

12.PROJECTE COMPLEMENTARI

PC1 ESTUDI DE GESTIÓ DE RESIDUS

ESTUDI DE GESTIÓ DE RESIDUS

Enderroc, Rehabilitació, Ampliació

REAL DECRETO 105/2008 , Regulador de la producció i gestió de residus de construcció i enderroc
 DECRET 89/2010, Regulador de la producció i gestió de residus de la construcció, i enderroc

tipus
 quantitats
 codificació

DECRET 21/2006 Adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència als edificis

IDENTIFICACIÓ DE L'EDIFICI

Obra:	Remodelació del Teatre Municipal de Montornès		
Situació:	Plaça Margarida Xirgu		
Municipi :	Montornès del Vallès	Comarca :	Barcelona

AVALUACIÓ I CARACTERÍSTIQUES DELS RESIDUS

Materials d'excavació (es considerin o no residus, mesurats sense esponjament)

Codificació residus LER	Pes	Volum
Ordre MAM/304/2002		
grava i sorra compacta	0,00	0,00
grava i sorra solta	78,20	46,00
argiles	0,00	0,00
terra vegetal	0,00	0,00
pedraplè	0,00	0,00
terres contaminades 170503	0,00	0,00
altres	0,00	0,00
totals d'excavació	78,20 t	46,00 m³

Destí de les terres i materials d'excavació

Els materials d'excavació que es reutilitzen a la mateixa obra o en una altra d'autoritzada, no es consideren residu sempre que el seu nou ús pugui ser acreditat. En una mateixa obra poden coexistir terres reutilitzades i terres portades a abocador	no es considera residu		és residu	
	reutilització		abocador	
	mateixa obra	altra obra		
	no	si	no	si

Residus d'enderroc

Codificació residus LER	Pes/m ² (tones/m ²)	Pes (tones)	Volum aparent/m ² (m ³ /m ²)	Volum aparent (m ³)
Ordre MAM/304/2002				
obra de fàbrica 170102	0,542	101,958	0,512	115,277
formigó 170101	0,084	213,645	0,062	157,845
petris 170107	0,052	15,335	0,082	10,434
metalls 170407	0,004	4,808	0,001	1,082
fustes 170201	0,023	0,533	0,066	1,474
vidre 170202	0,001	0,481	0,004	0,301
plàstics 170203	0,004	0,240	0,004	2,104
guixos 170802	0,027	0,000	0,004	0,000
betums 170302	0,009	2,700	0,001	0,360
fibrociment 170605	0,010	15,306	0,018	7,460
definir altres:	-	0,000	-	0,000
altre material 1	0,000	0,000	0,000	0,000
altre material 2	0,000	0,000	0,000	0,000
totals d'enderroc	0,7556	355,01 t	0,7544	296,34 m³

Residus de construcció

Codificació re:	Pes/m ² (tones/m ²)	Pes (tones)	Volum aparent/m ² (m ³ /m ²)	Volum aparent (m ³)
Ordre MAM/304/2				
sobrants d'execució	0,0500	79,0571	0,0896	82,4492
obra de fàbrica 170102	0,0150	33,7216	0,0407	37,4644
formigó 170101	0,0320	33,5651	0,0261	23,9790
petris 170107	0,0020	7,2351	0,0118	10,8619
guixos 170802	0,0039	3,6148	0,0097	8,9473
altres	0,0010	0,9205	0,0013	1,1967
embalatges	0,0380	3,9278	0,0285	26,2619
fustes 170201	0,0285	1,1110	0,0045	4,1423
plàstics 170203	0,0061	1,4544	0,0104	9,5272
paper i cartró 170904	0,0030	0,7640	0,0119	10,9355
metalls 170407	0,0004	0,5983	0,0018	1,6569
totals de construcció	0,0896	82,98 t	0,0285	108,71 m³

INVENTARI DE RESIDUS PERILLOSOS.

Dins l'obra s'han detectat aquests residus perillosos, els quals es separaran i gestionaran per separat per evitar que contamini altres residus

Materials de construcció que contenen amiant	si	altres	especificar	si
Residus que contenen hidrocarburs	-		especificar	-
Residus que contenen PCB	-		especificar	-
Terres contaminades	-		especificar	-

ESTUDI DE GESTIÓ DE RESIDUS

Enderroc, Rehabilitació, Ampliació

minimització
 gestió dins obra

MINIMITZACIÓ

PROJECTE, durant l'elaboració del projecte s'han pres les següents mesures per tal de minimitzar els residus	
1.- S'ha previst reutilitzar en obra parts dels materials que es retiren	si
2.- S'han optimitzat les seccions resistents de pilars, jàsseres, parets, fonaments, etc.	si
3.- L'adequació de l'edifici al terreny, genera un equilibri de moviments de terres	-
4.- El sistema constructiu és industrialitzat i prefabricat, es munta en obra sense generar gairebé residus	-
5.- S'ha previst el pas d'instal·lacions per cel rasos registrables i envans de cartró guix per evitar la realització de reg	si
6.-6.- Des d'un punt de vista de la disminució de la producció dels residus d'una forma global, s'han utilitzat materia	si

OBRA, a l'obra es duran a terme les accions següents

1.- Emmagatzematge adient de materials i productes	si
2.- Conservació de materials i productes dins el seu embalatge original fins al moment de la seva utilització	si
3.- Els materials granulars (graves, sorres, etc.) es dipositaran en contenidors rígids o sobre superfícies dures	-
4.-	-
5.-	-
6.-	-

ELEMENTS DE CONSTRUCCIÓ REUTILITZABLES

Element	Quantitat	Volum
fusta en bigues reutilitzables	0,00 t	0,00 m ³
fusta en llates, tarimes, parquetes reutilitzables o reciclables	0,00 t	0,00 m ³
acer en perfils reutilitzables	0,00 t	0,00 m ³
altres :	0,00 t	0,00 m ³
Total d'elements reutilitzables	0,00 t	0,00 m³

GESTIÓ (obra)

Excavació / Mov. terres	Volum m ³ (+20%)	reutilització		Terres per a l'abocador (m ³)
		a la mateixa obra	a altra autoritzada	
terra vegetal	0	0,00	0,00	0,00
graves/ sorres/ pedrapie	55,2	0,00	0,00	55,20
argiles	0	0,00	0,00	0,00
altres	0	0,00	0,00	0,00
terres contaminades	0	0,00	0,00	0,00
Total	55,2	0,00	0,00	55,20

SEPARACIÓ DE RESIDUS A OBRA. Cal separar individualitzadament en les fraccions següents si la generació per cadascú d'ells a l'obra supera les quantitats de ...

R.D. 105/2008	tones	Projecte	cal separar	tipus de residu
Formigó	80	247,21	si	inert
Maons, teules i ceràmics	40	135,68	si	inert
Metalls	2	5,41	si	no especial
Fusta	1	1,64	si	no especial
Vidres	1	0,48	no	no especial
Plàstics	0,50	1,00	si	no especial
Paper i cartró	0,50	0,76	si	no especial
Especials*	inapreciable	inapreciable	si	especial

* Dins els residus especials hi ha inclosos els envasos que contenen restes de matèries perilloses, vernissos, pintures, dissolvents, desencofrants, etc... i els materials que hagin estat contaminats per aquests. Tot i ser difícilment quantificables, estan presents a l'obra i es separaran i tractaran a part de la resta de residus

Malgrat no ser obligada per tots els tipus de residus, s'han previst operacions de destrua i recollida selectiva dels residus a l'obra en contenidors o espais reservats pels següents residus

		R.D. 105/2008		projecte*	
Inerts	Contenedor per Formigó	si	si	si	si
	Contenedor per Ceràmics (maons, teules...)	si	si	si	si
No especials	Contenedor per Metalls	si	si	si	si
	Contenedor per Fustes	si	si	si	si
	Contenedor per Plàstics	si	si	si	si
	Contenedor per Vidre	no	no	no	no
	Contenedor per Paper i cartró	si	si	si	si
Especials	Contenedor per Guixos i altres no especials	no	no	no	no
	Perillosos (un contenidor per cada tipus de residu es)	si	si	si	si

* A la cel·la projecte apareixen per defecte les dades del R.D. 105/2008. Es permet la possibilitat d'incrementar les fraccions que se separen, per poder-ne millorar la gestió, però en cap cas es permet no separar si el R.D. ho obliga.

ESTUDI DE GESTIÓ DE RESIDUS

Enderroc, Rehabilitació, Ampliació

gestió fora obra
pressupost

GESTIÓ (fora obra) els residus es gestionaran fora d'obra a:

Degut a la manca d'espai, les operacions de separació de residus les realitzarà fora de l'obra un gestor autoritzat	<input checked="" type="checkbox"/>
Instal·lacions de reciclatge i/o valorització	<input type="checkbox"/>
Dipòsit autoritzat de terres, enderroc i runes de la construcció	<input type="checkbox"/>

Tipus de residu i Nom, adreça i codi de gestor del residu			
tipus de residu	gestor	adreça	codi del gestor
Fibrociment	DC Castellolí	CAN PALA, S/N (08719) CASTELLOLI	E-01.89
Inerts	GR vallès oriental	CTRA. DE CARDEDEU A DOSRIUS,	E-680.99
No especials	GR vallès oriental	KM 6 I 6.5 08450 LLINARS DEL VALLES	E-680.99

PRESSUPOST

Sha considerat pel càlcul del pressupost estimatiu :	Costos*	
Les previsions de separació de l'apartat de gestió i :	Classificació a obra: entre 12-16 €/m³	12,00
Un esponjament mig de tot tipus de residu del 35%	transport: entre 5-8 €/m³ (mínim 100 €)	5,00
La distància mitjana al abocador : 15 Km	Abocador: runa neta (separada): entre 4-10 €/m³	4,00
Els residus especials i perillous en bidons de 200 l.	Abocador: runa bruta (barrejat): entre 15-25 €/m³	15,00
Contenidors de 5 m³ per cada tipus de residu	Especials** : num. transports a 200 €/transport	0
Lloguer de contenidors inclòs en el preu	Gestor terres: entre 5-15 €/m³	5,00
La gestió de terres inclou la seva caracterització***	Gestor terres contaminades: entre 70-90 €/m³	70,00

* Els preus recollits per l'OCT s'han obtingut dels abocadors i valoritzadors de Catalunya, que han subministrat dades (2008-2009)
 ** Malgrat ser de difícil quantificació, sempre hi haurà residus especials a obra, per tant sempre caldrà una previsió de nombre de transports per la seva correcta gestió
 *** La caracterització de terres o de qualsevol residu, permet saber amb exactitud quins elements contaminants o no, i amb quines proporcions hi són presents (dins el cost s'ha previst una caracterització, independentment del volum de terres. Cost de cada caracterització 1.000 euros)

RESIDU	Volum	Classificació	Transport	Valoritzador / Abocador	
Excavació	m³ (+20%)	12,00 €/m³	5,00 €/m³	5,00 €/m³	70,00 €/m³
Terres	55,20	2193,51	276,00	497,30	
Terres contaminades	0,00	-	-	-	0,00
			runa neta	runa bruta	
Construcció	m³ (+35%)		4,00 €/m³	15,00 €/m³	
Formigó	245,46	2.945,55	1.227,31	981,85	-
Maons i ceràmics	206,20	2.474,41	1.031,00	824,80	-
Petris barrejats	28,75	-	143,75	-	431,24
Metalls	3,70	44,37	18,49	14,79	-
Fusta	7,58	90,99	37,91	30,33	-
Vidres	0,41	-	100,00	-	6,09
Plàstics	15,70	188,43	78,51	62,81	-
Paper i cartró	14,76	177,16	73,81	59,05	-
Guixos i no especials	13,69	-	68,47	-	205,41
Altres	0,00	0,00	-	-	-
Perillous Especials	10,56	126,68	-	-	422,28
		6.047,58	3.055,26	2.470,93	1.065,02

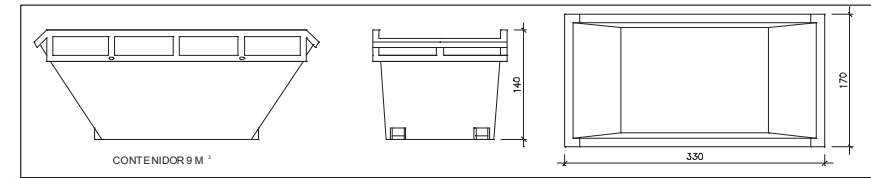
Elements Auxiliars		
Casetes d'emmagatzematge		0,00
Compactadores		0,00
Matxucadora de petris		0,00
Altres tipus de contenidors (per contenir líquids, beurades de formigó, etc.)		0,00
		0,00
		0,00

ESTUDI DE GESTIÓ DE RESIDUS

Enderroc, Rehabilitació, Ampliació

documentació gràfica

DOCUMENTACIÓ GRÀFICA. INSTAL·LACIONS PREVISTES : TIPUS I DIMENSIONS DE CONTENIDORS DE RESIDUS PER OBRES



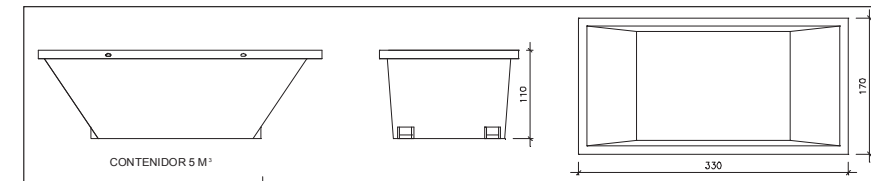
Contenedor 9 m³. Apte per a formigó, ceràmics, petris i fust

unitats



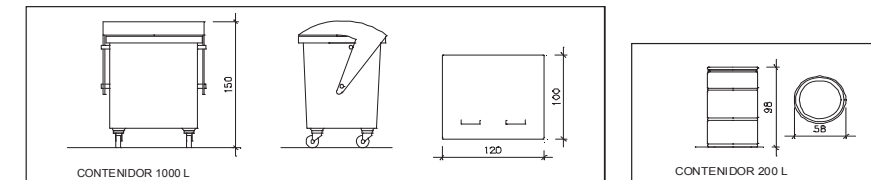
Contenedor 5 m³. Apte per a plàstics, paper i cartró, metalls i fusta

unitats



Contenedor 5 m³. Apte per a formigó, ceràmics, petris, fusta i metalls

unitats



Contenedor 1000 L. Apte per a paper i cartró, plàstics

unitats

Bidó 200 L. Apte per a residus especials

unitats

El Reial Decret 105/2008, estableix que cal facilitar plànols de les instal·lacions previstes per a emmagatzematge, maneig, separació i altres operacions de gestió dels residus dins l'obra, si s'escau.

Donada la tipologia del projecte i per tal de no duplicar informació, aquests plànols d'instal·lacions previstes són a:

Estudi de Seguretat i Salut	<input checked="" type="checkbox"/>
Annex 1 d'aquest Estudi de Gestió de Residus	<input type="checkbox"/>

Posteriorment aquests plànols poden ser objecte d'adaptació a les característiques particulars de l'obra i els seus sistemes d'execució, previ acord de la direcció facultativa.

A més dels elements descrits, tal i com consta al pressupost, a l'obra hi haurà altres instal·lacions com :

Casetes d'emmagatzematge	-
Compactadores	-
Matxucadora de petris	-
Altres tipus de contenidors (per contenir líquids, beurades de formigó, etc.)	-
	-
	-

ESTUDI DE GESTIÓ DE RESIDUS

Enderroc, Rehabilitació,
plec de condicions
tècniques

Les operacions destinades a la tria, classificació, transport i disposició dels residus generats a obra, s'ajustaran al que determina el Pla de Gestió de Residus elaborat per el Contractista, aprovat per la Direcció Facultativa i acceptat per la Propietat.
Aquest Pla ha estat elaborat en base a l'Estudi de Gestió de Residus, que s'inclou al projecte.
Si degut a modificacions en l'execució de l'obra o d'altres, cal fer modificacions a la gestió en obra dels residus, aquestes modificacions es documentaran per escrit i seran aprovades si s'escau per la Direcció Facultativa i se'n donarà comunicació per a la seva acceptació a la Propietat.

ESTUDI DE GESTIÓ DE RESIDUS

Enderroc, Rehabilitació,
fiança

FIANÇA

FIANÇA MUNICIPAL SEGONS DECRET 89/2010

Per les característiques del projecte, de com s'executarà l'obra i donades les operacions de minimització abans descrites, el càlcul inicial de generació de residus, a efectes del càlcul de la fiança, s'estima que es podrà reduir en un percentatge del:

Previsió inicial de l'Estudi	Percentatge de reducció per minimització	Previsió final de l'Estudi
Total excavació (tones) 96,60 T		96,60 T
Total construcció i enderroc (tones) 437,99 T	0,00 %	437,99 T

Si per les previsions del Pla de gestió de residus (que ha d'elaborar el contractista), es modifiquen les previsions de generació de residus, per causa de modificació dels procediments de treball o en l'execució de les obres, aquest document s'actualitzarà i les noves dades es faran arribar a :

L'Ajuntament d'/de **Montornès del Vallès**

Càlcul de la fiança			
Residus d'excavació *	96,6 T	11 euros/T	1062,60 euros
Residus de construcció i enderroc *	437,99 T	11 euros/T	4817,89 euros
PES TOTAL DELS RESIDUS			534,6 Tones
Total fiança **			5.880,49 euros

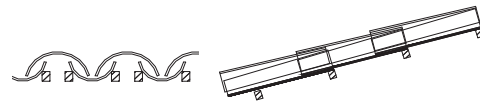
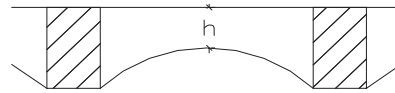
* Trassessar les dades dels totals d'excavació i construcció de la Previsió final de L'Estudi (apartat superior)
** Fiança mínima 150€

Residus d'enderroc de construcció tipus : habitatge d'obra de fàbrica				
Superfície a enderrocar	0 m ²			
	Pes (tones/m ²)	Pes residus (tones)	Volum aparent (m ³ /m ²)	Volum aparent (m ³)
obra de fàbrica	0,542	0	0,512	0
formigó	0,084	0	0,062	0
petris	0,052	0	0,082	0
metalls	0,004	0	0,0009	0
fustes	0,023	0	0,0663	0
vidre	0,0006	0	0,004	0
plàstics	0,004	0	0,004	0
altres	0,004	0	0,008	0
residu d'enderroc	0,7136	0,00 t	0,7392	0,00 m³
Residus d'enderroc de construcció tipus: habitatge d'estructura de formigó				
Superfície a enderrocar	300 m ²			
	Pes (tones/m ²)	Pes residus (tones)	Volum aparent (m ³ /m ²)	Volum aparent (m ³)
obra de fàbrica	0,338	101,4	0,3825	114,75
formigó	0,711	213,3	0,5253	157,59
petris	0,051	15,3	0,0347	10,41
metalls	0,016	4,8	0,0036	1,08
fustes	0,0017	0,51	0,0047	1,41
vidre	0,0016	0,48	0,001	0,3
plàstics	0,0008	0,24	0,007	2,1
betum	0,009	2,7	0,0012	0,36
altres	0,009	2,7	0,00153	0,459
residu d'enderroc	1,1381	341,43 t	0,96153	288,46 m³
Residus d'enderroc de construcció tipus: nau industrial d'obra de fàbrica				
Superfície a enderrocar	m ²			
	Pes (tones/m ²)	Pes residus (tones)	Volum aparent (m ³ /m ²)	Volum aparent (m ³)
obra de fàbrica	0,558	0,558	0,527	0,527
formigó	0,345	0,345	0,255	0,255
petris	0,035	0,035	0,024	0,024
metalls	0,0078	0,0078	0,0017	0,0017
fustes	0,023	0,023	0,0644	0,0644
vidre	0,0008	0,0008	0,0005	0,0005
plàstics	0,0004	0,0004	0,004	0,004
altres	0,006	0,006	0,001	0,001
residu enderroc	0,976	0,98 t	0,8776	0,88 m³
Residus d'enderroc de vials (no inclou excavació de rases)				
Superfície a enderrocar	0,00 m ²			
	Pes (tones/m ²)	Pes residus (tones)	Volum aparent (m ³ /m ²)	Volum aparent (m ³)
granulats	0,42	0,000	0,3	0,00
betums	0,195	0,000	0,25	0,00
altres	0,005	0,000	0,002	0,00
residu enderroc vials	0,62	0,00 t	0,552	0,00 m³

enderroc total, vials

Residus d'enderroc en rehabilitació: enderroc parcial (partides d'obra mesurades en m ³)					
	Volum medició (m ³)	Densitat (tones/m ³)	Pes residus (tones)	Volum aparent (m ³)	
obra de fàbrica massissa	0,00	1,8	0,00	0,00	
obra de fàbrica perforada	0,00	1,5	0,00	0,00	
obra de fàbrica buida	0,00	1,2	0,00	0,00	
formigó armat	0,00	2,5	0,00	0,00	
paret de mamposteria	0,00	2,6	0,00	0,00	
metalls (acer)	0,00	7,85	0,00	0,00	
fustes	0,00	0,8	0,00	0,00	
definir altres:	0,00	0,0	0,00	0,00	
Residus d'enderroc en rehabilitació: enderroc parcial (medició en m ²)					
	Superfície de medició (m ²)	Volum (m ³ /m ²)	Pes (tones/m ²)	Pes residus (tones)	Volum aparent (m ³)
parets i murs					
obra de fàbrica massissa :	0,00	0,065	0,105	0,00	0,00
envà de 4-5 cm enguixat dues cares					
obra de fàbrica massissa :	0,00	0,17	0,294	0,00	0,00
paret de 15 cm enguixada dues cares					
obra de fàbrica massissa :	0,00	0,32	0,564	0,00	0,00
paret de 30 cm enguixada dues cares					
obra de fàbrica buida:	0,00	0,065	0,078	0,00	0,00
envà de 4-5 cm enguixat dues cares					
obra de fàbrica buida:	0,00	0,016	0,192	0,00	0,00
paret de 14 cm enguixada dues cares					
paret de mamposteria	0,00	0,5	1,3	0,00	0,00
de pedra calcària o granítica. 50 cm gruix					
sostre amb biguetes metàl·liques					
Amb revoltó de rajola, intereix 70cm, sense capa de compressió . Alçada de perfil h=variable. El resultat corresponent al perfil s'incorpora a acer reutilitzable.					
sostre amb biguetes	0,00	0,07948	0,11726	0,00	0,00
IPN-IPE 100					
sostre amb biguetes	0,00	0,103	0,14571	0,00	0,00
IPN-IPE 160					
sostre amb biguetes	0,00	0,112	0,17157	0,00	0,00
IPN-IPE 200					
sostre amb biguetes	0,00	0,1232	0,198	0,00	0,00
IPN-IPE 240					
sostre amb bigues de formigó					
Amb revoltó de maó, intereix 70 cm, sense capa de compressió. Alçada de biga h= variable.					
cantell 16 cm	0,00	0,11	0,18	0,00	0,00
cantell 20 cm	0,00	0,12	0,22	0,00	0,00
cantell 24 cm	0,00	0,13	0,28	0,00	0,00
sostre amb bigues de formigó					
Amb revoltó ceràmic (bovedilla), intereix 70 cm, sense capa de compressió .Alçada de biga h= variable.					
cantell 16 cm	0,00	0,16	0,1	0,00	0,00
cantell 20 cm	0,00	0,2	0,13	0,00	0,00
cantell 24 cm	0,00	0,24	0,16	0,00	0,00
sostre amb bigues de formigó					
Amb revoltó de formigó, intereix 70 cm, sense capa de compressió. Alçada de biga h= variable.					
biga i revoltó formigó h=16	0,00	0,16	0,12	0,00	0,00
biga i revoltó formigó h=20	0,00	0,2	0,15	0,00	0,00
biga i revoltó formigó h=24	0,00	0,24	0,18	0,00	0,00
llosa de ceràmica armada , intereix 50-60 cm (sostre ceràmic)					
cantell 12 cm	0,00	0,12	0,15	0,00	0,00
cantell 15 cm	0,00	0,15	0,18	0,00	0,00
cantell 20 cm	0,00	0,2	0,24	0,00	0,00

	Superfície de medició (m²)	Volum (m³/m²)	Pes (tones/m²)	Pes residus (tones)	Volum aparent (m³)
losa de formigó armat					
cantell 8 cm	0,00	0,08	0,19	0,00	0,00
cantell 10 cm	0,00	0,1	0,24	0,00	0,00
cantell 12 cm	0,00	0,12	0,29	0,00	0,00
cantell 15 cm	0,00	0,15	0,36	0,00	0,00
cantell 20 cm	0,00	0,2	0,48	0,00	0,00
sostres amb bigues de fusta i tarima de fusta, intereix 50 cm					
El resultat corresponent de les bigues i les tarimes s'afegeix a fustes reutilitzables					
biga 16x10, tarima 2,5cm	0,00	0,041	0,0246	0,00	0,00
biga 15x15, tarima 2,5cm	0,00	0,0475	0,0285	0,00	0,00
biga 20x12, tarima 2,5cm	0,00	0,049	0,0294	0,00	0,00
biga 24x14, tarima 2,5cm	0,00	0,061	0,0366	0,00	0,00
sostres amb bigues de fusta i revoltó de guix o maó, intereix 50 cm					
El resultat corresponent de les bigues s'afegeix a fustes reutilitzables					
biga 16x10, revoltó h=8 cm	0,00	0,0854	0,075	0,00	0,00
biga 15x15, revoltó h=8 cm	0,00	0,0732	0,066	0,00	0,00
biga 20x12, revoltó h=10 cm	0,00	0,097	0,09	0,00	0,00
biga 24x14, revoltó h=12 cm	0,00	0,1122	0,105	0,00	0,00
capes de compressió de sostres i forjats amb					
2 cm de guix	0,00	0,02	0,05	0,00	0,00
3 cm de guix	0,00	0,03	0,075	0,00	0,00
4 cm de guix	0,00	0,04	0,1	0,00	0,00
5 cm de guix	0,00	0,05	0,125	0,00	0,00
cobertes (acabat)					
amidament per superfície de coberta, no de la projecció en planta els resultats dels elements que tenen fusta, es passen a fustes reutilitzables					
teules àrabs velles, preses amb 3 cm de morter. pes teula 2,4 kg / peça	0,00	0,0634	0,12	0,00	0,00
teules àrabs noves preses amb 3 cm de morter. pes teula 2 kg /peça	0,00	0,0577	0,11	0,00	0,00
teules àrabs velles col.locades a llata per canal o salt de garsa, pes teula 2,4 kg /peça	0,00	0,04173	0,065	0,00	0,00
pissarra vella sobre empostissat de fusta de 2-2,5 cm de guix	0,00	0,0125	0,02	0,00	0,00
doblat de rasilla col.locat amb 3 cm de morter	0,00	0,025	0,1	0,00	0,00
cobertes (base i pendent)					
encadellat ceràmic de 3,5 cm de guix	0,00	0,035	0,042	0,00	0,00
maó massís 4 cm guix	0,00	0,04	0,072	0,00	0,00
sorra o morter de pendents (guix unitari 1 cm)	0,00	0,1	0,18	0,00	0,00
envans de sostremort de maó massís de 4 cm i 20% de forats	0,00	0,032	0,0576	0,00	0,00
envans de sostremort de maó buit de 4,5cm i 20% de forats	0,00	0,036	0,0432	0,00	0,00
envans de sostremort de totxana de 9 cm i 20% de forats	0,00	0,072	0,0864	0,00	0,00



cel rasos					
cel-ras de placa d'escaiola enguixada per sota	0,00	0,023	0,02875	0,00	0,00
cel ras de canyís enguixat	0,00	0,017	0,016	0,00	0,00
cel ras de cartró guix de 15 mm de guix	0,00	0,015	0,0117	0,00	0,00
paviments					
els resultats dels elements que tenen fusta, es passen a fustes reutilitzables					
rajola hidràulica o ceràmica guix total 3 cm	0,00	0,03	0,05	0,00	0,00
rajola hidràulica o ceràmica guix total 5 cm	0,00	0,05	0,08	0,00	0,00
rajola hidràulica o ceràmica guix total 7 cm	0,00	0,07	0,11	0,00	0,00
terratzo sobre morter guix total 5 cm	0,00	0,05	0,08	0,00	0,00
tarima de fusta de 2cm sobre llatas cada 35 cm.	0,00	0,0234285	0,03	0,00	0,00
parquet, tarima 2 cm sobre llatas cada 35 cm	0,00	0,0334285	0,04	0,00	0,00
parquet encolat o flotant, (guix unitari 1 cm)	0,00	0,01	0,075	0,00	0,00
revestiments					
enguixat	0,00	0,01	0,012	0,00	0,00
arrebossat de ciment	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00
arrebossat de calç, estuc	0,00	0,01	0,016	0,00	0,00
enrajolat de paret, inclòs arrebossat	0,00	0,03	0,034	0,00	0,00
enrajolat de paret, sense arrebossat	0,00	0,007	0,014	0,00	0,00
altres					
vidres. vidre senzill, guix nominal 1 cm	0,00	0,001	0,025	0,00	0,00
fibrociment en plaques, amb o sense amiant, guix placa ondulada 6 mm. Per a conductes: diàmetre x 3,14 x longitud	700,00	0,01	0,018	12,60	7,00
altre material 1					
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
altre material 2					
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Resum de residus d'enderroc parcial durant la construcció		
	pes T	volum m ³
parets i murs de fàbrica	0,000	0,00
murs de mamposteria, pedra	0,000	0,00
sostres amb bigues metàl·liques	0,000	0,00
sostres amb bigues de formigó	0,000	0,00
llosa de ceràmica armada	0,000	0,00
formigó armat	0,000	0,00
sostre amb bigues de fusta i tarima de fusta	0,000	0,00
sostre amb bigues de fusta i revoltó de guix o maó	0,000	0,00
capa de compressió de sostres i forjats amb armat	0,000	0,00
cobertes (acabat)	0,000	0,00
cobertes (base i pendents)	0,000	0,00
cel rasos	0,000	0,00
paviments	0,000	0,00
revestiments	0,000	0,00
vidres	0,000	0,00
fibrociment en plaques	12,600	7,00
altre material 1	0,000	0,00
altre material 2	0,000	0,00
Residus d'enderroc en rehabilitació i reforma d'edifici	12,600 T	7,00 m³

Resum de residus d'enderroc reutilitzables					
				Tones	m ³
fusta , bigues reutilitzables	bigues 16x10 cm	0,032	0,025	0,000	0,00
	bigues 15x15 cm	0,045	0,036	0,000	0,00
	bigues 20x12 cm	0,048	0,04	0,000	0,00
	bigues 24x14 cm	0,0672	0,055	0,000	0,00
empostissats, tarimes, llates	2-2,5 cm gruix	0,025	0,015	0,000	0,00
fusta sense format				0,000	0,00
acer , perfils reutilitzables	IPN h=10	0,0015142	0,01274	0,000	0,00
	IPN h=16	0,0032857	0,0242857	0,000	0,00
	IPN h=20	0,0047837	0,0384285	0,000	0,00
	IPN h=24	0,0065857	0,0517	0,000	0,00
	varis			0,000	0,00
altres elements susceptibles de ser reutilitzats:				0,00	0,00

Residus d'excavació			
Tipus de terres d'excavació	Volum (m ³)	Densitat residu real (tones/m ³)	Pes residu (tones)
grava i sorra compacta	0,00	2	0,00
grava i sorra solta	46,00	1,7	78,20
argiles	0,00	2,1	0,00
terra vegetal	0,00	1,7	0,00
pedraplè	0,00	1,8	0,00
terres contaminades	0,00	1,8	0,00
altres	0,00	1	0,00
Total residu excavació	46,00 m³		78,20 t
			46,00 m³

Residus de rehabilitació (construcció) (superfície d'obra nova equivalent, per al càlcul de residus)

superfície de reforma o rehabilitació 1.647,00 m²

Tipus de rehabilitació	
Rehabilitació integral	0,9
Reforma afectant elements estructurals	0,7
Reforma no afectant elements estructurals	0,5
Reforma poca entitat	0,3
	0,7

Percentatge aproximat del pressupost corresponent a l'enderroc de la rehabilitació respecte el pressupost d'execució de la rehabilitació en % (20% màxim)

20,00 %

superfície d'obra nova equivalent 823,50 m²

Residus de rehabilitació (construcció)				
Superfície equivalent	823,50 m ²			
	Pes (tones/m ²)	Pes residus (tones)	Volum aparent (m ³ /m ²)	Volum aparent (m ³)
sobrants d'execució	0,0859	70,7263	0,0896	73,7609
obra de fàbrica	0,0366	30,1681	0,0407	33,5165
formigó	0,0365	30,0281	0,0261	21,4522
petris	0,0079	6,4727	0,0118	9,7173
guixos	0,0039	3,2339	0,0097	8,0044
altres	0,0010	0,8235	0,0013	1,0706
embalatges	0,0043	3,5139	0,0285	23,4945
fustes	0,0012	0,9940	0,0045	3,7058
plàstics	0,0016	1,3011	0,0104	8,5232
paper i cartró	0,0008	0,6835	0,0119	9,7832
metalls	0,0007	0,5353	0,0018	1,4823
Residu de rehabilitació (construcció)	0,090152	74,24 t	0,1181	97,26 m³

PC2 ESTUDI GEOTÈCNIC

**-GEOTEX
-SUELO TEST**

**GENER 2017
GENER 1994**



SUELOTEST, S. II.

GEÓLOGOS CONSULTORES

VENTALLÓ, 75 - 77, ENTLO. 2.ª - TEL. 284 10 49 - 08025 BARCELONA

MECANICA DEL SUELO
GEOTECNIA
HIDROGEOLOGIA
SONDEOS DE RECONOCIMIENTO



Ajuntament de Montornès del Vallès

D. ENRIQUE MARROQUIN MONEDERO

- Arquitecto -

Estudio Geotécnico realizado en un solar situado en la Avda. Onze de Setembre de MONTORNES DEL VALLES (Barcelona)

INFORME

INFORME 3597/1/94

Página 3



Ajuntament de Montornès del Vallès

1.- INTRODUCCION.

A petición de D. ENRIQUE MARROQUIN MONEDERO, Arquitecto, se ha realizado en el lugar indicado en el Plano adjunto un Estudio Geotécnico a fin de determinar:

- a) Los materiales que forman el subsuelo del área interesada.
- b) Las características mecánicas de las diferentes formaciones, obtenidas por medio de ensayos de campo.
- c) Cota y sistemas de cimentación mas favorables.

SUELOTEST



SUELOTEST, S. II.

GEÓLOGOS CONSULTORES

VENTALLÓ, 75 - 77, ENTLO. 2.^a - TEL. 284 10 49 - 08025 BARCELONA

MECANICA DEL SUELO
GEOTECNIA
HIDROGEOLOGIA
SONDEOS DE RECONOCIMIENTO



Ajuntament de Montornès del Vallès

D. ENRIQUE MARROQUIN MONEDERO

- Arquitecto -

Estudio Geotécnico realizado en un solar situado en la Avda. Onze de Setembre de MONTORNES DEL VALLES (Barcelona)

INFORME

INFORME 3597/1/94

Página 3



Ajuntament de Montornès del Vallès

1.- INTRODUCCION.

A petición de D. ENRIQUE MARROQUIN MONEDERO, Arquitecto, se ha realizado en el lugar indicado en el Plano adjunto un Estudio Geotécnico a fin de determinar:

- a) Los materiales que forman el subsuelo del área interesada.
- b) Las características mecánicas de las diferentes formaciones, obtenidas por medio de ensayos de campo.
- c) Cota y sistemas de cimentación mas favorables.

SUELOTEST



2.- METODOLOGIA DE TRABAJO.

La fase de obra se ha realizado durante la segunda quincena de Diciembre de 1993 y ha consistido en la ejecución 7 sondeos de reconocimiento, cuya situación se representa en el adjunto Plano N° 1, que han permitido determinar los materiales presentes en el subsuelo.

Los sondeos se realizaron con un equipo de perforación del tipo Mobile Drill por el sistema de rotación con extracción de muestra continua.

La labor fué complementada en el campo con la ejecución de ensayos de penetración standard (S.P.T.). Dichos ensayos consisten en la hincada en el fondo de la perforación y conforme se avanza en la misma de un tomamuestras de dimensiones normalizadas mediante el golpeo con una



maza de 63,5 Kg de peso que cae libremente desde 76,2 cm de altura. El número de golpes, "N", necesarios para hincar 30 cm. el tomamuestras da una visión acerca de la densidad (compacidad) de los materiales y de ahí deducir las presiones admisibles.

Se realizaron un total de 32 ensayos de penetración standard a diferentes profundidades, según puede apreciarse en los registros de los sondeos adjuntos.

* * * * *



3.- MATERIALES.

La zona estudiada se sitúa, geológicamente considerada, sobre depósitos cuaternarios de origen aluvial que cubren una formación de edad paleozóica.

Si nos atenemos al detalle del solar que nos ocupa, la sucesión estratigráfica de materiales deducida de acuerdo con los sondeos realizados, se concreta en los siguientes niveles encontrados:

Superficialmente aparecen materiales heterogéneos de relleno artificial con un espesor que oscila entre 3,40 - 3,80 m.

En el S.7, que se encuentra situado en la zona más baja del solar, la potencia de estos materiales es de 0,30 m.

A continuación se halla una capa de limo de tonalidad marrón-grisácea que puede incluir niveles arenosos, que en algunos sondeos pueden llegar a ser predominantes. Se presenta bastante húmedo y con una consistencia baja, como han puesto de manifiesto los ensayos realizados:

S.P.T. $6 \leq N \leq 13$

llega hasta 4,80 - 6,0 m de profundidad.

Por debajo sigue una capa de arena arcillosa con gravillas, en general de baja densidad relativa:

S.P.T. $7 \leq N \leq 25$

llega hasta 6,20 - 8,0 m de profundidad respecto de la boca de inicio de los sondeos.

Después la arena se encuentra mezclada con gravas y presenta una mayor densidad relativa:

S.P.T. $N \geq 31$

llega hasta 7,20 - 9,20 m de profundidad.

A partir de estas cotas comienza una formación de granito alterado (sauló), inicialmente algo meteorizado pero que adquiere gradualmente en profundidad una gran consistencia, como han constatado los ensayos

realizados, en los que se ha obtenido "rechazo".

La continuidad de la citada formación se ha comprobado hasta los 12,0 metros de profundidad, máxima alcanzada por los sondeos.

4.- HIDROLOGIA SUBTERRANEA.

El nivel freático medido al finalizar los sondeos, se situaba hacia 6,20 metros de profundidad, respecto de la boca de inicio de los mismos. En el S.7 se encontraba a 2,80 m de profundidad.

5.- RECOMENDACIONES.

Se trata de estudiar la cimentación para el proyecto de ejecución de Edificios de Viviendas con 1 sótano.

Las soluciones de cimentación que se ofrecen seguidamente proceden de una valoración de los datos obtenidos durante la exploración del subsuelo, con los criterios tendentes a que las mismas cumplan con las condiciones de:

- Estabilidad general de la obra.
- Asentamientos admisibles.

5.1.- Cimentación Superficial.

Podría reposar en la capa de limo marrón-grisáceo con intercalaciones de arenas que se encuentra a partir de 3,40 - 3,80 m de profundidad.

Dada la baja consistencia y las heterogeneidades detectadas en dicha capa, aconsejamos una solución de cimentación mediante losa continua.

La carga admisible del terreno se ha calculado de acuerdo con los resultados de los S.P.T. realizados en los sondeos.

Dicha presión admisible se ha estimado en :

$$Q_a = 0,5 \text{ Kg/cm}^2$$

La capacidad portante del terreno se ha calculado de manera que los asentamientos máximos que puedan provocarse no excedan de dos pulgadas, admisibles por una solución de cimentación como la propuesta.

5.2.- Cimentación Profunda. Pilotaje.

Para el dimensionado de los pilotes, se considerará que difieren la carga al terreno por resistencia en punta y rozamiento lateral en la

parte de fuste en contacto con la formación de granito alterado (sauló), que se encuentra a partir de 7,20 - 7,90 m de profundidad respecto de la zona no excavada del solar.

La disposición en número de pilotes y esquema de distribución de los mismos se ajustará en función de las cargas a transmitir por el grupo.

A título orientativo, consideramos que empotrando los pilotes en la formación portante recomendada una longitud del orden de 6 veces su diámetro podrían trabajar a su resistencia estructural, que en el caso de pilotes excavados es del orden de 30 Kg/cm².

Dadas las características mecánicas de los materiales que constituyen el subsuelo investigado, se evidencia como modelo de pilote más idóneo el ejecutado "in situ" mediante extracción de tierras y hormigonado por el tubo central de la barrena (CPI-8).

No obstante, a la vista de los datos proporcionados por el presente Estudio, el gabinete de cálculo de la cimentación de acuerdo con las particularidades del Proyecto, estará en condiciones de proponer el modelo y características técnicas que deben reunir los pilotes.

Quedamos a disposición de la Dirección del Proyecto para cualquier consulta o aclaración que estimara oportuna.

Barcelona, Enero de 1994

Por SUELOTEST S.L.

