UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

PROYECTO FINAL DE GRADO:
Estudio del estado actual y propuesta de intervención acústica en pabellón deportivo

MODALIDAD CIENTÍFICO-TÉCNICO // TALLER 24

ALUMNO

- David Hernando Terrel

TUTORES ACADÉMICOS

- Salvadora Reig García San Pedro
- Vicente Gómez Lozano

INTRODUCCIÓN

- OBJETO DEL PROYECTO
- SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

MEDICIONES REALIZADAS

- INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA
- AISLAMIENTO
- TIEMPO DE REVERBERACIÓN
- RUIDO DE FONDO

ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL

- AISLAMIENTO
- TIEMPO DE REVERBERACIÓN
- ECOS
- RUIDO DE FONDO

PROPUESTAS DE MEJORA

- PROPUESTA DE MEJORA A
- PROPUESTA DE MEJORA B
- POPUESTA DE MEJORA C
- COMPARACIÓN ECONÓMICA

BIBLIOGRAFÍA

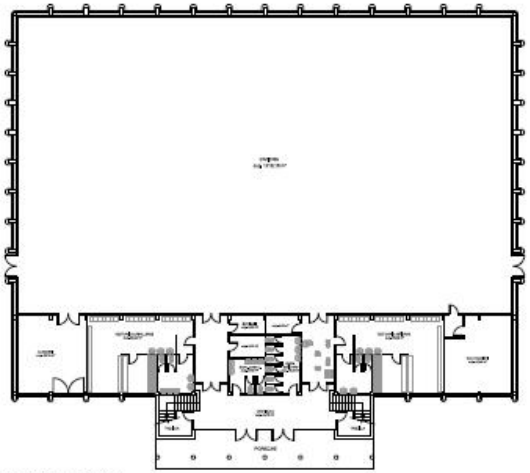
OBJETO DEL PROYECTO

- Estudiar el estado actual de la acústica del pabellón deportivo
- Detectar y profundizar sobre el problema o problemas existentes
- Proponer las soluciones adecuadas a las problemas detectados

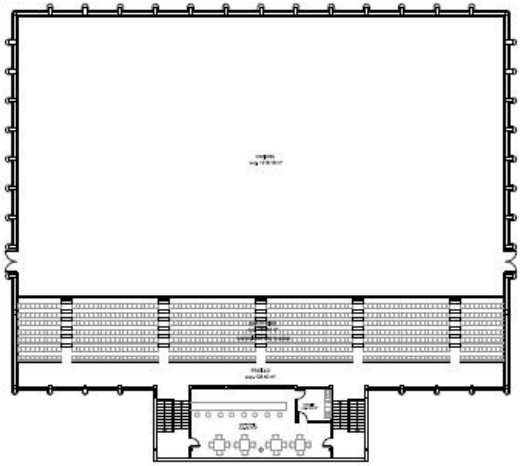
INTRODUCCIÓN

SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

- Construido en el año 1988
- Situado en el municipio de Duruelo de la Sierra (Soria)



PLANTA BAJA



PLANTA DE GRADERIOS

- Cancha de 44 x 27 metros
- Vestuarios, cafetería y espacios auxiliares
- Graderío con capacidad para 560 personas

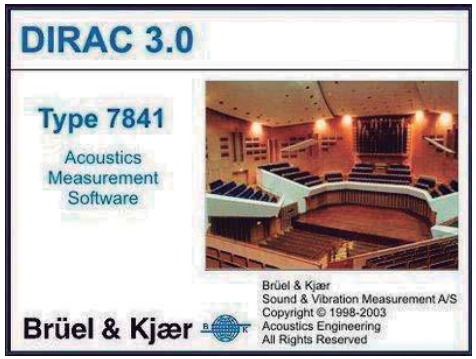
INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA

Sonómetro integrador Brüel & Kjaer Mediator 2238

Fuente sonora Brüel & Kjaer modelo "Sound Source Type 4224"

Micrófono de condensador aleatoria Brüel Kjaer 4189 H-41

Micrófono de condensador Brüel & Kjaer modelo 4188



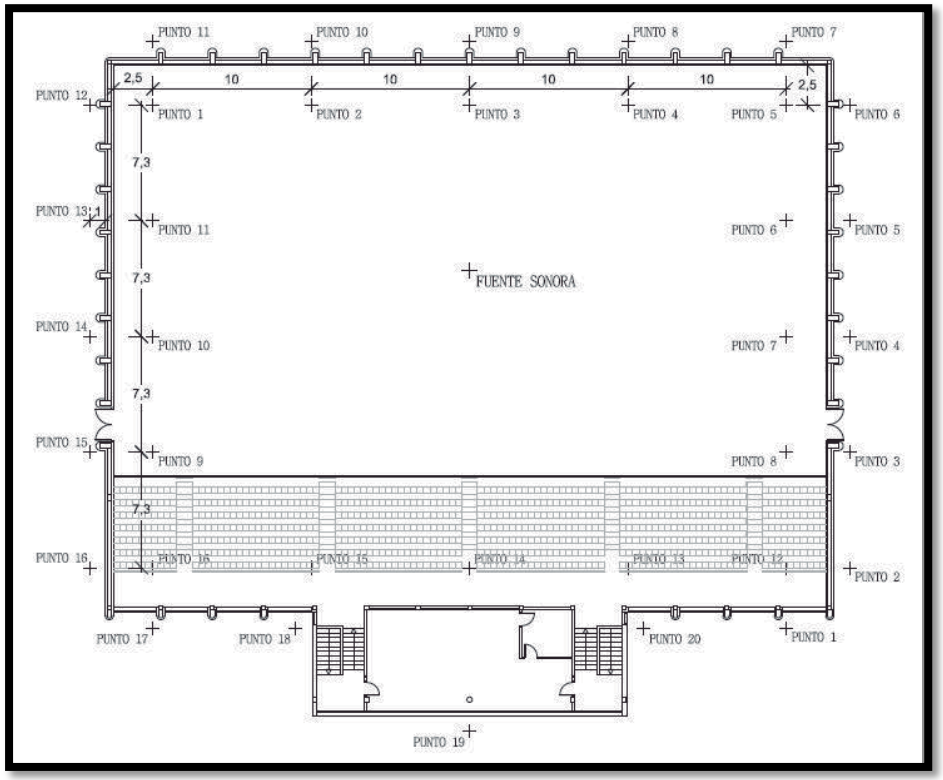
Portátil con Software "Dirac 3.0" instalado

MEDICIONES REALIZADAS

AISLAMIENTO

NORMA UNE-EN ISO 140-5

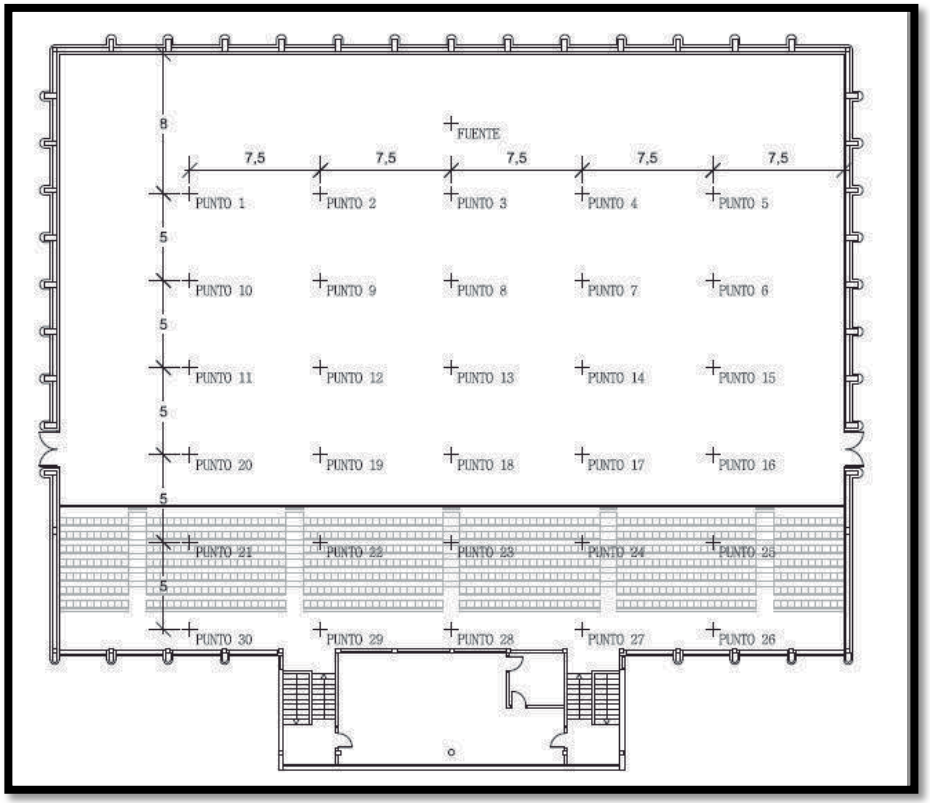
- ✓ L1; NIVEL DE RUIDO INTERIOR CON FUENTE EN MARCHA
- ✓ L2; NIVEL DE RUIDO EXTERIOR CON FUENTE EN MARCHA
- ✓ B2; RUIDO DE FONDO EXTERIOR

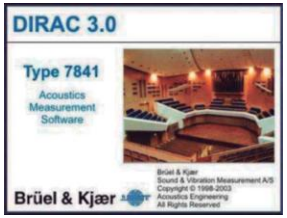


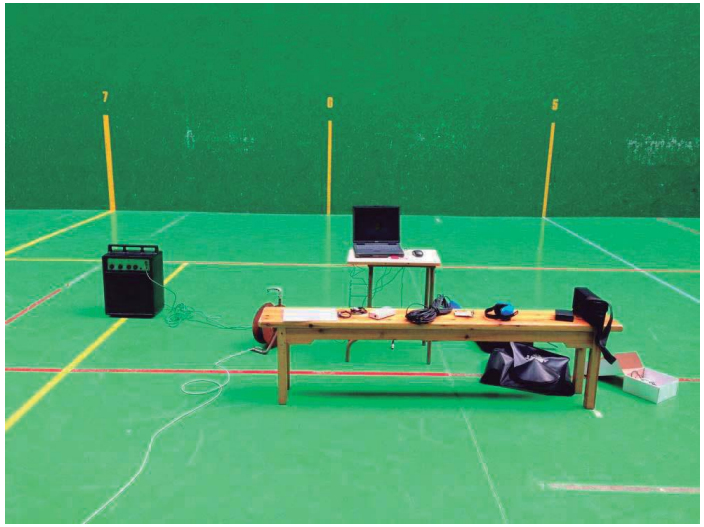
MEDICIONES REALIZADAS

TIEMPO DE REVERBERACIÓN

Para llevar a cabo la medición se han considerado ciertos aspectos contenidos en la norma UNE-EN ISO 354:2003.



