0,92	0,8	0,81	0,8	0,76	0,76
13	0,96	0,86	0,88	0,88	0,81	0,81
14	0,92	0,81	0,86	0,86	0,8	0,8
15	0,94	0,84	0,87	0,87	0,85	0,85
16	0,95	0,82	0,9	0,9	0,87	0,87
17	0,95	0,85	0,91	0,92	0,89	0,88
18	0,94	0,83	0,88	0,88	0,82	0,79
19	0,98	0,85	0,92	0,95	0,9	0,9
20	0,97	0,87	0,98	1,01	0,99	0,94
21	0,94	0,83	0,89	0,91	0,85	0,84
22	0,98	0,87	0,92	0,91	0,87	0,85
23	1,04	0,91	0,96	0,94	0,88	0,87
24	0,99	0,89	0,95	0,94	0,9	0,91
25	0,97	0,87	0,91	0,98	0,86	0,86
26	1,01	0,86	0,92	0,92	0,87	0,89
27	1,12	0,98	1,11	1,08	0,98	0,96

Valor Mínimo	0,91	0,78	0,81	0,79	0,75	0,73
Valor Medio	0,97	0,84	0,88	0,88	0,83	0,82
Valor Máximo	1,12	0,98	1,11	1,08	0,99	0,96
Desviación Típica	0,03	0,03	0,05	0,06	0,06	0,06

AULA JB2						
EDT(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,88	0,6	0,59	0,61	0,54	0,48
2	0,88	0,63	0,61	0,62	0,54	0,49
3	0,86	0,65	0,64	0,62	0,52	0,47
4	0,96	0,71	0,71	0,69	0,59	0,55
5	0,95	0,72	0,71	0,71	0,63	0,55
6	0,94	0,71	0,71	0,7	0,61	0,57
7	1,03	0,79	0,78	0,75	0,69	0,64
8	1,04	0,79	0,79	0,75	0,7	0,63
9	1,06	0,83	0,82	0,8	0,74	0,7
10	1,04	0,83	0,81	0,82	0,71	0,69
11	1,01	0,82	0,8	0,81	0,73	0,68
12	0,99	0,82	0,82	0,83	0,77	0,71
13	1,05	0,84	0,8	0,8	0,75	0,68
14	1,03	0,79	0,77	0,79	0,77	0,67
15	1,02	0,81	0,78	0,81	0,71	0,67
16	1	0,81	0,79	0,8	0,69	0,65
17	1,06	0,82	0,82	0,82	0,7	0,66
18	1,02	0,8	0,82	0,79	0,68	0,66
19	1,05	0,82	0,74	0,73	0,64	0,62
20	1,06	0,83	0,77	0,8	0,7	0,6
21	1,04	0,85	0,75	0,75	0,68	0,62
22	1,04	0,82	0,76	0,78	0,69	0,58
23	1,07	0,8	0,76	0,79	0,72	0,65
24	1,02	0,81	0,82	0,77	0,67	0,72
25	0,95	0,77	0,69	0,66	0,65	0,57
26	1,03	0,83	0,82	0,82	0,72	0,61
27	1,05	0,83	0,87	0,83	0,7	0,71

Valor Mínimo	0,92	0,74	0,81	1,36	1,34	1,14
Valor Medio	1,07	0,89	0,98	1,55	1,52	1,28
Valor Máximo	1,17	0,97	1,06	1,67	1,63	1,39
Desviación Típica	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,07

<b>AULA JB2</b>						
<b>D50</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,74	0,8	0,81	0,79	0,82	0,84
2	0,72	0,79	0,79	0,77	0,8	0,83
3	0,71	0,78	0,78	0,77	0,8	0,82
4	0,64	0,72	0,73	0,71	0,75	0,77
5	0,66	0,73	0,74	0,71	0,75	0,77
6	0,65	0,73	0,74	0,72	0,75	0,77
7	0,58	0,67	0,69	0,67	0,71	0,73
8	0,59	0,68	0,69	0,67	0,71	0,74
9	0,6	0,68	0,69	0,67	0,71	0,72
10	0,51	0,61	0,63	0,62	0,67	0,7
11	0,54	0,63	0,65	0,64	0,68	0,7
12	0,55	0,64	0,65	0,64	0,67	0,69
13	0,49	0,58	0,61	0,59	0,63	0,66
14	0,49	0,59	0,61	0,59	0,63	0,66
15	0,5	0,59	0,61	0,62	0,65	0,66
16	0,46	0,55	0,57	0,56	0,59	0,62
17	0,46	0,56	0,58	0,57	0,61	0,64
18	0,45	0,55	0,57	0,57	0,6	0,62
19	0,46	0,58	0,6	0,59	0,63	0,65
20	0,47	0,57	0,6	0,57	0,63	0,66
21	0,45	0,57	0,6	0,6	0,65	0,67
22	0,47	0,59	0,62	0,61	0,66	0,69
23	0,48	0,59	0,62	0,61	0,67	0,69
24	0,49	0,59	0,61	0,62	0,66	0,68
25	0,56	0,67	0,7	0,71	0,75	0,77
26	0,55	0,65	0,67	0,67	0,71	0,73
27	0,58	0,68	0,7	0,7	0,74	0,76

<b>Valor Mínimo</b>	0,45	0,55	0,57	0,56	0,59	0,62
<b>Valor Medio</b>	0,55	0,64	0,66	0,65	0,69	0,71
<b>Valor Máximo</b>	0,74	0,8	0,81	0,79	0,82	0,84
<b>Desviación Típica</b>	0,09	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06

**AULA JB2**

RECEPTOR	STI
1	0,74
2	0,73
3	0,73
4	0,7
5	0,71
6	0,7
7	0,69
8	0,69
9	0,68
10	0,67
11	0,67
12	0,66
13	0,66
14	0,66
15	0,66
16	0,65
17	0,65
18	0,64
19	0,66
20	0,65
21	0,65
22	0,67
23	0,67
24	0,67
25	0,71
26	0,69
27	0,69

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,68</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
Nº Receptor	STI
1	0,74
2	0,73
3	0,73
4	0,70
5	0,71
6	0,70
7	0,69
8	0,69
9	0,68
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,71</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
Nº Receptor	STI
10	0,67
11	0,67
12	0,66
13	0,66
14	0,66
15	0,66
16	0,65
17	0,65
18	0,64
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,66</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
Nº Receptor	STI
19	0,66
20	0,65
21	0,65
22	0,67
23	0,67
24	0,67
25	0,71
26	0,69
27	0,69
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,67</b>

<b>AULA 2</b>						
<b>T30(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,85	0,75	0,73	0,74	0,69	0,65
<b>2</b>	0,88	0,76	0,72	0,75	0,69	0,66
<b>3</b>	0,85	0,74	0,7	0,72	0,67	0,65
<b>4</b>	0,86	0,76	0,73	0,74	0,71	0,68
<b>5</b>	0,86	0,77	0,73	0,74	0,68	0,67
<b>6</b>	0,83	0,75	0,75	0,76	0,71	0,66
<b>7</b>	0,94	0,78	0,76	0,79	0,73	0,71
<b>8</b>	0,87	0,82	0,76	0,78	0,7	0,68
<b>9</b>	0,88	0,77	0,78	0,77	0,72	0,69
<b>10</b>	0,9	0,81	0,78	0,78	0,72	0,68
<b>11</b>	0,87	0,78	0,79	0,83	0,77	0,72
<b>12</b>	0,86	0,77	0,79	0,81	0,75	0,72
<b>13</b>	0,86	0,78	0,78	0,84	0,8	0,77
<b>14</b>	0,91	0,79	0,78	0,82	0,77	0,75
<b>15</b>	0,9	0,81	0,86	1,02	0,99	0,79
<b>16</b>	0,9	0,79	0,74	0,77	0,76	0,75
<b>17</b>	0,92	0,8	0,77	0,78	0,75	0,72
<b>18</b>	0,9	0,8	0,81	0,8	0,79	0,78

<b>Valor Mínimo</b>	0,83	0,74	0,7	0,72	0,67	0,65
<b>Valor Medio</b>	<b>0,88</b>	<b>0,78</b>	<b>0,76</b>	<b>0,79</b>	<b>0,74</b>	<b>0,71</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,94	0,82	0,86	1,02	0,99	0,79
<b>Desviación Típica</b>	0,03	0,02	0,04	0,07	0,07	0,05

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

<b>AULA 2</b>						
<b>EDT(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,77	0,59	0,53	0,61	0,53	0,49
<b>2</b>	0,78	0,62	0,55	0,62	0,56	0,50
<b>3</b>	0,83	0,61	0,58	0,66	0,57	0,50
<b>4</b>	0,84	0,70	0,69	0,7	0,67	0,61
<b>5</b>	0,87	0,7	0,65	0,69	0,64	0,58
<b>6</b>	0,89	0,72	0,67	0,69	0,64	0,61
<b>7</b>	0,95	0,79	0,74	0,75	0,68	0,63
<b>8</b>	0,94	0,75	0,72	0,70	0,66	0,62
<b>9</b>	0,9	0,74	0,7	0,70	0,66	0,61
<b>10</b>	0,93	0,74	0,68	0,75	0,68	0,64
<b>11</b>	0,92	0,77	0,68	0,73	0,68	0,66
<b>12</b>	0,90	0,75	0,73	0,74	0,71	0,66
<b>13</b>	0,88	0,72	0,64	0,67	0,67	0,59
<b>14</b>	0,89	0,71	0,68	0,71	0,62	0,58
<b>15</b>	0,87	0,7	0,65	0,74	0,65	0,62
<b>16</b>	0,78	0,59	0,57	0,58	0,55	0,54
<b>17</b>	0,92	0,75	0,69	0,77	0,72	0,62
<b>18</b>	0,79	0,61	0,62	0,66	0,61	0,53

<b>Valor Mínimo</b>	0,77	0,59	0,53	0,58	0,53	0,49
<b>Valor Medio</b>	<b>0,87</b>	<b>0,70</b>	<b>0,65</b>	<b>0,69</b>	<b>0,64</b>	<b>0,59</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,95	0,79	0,74	0,77	0,72	0,66
<b>Desviación Típica</b>	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05

<b>AULA 2</b>						
<b>D50</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,74	0,79	0,8	0,77	0,79	0,82
2	0,74	0,8	0,81	0,77	0,79	0,82
3	0,73	0,79	0,8	0,74	0,76	0,8
4	0,63	0,69	0,71	0,68	0,71	0,74
5	0,63	0,71	0,73	0,69	0,72	0,75
6	0,65	0,72	0,74	0,71	0,73	0,76
7	0,55	0,64	0,68	0,66	0,69	0,71
8	0,55	0,63	0,66	0,64	0,68	0,7
9	0,55	0,62	0,65	0,63	0,67	0,69
10	0,52	0,6	0,63	0,61	0,65	0,68
11	0,52	0,61	0,65	0,63	0,66	0,69
12	0,51	0,6	0,64	0,64	0,67	0,69
13	0,56	0,64	0,66	0,64	0,67	0,69
14	0,54	0,63	0,67	0,64	0,68	0,71
15	0,54	0,64	0,67	0,63	0,67	0,69
16	0,62	0,7	0,73	0,72	0,75	0,76
17	0,59	0,67	0,7	0,67	0,71	0,73
18	0,65	0,72	0,73	0,7	0,72	0,74

<b>Valor Mínimo</b>	0,51	0,6	0,63	0,61	0,65	0,68
<b>Valor Medio</b>	<b>0,60</b>	<b>0,68</b>	<b>0,70</b>	<b>0,68</b>	<b>0,71</b>	<b>0,73</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,74	0,8	0,81	0,77	0,79	0,82
<b>Desviación Típica</b>	0,27	0,31	0,31	0,30	0,31	0,33

**AULA 2**

RECEPTOR	STI
1	0,74
2	0,74
3	0,73
4	0,70
5	0,70
6	0,71
7	0,68
8	0,68
9	0,68
10	0,67
11	0,68
12	0,67
13	0,68
14	0,69
15	0,68
16	0,72
17	0,70
18	0,70

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,70</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,74
2	0,74
3	0,73
4	0,7
5	0,7
6	0,71
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,72</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
7	0,68
8	0,68
9	0,68
10	0,67
11	0,68
12	0,67
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,68</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
13	0,68
14	0,69
15	0,68
16	0,72
17	0,70
18	0,70
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,69</b>

<b>AULA C-2</b>						
<b>T30(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,83	0,76	0,8	0,79	0,78	0,69
2	0,82	0,72	0,75	0,74	0,71	0,65
3	0,85	0,77	0,79	0,73	0,69	0,64
4	0,84	0,74	0,79	0,78	0,7	0,66
5	0,83	0,76	0,82	0,82	0,74	0,68
6	0,8	0,73	0,77	0,75	0,73	0,68
7	0,82	0,68	0,71	0,71	0,68	0,66
8	0,84	0,73	0,74	0,72	0,67	0,66
9	0,9	0,85	0,84	0,75	0,68	0,65
10	0,83	0,78	0,82	0,77	0,71	0,66
11	0,86	0,83	0,81	0,76	0,72	0,67
12	0,82	0,72	0,74	0,73	0,7	0,65
13	0,82	0,79	0,78	0,75	0,68	0,66
14	0,85	0,77	0,8	0,78	0,68	0,65
15	0,84	0,78	0,79	0,81	0,72	0,67
16	0,9	0,81	0,85	0,85	0,79	0,74
17	0,89	0,85	0,93	0,92	0,84	0,77
18	0,79	0,75	0,79	0,8	0,75	0,76
19	0,78	0,73	0,77	0,81	0,77	0,75
20	0,85	0,81	0,91	0,9	0,92	0,89
21	0,82	0,81	0,89	0,88	0,94	0,92
22	0,95	0,85	0,91	1,07	0,94	0,86
23	0,83	0,75	0,77	0,75	0,73	0,67
24	0,85	0,73	0,73	0,72	0,67	0,64