Juan Lanzuela

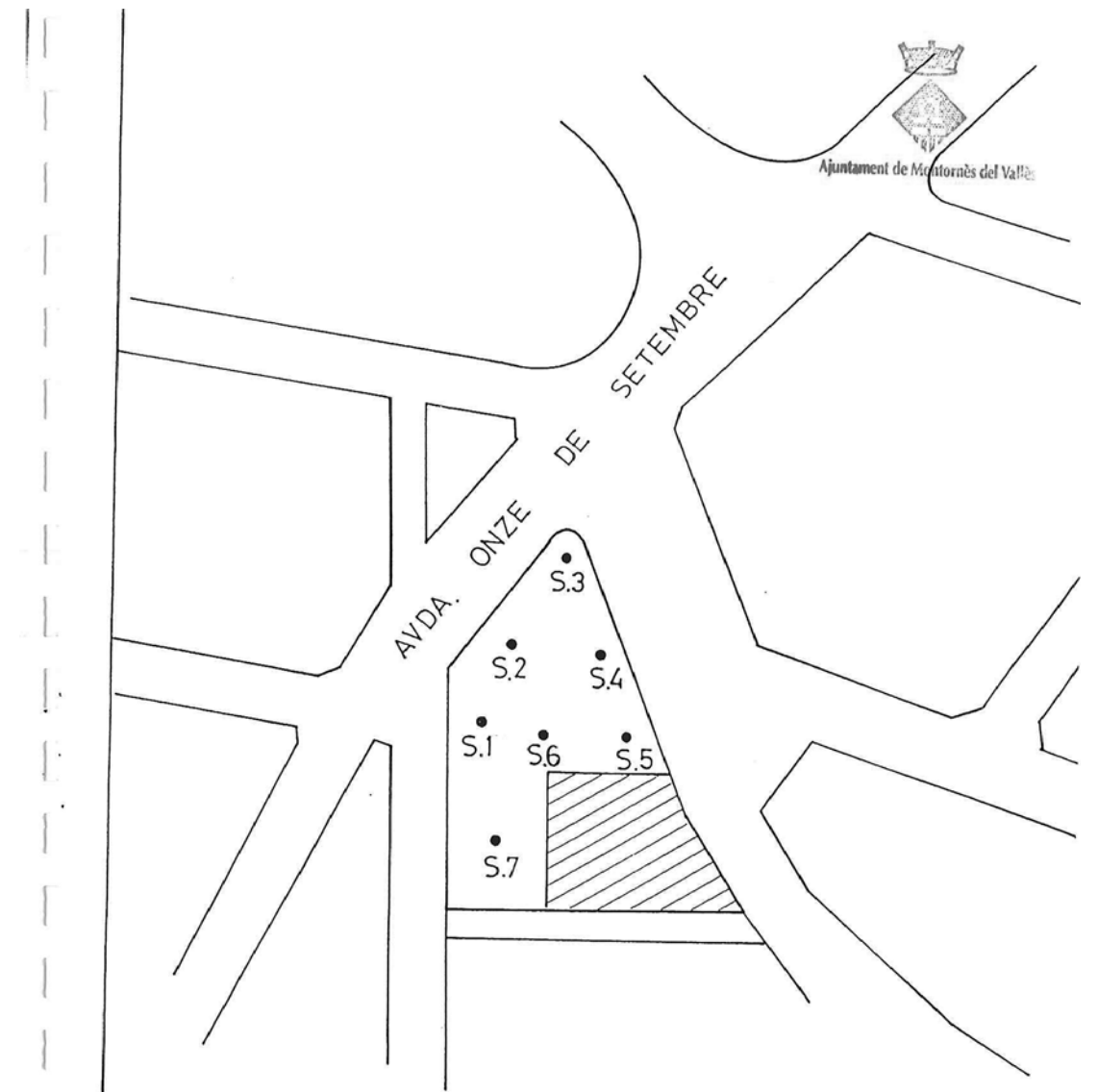
Fdo. D. Sanz Lanzuela

Geólogo

Colegiado N° 1376



PLANOS



SITUACION DE SONDEOS

Escala 1/1000

PLANO Nº 1

SONDEOS




SONDEO 1

NIVEL FREÁTICO	CORTE VERTICAL LITOLÓGICO		NATURALEZA DEL TERRENO	MUESTRAS (S.P.T.)		ENSAYO STANDARD				
	PROFUN. (m.)	REPRES. GRÁFICA		TIPO	COTAS	20	40	60	80	
	1	*	Rellenos	SPT	1.4 - 2	6				
	2	*								
	3	*								
	4	—	Limo marrón-grisáceo	SPT	4 - 4.6	13				
	5	—								
	6	—	Arena muy arcillosa con gravillas, húmeda	SPT	6.2 - 6.8	11				
	7	—								
	8	—	Arenas arcillosas con gravas	SPT	8.4 - 9	45				
	9	—								
	10	+	Granito alterado (sauló)	SPT	10.8 - 11	8				
	11	+								
	12	+								
	13									
	14									
	15									
	16									
	17									
	18									
	19									
	20									
	21									
	22									
	23									

NOTAS (1)
 S.P.T. Ensayo de penetración standard
 H.A. Muestra alterada
 H.I. Muestra inalterada
 T.P. Testigo parafinado



SUELOTEST

INFORME 3597/1/94

SONDEO 2

NIVEL FREÁTICO	CORTE VERTICAL LITOLÓGICO		NATURALEZA DEL TERRENO	MUESTRAS Ajustament de Montornès del Vallès		ENSAYO STANDARD N. GOLPES/30 cm					
	PROFUN. (m.)	REPRES. GRAFICA		TIPO	COTAS	20	40	60	80		
										ENSAYOS	
	1	*	Rellenos	SPT	1 - 1.6					13	
	2	*									
	3	*									
	4	—	Limo marrón-grisáceo	SPT	4 - 4.6					12	
	5	—									
	6	•••	Arena muy arcillosa con gravillas, húmeda	SPT	6 - 6.6					20	
	7	•••									
	8	•••	Arenas arcillosas con gravas	SPT	8.4 - 9					35	
	9	•••									
	10	+	Granito alterado (sauló)	SPT	10 - 10.3					R	
	11	+									
	12										
	13										
	14										
	15										
	16										
	17										
	18										
	19										
	20										
	21										
	22										
	23										

NOTAS (1)
 S.P.T. Ensayo de penetración standard
 M.A. Muestra alterada
 M.L. Muestra inalterada
 T.P. Testigo parafinado



SUELOTEST

INFORME 3597/1/94

SONDEO 3

NIVEL FREÁTICO	CORTE VERTICAL LITOLÓGICO		NATURALEZA DEL TERRENO	MUESTRAS Y ENSAYOS		ENSAYO STANDARD (S.P.T.) N. GOLPES/30 cm					
	PROFUN. (m.)	REPRES. GRAFICA		TIPO	COTAS	20	40	60	80		
										ENSAYOS	
	1	*	Rellenos	SPT	1 - 1.6					25	
	2	*									
	3	*									
	4	•••	Arena arcillosa marrón con gravillas	SPT	4 - 4.6					24	
	5	•••									
	6	•••	Arenas arcillosas con gravas	SPT	6 - 6.6					36	
	7	•••									
	8	•••	Granito alterado (sauló)	SPT	8 - 8.6					32	
	9	•••									
	10	+		SPT	10 - 10.2					R	
	11	+									
	12										
	13										
	14										
	15										
	16										
	17										
	18										
	19										
	20										
	21										
	22										
	23										

NOTAS (1)
 S.P.T. Ensayo de penetración standard
 M.A. Muestra alterada
 M.L. Muestra inalterada
 T.P. Testigo parafinado



SUELOTEST



INFORME 3597/1/94

SONDEO 4

NIVEL FREÁTICO	CORTE VERTICAL LITOLÓGICO		NATURALEZA DEL TERRENO	MUESTRAS Y ENSAYOS		ENSAYO STANDARD (S.P.T.) N. GOLPES/30 cm				
	PROFUN. (m.)	REPRES. GRAFICA		TIPO *	COTAS	20	40	60	80	
	1	★	Rellenos	SPT	1.8 - 2.4	C				
	2	★								
	3	★	Limo arenoso húmedo con niveles de arena limosa	SPT	4 - 4.6	B				
	4	—								
	5	—								
	6	●	Arenas arcillosas con gravas	SPT	6 - 6.6	D1				
	7	●								
	8	+	Granito alterado (sauló)	SPT	8 - 8.2	R				
	9	+								
	10									
	11									
	12									
	13									
	14									
	15									
	16									
	17									
	18									
	19									
	20									
	21									
	22									
	23									

NOTAS (1)
 S.P.T. Ensayo de penetración standard
 M.A. Muestra alterada
 M.L. Muestra inalterada
 T.P. Testigo parafinado



SUELOTEST



INFORME 3597/1/94

SONDEO 5

NIVEL FREÁTICO	CORTE VERTICAL LITOLÓGICO		NATURALEZA DEL TERRENO	MUESTRAS Y ENSAYOS		ENSAYO STANDARD (S.P.T.) N. GOLPES/30 cm				
	PROFUN. (m.)	REPRES. GRAFICA		TIPO *	COTAS	20	40	60	80	
	1	★	rellenos	SPT	1 - 1.6	7				
	2	★								
	3	★	Limo arenoso marrón-grisáceo	SPT	4 - 4.6	B				
	4	—								
	5	—								
	6	●	Arena arcillosa con gravillas	SPT	6 - 6.6	25				
	7	●								
	8	+	Arenas arcillosas con gravas	SPT	8 - 8.3	R				
	9	+								
	10	+	Granito alterado (sauló)	SPT	8 - 8.3	R				
	11	+								
	12									
	13									
	14									
	15									
	16									
	17									
	18									
	19									
	20									
	21									
	22									
	23									

NOTAS (1)
 S.P.T. Ensayo de penetración standard
 M.A. Muestra alterada
 M.L. Muestra inalterada
 T.P. Testigo parafinado



SUELOTEST



INFORME 3597/12/94

SONDEO 6

NIVEL FREATICO	CORTE VERTICAL LITOLÓGICO		NATURALEZA DEL TERRENO	MUESTRAS Y ENSAYOS		ENSAYO STANDARD (S.P.T.) N. GOLPES/30 cm				
	PROFUN. (m.)	REPRES. GRAFICA		TIPO	COTAS	20	40	60	80	
	1	+	Rellenos	SPT	1,6 - 1,7					
	2	+								
	3	+	Arena arcillosa con gravas	SPT	4 - 4,6			28		
	4	+								
	5	+	Arena arcillosa húmeda	SPT	6 - 6,6			13		
	6	+								
	7	+	Arena arcillosa con gravas	SPT	8 - 8,6			56		
	8	+								
	9	+	Granito alterado (sauló)	SPT	9,8 - 10					
	10	+								
	11									
	12									
	13									
	14									
	15									
	16									
	17									
	18									
	19									
	20									
	21									
	22									
	23									

NOTAS (1)
 S.P.T. Ensayo de penetración standard
 M.A. Muestra alterada
 M.L. Muestra inalterada
 T.P. Testigo parafinado



SUELOTEST



INFORME 3597/1/94

SONDEO 7

NIVEL FREATICO	CORTE VERTICAL LITOLÓGICO		NATURALEZA DEL TERRENO	MUESTRAS Y ENSAYOS		ENSAYO STANDARD (S.P.T.) N. GOLPES/30 cm				
	PROFUN. (m.)	REPRES. GRAFICA		TIPO	COTAS	20	40	60	80	
	1	+	Rellenos							
	2	+	Limo grisáceo con niveles de arena limosa	SPT	1 - 1,6					
	3	+								
	4	+	Arena arcillosa con gravillas	SPT	3 - 3,6			11		
	5	+								
	6	+	Granito alterado (sauló)	SPT	5 - 5,6			7		
	7	+								
	8	+		SPT	7 - 7,3					
	9	+								
	10									
	11									
	12									
	13									
	14									
	15									
	16									
	17									
	18									
	19									
	20									
	21									
	22									
	23									

NOTAS (1)
 S.P.T. Ensayo de penetración standard
 M.A. Muestra alterada
 M.L. Muestra inalterada
 T.P. Testigo parafinado



SUELOTEST, S. II.

GEOLOGOS CONSULTORES

VENTALLÓ, 75-77, ENTLO. 2.ª - TEL. 284 10 49 - 08025 BARCELONA

MECANICA DEL SUELO
GEOTECNIA
HIDROGEOLOGIA
SONDEOS DE RECONOCIMIENTO



D. ENRIQUE MARROQUIN
ARQUITECTO

NOTA TECNICA (INF. N° 3597/1/94)

En relación con la información solicitada sobre los parámetros a considerar para el cálculo del empuje de tierras sobre los muros de contención del sótano proyectado, puesto que se tratan de materiales heterogéneos de relleno artificial, pueden adoptarse unos valores del siguiente orden:

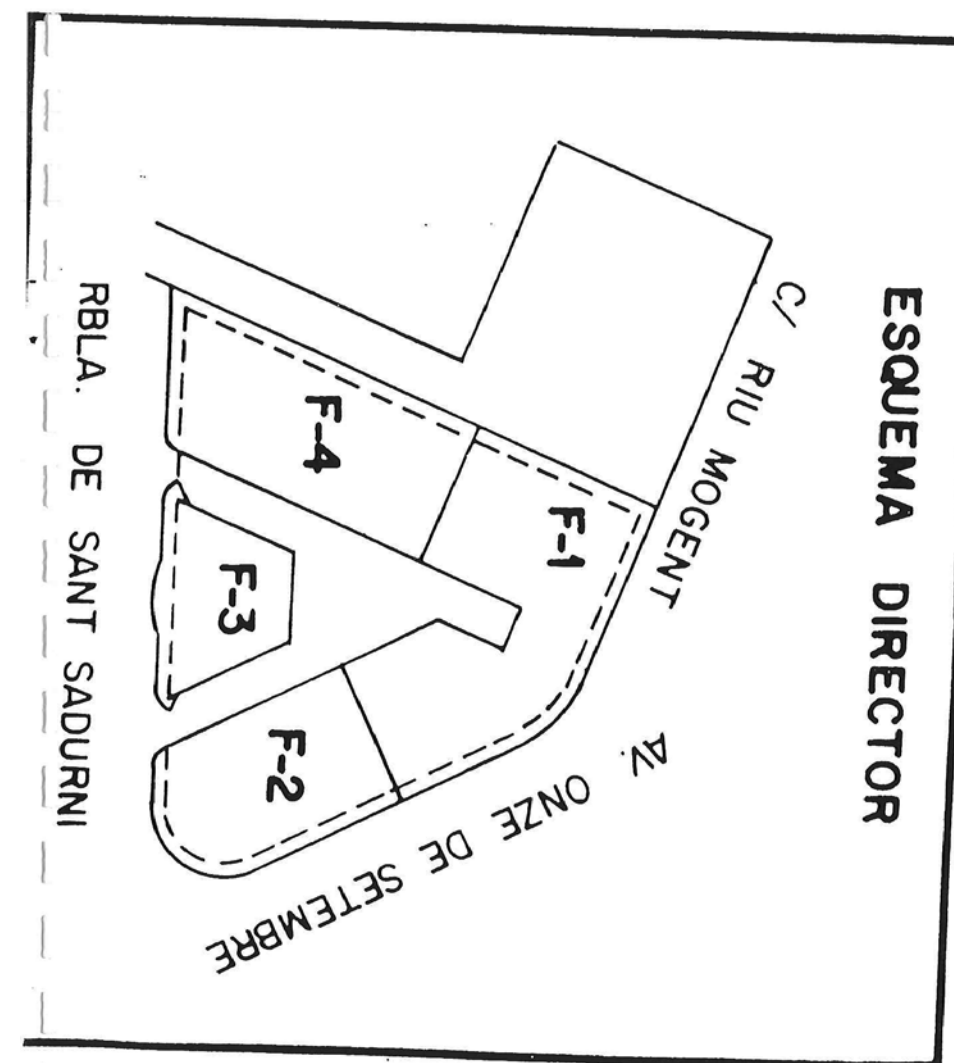
Cohesión = 0,00
Angulo de rozamiento interno = 27°
Densidad = 1,8 gr/cm₃

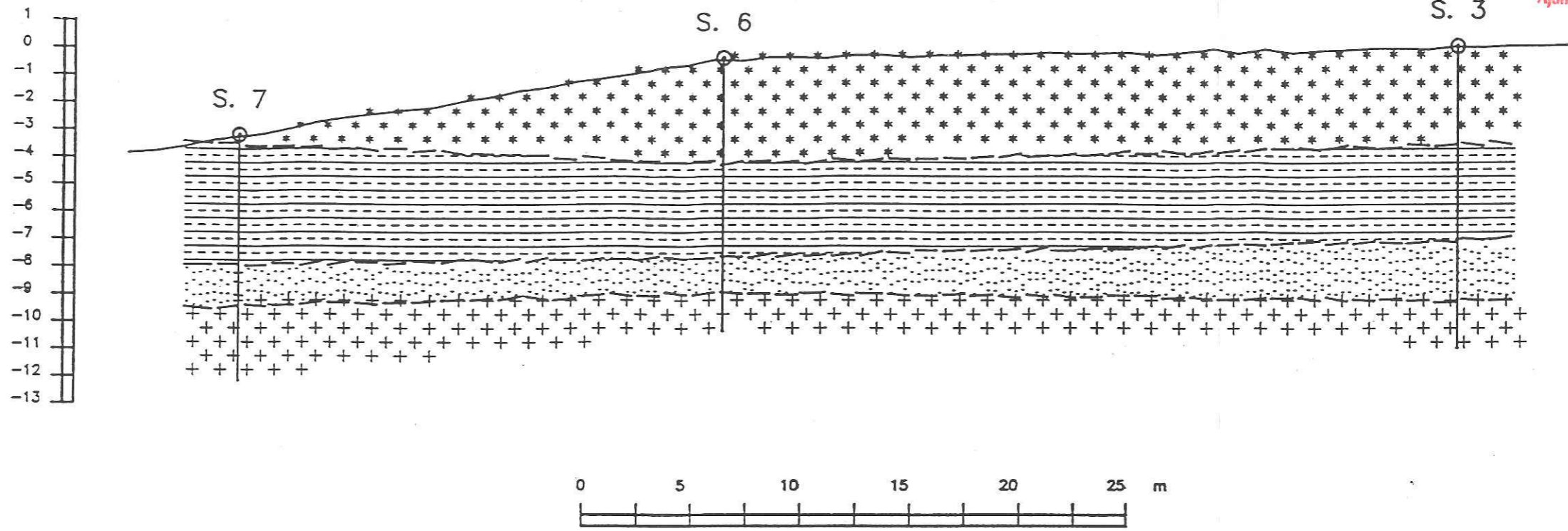
Quedamos a su disposición para cualquier aclaración o comentario que desee formularnos.





Le saluda muy atte.

Fdo: Daniel Sanz Lanzuela
- Geólogo -

Barcelona, Enero de 1994





-  Materiales de relleno
-  Limo marrón-grisáceo con niveles de arena limosa
-  Arena arcillosa con gravillas y gravas
-  Granito alterado (sauló)

SECCION GEOLOGICA

Expedient: **g 4608/2017**

Informe nº: **1**

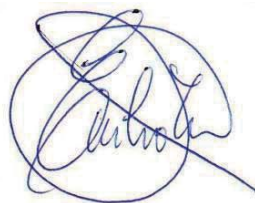
Data: **31 de gener de 2017**

Obra: **Teatre Municipal de Montornès del Vallès.**

Client: **Ajuntament de Montornès del Vallès**

Títol: **Estudi geotècnic**

Realitzat per:



Emilio Téllez García
Geòleg. Col. 1778

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ
2. TREBALLS REALITZATS
3. SITUACIÓ GEOLÒGICA
4. LITOLOGIA
5. HIDROLOGIA SUBTERRÀNIA
6. CONCLUSIONS

ANNEXES

1. CROQUIS DE SITUACIÓ
2. PROSPECCIONS REALITZADES
3. PERFILS GEOLÒGICS
4. REPORTATGE FOTOGRÀFIC
5. ASSAIGS DE LABORATORI

1. INTRODUCCIÓ

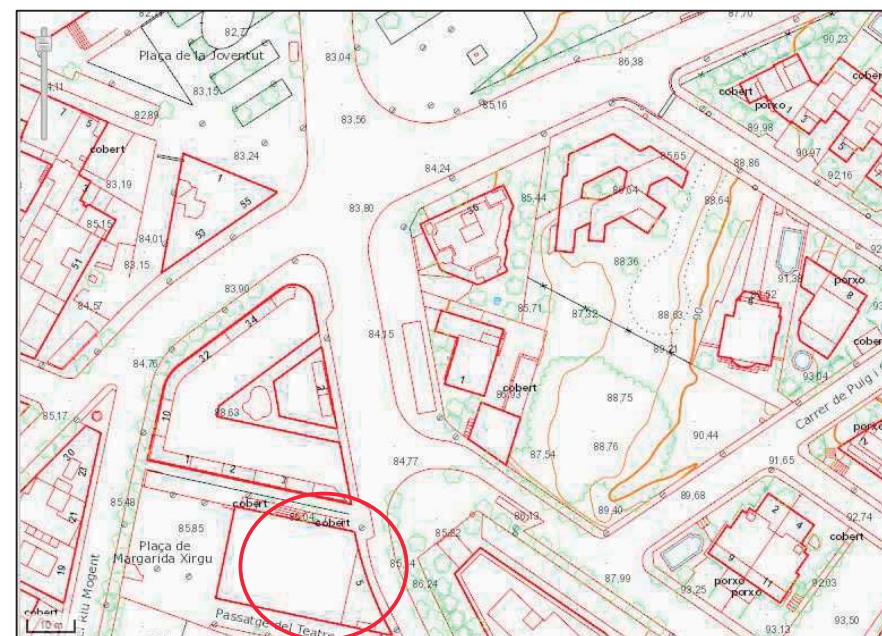
Per encàrrec de l'Ajuntament de Montornès del Vallès s'ha realitzat un estudi geotècnic d'un solar on actualment hi ha el Teatre Municipal.

La parcel·la objecte d'estudi es troba tancada i edificada el dia de la visita tècnica.

Les prospeccions s'han realitzat des de la planta subterrània, situada a uns 3 m de la cota del carrer.

L'objectiu d'aquest estudi és la descripció dels materials que apareixen sota el paviment actual de la planta subterrània, on es recolzen les fonamentacions dels pilars i murs.

En qualsevol cas serà a criteri de l'autor del projecte escollir la pressió admissible que consideri adequada, en funció de les càrregues previstes al projecte i particularitats del mateix.



Vista de la situació i de la topografia de la parcel·la (escala gràfica a l'interior del gràfic, ICC)

2. TREBALLS REALITZATS

Els dies 17 i 18 de gener es va realitzar una inspecció al solar que es pretén edificar, amb el propòsit de determinar la natura dels terrenys on es recolzarà la fonamentació de l'habitatge. En aquesta data es van realitzar els següents treballs:

- Inspecció geològica dels voltants del solar.
- 4 sondeigs a rotació, amb una màquina Rolatec, fins assolir el substrat rocallós o fins a 6 m de profunditat.
- S'han realitzat assaigs S.P.T als sondeigs, dels quals es van extreure mostres representatives del terreny per una millor caracterització del mateix. Les mostres extretes van ser identificades per un geòleg present en tot moment durant la realització dels treballs. Posteriorment es van portar a un laboratori per a llur analítica.

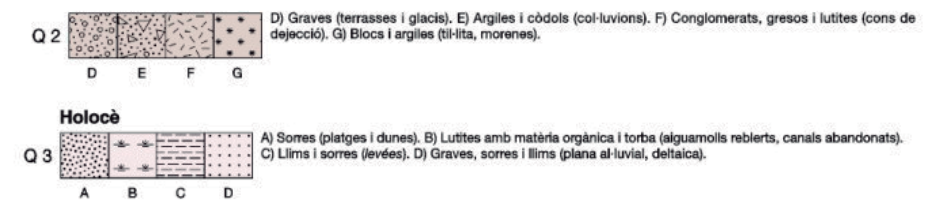
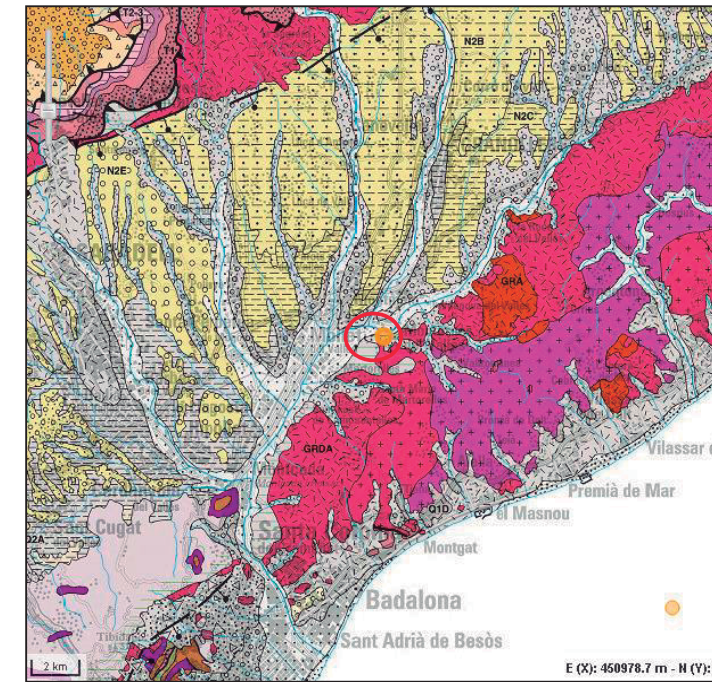
De les mostres obtingudes a l'assaig S.P.T. m s'han realitzat els següents assaigs:

- Anàlisi granulomètrica (UNE 103 102).
- Límits d'Atterberg (UNE 103103 i 103 104).
- Humitat Natural (UNE 103 300).
- Contingut en sulfats solubles en sòls (UNE 103 201).
- Tall directe.

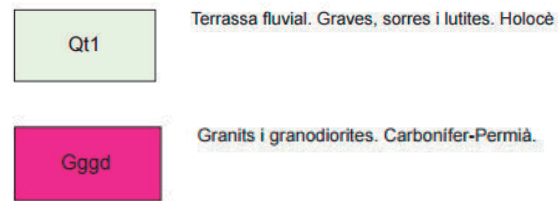
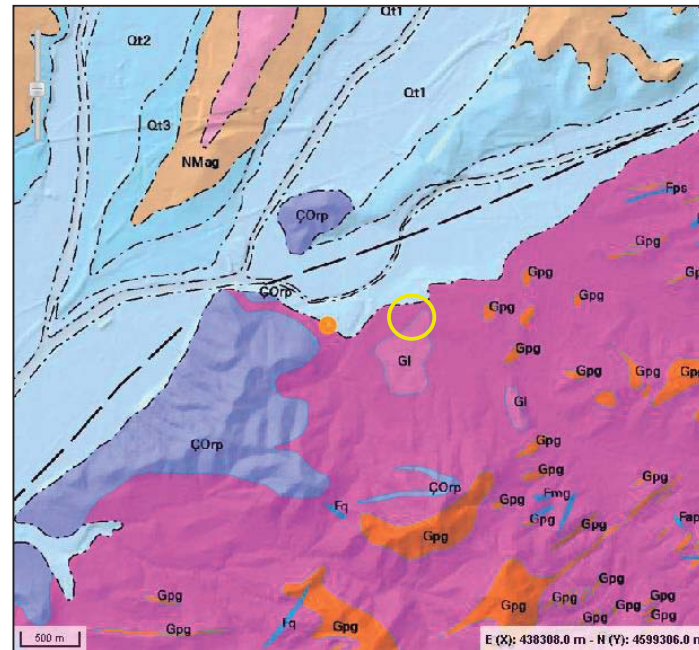
3. SITUACIÓ GEOLÒGICA

La zona estudiada es troba geològicament a la Serralada Litoral Catalana.

La serralada Litoral en aquesta zona està constituïda principalment per granits, granodiorites i tonalites d'edat paleozoica donant lloc a una estructura batolítica que intrueix a la cobertura de la mateixa edat.



Situació geològica general i llegenda (Mapa geològic de Catalunya 1:250.000)



Situació geològica general i llegenda (Mapa geològic de Catalunya 1:50.000)

Superficialment aquests materials es troben meteoritzats en diferents graus constituint una roca d'alteració que a la zona rep el nom de "sauló" o "gresa". Aquesta alteració va disminuint en fondària fins a la roca sana.

A la nostra parcel·la el substrat rocallós està format pel granit alterat o sauló.

Sobre el granit s'han desenvolupat sòls, dipòsits al·luvials de riera i col·luvials de pendent. Aquests materials poden quedar emmascarats per dipòsits antròpics, comunament anomenats replens.

4. LITOLOGIA I CARACTERÍSTIQUES GEOTÈCNIQUES

Les prospeccions realitzades ens han proporcionat informació per tal de descriure les característiques geotècniques dels terrenys sobre els que s'assentarà la edificació. Els sondeigs ens donen un registre continu de la resistència del terreny i el tipus de material s'interpreta en funció dels colpejos dels assaigs S.P.T., dels resultats dels assaigs de laboratori, la testificació del sondeig i la geologia de la zona. A continuació es resumeixen els diferents trams detectats:

Nivell 1. Paviment

Nivell format per un paviment de formigó dur de entre 3 i 10 cm, sota el qual apareixen unes graves y sorres parcialment cimentades, que pot ser una millora del terreny, formant una base estable.

- Espessor detectat : entre 0,3 i 0,4 m



Detall del paviment

Nivell 2. Argiles sorrenques y sorres argiloses

Nivell d'argiles sorrenques i sorres argiloses de color marró, amb alguns nivells de color més fosc, possiblement per la presència de matèria orgànica. Presenten un contingut en fins (% que passa pel tamís 0,08 UNE), del 50,3 %, el que li dona certa consistència y que es comporti com un material cohesiu. Aquest nivell té un espessor molt petit al S-1, de 10 cm, mentre que al sondeig S-2 té el seu màxim espessor en 3,1 m. Als sondeigs S-3 i S-4, té un espessor de de entre 1,7 i 1,9 m. És un dipòsit quaternari.

- Espessor màxim detectat: 0,1-3,1 m
- Valor de N_{SPT} de 7-7-7 i 10 cops

La mostra extreta de l'assaig S.P.T. al S-4 a -1m m correspon a aquest nivell. Els resultats de les analítiques de laboratori es resumeixen a continuació:

Tipus de mostra	S.P.T.
Sondeig	S-4
Profunditat (m)	1

RELACIÓ D'ASSAIGS		
Humitat natural (%)		15,38
Granulometria per tamissat	% Passa # 0,08 UNE	50,3
Límits d'Atterberg	L.Líquid	30,47
	Índex de Plasticitat	8,06
Contingut en Sulfats solubles mg/l		624

* Per valors inferiors a 2000 mg/kg de sòl sec es considera que l'ambient no és agressiu al formigó.
 **Per valors superiors a 35% de granulometria que passa pel tamissat



Detall de les argiles sorrenques

Nivell 3. Granit alterat o "sauló"

Per sota del l'anterior nivell d'edat quaternària apareix el substrat rocallós format per granit alterat, amb un grau de V, a la part superior (dos primers metres) i colpejos de N SPT entre 24 i 31, per sota augmenta la compacitat, donant rebuig (>50 cops), amb un grau d'alteració de IV, aquest material es poden considerar com a granulars de compacitat molt densa. Al Sondeig S-4, s'ha detectat com a substrat un pòfir granític de gra fi, que podem considerar una roca, amb un grau d'alteració de II.

- Espessor màxim detectat: 5 m, però en profunditat es continu i té centenars de metres.
- Valors de N₂₀ entre 24 i rebuig (>50)

Les mostres extretes de l'assaig S.P.T. al S-1 a -3,7 i S-2 a -3,8 m corresponen a aquest nivell. Els resultats de les analítiques de laboratori es resumeixen a continuació:

Tipus de mostra	S.P.T.	S.P.T.
Sondeig	S-1	S-2
Profunditat (m)	3,7	3,8

RELACIÓ D'ASSAIGS		
Humitat natural (%)		3,68
Densitat seca en g/cm ³		1,82
Cohesió en Kp/cm ²		0,10
Angle de fregament intern °		48,7
Granulometria per tamissat	% Passa # 0,08 UNE	7,1
Límits d'Atterberg	L.Líquid	NP
	Índex de Plasticitat	NP
Contingut en Sulfats solubles mg/l		287

* Per valors inferiors a 2000 mg/kg de sòl sec es considera que l'ambient no és agressiu al formigó

**Per valors superiors a 35% de granulometria que passa pel tamissat



Detall del granit alterat

5. HIDROLOGIA SUBTERRÀNIA

El dia de la realització dels treballs de camp s'ha detectat el nivell freàtic a 4,2 m de profunditat al sondeig S-2. Aquest nivell port correspondre a un petit aquífer associat a les parts mes alterades del granit.

6. CONCLUSIONS

6.1. FONAMENTACIONS

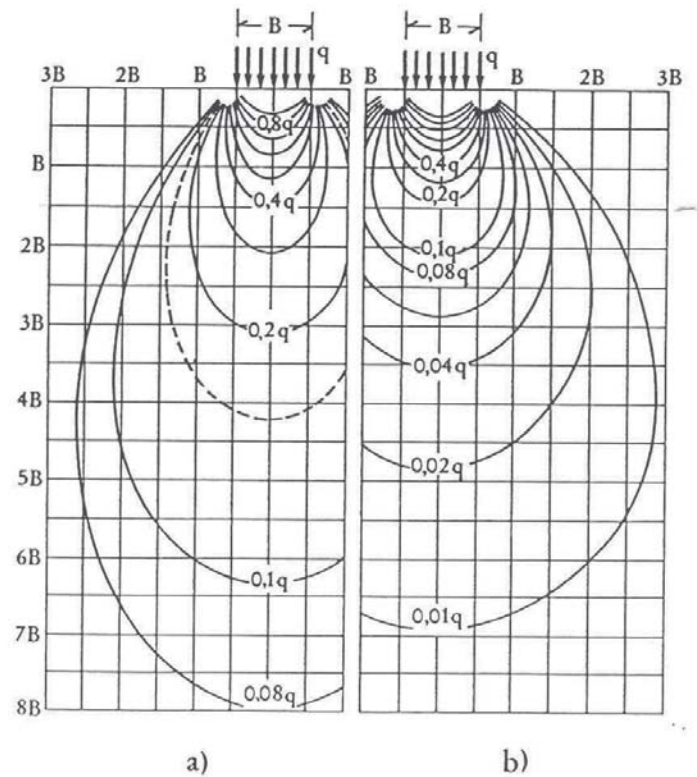
La pressió admissible en una fonamentació ve limitada per dos factors:

- Seguretat enfront l'esfondrament per trencament o punzonament del terreny, que depèn de la resistència d'aquest a la ruptura per un esforç tallant.
- Seguretat enfront a l'assentament del terreny que pot perjudicar l'estructura i que depèn de la compressibilitat del terreny, de la profunditat de la zona interessada per la càrrega funció de l'àrea carregada i de la tolerància de l'estructura als assentaments diferencials.

• **Càrrega admissible:**

En vistes a que les sabates actuals poden estar recolzades sobre diferents nivells, a la zona propera al S-1, segurament directament sobre els substrat rocallós del nivell 3, format pel granit i a les altres zones mes allunyades sobre els materials formats per les argiles sorrenques i sorres argiloses, s'ha calculat la càrrega admissible per aquests dos nivells.

Segons informació rebuda per tècnics de l'ajuntament, s'ha descobert el pla de fonamentació d'una sabata de 1,2 m d'amplada i tenia un cantell d'1 m. El bulb de pressions que transmet aquesta sabata, si considerem que es transmet (2 x B), sen B, l'ample de la fonamentació, quasi la meitat de la seva càrrega es transmet al nivell 3, format pel granit alterat, pel que la càrrega admissible seria una proporció quasi al 50 %, de las càrregues admissibles dels dos nivells.



Luoghi dei punti di egual incremento della tensione verticale (isobare) per superfici di carico: a) nastriforme; b) quadrata (fondazioni flessibili)

A la figura adjunta es pot observar com es transmeten les tensions en profunditat per a una fonamentació continua a l'esquerra (sabata correguda) o quadrada a la dreta. Es pot observar que a 1 m sota la sabata les tensions son de entre 0,4q i 0,5q, sent q la càrrega transmesa per la fonamentació i B l'ample de la mateixa.

A sí mateix, les càrregues calculades estan afectades per coeficients de seguretat de 3, i limitant els seient 2,5 cm.

Càrrega admissible Nivell 2, argiles sorrenques:

La càrrega admissible s'ha calculat en funció dels valors de colpejos sota la zona d'influència de la fonamentació (2 x B). Per al càlcul de la càrrega admissible s'ha pres un valor conservador de $N_{SPT} = 7$ cops, i un empotrament de 1 m.

Per a terrenys coherents la càrrega d'esfondrament es:

$$Q_h = C \times N_c$$

On:

C = cohesió no drenada del terreny ($1/2 q_u$ (resistència a compressió simple).

N_c = Factor de capacitat de càrrega per a sabata correguda (5,14), i sabata quadrada (6,2).

$q_u = N / 7,5$ per a llims sorrencs.

γ = densitat del terreny sobre el pla de fonamentació (menyspreable).

D = profunditat de fonamentació (menyspreable).

Sabata correguda

$$N_{(SPT)} = 7$$

$$q_u = 7 / 7,5 = 0,93 \text{ Kp/cm}^2; \quad C = 0,93 / 2 = 0,47 \text{ Kp/cm}^2$$

$$Q_h = 0,47 \times 5,14 = 2,40 \text{ Kp/cm}^2$$

La càrrega admissible, aplicant un factor de seguretat de 3 serà:

$$Q_{adm} = Q_h / 3 + \gamma \times D = 0,80 + 0,16 = 0,96 \text{ Kp/cm}^2$$

Sabata quadrada

$$N_{(SPT)} = 7$$

$$q_u = 7 / 7,5 = 0,93 \text{ Kp/cm}^2; \quad C = 0,93 / 2 = 0,47 \text{ Kp/cm}^2$$

$$Q_h = 0,47 \times 6,2 = 2,91 \text{ Kp/cm}^2$$

La càrrega admissible, aplicant un factor de seguretat de 3 serà:

$$Q_{adm} = Q_h / 3 + \gamma \times D = 0,97 + 0,16 = 1,16 \text{ Kp/cm}^2$$

Càrrega admissible al nivell 3, granit alterat

La càrrega admissible s'ha calculat en funció dels valors de colpejos sota la zona d'influència de la fonamentació ($2 \times B$). Per al càlcul de la càrrega admissible s'ha pres un valor conservador de $N_{SPT} = 24$ cops,

Per a sòls granulars les càrregues admissibles, segons Terzaghi i Peck (1948) venen donades per:

$$Q_{adm} = N/12 \times S \times ((B + 0,3)/B)^2 \text{ per } B > 1,20 \text{ m}$$

$$Q_{adm} = N/8 \times S \text{ per } B \leq 1,20 \text{ m}$$

Sent:

N = Nombre de cops del S.P.T.
S = Assentament màxim en polsades.
B = Ample de la sabata en m.

Per a una sabata d'amplada menor a 1,2 m

$$N_{S.P.T.} = 24$$

$$Q_{adm} = N/8 \times S = 24/8 \times 1 = 3 \text{ kp/cm}^2.$$

Per a una sabata d'amplada 1,5 m:

$$N_{S.P.T.} = 24$$

$$Q_{adm} = N/12 \times S \times ((B + 0,3)/B)^2 = 12/12 \times 1 \times ((1,5 + 0,3) / 1,5)^2 = 2,88 \text{ kp/cm}^2.$$

Amb aquestes dades, a modo d'exemple, la tensió d'una sabata encastada al nivell 2 i tenint per sota a 1 m el nivell 3, d'un ample de fonamentació de entre 1-1,5 m, podria tenir una càrrega admissible de uns **2 Kp/cm²**.

Assentaments:

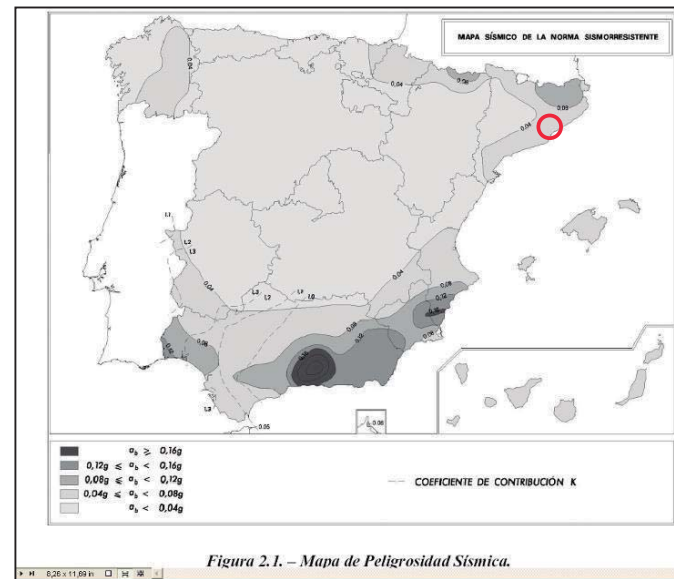
Els assentaments deguts a les càrregues transmeses per l'estructura, després de la construcció de l'edificació als anys 60, segurament ja han estat assolits, així com els possibles assentaments diferencials. Si no es modifiquen les càrregues transmeses per l'estructura i les condicions geotècniques del terreny, no tenen perquè produir-se.

6.2. SISMICITAT

Segons la norma de Construcción Sismoresistente NCSE-02, el terme municipal de Montornès del Vallès es troba a l'Annex 1 d'aquesta norma, "Valores de la aceleración sísmica básica, a_b , y del coeficiente de contribución , K, de los términos municipales con $a_b \geq 0,04$ g organizado por comunidades autónomas", i té un valor de a_b de 0,04 g i 1,0 del coeficient de contribució.

El nivell 3 de la parcel·la estudiada es classifica com Tipus I. A cada tipus de terreny li correspon el valor del coeficient C indicat en la taula:

TIPUS DE TERRENY	COEFICIENT C
I	1,0
II	1,3
III	1,6
IV	2,0



Coeficient C:

C_i: Coeficiente C de cada estrat

e_i: espessor de cada estrat en m.

$$C = \frac{\sum C_i \times e_i}{30} = \frac{1 \times 30}{30} = 1$$

6.3. AGRESSIVITAT

En funció dels materials on es recolzarà la fonamentació, amb una composició química principalment silicatada i els continguts en sulfats, considerem que no són agressius al formigó.

6.4. PARÀMETRES PEL CALCUL D'EMPENTES I ESTABILITAT

El dia de la realització dels treballs de camp no s'ha detectat cap fenomen d'inestabilitat a la parcel·la estudiada. La pendent general del terreny no fa preveure possibles moviments de masses generals que puguin afectar als materials detectats.