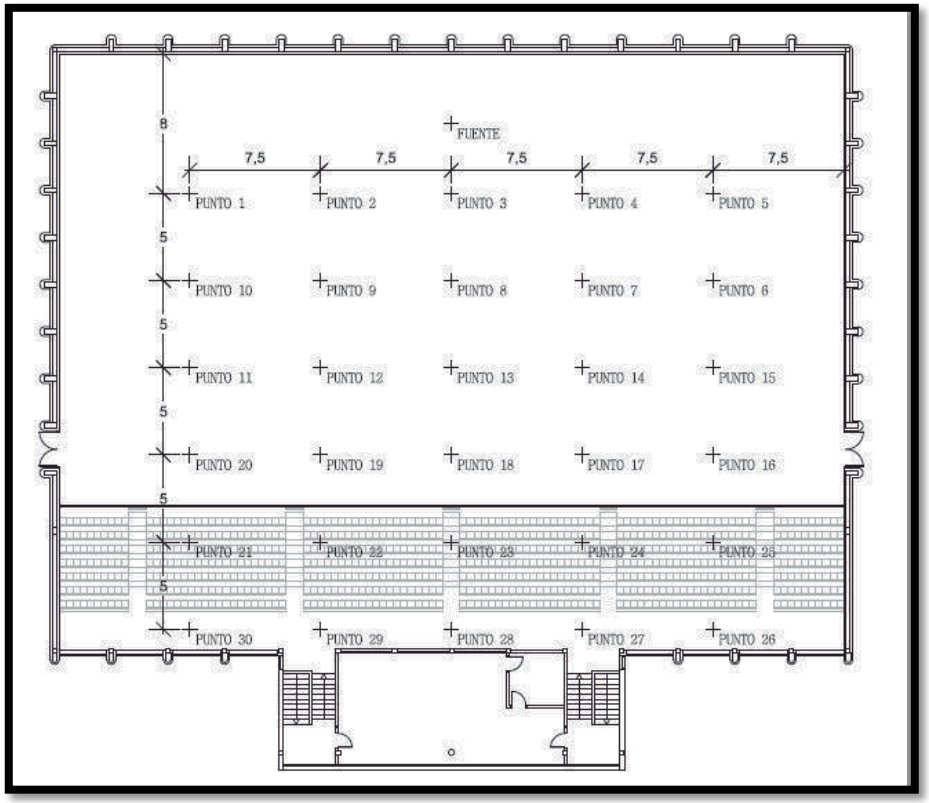




MEDICIONES REALIZADAS

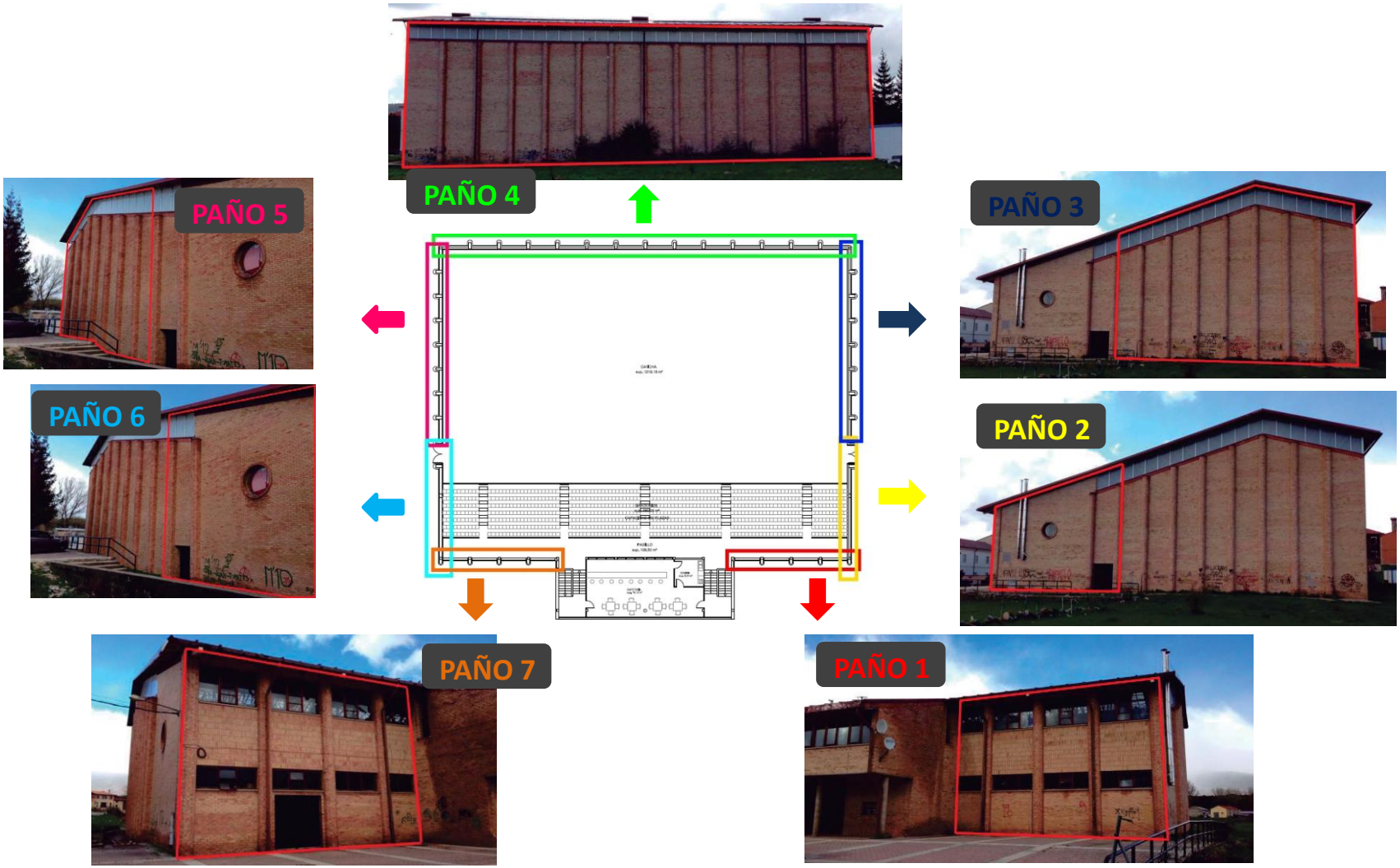
RUIDO DE FONDO

Medido en los mismos puntos que el tiempo de reverberación, para determinar la NC del polideportivo.



ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL

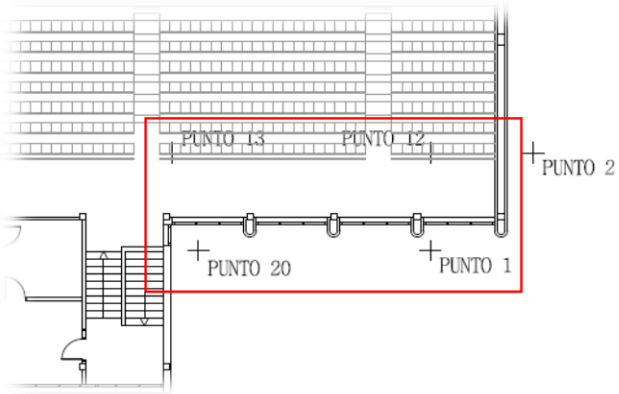
AISLAMIENTO



AISLAMIENTO

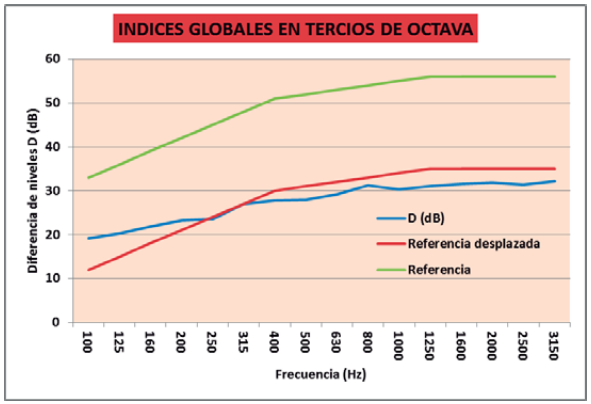
PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO (UNE-EN ISO 717-1)

- **Calculo del paño 1**



		FRECUENCIA																
		100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
L1	Punto 12	81	84,2	86,9	87,6	86,3	86,6	86,9	87	87	87,4	84,1	78,8	80,4	82,4	81,3	76,9	74,7	67,8
	Punto 13	82,1	84,7	86,7	86,3	86,5	86,4	86,9	86,8	87,1	87,9	84,1	79,7	80,1	82,8	80,5	77,9	73,9	68,8
	Promedio	81,58	84,46	86,80	87,00	86,40	86,50	86,90	86,90	87,05	87,66	84,10	79,27	80,25	82,60	80,92	77,43	74,32	68,33
L2	Punto 1	63	63,5	65,1	63,5	62,4	58,7	57,3	57,4	55,7	55,2	52,2	46,9	48	49,8	48,2	43,9	38,6	39,4
	Punto 20	61,6	64,9	64,7	64,1	63,2	60,3	60,4	60,2	59,2	57,3	54,9	49,2	49,2	51,6	50,6	46,3	41,1	37,7
	Promedio	62,36	64,26	64,90	63,81	62,82	59,57	59,12	59,02	57,79	56,38	53,76	48,20	48,64	50,79	49,56	45,26	40,03	38,63
B2	Punto 1	36,3	34,3	39,8	43,9	39,5	37,6	39,4	40,5	38,8	37,2	37,4	32,5	32,6	34,9	33,8	31,6	35,5	31,4
	Punto 2	43,5	40	37,8	35,3	34,3	35,3	36,6	40,3	38,3	38,1	36,1	34,7	31,2	31,1	34,5	34	31,5	38,6
	Promedio	41,25	38,02	38,91	41,45	37,64	36,60	38,22	40,40	38,56	37,67	36,80	33,74	31,96	33,40	34,16	32,96	33,95	36,35
L2-B2		21,11	26,23	25,99	22,36	25,18	22,97	20,90	18,62	19,24	18,70	16,96	14,46	16,69	17,39	15,40	12,30	6,08	2,29
CORRECIONES		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI
L2 CORREGIDO		62,36	64,26	64,90	63,81	62,82	59,57	59,12	59,02	57,79	56,38	53,76	48,20	48,64	50,79	49,56	45,26	38,80	37,33
D		19,23	20,20	21,90	23,19	23,58	26,93	27,78	27,88	29,26	31,28	30,34	31,07	31,61	31,81	31,35	32,17	35,52	31,00

	FRECUENCIA															
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Referencia	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56
D	19,23	20,20	21,90	23,19	23,58	26,93	27,78	27,88	29,26	31,28	30,34	31,07	31,61	31,81	31,35	32,17
Referencia despla.	12	15	18	21	24	27	30	31	32	33	34	35	35	35	35	35



INDICE DE AISLAMIENTO: - UNE-EN ISO 717-1:1997 ⟶ **Dw(C;Ctr): 31 (-1; -3) dB**

- CTE ⟶ **D, A = 30,9 dBA**

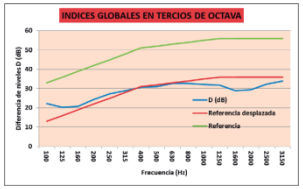
AISLAMIENTO

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO (UNE-EN ISO 717-1)