<b>Valor Mínimo</b>	0,78	0,68	0,71	0,71	0,67	0,64
<b>Valor Medio</b>	<b>0,84</b>	<b>0,77</b>	<b>0,80</b>	<b>0,80</b>	<b>0,75</b>	<b>0,71</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,95	0,85	0,93	1,07	0,94	0,92
<b>Desviación Típica</b>	0,04	0,05	0,06	0,08	0,08	0,08

AULA C-2						
EDT(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,73	0,51	0,47	0,5	0,42	0,38
2	0,73	0,53	0,48	0,53	0,45	0,37
3	0,74	0,52	0,45	0,51	0,42	0,36
4	0,83	0,63	0,55	0,55	0,49	0,42
5	0,83	0,65	0,57	0,58	0,53	0,46
6	0,81	0,63	0,57	0,55	0,5	0,44
7	0,86	0,69	0,63	0,66	0,59	0,59
8	0,88	0,7	0,62	0,62	0,57	0,51
9	0,9	0,68	0,66	0,62	0,55	0,53
10	0,92	0,71	0,61	0,65	0,59	0,56
11	0,88	0,72	0,61	0,64	0,62	0,55
12	0,88	0,75	0,67	0,64	0,61	0,57
13	0,91	0,78	0,69	0,72	0,61	0,62
14	0,87	0,7	0,7	0,65	0,59	0,63
15	0,86	0,68	0,68	0,69	0,61	0,55
16	0,84	0,63	0,64	0,63	0,59	0,55
17	0,87	0,69	0,66	0,63	0,54	0,53
18	0,87	0,68	0,6	0,58	0,52	0,5
19	0,8	0,6	0,61	0,56	0,55	0,43
20	0,84	0,68	0,58	0,58	0,55	0,48
21	0,9	0,65	0,55	0,56	0,49	0,52
22	0,83	0,59	0,56	0,56	0,57	0,48
23	0,89	0,69	0,65	0,69	0,6	0,56
24	0,7	0,52	0,46	0,48	0,41	0,35

Valor Mínimo	0,7	0,51	0,45	0,48	0,41	0,35
Valor Medio	0,84	0,65	0,59	0,60	0,54	0,50
Valor Máximo	0,92	0,78	0,7	0,72	0,62	0,63
Desviación Típica	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,08

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

<b>AULA C-2</b>						
<b>D50</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,73	0,8	0,82	0,81	0,83	0,86
2	0,75	0,82	0,85	0,82	0,85	0,89
3	0,79	0,85	0,88	0,85	0,88	0,91
4	0,63	0,73	0,77	0,76	0,8	0,84
5	0,63	0,73	0,77	0,76	0,8	0,83
6	0,64	0,73	0,77	0,76	0,8	0,82
7	0,6	0,7	0,74	0,74	0,77	0,8
8	0,58	0,69	0,73	0,72	0,76	0,79
9	0,58	0,69	0,73	0,72	0,77	0,8
10	0,54	0,66	0,7	0,69	0,74	0,76
11	0,54	0,65	0,69	0,68	0,73	0,76
12	0,53	0,64	0,68	0,69	0,73	0,76
13	0,48	0,6	0,66	0,66	0,69	0,72
14	0,48	0,59	0,64	0,64	0,69	0,71
15	0,49	0,61	0,65	0,65	0,69	0,72
16	0,48	0,61	0,65	0,64	0,68	0,71
17	0,48	0,6	0,65	0,65	0,69	0,72
18	0,5	0,62	0,67	0,67	0,71	0,74
19	0,55	0,66	0,72	0,73	0,76	0,79
20	0,54	0,67	0,71	0,7	0,75	0,78
21	0,52	0,65	0,69	0,69	0,73	0,75
22	0,53	0,65	0,69	0,68	0,72	0,75
23	0,56	0,66	0,7	0,7	0,74	0,77
24	0,72	0,8	0,83	0,81	0,84	0,87

<b>Valor Mínimo</b>	0,48	0,59	0,64	0,64	0,68	0,71
<b>Valor Medio</b>	<b>0,58</b>	<b>0,68</b>	<b>0,72</b>	<b>0,72</b>	<b>0,76</b>	<b>0,79</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,79	0,85	0,88	0,85	0,88	0,91
<b>Desviación Típica</b>	0,09	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06

**AULA C-2**

RECEPTOR	STI
1	0,77
2	0,77
3	0,8
4	0,73
5	0,73
6	0,74
7	0,72
8	0,71
9	0,71
10	0,71
11	0,7
12	0,7
13	0,68
14	0,68
15	0,69
16	0,69
17	0,69
18	0,69
19	0,71
20	0,72
21	0,71
22	0,7
23	0,7
24	0,77

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,72</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,77
2	0,77
3	0,8
4	0,73
5	0,73
6	0,74
7	0,72
8	0,71
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,75</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
9	0,71
10	0,71
11	0,7
12	0,7
13	0,68
14	0,68
15	0,69
16	0,69
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,69</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
17	0,69
18	0,69
19	0,71
20	0,72
21	0,71
22	0,7
23	0,7
24	0,77
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,71</b>

AULA MASTER TECNOLOGÍA						
T30(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	1,01	1,03	0,82	0,7	0,65	0,51
2	1,03	1,02	0,83	0,73	0,65	0,52
3	1,02	1,02	0,84	0,74	0,68	0,53
4	1,01	1,03	0,85	0,78	0,81	0,56
5	1,02	1,03	0,86	0,76	0,71	0,52
6	1,03	1,05	0,86	0,73	0,66	0,5
7	1,02	1,05	0,86	0,76	0,69	0,48
8	1,01	1,03	0,85	0,73	0,69	0,49
9	1,01	1,03	0,84	0,72	0,74	0,54
10	1,02	1,02	0,82	0,69	0,68	0,5
11	1,01	1,04	0,83	0,75	0,71	0,49
12	1,02	1,04	0,84	0,8	0,83	0,52
13	1,02	1,03	0,82	0,76	0,75	0,62
14	1	1,02	0,85	0,82	0,77	0,48
15	1,04	1,03	0,86	0,83	0,86	0,49

Valor Mínimo	1	1,02	0,82	0,69	0,65	0,48
Valor Medio	1,02	1,03	0,84	0,75	0,73	0,52
Valor Máximo	1,04	1,05	0,86	0,83	0,86	0,62
Desviación Típica	0,01	0,01	0,02	0,04	0,07	0,04

<b>AULA MASTER TECNOLOGÍA</b>						
<b>EDT(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,97	0,99	0,76	0,6	0,52	0,42
<b>2</b>	0,99	1,02	0,78	0,63	0,52	0,41
<b>3</b>	0,99	1,02	0,79	0,62	0,55	0,43
<b>4</b>	1,02	1,07	0,84	0,7	0,63	0,45
<b>5</b>	1,05	1,06	0,86	0,67	0,59	0,47
<b>6</b>	1	1,04	0,8	0,67	0,57	0,46
<b>7</b>	1,06	1,07	0,84	0,69	0,64	0,49
<b>8</b>	1,07	1,08	0,86	0,71	0,63	0,46
<b>9</b>	1,04	1,05	0,83	0,7	0,65	0,48
<b>10</b>	1,08	1,1	0,87	0,73	0,64	0,48
<b>11</b>	1,11	1,09	0,89	0,73	0,61	0,47
<b>12</b>	1,1	1,09	0,88	0,7	0,63	0,47
<b>13</b>	1,07	1,09	0,86	0,68	0,64	0,45
<b>14</b>	1,11	1,12	0,89	0,73	0,66	0,48
<b>15</b>	1,06	1,07	0,85	0,67	0,62	0,46

<b>Valor Mínimo</b>	0,97	0,99	0,76	0,6	0,52	0,41
<b>Valor Medio</b>	<b>1,05</b>	<b>1,06</b>	<b>0,84</b>	<b>0,68</b>	<b>0,61</b>	<b>0,46</b>
<b>Valor Máximo</b>	1,11	1,12	0,89	0,73	0,66	0,49
<b>Desviación Típica</b>	0,05	0,03	0,04	0,04	0,05	0,02

<b>AULA MASTER TECNOLOGÍA</b>						
<b>D50</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,56	0,56	0,64	0,72	0,77	0,82
<b>2</b>	0,54	0,54	0,62	0,72	0,77	0,82
<b>3</b>	0,55	0,54	0,63	0,72	0,76	0,82
<b>4</b>	0,48	0,47	0,57	0,66	0,71	0,8
<b>5</b>	0,46	0,46	0,56	0,66	0,72	0,8
<b>6</b>	0,49	0,49	0,59	0,68	0,73	0,8
<b>7</b>	0,44	0,43	0,53	0,63	0,67	0,77
<b>8</b>	0,43	0,42	0,53	0,63	0,69	0,78
<b>9</b>	0,45	0,44	0,54	0,64	0,69	0,78
<b>10</b>	0,41	0,41	0,52	0,63	0,68	0,79
<b>11</b>	0,38	0,38	0,49	0,6	0,66	0,77
<b>12</b>	0,39	0,4	0,5	0,6	0,65	0,75
<b>13</b>	0,42	0,41	0,52	0,62	0,67	0,77
<b>14</b>	0,39	0,39	0,5	0,61	0,66	0,77
<b>15</b>	0,43	0,43	0,54	0,64	0,68	0,78

<b>Valor Mínimo</b>	0,38	0,38	0,49	0,6	0,65	0,75
<b>Valor Medio</b>	<b>0,45</b>	<b>0,45</b>	<b>0,55</b>	<b>0,65</b>	<b>0,70</b>	<b>0,79</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,56	0,56	0,64	0,72	0,77	0,82
<b>Desviación Típica</b>	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,02

**AULA MASTER TECNOLOGÍA**

RECEPTOR	STI
1	0,71
2	0,70
3	0,70
4	0,68
5	0,68
6	0,69
7	0,66
8	0,67
9	0,67
10	0,66
11	0,66
12	0,66
13	0,67
14	0,66
15	0,67

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,68</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,71
2	0,70
3	0,70
4	0,68
5	0,68
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,69</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
6	0,69
7	0,66
8	0,67
9	0,67
10	0,66
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,67</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
11	0,66
12	0,66
13	0,67
14	0,66
15	0,67
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,66</b>

<b>AULA MASTER GESTIÓN</b>						
<b>T30(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,95	0,92	0,74	0,66	0,65	0,55
<b>2</b>	0,94	0,93	0,76	0,7	0,7	0,6
<b>3</b>	0,94	0,94	0,81	0,74	0,71	0,59
<b>4</b>	0,94	0,92	0,77	0,7	0,65	0,54
<b>5</b>	0,94	0,92	0,76	0,69	0,67	0,55
<b>6</b>	0,94	0,91	0,75	0,66	0,65	0,54
<b>7</b>	0,94	0,93	0,77	0,69	0,65	0,53
<b>8</b>	0,96	0,94	0,78	0,65	0,65	0,54
<b>9</b>	0,95	0,92	0,78	0,7	0,65	0,53
<b>10</b>	0,93	0,92	0,79	0,72	0,75	0,54
<b>11</b>	0,96	0,92	0,78	0,74	0,76	0,56
<b>12</b>	0,94	0,92	0,81	0,79	0,76	0,54
<b>13</b>	0,93	0,93	0,81	0,81	0,78	0,48
<b>14</b>	0,95	0,94	0,79	0,79	0,78	0,57
<b>15</b>	0,94	0,91	0,76	0,69	0,71	0,55

<b>Valor Mínimo</b>	0,93	0,91	0,74	0,65	0,65	0,48
<b>Valor Medio</b>	<b>0,94</b>	<b>0,92</b>	<b>0,78</b>	<b>0,72</b>	<b>0,70</b>	<b>0,55</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,96	0,94	0,81	0,81	0,78	0,6
<b>Desviación Típica</b>	0,01	0,01	0,02	0,05	0,05	0,03

<b>AULA MASTER GESTIÓN</b>						
<b>EDT(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,99	0,98	0,79	0,64	0,58	0,45
<b>2</b>	1,02	1,02	0,81	0,66	0,58	0,47
<b>3</b>	1	0,97	0,79	0,65	0,58	0,47
<b>4</b>	1,01	0,99	0,81	0,68	0,62	0,5
<b>5</b>	1,06	1,04	0,84	0,72	0,63	0,51
<b>6</b>	1,03	1,04	0,83	0,72	0,66	0,53
<b>7</b>	1,03	1,02	0,81	0,67	0,63	0,51
<b>8</b>	1,04	1,03	0,83	0,68	0,64	0,52
<b>9</b>	0,99	0,99	0,8	0,68	0,65	0,5
<b>10</b>	0,99	1	0,78	0,61	0,55	0,46
<b>11</b>	0,99	0,97	0,77	0,63	0,57	0,5
<b>12</b>	0,99	0,99	0,78	0,61	0,58	0,49
<b>13</b>	1,01	0,98	0,75	0,61	0,6	0,47
<b>14</b>	0,95	0,93	0,73	0,56	0,51	0,44
<b>15</b>	0,97	0,94	0,72	0,56	0,54	0,44