En el cas de la realització d'algun tipus de mur de contenció o de tipus perimetral. La fonamentació d'aquest mur haurà d'estar encastada al nivell 3.

A continuació es donen els paràmetres geotècnics estimats pels diferents nivells detectats a la parcel·la:

Nivell	Densitat (t/m ³)	Cohesió (Kp/cm ²)	Angle de fregament (º)
1	1,6	0,1	35
2	1,6	0,2	26
3	1,8	0,1	40

Aquests paràmetres es poden utilitzar per la realització dels càlculs de murs en el cas de realitzar-se.

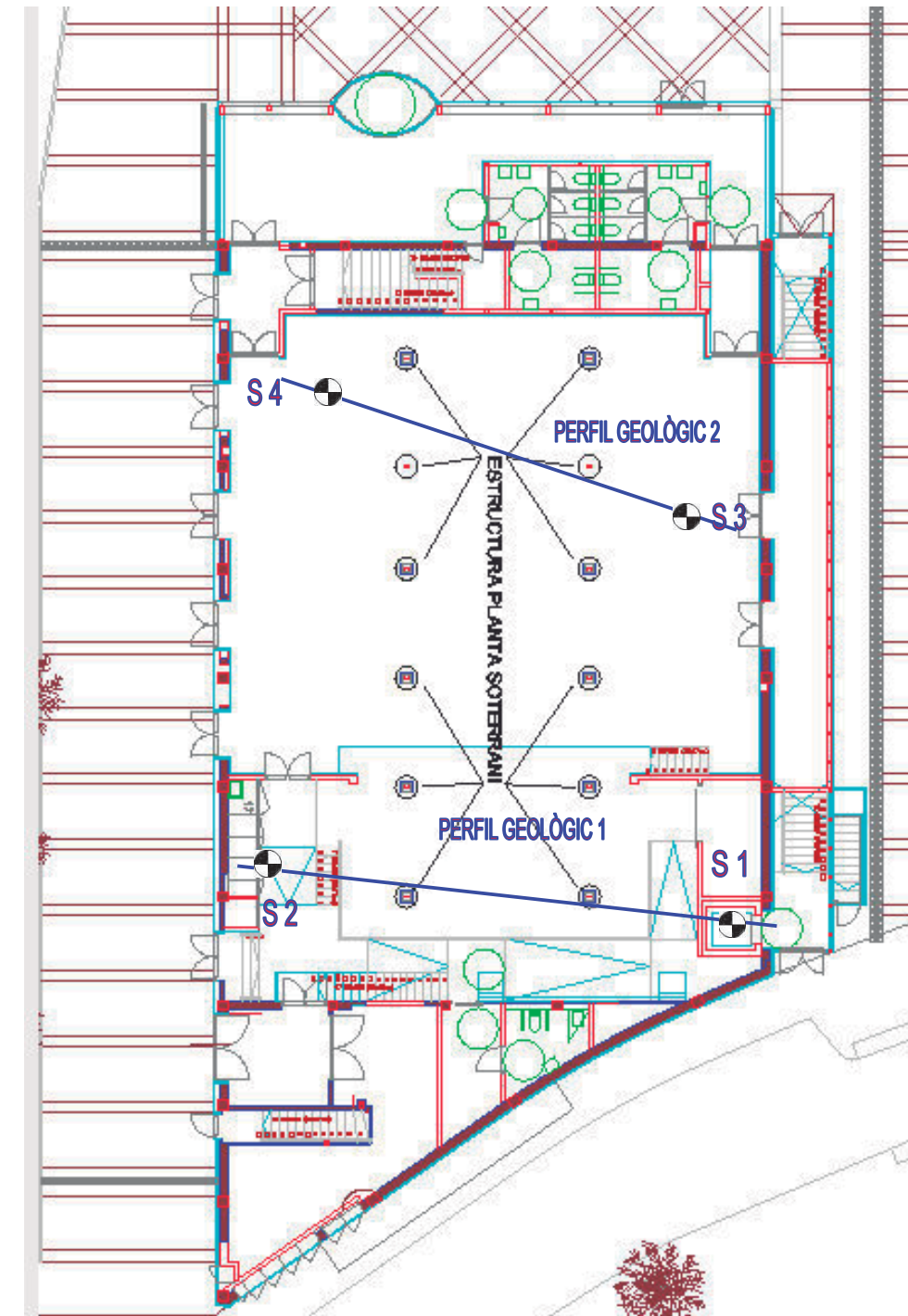
6.5. RIPABILITAT I EXCAVACIONS

Els materials del nivell 1, paviment de formigó, s'haurà de excavar amb martell a la seva part més superficial, la resta es possible que es pugui excavar amb retroexcavadora mixta. Els materials del nivell 2 argiles sorrenques, son ripables amb maquinària convencional (retroexcavadora o giratòria), segons els materials que han aparegut a les prospeccions realitzades. Si es detectessin zones cimentades o estructures antigues de formigó, seria necessari la excavació amb mètodes amb més energia (martell pneumàtic o hidràulic). Els materials del nivell 3, es podran excavar els seus dos primers metres amb retroexcavadora mixta. A la zona del S-4, on apareix el pòfir granític, s'haurà d'excavar amb martell pneumàtic, amb dificultat..

La informació subministrada per la campanya de reconeixement, és sols totalment fidedigna en els punts explorats i a la data de la seva execució, per tant la seva extrapolació a la resta del terreny objecte d'estudi no és més que una interpretació raonable segons l'estat actual de la tècnica.

ANNEXES

CROQUIS DE SITUACIÓ



ANNEX 1: CROQUIS DE SITUACIÓ

DADES CLIENT	NOM: GEOTEX, GEÓLOGOS CONSULTORES S.L ADREÇA: C/ Anselm Clavé, 4, 08170 Montornès del Vallès NIF: B-62436621	REFERENCIA	5/17	SONDEIG	S-1	DATA DE L'ASSAIG	17 de gener de 2017
OBRA:	Teatre Municipal Montornès del Vallès	COTA D'INICI: 0 m P. subterrània					

Humitat %	Densitat seca g/cm3	Limit liquid	Índex de plasticitat	% lamiis 0,08 UNE	Angle freg. intern. °	q _c Com.Simple kg/cm ²	ngl/ SO4	PROFUNDITAT (m)	Mostra, tipus i nº	Golpeg N30 S.P.T.	Nivell Freàtic	COLUMNA	DESCRIPCIÓ LITOLÒGICA
								0.5					0-0.03 Paviment de formigó
								0.4					0.4 Graves i restes de formigó, possiblement base de graves amb quelcom de ciment
								0.5					0.5 Argila sorrenca de color marró
								1		24			SPT de 1,05 a 1,65 m (13-12-12-13) Granit alterat grau V, sauló.
								2		56			SPT de 2,0 a 2,6 m (17-23-33-35) Granit alterat grau V, sauló
								2.5					SPT de 2,9 a 3,5 m (3-9-8-6) Sorres amb graves
								4		R			SPT de 3,7 a 4,10m (36-48-50R) Granit alterat Grau IV, sauló

ANNEX 2: PROSPECCIONS REALITZADES

DIRECTOR DEL LABORATORI

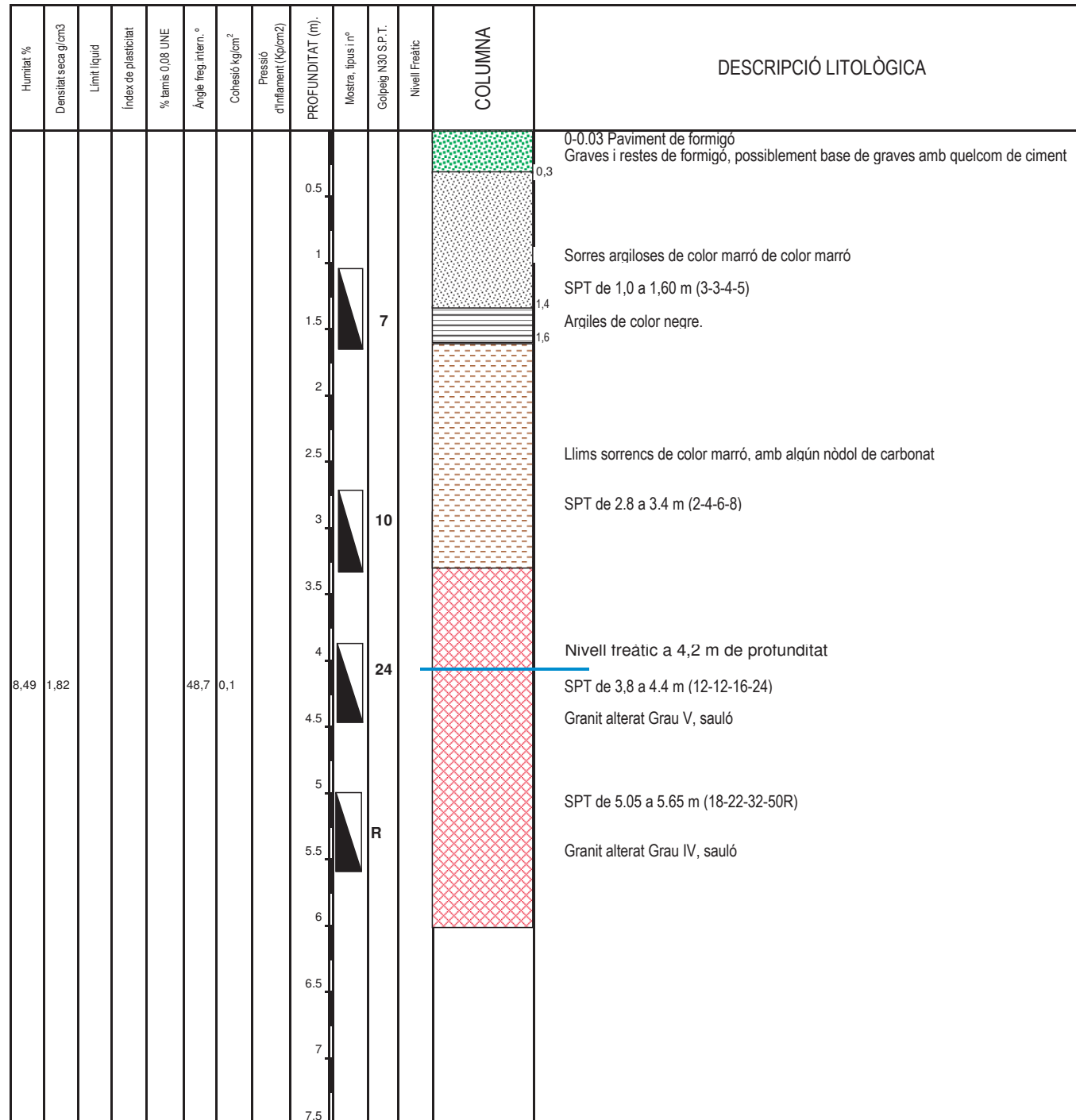
EMILIO TÉLLEZ GARCÍA
 Geòleg

OBSERVACIONS		TOTAL	
		MTR	6.0
		FULL	1 / 4

F-07-009-05

DADES CLIENT	NOM: GEOTEX, GEÓLOGOS CONSULTORES S.L ADREÇA: C/ Anselm Clavé, 4, 08170 Montornès del Vallès NIF: B-62436621
OBRA:	Teatre Municipal Montornès del Vallès

REFERENCIA	SONDEIG	DATA DE L'ASSAIG
5/17	S-2	17 de gener de 2017
COTA D'INICI: 0 m P. subterrània		



DIRECTOR DEL LABORATORI

EMILIO TÉLLEZ GARCÍA
Geòleg

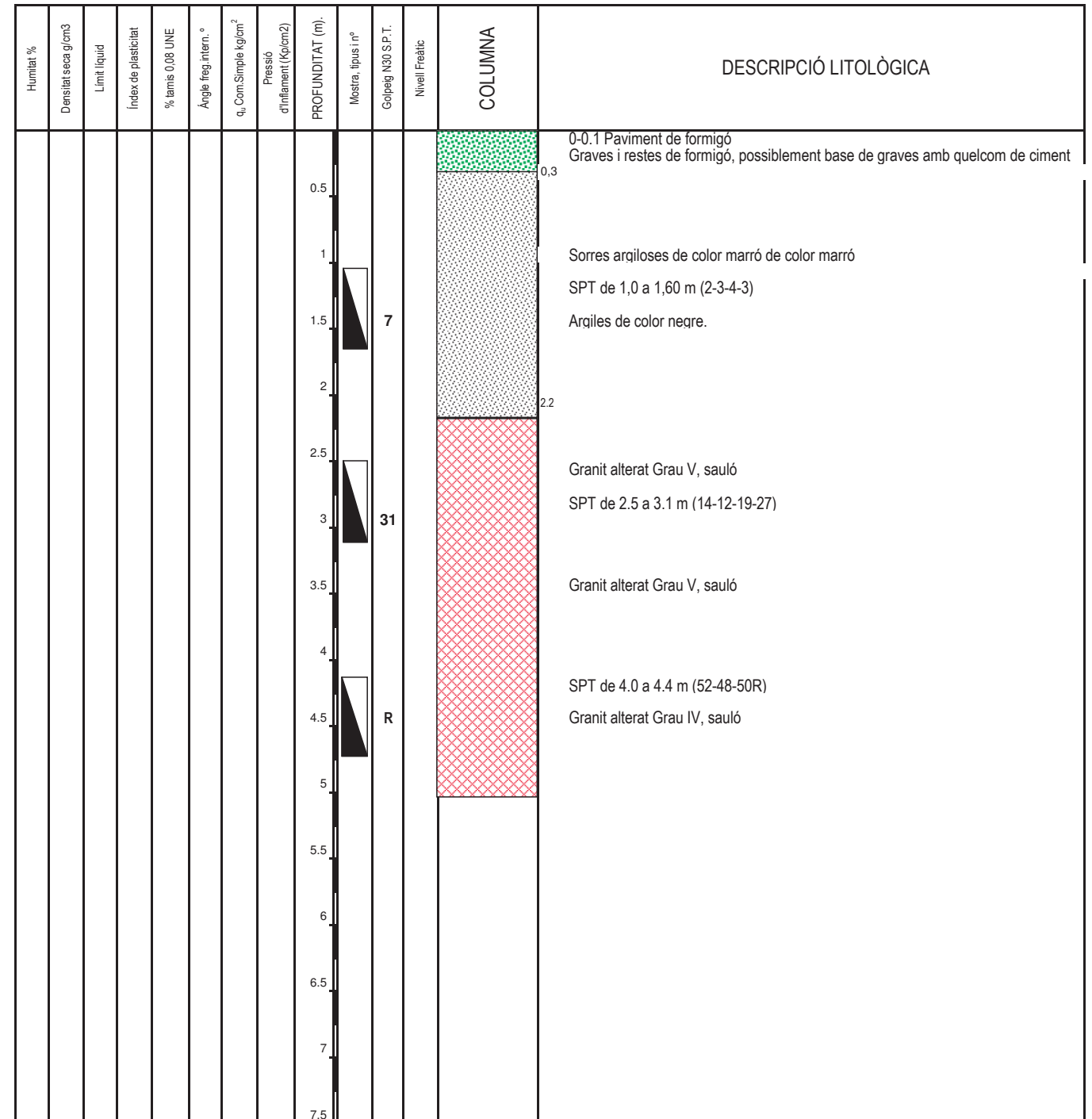
OBSERVACIONS	TOTAL	
	MTR	6.0
	FULL	2 / 4

DATA D'EMISSIÓ: 31 de gener de 2017

F-07-009-05

DADES CLIENT	NOM: GEOTEX, GEÓLOGOS CONSULTORES S.L ADREÇA: C/ Anselm Clavé, 4, 08170 Montornès del Vallès NIF: B-62436621
OBRA:	Teatre Municipal Montornès del Vallès

REFERENCIA	SONDEIG	DATA DE L'ASSAIG
5/17	S-3	18 de gener de 2017
COTA D'INICI: 0 m P. subterrània		



DIRECTOR DEL LABORATORI

EMILIO TÉLLEZ GARCÍA
Geòleg

OBSERVACIONS	TOTAL	
	MTR	5.0
	FULL	3 / 4

DATA D'EMISSIÓ: 31 de gener de 2017

F-07-009-05

SONDEIG A ROTACIÓ AMB TESTIMONI CONTINU

DADES CLIENT	NOM: GEOTEX, GEÓLOGOS CONSULTORES S.L	REFERENCIA	SONDEIG	DATA DE L'ASSAIG
	ADREÇA: C/ Anselm Clavé, 4, 08170 Montornès del Vallès	5/17	S-4	18 de gener de 2017
OBRA: Teatre Municipal Montornès del Vallès		COTA D'INICI: 0 m P. subterrània		

Humitat %	Densitat seca g/cm3	Limit liquid	Índex de plasticitat	% lamiis 0,08 UNE	Àngle freg. intern. °	q _c Com.Simple kg/cm ²	Sulfats SO ₄	PROFUNDITAT (m)	Mesura tipus i nº	Golpeig N30 S.P.T.	Nivell Freàtic	COLUMNA	DESCRIPCIÓ LITOLÒGICA
15,38	30,47	8,06	50,3			624		0,3				0-0,2 Paviment de formigó Graves i restes de formigó, possiblement base de graves amb quelcom de ciment	
								0,5				Argiles sorrenquies de color marró	
								1,0				SPT de 1,0 a 1,60 m (2-3-4-3)	
								1,5	7				
								1,8				Sorres	
								2,0					
								2,5	R			Pòrfid granític de gra fi. Grau d'alteració II, molt dur i difícil de perforar	
								2,5				SPT de 2,4 a 2,5 m a (50R)	
								3,0					
								3,5					
								4,0					
								4,5					
								5,0					
								5,5					
								6,0					
								6,5					
								7,0					
								7,5					

ANNEX 3: PERFILS GEOLÒGICS

DIRECTOR DEL LABORATORI

EMILIO TÉLLEZ GARCÍA
 Geòleg

OBSERVACIONS	TOTAL	
	MTR	3,0
	FULL	4 / 4

DATA D'EMISSIO: 31 de gener de 2017

F-07-009-05

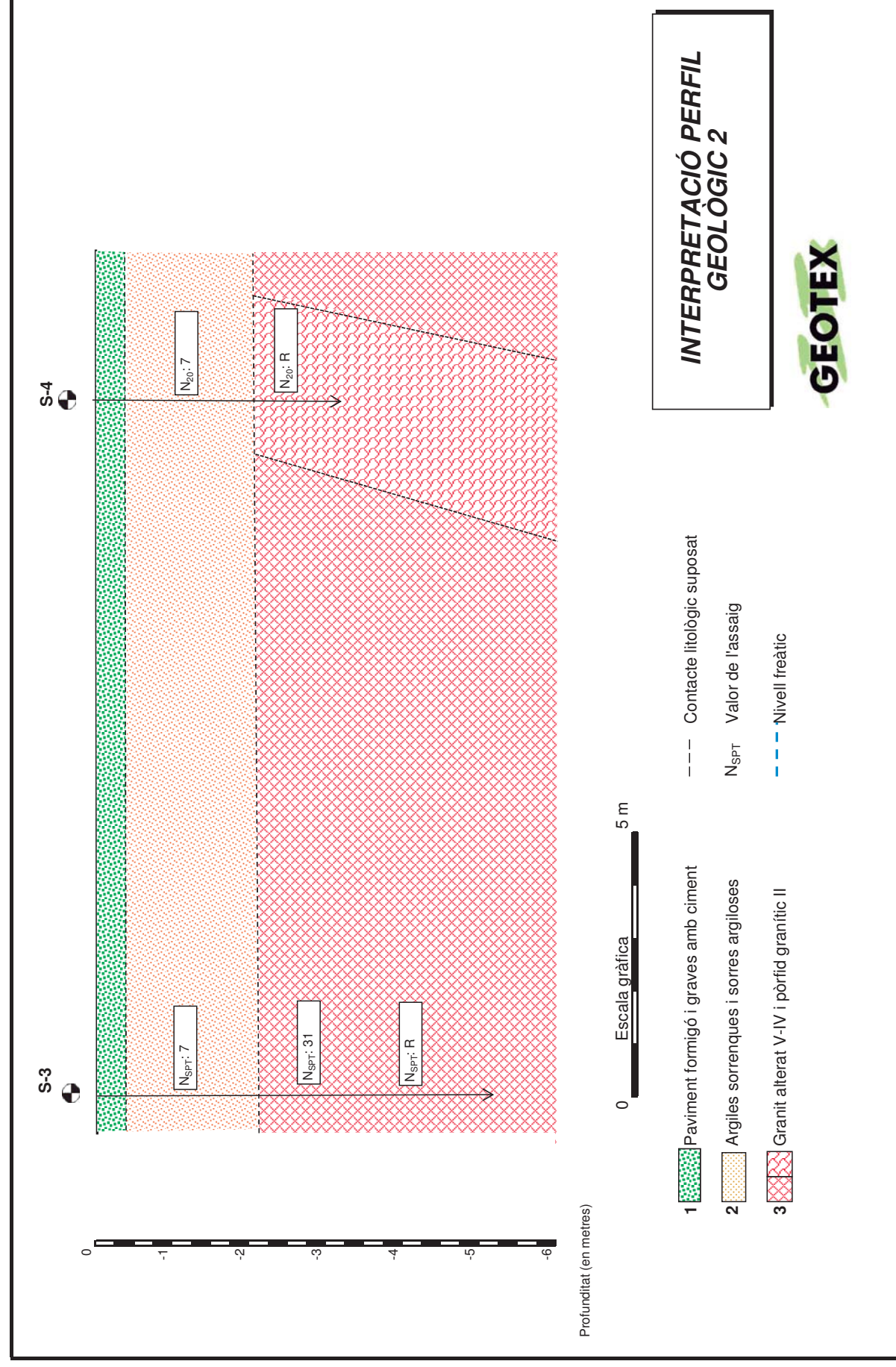
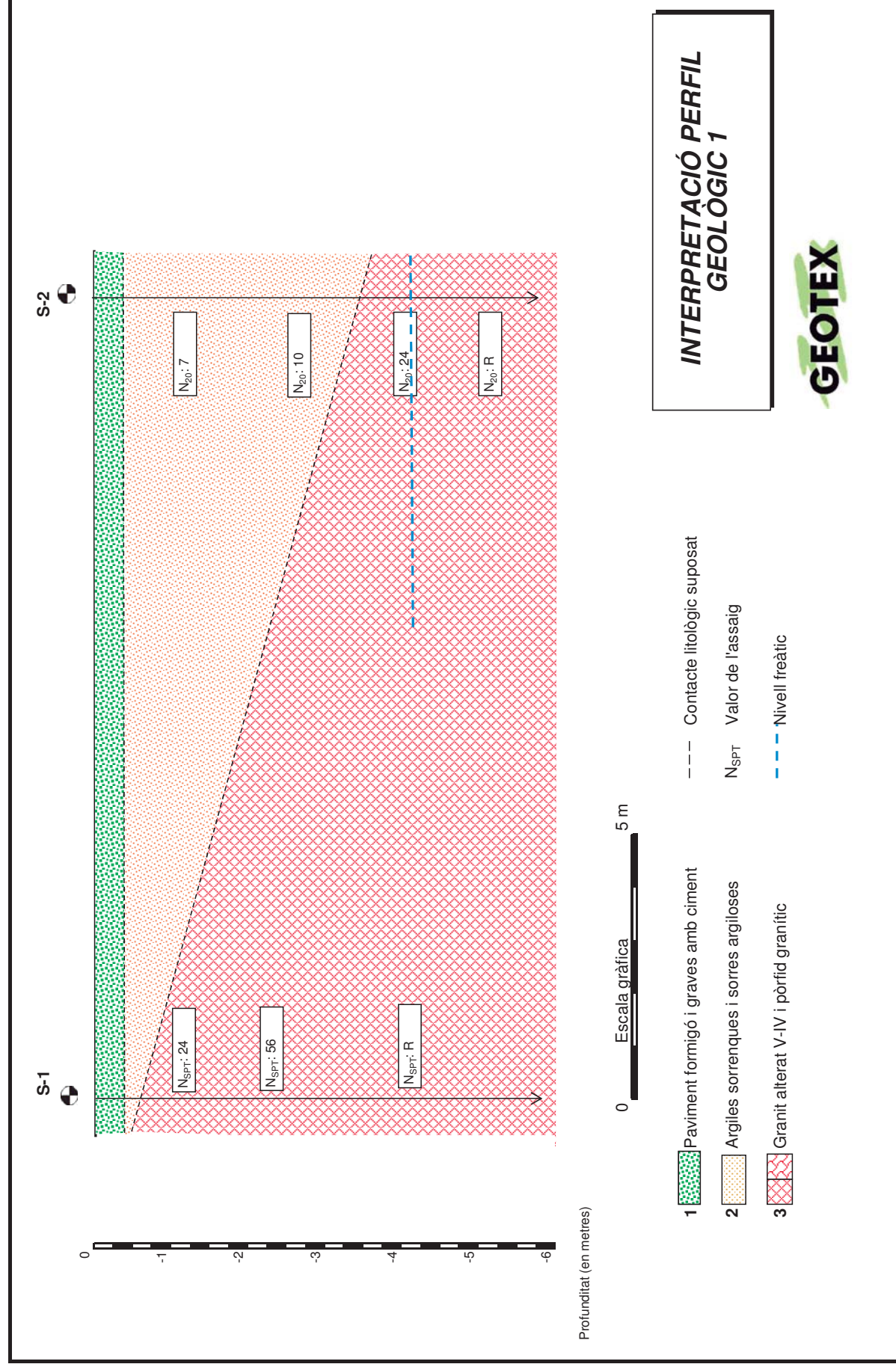


FOTO 1: Situació S-1



FOTO 2: Testimonis S-1 de 0-3 m



FOTO 3: Testimonis S-1 3-6 m



FOTO 4: Situació S-2



FOTO 5: Testimonis S-2 0- 3 m



FOTO 6: Testimonis S-2 3-6 m



ANNEX 4: REPORTATGE FOTOGRÀFIC

FOTO 7: Situació S-3



FOTO 8: Testimonis S-3 0-3 m



FOTO 9: Testimonis S-3 3-5 m



FOTO 10: Situació S-4



FOTO 11: Testimonis S-4 0-3 m

**ANNEX 5: RESULTATS DE LABORATORI**



GEOTÈCNIA I CONTROL DE QUALITAT, SA
 C/ Berguedà, 15, bloc B, nau 11
 Pol. Ind. Can Bernades-Sobirà
 08130 Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona)
 Telf.: 93 574 93 91
 email: laboratori@gcq.es

CLIENT: GEOTEX GEOLOGOS CONSULTORES - NIF: ESB62436621
OBRA: TEATRE MONTORNÈS DEL VALLÈS
Nº OBRA: 155
PETICIONARI: GEOTEX GEOLOGOS CONSULTORES

Nº MOSTRA: .2017/337
LOCALIZACIÓ: SPT S1 (3.70m)
DATA RECOLLIDA: 27/01/2017
DATA ACTA: 02/02/2017 **CODI ACTA:** 2017/595

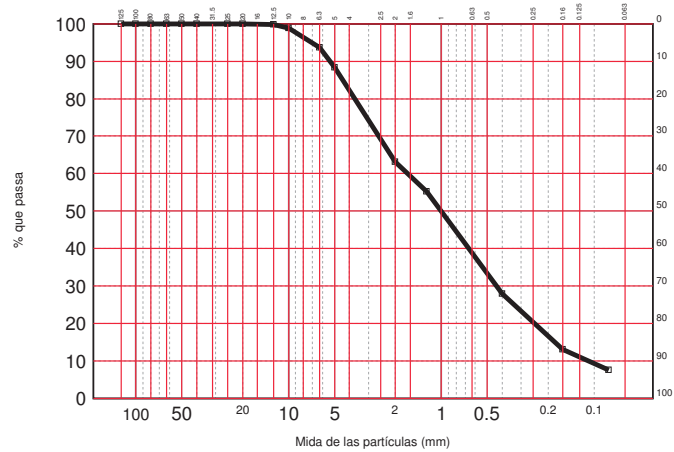
ACTA DE RESULTATS

Mètode d'anàlisi: Rentat i tamisat

Ensayo 0112 - SÒLS. GRANULOMETRIA+LIMITS. 103101/NLT104 S/

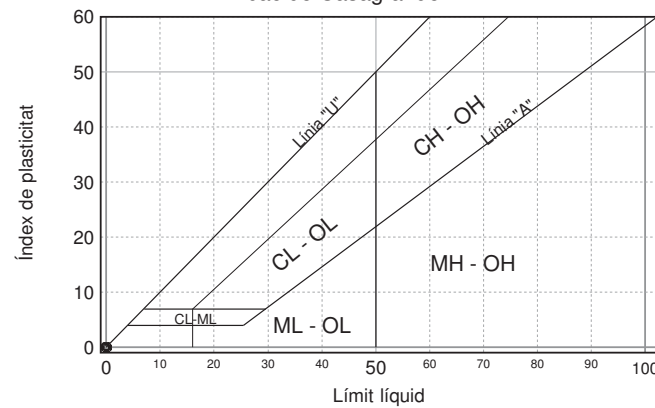
Tamis (mm)	125	100	80	63	50	40	25	20	12.5	10	6.3	5	2	1.25	0.4	0.16	0.08
Passa (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	94	88	63	55	28	13	7.6

Corba granulomètrica



Blocs	Més de 300 mm.	0.0%
Còdols	De 75 a 300 mm.	0.0%
Graves (13.8%)	grolleres De 19 a 75 mm.	0.0%
	fines De 4.75 a 19 mm.	13.7%
Sorres (79.2%)	grolleres De 2 a 4.75 mm.	23.2%
	mitjanes De 0.425 a 2 mm.	34.3%
	fines De 0.075 a 0.425 mm.	21.7%
Liïms i argiles	Menys de 0.075 mm.	7.1%

Àbac de Casagrande



Límit líquid	No obtenible
Límit plàstic	No plàstic
Índex de plasticitat	No plàstic

SULFATS. SEGONS UNE 103-201-96

% SO3	%	0.0239
% SO3	mg/kg	239
% SO4	mg/kg	287

EL DIRECTOR DEL LABORATORI

EL TÈCNIC RESPONSABLE

JAVIER VICENTE MÍNGUEZ

GUILLEM RODRÍGUEZ PERELLÓ



GEOTÈCNIA I CONTROL DE QUALITAT, SA
 C/ Berguedà, 15, bloc B, nau 11
 Pol. Ind. Can Bernades-Sobirà
 08130 Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona)
 Telf.: 93 574 93 91
 email: laboratori@gcq.es

CLIENT: GEOTEX GEOLOGOS CONSULTORES - NIF: ESB62436621
OBRA: TEATRE MONTORNÈS DEL VALLÈS
Nº OBRA: 155
PETICIONARI: GEOTEX GEOLOGOS CONSULTORES

Nº MOSTRA: .2017/337
LOCALIZACIÓ: SPT S1 (3.70m)
DATA RECOLLIDA: 27/01/2017
DATA ACTA: 02/02/2017 **CODI ACTA:** 2017/595

ACTA DE RESULTATS

DETERMINACIÓ DE LA HUMITAT D'UN SÒL UNE 103300/NLT 103

HUMITAT	%	3.68
---------	---	-------------

EL DIRECTOR DEL LABORATORI

EL TÈCNIC RESPONSABLE

JAVIER VICENTE MÍNGUEZ

GUILLEM RODRÍGUEZ PERELLÓ



GEOTÈCNIA I CONTROL DE QUALITAT, SA
 C/ Berguedà, 15, bloc B, nau 11
 Pol. Ind. Can Bernades-Sobirà
 08130 Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona)
 Telf. 93 574 93 91-Fax. 93 574 93 92

CLIENT	GEOTEX GEOLOGOS CONSULTIF: B62436621
OBRA	TEATRE MONTORNÈS DEL VALLÈS
Nº OBRA:	155
PETICIONARI	GEOTEX GEOLOGOS CONSULTORES

Nº MOSTRA	.2017/338	REF. CLIENT:	SPT
PROCEDÈNCIA:	S2	PROFUNDITAT:	3.80 m
TIPUS MOSTRA:	<input type="checkbox"/> INALTERADA <input type="checkbox"/> REMOLDEJADA		
TIPUS ASSAIG:	<input type="checkbox"/> CD <input type="checkbox"/> CU <input checked="" type="checkbox"/> UU		
DATA ACTA	02/02/17	CODI ACTA:	.2017/338



GEOTÈCNIA I CONTROL DE QUALITAT, SA
 C/ Berguedà, 15, bloc B, nau 11
 Pol. Ind. Can Bernades-Sobirà
 08130 Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona)
 Telf. 93 574 93 91-Fax. 93 574 93 92

CLIENT	GEOTEX GEOLOGOS CONSULTIF: B62436621
OBRA	TEATRE MONTORNÈS DEL VALLÈS
Nº OBRA:	155
PETICIONARI	GEOTEX GEOLOGOS CONSULTORES

Nº MOSTRA	.2017/338	REF. CLIENT:	SPT
PROCEDÈNCIA:	S2	PROFUNDITAT:	3.80 m
TIPUS MOSTRA:	<input checked="" type="checkbox"/> INALTERADA <input type="checkbox"/> REMOLDEJADA		
TIPUS ASSAIG:	<input type="checkbox"/> CD <input type="checkbox"/> CU <input checked="" type="checkbox"/> UU		
DATA ACTA	02/02/17	CODI ACTA:	.2017/338

ACTA DE RESULTATS
 DETERMINACIÓ DELS PARÀMETRES RESISTENTS A L'ESFORÇ TALLANT D'UNA MOSTRA DE SÒL EN LA CAIXA DE TALL DIRECTE

UNE 103401:1998

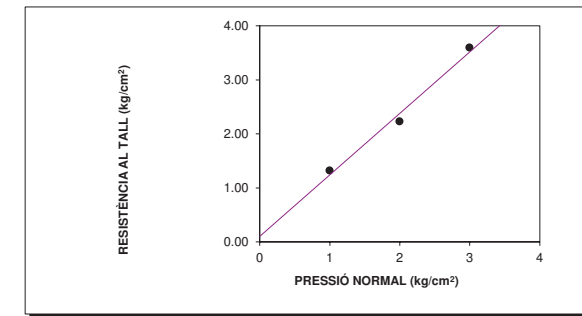
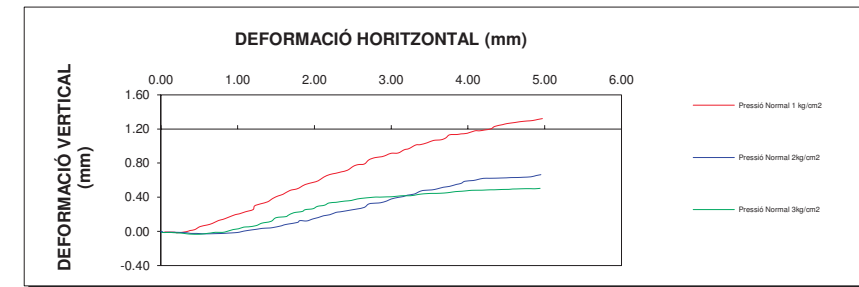
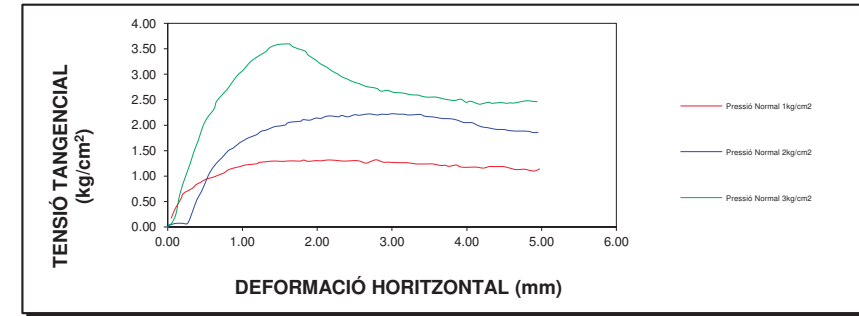
MASSES I DIMENSIONS DE LA CAIXA DE TALL					
MASSES					
		CAIXA 1	CAIXA 2	CAIXA 3	
Massa meitat superior caixa	m_c (g)	1008.56	1008.56	1008.56	
Massa base de compactar	m_b (g)	856.08			
DIMENSIONS					
CAIXA QUADRADA			CAIXA CIRCULAR		
PRESSIÓ NORMAL			PRESSIÓ NORMAL		
		1kg/cm ²	2kg/cm ²	3kg/cm ²	
Dimensió int. caixa	L_1 (mm)	60.00	60.00	60.00	∅ interior caixa
Dimensió int. caixa	L_2 (mm)	60.08	60.08	60.08	D (mm)
Altura base compactar	h_b (mm)	20.00			Altura meitat sup. Caixa
Altura meitat sup caixa	h_c (mm)	25.20	25.20	25.20	h_c (mm)
Àrea inicial proveta	$A=L_1 \cdot L_2$ (mm ²)	3604.80	3604.80	3604.80	Àrea inicial proveta
Vol. ini. proveta	$V = A \cdot h / 1000$ (cm ³)	95.89	94.09	93.36	$A=(\pi \cdot D^2)/4$ (mm ²)
		52.23	51.25	50.85	

PREPARACIÓ DE LA PROVETA						
SÒLS COHESIUS		SÒLS NO COHESIUS				
INALTERAT	COMPACTAT		SORRA SECA FLUÏXA	SORRA SECA COMPACTA	SORRA SATURADA	SORRA SEMI-SATURADA
	SATURAT	NO SATURAT				
Tallat	Densitat seca	ρ_d (g/cm ³)	Abocat	Compactació dinàmica	Bullit	Compactació dinàmica
	Energia	E (J/cm ³)		Compactació estàtica		
	Lim. plàstic			Vibració		
				Abocat		
		= 0.583				

DADES DEL MUNTATGE I DE LA PROVETA					
		1kg/cm ²	2kg/cm ²	3kg/cm ²	
Velocitat de desplaçament	v (mm/min)	1.00	1.00	1.00	
Distància de la vora superior de la caixa a la placa base	h_1 (mm)	40.70	40.10	40.10	
Distància de la vora superior de la caixa a la placa porosa sup.(sòls cohesius)	h_2 (mm)	2.20	2.40	2.60	
Distància de la vora superior de la caixa a la placa ranurada (sòls no cohesius)	h_3 (mm)				
Altura total de las plaques emprades en l'assaig (SENSE LA RANURADA SUP EN SÒLS COHESIUS)	h_4 (mm)	11.90	11.60	11.60	
Altura inicial de la proveta (sòls cohesius)	h (mm)= $h_1-h_2-h_3$	26.60	26.10	25.90	
Altura inicial de la proveta (sòls no cohesius)	h (mm)= $h_1-h_3-h_4$				
Distància de la vora superior del pistó de càrrega a la vora superior de la caixa	h_4 (mm)				
Idem amb el jou de càrregues i en equilibri	h_5 (mm)				
Assentament degut al jou	h_4-h_5 (mm)				
Massa humida inicial de la proveta	m_{hi} (g)	102.60	100.30	100.90	
Massa seca de la proveta	m_{di} (g)	94.65	92.53	93.08	
Massa humida final de la proveta	m_{hf} (g)	101.5	99.3	99.8	
Assentament degut a la consolidació	h_c (mm)				

HUMITATS I DENSITATS					
		1kg/cm ²	2kg/cm ²	3kg/cm ²	
Humitat inicial	$W_i(\%)=100 \cdot (m_{hi}-m_{di})/m_{di}$	8.40	8.50	8.55	Dens. apar. ini. ρ_i (g/cm ³) = m_{hi}/V
Humitat final	$W_f(\%)=100 \cdot (m_{hf}-m_{df})/m_{df}$	7.27	7.28	7.58	Dens. apar. fin. ρ_f (g/cm ³) = m_{hf}/V
Índex buits inicial	$e_i=(\rho_s/\rho_d)-1$	---	---	---	Densitat de partícules ρ_s
Índex de buits	$e=e_i(\Delta h(1+e_i)/h)$	---	---	---	Saturació inicial $S_i(\%) = (W_i \cdot \rho_s)/e_i$
	(Δh = canvi altura -mm- de la proveta)				

HUMITATS I DENSITATS: VALORS MITJANS						
Humitat inicial	$W_i(\%)=100 \cdot (m_{hi}-m_{di})/m_{di}$	8.49			Densitat aparent inicial	ρ_i (g/cm ³) = m_{hi}/V
Humitat final	$W_f(\%)=100 \cdot (m_{hf}-m_{df})/m_{df}$	7.38			Densitat aparent final	ρ_f (g/cm ³) = m_{hf}/V
Índex de buits inicial	$e_i=(\rho_s/\rho_d)-1$	---			Densitat de les partícules	ρ_s
Índex de buits	$e=e_i(\Delta h(1+e_i)/h)$	---			Grau de saturació inicial	$S_i(\%) = (W_i \cdot \rho_s)/e_i$
	(Δh = canvi altura -mm- de la proveta)					



Pressió normal (kg/cm ²)	1	2	3
Resistència al tall (kg/cm ²)	1.32	2.23	3.60

COHESIÓ:
 0.1036 kg/cm² | 10.16 kPa

ANGLE DE FREGAMENT INTERN $\phi = 48.70^\circ$

OBSERVACIONS:



GEOTÈCNIA I CONTROL DE QUALITAT, SA
 C/ Berguedà, 15, bloc B, nau 11
 Pol. Ind. Can Bernades-Sobirà
 08130 Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona)
 Telf.: 93 574 93 91
 email: laboratori@gcq.es

CLIENT: GEOTEX GEOLOGOS CONSULTORES - NIF: ESB62436621
 OBRA: TEATRE MONTORNÈS DEL VALLÈS
 Nº OBRA: 155
 PETICIONARI: GEOTEX GEOLOGOS CONSULTORES