- **Calculo del paño 2**

		FRECUENCIA																
		100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
L1	Punto 8	83	86,2	86,7	86,9	86,8	86,5	88,5	88,2	87,6	87,4	84,3	79,8	80,9	83,6	81,9	76,3	73,5	66,2
	Punto 12	81	84,2	86,9	87,6	86,3	86,6	86,9	87	87	87,4	84,1	78,8	80,4	82,4	81,3	76,9	74,7	67,8
	Promedio	82,11	85,31	86,80	87,26	86,56	86,55	87,77	87,64	87,31	87,50	84,20	79,33	80,64	83,04	81,61	76,61	74,14	67,07
L2	Punto 2	58,8	63,4	65	58,4	55,9	56,2	59	51,9	50,4	49,8	46	41,3	41,9	43,2	39,3	34,6	31,4	28
	Punto 3	60,7	66,2	66,7	65	61,1	58,8	59,1	58,7	56,8	57	54,4	50	54,6	56,4	52	45,4	44,3	36,4
	Promedio	59,85	65,02	65,93	62,85	59,24	57,69	57,04	56,51	54,69	54,83	51,98	47,54	51,82	53,59	49,22	42,74	41,51	33,98
R2	Punto 1	31,9	30,8	29,3	28,6	29,3	28,4	28,5	46,7	41,7	39,7	31,7	31,9	27,5	30,3	32,3	27,4	36	43,1
	Punto 4	39,3	40	37,1	32	29,4	26,5	28,5	29,6	33,7	36,5	36,5	28,7	40,7	35,5	30,5	24,3	23,5	30,7
	Promedio	37,02	37,48	34,76	30,62	29,35	27,55	28,50	43,77	39,33	38,39	34,73	32,04	37,89	35,80	31,49	26,12	31,23	40,33
L2-B2		22,84	27,54	31,18	32,22	29,89	30,14	28,54	12,74	15,36	16,44	17,24	15,50	13,02	24,79	17,72	16,62	8,28	-6,36
CORRECIONES		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	----
L2 CORREGIDO		59,85	65,02	65,93	62,85	59,24	57,69	57,04	56,51	54,69	54,83	51,98	47,54	51,82	53,59	49,22	42,74	40,81	33,98
D		22,26	20,29	20,87	24,42	27,32	28,86	30,73	31,13	32,62	32,67	32,33	31,79	28,84	29,45	32,39	33,87	33,93	33,92

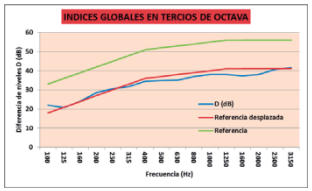
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Referencia	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56
D	22,26	20,29	20,87	24,42	27,32	28,86	30,73	31,13	32,62	32,67	32,23	31,79	28,84	29,45	32,39	33,87
Referencia despla.	13	16	19	22	25	28	31	32	33	34	35	36	36	36	36	36



- **Calculo del paño 3**

		FRECUENCIA																
		100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
L1	Punto 5	82,2	85	86,9	86,5	86,9	86,8	87,8	87,7	87,4	87,5	84,9	79,6	81,6	82,9	81,3	76,2	73	66,1
	Punto 6	81,2	85,3	87,5	86,8	87,1	86,4	87,4	87,2	87,4	88,2	85,1	80,2	81,8	84,3	81,6	77	72,7	66,8
	Punto 7	80,5	85,8	86,6	86,1	87	86,8	88,2	87,9	87,7	88	85	80,1	81,3	84	81,6	77,2	73,3	66,8
	Promedio	81,36	85,38	87,02	86,48	87,00	86,67	87,81	87,61	87,61	87,91	85,00	79,97	81,57	83,77	81,50	76,82	73,01	66,58
L2	Punto 4	58,8	65,1	62,4	59	57,3	56,1	54,1	53,2	53,4	49,5	42,8	45,1	46,9	41,8	34,8	41	29,9	
	Punto 5	61,2	63,8	63,9	57,6	55	54,9	52,6	53,3	52,6	52,4	47,3	42,3	44,9	45,9	41,7	34,4	31,2	21,2
	Punto 6	61,5	64,7	61,7	56,8	56,4	53,1	52,4	51,2	50,6	50,7	43,6	39,9	41,9	43,4	38,3	37,5	38,2	26,7
	Promedio	59,25	64,60	62,83	57,90	56,33	54,87	53,19	52,67	52,40	51,01	46,91	41,84	44,19	45,63	40,87	35,80	38,35	27,21
R2	Punto 8	34,9	35,4	32,7	32,5	27,9	29,5	30,1	30,2	26,4	27,7	32,2	24,7	25,8	22	23,8	30,2	29	26,9
	Punto 12	36,2	36,4	36,2	31,4	32,5	31,2	32,7	39,6	31,3	36,7	39,1	33,9	22,6	19	20,4	26,7	23,4	24,2
	Promedio	34,77	34,80	33,70	30,88	29,64	29,24	30,44	35,53	28,52	32,66	35,26	29,35	24,74	20,15	21,90	27,33	25,60	24,71
L2-B2		24,48	29,80	29,13	27,02	26,90	25,63	22,74	17,14	23,88	18,35	11,65	11,88	19,45	25,49	18,98	8,47	12,75	2,50
CORRECIONES		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	SI
L2 CORREGIDO		59,25	64,60	62,83	57,90	56,33	54,87	53,19	52,67	52,40	51,01	46,91	41,84	44,19	45,63	40,87	35,13	38,35	25,91
D		22,11	20,77	24,19	26,58	30,67	31,80	34,63	34,94	35,11	36,90	38,09	38,14	37,38	38,14	40,63	41,69	34,66	40,67

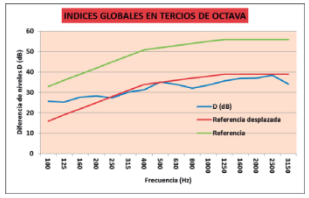
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Referencia	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56
D	22,11	20,77	24,19	26,58	30,67	31,80	34,63	34,94	35,11	36,90	38,09	38,14	37,38	38,14	40,63	41,69
Referencia despla.	18	21	24	27	30	33	36	37	38	39	40	41	41	41	41	41



- **Calculo del paño 4**

		FRECUENCIA																
		100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
L1	Punto 1	81,1	86,5	86,6	87,2	86,4	86,3	88,3	87,1	86,9	86,8	84,1	80,3	81,3	83,9	82,6	76,2	72,7	66
	Punto 2	82,8	86,2	87,1	87,5	87	86,3	87,4	87,1	86,5	88,1	84,9	80,2	81,3	83,9	81,9	76,7	72,5	67,7
	Punto 3	84,1	87,6	88,7	88,3	88,1	86,9	87,9	86,7	87,3	87,9	84,6	80,3	82,6	84,4	82,7	77,6	75,6	69,5
	Punto 4	80,2	85,6	87,2	87,3	86,8	86,4	87,7	87,6	86,6	87,5	84,5	80,1	81,2	83,4	82	77,1	73,9	67,8
	Punto 5	82,2	85	86,9	86,5	86,9	86,8	87,8	87,7	87,4	87,5	84,9	79,6	81,6	82,9	81,3	76,2	73	66,1
	Promedio	82,26	86,27	87,17	87,40	87,08	86,55	87,83	87,26	86,92	87,58	84,59	80,11	81,63	83,73	82,13	76,79	73,70	67,62
L2	Punto 7	55,9	61,9	61,8	57,3	61,7	55,3	54,2	50,3	51,3	52,3	47,7	42,8	42,9	44,7	42,4	41,2	39,3	50,7
	Punto 8	57,4	61	56,8	61	58,8	57,9	56	53,3	54,7	58,6	53,3	46,4	46,2	48,6	45,7	42,3	44,2	50,3
	Punto 9	56,2	61,2	60	59,2	59,8	56,8	53,9	53,5	51,9	53,4	49,1	43,7	43,3	45,3	43,4	38,8	35,9	33
	Punto 10	56,1	60,6	59,4	58,3	58,7	55,8	50,1	51,6	52,4	54,4	50,5	43,3	45,8	45,7	42,8	44,9	40	42,4
	Punto 11	57,2	59,9	58,7	58,8	58,4	55,5	54,2	52,9	53,6	55,8	52,1	44,7	44,3	47,3	45,1	43,3	47,6	49,1
	Promedio	56,60	60,97	59,64	59,10	59,66	56,37	54,42	52,06	52,96	55,49	50,96	44,38	44,70	46,60	44,57	42,67	43,27	48,13
R2	Punto 8	32,7	30,9	28	25,4	28,1	25,9	26,1	25,5	26,3	28,4	24,6	30,5	26,6	28,4	29,6	35	36,7	41,2
	Punto 9	37,6	36,7	41,1	34,2	36,2	28,5	31,7	37,3	33,4	33,9	35,3	33,9	37,8	41,2	43,4	53,6	37,4	46
	Punto 10	38,4	40,5	44,2	41,3	37,5	31,8	38,9	35,6	33,7	31,2	32,9	28,6	29,9	27,1	24,6	29	29	37,7
	Punto 11	33,8	31,1	34,5	35,6	34,8	33,2	31	34,1	28,5	31,2	25,8	28,2	30,7	29,3	31,6	33,9	36,4	39,1
	Promedio	37,6	48,3	45,5	44,2	40	43,6	45,1	41,8	44,3	39,5	30,5	53,5	37,2	33,7	36	30,0	32,9	44,3
	Promedio	36,57	42,36	41,94	39,68	36,75	36,03	36,26	37,33	38,14	34,59	31,64	40,63	34,44	35,40	37,56	46,75	34,96	42,49
L2-B2		20,04	18,61	17,70	19,42	22,95	19,74	20,16	14,73	14,82	20,90	19,32	-1,25	10,26	11,13	7,01	-4,08	8,31	5,74
CORRECIONES		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	----	NO	NO	SI	----	SI	SI
L2 CORREGIDO		56,60	60,97	59,64	59,10	59,66	56,37	54,42	52,06	52,96	55,49	50,96	44,38	44,70	46,60	43,02	42,67	42,58	46,83
D		25,69	25,30	27,72	28,30	27,42	30,17	31,41	35,19	33,96	32,10	33,63	35,73	36,93	37,13	38,53	34,12	31,12	20,78

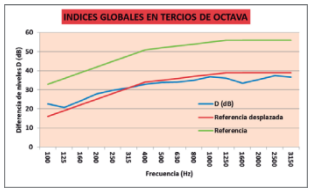
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Referencia	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56
D	25,69	25,30	27,72	28,30	27,42	30,17	31,41	35,19	33,96	32,10	33,63	35,73	36,93	37,13	38,53	34,12
Referencia despla.	16	19	22	25	28	31	34	35	36	37	38	39	39	39	39	39



- **Calculo del paño 5**

		FRECUENCIA																
		100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
L1	Punto 1	81,1	86,5	86,6	87,2	86,4	86,3	88,3	87,1	86,9	86,8	84,1	80,3	81,3	83,9	82,6	76,2	72,7	66
	Punto 10	80,5	84,8	86,9	87,4	86,8	86,7	88,7	88,2	87,8	87,6	84,3	80,4	80,8	84	82,4	76,7	73,5	67,7
	Punto 11	81,8	84,9	87,3	86,7	87,3	86,8	87,9	87	87,5	87,8	85,1	80,3	81,3	84,3	82,5	76,8	72,9	66,9
	Promedio	81,17	85,47	86,94	87,11	86,85	86,61	88,31	87,47	87,42	87,40	84,52	80,33	81,13	84,07	82,50	76,57	73,05	66,92
L2	Punto 12	58,8	64,3	61,3	59,3	56,4	53,5	54	52,3	52,5	51,7	46,3	42,8	44,9	45,5	41,4	37	32,4	34,9
	Punto 13	57,5	64,9	62,8	59	55,8	55,8	55,7	53,1	52,9	51,5	46,8	43,3	46,9	47,2	43,2	36,7	38,3	30,8
	Punto 14	59,3	64,9	64,1	59,4	58,7	56,8	56,4	54,9	54,5	53,7	49,1	45,8	50	51,4	47,9	42,8	38,2	34
	Promedio	58,60	64,71	62,88	59,24	57,15	55,57	55,48	53,57	53,39	52,42	47,58	44,17	47,78	48,77	45,07	39,61	37,02	33,56
R2	Punto 13	33,9	33,4	35,4	33,8	30,9	31,2	30,8	31,3	32,1	32,4	31,8	27,8	23,6	19,2	14,2	18,2	15	21,2
	Punto 14	36	36,9	35,1	30,3	27,8	29,6	44,1	36	30,7	32,1	29,6	30,8	26,1	23	17,9	28,6	17,5	21,7
	Punto 15	34	33,7	32,2	33	29,4	28,6	28,2	26,6	26,9	28,3	24,9	23,5	24,5	17,9	15,3	12,9	16,9	20,8
	Promedio	34,75	34,97	34,45	32,61	29,55	29,93	39,63	32,85	30,40	31,46	29,60	28,50	24,86	20,60	16,08	19,94	16,19	21,25
L2-B2		23,85	29,74	28,43	26,63	27,61	25,64	15,85	20,72	22,99	20,95	17,98	15,67	22,92	28,17	28,98	22,67	20,43	12,31
CORRECIONES		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
L2 CORREGIDO		58,60	64,71	62,88	59,24	57,15	55,57	55,48	53,57	53,39	52,42	47,58	44,17	47,78	48,77	45,07	39,61	37,02	33,56
D		22,57	20,76	24,06	27,87	29,69	31,03	32,83	33,90	34,03	35,00	36,94	36,16	33,43	35,30	37,43	36,76	36,03	33,37