<b>Valor Mínimo</b>	0,95	0,93	0,72	0,56	0,51	0,44
<b>Valor Medio</b>	<b>1,00</b>	<b>0,99</b>	<b>0,79</b>	<b>0,65</b>	<b>0,59</b>	<b>0,48</b>
<b>Valor Máximo</b>	1,06	1,04	0,84	0,72	0,66	0,53
<b>Desviación Típica</b>	0,03	0,03	0,04	0,05	0,04	0,03

<b>AULA MASTER GESTIÓN</b>						
<b>D50</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,6	0,59	0,67	0,74	0,78	0,84
<b>2</b>	0,62	0,6	0,68	0,75	0,79	0,84
<b>3</b>	0,61	0,6	0,68	0,75	0,78	0,83
<b>4</b>	0,51	0,51	0,6	0,69	0,72	0,79
<b>5</b>	0,47	0,47	0,56	0,65	0,69	0,76
<b>6</b>	0,51	0,5	0,59	0,68	0,72	0,79
<b>7</b>	0,42	0,42	0,52	0,61	0,66	0,74
<b>8</b>	0,46	0,46	0,56	0,65	0,7	0,76
<b>9</b>	0,49	0,48	0,58	0,66	0,7	0,78
<b>10</b>	0,5	0,5	0,6	0,69	0,72	0,79
<b>11</b>	0,48	0,47	0,57	0,67	0,7	0,78
<b>12</b>	0,47	0,47	0,57	0,66	0,7	0,78
<b>13</b>	0,53	0,52	0,61	0,69	0,71	0,78
<b>14</b>	0,53	0,53	0,63	0,72	0,75	0,81
<b>15</b>	0,56	0,57	0,66	0,73	0,76	0,82

<b>Valor Mínimo</b>	0,42	0,42	0,52	0,61	0,66	0,74
<b>Valor Medio</b>	<b>0,52</b>	<b>0,51</b>	<b>0,61</b>	<b>0,69</b>	<b>0,73</b>	<b>0,79</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,62	0,6	0,68	0,75	0,79	0,84
<b>Desviación Típica</b>	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03

**AULA MASTER GESTIÓN**

RECEPTOR	STI
1	0,71
2	0,71
3	0,71
4	0,68
5	0,66
6	0,68
7	0,67
8	0,66
9	0,67
10	0,69
11	0,68
12	0,68
13	0,69
14	0,71
15	0,71

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,69</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,71
2	0,71
3	0,71
4	0,68
5	0,66
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,69</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
6	0,68
7	0,67
8	0,66
9	0,67
10	0,69
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,67</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
11	0,68
12	0,68
13	0,69
14	0,71
15	0,71
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,69</b>

SIMULACIÓN AULAS OCUPADAS ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

AULA 403						
T30(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,61	0,52	0,46	0,51	0,54	0,52
2	0,61	0,55	0,46	0,53	0,52	0,49
3	0,62	0,54	0,46	0,52	0,48	0,45
4	0,64	0,65	0,45	0,65	0,51	0,46
5	0,62	0,56	0,49	0,56	0,52	0,5
6	0,62	0,53	0,5	0,5	0,51	0,5
7	0,63	0,66	0,73	0,66	0,63	0,55
8	0,63	0,66	0,56	0,69	0,65	0,55
9	0,67	0,75	0,49	0,71	0,69	0,59
10	0,63	0,71	0,7	0,76	0,71	0,68
11	0,62	0,73	0,62	0,82	0,74	0,65
12	0,61	0,72	0,66	0,79	0,73	0,64
13	0,63	0,79	0,75	0,84	0,78	0,77
14	0,62	0,72	0,64	0,79	0,72	0,66
15	0,63	0,79	0,78	0,9	0,84	0,74

Valor Mínimo	0,61	0,52	0,45	0,5	0,48	0,45
Valor Medio	0,63	0,66	0,58	0,68	0,64	0,58
Valor Máximo	0,67	0,79	0,78	0,9	0,84	0,77
Desviación Típica	0,02	0,10	0,12	0,13	0,12	0,10

<b>AULA 403</b>						
<b>EDT(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,60	0,44	0,36	0,43	0,40	0,38
<b>2</b>	0,64	0,44	0,33	0,42	0,40	0,39
<b>3</b>	0,61	0,41	0,32	0,44	0,40	0,40
<b>4</b>	0,63	0,48	0,37	0,44	0,45	0,43
<b>5</b>	0,67	0,49	0,39	0,47	0,45	0,43
<b>6</b>	0,64	0,54	0,41	0,57	0,52	0,47
<b>7</b>	0,64	0,52	0,46	0,51	0,46	0,46
<b>8</b>	0,65	0,51	0,45	0,47	0,5	0,45
<b>9</b>	0,65	0,49	0,42	0,45	0,5	0,47
<b>10</b>	0,64	0,48	0,43	0,5	0,5	0,47
<b>11</b>	0,58	0,44	0,44	0,42	0,45	0,46
<b>12</b>	0,62	0,45	0,36	0,47	0,51	0,46
<b>13</b>	0,59	0,44	0,39	0,44	0,48	0,45
<b>14</b>	0,57	0,39	0,31	0,43	0,46	0,39
<b>15</b>	0,62	0,49	0,39	0,45	0,51	0,43

<b>Valor Mínimo</b>	0,57	0,39	0,31	0,42	0,4	0,38
<b>Valor Medio</b>	<b>0,62</b>	<b>0,47</b>	<b>0,39</b>	<b>0,46</b>	<b>0,47</b>	<b>0,44</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,67	0,54	0,46	0,57	0,52	0,47
<b>Desviación Típica</b>	0,03	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03

<b>AULA 403</b>						
<b>D50</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,77	0,85	0,9	0,85	0,85	0,86
<b>2</b>	0,74	0,85	0,91	0,86	0,84	0,85
<b>3</b>	0,77	0,85	0,9	0,85	0,84	0,85
<b>4</b>	0,71	0,83	0,88	0,83	0,82	0,83
<b>5</b>	0,69	0,81	0,88	0,82	0,81	0,82
<b>6</b>	0,72	0,81	0,87	0,81	0,8	0,82
<b>7</b>	0,63	0,76	0,82	0,78	0,77	0,8
<b>8</b>	0,61	0,75	0,82	0,76	0,75	0,77
<b>9</b>	0,63	0,76	0,82	0,77	0,75	0,77
<b>10</b>	0,58	0,74	0,83	0,74	0,73	0,75
<b>11</b>	0,58	0,73	0,81	0,75	0,72	0,74
<b>12</b>	0,61	0,76	0,82	0,75	0,74	0,76
<b>13</b>	0,62	0,77	0,82	0,77	0,75	0,76
<b>14</b>	0,61	0,77	0,84	0,79	0,77	0,78
<b>15</b>	0,63	0,77	0,82	0,77	0,76	0,79

<b>Valor Mínimo</b>	0,58	0,73	0,81	0,74	0,72	0,74
<b>Valor Medio</b>	<b>0,66</b>	<b>0,79</b>	<b>0,85</b>	<b>0,79</b>	<b>0,78</b>	<b>0,80</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,77	0,85	0,91	0,86	0,85	0,86
<b>Desviación Típica</b>	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

**AULA 403**

RECEPTOR	STI
1	0,78
2	0,78
3	0,78
4	0,76
5	0,76
6	0,77
7	0,74
8	0,74
9	0,75
10	0,74
11	0,74
12	0,74
13	0,75
14	0,76
15	0,75

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,76</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,78
2	0,78
3	0,78
4	0,76
5	0,76
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,77</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
6	0,77
7	0,74
8	0,74
9	0,75
10	0,74
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,75</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
11	0,74
12	0,74
13	0,75
14	0,76
15	0,75
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,75</b>

<b>AULA 404</b>						
<b>T30(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,69	0,67	0,56	0,64	0,6	0,59
<b>2</b>	0,7	0,62	0,57	0,6	0,56	0,54
<b>3</b>	0,67	0,58	0,51	0,55	0,53	0,52
<b>4</b>	0,66	0,68	0,53	0,65	0,63	0,55
<b>5</b>	0,66	0,6	0,56	0,59	0,56	0,54
<b>6</b>	0,65	0,6	0,54	0,6	0,57	0,57
<b>7</b>	0,66	0,55	0,49	0,52	0,51	0,5
<b>8</b>	0,67	0,58	0,48	0,56	0,56	0,53
<b>9</b>	0,72	0,64	0,47	0,59	0,59	0,53
<b>10</b>	0,64	0,61	0,42	0,61	0,63	0,6
<b>11</b>	0,66	0,59	0,47	0,58	0,64	0,57
<b>12</b>	0,64	0,51	0,4	0,5	0,53	0,49
<b>13</b>	0,67	0,55	0,39	0,64	0,77	0,81
<b>14</b>	0,66	0,54	0,42	0,6	0,69	0,66
<b>15</b>	0,64	0,64	0,48	0,73	0,8	0,8

<b>Valor Mínimo</b>	0,64	0,51	0,39	0,5	0,51	0,49
<b>Valor Medio</b>	<b>0,67</b>	<b>0,60</b>	<b>0,49</b>	<b>0,60</b>	<b>0,61</b>	<b>0,59</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,72	0,68	0,57	0,73	0,8	0,81
<b>Desviación Típica</b>	0,02	0,05	0,06	0,06	0,09	0,10

<b>AULA 404</b>						
<b>EDT(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,62	0,44	0,34	0,4	0,39	0,36
<b>2</b>	0,59	0,4	0,28	0,37	0,39	0,39
<b>3</b>	0,61	0,44	0,38	0,43	0,42	0,41
<b>4</b>	0,71	0,57	0,5	0,52	0,48	0,48
<b>5</b>	0,74	0,54	0,42	0,46	0,48	0,47
<b>6</b>	0,67	0,52	0,44	0,48	0,46	0,44
<b>7</b>	0,71	0,51	0,49	0,54	0,55	0,5
<b>8</b>	0,74	0,55	0,56	0,55	0,58	0,55
<b>9</b>	0,74	0,56	0,51	0,58	0,59	0,56
<b>10</b>	0,71	0,59	0,52	0,58	0,6	0,58
<b>11</b>	0,69	0,57	0,47	0,56	0,61	0,6
<b>12</b>	0,67	0,54	0,55	0,59	0,57	0,57
<b>13</b>	0,66	0,6	0,63	0,69	0,7	0,66
<b>14</b>	0,67	0,55	0,52	0,64	0,62	0,62
<b>15</b>	0,65	0,52	0,46	0,51	0,56	0,5

<b>Valor Mínimo</b>	0,59	0,4	0,28	0,37	0,39	0,36
<b>Valor Medio</b>	<b>0,68</b>	<b>0,53</b>	<b>0,47</b>	<b>0,53</b>	<b>0,53</b>	<b>0,51</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,74	0,6	0,63	0,69	0,7	0,66
<b>Desviación Típica</b>	0,05	0,06	0,09	0,09	0,09	0,09

<b>AULA 404</b>						
<b>D50</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,78	0,86	0,9	0,87	0,86	0,87
<b>2</b>	0,78	0,87	0,92	0,88	0,86	0,86
<b>3</b>	0,77	0,85	0,89	0,86	0,85	0,85
<b>4</b>	0,7	0,79	0,84	0,81	0,8	0,81
<b>5</b>	0,66	0,8	0,87	0,82	0,81	0,81
<b>6</b>	0,7	0,81	0,86	0,82	0,82	0,83
<b>7</b>	0,6	0,73	0,8	0,75	0,72	0,74
<b>8</b>	0,57	0,72	0,78	0,73	0,71	0,73
<b>9</b>	0,63	0,72	0,75	0,72	0,71	0,73
<b>10</b>	0,58	0,72	0,77	0,72	0,71	0,72
<b>11</b>	0,54	0,68	0,74	0,7	0,67	0,68
<b>12</b>	0,56	0,68	0,73	0,68	0,66	0,67
<b>13</b>	0,57	0,67	0,68	0,66	0,63	0,64
<b>14</b>	0,55	0,71	0,77	0,72	0,68	0,69
<b>15</b>	0,6	0,73	0,79	0,74	0,73	0,73

<b>Valor Mínimo</b>	0,54	0,67	0,68	0,66	0,63	0,64
<b>Valor Medio</b>	<b>0,64</b>	<b>0,76</b>	<b>0,81</b>	<b>0,77</b>	<b>0,75</b>	<b>0,76</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,78	0,87	0,92	0,88	0,86	0,87
<b>Desviación Típica</b>	0,09	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07

**AULA 404**

RECEPTOR	STI
1	0,79
2	0,79
3	0,79
4	0,76
5	0,76
6	0,75
7	0,72
8	0,72
9	0,73
10	0,70
11	0,70
12	0,71
13	0,73
14	0,71
15	0,70

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,74</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,79
2	0,79
3	0,79
4	0,76
5	0,76
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,78</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
6	0,75
7	0,72
8	0,72
9	0,73
10	0,70
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,72</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
11	0,70
12	0,71
13	0,73
14	0,71
15	0,70
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,71</b>