Nº MOSTRA: .2017/339
 LOCALIZACIÓ: SPT S4 (1.00m)
 DATA RECOLLIDA: 27/01/2017
 DATA ACTA: 02/02/2017 CODI ACTA: 2017/598

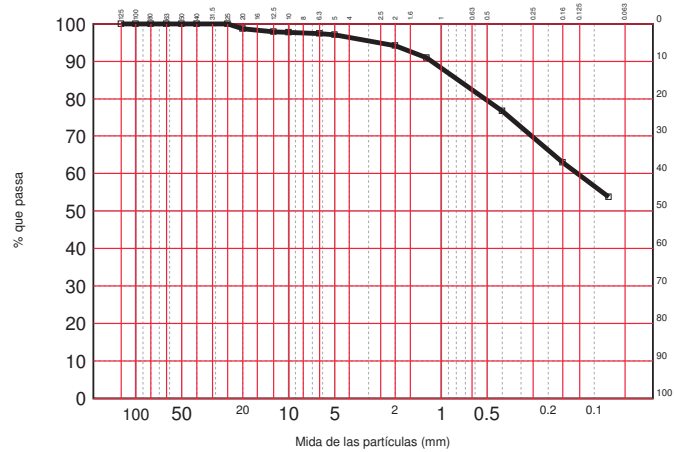
ACTA DE RESULTATS

Mètode d'anàlisi: Rentat i tamisat

Ensayo 0112 - SÒLS. GRANULOMETRIA+LIMITS. 103101/NLT104 S/

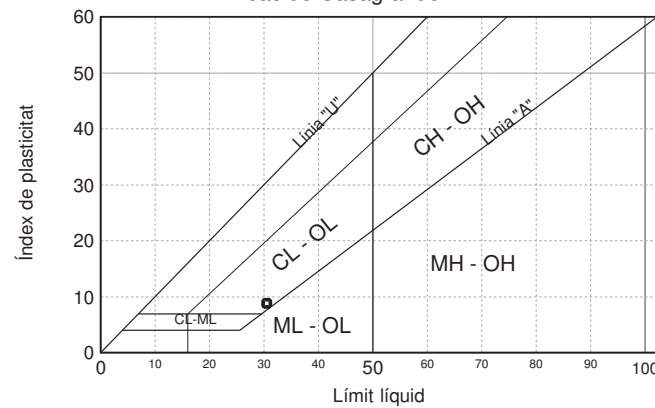
Tamis (mm)	125	100	80	63	50	40	25	20	12.5	10	6.3	5	2	1.25	0.4	0.16	0.08
Passa (%)	100	100	100	100	100	100	100	99	98	98	97	97	94	91	77	63	53.7

Corba granulomètrica



Blocs	Més de 300 mm.	0.0%
Còdols	De 75 a 300 mm.	0.0%
Graves (3.2%)	grolleres De 19 a 75 mm.	1.5%
	fines De 4.75 a 19 mm.	1.7%
Sorres (46.5%)	grolleres De 2 a 4.75 mm.	2.7%
	mitjanes De 0.425 a 2 mm.	17.0%
	fines De 0.075 a 0.425 mm.	26.7%
Liïms i argiles	Menys de 0.075 mm.	50.3%

Àbac de Casagrande



Límit líquid	30.47
Límit plàstic	21.61
Índex de plasticitat	8.86

SULFATS. SEGONS UNE 103-201-96

% SO3	%	0.0520
% SO3	mg/kg	520
% SO4	mg/kg	624

EL DIRECTOR DEL LABORATORI

EL TÈCNIC RESPONSABLE

JAVIER VICENTE MÍNGUEZ

GUILLEM RODRÍGUEZ PERELLÓ



GEOTÈCNIA I CONTROL DE QUALITAT, SA
 C/ Berguedà, 15, bloc B, nau 11
 Pol. Ind. Can Bernades-Sobirà
 08130 Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona)
 Telf.: 93 574 93 91
 email: laboratori@gcq.es

CLIENT: GEOTEX GEOLOGOS CONSULTORES - NIF: ESB62436621
 OBRA: TEATRE MONTORNÈS DEL VALLÈS
 Nº OBRA: 155
 PETICIONARI: GEOTEX GEOLOGOS CONSULTORES

Nº MOSTRA: .2017/339
 LOCALIZACIÓ: SPT S4 (1.00m)
 DATA RECOLLIDA: 27/01/2017
 DATA ACTA: 02/02/2017 CODI ACTA: 2017/599

ACTA DE RESULTATS

DETERMINACIÓ DE LA HUMITAT D'UN SÒL UNE 103300/NLT 103

HUMITAT	%	15.38
---------	---	-------

EL DIRECTOR DEL LABORATORI

EL TÈCNIC RESPONSABLE

JAVIER VICENTE MÍNGUEZ

GUILLEM RODRÍGUEZ PERELLÓ

PC3 ESTUDI ACÚSTIC

TEATRE MUNICIPAL DE MONTORNÈS DEL VALLÈS:
Projecte acústic del Teatre i la sala de ball

TEATRE MUNICIPAL DE MONTORNÈS DEL VALLÈS:
Projecte acústic del Teatre i la sala de ball
PART I: Condicionament acústic

ÍNDEX

1. Introducció	1	5.3.5 Configuració per activitats amb so amplificat	60
2. Condicionament acústic de recintes: Conceptes i paràmetres bàsics	2	5.4 Conclusions	63
2.1 Acústica estadística. Temps de reverberació (RT)	2	5.4.1 Fitxa resum dels revestiments del recinte	63
2.2 Acústica geomètrica. Ecogrames	4	5.4.2 Fitxa acústica per a teatre	63
2.3 Acústica ondulatoria. Modes propis d'una sala	6	5.4.3 Fitxa acústica per a música de cambra	64
2.4 Recintes destinats a veu	7	5.4.4 Fitxa acústica per a so amplificat	64
2.4.1 Propagació del so en l'espai lliure	7	6. Condicionament acústic de la sala de ball	65
2.4.2 Propagació del so en un recinte tancat	9	6.1 Objectius numèrics de disseny	65
3. Paràmetres acústics bàsics associats a la veu	13	6.1.1 Definició dels usos de la sala	65
3.1 Temps de reverberació (RT)	13	6.1.2 Objectius numèrics	66
3.2 Nivell de pressió sonora (L_{veu})	13	6.2 Proposta de condicionament acústic	66
3.3 Definició (D)	13	6.2.1 Paviment de la sala	66
3.4 Sonoritat (G)	13	6.2.2 Sostre de la sala	68
3.5 Intel·ligibilitat de la paraula (RASTI)	14	6.2.3 Parets de la sala	70
4. Paràmetres acústics bàsics associats a la música de cambra	15	6.3 Resultats de les simulacions acústiques	72
4.1 Temps de reverberació (RT)	15	6.3.1 Consideracions prèvies	72
4.2 Calidesa (BR) i brillantor (Br)	15	6.3.2 Resultats de les simulacions acústiques	74
4.3 Nivell de pressió sonora ($L_{mús}$)	15	6.4 Fitxes tècniques	82
4.4 Claredat musical (C_{80})	16	6.4.1 Fitxa resum dels revestiments de la sala de ball	82
4.5 Eficiència lateral (LE)	16	6.4.2 Fitxa acústica de la sala de ball	82
5. Condicionament acústic del Teatre	17		
5.1 Objectius numèrics de disseny	17		
5.1.1 Definició dels usos de la sala	17		
5.1.2 Objectius numèrics	19		
5.2 Proposta de condicionament acústic	22		
5.2.1 Paviments	23		
5.2.2 Fals sostre	25		
5.2.3 Zona d'audiència	26		
5.2.4 Parets de la sala	31		
5.3 Resultats de les simulacions acústiques	41		
5.3.1 Consideracions prèvies	41		
5.3.2 Configuració per a teatre	44		
5.3.3 Configuració per a música de cambra	52		

1. INTRODUCCIÓ

El present document conté el projecte de condicionament acústic del Teatre Municipal i de la sala de ball de Montornès del Vallès.

Al capítol 2 es defineixen els conceptes bàsics relacionats amb el condicionament acústic de recintes.

Al capítol 3 es defineixen els paràmetres acústics bàsics associats a la veu.

Al capítol 4 es defineixen els paràmetres acústics bàsics associats a la música de cambra.

Al capítol 5 es presenten els objectius, propostes de condicionament, resultats i fitxes resum del projecte de condicionament acústic del Teatre.

Al capítol 6 es presenten els objectius, propostes de condicionament, resultats i fitxes resum del projecte de condicionament acústic de la sala de ball.

2. CONDICIONAMENT ACÚSTIC DE RECINTES: CONCEPTES I PARÀMETRES BÀSICS

El comportament del so en un recinte tancat es pot estudiar des de tres punts de vista diferents i, alhora, complementaris: l'estadístic, el geomètric i l'ondulatori. Als següents apartats es descriuen les esmentades teories de forma simplificada.

2.1 Acústica estadística. Temps de reverberació (RT)

Basada en l'assumpció que el camp sonor és perfectament difús, és a dir, la pressió sonora és uniforme en tots els punts de la sala i les velocitats de les partícules d'aire tenen una direcció aleatòria en qualsevol instant.

A partir de la teoria estadística és possible determinar les diverses expressions corresponents al temps de reverberació i, en particular, la de Sabine modificada, que es defineix posteriorment.

Quan una font sonora radiant en una sala donada s'atura bruscament, qualsevol oient situat a la mateixa seguirà sentint el so durant el lapse de temps que l'energia present tardi a ser absorbida per les seves superfícies.

El temps de reverberació (de forma abreujada RT), a una freqüència determinada, es defineix com el temps (en segons) que transcorre des que el focus emissor s'atura fins que el nivell de pressió sonora cau 60 dB. Com més absorbeixen les parets, menor serà el RT. Un recinte amb un RT gran s'anomena "viu", mentre que si el RT és petit rep el nom de recinte "apagat".

a) Fórmula de Sabine

L'expressió de Sabine per al càlcul del RT, vàlida quan l'absorció es manté uniforme per tot el recinte, és:

$$RT \text{ (Sabine)} = \frac{0,161 V}{A} \quad (\text{en segons})$$

on: V= volum del recinte (en m³)

A= absorció total del recinte (en m²)

Veurem a continuació com es defineix A.

El poder d'absorció de so d'una superfície qualsevol es representa mitjançant l'anomenat coeficient d'absorció α . Es defineix com la relació entre l'energia absorbida per l'esmentada superfície i l'energia incident sobre la mateixa. Els seus valors estan compresos entre 0 (corresponent a una superfície totalment reflectant) i 1 (cas ideal d'absorció total).

La caracterització d'un material absorbent, però, ve donada pel que es denomina absorció del material, que s'obté de multiplicar α per la seva superfície S.

Atès que un recinte tancat està constituït per diverses superfícies recobertes de materials diferents, cal definir l'absorció total A com la suma de totes i cadascuna de les absorcions individuals, és a dir:

$$A = \alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + \dots + \alpha_n S_n$$

A partir d'A, és possible calcular el coeficient d'absorció mig de la següent forma:

$$\bar{\alpha} = \frac{A}{S_T}$$

on $S_T = S_0 + S_1 + S_2 + \dots + S_n$ = superfície total del recinte (parets + sostre + terra)

Per tant, finalment podem escriure el temps de reverberació com:

$$RT \text{ (Sabine)} = \frac{0,161 V}{S_T \bar{\alpha}}$$

o bé, mitjançant l'expressió equivalent:

$$RT \text{ (Sabine)} = \frac{13,8 \bar{I}}{c \bar{\alpha}}$$

on: \bar{I} = lliure camí mig estadístic entre dues col·lisions consecutives ($\bar{I} = 4V/S_T$)

c = velocitat de propagació del so ($c=345$ m/s)

Ambdues expressions són vàlides sempre que $\bar{\alpha}$ sigui molt inferior a 1 (cas habitual a la pràctica).

b) Fórmula de Sabine modificada

$$RT \text{ (Sabine modificada)} = \frac{13,8 \bar{I}'}{c \bar{\alpha}'}$$

2.2 Acústica geomètrica. Ecogrames

Basada en la reflexió especular dels raigs sonors sobre les superfícies de la sala, tot considerant-los com raigs de llum, és a dir, seguint els principis generals de l'òptica geomètrica. La seva aplicació només té sentit quan les dimensions de la sala són grans comparades amb la longitud d'ona del so en consideració, la qual cosa succeeix a freqüències mitges i altes.

A partir d'aquesta teoria és possible obtenir en qualsevol punt de la sala, i per a cada freqüència d'interès, una gràfica denominada ecograma, en la qual es representa el so directe i les diferents reflexions (sons retardats), així com els corresponents nivells de pressió sonora.

En algunes ocasions, interessa evitar l'aparició de determinades reflexions especulars causants d'ecos en un o varis punts d'una sala. En altres casos, especialment en sales destinades a activitats de tipus musical, convé augmentar la impressió espacial existent a les mateixes. Una de les maneres possibles d'aconseguir qualsevol dels dos objectius consisteix a incorporar superfícies difusores del so.

Els difusors són elements que retornen l'energia incident d'una manera uniforme (amb un angle de 180°), independentment de la direcció d'arribada del raig sonor. Per tal que un difusor es comporti correctament com a tal, el seu perfil haurà de ser o bé convex o irregular. En aquest darrer cas, aquesta irregularitat consistirà en variacions de profunditat de fins a uns 25 cm, és a dir, del mateix ordre de magnitud que les longituds d'ona dels sons als quals els difusors han de respondre correctament. Si s'utilitzen difusors amb perfils menys pronunciats, la seva eficàcia quedarà circumscrita a freqüències superiors.

En la figura 2.1 s'observen els ecogrames corresponents a una reflexió especular i a un procés de difusió del so.

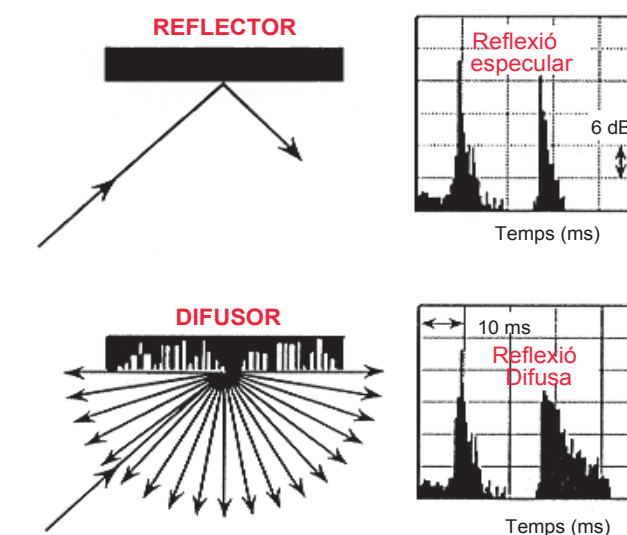


Figura 2.1: Ecogrames corresponents a una reflexió especular i a un procés de difusió de so

2.3 Acústica ondulatoria. Modes propis d'una sala

Basada en la resolució de l'equació d'ona tridimensional particularitzada per cada recinte en concret.

L'existència de superfícies límit provoca l'aparició de senyals reflectits que, conjuntament amb els senyals incidents, donen lloc a les anomenades ones estacionàries. Cada ona estacionària, o mode propi, està caracteritzada per una freqüència pròpia i, a més, per una distribució d'amplituds de pressió que depenen del punt del recinte considerat.

En cada cas, la solució de l'equació d'ona està formada per un nombre il·limitat de modes propis discrets, cadascun amb una freqüència pròpia; això significa que cada sala presentarà un so característic o "coloració" originat per una concentració d'energia al voltant de totes i cadascuna de les esmentades freqüències pròpies.

Convé destacar que:

- a) La densitat de modes propis augmenta amb la freqüència. Això significa que, a freqüències altes, l'efecte dels modes és menyspreable ja que el fet de tenir-ne molts i pròxims és equivalent a no tenir-ne. El problema queda, per tant, centrat a les primeres freqüències (zona de freqüències baixes).

Per calcular la freqüència límit superior s'utilitza la següent expressió empírica:

$$f_{\text{màx}} = 1848,6 \sqrt{\frac{RT}{V}}$$

on: RT és el temps de reverberació mig (500 Hz - 1 kHz) de la sala (en s)
V és el volum de la sala (en m³)

- b) Els valors de les freqüències pròpies depenen únicament i exclusiva de les dimensions del recinte. A títol d'exemple, donem a continuació l'expressió corresponent a una sala rectangular de dimensions L_x, L_y i L_z, coneguda com a fórmula de Rayleigh:

$$f_{l,m,n} = 172,5 \sqrt{\left(\frac{l}{L_x}\right)^2 + \left(\frac{m}{L_y}\right)^2 + \left(\frac{n}{L_z}\right)^2}$$

on: l,m,n = 1,2,3, ...

Com es pot observar, com més gran sigui el recinte, més baixos seran els valors de les primeres freqüències pròpies, podent arribar a una zona en la qual el seu efecte sigui quasi negligible. Aquest és el cas del recinte objecte d'estudi.

2.4 Recintes destinats a veu

2.4.1 Propagació del so en l'espai lliure

A l'aire lliure, la propagació de les ones sonores va associada al concepte de camp o so directe. Aquest so s'atenua ràpidament amb la distància degut al fenomen de la propagació esfèrica (disminució de 6 dB en doblar la distància a la font sonora). A través de la realització d'una sèrie d'experiments, s'ha pogut esbrinar que un missatge oral emès en una zona silenciosa (en absència de fenòmens atmosfèrics sorollosos) pot ser escoltat de forma satisfactòria a una distància de 42 m en la direcció frontal de l'orador, a 30 m lateralment i a 17 m en la direcció posterior. Aquestes apreciables diferències són degudes a les característiques direccionals de la veu. A distàncies superiors, el missatge deixa de ser intel·ligible atès que queda immers en el soroll de fons existent, amb independència del lloc escollit per a la realització de l'experiència.

El nivell de pressió sonora L_p constitueix la forma més habitual d'expressar la magnitud d'un camp sonor. Es mesura en dB (decibels) SPL mitjançant un aparell denominat sonòmetre.

El L_p es defineix com:

$$L_p = 20 \log \frac{p_{ef}}{p_{ref}} \quad (\text{en dB SPL})$$

on: p_{ef} = pressió eficaç del so en consideració
 p_{ref} = pressió eficaç corresponent al llindar d'audició a 1 kHz (= 2×10^{-5} Pa)

A la taula 2.1 es mostren els nivells de pressió sonora associats a diferents sons i sorolls típics:

Font sonora	L_p (dB SPL)	Valoració subjectiva
Avió enlairant-se (a 60 m)	120	Molt elevat
Edifici en construcció	110	
Crit (a 1,5 m)	100	
Camió pesant (a 15 m)	90	Elevat
Carrer (ciutat)	80	
Interior automòbil	70	
Conversació normal (a 1 m)	60	Moderat
Oficina, aula	50	
Sala d'estar	40	
Dormitori (nit)	30	Baix
Estudi de radiodifusió	20	
Fulles arbres	10	

Taula 2.1: Nivells de pressió sonora corresponents a sons i sorolls típics

A la figura 2.2 es pot apreciar el mapa de nivells de pressió sonora produïts per un orador situat a l'aire lliure, a la freqüència de 2 kHz, en funció de la distància i l'angle referit al seu eix frontal. Es pot observar la disminució del nivell de pressió, a una distància qualsevol de l'orador, a mida que augmenta l'esmentat angle. Això permet confirmar l'asseveració anterior referent a la directivitat de la veu humana.

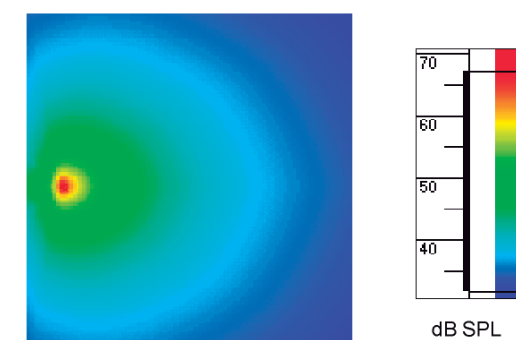


Figura 2.2: Nivells de pressió sonora (a 2 kHz) produïts per un orador a l'aire lliure

2.4.2 Propagació del so en un recinte tancat

a) Intel·ligibilitat de la paraula

Quan el missatge oral s'emeta a l'interior d'un recinte tancat, el requisit fonamental que s'ha de complir és que l'esmentat missatge sigui clarament intel·ligible.

A l'igual que en l'espai lliure, la intel·ligibilitat en un punt qualsevol de la sala depèn tant del nivell de pressió sonora de camp directe existent al mateix, és a dir, de la proximitat d'aquest punt a l'escenari, com del nivell de soroll de fons present a la sala. Si aquest nivell és suficientment elevat produirà un emmascarament del missatge emès amb la consegüent pèrdua d'intel·ligibilitat. Des d'un punt de vista pràctic, aquest efecte és menyspreable per relacions senyal-soroll iguals o superiors a 12 dB.

Ara bé, el fet de considerar un recinte tancat comporta, a més, l'aparició de reflexions sobre les seves superfícies límit que incideixen d'una manera directa sobre l'esmentada intel·ligibilitat. Es tracta de les denominades primeres reflexions ("early reflections"), estudiades a través de l'acústica geomètrica, i de les reflexions tardanes ("late reflections"), analitzades mitjançant l'acústica estadística i associades a l'anomenat camp reverberant.

En general, es pot afirmar que per primeres reflexions s'entenen tots aquells sons retardats que arriben a l'oient dintre dels primers 50 ms (0,05 segons) des de l'arribada del so directe. Aquests senyals ajuden a millorar la intel·ligibilitat i, al mateix temps, produeixen un augment de sonoritat (o sensació d'amplitud del so) degut a l'efecte d'integració de l'oïda humana. Són, per tant, reflexions clarament beneficioses.

Per contra, l'aparició en un punt d'escolta d'una reflexió de nivell elevat amb un retard superior als 50 ms respecte al so directe, denominada eco, és totalment contraproduent per a l'obtenció d'una bona intel·ligibilitat de la paraula. En conseqüència, és necessari evitar l'aparició d'ecos en un recinte a base de triar les formes més adequades així com seleccionar els revestiments de les superfícies més idonis per a cada cas en concret.

De forma més precisa, a la figura 2.3 es mostren les quatre zones característiques pel que fa a intel·ligibilitat. A l'eix d'abscisses s'indica el retard temporal entre el so directe i el retardat, mentre que a l'eix d'ordenades apareix la diferència de nivells entre el so retardat i el directe.

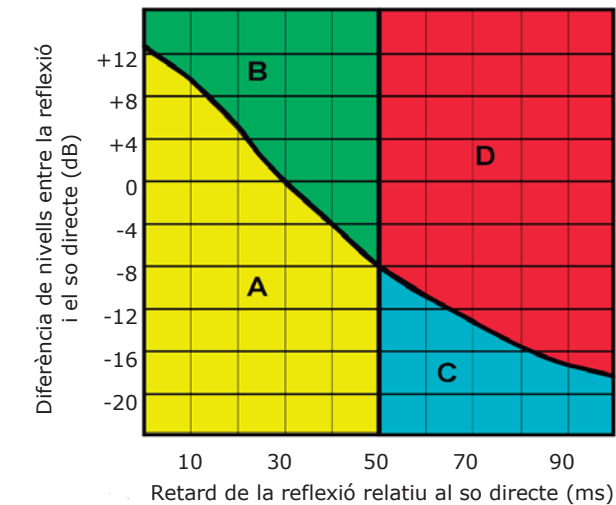


Figura 2.3: Zones característiques pel que fa a intel·ligibilitat de la paraula

Zona A: integració total dels sons => augment d'intel·ligibilitat i de sonoritat

Zona B: integració total dels sons, però amb desplaçament de la localització de la font primària (so directe) cap a la secundària (so retardat)

Zona C: so retardat no perjudicial per a la intel·ligibilitat del so directe

Zona D: so retardat percebut com a eco => pèrdua d'intel·ligibilitat

Un altre efecte pernicios per a la correcta intel·ligibilitat és l'aparició del denominat eco flotant ("flutter echo"), consistent en el manteniment perllongat d'un so generat entre un parell de superfícies paral·leles i molt reflectants. Convé, per tant, evitar aquest tipus de construcció o bé, en cas que no sigui possible, tractar acústicament almenys una d'elles a fi de disminuir l'esmentat efecte.

Pel que fa a les reflexions tardanes, la seva existència va associada de forma biunívoca a l'existència d'un cert temps de reverberació RT. En efecte, per retards superiors a uns 100 ms, el nombre de reflexions existents en un punt donat del recinte és tan elevat que el tractament individualitzat de les mateixes no té sentit. El que realment procedeix és tractar el so des d'un punt de vista estadístic, ja que l'energia associada a les esmentades reflexions és constant, amb independència del punt de la sala en consideració. Es tracta de la denominada energia de camp reverberant.

Si el condicionament acústic d'una sala és incorrecte i, per tant, el coeficient d'absorció mig $\bar{\alpha}$ a les diferents freqüències de treball és massa baix, resulta que els corresponents valors d'RT seran excessius. Un excés de reverberació, particularment a baixa freqüència, implica un alt contingut energètic associat al camp reverberant i, en conseqüència, una apreciable pèrdua d'intel·ligibilitat de la paraula deguda a un encavalcament de les vocals sobre les consonants amb el consegüent emmascarament del missatge emès.

A títol orientatiu, es pot afirmar que la màxima distància aconsellable entre l'escenari i l'espectador més allunyat està situada entorn dels 20 m. Aquest valor es pot veure augmentat, sempre i quan es potenciï l'existència de primeres reflexions i/o es disminueixi, fins a un cert límit, l'energia de camp reverberant (disminució del temps de reverberació RT).

b) Camp directe i camp reverberant. Distància crítica

A diferència del que succeeix a l'aire lliure, la pressió sonora total L_p existent en un punt qualsevol d'un recinte tancat s'obté com a contribució de les pressions sonores de camp directe i de camp reverberant.

El nivell de pressió sonora de camp directe L_D és degut al so directe que arriba a l'oient, és a dir, aquell que es mesuraria si l'esmentat oient estigués a l'espai lliure. Tal com s'ha comentat anteriorment, el nivell L_D disminueix 6 dB cada cop que es dobla la distància a la font sonora, sempre i quan aquesta radiï ones esfèriques (font puntual).

El nivell de pressió sonora de camp reverberant L_R apareix com a conseqüència de l'existència de les superfícies límit del recinte i, per tant, a l'aparició d'energia reflectida sobre les mateixes. En general, aquest nivell es manté constant amb independència de la distància a la font sonora.

La distància per a la qual $L_D = L_R$ s'anomena distància crítica D_c .

Es pot demostrar que, per a una font puntual:

$$D_c = 0,14 \sqrt{R}$$

on:

$$R \text{ (constant de la sala)} = \frac{S_T \bar{\alpha}}{1 - \bar{\alpha}}$$

S_T = superfície total de la sala

$\bar{\alpha}$ = coeficient mig d'absorció de la sala

A la figura 2.4 s'observa l'evolució del nivell relatiu total de pressió sonora L_p en funció de la relació entre la distància r a la font sonora i la distància crítica D_c .

Per als punts situats molt a prop de la font, es compleix que:

$$L_p \approx L_D$$

mentre que per als punts allunyats:

$$L_p \approx L_R$$

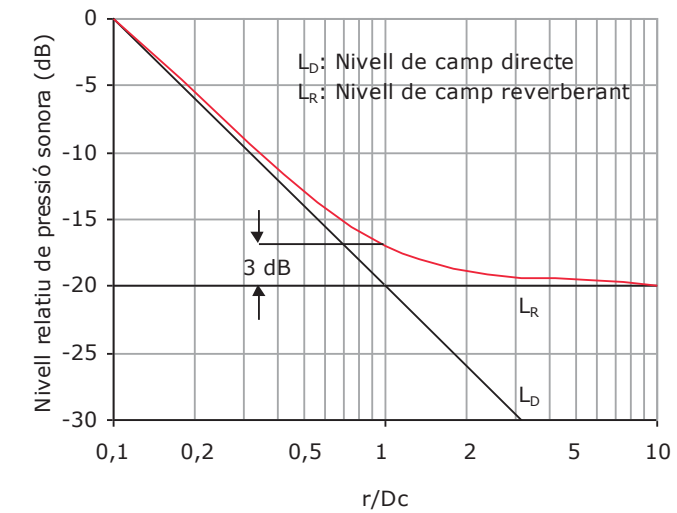


Figura 2.4: Evolució del nivell relatiu total de pressió sonora L_p en funció de r/D_c

D'altra banda, el nivell L_R és més baix com més absorbent sigui el recinte considerat. Aquest fet es fa palès a la figura 2.5 on es representen els nivells relatius d' L_p corresponents a una sala "viva" (poc absorbent), a una sala intermèdia i a una sala "apagada" (molt absorbent), en funció de la distància a la font sonora.

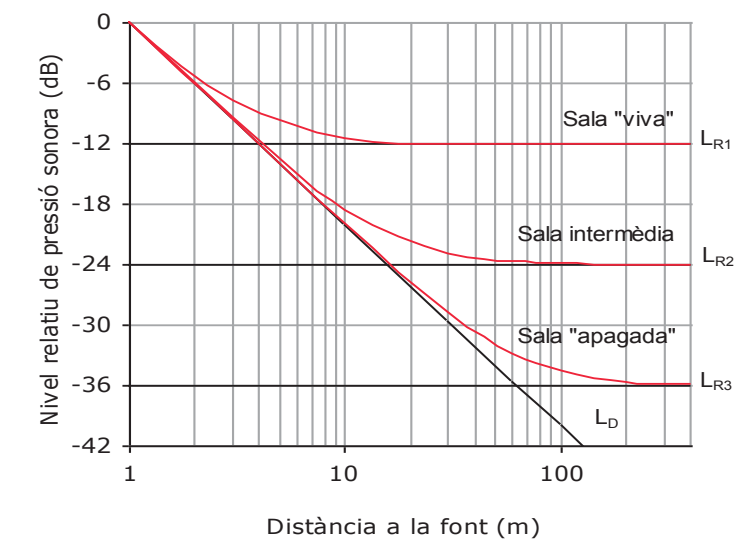


Figura 2.5: L_p corresponents a una sala "viva", a una sala intermèdia i a una sala "apagada"

3. PARÀMETRES ACÚSTICS BÀSICS ASSOCIATS A LA VEU

3.1 Temps de reverberació (RT)

El temps de reverberació (de forma abreujada RT), a una freqüència determinada, es defineix com el temps (en segons) que transcorre des que el focus emissor s'atura fins que el nivell de pressió sonora cau 60 dB.

La valoració subjectiva de l'RT indica el grau de vivesa de la sala.

3.2 Nivell de pressió sonora (L_{veu})

El nivell de pressió sonora (L_{veu}) en un punt qualsevol d'un recinte és el nivell produït a l'esmentat punt per un actor situat a l'escenari, amitjanat en les bandes de freqüències de 500 Hz, 1 kHz i 2 kHz.

El nivell de pressió sonora L_{veu} és indicatiu del grau d'amplificació produït per la sala.

3.3 Definició (D)

La definició (D) és la relació entre l'energia que arriba a l'oient dintre dels primers 50 ms des de l'arribada del so directe (inclou el so directe i les primeres reflexions) i l'energia total rebuda pel mateix, calculada a cada banda de freqüències entre 125 Hz i 4 kHz.

Com més gran sigui D, millor serà la intel·ligibilitat de la paraula obtinguda en el punt de la sala objecte d'estudi.

3.4 Sonoritat (G)

La sonoritat (G) en un punt qualsevol d'una sala es defineix com la diferència entre el nivell mig de pressió sonora existent a l'esmentat punt produït per un actor situat sobre l'escenari i el nivell mig de referència de 39 dB SPL. Aquest valor de referència correspon al nivell de pressió sonora (amitjanat en l'espai) que produiria l'esmentada persona a l'aire lliure a una distància de 10 m.

Ambdós nivells mitjos s'obtenen com a mitjana dels valors corresponents a les octaves de 500 Hz, 1 kHz i 2 kHz.

El paràmetre G és indicatiu del grau d'amplificació produït pel recinte sobre la veu.

3.5 Intel·ligibilitat de la paraula (RASTI)

El grau d'intel·ligibilitat de la paraula en un punt determinat d'un recinte s'expressa a través d'un coeficient anomenat RASTI (que pot variar entre 0 i 1). La relació entre aquest paràmetre i el grau subjectiu d'intel·ligibilitat es pot observar a la taula 3.1.

RASTI	Valoració Subjectiva
0,87-1	Excel·lent
0,65-0,86	Bona
0,60-0,64	Correcta
0,50-0,59	Acceptable
0,35-0,49	Pobra
0,24-0,34	Dolenta

Taula 3.1: Correspondència entre els valors RASTI i la valoració subjectiva de la intel·ligibilitat

4. PARÀMETRES ACÚSTICS BÀSICS ASSOCIATS A LA MÚSICA DE CAMBRA

4.1 Temps de reverberació (RT)

Paràmetre definit a l'apartat 3.1.

4.2 Calidesa (BR) i brillantor (Br)

El RT es relaciona no solament amb la vivesa acústica d'una sala, sinó també amb la calidesa i brillantor de la mateixa.

Es diu que una sala té calidesa acústica si presenta una bona resposta a freqüències baixes. Com a mesura objectiva de la calidesa s'utilitza la relació entre la suma dels temps de reverberació RT a freqüències baixes (125 Hz i 250 Hz) i la suma dels RT corresponents a freqüències mitges (500 Hz i 1 kHz):

$$BR = \frac{RT(125\text{Hz}) + RT(250\text{Hz})}{RT(500\text{Hz}) + RT(1\text{kHz})}$$

La paraula calidesa s'ha triat per tal de representar la riquesa en baixes freqüències, la suavitat i la melositat de la música a la sala.

D'altra banda, la brillantor de una sala es defineix com la relació entre la suma dels temps de reverberació RT a freqüències altes (2 kHz i 4 kHz) i la suma dels RT corresponents a freqüències mitges (500 Hz i 1 kHz):

$$Br = \frac{RT(2\text{kHz}) + RT(4\text{kHz})}{RT(500\text{Hz}) + RT(1\text{kHz})}$$

La paraula brillantor indica que el so a la sala és clar i ric en harmònics.

4.3 Nivell de pressió sonora ($L_{mús}$)

El nivell de pressió sonora $L_{mús}$, a cada banda de freqüències d'octava situada entre 125 Hz i 4 kHz, en un punt qualsevol d'un recinte és el nivell produït per una font sonora omnidireccional situada a l'escenari radiant una potència d'1 centiwatt.

Habitualment, es considera com a valor representatiu d'aquest paràmetre el valor amitjanat a les bandes de freqüències de 500 Hz i 1 kHz.

El nivell de pressió sonora $L_{mús}$ és indicatiu del grau d'amplificació produït per la sala.

4.4 Claredat musical (C_{80})

La claredat musical (C_{80}) es defineix com 10 vegades el logaritme de la relació entre l'energia sonora que arriba a l'oient durant els primers 80 ms des de l'arribada del so directe i la que li arriba després dels primers 80 ms, calculada a cada banda de freqüències entre 125 Hz i 4 kHz.

El valor representatiu de C_{80} es calcula com a mitjana dels valors corresponents a les bandes de 500 Hz, 1 kHz i 2 kHz.

El C_{80} permet quantificar la capacitat de percebre correctament els detalls d'una composició musical.

4.5 Eficiència lateral (LE)

L'eficiència lateral (LE) es defineix com la relació, en %, entre l'energia que arriba lateralment a l'oient dintre dels primers 80 ms des de l'arribada del so directe i l'energia rebuda en totes direccions en aquest interval de temps.

El LE es correspon amb la denominada amplitud aparent de la font sonora ASW (de l'anglès "Apparent Source Width"). El fet d'aconseguir una amplitud aparent elevada implica que la impressió espacial a la sala serà correcta.

5. CONDICIONAMENT ACÚSTIC DEL TEATRE

5.1 Objectius numèrics de disseny

5.1.1 Definició dels usos de la sala

El Teatre Municipal de Montornès del Vallès és un recinte on està previst realitzar-hi representacions teatrals, concerts de música de cambra i activitats amb so amplificat.

El conjunt de localitats d'aquest recinte estarà format, d'una banda, per una dotació de butaques mòbils per a la zona de platea, i de l'altra, per una grada retràctil situada a la part posterior de la sala. Aquesta disposició permetrà modificar l'aforament per tal de configurar el recinte per als diferents usos.

La geometria de la sala és la següent:

- Dimensions (sense l'escenari): 19,5 m x 16 m x 4,7 m (amplària x fons x alçària)
- Volum lliure aproximat (sense l'escenari): 1.550 m³ (1.400 m³ amb grada desplegada)

A la figura 5.1 es mostra la planta de la sala, mentre que a la figura 5.2 es mostra una secció de la mateixa.

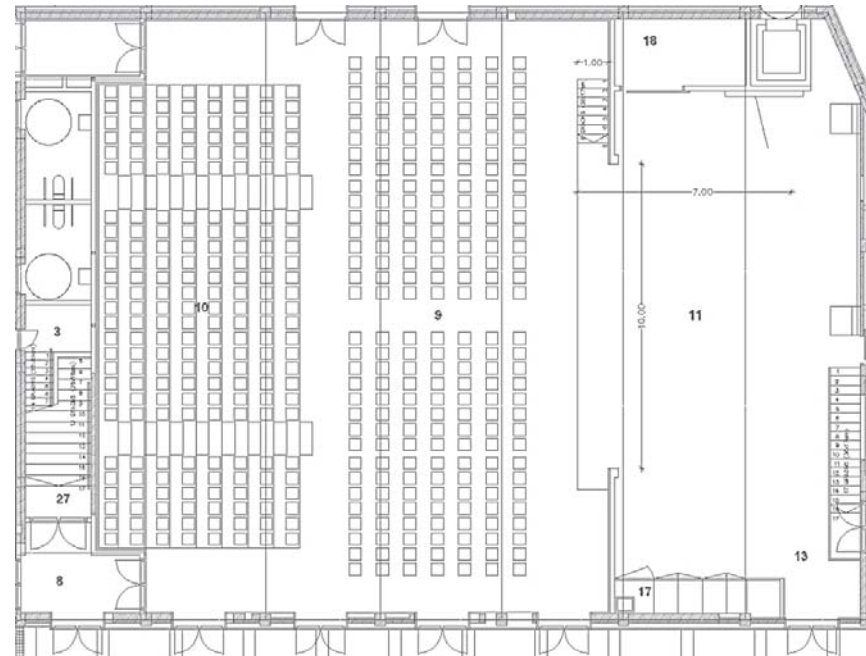


Figura 5.1: Planta de la sala

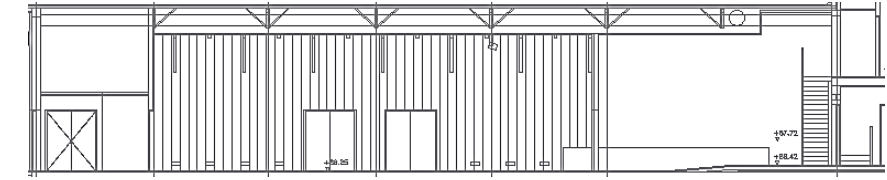


Figura 5.2: Secció de la sala

A continuació es presenten les diferents configuracions de la sala considerades en el present projecte de condicionament acústic.

a) Teatre

Per aquest tipus de representacions, es contempla la grada retràctil desplegada i les butaques muntades.

En aquesta configuració, la sala té un volum aproximat de 1.400 m³ (sense comptar el volum de l'escenari) i un aforament previst de 432 localitats.

b) Música de cambra

Per aquest tipus de representacions, també es contempla la grada retràctil desplegada i les butaques muntades. A més, es proposa la incorporació d'una petxina acústica a l'escenari.

En aquesta configuració, la sala té un volum aproximat de 1.400 m³ (sense comptar el volum de l'escenari) i el mateix aforament previst de 432 localitats.

c) Activitats amb so amplificat

Per a aquest tipus d'activitats, es contempla la grada retràctil plegada i les butaques de platea desmuntades.

En aquesta configuració, la sala té un volum aproximat de 1.500 m³ (sense comptar el volum de l'escenari) i una ocupació d'unes 300 persones, en el cas d'una activitat amb una afluència de públic mitjana.

5.1.2 Objectius numèrics

A continuació es defineixen els criteris numèrics de disseny corresponents a la sala, en condicions de plena ocupació i per a cada una de les següents configuracions estudiades:

- Configuració 1: Teatre
- Configuració 2: Música de cambra
- Configuració 3: Activitats amb so amplificat

a) Teatre

A la taula 5.1 es defineixen els criteris numèrics de disseny per a representacions teatrals, en condicions de plena ocupació.

A la figura 5.3 es mostra l'interval màxim de variació dels valors del temps de reverberació per a les bandes de freqüències compreses entre 125 Hz i 4 kHz, en condicions de plena ocupació.

Temps de reverberació mig (500 Hz - 1 kHz)	$0,9 \text{ s} \leq RT_{\text{mid}} \leq 1,1 \text{ s}$
Nivell mig de pressió sonora (500 Hz - 2 kHz)	$L_{\text{veu}} \geq 43 \text{ dB SPL}$
Definició (de 125 Hz a 4 kHz)	$D \geq 50\%$
Intel·ligibilitat de la paraula	$\text{RASTI} \geq 0,65$
Relació volum/localitat	V/N entre 4 i 6 m ³ /localitat

Taula 5.1: Valors dels paràmetres acústics per a la configuració de teatre, sala ocupada

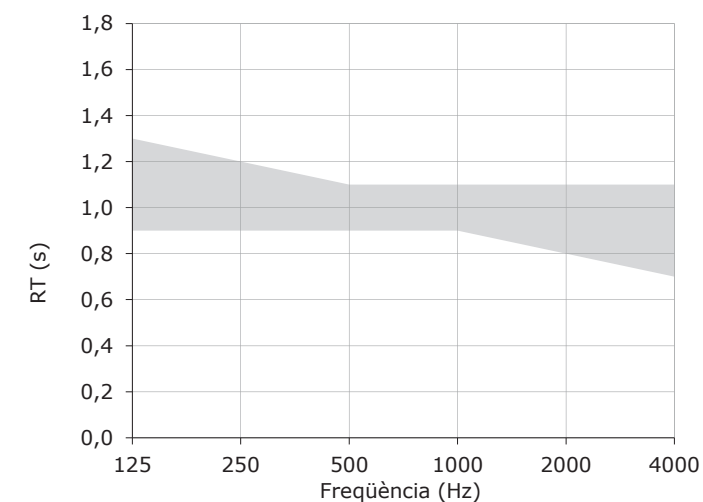


Figura 5.3: Interval màxim de variació del temps de reverberació per a la configuració de teatre, sala ocupada

b) Música de cambra

A la taula 5.2 es defineixen els objectius numèrics de disseny per a obtenir unes condicions òptimes per a la configuració de música de cambra, en condicions de plena ocupació.