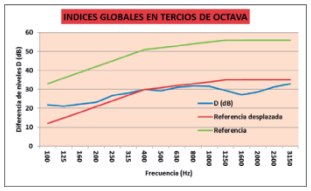
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Referencia	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56
D	22,57	20,76	24,06	27,87	29,69	31,03	32,83	33,90	34,03	35,00	36,94	36,16	33,43	35,30	37,43	36,76
Referencia despla.	16	19	22	25	28	31	34	35	36	37	38	39	39	39	39	39



- **Calculo del paño 6**

		FRECUENCIA																
		100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
L1	Punto 9	82,8	86,7	87,5	86,4	87,1	86,8	88,5	87,3	88,1	88,1	85	80,2	80,2	83,4	81,9	76,2	72,6	66,3
	Punto 16	80,4	84,6	87,3	87,2	87,1	86,6	87,7	86,3	86,2	86,5	83,5	79,2	80,5	82,7	81	77,3	73,8	68,7
	Promedio	81,76	85,78	87,40	86,82	87,10	86,70	88,12	86,83	87,25	87,37	84,31	79,72	80,35	83,06	81,47	76,78	73,24	67,66
L2	Punto 15	60,7	66	66,8	65,6	65,8	60	59,5	59,6	58,3	57,5	54,9	52,6	55,5	57	52,6	46,2	45,7	38,2
	Punto 16	58,9	62,5	62,2	60,1	57,9	56,6	55,9	53,9	51,9	51,8	47,2	44,9	47,6	48	44,5	38,4	39,6	30,6
	Promedio	59,89	64,59	65,08	63,67	60,27	58,62	58,06	57,62	56,19	55,52	52,57	50,27	53,14	54,50	50,22	43,86	43,64	35,89
R2	Punto 16	35,4	33,5	30,8	27,8	30,2	26,3	26,1	27,3	32,4	31,3	29,7	26,8	23,1	21	24,2	35,2	17	22,5
	Punto 17	34,2	36,2	34,9	30,3	27,5	29,2	31,9	33,4	33,6	29,1	29,3	27,9	26,4	23,2	20,6	18	27	30,2
	Promedio	34,84	34,73	33,32	29,16	29,06	27,88	29,90	31,34	32,02	30,34	29,50	27,38	25,06	22,24	22,76	32,27	24,40	21,50
L2-B2		25,05	29,86	31,77	34,50	31,22	30,64	28,16	26,28	24,17	25,19	23,07	22,89	28,08	32,27	27,46	11,58	19,24	14,39
CORRECIONES		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
L2 CORREGIDO		59,89	64,59	65,08	63,67	60,27	58,62	58,06	57,62	56,19	55,52	52,57	50,27	53,14	54,50	50,22	43,86	43,64	35,89
D		21,87	21,18	22,52	23,15	26,93	28,08	30,06	29,20	31,07	31,85	31,74	29,46	27,21	28,56	31,26	32,93	29,60	31,78

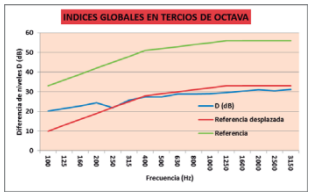
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Referencia	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56
D	21,87	21,18	22,52	23,15	26,93	28,08	30,06	29,20	31,07	31,85	31,74	29,46	27,21	28,56	31,26	32,93
Referencia despla.	12	15	18	21	24	27	30	31	32	33	34	35	35	35	35	35



- **Calculo del paño 7**

		FRECUENCIA																
		100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
L1	Punto 15	82,4	84,7	86,7	86,7	86,9	87,6	87,7	86,5	87,4	87,3	83,7	79,5	81,2	83,4	82	77,3	73	68,5
	Punto 16	80,4	84,6	87,3	87,2	87,1	86,6	87,7	86,3	86,2	86,5	83,5	79,2	80,5	82,7	81	77,3	73,8	68,7
	Promedio	81,51	84,65	87,01	86,96	87,00	87,13	87,70	86,40	86,84	86,93	83,60	79,35	80,86	83,06	81,53	77,56	73,42	68,60
L2	Punto 17	61,7	63,4	64,1	61,8	63,1	60,9	60	58,4	57,1	57,1	53,7	48,6	49,8	50,7	50,6	45,5	40,7	37,5
	Punto 18	60,7	62,8	64,4	63,1	66,6	61,9	60,7	59,7	56,8	59	55,3	50,7	51,1	53,1	53,5	46,9	44,1	34,9
	Promedio	61,23	63,11	64,25	62,50	65,19	61,43	60,36	59,10	56,93	58,15	54,57	49,78	50,50	52,06	51,07	46,26	42,86	36,39
R2	Punto 18	33,1	31,6	31,7	28	26,5	27,7	26,5	31,3	28,7	27,4	30,9	24,9	22,9	16,5	21	18,6	15,7	15,7
	Punto 19	35,2	34,7	31,3	33,3	28,9	30,4	27,6	31,7	27,2	29,5	26,5	41,3	27,2	22	14,1	16,8	12,1	12,6
	Promedio	34,28	33,42	31,50	31,41	27,86	29,26	27,08	31,50	28,01	28,58	29,33	36,39	25,56	20,07	18,80	17,71	14,26	14,42
L2-B2		26,95	29,69	32,75	31,09	37,33	32,17	33,28	27,59	30,02	29,58	25,14	11,39	24,94	32,00	32,28	28,54	28,60	21,97
CORRECIONES		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
L2 CORREGIDO		61,23	63,11	64,25	62,50	65,19	61,43	60,36	59,10	56,93	58,15	54,57	49,78	50,50	52,06	51,07	46,26	42,86	36,39
D		20,29	21,54	22,76	24,46	21,81	25,70	27,34	27,30	28,81	28,77	29,03	29,58	30,37	31,00	30,46	31,30	30,56	32,21

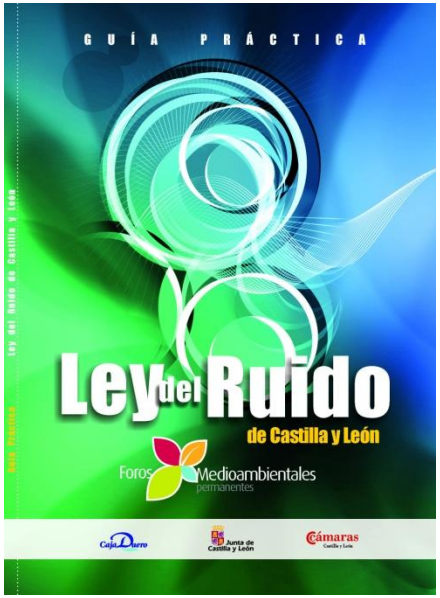
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Referencia	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56
D	20,29	21,54	22,76	24,46	21,81	25,70	27,34	27,30	28,81	28,77	29,03	29,58	30,37	31,00	30,46	31,30
Referencia despla.	10	13	16	19	22	25	28	29	30	31	32	33	33	33	33	33



AISLAMIENTO

RESULTADOS OBTENIDOS

- PAÑO 1: - UNE-EN ISO 717-1:1997 ⟶ **Dw(C;Ctr): 31 (-1; -3) dB**
  - CTE ⟶ **D, A = 30,9 dBA**
- PAÑO2: - UNE-EN ISO 717-1:1997 ⟶ **Dw(C;Ctr): 32 (-1; -3) dB**
  - CTE ⟶ **D, A = 31,6 dBA**
- PAÑO 3: - UNE-EN ISO 717-1:1997 ⟶ **Dw(C;Ctr): 37 (-1; -4) dB**
  - CTE ⟶ **D, A = 37,1 dBA**
- PAÑO 4: - UNE-EN ISO 717-1:1997 ⟶ **Dw(C;Ctr): 35 (-1; -2) dB**
  - CTE ⟶ **D, A = 35,1 dBA**
- PAÑO5: - UNE-EN ISO 717-1:1997 ⟶ **Dw(C;Ctr): 35 (-1; -3)dB**
  - CTE ⟶ **D, A = 35 dBA**
- PAÑO 6: - UNE-EN ISO 717-1:1997 ⟶ **Dw(C;Ctr): 31 (-2; -2) dB**
  - CTE ⟶ **D, A = 30,4 dBA**
- PAÑO 7: - UNE-EN ISO 717-1:1997 ⟶ **Dw(C;Ctr): 30 (-1; -2) dB**
  - CTE ⟶ **D, A = 30,1 dBA**



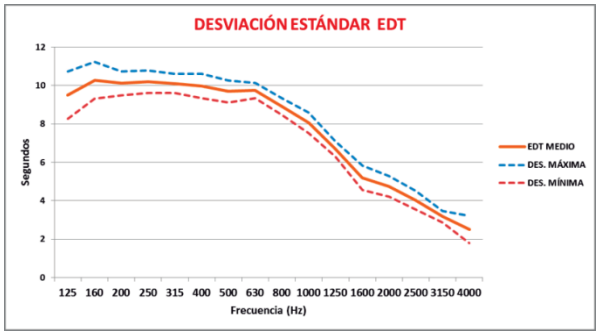
AREA RECEPTORA EXTERIOR	$L_{Aeq\,5\,s}$ dB(A)*	
	DIA 8 h - 22 h	NOCHE 22 h – 8 h
Tipo 1. Área de silencio	50	40
Tipo 2. Área levemente ruidosa	55	45
Tipo 3. Área tolerablemente ruidosa		
- Uso de oficinas o servicios y comercial.	60	50
- Uso recreativo y espectáculos	63	53
Tipo 4. Área ruidosa	65	55

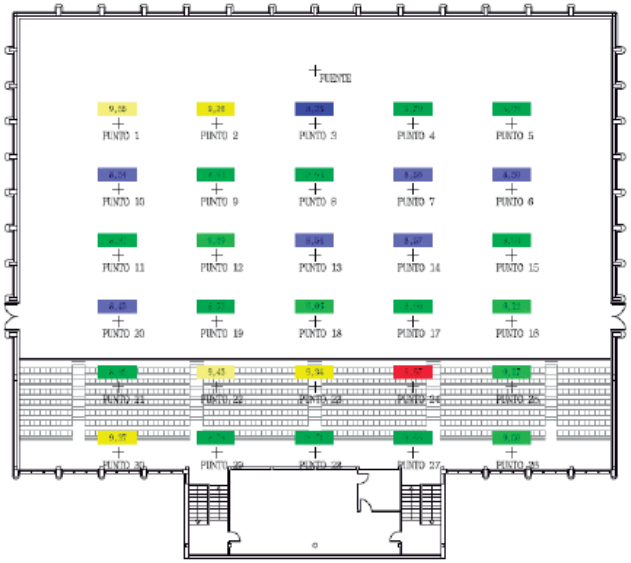
ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL

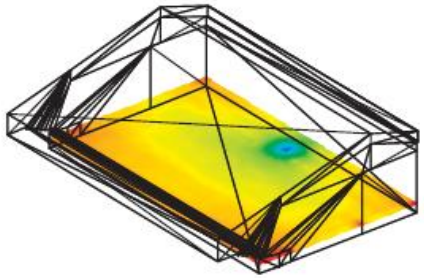
TIEMPO DE REVERBERACIÓN

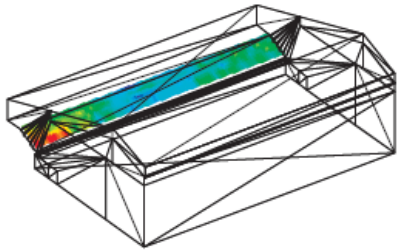
- **EDT**

	FRECUENCIA																	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
EDT medio	7,74	9,50	10,28	10,11	10,20	10,11	9,98	9,70	9,74	8,90	8,06	6,69	5,20	4,75	4,02	3,17	2,51	1,84
Des. estándar	0,97	1,24	0,96	0,62	0,58	0,50	0,64	0,57	0,40	0,44	0,54	0,40	0,63	0,53	0,49	0,30	0,71	0,50
Des. Minima	6,77	8,26	9,32	9,49	9,62	9,61	9,33	9,13	9,34	8,46	7,52	6,29	4,57	4,22	3,54	2,87	1,80	1,35
Des. Máxima	8,71	10,74	11,24	10,73	10,79	10,60	10,62	10,27	10,14	9,34	8,60	7,09	5,84	5,28	4,51	3,47	3,22	2,34







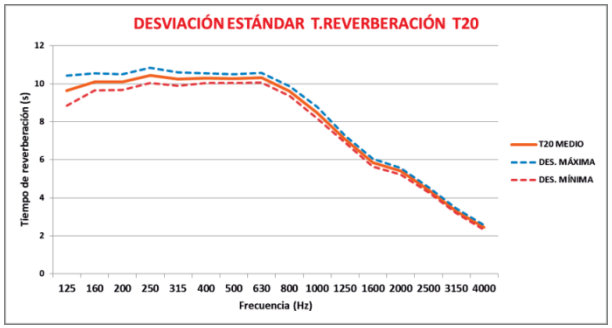


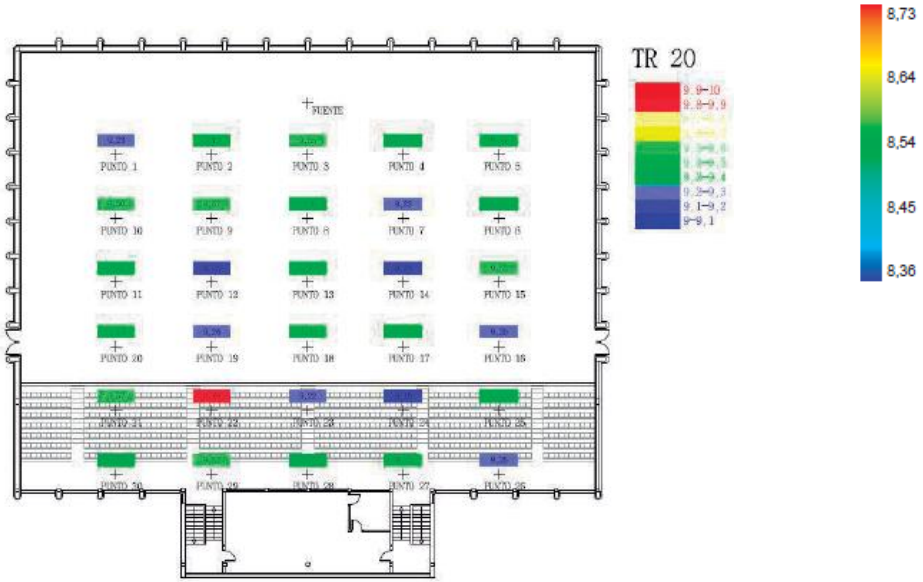
El valor obtenido del EDT mid es de 8,34s.

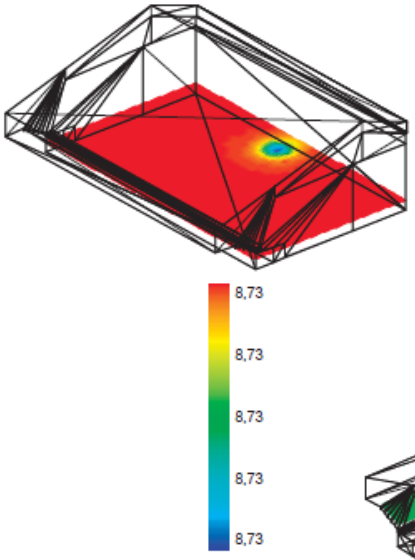
TIEMPO DE REVERBERACIÓN

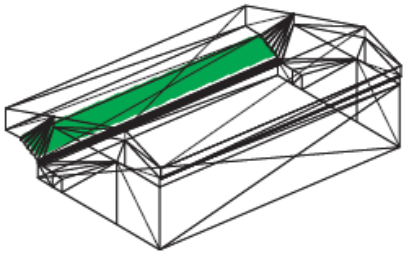
- **TR 20**

	FRECUENCIA																	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
Media T20	8,76	9,64	10,10	10,09	10,44	10,24	10,29	10,27	10,32	9,61	8,47	7,08	5,85	5,40	4,42	3,31	2,44	1,80
Des. estándar	0,57	0,78	0,46	0,41	0,40	0,35	0,25	0,22	0,24	0,26	0,31	0,19	0,20	0,17	0,13	0,13	0,12	0,14
Des. Minima	8,19	8,86	9,65	9,68	10,04	9,89	10,04	10,05	10,07	9,36	8,16	6,89	5,65	5,24	4,29	3,18	2,32	1,67
Des. Máxima	9,33	10,42	10,56	10,50	10,84	10,58	10,54	10,49	10,56	9,87	8,78	7,28	6,05	5,57	4,56	3,44	2,56	1,94









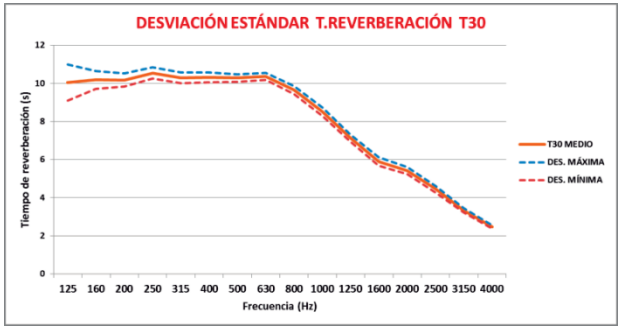
El valor obtenido del TR 20 mid es de 9,38s.

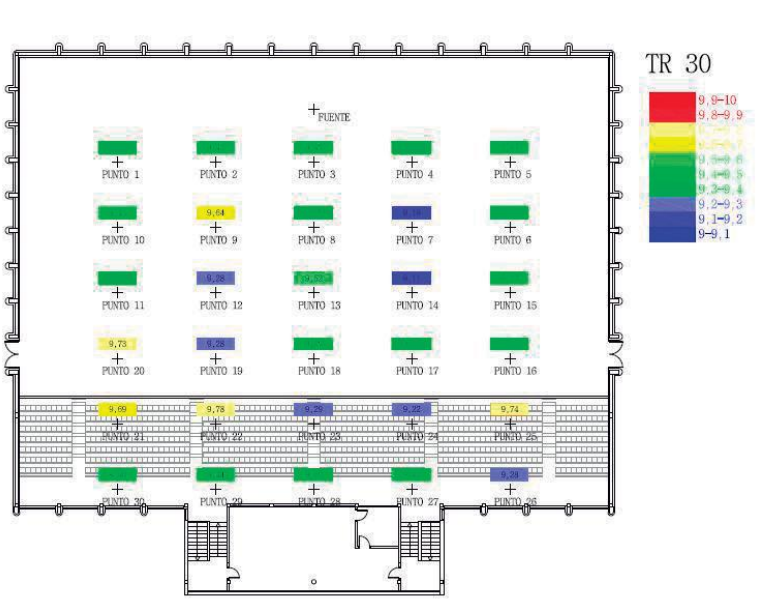
ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL

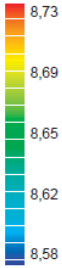
TIEMPO DE REVERBERACIÓN

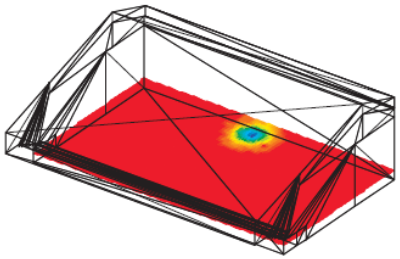
- **TR 30**

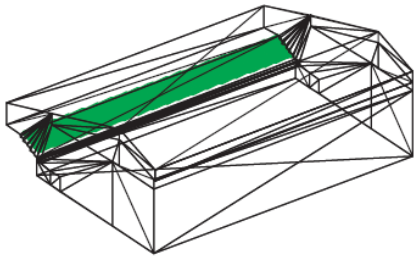
	FRECUENCIA																	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
Media T30	8,77	10,05	10,19	10,18	10,55	10,29	10,32	10,28	10,37	9,66	8,52	7,12	5,90	5,42	4,45	3,34	2,47	1,83
Des. Estándar	0,87	0,95	0,47	0,34	0,30	0,29	0,26	0,19	0,19	0,21	0,22	0,18	0,22	0,19	0,16	0,11	0,10	0,09
Des. Minima	7,90	9,10	9,71	9,84	10,25	10,00	10,06	10,09	10,18	9,45	8,30	6,94	5,68	5,23	4,29	3,23	2,38	1,74
Des. Máxima	9,64	11,01	10,66	10,52	10,84	10,58	10,58	10,48	10,55	9,86	8,74	7,30	6,11	5,61	4,61	3,45	2,57	1,93









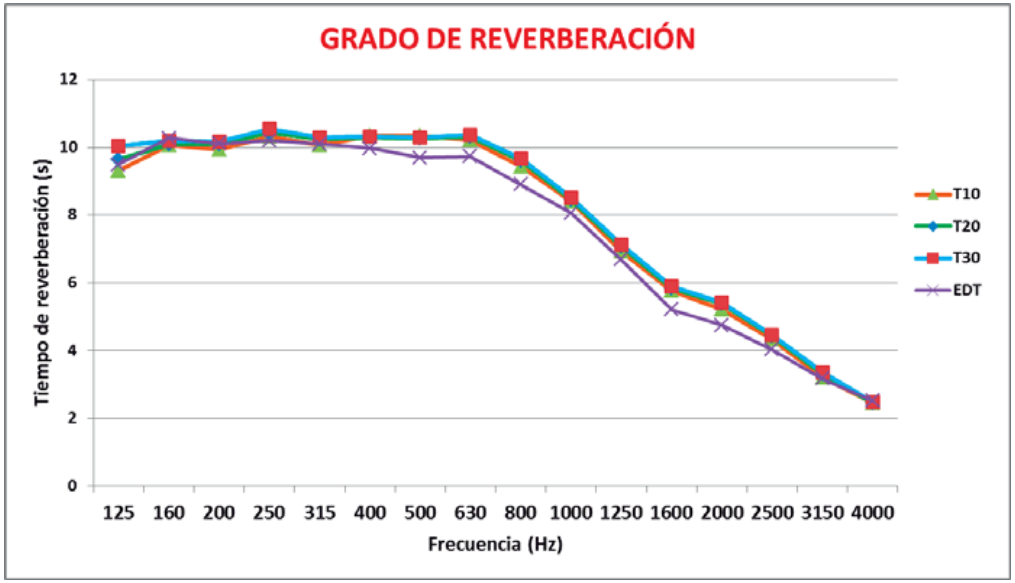


El valor obtenido del TR 30 mid es de 9,40s.