<b>AULA 501</b>						
<b>T30(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,67	0,61	0,66	0,66	0,59	0,51
<b>2</b>	0,63	0,58	0,57	0,59	0,58	0,51
<b>3</b>	0,63	0,54	0,53	0,55	0,53	0,47
<b>4</b>	0,65	0,55	0,62	0,57	0,53	0,48
<b>5</b>	0,64	0,55	0,56	0,58	0,55	0,5
<b>6</b>	0,62	0,52	0,49	0,53	0,52	0,48
<b>7</b>	0,64	0,53	0,53	0,55	0,53	0,46
<b>8</b>	0,62	0,56	0,53	0,6	0,57	0,51
<b>9</b>	0,63	0,54	0,47	0,55	0,53	0,49
<b>10</b>	0,66	0,54	0,5	0,61	0,61	0,5
<b>11</b>	0,64	0,58	0,54	0,68	0,63	0,58
<b>12</b>	0,64	0,63	0,51	0,67	0,63	0,57
<b>13</b>	0,67	0,6	0,53	0,69	0,68	0,62
<b>14</b>	0,66	0,64	0,57	0,73	0,66	0,61
<b>15</b>	0,63	0,64	0,6	0,71	0,66	0,58

<b>Valor Mínimo</b>	0,62	0,52	0,47	0,53	0,52	0,46
<b>Valor Medio</b>	<b>0,64</b>	<b>0,57</b>	<b>0,55</b>	<b>0,62</b>	<b>0,59</b>	<b>0,52</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,67	0,64	0,66	0,73	0,68	0,62
<b>Desviación Típica</b>	0,02	0,04	0,05	0,07	0,06	0,05

<b>AULA 501</b>						
<b>EDT(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,66	0,51	0,4	0,45	0,4	0,35
<b>2</b>	0,68	0,49	0,32	0,46	0,41	0,32
<b>3</b>	0,66	0,51	0,41	0,45	0,42	0,31
<b>4</b>	0,7	0,57	0,5	0,54	0,51	0,38
<b>5</b>	0,7	0,57	0,5	0,52	0,49	0,37
<b>6</b>	0,68	0,59	0,58	0,55	0,51	0,37
<b>7</b>	0,67	0,58	0,57	0,61	0,56	0,48
<b>8</b>	0,68	0,56	0,46	0,56	0,52	0,41
<b>9</b>	0,67	0,54	0,55	0,55	0,54	0,45
<b>10</b>	0,63	0,49	0,42	0,49	0,46	0,42
<b>11</b>	0,69	0,5	0,43	0,51	0,51	0,4
<b>12</b>	0,65	0,5	0,42	0,51	0,49	0,44
<b>13</b>	0,58	0,51	0,45	0,53	0,5	0,41
<b>14</b>	0,66	0,5	0,42	0,5	0,51	0,43
<b>15</b>	0,65	0,48	0,47	0,53	0,49	0,42

<b>Valor Mínimo</b>	0,58	0,48	0,32	0,45	0,4	0,31
<b>Valor Medio</b>	<b>0,66</b>	<b>0,53</b>	<b>0,46</b>	<b>0,52</b>	<b>0,49</b>	<b>0,40</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,7	0,59	0,58	0,61	0,56	0,48
<b>Desviación Típica</b>	0,03	0,04	0,07	0,04	0,05	0,05

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

<b>AULA 501</b>						
<b>D50</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,75	0,83	0,88	0,84	0,85	0,88
2	0,73	0,83	0,9	0,85	0,85	0,88
3	0,74	0,83	0,88	0,84	0,85	0,89
4	0,69	0,78	0,83	0,79	0,81	0,85
5	0,65	0,77	0,84	0,79	0,8	0,85
6	0,69	0,77	0,81	0,78	0,8	0,86
7	0,62	0,73	0,79	0,74	0,75	0,81
8	0,61	0,74	0,82	0,76	0,76	0,82
9	0,63	0,73	0,77	0,74	0,76	0,82
10	0,63	0,76	0,83	0,78	0,78	0,83
11	0,6	0,74	0,83	0,77	0,76	0,81
12	0,64	0,78	0,83	0,78	0,78	0,83
13	0,67	0,78	0,84	0,78	0,78	0,83
14	0,62	0,77	0,85	0,78	0,77	0,82
15	0,65	0,78	0,83	0,78	0,78	0,82

<b>Valor Mínimo</b>	0,6	0,73	0,77	0,74	0,75	0,81
<b>Valor Medio</b>	<b>0,66</b>	<b>0,77</b>	<b>0,84</b>	<b>0,79</b>	<b>0,79</b>	<b>0,84</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,75	0,83	0,9	0,85	0,85	0,89
<b>Desviación Típica</b>	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03

**AULA 501**

RECEPTOR	STI
1	0,79
2	0,78
3	0,79
4	0,76
5	0,76
6	0,76
7	0,74
8	0,74
9	0,73
10	0,75
11	0,74
12	0,75
13	0,75
14	0,75
15	0,75

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,76</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,79
2	0,78
3	0,79
4	0,76
5	0,76
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,78</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
6	0,76
7	0,74
8	0,74
9	0,73
10	0,75
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,74</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
11	0,74
12	0,75
13	0,75
14	0,75
15	0,75
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,75</b>

AULA 515						
T30(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,74	0,7	0,63	0,57	0,46	0,39
2	0,77	0,74	0,65	0,61	0,5	0,39
3	0,8	0,75	0,66	0,64	0,51	0,38
4	0,79	0,75	0,65	0,62	0,53	0,41
5	0,75	0,75	0,73	0,65	0,54	0,39
6	0,74	0,72	0,69	0,61	0,48	0,37
7	0,75	0,7	0,67	0,63	0,49	0,39
8	0,76	0,7	0,63	0,58	0,49	0,39
9	0,75	0,74	0,61	0,6	0,51	0,37
10	0,77	0,7	0,57	0,56	0,45	0,38
11	0,75	0,72	0,57	0,54	0,47	0,4
12	0,74	0,69	0,54	0,53	0,46	0,41
13	0,74	0,71	0,49	0,49	0,47	0,41
14	0,75	0,73	0,52	0,51	0,46	0,43
15	0,73	0,7	0,5	0,51	0,46	0,39

Valor Mínimo	0,73	0,69	0,49	0,49	0,45	0,37
Valor Medio	0,76	0,72	0,61	0,58	0,49	0,39
Valor Máximo	0,8	0,75	0,73	0,65	0,54	0,43
Desviación Típica	0,02	0,02	0,07	0,05	0,03	0,02

<b>AULA 515</b>						
<b>EDT(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,76	0,69	0,51	0,51	0,45	0,32
<b>2</b>	0,75	0,7	0,53	0,53	0,45	0,37
<b>3</b>	0,75	0,69	0,51	0,5	0,43	0,33
<b>4</b>	0,77	0,71	0,57	0,57	0,48	0,36
<b>5</b>	0,82	0,74	0,57	0,55	0,46	0,37
<b>6</b>	0,74	0,68	0,51	0,53	0,45	0,34
<b>7</b>	0,76	0,74	0,58	0,58	0,49	0,37
<b>8</b>	0,82	0,72	0,59	0,55	0,49	0,36
<b>9</b>	0,8	0,74	0,57	0,56	0,53	0,38
<b>10</b>	0,75	0,7	0,59	0,58	0,54	0,42
<b>11</b>	0,79	0,73	0,6	0,57	0,47	0,36
<b>12</b>	0,79	0,73	0,59	0,58	0,49	0,39
<b>13</b>	0,76	0,76	0,64	0,58	0,51	0,33
<b>14</b>	0,74	0,71	0,62	0,59	0,49	0,34
<b>15</b>	0,78	0,71	0,66	0,56	0,47	0,37

<b>Valor Mínimo</b>	0,74	0,68	0,51	0,5	0,43	0,32
<b>Valor Medio</b>	<b>0,77</b>	<b>0,72</b>	<b>0,58</b>	<b>0,56</b>	<b>0,48</b>	<b>0,36</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,82	0,76	0,66	0,59	0,54	0,42
<b>Desviación Típica</b>	0,03	0,02	0,05	0,03	0,03	0,03

<b>AULA 515</b>						
<b>D50</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,67	0,7	0,79	0,79	0,82	0,89
<b>2</b>	0,66	0,69	0,79	0,77	0,8	0,88
<b>3</b>	0,67	0,71	0,8	0,79	0,83	0,89
<b>4</b>	0,61	0,65	0,75	0,75	0,78	0,87
<b>5</b>	0,59	0,63	0,74	0,73	0,77	0,85
<b>6</b>	0,63	0,67	0,77	0,76	0,8	0,88
<b>7</b>	0,57	0,61	0,72	0,71	0,77	0,87
<b>8</b>	0,52	0,57	0,71	0,69	0,73	0,83
<b>9</b>	0,52	0,58	0,72	0,71	0,74	0,84
<b>10</b>	0,53	0,59	0,73	0,72	0,74	0,84
<b>11</b>	0,53	0,59	0,72	0,7	0,74	0,84
<b>12</b>	0,56	0,61	0,72	0,71	0,77	0,87
<b>13</b>	0,58	0,62	0,73	0,73	0,79	0,89
<b>14</b>	0,57	0,62	0,74	0,72	0,77	0,88
<b>15</b>	0,56	0,61	0,73	0,72	0,77	0,87

<b>Valor Mínimo</b>	0,52	0,57	0,71	0,69	0,73	0,83
<b>Valor Medio</b>	<b>0,58</b>	<b>0,63</b>	<b>0,74</b>	<b>0,73</b>	<b>0,77</b>	<b>0,87</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,67	0,71	0,8	0,79	0,83	0,89
<b>Desviación Típica</b>	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02

**AULA 515**

RECEPTOR	STI
1	0,75
2	0,75
3	0,76
4	0,74
5	0,73
6	0,74
7	0,73
8	0,72
9	0,72
10	0,72
11	0,72
12	0,73
13	0,74
14	0,74
15	0,74

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,74</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,75
2	0,75
3	0,76
4	0,74
5	0,73
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,75</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
6	0,74
7	0,73
8	0,72
9	0,72
10	0,72
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,73</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
11	0,72
12	0,73
13	0,74
14	0,74
15	0,74
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,73</b>

<b>AULA 521</b>						
<b>T30(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	1,5	1,45	0,8	0,87	0,81	0,56
<b>2</b>	1,4	0,99	0,91	0,89	0,79	0,52
<b>3</b>	1,44	1,04	1,02	0,92	0,78	0,55
<b>4</b>	1,44	1,03	0,82	0,89	0,82	0,56
<b>5</b>	1,41	0,99	0,9	0,91	0,79	0,52
<b>6</b>	1,42	1,02	0,79	0,84	0,77	0,55
<b>7</b>	1,4	0,96	1,03	0,92	0,78	0,51
<b>8</b>	1,41	0,97	0,99	0,89	0,79	0,51
<b>9</b>	1,45	0,96	0,94	0,85	0,78	0,52
<b>10</b>	1,53	1,23	0,77	1,18	0,8	0,53
<b>11</b>	1,47	1,14	0,75	0,96	0,79	0,53
<b>12</b>	1,45	1,01	0,76	0,9	0,72	0,5
<b>13</b>	1,49	1,18	0,74	1	0,76	0,52
<b>14</b>	1,43	1,18	0,91	1,1	0,73	0,53
<b>15</b>	1,42	1,3	1,19	1,25	0,74	0,54
<b>16</b>	1,44	1,16	1,04	0,95	0,84	0,53
<b>17</b>	1,36	1,15	1,18	0,98	0,81	0,48
<b>18</b>	1,37	1,13	1,2	0,99	0,83	0,49

<b>Valor Mínimo</b>	1,36	0,96	0,74	0,84	0,72	0,48
<b>Valor Medio</b>	<b>1,44</b>	<b>1,11</b>	<b>0,93</b>	<b>0,96</b>	<b>0,79</b>	<b>0,53</b>
<b>Valor Máximo</b>	1,53	1,45	1,2	1,25	0,84	0,56
<b>Desviación Típica</b>	0,04	0,13	0,16	0,11	0,03	0,02

AULA 521						
EDT(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	1,41	0,92	0,56	0,76	0,7	0,36
2	1,41	0,83	0,45	0,76	0,66	0,38
3	1,36	0,8	0,56	0,77	0,67	0,4
4	1,44	0,91	0,65	0,83	0,72	0,4
5	1,4	0,86	0,6	0,81	0,67	0,4
6	1,45	0,95	0,66	0,79	0,7	0,43
7	1,38	0,93	0,79	0,83	0,79	0,54
8	1,43	0,95	0,73	0,88	0,78	0,57
9	1,39	0,93	0,78	0,86	0,78	0,58
10	1,42	0,94	0,76	0,83	0,76	0,56
11	1,46	0,98	0,8	0,85	0,76	0,55
12	1,45	0,95	0,81	0,91	0,83	0,57
13	1,43	1	0,86	0,89	0,72	0,56
14	1,47	0,94	0,8	0,81	0,73	0,54
15	1,49	0,92	0,8	0,86	0,75	0,46
16	1,49	0,96	0,79	0,82	0,7	0,51
17	1,43	0,92	0,75	0,85	0,75	0,54
18	1,41	0,91	0,85	0,85	0,75	0,5

Valor Mínimo	1,36	0,8	0,45	0,76	0,66	0,36
Valor Medio	1,43	0,92	0,72	0,83	0,73	0,49
Valor Máximo	1,49	1	0,86	0,91	0,83	0,58
Desviación Típica	0,04	0,05	0,12	0,04	0,05	0,08