A la figura 5.4 es mostra l'interval màxim de variació dels valors del temps de reverberació, per a les bandes de freqüències de 125 Hz a 4 kHz, en condicions de plena ocupació.

Temps de reverberació mig (500 Hz - 1 kHz)	$1,3 \text{ s} \leq RT_{\text{mid}} \leq 1,5 \text{ s}$
Calidesa acústica (BR)	$1,1 \leq BR \leq 1,45$
Brillantor (Br)	$Br \geq 0,85$
Nivell mig de pressió sonora (500 Hz - 1 kHz)	$L_{\text{mús}} \geq 73 \text{ dB SPL}$
Claredat musical (500 Hz - 2 kHz)	$0 \text{ dB} \leq C_{80} \leq 4 \text{ dB}$
Eficiència lateral (125 Hz - 1 kHz)	$LF \geq 19\%$
Relació volum/localitat	$V/N \approx 7 \text{ m}^3/\text{localitat}$

Taula 5.2: Valors dels paràmetres acústics per a música de cambra, sala ocupada

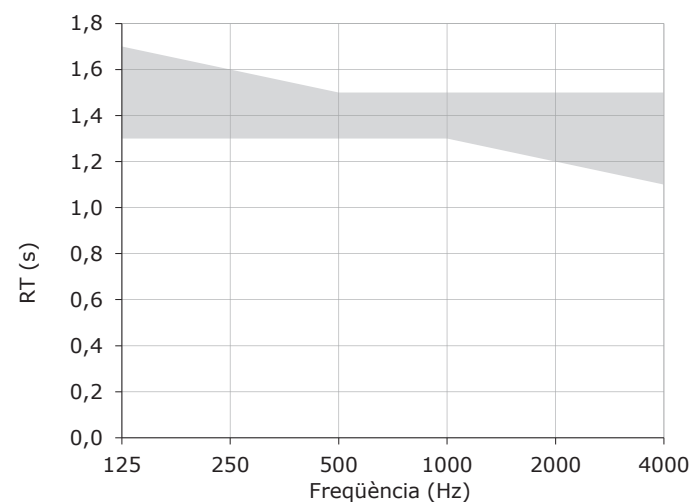


Figura 5.4: Interval màxim de variació dels valors del temps de reverberació per a la configuració de música de cambra, sala ocupada

c) Activitats amb so amplificat

A la taula 5.3 es defineixen els criteris numèrics de disseny per a activitats amb so amplificat, en condicions de plena ocupació.

A la figura 5.5 es mostren els valors màxims del temps de reverberació, per a les bandes de freqüències de 125 Hz a 4 kHz, en condicions d'ocupació mitjana.

Temps de reverberació mig (500 Hz - 1 kHz)	$RT_{mid} \leq 1 \text{ s}$
Intel·ligibilitat de la paraula	$RASTI \geq 0,65$

Taula 5.3: Valors dels paràmetres acústics per a activitats amb so amplificat, sala ocupada

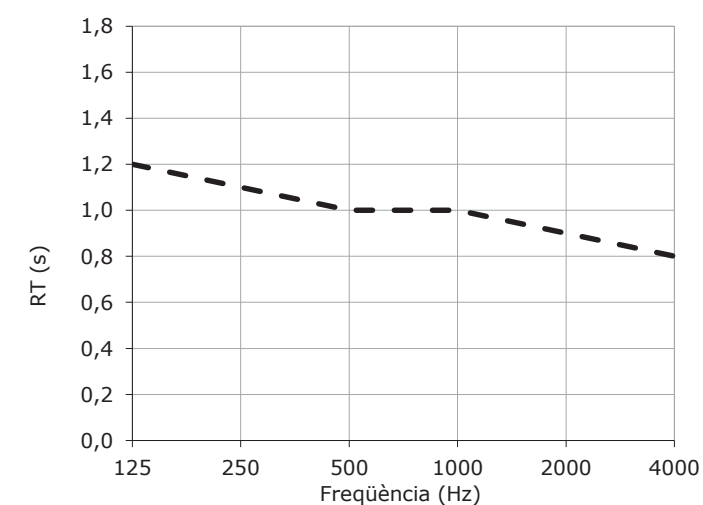


Figura 5.5: Valors màxims del temps de reverberació per a la configuració d'activitats amb so amplificat, sala ocupada

5.2 Proposta de condicionament acústic

A continuació es descriuen els revestiments i acabats de les superfícies de la sala que influeixen directament en el comportament acústic de la mateixa.

En les tres configuracions, els revestiments de la sala són idèntics. En la configuració de música de cambra, s'ha considerat l'ús d'una petxina acústica a l'escenari.

5.2.1 Paviments

a) Paviment de la sala

Al terra de la platea s'ha considerat un paviment reflectant continu, a base de terratzo microgrà. En cap cas es col·locarà moqueta o un paviment fonoabsorbent.

A la figura 5.6 es mostra la superfície ocupada per aquest material.

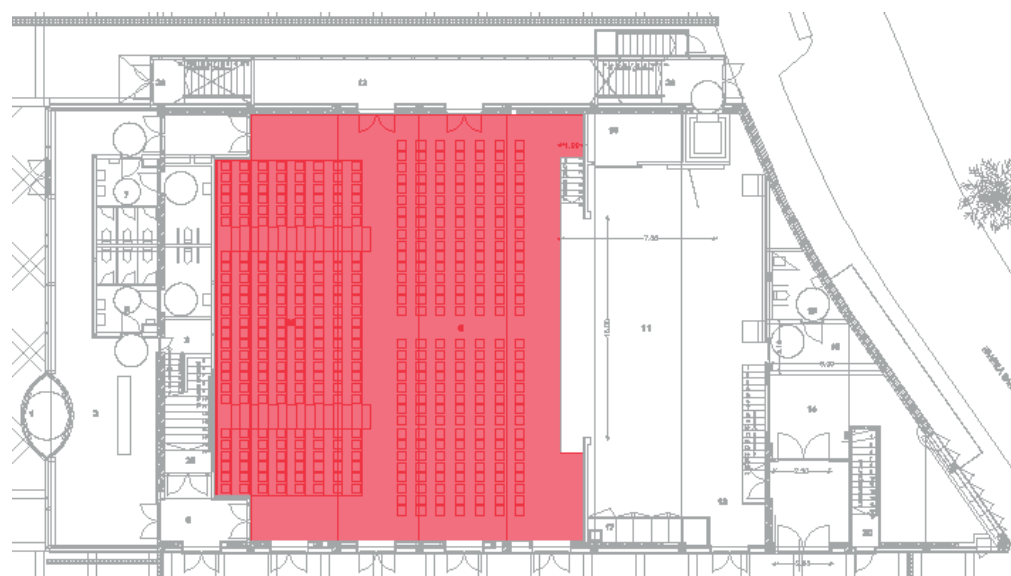


Figura 5.6: Superfície ocupada pel paviment de la sala

b) Tarima d'escenari

Al terra de l'escenari s'ha considerat una tarima de fusta sobre solera de morter.

La superfície corresponent a la tarima de l'escenari es mostra a la figura següent.

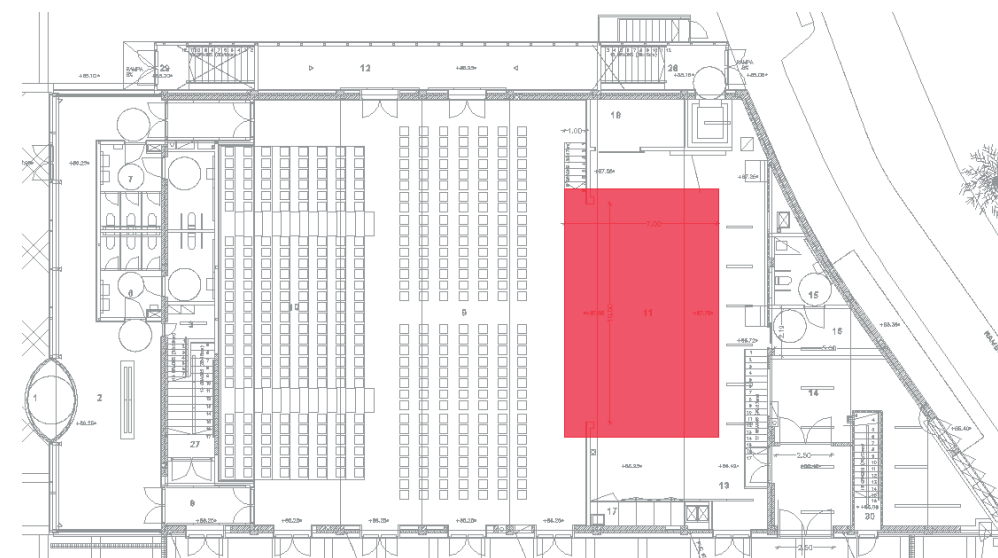


Figura 5.7: Superfície ocupada per la tarima d'escenari

5.2.2 Fals sostre

El fals sostre de la sala serà reflectant i estarà format per 2 plaques de guix laminat de 13 mm de gruix. Per sobre de les mencionades plaques es col·locarà una manta de fibra mineral d'un gruix mínim de 80 mm, del tipus Isover IBR, o equivalent.

La superfície del fals sostre es mostra a la següent figura.

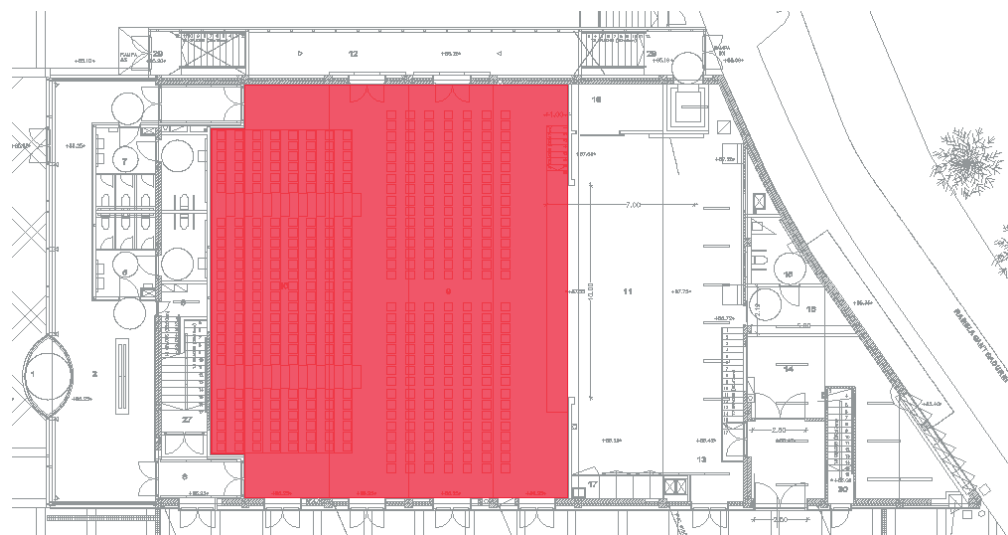


Figura 5.8: Fals sostre de la sala

5.2.3 Zona d'audiència

a) Butaques

El grau d'absorció acústica de les butaques és molt influent en les condicions acústiques de la sala, ja que ocupen un alt percentatge de la superfície total de la mateixa.

Les àrees d'audiència es mostren a la figura 5.9.

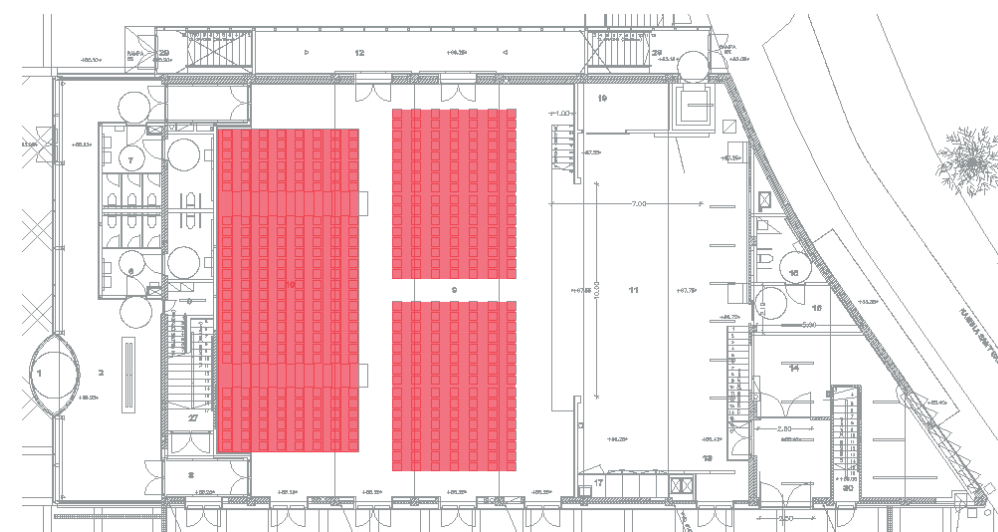


Figura 5.9: Àrees d'audiència

Les butaques a instal·lar hauran de presentar uns coeficients d'absorció acústica, mesurats en cambra reverberant seguint la norma UNE-EN ISO 354 (2004) entre les bandes de freqüències de 125 Hz a 4 kHz, situats dintre dels marges indicats a la figura 5.10 i a la figura 5.11, per a les butaques buides i ocupades, respectivament.

Freqüència (Hz)	Coeficient d'absorció α	
	Mínim	Màxim
125	0,10	0,20
250	0,35	0,50
500	0,45	0,60
1000	0,50	0,70
2000	0,50	0,70
4000	0,50	0,70

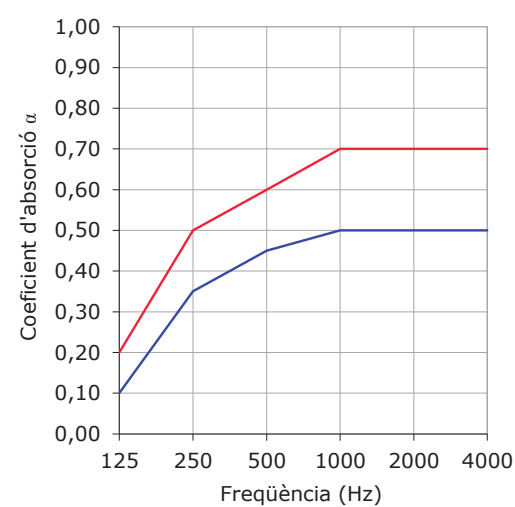


Figura 5.10: Marges recomanats per als coeficients d'absorció acústica de les butaques buides

Freqüència (Hz)	Coeficient d'absorció α	
	Mínim	Màxim
125	0,15	0,25
250	0,40	0,55
500	0,55	0,75
1000	0,60	0,80
2000	0,60	0,80
4000	0,60	0,80

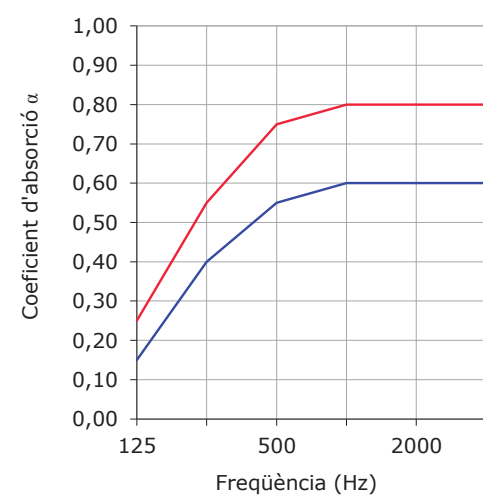


Figura 5.11: Marges recomanats per als coeficients d'absorció acústica de les butaques ocupades

Es preveu la instal·lació de butaques en grada retràctil en la part posterior de la sala.

b) Grada retràctil

La sala disposarà d'una grada retràctil que permetrà l'ús del recinte en diferents configuracions segons els usos descrits a l'apartat 5.1.1.

La següent imatge mostra l'àrea ocupada per la grada retràctil.

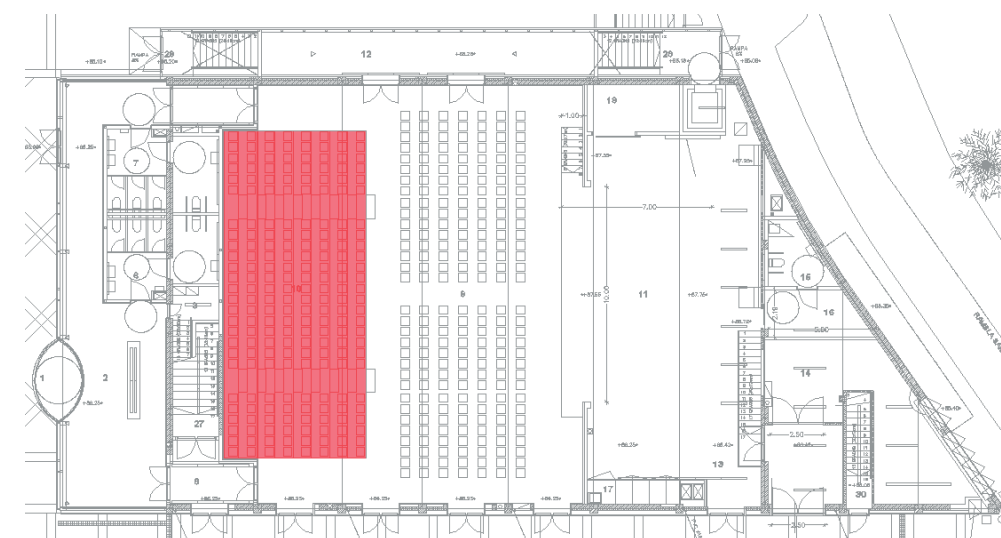


Figura 5.12: Àrea ocupada per la grada retràctil

Amb la finalitat d'evitar al màxim l'absorció diafragmàtica de baixa freqüència en la sala, es proposa tancar els laterals de la grada retràctil mitjançant un parament vertical format a base de taulers contraplacats, o DM, de 25 mm de gruix.

El parament descrit actuarà com a portes de tancament de la grada quan aquesta es trobi plegada.

Els coeficients d'absorció acústica dels taulers contraplacats, o DM, es mostren a la figura següent.

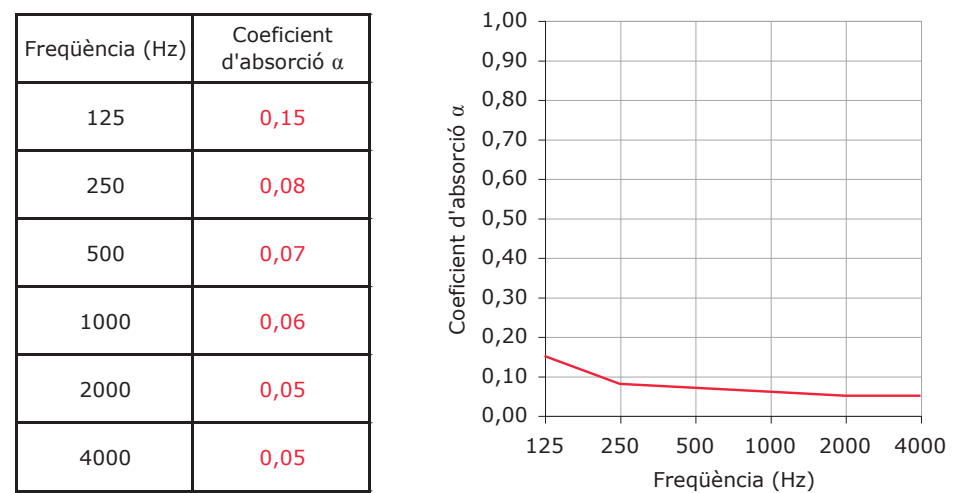


Figura 5.13: Coeficients d'absorció acústica dels taulers contraplacats, o DM

Les següents imatges mostren un exemple de grada retràctil amb el tancament lateral descrit.



Figura 5.14: Exemple de grada retràctil desplegada amb tancament lateral

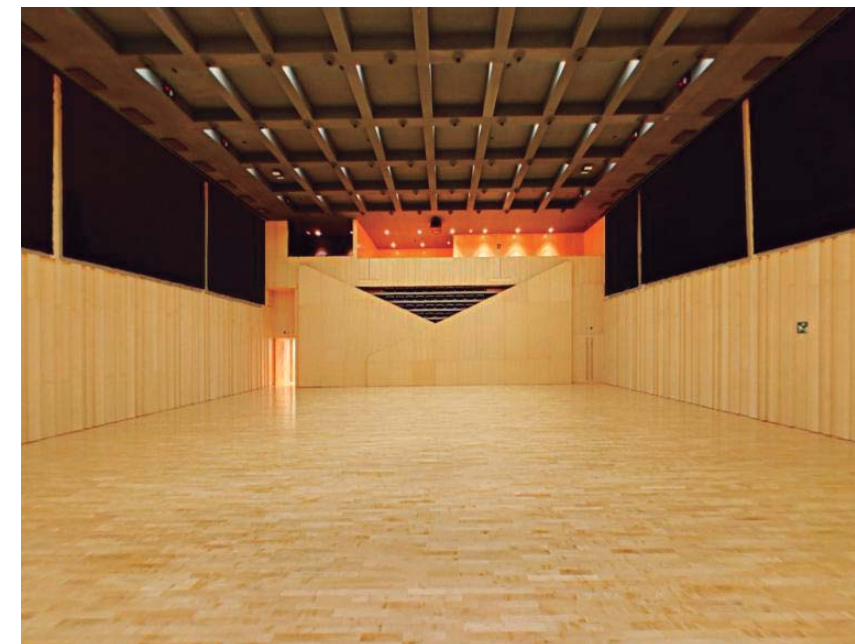


Figura 5.15: Exemple de la mateixa grada retràctil plegada

5.2.4 Parets de la sala

a) Tram inferior de les parets laterals de la sala

A les parets laterals de la sala es col·locaran difusors del tipus MLS, per tal d'augmentar el grau de difusió acústica a la sala i evitar l'aparició d'eco flotant entre ambdues superfícies.

Aquest acabat consisteix en una base de DM, o contraplacat, a la qual s'hi fixen, en vertical, llistons de 100 mm d'ample per 50 mm de gruix, seguint la seqüència periòdica (repetitiva) mostrada a continuació. El conjunt es fixarà al parament base mitjançant rastrells de fusta de l'ordre de 20 mm x 20 mm.

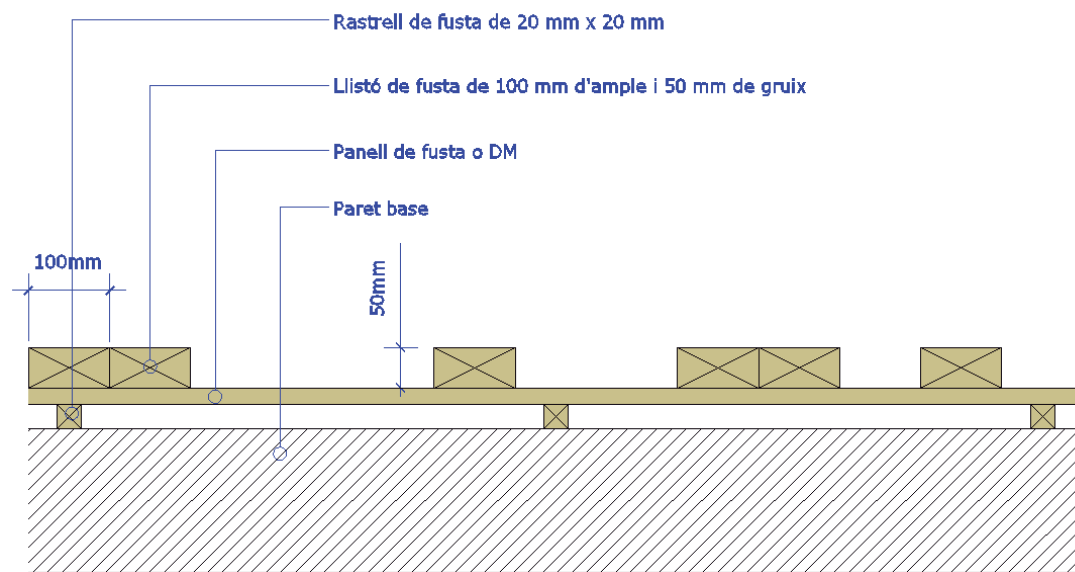


Figura 5.16: Detall d'un període del difusor MLS (vista en planta)

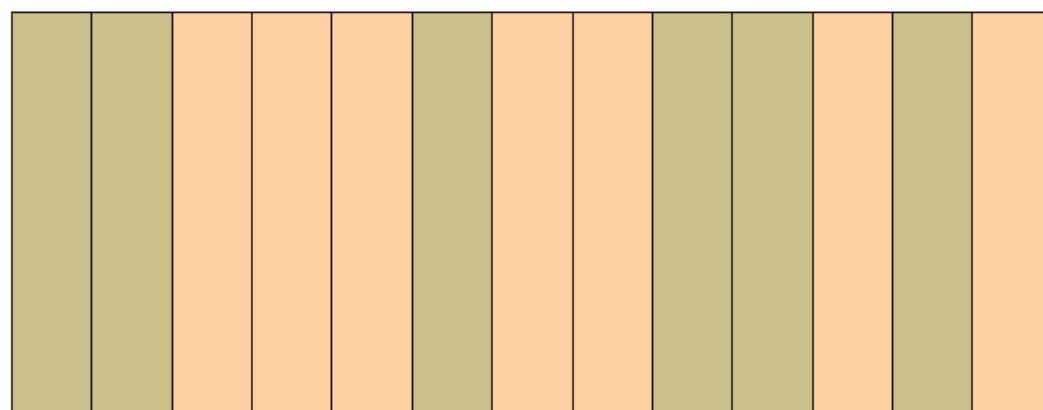


Figura 5.17: Detall d'un període del difusor MLS (vista frontal)

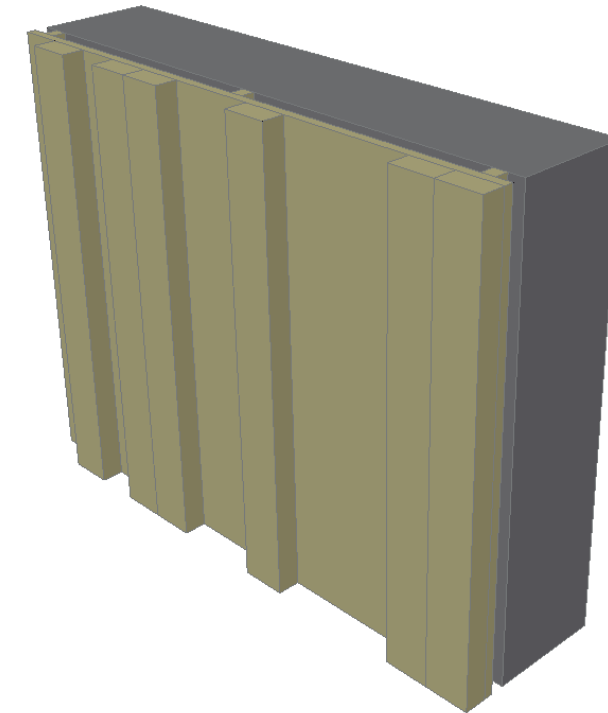


Figura 5.18: Vista tridimensional d'un període d'un difusor MLS

La superfície mínima a recobrir amb aquest material es mostra a les següents figures.

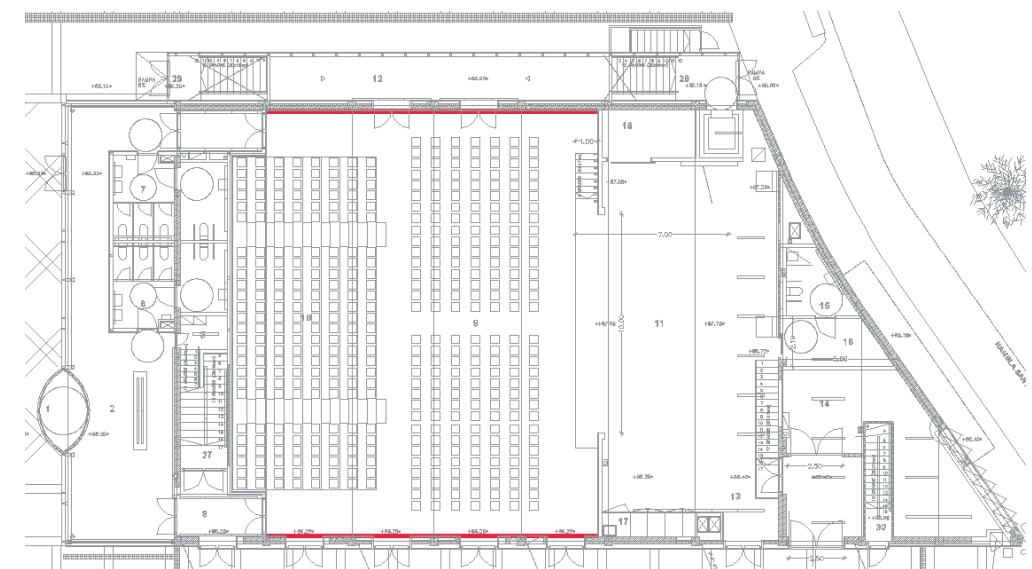


Figura 5.19: Superfície corresponent als difusors MLS (vista en planta)

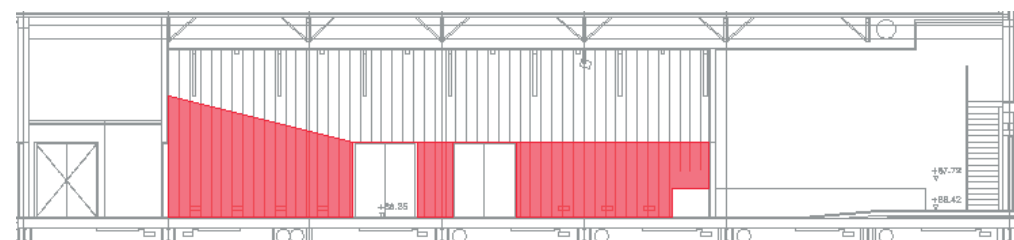


Figura 5.20: Superfície corresponent als difusors MLS (vista en secció)

Els coeficients d'absorció acústica del difusor MLS es mostren a la figura 5.21.

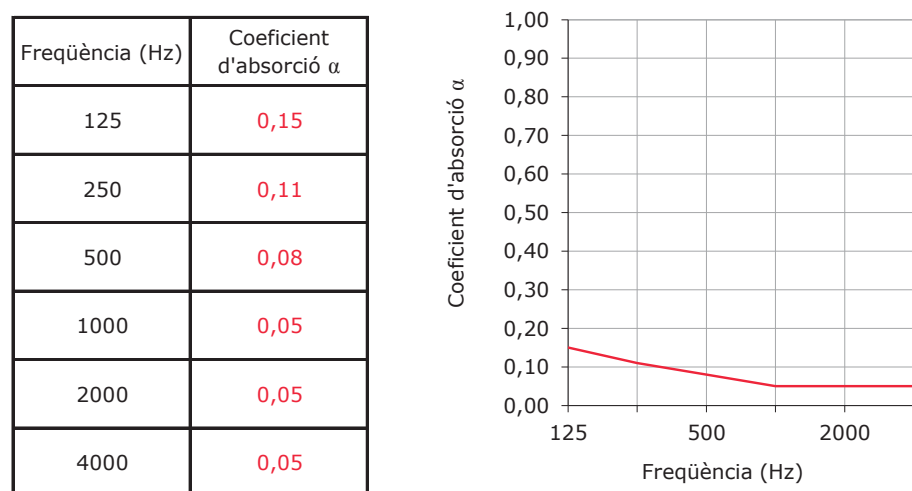


Figura 5.21: Coeficients d'absorció acústica dels difusors MLS

b) Paret posterior de la sala

Per tal d'evitar la presència d'ecos a l'escenari, es proposa revestir la paret del fons de la sala (a excepció del tram ocupat per la cabina de control) amb un element difusor del so, consistent en superfícies triangulars a base de taulers contraplacats, o de DM, de 20 mm de gruix, muntats sobre una estructura de fusta, tal i com es mostra en les següents figures.

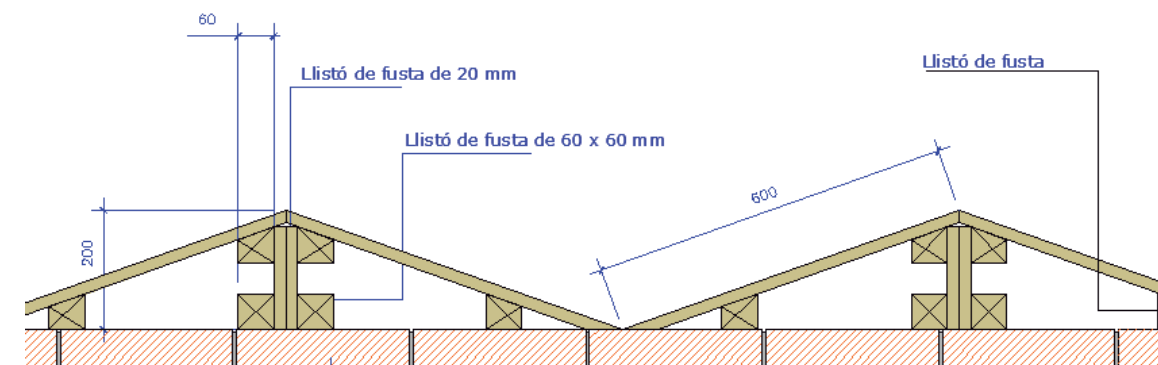


Figura 5.22: Croquis dels elements difusors triangulars proposats per a la paret posterior de la sala

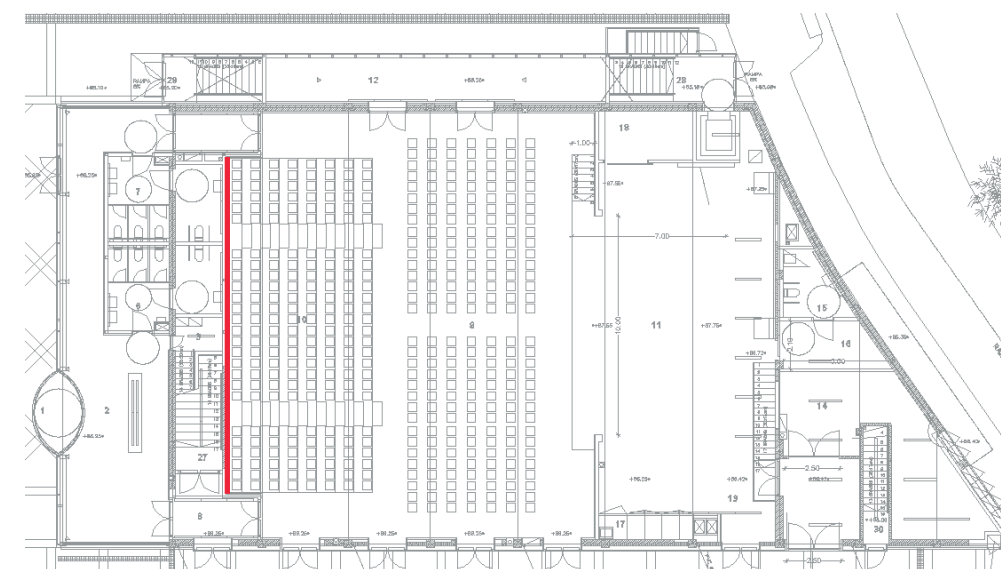


Figura 5.23: Superfície corresponent al revestiment difusor de la paret posterior de la sala (vista en planta)

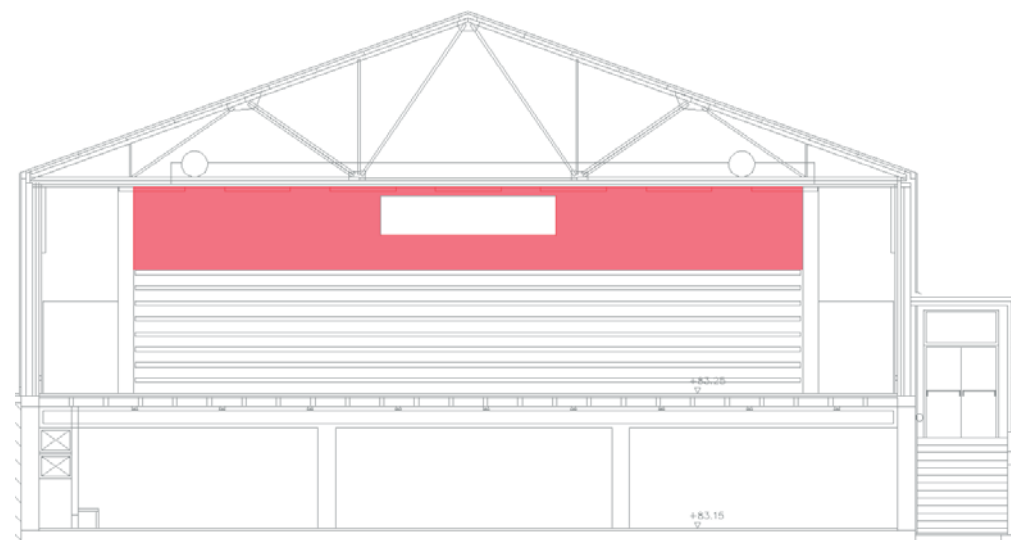


Figura 5.24: Superfície corresponent al revestiment difusor de la paret posterior de la sala (vista en secció)

Els coeficients d'absorció acústica dels elements difusors triangulars es mostren a la figura següent.

Freqüència (Hz)	Coefficient d'absorció α
125	0,15
250	0,11
500	0,08
1000	0,05
2000	0,05
4000	0,05

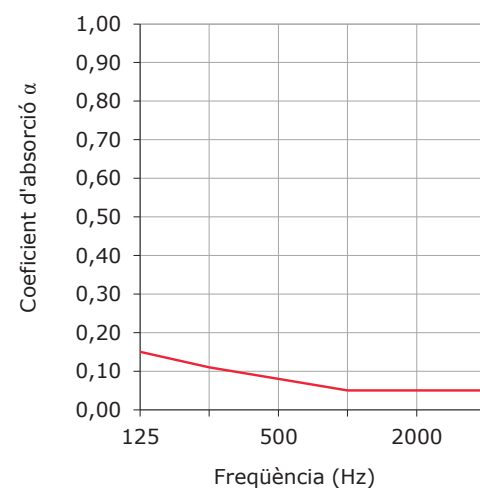


Figura 5.25: Coeficients d'absorció acústica dels elements difusors triangulars

c) Cortines laterals

Per tal de disminuir el temps de reverberació en activitats amb so amplificat, es proposa l'ús de cortines fonoabsorbents plegables a les parets laterals de la sala, de teixit o vellut ignífug, amb un gramatge comprès entre els 350 g/m² i els 550 g/m², a partir d'una altura aproximada de 2 m.

En cas que no es puguin recollir horitzontalment, s'empraran cortines enrollables o plegables verticalment.

Es col·locaran a una distància mínima de 20 cm de la paret. En qualsevol dels casos, les cortines quedaran totalment ocultes quan no siguin necessàries, per tal de no introduir absorció residual a la sala.

La superfície corresponent a les cortines es mostra a les figures següents.

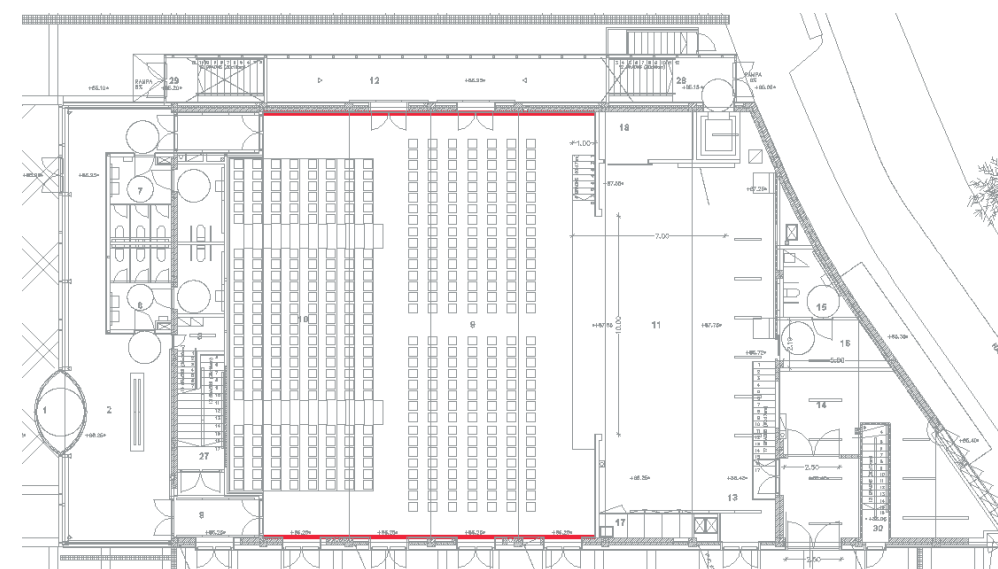


Figura 5.26: Cortines a les parets laterals de la sala (vista en planta)

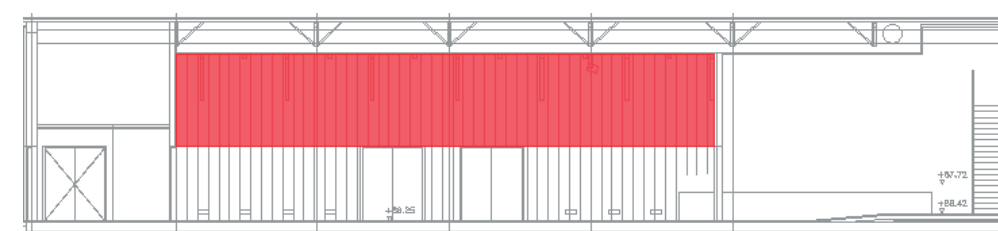


Figura 5.27: Cortines a les parets laterals de la sala (vista en secció)

d) Petxina acústica

Amb l'objectiu de dur a terme concerts no amplificats (cambra, cant coral, etc.), es proposa la incorporació d'una petxina acústica a l'escenari, consistent en un conjunt de superfícies acústicament reflectants i rígides capaces de generar primeres reflexions cap als músics i/o cor.