TIEMPO DE REVERBERACIÓN

- **GRADO DE REVERBERACIÓN**

	FRECUENCIA																	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
Media EDT	7,74	9,50	10,28	10,11	10,20	10,11	9,98	9,70	9,74	8,90	8,06	6,69	5,20	4,75	4,02	3,17	2,51	1,84
Media T10	8,49	9,30	10,06	9,94	10,32	10,06	10,35	10,35	10,22	9,45	8,41	6,93	5,76	5,22	4,33	3,21	2,44	1,81
Media T20	8,76	9,64	10,10	10,09	10,44	10,24	10,29	10,27	10,32	9,61	8,47	7,08	5,85	5,40	4,42	3,31	2,44	1,80
Media T30	8,77	10,05	10,19	10,18	10,55	10,29	10,32	10,28	10,37	9,66	8,52	7,12	5,90	5,42	4,45	3,34	2,47	1,83

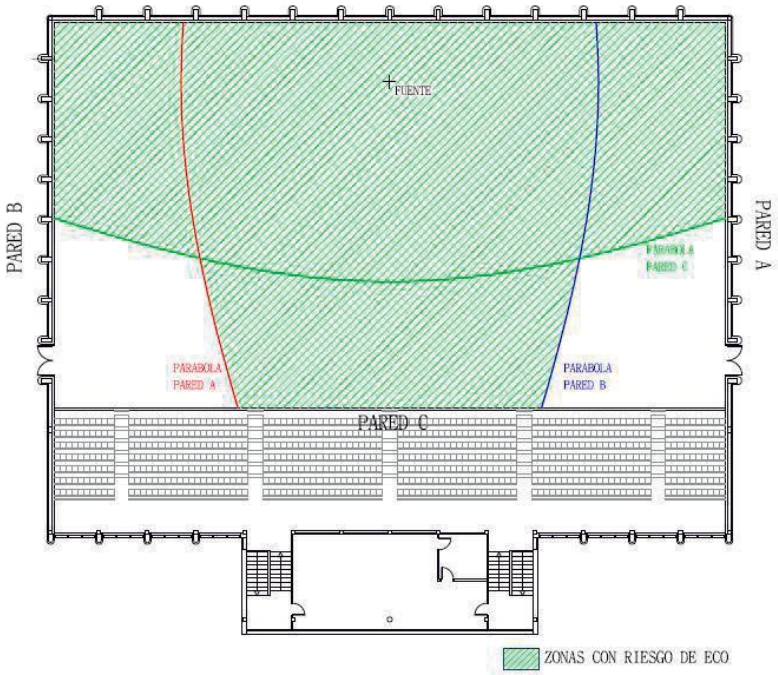


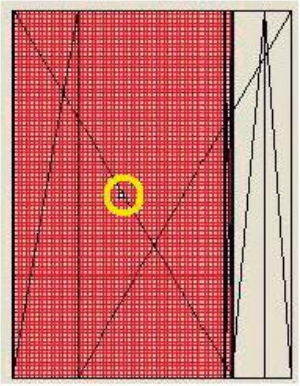
Valores Recomendados para Tr_{mid}		
Recinto		
Estudios Grabación	0,20s	0,40s
Salas de Conferencias	0,70s	1,00s
Cine	1,00s	1,20s
Sala Polivalente	1,20s	1,50s
Teatro de Opera	1,20s	1,50s
Salas de Concierto	1,30s	2,00s
Iglesias	2,00s	3,00s

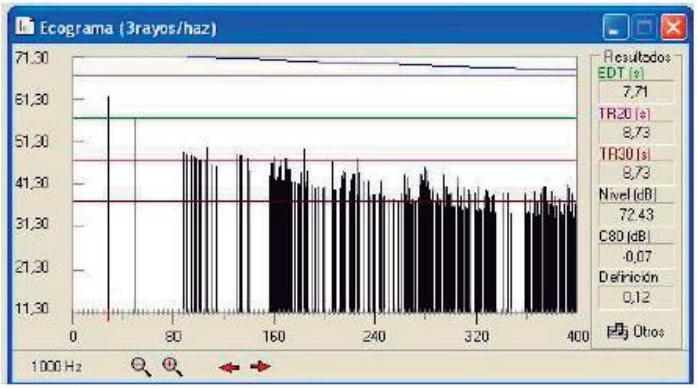
EDT mid= 8,34 s **TR 20 mid= 9,38 s** **TR 30 mid= 9,40 s**

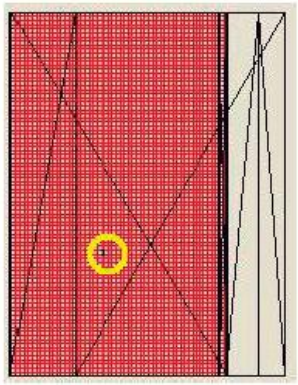
ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL

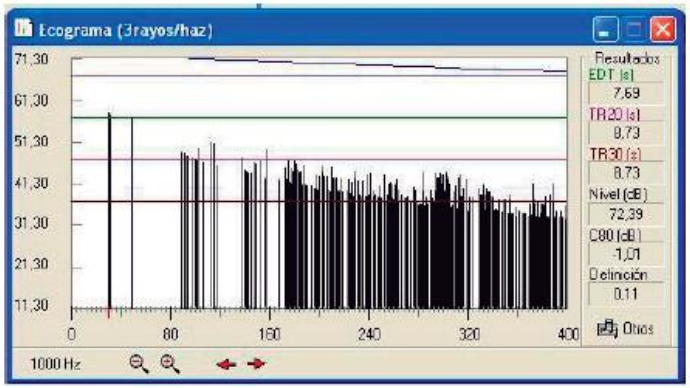
ECO









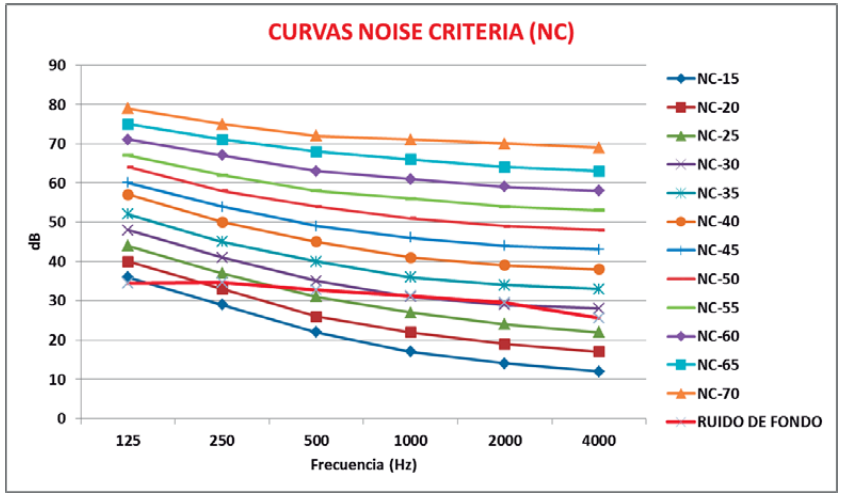


Parábolas del eco de las paredes que envuelven la zona de la cancha.

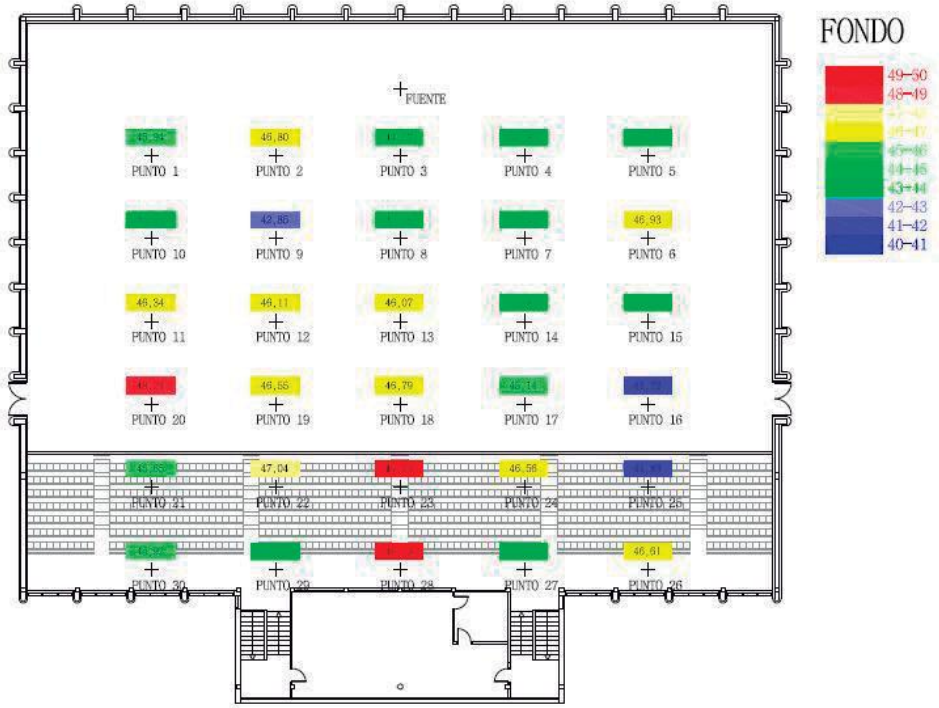
ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL

RUIDO DE FONDO

PROMEDIO	37,56	35,42	35,67	35,21	34,55	36,45	36,10	32,77	32,20	31,75	31,22	30,88	29,99	29,54	25,20	25,11	25,53	20,74



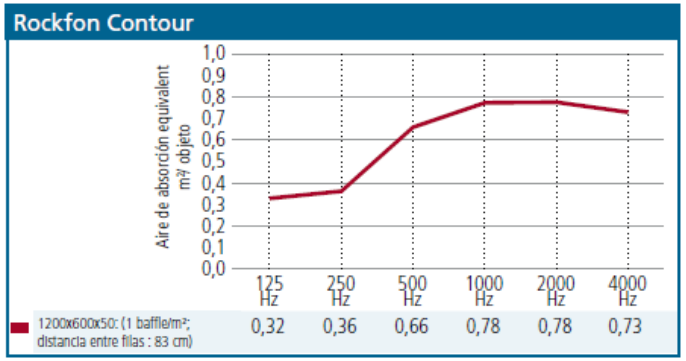
TIPOS DE RECINTOS	CURVA NC RECOMENDADA
Estudios de grabación	15
Salas de conciertos y teatros	15-25
Hoteles(habitaciones individuales	20-30
Salas de conferencias/aulas	20-30
Despachos de oficinas/bibliotecas	30-35
Hoteles(vestíbulos y pasillos)	35-40
Restaurantes	35-40
Salas de ordenadores	35-45
Cafeterías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



La curva correspondiente al nivel de ruido de fondo del pabellón es la curva **NC-35.**

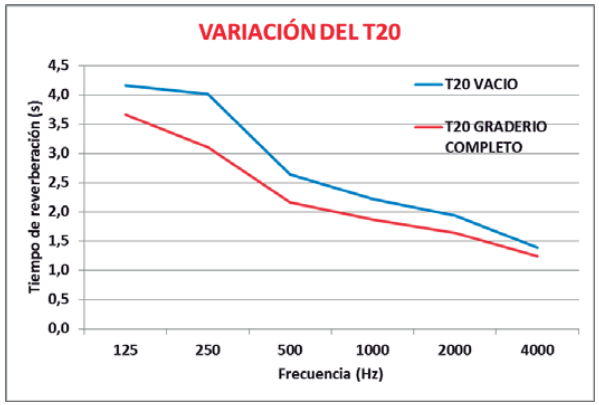
PROPUESTA DE MEJORA A

Colocación de bafles Rockfon suspendidos de la cubierta hasta bajar el tr mid a 1,6 segundos con el graderío completo.