<b>AULA 521</b>						
<b>D50</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,57	0,76	0,87	0,8	0,81	0,9
2	0,58	0,78	0,88	0,81	0,82	0,9
3	0,55	0,76	0,86	0,79	0,81	0,88
4	0,54	0,74	0,84	0,78	0,79	0,88
5	0,56	0,75	0,87	0,79	0,81	0,89
6	0,56	0,75	0,86	0,78	0,79	0,88
7	0,39	0,61	0,73	0,64	0,65	0,75
8	0,39	0,6	0,74	0,65	0,67	0,78
9	0,41	0,62	0,74	0,65	0,66	0,77
10	0,39	0,6	0,74	0,67	0,7	0,83
11	0,39	0,6	0,73	0,65	0,69	0,83
12	0,4	0,61	0,74	0,66	0,69	0,83
13	0,36	0,56	0,69	0,63	0,67	0,82
14	0,36	0,57	0,7	0,63	0,66	0,8
15	0,36	0,56	0,69	0,61	0,63	0,79
16	0,37	0,59	0,72	0,65	0,67	0,8
17	0,38	0,59	0,72	0,65	0,67	0,79
18	0,37	0,57	0,7	0,62	0,64	0,76

<b>Valor Mínimo</b>	0,36	0,56	0,69	0,61	0,63	0,75
<b>Valor Medio</b>	<b>0,44</b>	<b>0,65</b>	<b>0,77</b>	<b>0,69</b>	<b>0,71</b>	<b>0,83</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,58	0,78	0,88	0,81	0,82	0,9
<b>Desviación Típica</b>	0,21	0,29	0,35	0,31	0,32	0,37

**AULA 521**

RECEPTOR	STI
1	0,74
2	0,73
3	0,73
4	0,68
5	0,69
6	0,69
7	0,67
8	0,67
9	0,66
10	0,74
11	0,75
12	0,73
13	0,66
14	0,67
15	0,67
16	0,65
17	0,67
18	0,66

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,69</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,74
2	0,73
3	0,73
10	0,74
11	0,75
12	0,73
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,74</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
4	0,68
5	0,69
6	0,69
13	0,66
14	0,67
15	0,67
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,68</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
7	0,67
8	0,67
9	0,66
16	0,65
17	0,67
18	0,66
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,66</b>

**SIMULACIÓN AULAS OCUPADAS AL 50% ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN**

<b>AULA JB2</b>						
<b>T30(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	1,04	0,87	0,93	0,99	0,89	0,84
2	1,02	0,86	0,92	0,97	0,87	0,83
3	1,02	0,85	0,97	1,01	0,91	0,85
4	1,01	0,88	0,94	0,99	0,89	0,84
5	0,99	0,87	0,92	0,97	0,88	0,84
6	0,97	0,86	0,89	0,93	0,85	0,82
7	1,01	0,87	0,94	0,98	0,92	0,85
8	1,02	0,9	0,96	1,01	0,94	0,88
9	1	0,9	0,97	1,01	0,93	0,87
10	1,03	0,91	0,97	0,99	0,9	0,84
11	1,06	1,02	1,09	1,13	1,09	1,03
12	1,04	0,92	1,01	1,05	1,02	0,97
13	1,04	0,88	0,9	0,94	0,87	0,83
14	1,03	0,88	0,9	0,95	0,88	0,83
15	1,06	0,9	0,92	0,97	0,9	0,86
16	1	0,93	0,95	0,94	0,88	0,85
17	1,03	0,88	0,92	0,92	0,87	0,84
18	0,97	0,87	0,95	0,94	0,9	0,9
19	1,02	0,91	0,94	0,97	0,89	0,88
20	1,02	0,88	0,93	0,92	0,86	0,84
21	1,03	0,91	0,96	0,97	0,91	0,9
22	0,99	0,92	0,94	0,94	0,93	0,89
23	1,01	0,89	0,94	0,97	0,88	0,86
24	1,01	0,89	0,97	0,98	0,9	0,9
25	1,01	0,87	0,92	0,95	0,89	0,87
26	0,99	0,9	0,93	0,94	0,89	0,85
27	1,02	0,88	0,96	1,01	0,95	0,93

<b>Valor Mínimo</b>	0,97	0,85	0,89	0,92	0,85	0,82
<b>Valor Medio</b>	1,02	0,89	0,95	0,98	0,91	0,87
<b>Valor Máximo</b>	1,06	1,02	1,09	1,13	1,09	1,03
<b>Desviación Típica</b>	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05

<b>AULA JB2</b>						
<b>EDT(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
1	0,86	0,62	0,66	0,82	0,72	0,64
2	0,93	0,69	0,72	0,88	0,77	0,65
3	0,93	0,74	0,78	0,86	0,77	0,69
4	0,99	0,79	0,8	0,91	0,81	0,71
5	1	0,77	0,82	0,9	0,8	0,74
6	1,05	0,84	0,9	0,94	0,87	0,82
7	1,07	0,84	0,86	0,94	0,83	0,76
8	1,03	0,83	0,85	0,96	0,86	0,78
9	1,06	0,87	0,86	0,97	0,86	0,82
10	1,06	0,89	0,91	1	0,89	0,82
11	1,08	0,88	0,9	0,99	0,89	0,83
12	1,07	0,9	0,9	0,99	0,89	0,85
13	1,07	0,92	0,93	0,97	0,89	0,84
14	1,05	0,9	0,92	0,97	0,89	0,83
15	1,05	0,86	0,9	0,97	0,87	0,85
16	1,11	0,9	0,88	0,97	0,84	0,8
17	1,08	0,87	0,87	0,95	0,85	0,82
18	1,02	0,9	0,88	0,97	0,87	0,81
19	1,09	0,88	0,89	0,99	0,87	0,8
20	1,07	0,89	0,85	0,96	0,82	0,79
21	1,05	0,86	0,92	0,99	0,88	0,86
22	1,15	0,9	0,86	0,96	0,82	0,79
23	1,04	0,85	0,81	0,95	0,82	0,75
24	1,05	0,88	0,86	0,98	0,85	0,73
25	1,03	0,75	0,76	0,89	0,79	0,71
26	1,01	0,74	0,82	0,94	0,81	0,71
27	0,99	0,71	0,78	0,86	0,76	0,64

<b>Valor Mínimo</b>	<b>1,04</b>	<b>0,83</b>	<b>0,85</b>	<b>0,94</b>	<b>0,84</b>	<b>0,77</b>
<b>Valor Medio</b>	<b>1,15</b>	<b>0,92</b>	<b>0,93</b>	<b>1</b>	<b>0,89</b>	<b>0,86</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,06	0,08	0,07	0,05	0,05	0,07
<b>Desviación Típica</b>	0,86	0,62	0,66	0,82	0,72	0,64

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

AULA JB2						
D50	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,74	0,8	0,79	0,74	0,75	0,78
2	0,71	0,77	0,76	0,71	0,72	0,76
3	0,7	0,75	0,74	0,7	0,72	0,74
4	0,62	0,69	0,68	0,62	0,65	0,68
5	0,63	0,69	0,68	0,63	0,65	0,68
6	0,62	0,69	0,67	0,63	0,65	0,68
7	0,57	0,64	0,63	0,57	0,6	0,63
8	0,57	0,65	0,64	0,59	0,61	0,65
9	0,59	0,66	0,65	0,6	0,63	0,66
10	0,51	0,59	0,59	0,53	0,56	0,6
11	0,52	0,6	0,6	0,55	0,58	0,61
12	0,53	0,61	0,6	0,55	0,58	0,62
13	0,45	0,54	0,54	0,49	0,52	0,55
14	0,47	0,55	0,55	0,5	0,52	0,56
15	0,51	0,58	0,58	0,53	0,55	0,58
16	0,42	0,51	0,51	0,46	0,48	0,51
17	0,41	0,51	0,51	0,46	0,48	0,52
18	0,42	0,51	0,51	0,47	0,49	0,52
19	0,43	0,53	0,53	0,48	0,52	0,55
20	0,43	0,53	0,53	0,48	0,51	0,54
21	0,43	0,53	0,53	0,49	0,52	0,55
22	0,45	0,57	0,58	0,52	0,57	0,61
23	0,48	0,58	0,59	0,53	0,56	0,6
24	0,48	0,57	0,58	0,54	0,57	0,6
25	0,54	0,64	0,64	0,6	0,63	0,67
26	0,56	0,66	0,67	0,62	0,66	0,69
27	0,57	0,65	0,65	0,62	0,65	0,67

Valor Mínimo	0,41	0,51	0,51	0,46	0,48	0,51
Valor Medio	0,53	0,61	0,61	0,56	0,59	0,62
Valor Máximo	0,74	0,8	0,79	0,74	0,75	0,78
Desviación Típica	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07

**AULA JB2**

RECEPTOR	STI
1	0,71
2	0,7
3	0,69
4	0,67
5	0,67
6	0,66
7	0,65
8	0,65
9	0,65
10	0,63
11	0,64
12	0,63
13	0,62
14	0,62
15	0,63
16	0,61
17	0,61
18	0,61
19	0,62
20	0,62
21	0,61
22	0,64
23	0,64
24	0,64
25	0,67
26	0,68
27	0,67

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,65</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
Nº Receptor	STI
1	0,71
2	0,7
3	0,69
4	0,67
5	0,67
6	0,66
7	0,65
8	0,65
9	0,65
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,67</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
Nº Receptor	STI
10	0,63
11	0,64
12	0,63
13	0,62
14	0,62
15	0,63
16	0,61
17	0,61
18	0,61
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,62</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
Nº Receptor	STI
19	0,62
20	0,62
21	0,61
22	0,64
23	0,64
24	0,64
25	0,67
26	0,68
27	0,67
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,64</b>

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

AULA 2						
T30(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,91	0,79	0,82	0,88	0,83	0,76
2	0,91	0,8	0,79	0,88	0,82	0,76
3	0,93	0,82	0,81	0,89	0,83	0,79
4	0,92	0,82	0,81	0,88	0,82	0,77
5	0,93	0,8	0,81	0,89	0,83	0,78
6	0,94	0,81	0,85	0,89	0,84	0,8
7	0,87	0,78	0,81	0,88	0,83	0,81
8	0,88	0,78	0,8	0,88	0,82	0,78
9	0,91	0,79	0,81	0,88	0,83	0,78
10	0,89	0,8	0,84	0,86	0,82	0,77
11	0,9	0,8	0,8	0,87	0,83	0,79
12	0,86	0,78	0,79	0,86	0,83	0,8
13	0,95	0,87	0,89	0,92	0,93	0,91
14	0,91	0,83	0,86	0,93	0,87	0,84
15	0,91	0,82	0,86	0,92	0,84	0,81
16	0,93	0,83	0,85	0,9	0,82	0,78
17	0,89	0,81	0,85	0,89	0,85	0,81
18	0,9	0,83	0,84	0,91	0,85	0,8

Valor Mínimo	0,86	0,78	0,79	0,86	0,82	0,76
Valor Medio	0,91	0,81	0,83	0,89	0,84	0,80
Valor Máximo	0,95	0,87	0,89	0,93	0,93	0,91
Desviación Típica	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

AULA 2						
EDT(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,86	0,7	0,65	0,77	0,71	0,63
2	0,9	0,7	0,66	0,82	0,74	0,63
3	0,85	0,65	0,64	0,8	0,73	0,67
4	0,95	0,8	0,77	0,91	0,79	0,72
5	0,94	0,81	0,75	0,88	0,81	0,7
6	0,93	0,79	0,78	0,84	0,77	0,73
7	0,99	0,84	0,8	0,91	0,83	0,77
8	0,99	0,84	0,79	0,88	0,8	0,75
9	0,99	0,79	0,79	0,9	0,82	0,76
10	0,96	0,8	0,75	0,86	0,81	0,75
11	0,94	0,79	0,76	0,86	0,81	0,71
12	0,93	0,81	0,81	0,91	0,86	0,79
13	0,9	0,76	0,74	0,84	0,81	0,71
14	0,89	0,71	0,72	0,84	0,76	0,68
15	0,88	0,74	0,73	0,83	0,76	0,68
16	0,82	0,66	0,75	0,82	0,74	0,73
17	0,84	0,69	0,63	0,73	0,7	0,61
18	0,86	0,63	0,7	0,84	0,77	0,67

Valor Mínimo	0,82	0,63	0,63	0,73	0,7	0,61
Valor Medio	0,91	0,75	0,73	0,85	0,78	0,71
Valor Máximo	0,99	0,84	0,81	0,91	0,86	0,79
Desviación Típica	0,05	0,07	0,06	0,05	0,04	0,05

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

AULA 2						
D50	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,73	0,77	0,78	0,71	0,73	0,76
2	0,73	0,78	0,78	0,71	0,73	0,76
3	0,71	0,77	0,77	0,68	0,69	0,73
4	0,63	0,69	0,69	0,62	0,65	0,68
5	0,61	0,68	0,68	0,61	0,63	0,67
6	0,63	0,69	0,69	0,63	0,65	0,68
7	0,53	0,61	0,62	0,57	0,58	0,62
8	0,51	0,59	0,6	0,54	0,57	0,6
9	0,52	0,6	0,6	0,54	0,56	0,59
10	0,49	0,57	0,58	0,52	0,54	0,57
11	0,48	0,56	0,57	0,51	0,54	0,57
12	0,5	0,58	0,6	0,54	0,57	0,6
13	0,5	0,59	0,6	0,55	0,58	0,61
14	0,5	0,59	0,61	0,55	0,57	0,61
15	0,52	0,61	0,62	0,55	0,57	0,61
16	0,6	0,68	0,66	0,6	0,62	0,65
17	0,61	0,7	0,71	0,65	0,68	0,71
18	0,63	0,7	0,67	0,61	0,63	0,66

Valor Mínimo	0,48	0,56	0,57	0,51	0,54	0,57
Valor Medio	0,58	0,65	0,66	0,59	0,62	0,65
Valor Máximo	0,73	0,78	0,78	0,71	0,73	0,76
Desviación Típica	0,27	0,30	0,30	0,27	0,28	0,29