Està formada per dues parets laterals i una paret posterior envoltant els músics, amb les mides i inclinacions adequades per a proporcionar-los unes condicions acústiques òptimes.

A les figures següents es mostren croquis de la petxina proposada i d'un exemple dels mòduls que la conformen.

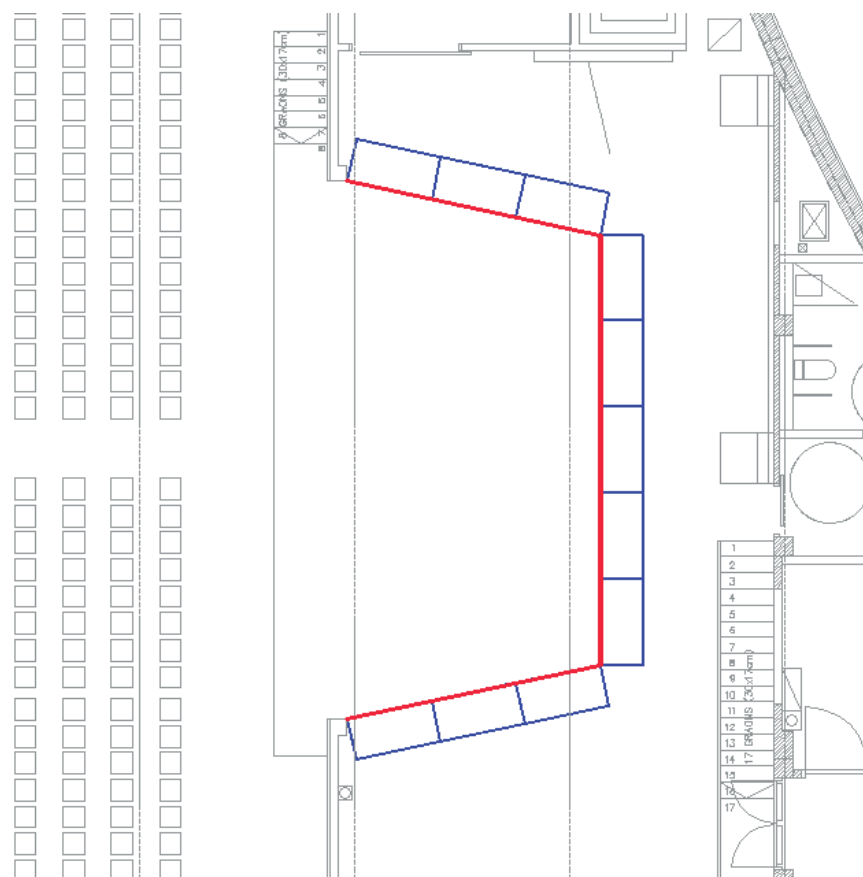


Figura 5.28: Croquis en planta de la petxina acústica. Es mostra la superfície de la petxina, en vermell, i les estructures de suport dels mòduls, en blau

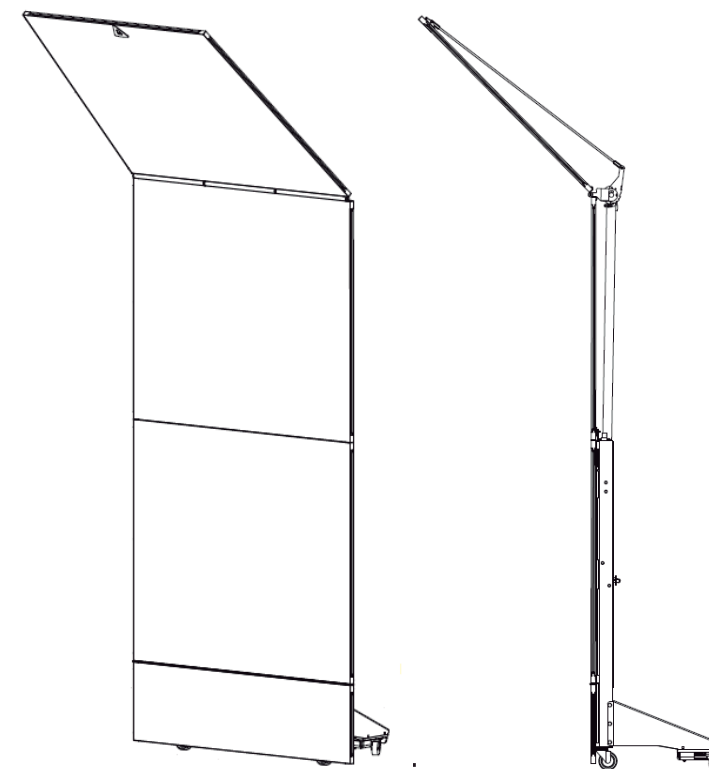


Figura 5.29: Croquis dels mòduls de la petxina

A continuació s'especifiquen les característiques que ha de presentar la petxina, així com els materials i la geometria proposats.

Criteris de disseny

L'estructura de la petxina serà modular, permetent diferents configuracions de muntatge.

El format dels mòduls serà de torre autoportant amb rodes, convenientment contrapesada amb l'objectiu de garantir la seva verticalitat. Aquest format haurà de possibilitar l'emmagatzematge de totes les torres ocupant un espai mínim.

Els mòduls disposaran d'un tram superior inclinable, per tal de generar reflexions del so en el pla vertical.

S'integraran unes portes a l'estructura de la petxina amb l'objectiu de permetre l'accés dels músics, instruments i cor a l'escenari.

Es verificarà que el terra de l'escenari pugui suportar el pes de la petxina i que estigui correctament anivellat.

Es construiran els mòduls amb la suficient precisió per tal d'obtenir una alineació correcta entre ells, així com un tancament el més hermètic possible.

Materials

Els mòduls de la petxina es realitzaran a base de panells d'alumini extruït tipus Alucobond Plus, o equivalent, de 6 mm de gruix, amb una densitat total aproximada de 11,5 kg/m². La composició dels panells Alucobond Plus és la següent:

- Placa d'alumini de 0,5 mm de gruix i 2.700 kg/m³ de densitat
- Nucli de polímer mineral de 5 mm de gruix i 1.630 kg/m³ ± 50 kg/m³ de densitat
- Placa d'alumini de 0,5 mm de gruix i 2.700 kg/m³ de densitat

A la següent figura es mostra un panell Alucobond Plus.



Figura 5.30: Panell tipus Alucobond Plus

Aquests panells s'hauran de muntar sobre una estructura de suport totalment rígida, amb l'objectiu d'evitar la seva vibració i, per tant, l'absorció diafragmàtica a baixes freqüències pròpia de panells massa lleugers que es comporten com a membranes. Un excés d'absorció a baixes freqüències introduiria coloracions no desitjades al so reflectit per les superfícies de la petxina, provocant un desequilibri tonal i una manca de calidesa acústica.

Els coeficients d'absorció acústica dels panells Alucobond es mostren a la figura 5.31.

Freqüència (Hz)	Coefficient d'absorció α
125	0,19
250	0,16
500	0,13
1000	0,10
2000	0,08
4000	0,05

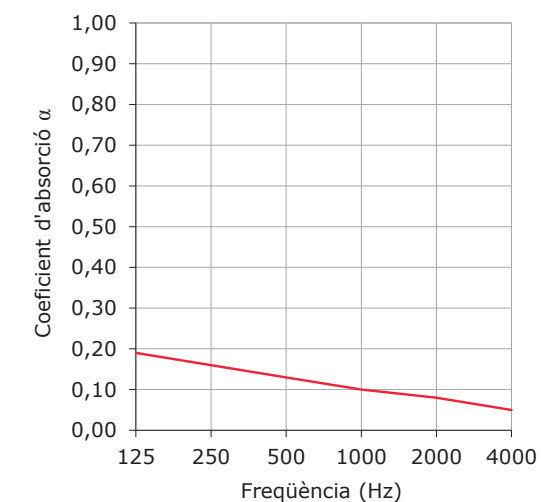


Figura 5.31: Coeficients d'absorció acústica dels panells Alucobond

Dimensions

La petxina estarà formada per 11 mòduls de 1,6 m d'amplària que permetran formar diverses configuracions en funció de les necessitats de la representació.

L'alçària dels mòduls serà de 4 m. El tram superior dels mateixos, d'1,2 m d'alçària, es podrà inclinar fins a un màxim de 45°, i tindrà una forma trapezoïdal per tal de permetre l'encaix dels mòduls als vèrtexs de la petxina.

L'amplada de la petxina serà de 10 m a la part més pròxima a la boca d'escenari i de 8 m a la part posterior, i la seva fondària serà de 4,7 m.

La superfície útil de l'escenari que proporciona aquesta disposició és d'aproximadament 42 m².

5.3 Resultats de les simulacions acústiques

5.3.1 Consideracions prèvies

A continuació es presenten els resultats de les simulacions realitzades i es verifica el compliment dels requeriments plantejats a l'apartat 5.1.

En la configuració de paraula, les simulacions s'han dut a terme utilitzant una font de so amb el diagrama de radiació de la veu humana. Per tant, els resultats obtinguts són els valors que s'obtidrien amb un actor parlant a l'escenari.

En la configuració de música de cambra i d'activitats amb so amplificat, les simulacions s'han dut a terme utilitzant una font de so omnidireccional, és a dir, una font que radia ones sonores en totes direccions.

D'altra banda, les simulacions per a música de cambra s'han realitzat considerant la col·locació de la petxina acústica descrita a l'apartat 5.2.4.d.

Les simulacions que es presenten en aquest capítol s'han realitzat amb els següents paràmetres de càlcul:

- Temperatura: 20°C
- Humitat relativa: 50%
- Nombre de raigs de l'algoritme de "ray-tracing": 30.000, tant per al càlcul de l'RT com dels mapes

En les següents figures es poden observar diferents vistes en perspectiva del model informàtic creat per a dur a terme les simulacions acústiques.

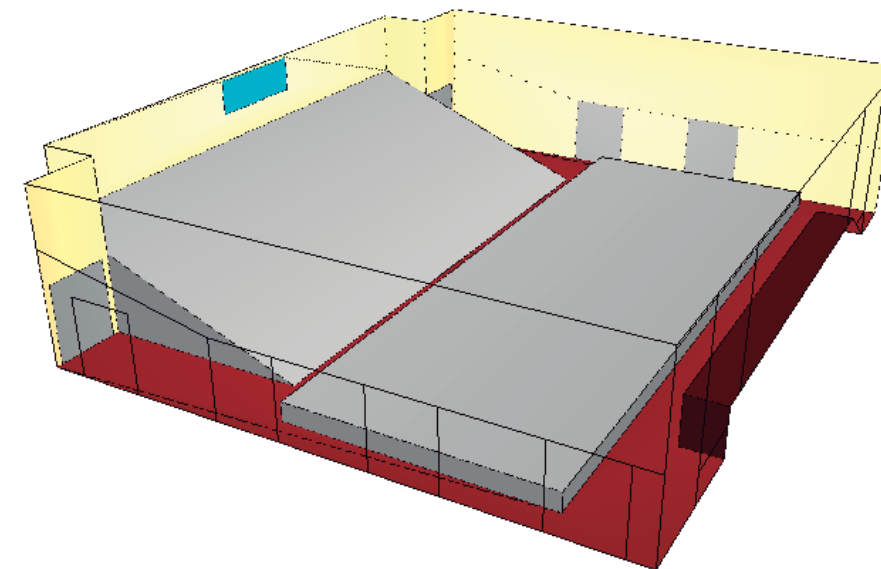


Figura 5.32: Vista de la sala per a la configuració de teatre

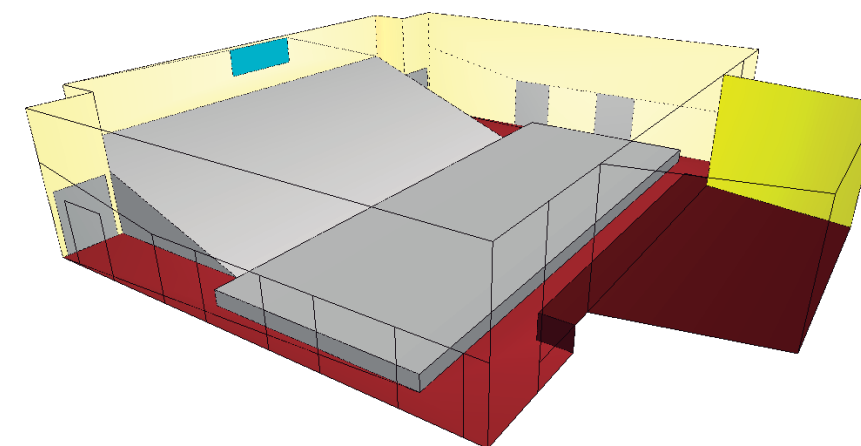


Figura 5.33: Vista de la sala per a la configuració de música de cambra

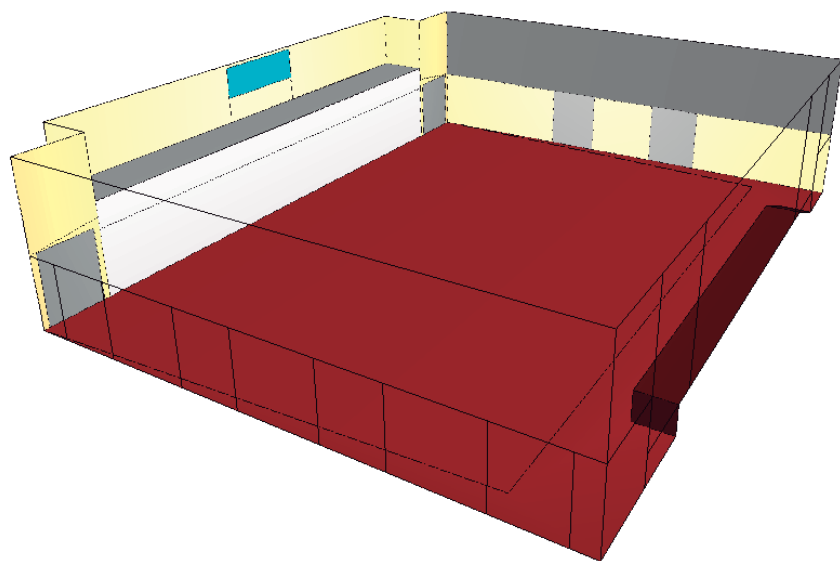


Figura 5.34: Vista de la sala per a la configuració d'activitats amb so amplificat

A continuació es mostra la relació volum/localitat de la sala per a les tres configuracions estudiades.

a) Configuració per a teatre

- Volum total aproximat (sense caixa escènica): 1.400 m³
- Nombre de localitats: 432 localitats
- Relació volum/localitat: $V/N = 3 \text{ m}^3/\text{localitat}$

La relació entre el volum de la sala i el nombre de localitats es troba lleugerament per sota del marge de valors recomanat per a veu ($4 \leq V/N \leq 6$).

b) Configuració per a música de cambra

- Volum total aproximat (sense petxina acústica): 1.400 m³
- Nombre de localitats: 432 localitats
- Relació volum/localitat: $V/N = 3 \text{ m}^3/\text{localitat}$

La relació entre el volum de la sala i el nombre de localitats es troba per sota del marge de valors recomanat per a música de cambra ($V/N \approx 7$).

c) Configuració per activitats de so amplificat

- Volum total aproximat (sense caixa escènica): 1.500 m³
- Nombre de localitats: 300 localitats

5.3.2 Configuració per a teatre

a) Temps de reverberació (RT)

A partir dels revestiments i acabats detallats a l'apartat 5.2, s'han obtingut, mitjançant simulació informàtica, els temps de reverberació, corresponents a la configuració de teatre, en les bandes de freqüències de 125 Hz a 4000 Hz. Aquests valors es mostren a la taula 5.4. A la figura 5.35 es presenten les corresponents gràfiques, juntament amb l'interval màxim recomanat de variació dels valors d'RT, en condicions de plena ocupació, definit a l'apartat 5.1.

Freqüència (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	RT _{mid}
RT (sala buida), en s	1,32	1,14	1,12	1,09	1,03	0,93	1,11
RT (sala ocupada), en s	1,30	1,06	1,01	0,95	0,86	0,78	0,98

Taula 5.4: Valors calculats de temps de reverberació

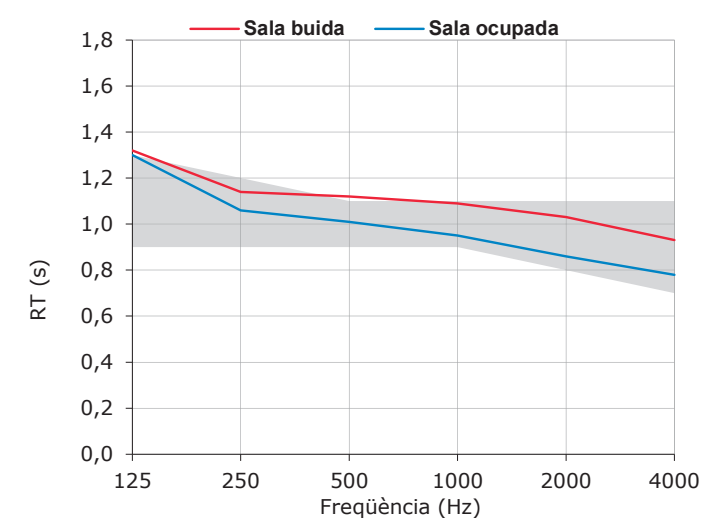


Figura 5.35: Valors calculats de temps de reverberació i interval màxim recomanat de variació en la configuració per a teatre, sala ocupada

Com es pot observar, el valor mig del temps de reverberació (RT_{mid}) per a la sala buida és de **1,11 s**, mentre que per a la sala ocupada és de **0,98 s**. Aquest darrer valor es troba dins del marge de variació recomanat per a veu ($0,9 \text{ s} \leq \text{RT}_{\text{mid}} \leq 1,1 \text{ s}$).

D'altra banda, els valors del temps de reverberació en funció de la freqüència, en condicions de sala ocupada, es troben dins de l'interval de variació recomanat, en totes les bandes de freqüències d'interès.

b) Nivells de pressió sonora (L_{veu})

A la taula 5.5 es presenten els nivells de pressió sonora (L_{veu}) per a la sala ocupada corresponents a les bandes de freqüències de 500 Hz a 2 kHz. Aquests nivells han estat calculats com la mitjana dels valors obtinguts en tots els punts de càlcul de la sala, per a cadascuna d'aquestes bandes. També es presenten els valors mínims i màxims per a cada banda de freqüències, així com la desviació típica.

Freqüència (Hz)	500	1000	2000	L_{veu} mig
L_{veu} , en dB SPL	46,2	46,0	44,9	45,7
dB SPL màxim	52,2	51,3	50,1	51,2
dB SPL mínim	42,3	42,2	40,7	41,7
Desviació típica, en dB	±1,69	±1,62	±1,67	-

Taula 5.5: Valors amitjanats dels nivells de pressió sonora (L_{veu}), sala ocupada

Es pot apreciar que el nivell mig de pressió sonora (L_{veu}) per a les bandes de 500 Hz a 2 kHz és de **45,7 dB SPL**. Aquest nivell es troba per sobre del nivell mínim recomanat ($L_{veu} = 43$ dB SPL). Per tant, es pot afirmar que la sonoritat de la sala serà correcta per a representacions teatrals.

A les figures 5.36, 5.37 i 5.38 es mostren els mapes de nivells de pressió sonora (L_{veu}) per a les bandes de freqüències considerades.

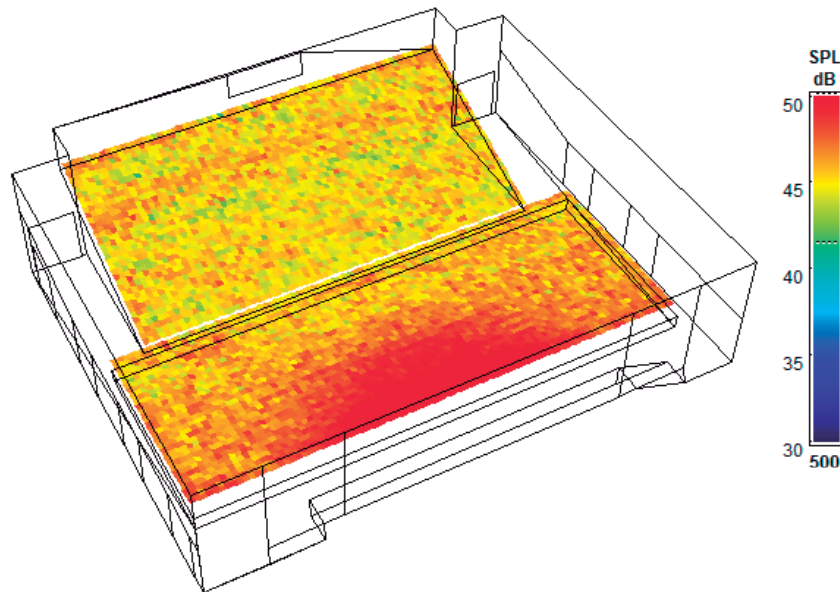


Figura 5.36: Mapa de nivells de pressió sonora (L_{veu}), banda de 500 Hz, sala ocupada

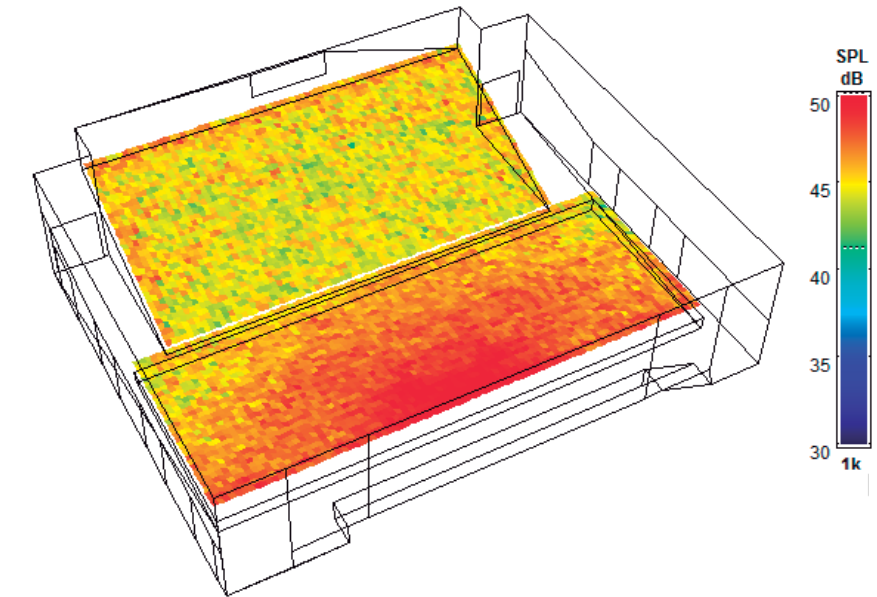


Figura 5.37: Mapa de nivells de pressió sonora (L_{veu}), banda d'1 kHz, sala ocupada

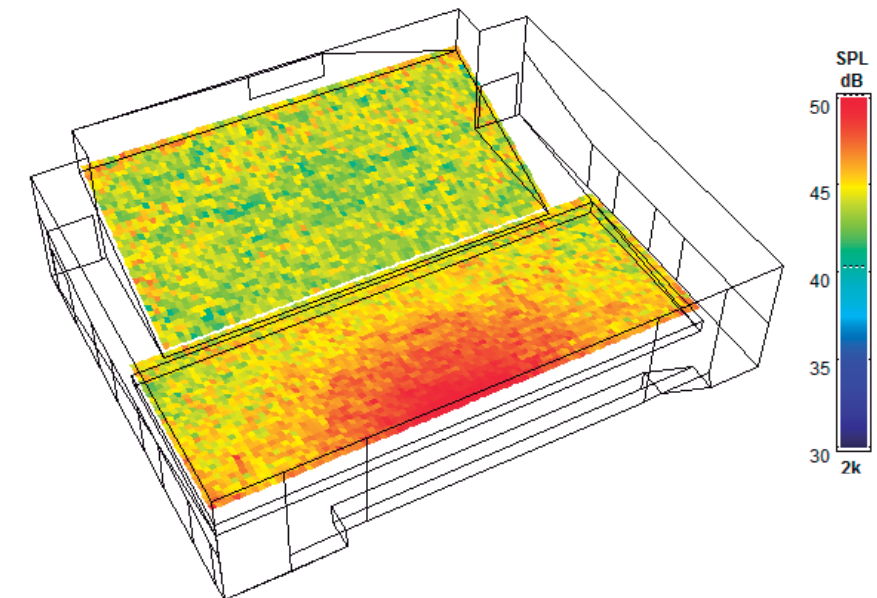


Figura 5.38: Mapa de nivells de pressió sonora (L_{veu}), banda de 2 kHz, sala ocupada

c) Definició (D)

A la taula 5.6 es mostren els valors de definició (D) corresponents a les bandes de freqüències de 125 Hz a 4 kHz, per a la sala ocupada. Aquests valors han estat calculats, per a cada banda d'interès, com la mitjana dels valors obtinguts en tots els punts de càlcul de la sala.

Freqüència (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
D, en %	56,9	57,7	63,8	64,9	68,4	73,7
Desviació típica	±8,96	±8,92	±11,1	±10,9	±11,5	±12,1

Taula 5.6: Valors amitjanats de D, sala ocupada

Els valors amitjanats de definició són superiors al valor mínim recomanat per a veu ($D \geq 50\%$) en totes les bandes de freqüències d'interès. Per tant, es pot afirmar que la definició existent a la sala serà correcta.

A les figures 5.39 a 5.44 es mostren els mapes de definició per a la sala ocupada, corresponents a les bandes de freqüències de 125 Hz a 4 kHz, respectivament.

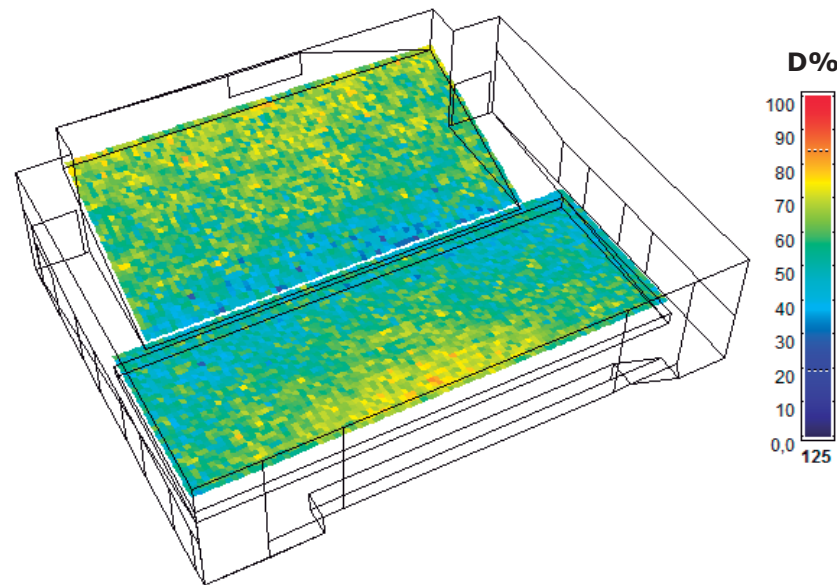


Figura 5.39: Mapa de valors de definició (D), banda de 125 Hz, sala ocupada

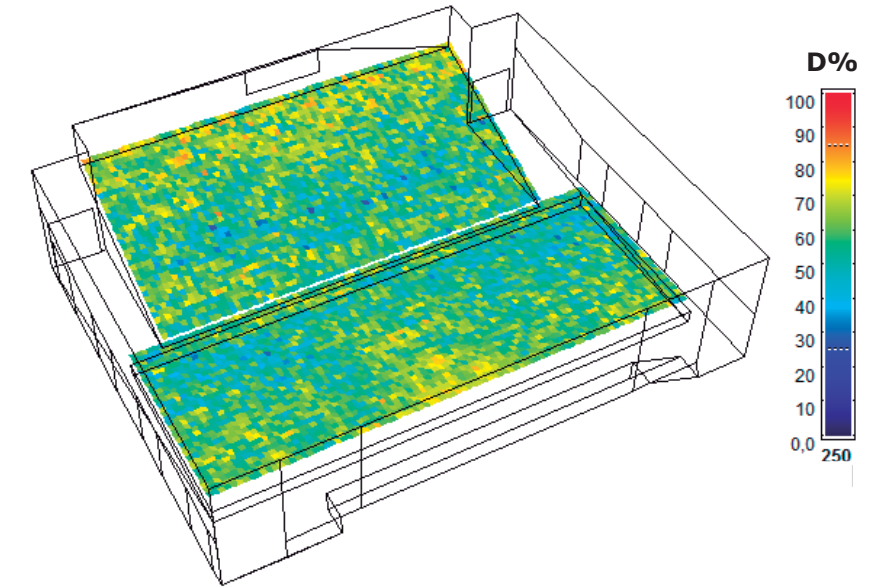


Figura 5.40: Mapa de valors de definició (D), banda de 250 Hz, sala ocupada

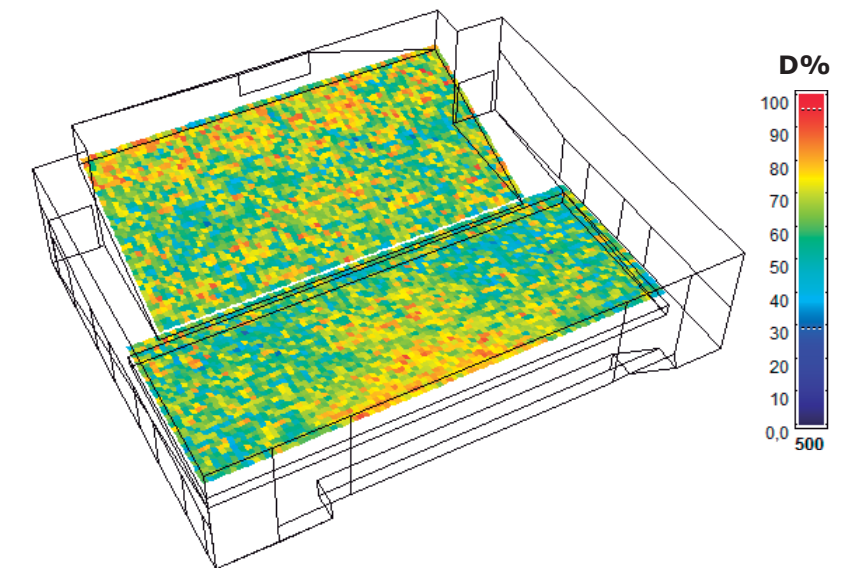


Figura 5.41: Mapa de valors de definició (D), banda de 500 Hz, sala ocupada

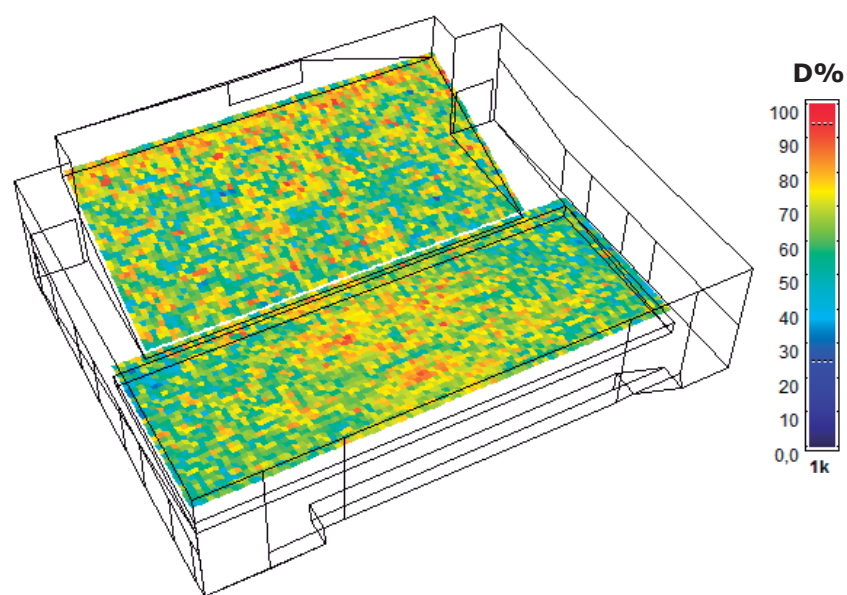


Figura 5.42: Mapa de valors de definició (D), banda d'1 kHz, sala ocupada

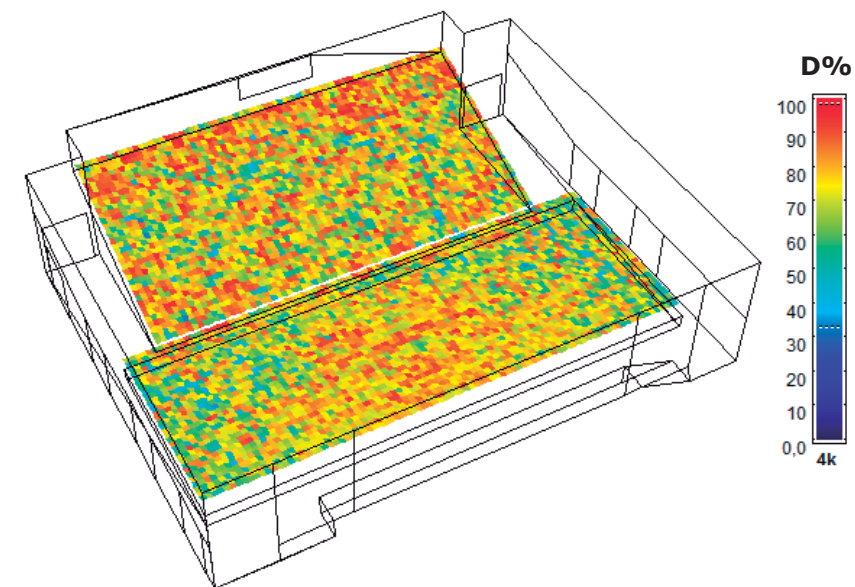


Figura 5.44: Mapa de valors de definició (D), banda de 4 kHz, sala ocupada

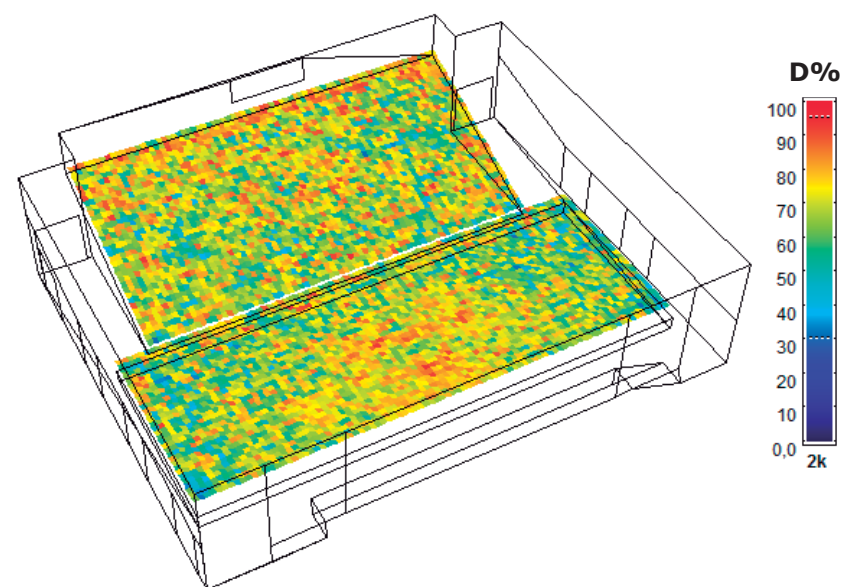


Figura 5.43: Mapa de valors de definició (D), banda de 2 kHz, sala ocupada

d) Intel·ligibilitat de la paraula (RASTI)

A la taula 5.7 es mostra el valor mig de RASTI, calculat com la mitjana dels valors obtinguts en tots els punts de càlcul de la sala, per a la sala ocupada, els valors màxim i mínim, així com la desviació típica.

Valor mig de RASTI	0,66
Valor màxim de RASTI	0,77
Valor mínim de RASTI	0,55
Desviació típica	±0,04

Taula 5.7: Valors amitjanats de RASTI, sala ocupada

Com es pot observar, el valor mig de RASTI és de **0,66**. Aquest valor és superior al valor mínim recomanat (RASTI = 0,65). Per tant, la intel·ligibilitat de la paraula serà "bona". (veure taula 3.1).

A la figura 5.45 es mostra el mapa de valors de RASTI per a la sala ocupada.

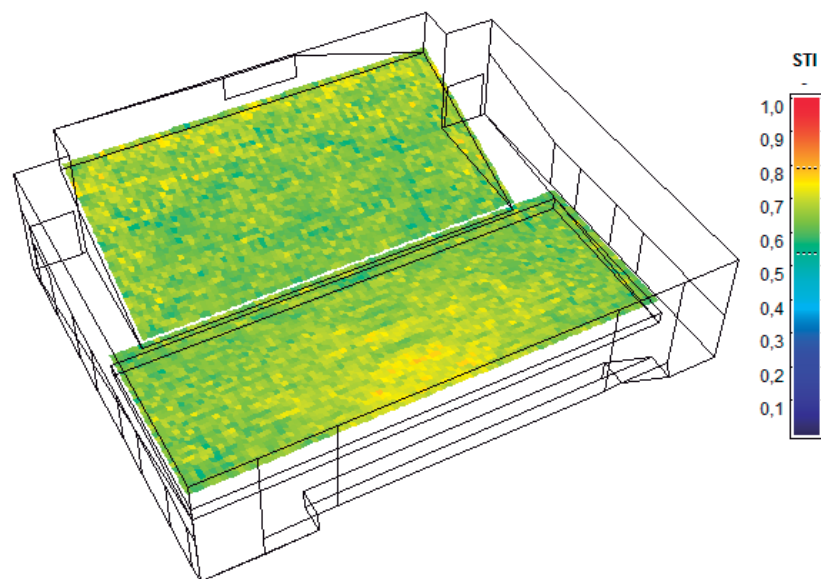


Figura 5.45: Mapa de valors de RASTI, sala ocupada

5.3.3 Configuració per a música de cambra

a) Temps de reverberació (RT)

A partir dels revestiments i acabats detallats a l'apartat 6, s'han obtingut, mitjançant simulació informàtica, els temps de reverberació per a música de cambra, en les bandes de freqüències de 125 Hz a 4 kHz. Aquests valors es mostren a la taula 5.8.

A la figura 5.46 es presenten les corresponents gràfiques, juntament amb l'interval màxim recomanat de variació dels valors d'RT, en condicions de plena ocupació, definit al capítol 6.

Freqüència (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	RT_{mid}
RT (sala buida), en s	1,48	1,29	1,28	1,24	1,19	0,99	1,26
RT (sala ocupada), en s	1,47	1,23	1,19	1,17	1,11	0,95	1,18

Taula 5.8: Valors calculats de temps de reverberació

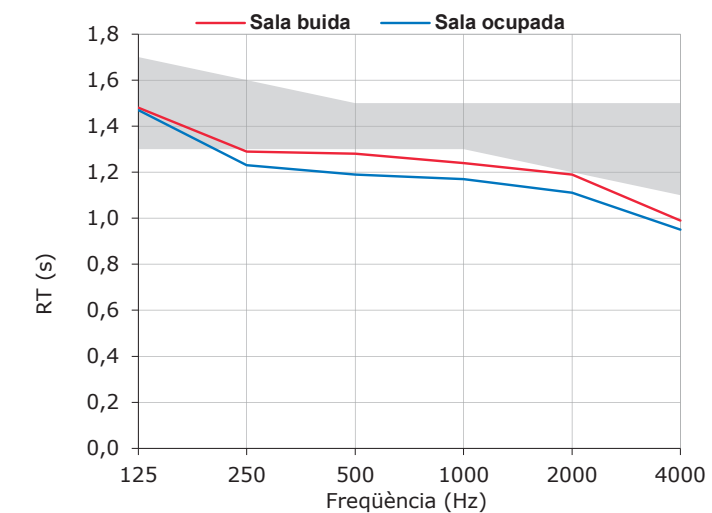


Figura 5.46: Valors calculats de temps de reverberació i interval màxim recomanat de variació en la configuració per a música de cambra, sala ocupada

Com es pot observar, el valor mig del temps de reverberació (RT_{mid}) per a la sala buida és de **1,26 s**, mentre que per a la sala ocupada és de **1,18 s**. Aquest darrer valor es troba per sota del marge de variació recomanat per a música de cambra ($1,3 \text{ s} \leq \text{RT}_{\text{mid}} \leq 1,5 \text{ s}$).

D'altra banda, els valors del temps de reverberació en funció de la freqüència, en condicions de sala ocupada, es troben per sota del marge de valors recomanat, en pràcticament totes les bandes de freqüències d'interès.

b) Calidesa acústica (BR) i brillantor (Br)

El valor de BR de la sala ocupada és d' **1,14**.