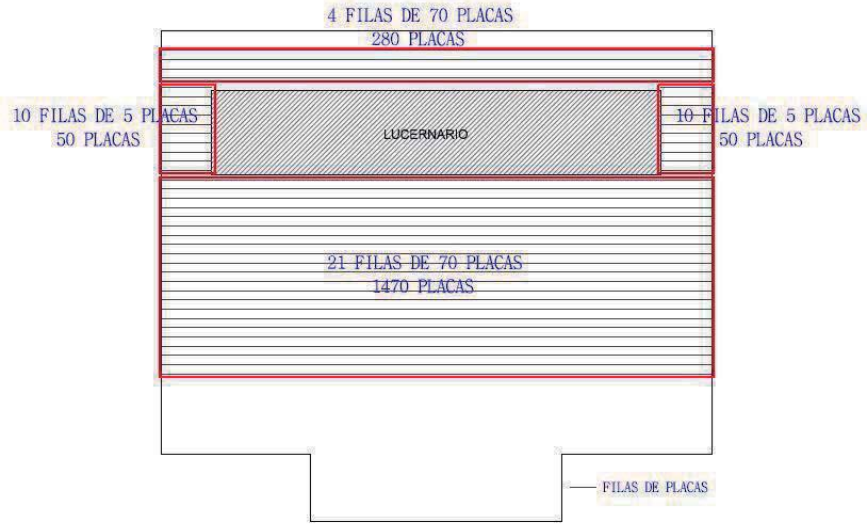


Dimensiones modulares (mm)	Peso (kg/m²)
1200 x 600 x 50	4,3

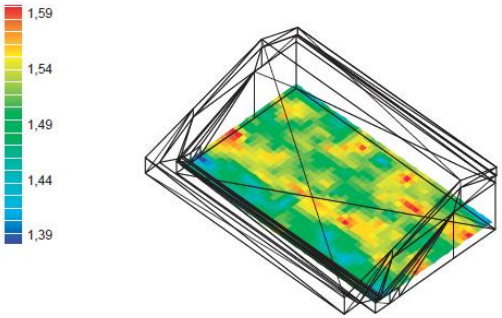
VOLUMEN= 18846,9		AFORO= 560		N. de placas	1850
	FRECUENCIA				
	125	250	500	1000	2000	4000
Media T20	9,64	10,44	10,27	8,47	5,40	2,44
C. Abs Persona sentada	0,18	0,40	0,46	0,46	0,51	0,46
Absorción público	100,80	224,00	257,60	257,60	285,60	257,60
Absorcion vacio	316,85	292,40	297,32	360,64	565,41	1250,29
C.Absorcion baffle	0,32	0,36	0,66	0,78	0,78	0,73
Absorcion baffle	592,00	666,00	1221,00	1443,00	1443,00	1350,50
NUEVO T20	3,02	2,58	1,72	1,48	1,33	1,07
ABSORCIÓN TOTAL (m2)	1009,65	1182,40	1775,92	2061,24	2294,01	2858,39
TR 20 mid = 1,60 s		BRILLO = 0,75			CALIDAD = 1,75	

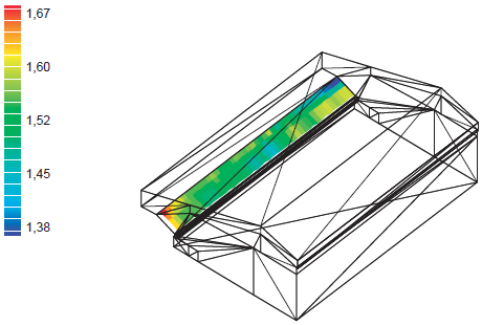


PROPUESTA DE MEJORA A



PLANO DE CUBIERTA





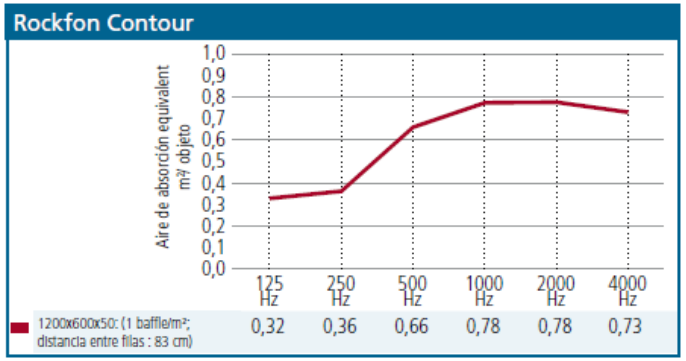
RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN		IMPORTE
01	PROPUESTA DE MEJORA A.....		78.384,50
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		**78.384,50**
	13,00 % Gastos generales.....	10.189,99	
	6,00 % Beneficio industrial.....	4.703,07	
	Suma.....		14.893,06
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA		**93.277,56**
	21% IVA.....		19.588,29
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		**112.865,85**

PROPUESTA DE MEJORA A

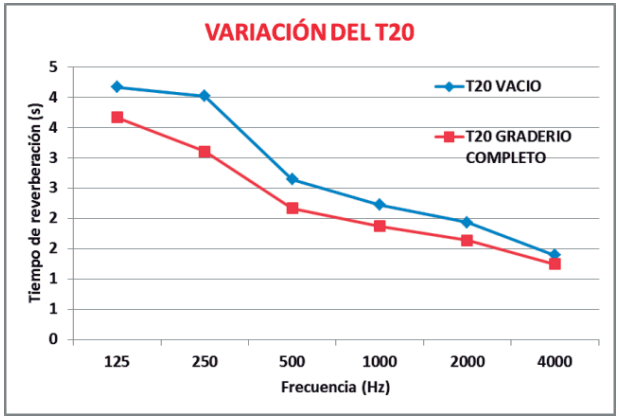
PROPUESTA DE MEJORA B

Colocación de bafles Rockfon suspendidos de la cubierta hasta bajar el tr mid a 2 segundos con el graderío completo.

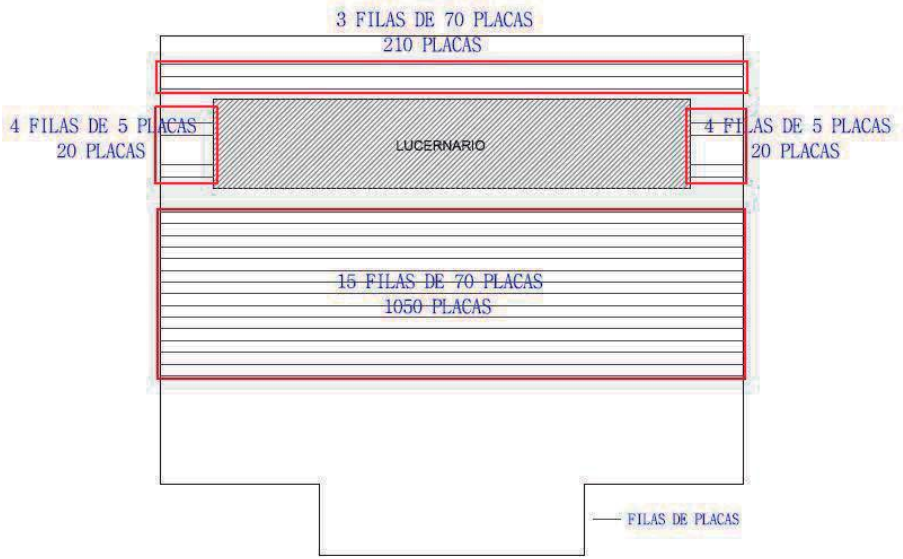


Dimensiones modulares (mm)	Peso (kg/m²)
1200 x 600 x 50	4,3

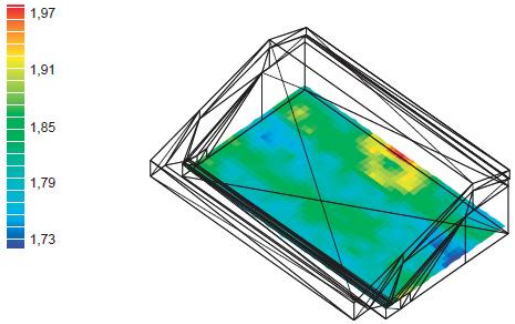
VOLUMEN= 18846,9		AFORO= 560			N. de placas	1300
	FRECUENCIA					
	125	250	500	1000	2000	4000
Media T20	9,64	10,44	10,27	8,47	5,40	2,44
C. Abs Persona sentada	0,18	0,40	0,46	0,46	0,51	0,46
Absorción público	100,80	224,00	257,60	257,60	285,60	257,60
Absorcion vacio	316,85	292,40	297,32	360,64	565,41	1250,29
C.Absorcion baffle	0,32	0,36	0,66	0,78	0,78	0,73
Absorcion baffle	416,00	468,00	858,00	1014,00	1014,00	949,00
NUEVO T20	3,66	3,10	2,16	1,87	1,64	1,24
ABSORCIÓN TOTAL (m2)	833,65	984,40	1412,92	1632,24	1865,01	2456,89
TR 20 mid = 2,01 s		BRILLO = 0,71			CALIDAD = 1,68	

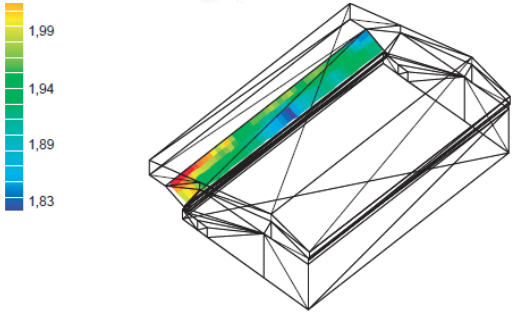


PROPUESTA DE MEJORA B



PLANO DE CUBIERTA





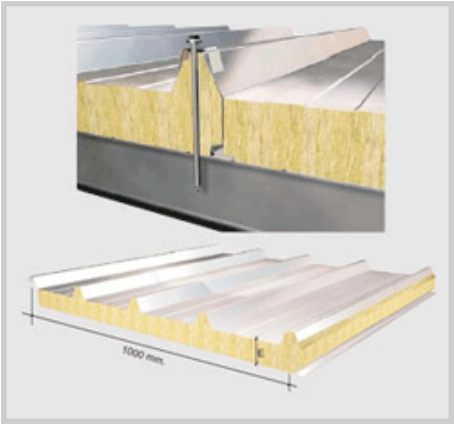
RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN		IMPORTE
01	PROPUESTA DE MEJORA B.....		55.081,00
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		**55.081,00**
	13,00 % Gastos generales.....	7.160,53	
	6,00 % Beneficio industrial.....	3.304,86	
	Suma.....		10.465,39
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA		**65.546,39**
	21% IVA.....		13.764,74
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		**79.311,13**

PROPUESTA DE MEJORA B

PROPUESTA DE MEJORA C

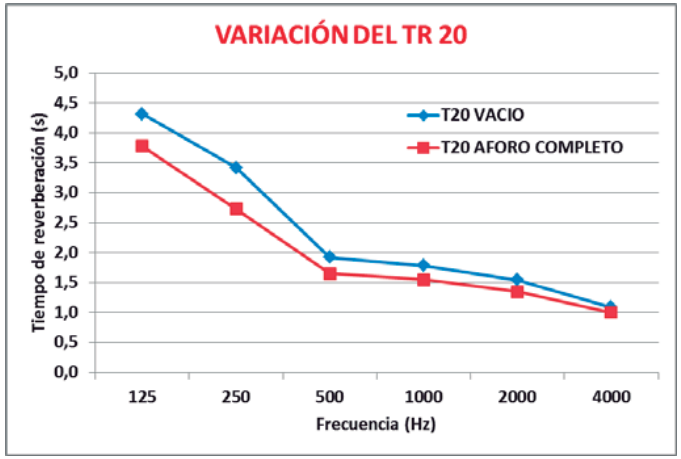
Sustitución de la cubierta por una cubierta acústica con el fin de bajar el tr mid a 1,6 segundos con el graderío completo.