**AULA 2**

RECEPTOR	STI
1	0,71
2	0,71
3	0,7
4	0,67
5	0,67
6	0,67
7	0,65
8	0,65
9	0,64
10	0,64
11	0,64
12	0,64
13	0,64
14	0,65
15	0,66
16	0,68
17	0,7
18	0,68

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,67</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,71
2	0,71
3	0,70
4	0,67
5	0,67
6	0,67
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,72</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
7	0,65
8	0,65
9	0,64
10	0,64
11	0,64
12	0,64
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,64</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
13	0,64
14	0,65
15	0,66
16	0,68
17	0,70
18	0,68
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,67</b>

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

AULA C-2						
T30(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,96	0,91	0,94	0,93	0,9	0,86
2	0,96	0,86	0,92	0,91	0,84	0,77
3	0,98	0,86	0,85	0,88	0,82	0,76
4	0,95	0,83	0,84	0,87	0,84	0,78
5	0,94	0,82	0,86	0,89	0,84	0,79
6	0,96	0,88	0,9	0,9	0,85	0,79
7	0,96	0,84	0,84	0,87	0,84	0,79
8	0,88	0,78	0,82	0,84	0,79	0,77
9	0,9	0,78	0,8	0,83	0,79	0,75
10	0,9	0,78	0,81	0,84	0,8	0,75
11	0,93	0,8	0,84	0,85	0,8	0,77
12	0,96	0,86	0,89	0,88	0,84	0,82
13	0,89	0,74	0,77	0,83	0,78	0,72
14	0,9	0,75	0,78	0,82	0,76	0,7
15	0,88	0,78	0,78	0,82	0,77	0,73
16	0,92	0,83	0,86	0,89	0,85	0,79
17	0,92	0,83	0,87	0,91	0,85	0,78
18	0,95	0,91	0,96	0,93	0,87	0,81
19	0,9	0,8	0,83	0,89	0,85	0,76
20	0,97	0,89	0,98	1,35	0,96	0,84
21	0,93	0,85	0,9	0,99	0,92	0,85
22	0,98	0,95	1,04	1,05	0,97	0,89
23	0,88	0,74	0,78	0,83	0,78	0,73
24	0,96	0,85	0,86	0,88	0,82	0,77

Valor Mínimo	0,88	0,74	0,77	0,82	0,76	0,7
Valor Medio	0,93	0,83	0,86	0,90	0,84	0,78
Valor Máximo	0,98	0,95	1,04	1,35	0,97	0,89
Desviación Típica	0,03	0,06	0,07	0,11	0,06	0,05

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

AULA C-2						
EDT(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,84	0,65	0,61	0,73	0,66	0,56
2	0,79	0,58	0,53	0,71	0,62	0,52
3	0,71	0,52	0,51	0,67	0,57	0,5
4	0,98	0,77	0,72	0,84	0,76	0,69
5	0,98	0,75	0,74	0,88	0,77	0,7
6	0,92	0,77	0,76	0,85	0,77	0,68
7	0,96	0,84	0,83	0,9	0,86	0,78
8	1,03	0,83	0,87	0,93	0,88	0,8
9	1	0,82	0,8	0,91	0,84	0,73
10	0,98	0,81	0,79	0,94	0,83	0,76
11	1,01	0,82	0,81	0,92	0,82	0,74
12	1	0,82	0,84	0,91	0,83	0,76
13	0,94	0,77	0,75	0,84	0,79	0,7
14	0,93	0,77	0,76	0,88	0,79	0,76
15	0,97	0,79	0,79	0,85	0,79	0,74
16	0,91	0,74	0,7	0,79	0,74	0,64
17	0,88	0,7	0,71	0,79	0,69	0,69
18	0,87	0,74	0,73	0,8	0,77	0,74
19	0,81	0,69	0,69	0,7	0,64	0,6
20	0,85	0,7	0,68	0,77	0,73	0,64
21	0,86	0,66	0,72	0,79	0,71	0,59
22	0,87	0,69	0,7	0,79	0,71	0,64
23	0,96	0,87	0,86	0,89	0,86	0,76
24	0,83	0,65	0,63	0,7	0,62	0,54

<b>Valor Mínimo</b>	0,71	0,52	0,51	0,67	0,57	0,5
<b>Valor Medio</b>	0,91	0,74	0,73	0,82	0,75	0,68
<b>Valor Máximo</b>	1,03	0,87	0,87	0,94	0,88	0,8
<b>Desviación Típica</b>	0,08	0,09	0,09	0,08	0,09	0,09

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

AULA C-2						
D50	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,71	0,78	0,78	0,72	0,74	0,78
2	0,75	0,82	0,82	0,75	0,77	0,81
3	0,78	0,84	0,85	0,79	0,81	0,84
4	0,63	0,71	0,72	0,64	0,67	0,72
5	0,64	0,71	0,72	0,63	0,66	0,71
6	0,64	0,71	0,72	0,65	0,68	0,72
7	0,58	0,65	0,66	0,59	0,62	0,66
8	0,55	0,64	0,64	0,56	0,6	0,64
9	0,55	0,64	0,66	0,58	0,61	0,66
10	0,49	0,58	0,59	0,52	0,55	0,59
11	0,49	0,57	0,58	0,51	0,54	0,59
12	0,5	0,59	0,6	0,53	0,56	0,59
13	0,48	0,57	0,59	0,51	0,54	0,58
14	0,45	0,54	0,56	0,47	0,5	0,54
15	0,44	0,52	0,54	0,47	0,5	0,54
16	0,48	0,58	0,6	0,53	0,57	0,61
17	0,47	0,58	0,6	0,53	0,56	0,61
18	0,49	0,58	0,61	0,55	0,58	0,62
19	0,57	0,66	0,67	0,62	0,65	0,69
20	0,53	0,63	0,65	0,59	0,62	0,66
21	0,53	0,64	0,66	0,6	0,64	0,68
22	0,54	0,64	0,67	0,61	0,64	0,68
23	0,51	0,6	0,61	0,55	0,58	0,62
24	0,69	0,76	0,78	0,72	0,75	0,79

Valor Mínimo	0,44	0,52	0,54	0,47	0,5	0,54
Valor Medio	0,56	0,65	0,66	0,59	0,62	0,66
Valor Máximo	0,78	0,84	0,85	0,79	0,81	0,84
Desviación Típica	0,10	0,09	0,08	0,09	0,08	0,08

**AULA C-2**

RECEPTOR	STI
1	0,72
2	0,73
3	0,75
4	0,67
5	0,67
6	0,69
7	0,66
8	0,65
9	0,72
10	0,73
11	0,75
12	0,67
13	0,67
14	0,69
15	0,66
16	0,65
17	0,66
18	0,65
19	0,69
20	0,68
21	0,68
22	0,68
23	0,64
24	0,72

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,67</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,72
2	0,73
3	0,75
4	0,67
5	0,67
6	0,69
7	0,66
8	0,65
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,69</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
9	0,72
10	0,73
11	0,75
12	0,67
13	0,67
14	0,69
15	0,66
16	0,65
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,64</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
17	0,66
18	0,65
19	0,69
20	0,68
21	0,68
22	0,68
23	0,64
24	0,72
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,67</b>

AULA MASTER TECNOLOGÍA						
T30(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	1,11	1,22	1,1	0,89	0,77	0,6
2	1,1	1,21	1,1	0,86	0,77	0,61
3	1,08	1,2	1,08	0,85	0,75	0,6
4	1,08	1,21	1,09	0,85	0,76	0,61
5	1,09	1,22	1,1	0,87	0,78	0,61
6	1,08	1,21	1,11	0,91	0,81	0,59
7	1,09	1,21	1,1	0,91	0,81	0,59
8	1,08	1,22	1,11	0,89	0,78	0,59
9	1,08	1,22	1,09	0,88	0,76	0,59
10	1,08	1,21	1,11	0,9	0,8	0,59
11	1,08	1,21	1,08	0,89	0,8	0,6
12	1,09	1,21	1,09	0,91	0,82	0,59
13	1,08	1,21	1,1	0,92	0,84	0,59
14	1,08	1,2	1,08	0,99	0,91	0,59
15	1,08	1,21	1,11	0,99	0,88	0,6

Valor Mínimo	1,08	1,2	1,08	0,85	0,75	0,59
Valor Medio	1,09	1,21	1,10	0,90	0,80	0,60
Valor Máximo	1,11	1,22	1,11	0,99	0,91	0,61
Desviación Típica	0,01	0,01	0,01	0,04	0,05	0,01

AULA MASTER TECNOLOGÍA						
EDT(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	1,12	1,23	1,08	0,86	0,75	0,58
2	1,13	1,26	1,15	0,89	0,77	0,61
3	1,09	1,24	1,1	0,87	0,78	0,61
4	1,16	1,28	1,18	0,91	0,82	0,64
5	1,14	1,28	1,16	0,89	0,81	0,63
6	1,11	1,23	1,1	0,86	0,78	0,61
7	1,11	1,26	1,15	0,87	0,8	0,61
8	1,14	1,27	1,15	0,9	0,82	0,63
9	1,14	1,27	1,16	0,94	0,82	0,66
10	1,18	1,32	1,17	0,93	0,81	0,64
11	1,14	1,28	1,15	0,88	0,81	0,61
12	1,13	1,26	1,15	0,85	0,78	0,61
13	1,12	1,23	1,1	0,85	0,75	0,53
14	1,15	1,27	1,16	0,87	0,81	0,61
15	1,13	1,29	1,14	0,9	0,78	0,59

Valor Mínimo	1,09	1,23	1,08	0,85	0,75	0,53
Valor Medio	1,13	1,26	1,14	0,88	0,79	0,61
Valor Máximo	1,18	1,32	1,18	0,94	0,82	0,66
Desviación Típica	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03

AULA MASTER TECNOLOGÍA						
D50	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,55	0,51	0,54	0,62	0,66	0,74
2	0,5	0,46	0,5	0,59	0,64	0,72
3	0,5	0,46	0,49	0,59	0,63	0,71
4	0,44	0,4	0,43	0,53	0,58	0,67
5	0,43	0,39	0,43	0,52	0,57	0,66
6	0,46	0,42	0,45	0,54	0,58	0,67
7	0,43	0,39	0,42	0,51	0,55	0,65
8	0,39	0,35	0,39	0,49	0,54	0,64
9	0,41	0,37	0,4	0,5	0,54	0,65
10	0,41	0,37	0,41	0,51	0,55	0,67
11	0,4	0,36	0,4	0,5	0,54	0,65
12	0,41	0,37	0,41	0,51	0,56	0,66
13	0,45	0,41	0,45	0,56	0,6	0,7
14	0,42	0,39	0,43	0,53	0,57	0,68
15	0,44	0,4	0,43	0,54	0,57	0,68

Valor Mínimo	0,39	0,35	0,39	0,49	0,54	0,64
Valor Medio	0,44	0,40	0,44	0,54	0,58	0,68
Valor Máximo	0,55	0,51	0,54	0,62	0,66	0,74
Desviación Típica	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03

**AULA MASTER TECNOLOGÍA**

RECEPTOR	STI
1	0,65
2	0,64
3	0,64
4	0,62
5	0,62
6	0,63
7	0,62
8	0,61
9	0,61
10	0,61
11	0,62
12	0,62
13	0,64
14	0,63
15	0,63

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,63</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,65
2	0,64
3	0,64
4	0,62
5	0,62
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,63</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
6	0,63
7	0,62
8	0,61
9	0,61
10	0,61
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,62</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
11	0,62
12	0,62
13	0,64
14	0,63
15	0,63
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,63</b>

<b>AULA MASTER GESTIÓN</b>						
<b>T30(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	1	1,08	0,97	0,76	0,7	0,6
<b>2</b>	1,03	1,11	0,98	0,76	0,69	0,63
<b>3</b>	1	1,06	0,96	0,8	0,74	0,64
<b>4</b>	1	1,08	0,99	0,77	0,73	0,63
<b>5</b>	1,03	1,1	0,97	0,82	0,75	0,64
<b>6</b>	1,02	1,1	1,02	0,81	0,74	0,62
<b>7</b>	1,01	1,11	0,98	0,84	0,8	0,66
<b>8</b>	1	1,09	0,96	0,81	0,76	0,63
<b>9</b>	1,02	1,06	0,99	0,77	0,74	0,61
<b>10</b>	1,03	1,09	0,97	0,79	0,73	0,64
<b>11</b>	1,01	1,08	0,99	0,82	0,79	0,6
<b>12</b>	1,03	1,1	0,98	0,86	0,8	0,67
<b>13</b>	1,03	1,11	0,96	0,84	0,75	0,62
<b>14</b>	1,02	1,07	0,98	0,82	0,79	0,63
<b>15</b>	1,01	1,06	1	0,79	0,69	0,61

<b>Valor Mínimo</b>	1	1,06	0,96	0,76	0,69	0,6
<b>Valor Medio</b>	1,02	1,09	0,98	0,80	0,75	0,63
<b>Valor Máximo</b>	1,03	1,11	1,02	0,86	0,8	0,67
<b>Desviación Típica</b>	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,02