Aquest valor es troba dins del marge de valors recomanat ($1,1 \leq BR \leq 1,45$). Per tant, la calidesa i la resposta en greus de la sala seran correctes.

El valor de Br de la sala ocupada és de **0,87**.

Aquest valor és superior al valor mínim recomanat ($Br = 0,85$). Per tant, el so serà clar i ric en harmònics.

c) Nivells de pressió sonora ($L_{mús}$)

A la taula 5.9 es presenten els nivells de pressió sonora ($L_{mús}$) per a la sala ocupada corresponents a les bandes de freqüències de 500 Hz i 1 kHz. Aquests nivells han estat calculats com la mitjana dels valors obtinguts en tots els punts de càlcul de la sala, per a cadascuna d'aquestes bandes. També es presenten els valors mínims i màxims per a cada banda de freqüències, així com la desviació típica.

Freqüència (Hz)	500	1000	$L_{mús}$ mig
$L_{mús}$, en dB SPL	80,6	81,1	80,9
dB SPL màxim	86,3	86,2	86,3
dB SPL mínim	77,7	78,2	78,0
Desviació típica, en dB	±1,52	±1,48	-

Taula 5.9: Valors amitjanats dels nivells de pressió sonora ($L_{mús}$), sala ocupada

Es pot apreciar que el nivell mig de pressió sonora ($L_{mús}$) per a les bandes de 500 Hz i 1 kHz és de **80,9 dB SPL**. Aquest nivell es troba per sobre del nivell mínim recomanat ($L_{mús} = 73$ dB SPL). Per tant, la sonoritat de la sala serà correcta per a concerts de música de cambra.

A les figures 5.47 i 5.48 es mostren els mapes de nivells de pressió sonora ($L_{mús}$) per a les bandes de freqüències considerades.

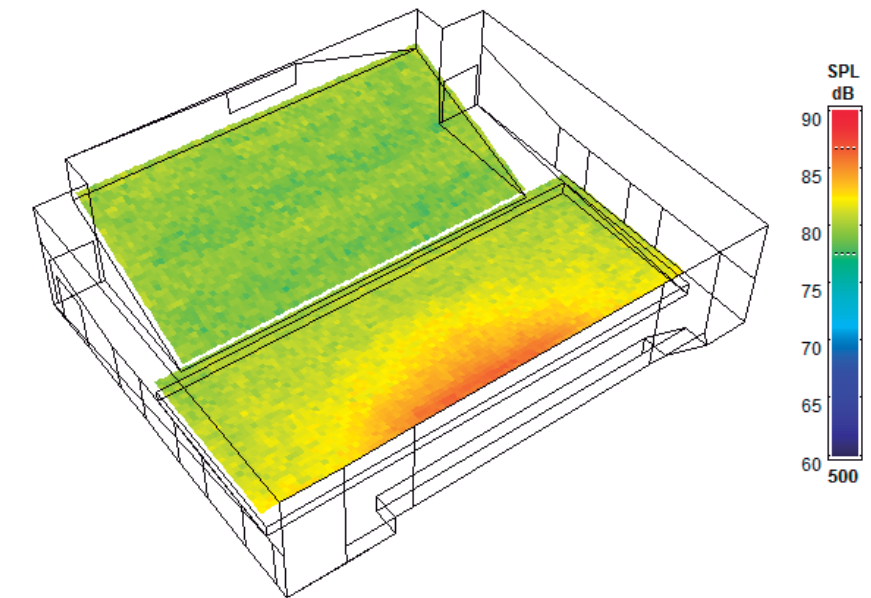


Figura 5.47: Mapa de nivells de pressió sonora ($L_{mús}$), banda de 500 Hz, sala ocupada

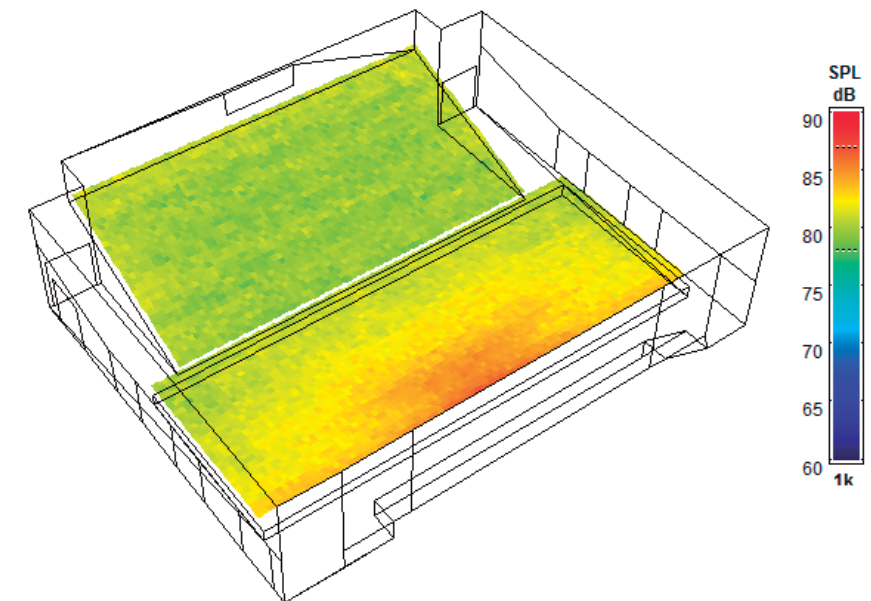


Figura 5.48: Mapa de nivells de pressió sonora ($L_{mús}$), banda d'1 kHz, sala ocupada

d) Claredat musical (C_{80})

A la taula 5.10 es mostren els valors de la claredat musical (C_{80}) per a la sala ocupada corresponents a les bandes de freqüències de 500 Hz a 2 kHz, calculats com la mitjana dels valors corresponents als punts de càlcul de la sala, així com el valor de la claredat musical per a la sala ocupada obtingut com la mitjana dels valors corresponents a les bandes de freqüències de 500 Hz a 2 kHz.

Freqüència (Hz)	500	1000	2000	C_{80} mig
C_{80}, en dB	4,43	4,07	4,69	4,40
Desviació típica, en dB	±1,25	±1,25	±1,30	-

Taula 5.10: Valors amitjanats de claredat musical (C_{80}), sala ocupada

Tal i com s'observa, el valor mig de claredat musical per a la sala ocupada és de **4,40 dB**. Aquest valor es troba lleugerament per sobre del marge de valors recomanat per a música de cambra (entre 0 i 4 dB). Per tant, la claredat musical per a la sala ocupada serà correcta.

A les figures 5.49, 5.50 i 5.51 es mostren els mapes de la claredat musical per a la sala ocupada, corresponents a les bandes de freqüències de 500 Hz a 2 kHz, respectivament.

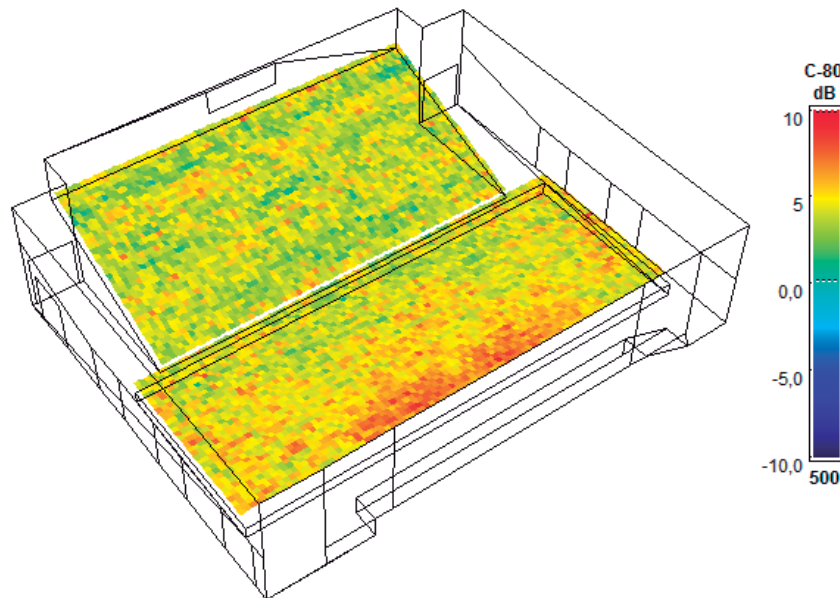


Figura 5.49: Mapa de valors de claredat musical (C_{80}), banda de 500 Hz, sala ocupada

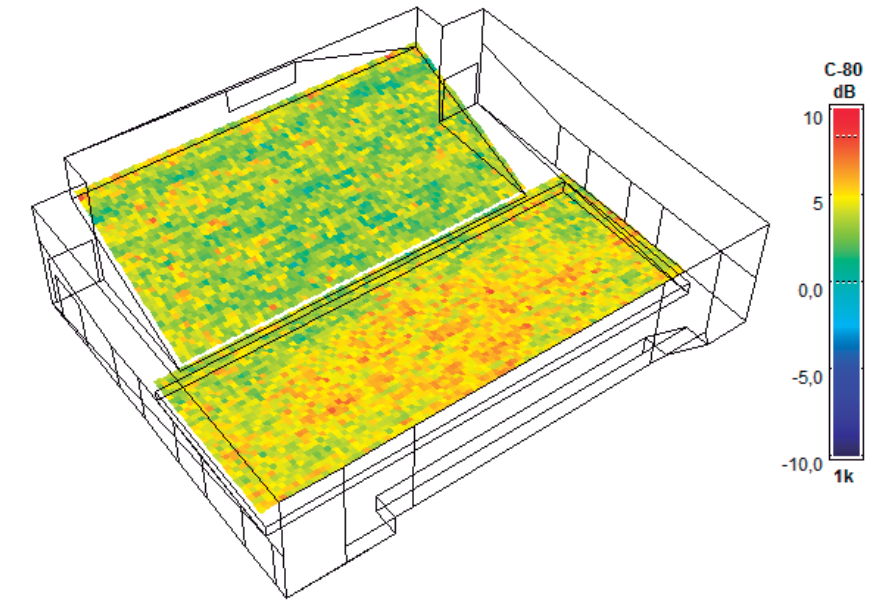


Figura 5.50: Mapa de valors de claredat musical (C_{80}), banda d'1 kHz, sala ocupada

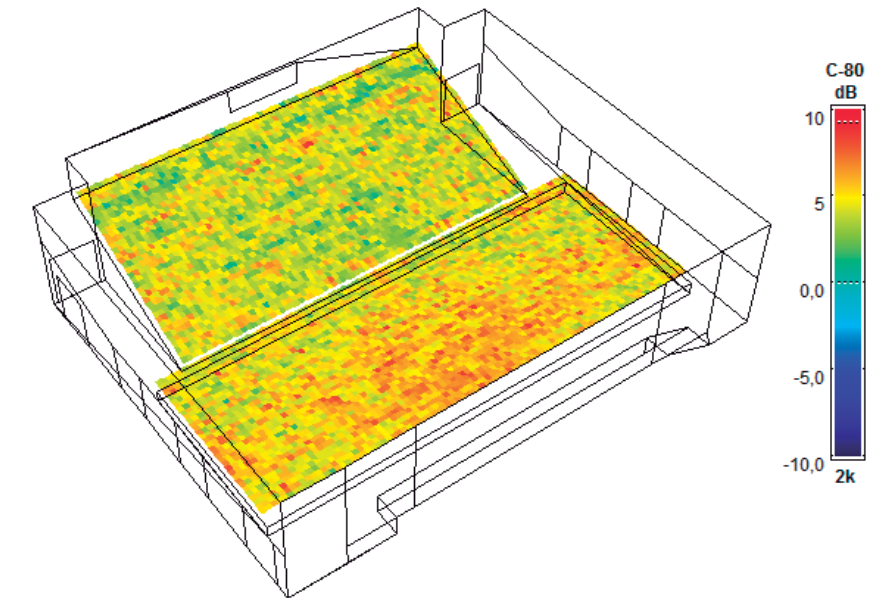


Figura 5.51: Mapa de valors de claredat musical (C_{80}), banda de 2 kHz, sala ocupada

e) Eficiència lateral (LE)

A la taula 5.11 es mostren els valors de l'eficiència lateral (LE) per a la sala ocupada corresponents a les bandes de freqüències de 125 Hz a 1 kHz, calculats com la mitjana dels valors corresponents als punts de càlcul de la sala, així com el valor de l'eficiència lateral per a la sala ocupada obtingut com la mitjana dels valors corresponents a les bandes de freqüències de 125 Hz a 1 kHz.

Freqüència (Hz)	125	250	500	1000	LE mig
LE , en %	20,1	25,4	26,0	24,9	24,1
Desviació típica, en %	±5,84	±7,29	±8,39	±8,38	-

Taula 5.11: Valors amitjanats de l'eficiència lateral, sala ocupada

Com es pot observar, el valor mig de l'eficiència lateral per a la sala ocupada és de **24,1%**. Aquest valor es troba per sobre del valor mínim recomanat (LE = 19%). Per tant, l'eficiència lateral de la sala serà correcta.

A les figures 5.52 a 5.55 es presenten els mapes de l'eficiència lateral, per a la sala ocupada, corresponents a les bandes de freqüències de 125 Hz a 1 kHz.

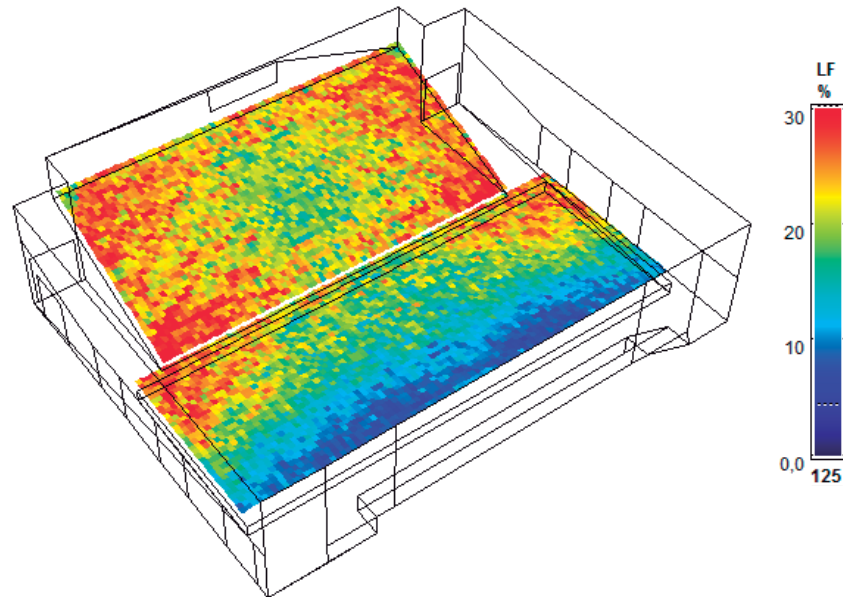


Figura 5.52: Mapa de valors de l'eficiència lateral (LE), banda de 125 Hz, sala ocupada

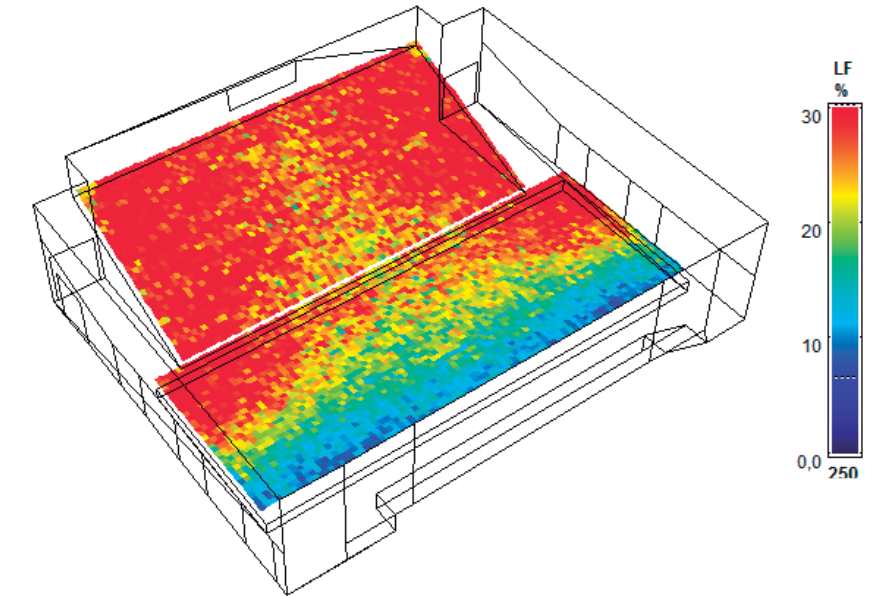


Figura 5.53: Mapa de valors de l'eficiència lateral (LE), banda de 250 Hz, sala ocupada

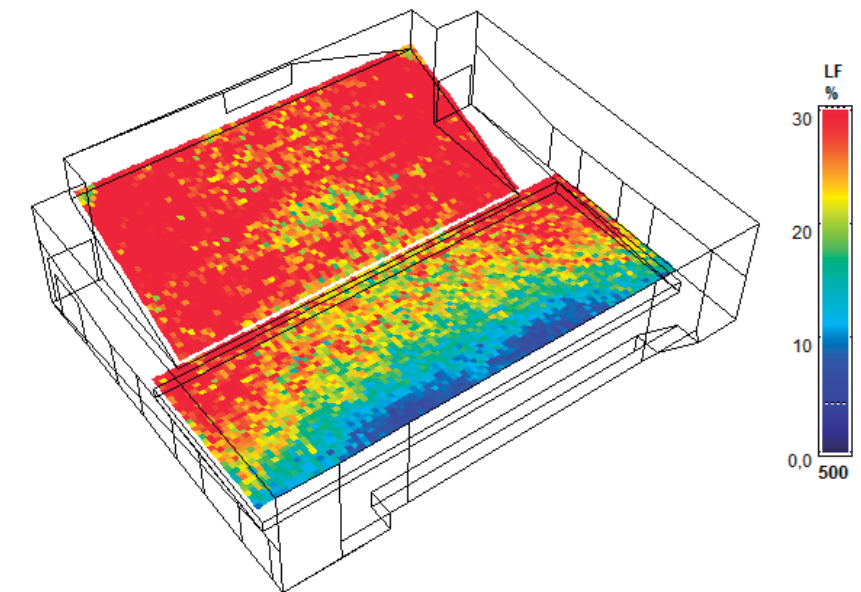


Figura 5.54: Mapa de valors de l'eficiència lateral (LE), banda de 500 Hz, sala ocupada

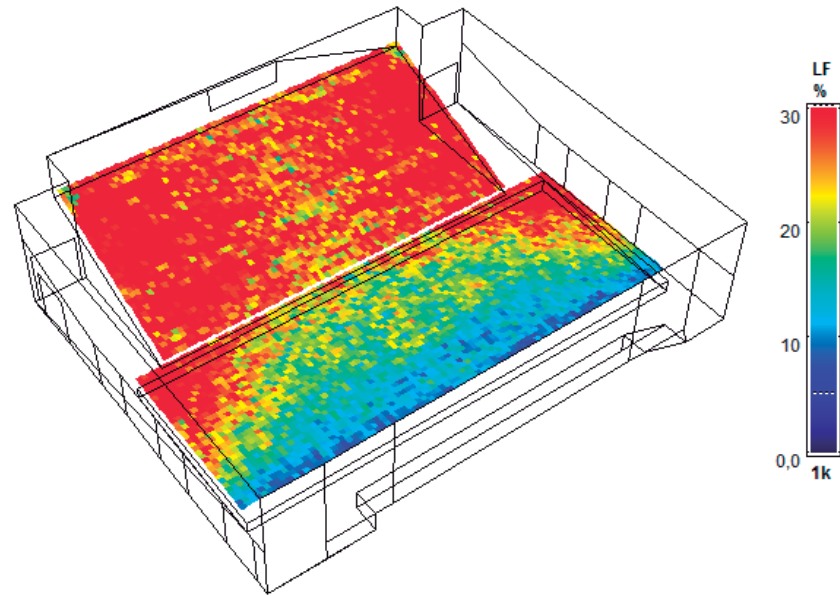


Figura 5.55: Mapa de valors de l'eficiència lateral (LE), banda d'1 kHz, sala ocupada

5.3.5 Configuració per activitats amb so amplificat

Els resultats mostrats a continuació corresponen a la configuració de la sala per a activitats amb so amplificat, amb la grada recollida i les cortines laterals desplegadas.

a) Temps de reverberació (RT)

A partir dels revestiments i acabats detallats a l'apartat 6, s'han obtingut, mitjançant simulació informàtica, els temps de reverberació, corresponents a la configuració d'activitats de so amplificat, en les bandes de freqüències de 125 Hz a 4000 Hz. Aquests valors es mostren a la taula 5.12. A la figura 5.56 es presenten les corresponents gràfiques, juntament amb l'interval màxim recomanat de variació dels valors d'RT, en condicions d'ocupació mitjana, definit al capítol 6. Aquests resultats corresponen a una configuració de la sala amb les butaques recollides, la grada retràctil plegada i les cortines laterals desplegadas.

Freqüència (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	RT _{mid}
RT (sala buida), en s	1,81	1,60	1,54	1,61	1,52	1,38	1,58
RT (sala ocupada), en s	1,62	1,26	0,97	1,01	0,92	0,81	0,99

Taula 5.12: Valors calculats de temps de reverberació

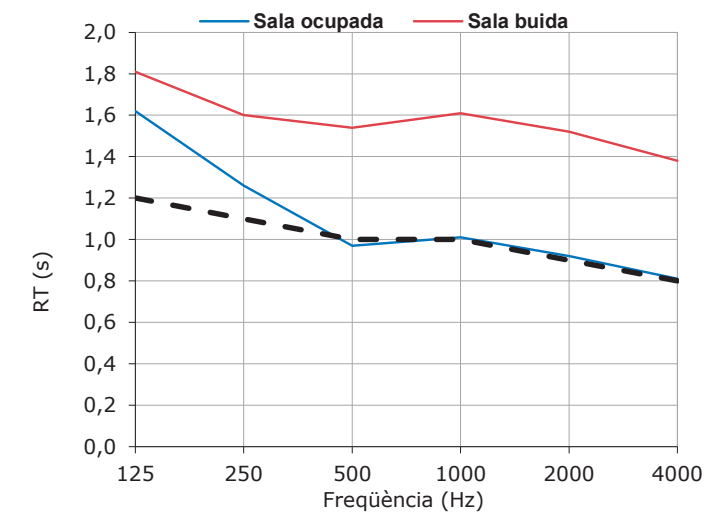


Figura 5.56: Valors calculats de temps de reverberació i valors màxims recomanats per activitats de so amplificat, sala ocupada

Com es pot observar, el valor mig del temps de reverberació (RT_{mid}) per a la sala buida és de **1,67 s**, mentre que per a la sala ocupada és de **0,99 s**. Aquest darrer valor es troba per sota del valor màxim recomanat ($RT_{mid} = 1$ s).

D'altra banda, els valors del temps de reverberació en funció de la freqüència, en condicions de sala ocupada, es troben per sota dels valors màxims recomanats, en pràcticament totes les bandes de freqüències d'interès.

b) Intel·ligibilitat de la paraula (RASTI)

A la taula 5.13 es mostra el valor mig de RASTI, calculat com la mitjana dels valors obtinguts en tots els punts de càlcul de la sala, per a la sala ocupada, els valors màxim i mínim, així com la desviació típica.

Valor mig de RASTI	0,69
Valor màxim de RASTI	0,78
Valor mínim de RASTI	0,65
Desviació típica	±0,02

Taula 5.13: Valors amittjanats de RASTI, sala ocupada

Com es pot observar, el valor mig de RASTI és de **0,69**. Aquest valor és superior al valor mínim recomanat (RASTI = 0,65). Per tant, la intel·ligibilitat de la paraula serà "bona". (veure taula 3.1).

A la figura 5.57 es mostra el mapa de valors de RASTI per a la sala ocupada.

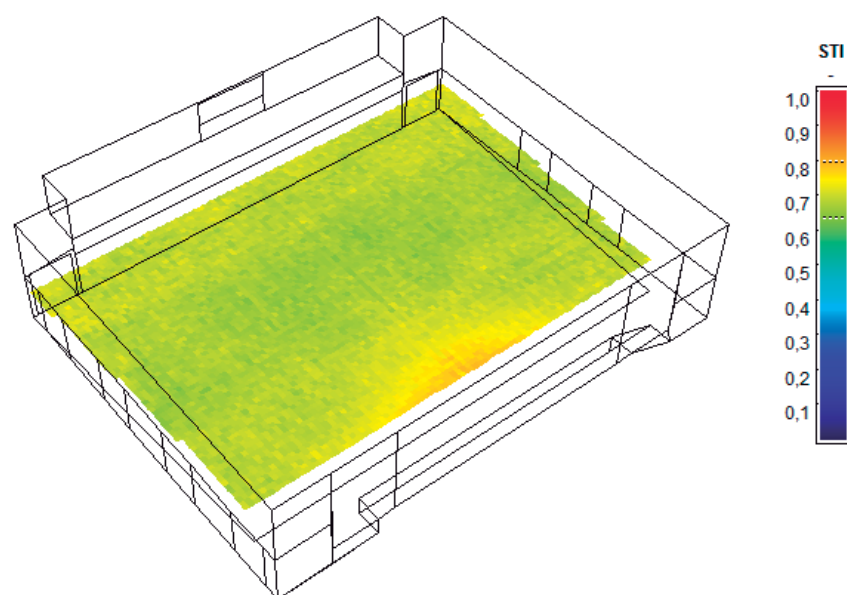


Figura 5.57: Mapa de valors de RASTI, sala ocupada

5.4 Conclusions

5.4.1 Fitxa resum dels revestiments del recinte

	Superfície	Material proposat	Pàgina
Paviment	Paviment de la sala	Terratzo microgrà	23
	Tarima de l'escenari	Fusta sobre solera de morter	24
Audiència	Butaques	-	26
Parets de la sala	Parets laterals	Difusors MLS de fusta	31
	Parets laterals (tram superior)	Cortines	70
	Paret posterior de la sala	Difusors triangulars de fusta	33
Sostre	Fals sostre	Plaques de cartró-guix	68

Taula 5.14: Fitxa resum dels revestiments proposats per al recinte

5.4.2 Fitxa acústica per a teatre

Paràmetre	Valor calculat	Valor recomanat
Temps de reverberació mig (500 Hz - 1 kHz)		
RT _{mid} (sala ocupada)	0,98 s	0,9 s ≤ RT _{mid} ≤ 1,1 s
Nivell mig de pressió sonora (500 Hz - 2 kHz)		
L _{veu} (sala ocupada)	45,7 dB SPL	L _{veu} ≥ 45 dB SPL
Definició (de 125 Hz a 4 kHz)		
D (sala ocupada)	56,9 % ≤ D ≤ 73,7 %	D ≥ 50 %
Intel·ligibilitat de la paraula		
RASTI (sala ocupada)	0,66	RASTI ≥ 0,65

Taula 5.15: Fitxa acústica de la sala per a teatre

5.4.3 Fitxa acústica per a música de cambra

Paràmetre	Valor calculat	Valor recomanat
Temps de reverberació mig (500 Hz - 1 kHz)		
RT _{mid} (sala ocupada)	1,18 s	1,3 s ≤ RT _{mid} ≤ 1,5 s
Calidesa (BR), sala ocupada	1,14	1,1 ≤ BR ≤ 1,45
Brillantor (Br), sala ocupada	0,87	Br ≥ 0,85
Nivell mig de pressió sonora (500 Hz - 1 kHz)		
L _{mús} (sala ocupada)	80,9 dB SPL	L _{mús} ≥ 73 dB SPL
Claredat musical (500 Hz - 2 kHz)		
C ₈₀ (sala ocupada)	4,40 dB	0 dB ≤ C ₈₀ ≤ 4 dB
Eficiència lateral (125 Hz - 1 kHz)		
LE (sala ocupada)	24,1 %	LE ≥ 19 %

Taula 5.16: Fitxa acústica de la sala per a música de cambra

5.4.4 Fitxa acústica per a so amplificat

Paràmetre	Valor calculat	Valor recomanat
Temps de reverberació mig (500 Hz - 1 kHz)		
RT _{mid} (sala ocupada)	0,99 s	RT _{mid} ≤ 1 s
Intel·ligibilitat de la paraula		
RASTI (sala ocupada)	0,69	RASTI ≥ 0,65

Taula 5.17: Fitxa acústica de la sala per a so amplificat

6. CONDICIONAMENT ACÚSTIC DE LA SALA DE BALL

6.1 Objectius numèrics de disseny

6.1.1 Definició dels usos de la sala

La sala de ball del Teatre Municipal de Montornès del Vallès és un recinte on està previst realitzar-hi activitats dirigides, classes de ball, assajos, representacions teatrals de petit format, exposicions i altres possibles tipus d'activitats.

La sala té un volum aproximat de 950 m³ i un aforament màxim admissible per normativa de 69 persones.

A la figura 6.1 es mostra la planta de la sala de ball, mentre que a la figura 6.2 es mostra una secció de la mateixa.

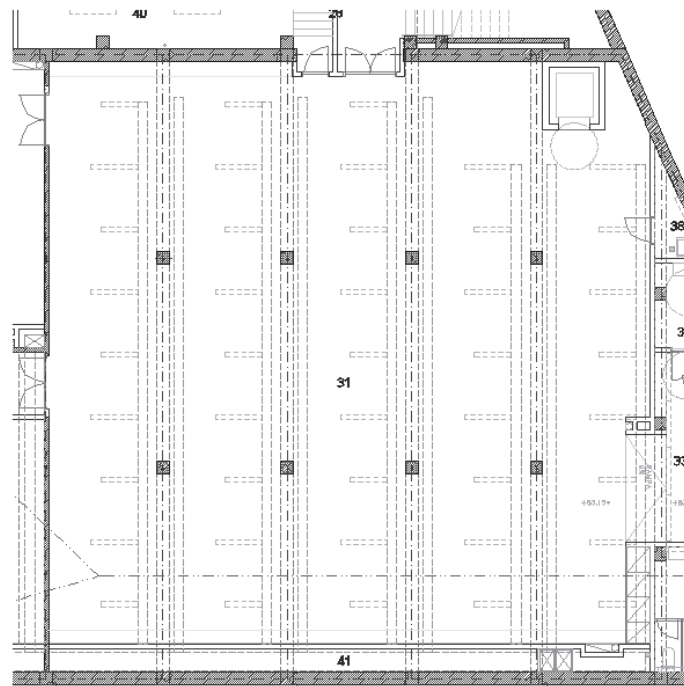
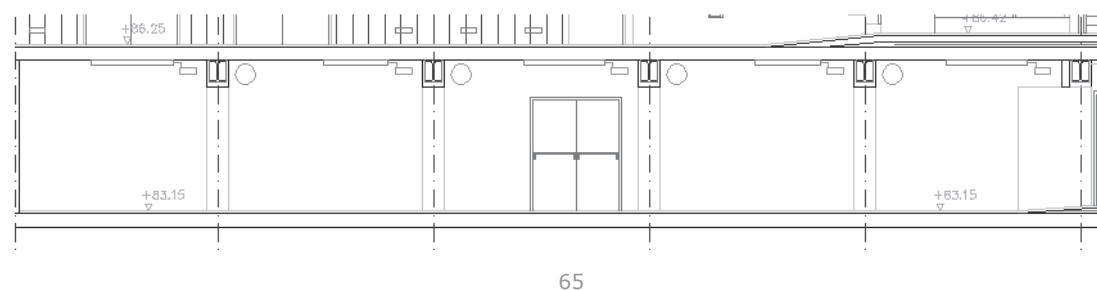


Figura 6.1: Planta de la sala de ball



65

Figura 6.2: Secció de la sala de ball

6.1.2 Objectius numèrics

A la taula 6.1 es defineixen els criteris numèrics de disseny per a la sala de ball.

A la figura 6.3 es mostren els valors del temps de reverberació màxims per a les bandes de freqüències compreses entre 125 Hz i 4 kHz.

Temps de reverberació mig (500 Hz – 1 kHz)	$RT_{mid} \leq 1,1$ s
Definició (de 125 Hz a 4 kHz)	$D \geq 50\%$
Sonoritat de la veu (de 500 Hz a 2 kHz)	$G_{mid} \geq 4$ dB
Intel·ligibilitat de la paraula	$RASTI \geq 0,60$

Taula 6.1: Valors dels paràmetres acústics per a la sala de ball

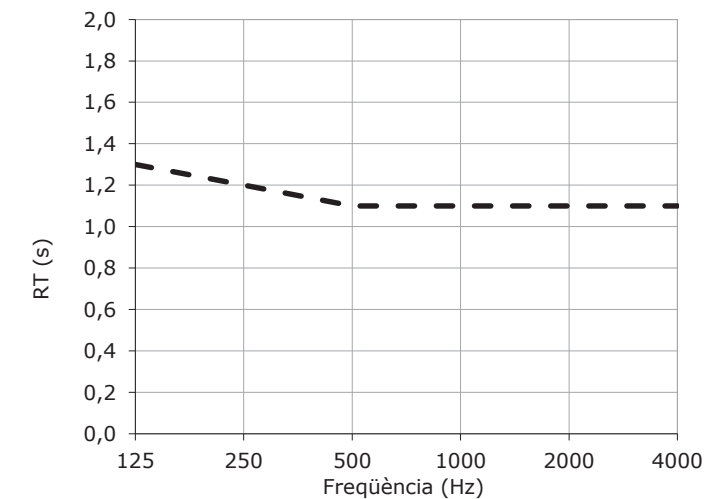


Figura 6.3: Valors màxims de temps de reverberació per a la sala de ball

6.2 Proposta de condicionament acústic

A continuació es descriuen els revestiments i acabats de les superfícies de la sala que influeixen directament en el comportament acústic de la mateixa.

6.2.1 Paviment de la sala

Al terra de la sala s'ha considerat un paviment reflectant continu, a base de terratzo microgrà.

A la figura 6.4 es mostra la superfície ocupada per aquest material.

66

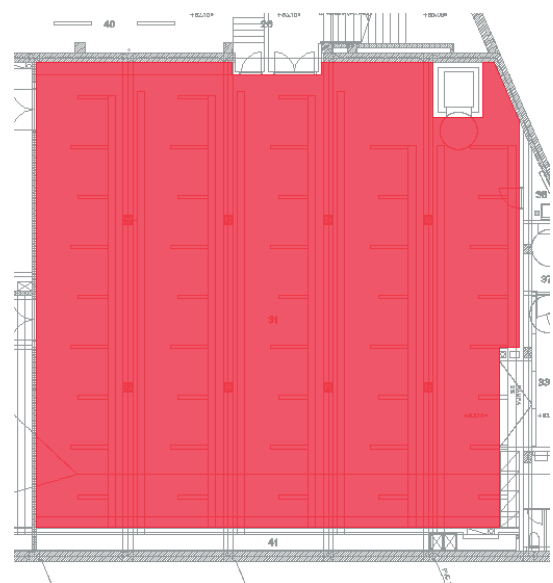


Figura 6.4: Superfície ocupada pel paviment de la sala

6.2.2 Sostre de la sala

Es proposa instal·lar un tractament fonoabsorbent al sostre de la sala format per panells d'espuma de melamina de 40 mm de gruix encolats o clavats directament sota forjat, del tipus Metrasoni Soundtect, o equivalent.

Aquest tractament s'instal·larà en una àrea mínima de 160 m² i es distribuirà de manera uniforme a la superfície indicada a la següent figura. D'aquesta manera s'evitarà la concentració d'absorció en una determinada zona, deixant la resta de zones sense tractament acústic.

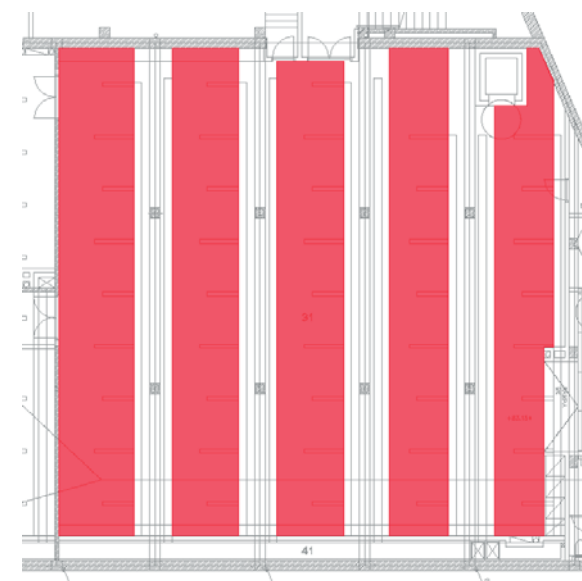


Figura 6.5: Superfície ocupada per la solució fonoabsorbent proposada al sostre

Els coeficients d'absorció acústica del tractament fonoabsorbent proposat es mostren a la figura següent.

Freqüència (Hz)	Coefficient d'absorció α
125	0,08
250	0,15
500	0,40
1000	0,73
2000	0,95
4000	0,95

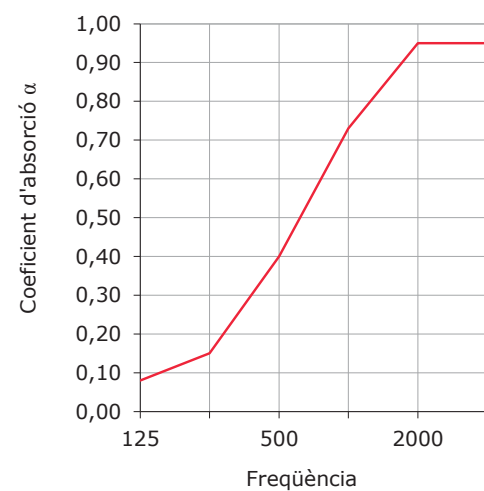


Figura 6.6: Coeficients d'absorció acústica dels panells d'espuma de melamina de 40 mm

6.2.3 Parets de la sala

Es proposa instal·lar un revestiment fonoabsorbent a les parets de la sala, format per:

- Xapa perforada d'acer de mínim 0,6 mm de gruix, amb un mínim d'un 30% de perforació
- Tela no teixida acústicament transparent
- Llana de roca de, mínim, 40 mm de gruix i 70 kg/m³ de densitat a col·locar per darrere la xapa

Entre la xapa i la paret es deixarà una cavitat d'aire de, mínim, 200 mm. Caldrà instal·lar-hi, prèviament, una estructura metàl·lica de suport.

El revestiment a instal·lar serà del tipus Barnatecno BT-Fono, Rockfon VertiQ, o equivalent.

Aquest tractament s'instal·larà a les parets indicades a la figura següent. D'aquesta manera s'evitarà l'aparició d'eco flotant entre les parets paral·leles.

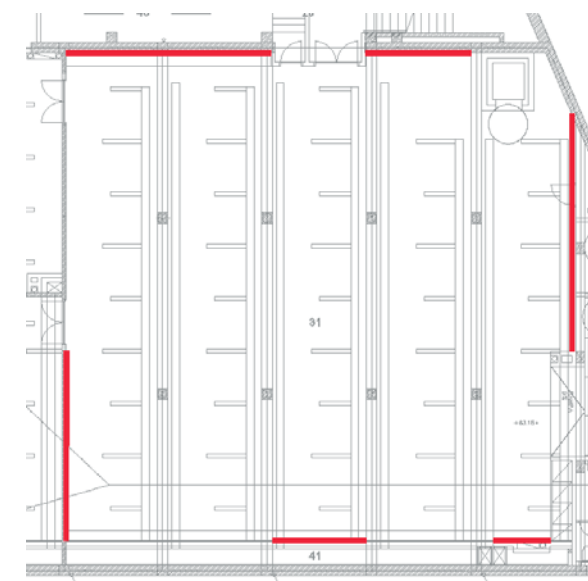


Figura 6.7: Superfície corresponent al tractament fonoabsorbent de paret

Els coeficients d'absorció acústica del tractament fonoabsorbent descrit es mostren a la figura següent.

Freqüència (Hz)	Coefficient d'absorció α
125	0,48
250	0,97
500	1,00
1000	0,97
2000	1,00
4000	1,00

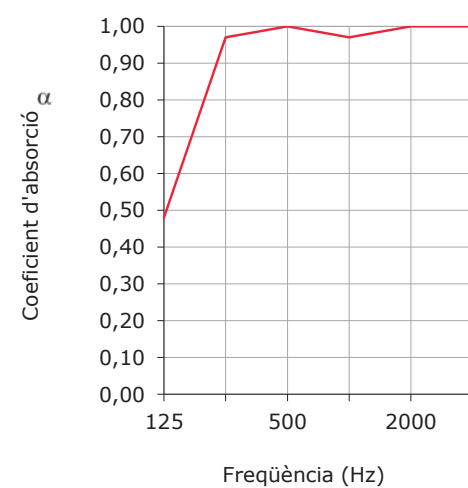


Figura 6.8: Coeficients d'absorció acústica de la xapa metàl·lica perforada amb llana de roca i cavitat de 200 mm

6.3 Resultats de les simulacions acústiques

6.3.1 Consideracions prèvies

A continuació es presenten els resultats de les simulacions realitzades i es verifica el compliment dels requeriments plantejats al capítol 6.

Les simulacions s'han dut a terme utilitzant una font de so amb el diagrama de radiació de la veu humana. Per tant, els resultats obtinguts són els valors que s'obtindrien amb un orador parlant a un extrem de la sala.

Les simulacions que es presenten en aquest capítol s'han realitzat amb els següents paràmetres de càlcul:

- Temperatura: 20°C
- Humitat relativa: 50%
- Nombre de raigs de l'algoritme de "ray-tracing": 200.000 per al càlcul dels mapes

En les següents figures es poden observar diferents vistes en perspectiva del model informàtic creat per a dur a terme les simulacions acústiques.