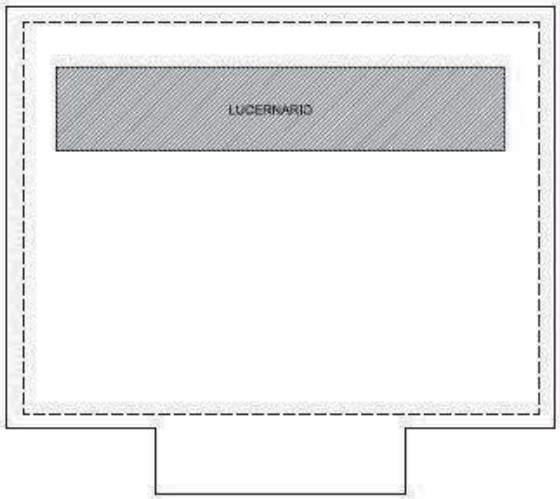
Características del Panel Cubierta 5 Grecas Acúsctico.

Espesor (mm)	Peso Paneles Kg/m²	K (Kcal/m².h.ºC)	K (W/m².k)	Aislamiento Acústico		Absorció Acústica		
				dBA	Rw	Ncr	aw	as (1Khz)
50	13.90	0.534	0.621	33	33.4	0.85	0.85	0.90
80	16.90	0.364	0.424	37	37.4	0.80	0.80	0.85
100	18.9	0.301	0.350	39.4	40.1	0.75	0.75	0.80

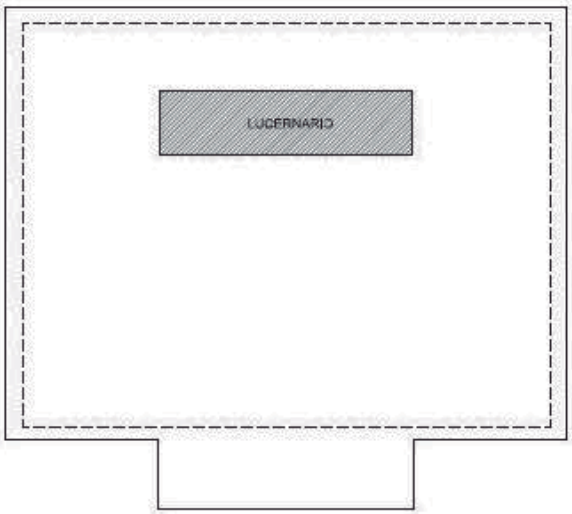
VOLUMEN= 18846,9		AFORO= 560			M2 CUBIERTA	1500
	125	250	500	1000	2000	4000
Media T20	9,64	10,44	10,27	8,47	5,40	2,44
C. Abs Persona sentada	0,18	0,40	0,46	0,46	0,51	0,46
Absorción público	100,80	224,00	257,60	257,60	285,60	257,60
Absorcion vacio	316,85	292,40	297,32	360,64	565,41	1250,29
C.Absorcion	0,26	0,40	0,86	0,90	0,94	1,03
Absorcion cubierta	390,00	600,00	1290,00	1350,00	1410,00	1545,00
NUEVO T20	3,78	2,73	1,65	1,55	1,35	1,00
ABSORCIÓN TOTAL (m2)	807,65	1116,40	1844,92	1968,24	2261,01	3052,89
TR mid = 1,60 s		BRILLO = 0,73			CALIDEZ = 2,03	



PROPUESTA DE MEJORA C



PLANO DE CUBIERTA ACTUAL

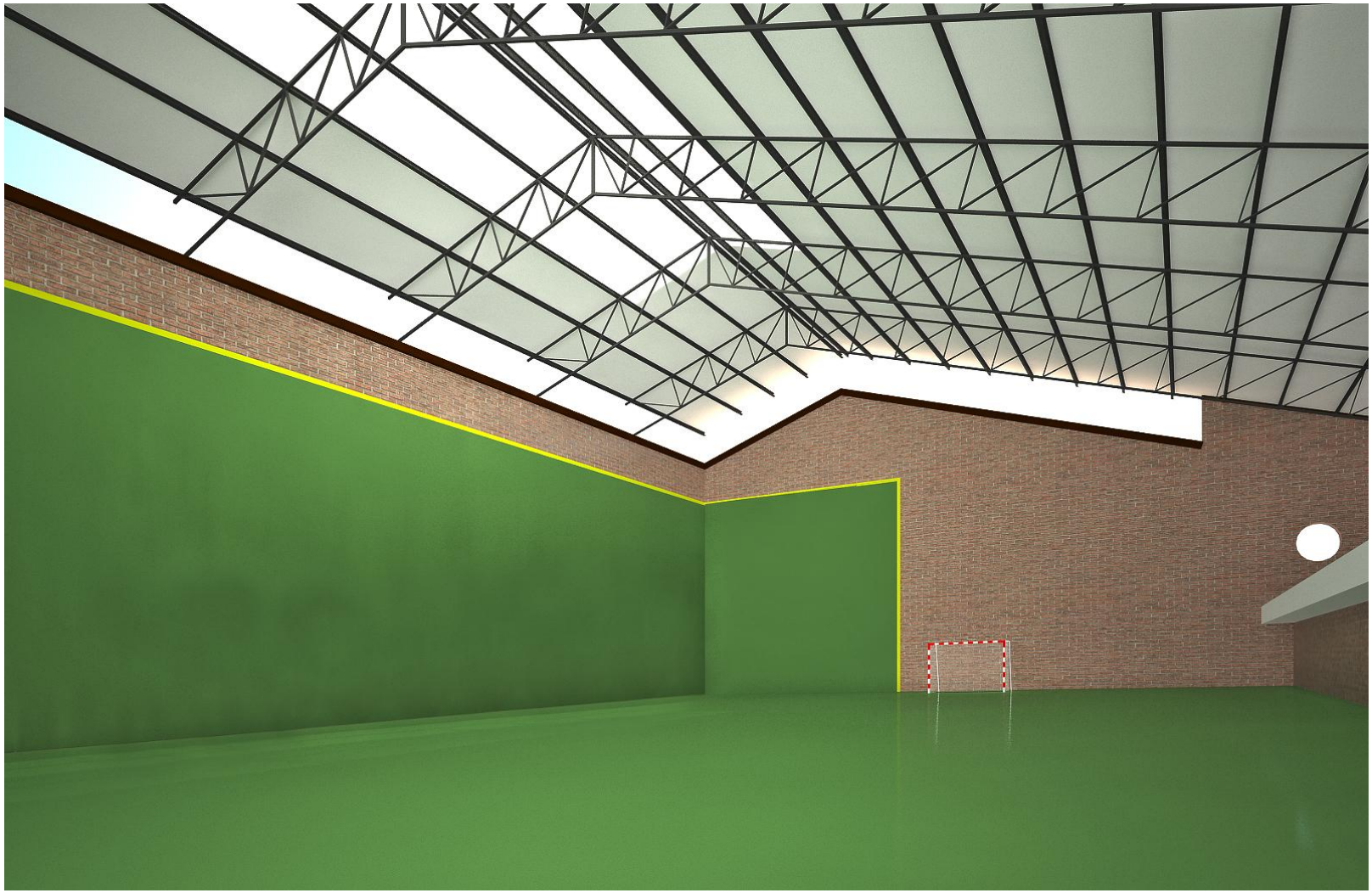


PLANO DE CUBIERTA PROPUESTA C

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN		IMPORTE
01	RETIRADA DE LA CUBIERTA EXISTENTE		23.284,86
02	MONTAJE DE LA CUBIERTA NUEVA		82.188,79
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		**105.473,65**
	13,00 % Gastos generales	13.711,57	
	6,00 % Beneficio industrial	6.328,42	
	Suma		20.039,99
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA		**125.513,64**
	21% IVA		26.357,86
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		**151.871,50**

PROPUESTA DE MEJORA C



COMPARACIÓN ECONÓMICA

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN		IMPORTE
01	RETIRADA DE LA CUBIERTA EXISTENTE		23.284,86
02	MONTAJE DE LA CUBIERTA NUEVA		55.845,50
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		**79.130,36**
	13,00 % Gastos generales	10.286,95	
	6,00 % Beneficio industrial	4.747,82	
	Suma		15.034,77
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA		**94.165,13**
	21% IVA		19.774,68
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		**113.939,81**

PROPUESTA DE MEJORA	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN MEJORA	SUSTITUCIÓN DE LA CUBIERTA	TOTAL
PROPUESTA A	112.865,85 €	113.939,81 €	226.805,66 €
PROPUESTA B	79.311,13 €	113.939,81 €	193.250,94 €
PROPUESTA C	153.089,97 €	Incluida en mejora	153.089,97 €

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Apuntes Área de Intensificación de Acústica Arquitectónica curso 2012/2013
- ✓ Libro: “Diseño acústico de espacios arquitectónicos”. Ediciones UPC. Antoni Carrión Isbert.
- ✓ Libro: “Fundamentos de Acústica”. Editorial Limusa.
- ✓ Libro: “Ingeniería Acústica. Teoría y aplicaciones”. Editorial Springer.
- ✓ Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HR: Protección frente al ruido.
- ✓ LEY 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León.
- ✓ Norma NIDE: “Proyecto de salas y pabellones del ministerio del ministerio de educación cultura y deporte”.
- ✓ UNE-EN ISO 140-5 1999 “Aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 5: Mediciones in situ del aislamiento acústico a ruido aéreo de elementos de fachadas y de fachadas”.
- ✓ UNE-EN ISO 717-1 1997 “Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo”.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Base de precios del Instituto Valenciano de la edificación
- ✓ Páginas web:
  - Casa Comercial Rockfon
    www.rockfon.es
  - Casa comercial Saint Gobain Transformados
    www.sgtransformados.com
  - Casa comercial Brüel & Kjaer
    www.bksv.es
  - Instituto Valencia de la Edificación
    www.five.es
  - Consejo Superior de Deportes
    www.csd.gob.es