<b>AULA MASTER GESTIÓN</b>						
<b>EDT(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	1,09	1,16	1	0,78	0,73	0,64
<b>2</b>	1,1	1,13	1,04	0,87	0,78	0,65
<b>3</b>	1,04	1,11	1,05	0,84	0,77	0,62
<b>4</b>	1,12	1,16	1,04	0,84	0,76	0,62
<b>5</b>	1,12	1,18	1,08	0,85	0,74	0,66
<b>6</b>	1,09	1,16	1,11	0,83	0,79	0,63
<b>7</b>	1,11	1,21	1,07	0,83	0,79	0,67
<b>8</b>	1,13	1,21	1,09	0,89	0,76	0,68
<b>9</b>	1,07	1,15	1,06	0,85	0,74	0,69
<b>10</b>	1,08	1,14	1,01	0,84	0,73	0,59
<b>11</b>	1,15	1,17	1,05	0,82	0,76	0,66
<b>12</b>	1,09	1,22	1,07	0,86	0,77	0,63
<b>13</b>	1,05	1,19	1,11	0,89	0,81	0,66
<b>14</b>	1,07	1,14	1,06	0,86	0,76	0,58
<b>15</b>	1,01	1,08	0,96	0,72	0,7	0,59

<b>Valor Mínimo</b>	1,01	1,08	0,96	0,72	0,7	0,58
<b>Valor Medio</b>	<b>1,09</b>	<b>1,16</b>	<b>1,05</b>	<b>0,84</b>	<b>0,76</b>	<b>0,64</b>
<b>Valor Máximo</b>	1,15	1,22	1,11	0,89	0,81	0,69
<b>Desviación Típica</b>	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03

AULA MASTER GESTIÓN						
D50	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,55	0,52	0,56	0,64	0,68	0,74
2	0,6	0,55	0,58	0,66	0,69	0,75
3	0,56	0,53	0,56	0,64	0,68	0,74
4	0,48	0,44	0,46	0,55	0,59	0,66
5	0,45	0,42	0,45	0,54	0,58	0,66
6	0,47	0,43	0,47	0,57	0,61	0,67
7	0,4	0,37	0,4	0,5	0,55	0,63
8	0,44	0,4	0,43	0,54	0,58	0,65
9	0,44	0,4	0,43	0,53	0,57	0,65
10	0,47	0,43	0,46	0,56	0,6	0,68
11	0,44	0,4	0,43	0,54	0,58	0,66
12	0,45	0,41	0,45	0,54	0,58	0,66
13	0,52	0,47	0,5	0,59	0,62	0,7
14	0,5	0,46	0,49	0,6	0,64	0,71
15	0,54	0,51	0,54	0,63	0,67	0,74

Valor Mínimo	0,4	0,37	0,4	0,5	0,55	0,63
Valor Medio	0,49	0,45	0,48	0,58	0,61	0,69
Valor Máximo	0,6	0,55	0,58	0,66	0,69	0,75
Desviación Típica	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04

**AULA MASTER GESTIÓN**

RECEPTOR	STI
1	0,66
2	0,66
3	0,66
4	0,63
5	0,62
6	0,63
7	0,62
8	0,62
9	0,62
10	0,64
11	0,63
12	0,63
13	0,64
14	0,65
15	0,67

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,64</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,66
2	0,66
3	0,66
4	0,63
5	0,62
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,65</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
6	0,63
7	0,62
8	0,62
9	0,62
10	0,64
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,63</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
11	0,63
12	0,63
13	0,64
14	0,65
15	0,67
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,64</b>

**SIMULACIÓN AULAS OCUPADAS AL 50% ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA**

<b>AULA 403</b>						
<b>T30(s)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,67	0,73	0,72	0,75	0,69	0,63
<b>2</b>	0,69	0,69	0,65	0,74	0,67	0,6
<b>3</b>	0,69	0,82	0,79	0,84	0,75	0,62
<b>4</b>	0,67	0,73	0,69	0,82	0,72	0,64
<b>5</b>	0,69	0,73	0,67	0,76	0,71	0,64
<b>6</b>	0,7	0,74	0,69	0,77	0,73	0,66
<b>7</b>	0,75	0,85	0,79	0,89	0,84	0,77
<b>8</b>	0,73	0,79	0,73	0,81	0,8	0,72
<b>9</b>	0,72	0,85	0,71	0,82	0,78	0,68
<b>10</b>	0,67	0,83	0,79	0,82	0,76	0,7
<b>11</b>	0,69	0,78	0,74	0,8	0,76	0,7
<b>12</b>	0,71	0,76	0,76	0,79	0,76	0,72
<b>13</b>	0,67	0,71	0,64	0,74	0,74	0,68
<b>14</b>	0,66	0,81	0,8	0,93	0,76	0,7
<b>15</b>	0,66	0,82	0,82	0,87	0,77	0,73

<b>Valor Mínimo</b>	0,66	0,69	0,64	0,74	0,67	0,6
<b>Valor Medio</b>	0,69	0,78	0,73	0,81	0,75	0,68
<b>Valor Máximo</b>	0,75	0,85	0,82	0,93	0,84	0,77
<b>Desviación Típica</b>	0,03	0,05	0,06	0,06	0,04	0,05

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

AULA 403						
EDT(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,69	0,56	0,4	0,62	0,6	0,55
2	0,73	0,54	0,34	0,56	0,58	0,54
3	0,73	0,56	0,36	0,55	0,56	0,55
4	0,72	0,57	0,45	0,6	0,59	0,56
5	0,72	0,57	0,49	0,6	0,6	0,55
6	0,73	0,61	0,47	0,66	0,64	0,58
7	0,71	0,56	0,46	0,58	0,61	0,57
8	0,72	0,57	0,46	0,58	0,59	0,57
9	0,72	0,54	0,51	0,58	0,62	0,58
10	0,73	0,52	0,44	0,63	0,62	0,58
11	0,7	0,51	0,42	0,57	0,58	0,58
12	0,65	0,51	0,41	0,56	0,57	0,51
13	0,63	0,47	0,48	0,57	0,58	0,52
14	0,65	0,47	0,37	0,5	0,58	0,5
15	0,65	0,5	0,47	0,56	0,59	0,53

Valor Mínimo	0,63	0,47	0,34	0,5	0,56	0,5
Valor Medio	0,70	0,54	0,44	0,58	0,59	0,55
Valor Máximo	0,73	0,61	0,51	0,66	0,64	0,58
Desviación Típica	0,04	0,04	0,05	0,04	0,02	0,03

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

<b>AULA 403</b>						
<b>D50</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>					
<b>Nº Receptor</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>1</b>	0,74	0,82	0,88	0,8	0,78	0,79
<b>2</b>	0,71	0,82	0,9	0,81	0,77	0,78
<b>3</b>	0,72	0,83	0,89	0,81	0,78	0,79
<b>4</b>	0,67	0,78	0,85	0,76	0,74	0,75
<b>5</b>	0,64	0,76	0,85	0,76	0,72	0,74
<b>6</b>	0,68	0,78	0,84	0,76	0,74	0,76
<b>7</b>	0,61	0,74	0,81	0,73	0,7	0,71
<b>8</b>	0,58	0,72	0,81	0,71	0,67	0,69
<b>9</b>	0,58	0,7	0,8	0,68	0,65	0,68
<b>10</b>	0,56	0,72	0,8	0,71	0,65	0,67
<b>11</b>	0,56	0,71	0,8	0,7	0,65	0,67
<b>12</b>	0,59	0,74	0,83	0,73	0,69	0,71
<b>13</b>	0,63	0,76	0,8	0,75	0,71	0,73
<b>14</b>	0,62	0,75	0,81	0,74	0,69	0,71
<b>15</b>	0,61	0,75	0,82	0,74	0,68	0,7

<b>Valor Mínimo</b>	0,56	0,7	0,8	0,68	0,65	0,67
<b>Valor Medio</b>	<b>0,63</b>	<b>0,76</b>	<b>0,83</b>	<b>0,75</b>	<b>0,71</b>	<b>0,73</b>
<b>Valor Máximo</b>	0,74	0,83	0,9	0,81	0,78	0,79
<b>Desviación Típica</b>	0,06	0,04	0,03	0,04	0,05	0,04

**AULA 403**

RECEPTOR	STI
1	0,75
2	0,75
3	0,75
4	0,73
5	0,73
6	0,73
7	0,7
8	0,71
9	0,71
10	0,71
11	0,71
12	0,7
13	0,72
14	0,73
15	0,72

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,72</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,75
2	0,75
3	0,75
4	0,73
5	0,73
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,74</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
6	0,73
7	0,7
8	0,71
9	0,71
10	0,71
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,71</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
11	0,71
12	0,7
13	0,72
14	0,73
15	0,72
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,72</b>

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

AULA 404						
T30(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,75	0,72	0,65	0,76	0,76	0,7
2	0,75	0,71	0,76	0,73	0,71	0,7
3	0,75	0,78	0,7	0,78	0,79	0,75
4	0,7	0,69	0,72	0,72	0,7	0,7
5	0,72	0,74	0,65	0,72	0,71	0,69
6	0,78	0,81	0,66	0,83	0,87	0,79
7	0,79	0,74	0,64	0,72	0,77	0,72
8	0,74	0,71	0,67	0,7	0,71	0,66
9	0,74	0,7	0,6	0,7	0,68	0,64
10	0,72	0,65	0,56	0,62	0,68	0,65
11	0,73	0,72	0,66	0,68	0,71	0,67
12	0,75	0,75	0,58	0,69	0,75	0,7
13	0,72	0,74	0,67	0,77	0,72	0,64
14	0,69	0,7	0,61	0,69	0,67	0,63
15	0,64	0,65	0,66	0,7	0,66	0,62

<b>Valor Mínimo</b>	0,64	0,65	0,56	0,62	0,66	0,62
<b>Valor Medio</b>	0,73	0,72	0,65	0,72	0,73	0,68
<b>Valor Máximo</b>	0,79	0,81	0,76	0,83	0,87	0,79
<b>Desviación Típica</b>	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

AULA 404						
EDT(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,69	0,52	0,35	0,47	0,54	0,49
2	0,71	0,46	0,29	0,52	0,56	0,54
3	0,74	0,56	0,4	0,56	0,57	0,54
4	0,75	0,57	0,54	0,57	0,62	0,56
5	0,8	0,53	0,45	0,56	0,59	0,61
6	0,72	0,58	0,53	0,57	0,62	0,56
7	0,73	0,58	0,59	0,63	0,6	0,6
8	0,72	0,57	0,54	0,59	0,62	0,59
9	0,76	0,55	0,55	0,56	0,67	0,64
10	0,75	0,57	0,51	0,53	0,62	0,65
11	0,71	0,51	0,41	0,52	0,63	0,63
12	0,76	0,62	0,57	0,56	0,64	0,6
13	0,71	0,52	0,46	0,56	0,56	0,59
14	0,72	0,56	0,45	0,48	0,65	0,64
15	0,71	0,62	0,5	0,65	0,62	0,62

Valor Mínimo	0,69	0,46	0,29	0,47	0,54	0,49
Valor Medio	0,73	0,55	0,48	0,56	0,61	0,59
Valor Máximo	0,8	0,62	0,59	0,65	0,67	0,65
Desviación Típica	0,03	0,04	0,09	0,05	0,04	0,05

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

AULA 404						
D50	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,75	0,84	0,89	0,84	0,8	0,8
2	0,75	0,85	0,91	0,84	0,79	0,79
3	0,75	0,83	0,88	0,82	0,78	0,79
4	0,67	0,77	0,82	0,76	0,72	0,73
5	0,64	0,77	0,85	0,77	0,72	0,73
6	0,67	0,78	0,84	0,78	0,73	0,74
7	0,58	0,7	0,76	0,7	0,65	0,66
8	0,55	0,69	0,77	0,69	0,64	0,65
9	0,58	0,71	0,8	0,71	0,66	0,67
10	0,54	0,66	0,73	0,68	0,62	0,63
11	0,54	0,7	0,78	0,7	0,63	0,63
12	0,55	0,68	0,75	0,68	0,62	0,63
13	0,6	0,75	0,82	0,75	0,69	0,69
14	0,57	0,74	0,83	0,75	0,68	0,67
15	0,56	0,72	0,81	0,73	0,66	0,66

Valor Mínimo	0,54	0,66	0,73	0,68	0,62	0,63
Valor Medio	0,62	0,75	0,82	0,75	0,69	0,70
Valor Máximo	0,75	0,85	0,91	0,84	0,8	0,8
Desviación Típica	0,08	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06

**AULA 404**

RECEPTOR	STI
1	0,75
2	0,76
3	0,76
4	0,73
5	0,73
6	0,73
7	0,7
8	0,7
9	0,69
10	0,69
11	0,7
12	0,69
13	0,71
14	0,72
15	0,72

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,72</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,75
2	0,76
3	0,76
4	0,73
5	0,73
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,75</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
6	0,73
7	0,7
8	0,7
9	0,69
10	0,69
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,70</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
11	0,7
12	0,69
13	0,71
14	0,72
15	0,72
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,70</b>

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

AULA 501						
T30(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,65	0,62	0,56	0,67	0,65	0,62
2	0,65	0,62	0,54	0,68	0,62	0,57
3	0,65	0,59	0,5	0,63	0,61	0,54
4	0,65	0,64	0,62	0,73	0,68	0,61
5	0,67	0,6	0,59	0,67	0,63	0,59
6	0,67	0,62	0,67	0,68	0,63	0,58
7	0,63	0,63	0,65	0,76	0,67	0,62
8	0,66	0,67	0,63	0,76	0,69	0,64
9	0,66	0,58	0,59	0,64	0,66	0,58
10	0,61	0,59	0,57	0,68	0,65	0,61
11	0,65	0,61	0,62	0,7	0,66	0,6
12	0,66	0,59	0,56	0,65	0,66	0,61
13	0,66	0,62	0,59	0,72	0,71	0,66
14	0,63	0,63	0,62	0,71	0,65	0,61
15	0,63	0,61	0,64	0,75	0,74	0,67

<b>Valor Mínimo</b>	0,61	0,58	0,5	0,63	0,61	0,54
<b>Valor Medio</b>	0,65	0,61	0,60	0,70	0,66	0,61
<b>Valor Máximo</b>	0,67	0,67	0,67	0,76	0,74	0,67
<b>Desviación Típica</b>	0,02	0,02	0,05	0,04	0,03	0,03

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

AULA 501						
EDT(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,73	0,63	0,51	0,61	0,56	0,48
2	0,73	0,56	0,39	0,57	0,56	0,47
3	0,76	0,6	0,5	0,58	0,61	0,51
4	0,72	0,63	0,55	0,65	0,65	0,54
5	0,76	0,57	0,53	0,57	0,6	0,54
6	0,76	0,62	0,57	0,62	0,63	0,51
7	0,71	0,6	0,46	0,58	0,65	0,51
8	0,73	0,58	0,44	0,57	0,58	0,55
9	0,69	0,59	0,54	0,67	0,68	0,6
10	0,67	0,52	0,42	0,56	0,54	0,52
11	0,69	0,57	0,48	0,55	0,62	0,53
12	0,76	0,54	0,46	0,59	0,62	0,55
13	0,65	0,51	0,36	0,55	0,53	0,55
14	0,67	0,54	0,39	0,54	0,58	0,49
15	0,74	0,54	0,37	0,56	0,62	0,55

Valor Mínimo	0,65	0,51	0,36	0,54	0,53	0,47
Valor Medio	0,72	0,57	0,46	0,58	0,60	0,53
Valor Máximo	0,76	0,63	0,57	0,67	0,68	0,6
Desviación Típica	0,04	0,04	0,07	0,04	0,04	0,03

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

AULA 501						
D50	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,7	0,79	0,85	0,79	0,78	0,82
2	0,7	0,81	0,88	0,81	0,77	0,81
3	0,7	0,78	0,85	0,78	0,77	0,81
4	0,66	0,75	0,81	0,74	0,72	0,77
5	0,62	0,75	0,83	0,75	0,71	0,75
6	0,64	0,74	0,82	0,74	0,72	0,76
7	0,62	0,72	0,8	0,71	0,68	0,72
8	0,59	0,73	0,81	0,72	0,67	0,72
9	0,61	0,7	0,77	0,69	0,68	0,72
10	0,63	0,75	0,83	0,73	0,69	0,73
11	0,6	0,73	0,82	0,73	0,68	0,72
12	0,6	0,74	0,83	0,74	0,69	0,74
13	0,63	0,76	0,85	0,75	0,7	0,73
14	0,61	0,76	0,84	0,74	0,69	0,73
15	0,61	0,76	0,85	0,76	0,71	0,74

Valor Mínimo	0,59	0,7	0,77	0,69	0,67	0,72
Valor Medio	0,63	0,75	0,83	0,75	0,71	0,75
Valor Máximo	0,7	0,81	0,88	0,81	0,78	0,82
Desviación Típica	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04

**AULA 501**

RECEPTOR	STI
1	0,75
2	0,75
3	0,75
4	0,72
5	0,73
6	0,72
7	0,71
8	0,72
9	0,71
10	0,72
11	0,72
12	0,72
13	0,72
14	0,73
15	0,73

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,73</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,75
2	0,75
3	0,75
4	0,72
5	0,73
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,74</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
6	0,72
7	0,71
8	0,72
9	0,71
10	0,72
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,72</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
11	0,72
12	0,72
13	0,72
14	0,73
15	0,73
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,72</b>

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

AULA 515						
T30(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,79	0,75	0,62	0,73	0,62	0,44
2	0,78	0,74	0,62	0,73	0,62	0,45
3	0,78	0,74	0,6	0,76	0,61	0,45
4	0,79	0,72	0,6	0,72	0,59	0,44
5	0,78	0,72	0,6	0,69	0,59	0,45
6	0,78	0,69	0,6	0,69	0,59	0,45
7	0,83	0,73	0,63	0,69	0,59	0,45
8	0,82	0,73	0,65	0,69	0,59	0,43
9	0,85	0,76	0,59	0,68	0,59	0,42
10	0,81	0,77	0,61	0,67	0,58	0,44
11	0,79	0,73	0,63	0,69	0,58	0,45
12	0,81	0,73	0,61	0,68	0,59	0,44
13	0,83	0,8	0,62	0,76	0,6	0,47
14	0,8	0,75	0,63	0,69	0,58	0,45
15	0,79	0,74	0,62	0,68	0,58	0,45

<b>Valor Mínimo</b>	0,78	0,69	0,59	0,67	0,58	0,42
<b>Valor Medio</b>	0,80	0,74	0,62	0,70	0,59	0,45
<b>Valor Máximo</b>	0,85	0,8	0,65	0,76	0,62	0,47
<b>Desviación Típica</b>	0,02	0,03	0,02	0,03	0,01	0,01

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

AULA 515						
EDT(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,88	0,79	0,68	0,76	0,67	0,46
2	0,96	0,84	0,68	0,77	0,66	0,48
3	0,86	0,79	0,67	0,75	0,63	0,46
4	0,88	0,8	0,65	0,76	0,64	0,47
5	0,94	0,85	0,66	0,8	0,68	0,53
6	0,91	0,83	0,63	0,75	0,65	0,47
7	0,84	0,8	0,66	0,73	0,64	0,48
8	0,89	0,79	0,64	0,74	0,64	0,48
9	0,9	0,81	0,65	0,79	0,68	0,49
10	0,87	0,83	0,65	0,76	0,64	0,46
11	0,88	0,77	0,64	0,72	0,65	0,43
12	0,8	0,77	0,64	0,72	0,63	0,46
13	0,83	0,79	0,6	0,69	0,61	0,38
14	0,82	0,72	0,59	0,74	0,61	0,41
15	0,89	0,8	0,65	0,73	0,63	0,38

Valor Mínimo	0,8	0,72	0,59	0,69	0,61	0,38
Valor Medio	0,88	0,80	0,65	0,75	0,64	0,46
Valor Máximo	0,96	0,85	0,68	0,8	0,68	0,53
Desviación Típica	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,04

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

AULA 515						
D50	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,63	0,67	0,75	0,67	0,71	0,82
2	0,63	0,67	0,76	0,67	0,71	0,81
3	0,65	0,69	0,76	0,69	0,72	0,82
4	0,58	0,64	0,73	0,64	0,68	0,8
5	0,55	0,61	0,71	0,61	0,64	0,76
6	0,57	0,62	0,7	0,62	0,67	0,79
7	0,52	0,58	0,67	0,59	0,63	0,76
8	0,5	0,56	0,66	0,56	0,6	0,73
9	0,51	0,57	0,68	0,58	0,62	0,75
10	0,52	0,6	0,72	0,62	0,65	0,76
11	0,5	0,58	0,69	0,59	0,63	0,75
12	0,53	0,59	0,69	0,6	0,63	0,77
13	0,56	0,62	0,73	0,65	0,68	0,8
14	0,55	0,63	0,73	0,64	0,67	0,79
15	0,55	0,63	0,74	0,66	0,68	0,8

Valor Mínimo	0,5	0,56	0,66	0,56	0,6	0,73
Valor Medio	0,56	0,62	0,71	0,63	0,66	0,78
Valor Máximo	0,65	0,69	0,76	0,69	0,72	0,82
Desviación Típica	0,05	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03

**AULA 515**

RECEPTOR	STI
1	0,71
2	0,71
3	0,72
4	0,7
5	0,68
6	0,7
7	0,68
8	0,68
9	0,68
10	0,69
11	0,69
12	0,69
13	0,71
14	0,71
15	0,71

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,70</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,71
2	0,71
3	0,72
4	0,7
5	0,68
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,70</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
6	0,7
7	0,68
8	0,68
9	0,68
10	0,69
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,69</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
11	0,69
12	0,69
13	0,71
14	0,71
15	0,71
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,70</b>

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

AULA 521						
T30(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	1,55	1,21	1,12	1,11	0,96	0,7
2	1,52	1,15	0,95	1,09	0,96	0,68
3	1,51	1,17	1	1,06	0,94	0,7
4	1,53	1,15	1,05	1,1	0,97	0,7
5	1,52	1,27	0,94	1,16	0,97	0,7
6	1,57	1,35	1,36	1,25	1	0,71
7	1,49	1,16	1,14	1,08	0,95	0,66
8	1,51	1,16	1,06	1,11	0,95	0,7
9	1,48	1,18	1,01	1,15	0,93	0,7
10	1,54	1,22	1,04	1,15	0,97	0,66
11	1,54	1,24	1,07	1,14	0,96	0,65
12	1,55	1,2	1,02	1,08	0,96	0,66
13	1,56	1,31	1,08	1,22	1	0,64
14	1,58	1,32	1,08	1,22	0,99	0,64
15	1,54	1,23	0,98	1,12	0,92	0,63
16	1,54	1,18	1	1,14	0,95	0,67
17	1,58	1,3	1,01	1,24	0,96	0,67
18	1,59	1,46	0,99	1,48	0,96	0,68

Valor Mínimo	1,48	1,15	0,94	1,06	0,92	0,63
Valor Medio	1,54	1,24	1,05	1,16	0,96	0,68
Valor Máximo	1,59	1,46	1,36	1,48	1	0,71
Desviación Típica	0,03	0,08	0,09	0,10	0,02	0,03

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

AULA 521						
EDT(s)	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	1,62	1,02	0,71	1,01	1,01	0,66
2	1,6	1,03	0,6	0,97	1,01	0,66
3	1,59	1,06	0,71	1,03	0,99	0,73
4	1,58	1,05	0,74	1	1,01	0,66
5	1,62	1,07	0,78	1	0,98	0,72
6	1,6	1,1	0,78	1,05	1,04	0,72
7	1,64	1,07	0,86	1,05	1,05	0,8
8	1,61	1,1	0,82	1,05	0,97	0,71
9	1,65	1,13	0,85	1,09	1,01	0,78
10	1,63	1,06	0,81	1,01	1	0,76
11	1,56	1,01	0,8	0,98	0,96	0,73
12	1,57	1,05	0,76	0,97	0,95	0,69
13	1,53	0,98	0,8	1	0,99	0,67
14	1,49	0,97	0,76	0,9	0,94	0,68
15	1,6	0,98	0,7	0,97	0,95	0,66
16	1,54	1,05	0,9	0,97	0,93	0,64
17	1,49	1,05	0,82	1	0,97	0,65
18	1,52	1,02	0,87	0,97	0,93	0,69

Valor Mínimo	1,49	0,97	0,6	0,9	0,93	0,64
Valor Medio	1,58	1,04	0,78	1,00	0,98	0,70
Valor Máximo	1,65	1,13	0,9	1,09	1,05	0,8
Desviación Típica	0,05	0,04	0,07	0,04	0,04	0,05

ESTUDIO TIPOLOGICO DE ESPACIOS DOCENTES EN LA UPV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA

AULA 521						
D50	Frecuencia (Hz)					
Nº Receptor	125	250	500	1000	2000	4000
1	0,56	0,75	0,86	0,76	0,73	0,83
2	0,57	0,76	0,86	0,77	0,74	0,83
3	0,53	0,72	0,84	0,74	0,71	0,81
4	0,52	0,71	0,83	0,73	0,71	0,81
5	0,55	0,73	0,84	0,75	0,72	0,82
6	0,53	0,72	0,83	0,73	0,7	0,81
7	0,38	0,57	0,7	0,58	0,54	0,64
8	0,37	0,57	0,71	0,58	0,56	0,68
9	0,38	0,57	0,7	0,57	0,55	0,68
10	0,39	0,57	0,7	0,59	0,57	0,72
11	0,38	0,57	0,7	0,59	0,57	0,72
12	0,4	0,59	0,73	0,61	0,59	0,73
13	0,36	0,55	0,67	0,58	0,56	0,71
14	0,37	0,56	0,68	0,58	0,56	0,69
15	0,39	0,58	0,7	0,59	0,57	0,7
16	0,37	0,56	0,67	0,59	0,56	0,7
17	0,38	0,56	0,68	0,6	0,56	0,69
18	0,38	0,56	0,67	0,58	0,54	0,67

Valor Mínimo	0,36	0,55	0,67	0,57	0,54	0,64
Valor Medio	0,43	0,62	0,74	0,64	0,61	0,74
Valor Máximo	0,57	0,76	0,86	0,77	0,74	0,83
Desviación Típica	0,20	0,28	0,33	0,29	0,28	0,33

**AULA 521**

RECEPTOR	STI
1	0,7
2	0,69
3	0,69
4	0,65
5	0,64
6	0,64
7	0,63
8	0,63
9	0,63
10	0,7
11	0,71
12	0,69
13	0,62
14	0,63
15	0,63
16	0,62
17	0,63
18	0,63

<b>VALOR PROMEDIO AULA</b>	<b>0,65</b>
----------------------------	-------------

ZONA DELANTERA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
1	0,70
2	0,69
3	0,69
10	0,7
11	0,71
12	0,69
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,70</b>

ZONA INTERMEDIA DEL AULA	
RECEPTOR	STI
4	0,65
5	0,64
6	0,64
13	0,62
14	0,63
15	0,63
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,63</b>

ZONA POSTERIOR DEL AULA	
RECEPTOR	STI
7	0,63
8	0,63
9	0,63
16	0,62
17	0,63
18	0,63
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,63</b>