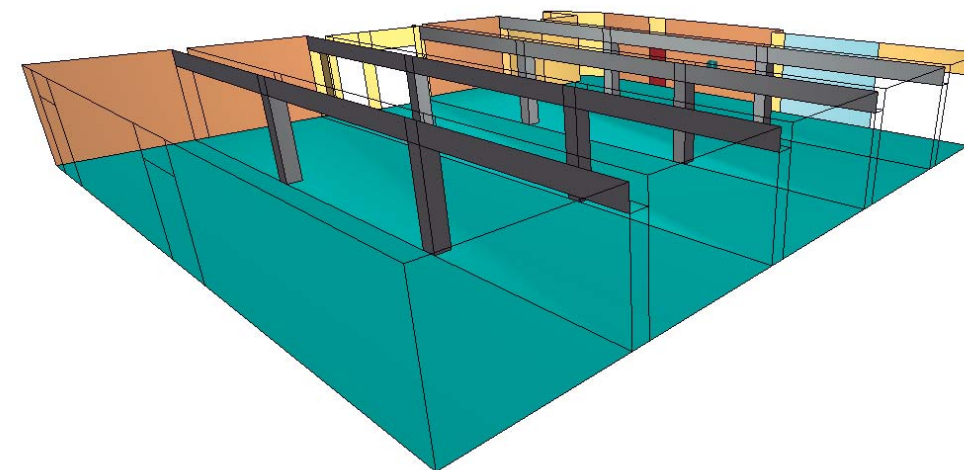


Figura 6.9: Vista de la sala de ball (I)

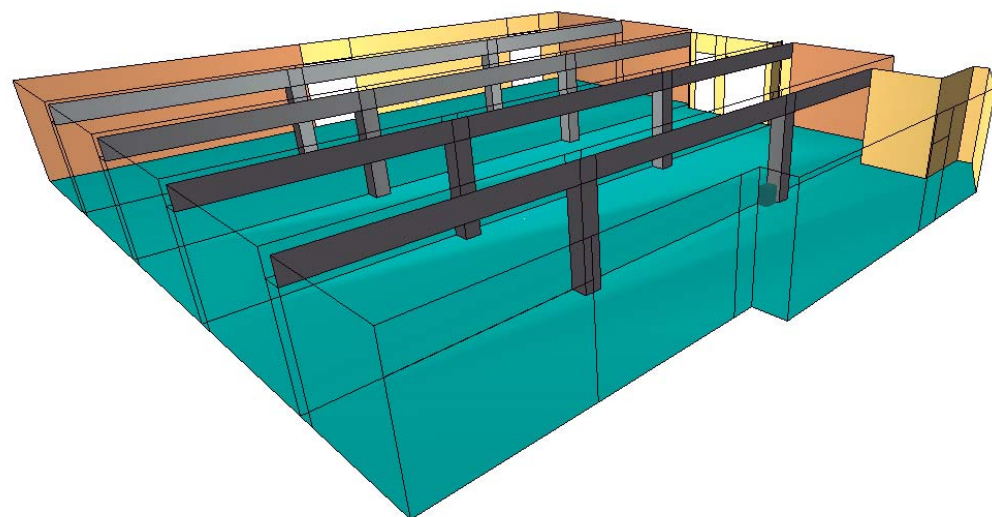


Figura 6.10: Vista de la sala de ball (II)

6.3.2 Resultats de les simulacions acústiques

a) Temps de reverberació (RT)

A partir dels revestiments i acabats detallats a l'apartat 4, s'han obtingut, mitjançant simulació informàtica, els temps de reverberació, en les bandes de freqüències de 125 Hz a 4000 Hz. Aquests valors es mostren a la taula 6.2. A la figura 6.11 es presenta la corresponent gràfica, juntament amb els valors màxims recomanats d'RT definits a l'apartat 6.1.

Freqüència (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	RT _{mid}
RT, en s	1,88	1,30	1,01	0,83	0,76	0,65	0,92

Taula 6.2: Valors calculats de temps de reverberació

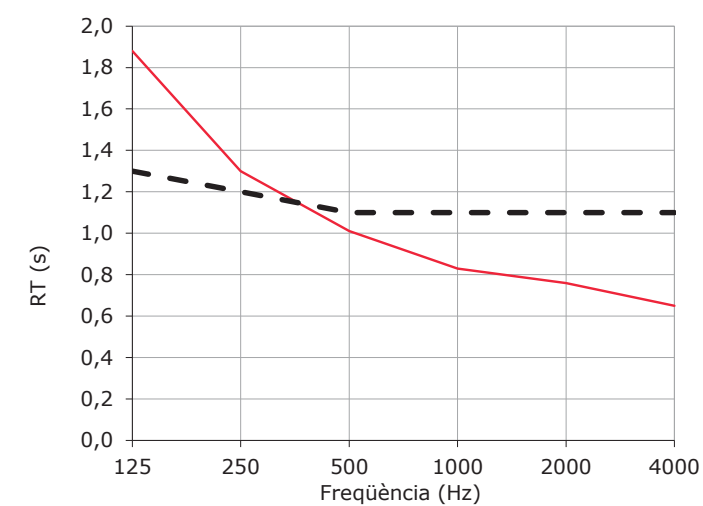


Figura 6.11: Valors calculats de temps de reverberació i valors màxims recomanats per a la sala de ball

Com es pot observar, el valor mig del temps de reverberació (RT_{mid}) és de **0,92 s**. Aquest valor es troba per sota del valor màxim recomanat per a veu (RT_{mid} = 1,1 s).

D'altra banda, els valors del temps de reverberació en funció de la freqüència es troben per sota dels valors màxims recomanats, en pràcticament totes les bandes de freqüències d'interès.

b) Definició (D)

A la taula 6.3 es mostren els valors de definició (D) corresponents a les bandes de freqüències de 125 Hz a 4 kHz. Aquests valors han estat calculats, per a cada banda d'interès, com la mitjana dels valors obtinguts en tots els punts de càlcul de la sala.

Freqüència (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
D, en %	35,1	46,3	55,1	62,0	67,0	70,6
Desviació típica	±13,8	±13,7	±12,8	±11,9	±11,3	±10,6

Taula 6.3: Valors amitjanats de D

Els valors amitjanats de definició són superiors al valor mínim recomanat per a veu (D = 50%) en la majoria de les bandes de freqüències d'interès. Per tant, es pot afirmar que la definició existent a la sala serà correcta.

A les figures 6.12 a 6.17 es mostren els mapes de definició corresponents a les bandes de freqüències de 125 Hz a 4 kHz, respectivament.

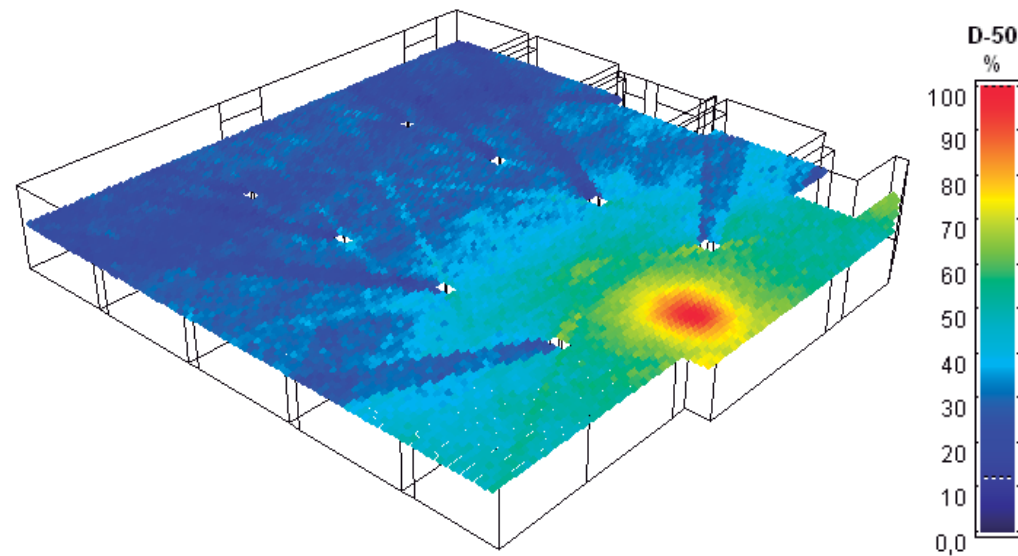


Figura 6.12: Mapa de valors de definició (D), banda de 125 Hz

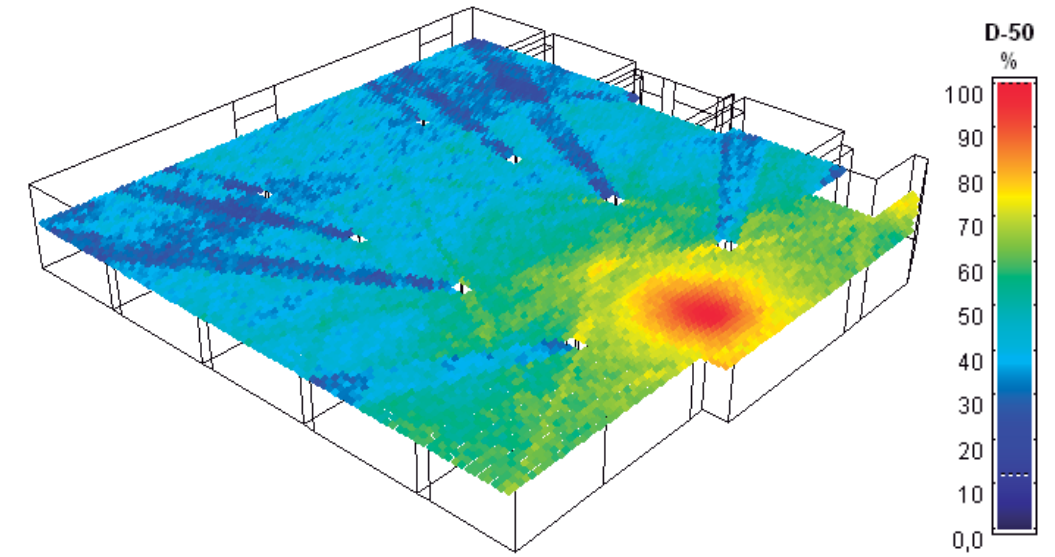


Figura 6.13: Mapa de valors de definició (D), banda de 250 Hz

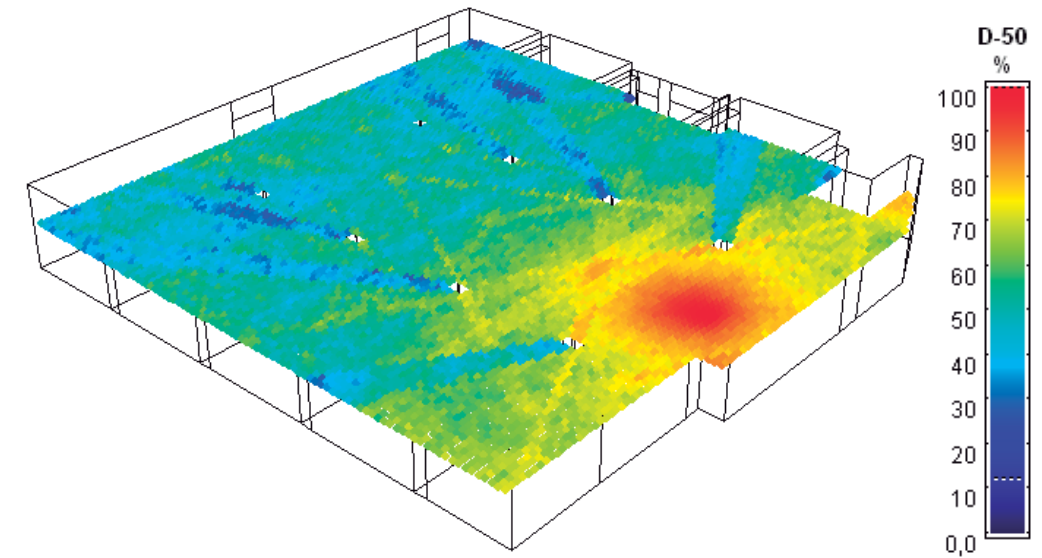


Figura 6.14: Mapa de valors de definició (D), banda de 500 Hz

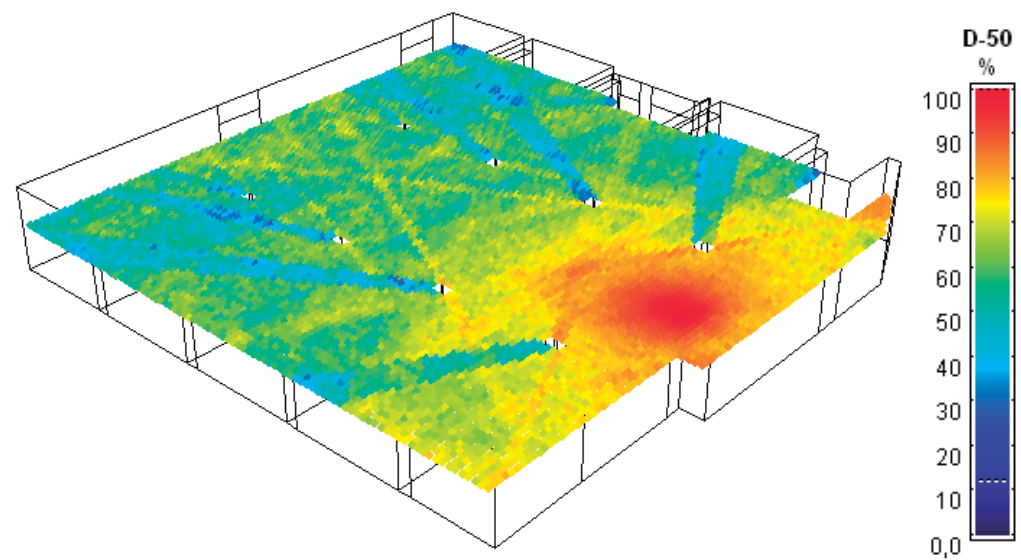


Figura 6.15: Mapa de valors de definició (D), banda d'1 kHz

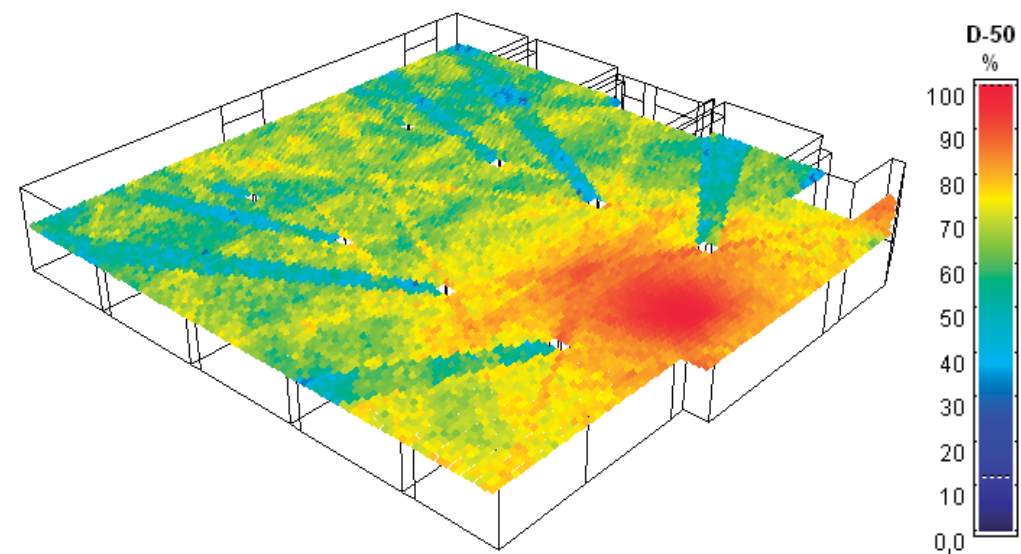


Figura 6.16: Mapa de valors de definició (D), banda de 2 kHz

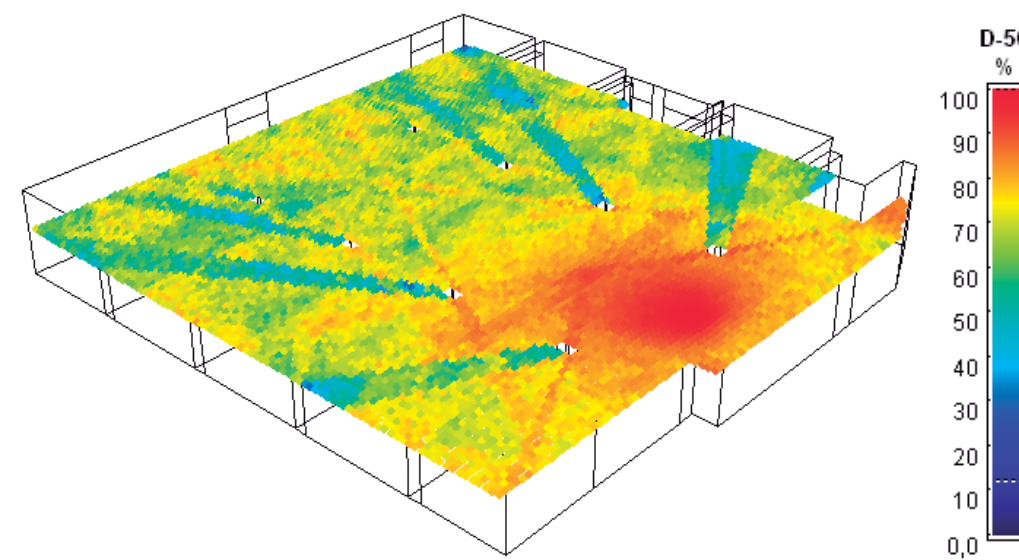


Figura 6.17: Mapa de valors de definició (D), banda de 4 kHz

c) Sonoritat de la veu (G)

A la taula següent es mostren els nivells de sonoritat de la veu (G) corresponents a les bandes de freqüències de 500 Hz a 2 kHz. Aquests nivells han estat calculats, per a cada banda d'interès, com la mitjana dels valors obtinguts en tots els punts de càlcul de la sala.

Freqüència (Hz)	500	1000	2000	G _{mid}
G, en dB	8,17	7,33	6,91	7,47
Desviació típica	±2,80	±2,97	±3,00	-

Taula 6.4: Valors amitjanats de nivells de sonoritat de la veu (G)

Com es pot observar, el valor mig de G és de **7,47 dB**. Aquest valor és superior al valor mínim recomanat ($G_{mid} = 4$ dB). Per tant, la sonoritat de la sala serà correcta.

A les figures següents es mostren els mapes de nivells de sonoritat de la veu (G) corresponents a les bandes de freqüències considerades.

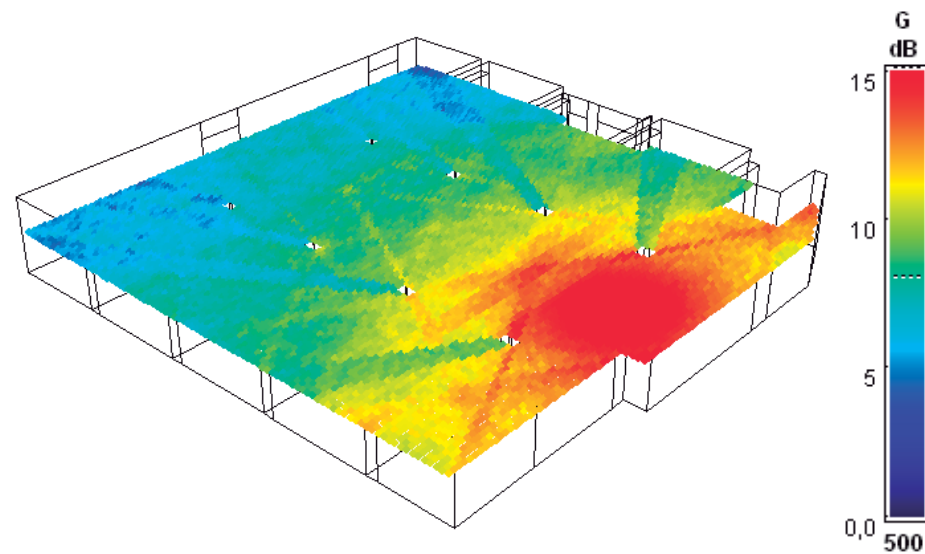


Figura 6.18: Mapa de nivells de sonoritat de la veu (G), banda de 500 Hz

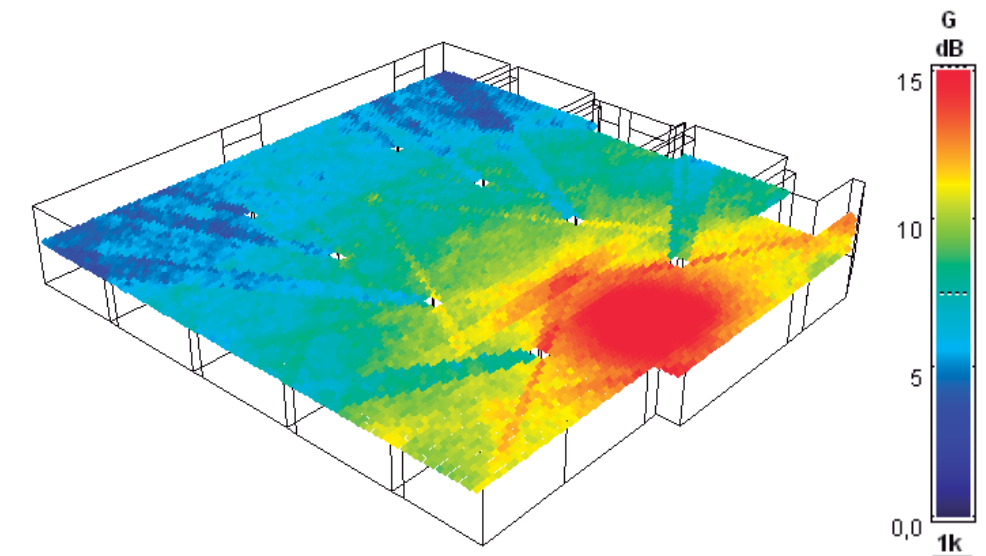


Figura 6.19: Mapa de nivells de sonoritat de la veu (G), banda d' 1kHz

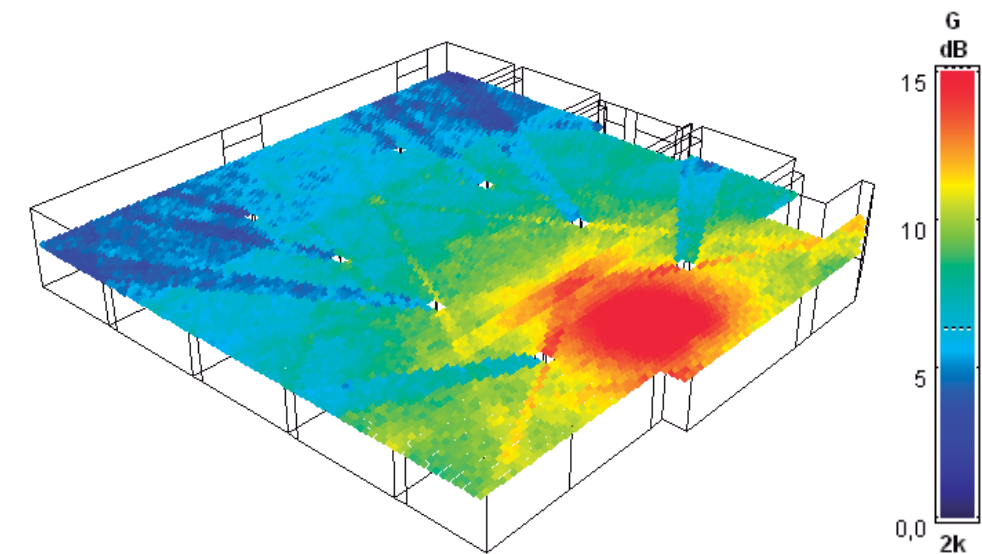


Figura 6.20: Mapa de nivells de sonoritat de la veu (G), banda de 2 kHz

a) Intel·ligibilitat de la paraula (RASTI)

A la taula 6.5 es mostra el valor mig de RASTI, calculat com la mitjana dels valors obtinguts en tots els punts de càlcul de la sala, els valors màxim i mínim, així com la desviació típica.

Valor mig de RASTI	0,62
Valor màxim de RASTI	1,00
Valor mínim de RASTI	0,49
Desviació típica	±0,07

Taula 6.5: Valors amitjanats de RASTI

Com es pot observar, el valor mig de RASTI és de **0,62**. Aquest valor és superior al valor mínim recomanat (RASTI = 0,60). Per tant, la intel·ligibilitat de la paraula serà "correcta" (veure taula 3.1).

A la figura 6.21 es mostra el mapa de valors de RASTI.

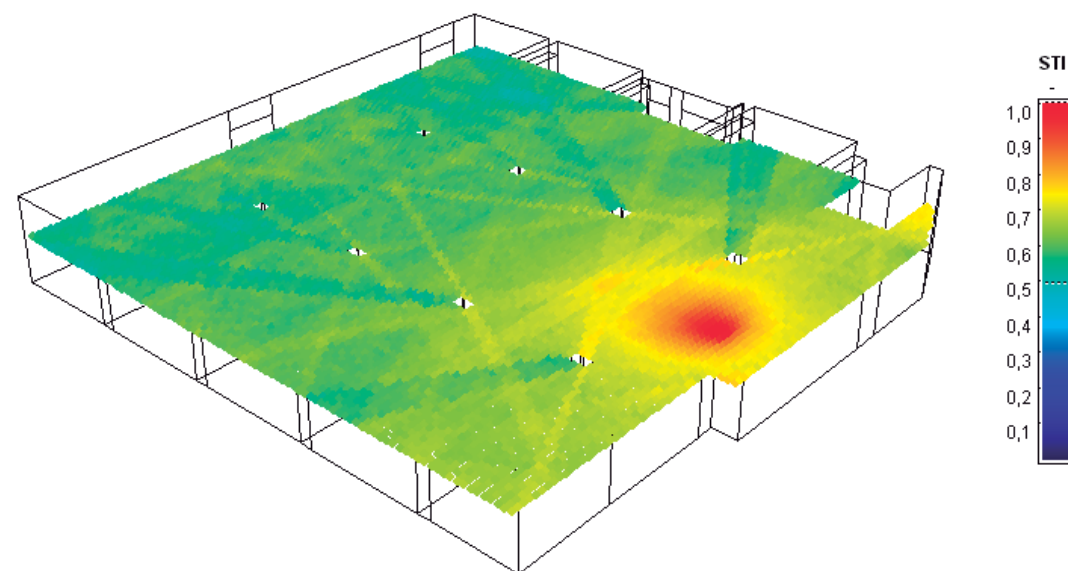


Figura 6.21: Mapa de valors de RASTI

6.4 Fitxes tècniques

6.4.1 Fitxa resum dels revestiments de la sala de ball

	Superfície	Material proposat	Pàgina
Paviment	Paviment de la sala	Terratzo microgrà	66
Parets de la sala	Parets de la sala indicades a la figura 6.7	<ul style="list-style-type: none"> - Xapa perforada d'acer de mínim 0,6 mm de gruix, amb un mínim d'un 30% de perforació - Tela no teixida acústicament transparent - Llana de roca de, mínim, 40 mm de gruix i 70 kg/m³ de densitat a col·locar per darrere la xapa Entre la xapa i la paret es deixarà una cavitat d'aire de, mínim, 200 mm	70
Sostre	Sostre de la sala	Panells d'espuma de melamina de 40 mm de gruix encolats o clavats directament sota forjat, en una àrea mínima de 160 m ² distribuïts uniformement al sostre de la sala	68

Taula 6.6: Fitxa resum dels revestiments proposats per a la sala de ball

6.4.2 Fitxa acústica de la sala de ball

Paràmetre	Valor calculat	Valor recomanat
Temps de reverberació mig (500 Hz - 1 kHz)		
RT _{mid}	0,92 s	RT _{mid} ≤ 1,1 s
Definició (de 125 Hz a 4 kHz)		
D	35,1% ≤ D ≤ 70,6%	D ≥ 50 %
Sonoritat (de 500 Hz a 2 kHz)		
G _{mid}	7,47 dB	G _{mid} ≥ 4 dB
Intel·ligibilitat de la paraula		
RASTI	0,62	RASTI ≥ 0,60

Taula 6.7: Fitxa acústica de la sala de ball

TEATRE MUNICIPAL DE MONTORNÈS DEL VALLÈS:
Projecte acústic del Teatre i la sala de ball
PART II: Aïllament acústic

ÍNDEX

1. Introducció	1
2. Conceptes i paràmetres acústics bàsics	2
2.1 Nivell de pressió sonora (L_p)	2
2.2 Nivell de pressió sonora ponderat A (L_A)	2
2.3 Diferència de nivells (D)	3
2.4 Índex de reducció sonora (R)	3
2.5 Índex de reducció sonora global al soroll rosa (R_A)	4
2.6 Soroll de fons. Corbes NC	5
3. Objectius numèrics	6
3.1 Objectius de confort acústic	6
3.2 Objectius d'aïllament acústic	7
4. Simultaneïtat d'activitats al Teatre i la sala de ball	8
4.1 Definició del forjat	8
4.2 Nivells en emissió i objectius	9
4.3 Estudi de simultaneïtat d'activitats	10
4.3.1 Nivells màxims d'immissió sonora al Teatre deguts a l'activitat a la sala de ball	10
4.3.2 Nivells màxims d'immissió sonora a la sala de ball deguts a l'activitat al Teatre	12
4.4 Proposta de nivells màxims de pressió sonora en situació de simultaneïtat d'activitats	14
4.4.1 Nivells màxims proposats d'emissió sonora a la sala de ball en situació de simultaneïtat d'activitats	14
4.4.2 Nivells màxims proposats d'emissió sonora al Teatre en situació de simultaneïtat d'activitats	16
4.5 Consideracions addicionals	17
5. Solucions constructives proposades	18
5.1 Coberta sandvitx	18
5.2 Portes d'emergència	19
5.2.1 Detalls d'execució	20
5.3 Porta de càrrega i descàrrega	21
5.4 Portes dels cancells d'accés a la sala	22
5.4.1 Detalls d'execució	22

5.5 Tractament fonoabsorbent dels cancells d'accés a la sala i de la sala d'emmagatzematge de butaques	23
5.6 Tractament fonoabsorbent a la sala de control	24
5.7 Finestra de la sala de control	24
5.8 Supressió de la porta d'accés a la sala del climatitzador del foyer	24
5.9 Tancament de la sala del climatitzador del foyer	24
5.10 Portes d'accés a la sala de ball	25
5.11 Divisòria entre els lavabos i el Teatre	26

1. INTRODUCCIÓ

El present document conté el projecte d'aïllament acústic del Teatre Municipal de Montornès del Vallès.

Al capítol 2 es defineixen els conceptes i paràmetres acústics bàsics associats a l'aïllament acústic.

Al capítol 3 es defineixen els objectius numèrics a assolir relacionats amb l'aïllament acústic del recinte.

Al capítol 4 es realitza un estudi de simultaneïtat entre les activitats al Teatre i les corresponents a la sala de ball de la planta soterrani.

Al capítol 5 es presenten les solucions constructives proposades per a complir els objectius d'aïllament acústic plantejats.

2. CONCEPTES I PARÀMETRES ACÚSTICS BÀSICS

2.1 Nivell de pressió sonora (L_p)

El nivell de pressió sonora (L_p) constitueix la forma més habitual de representar la magnitud d'un camp sonor. S'expressa en dB SPL i es defineix com:

$$L_p = 20 \times \log (p_{ef} / p_{ref}), \text{ en dB SPL}$$

on:

p_{ef} = pressió sonora eficaç del so considerat

p_{ref} = pressió sonora eficaç corresponent al llindar d'audició humana a la freqüència d'1 kHz (= 2×10^{-5} Pa)

El nivell de pressió sonora (L_p) varia amb la freqüència i pot ser mesurat per bandes de freqüències d'octava o de terç d'octava. També pot ser expressat a través d'un únic valor global.

2.2 Nivell de pressió sonora ponderat A (L_A)

El nivell de pressió sonora ponderat A (L_A), expressat en dBA, s'obté aplicant la denominada ponderació A a tots els nivells de pressió sonora L_p mesurats en dB SPL.

A la figura 2.1 apareix representada la corba de ponderació A.

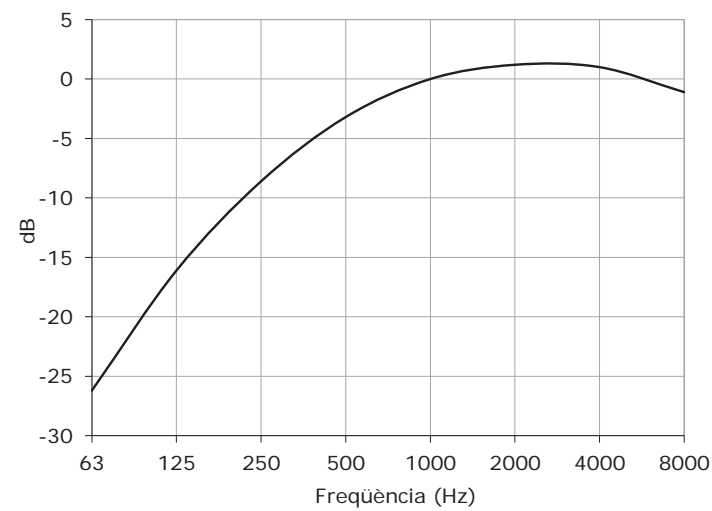


Figura 2.1: Corba de ponderació A

2.3 Diferència de nivells (D)

Paràmetre definit en la Norma UNE-EN ISO 140-4 (1999), versió oficial espanyola de la Norma Europea EN ISO 140-4 (1998) "Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Part 4: Field measurements of airborne sound insulation between rooms".

La diferència de nivells (D) existent entre dos locals es defineix com la resta entre el nivell mitjà de pressió sonora generat a la sala emissora i el corresponent nivell mitjà mesurat a la sala receptora.

La diferència de nivells es calcula mitjançant l'expressió següent:

$$D = L_1 [\text{dB SPL}] - L_2 [\text{dB SPL}], \text{ en dB}$$

on:

L_1 : nivell mitjà de pressió sonora al local emissor

L_2 : nivell mitjà de pressió sonora al local receptor

El valor D es calcula per a cada banda de freqüències d'octava o terç d'octava i s'expressa en dB.

El valor D s'obté "in situ".

2.4 Índex de reducció sonora (R)

Paràmetre definit en la Norma UNE-EN ISO 140-3 (1995), versió oficial espanyola de la Norma Europea EN ISO 140-4 (1995) "Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Part 3: Laboratory measurements of airborne sound insulation of building elements".

L'índex de reducció sonora (R) d'un determinat element separador entre dos locals es defineix com la suma de la diferència de nivells (D) i d'un terme que depèn de la superfície de l'element separador i de l'absorció acústica del local receptor.

En condicions de camp acústic difús, l'índex de reducció sonora es pot calcular mitjançant l'expressió següent:

$$R = D + 10 \times \log \left(\frac{S}{A} \right) = L_1 [\text{dB SPL}] - L_2 [\text{dB SPL}] + 10 \times \log \left(\frac{S}{A} \right), \text{ en dB}$$

on:

L_1 : nivell mitjà de pressió sonora al local emissor

L_2 : nivell mitjà de pressió sonora al local receptor

S: superfície de l'element separador entre el local emissor i el receptor, en m^2

A: absorció acústica total al local receptor, en m^2

L'índex R es calcula per a cada banda de freqüències d'octava o terç d'octava, s'expressa en dB i s'obté generalment en laboratori.

L'índex R també es denomina TL (de l'anglès, "Transmission Loss").

2.5 Índex de reducció sonora global al soroll rosa (R_A)

L'índex de reducció sonora global al soroll rosa (R_A) és un únic valor obtingut a partir dels valors dels índexs de reducció sonora (R) per bandes de freqüències d'octava o terç d'octava, suposant que la font de so situada a la sala emissora radia soroll rosa.

S'expressa en dBA per a indicar que, tant el nivell total de pressió sonora a la sala emissora com el corresponent a la sala receptora, es ponderen amb el filtre A.

2.6 Soroll de fons. Corbes NC

L'avaluació del grau de molèstia que un determinat soroll ambiental provoca en l'oient es realitza per comparació entre els nivells de soroll existents en el recinte, per a cada banda d'octava, i un conjunt de corbes de referència denominades NC ("Noise Criteria").

Les corbes NC són, a més, utilitzades de forma universal per establir els nivells màxims de soroll recomanables per a diferents tipus de recintes en funció del seu ús (residències, oficines, teatres, sales de conferències, etc).

Es considera que un recinte compleix una determinada especificació NC (per exemple: NC-20, NC-25, etc) quan els nivells de soroll de fons al recinte, mesurats per bandes d'octava, estan per sota de la corba NC corresponent, per a totes les bandes de freqüències d'octava compreses entre 63 Hz i 8 kHz (veure figura 2.2).

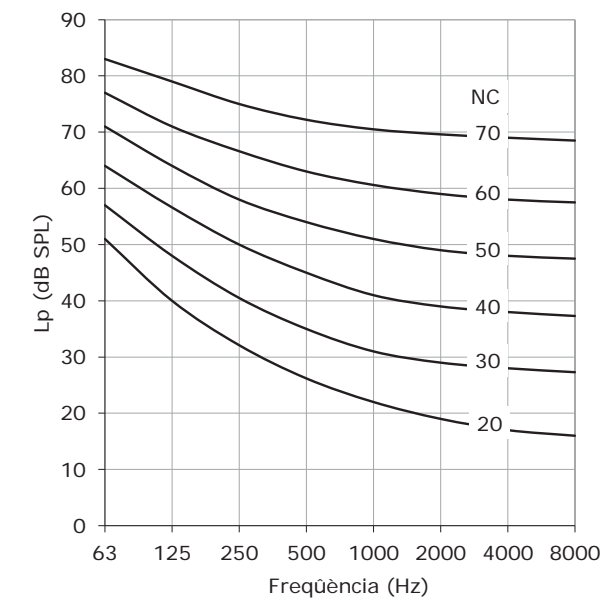


Figura 2.2: Corbes NC ("Noise Criteria")

3. OBJECTIUS NUMÈRICS

A continuació es llisten els objectius numèrics fixats per al compliment dels requisits d'aïllament acústic a les zones més sensibles de l'edifici.

3.1 Objectius de confort acústic

Per tal de garantir un adequat nivell de confort acústic, els espais del teatre més sensibles des del punt de vista acústic hauran de verificar les especificacions NC indicades a la següent taula.

Espai	Objectiu
Teatre	NC-25
Sala de ball	NC-30
Foyer	NC-35
Sala de control teatre	NC-25

Taula 3.1: Especificacions NC per al compliment dels objectius de confort acústic als espais sensibles de l'edifici

3.2 Objectius d'aïllament acústic

La següent taula indica els objectius mínims d'aïllament acústic establerts, tant per al compliment dels requisits de confort indicats a l'apartat anterior com per al compliment dels objectius establerts en el projecte d'impacte acústic (Part IV d'aquest document).

Espai 1	Espai 2	Element separador	Índex mínim de reducció sonora global, R_A (dBA)
Teatre	Exterior	Coberta	45
Teatre	Exterior	Portes	40
Teatre	Foyer	Cancells	40
Teatre	Sala de ball	Portes	30
Teatre	Sala de control	Vidre	30
Sala de control teatre	Sala climatitzador	Porta	30

Taula 3.2: Objectius d'aïllament acústic entre els diferents espais

4. SIMULTANEÏTAT D'ACTIVITATS AL TEATRE I LA SALA DE BALL

A continuació s'analitza la simultaneïtat d'activitats al Teatre i a la sala de ball per tal d'assolir els objectius establerts al capítol anterior.

4.1 Definició del forjat

La divisòria horitzontal entre el Teatre i la sala de ball es compon d'un doble forjat. La composició aproximada d'aquest doble forjat és la següent:

- Forjat de revoltó ceràmic sobre biguetes de formigó, amb capa de compressió de 3 cm de formigó, 5 cm de morter i 2 cm de terratzo
- Forjat ceràmic de 25 cm, amb capa de compressió de 3 cm

L'índex de reducció sonora estimat per al doble forjat descrit es mostra a la següent figura.

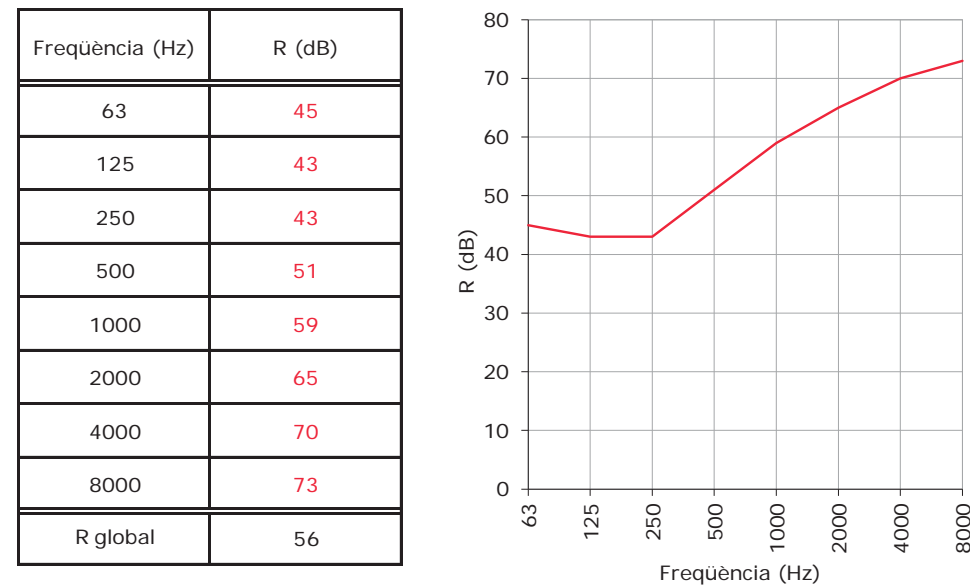


Figura 4.1: Valors de l'índex de reducció sonora (R) per bandes d'octava del doble forjat entre el Teatre i la sala de ball

NOTA: aquest càlcul s'ha dut a terme atesa la impossibilitat de realitzar mesuraments d'aïllament acústic in situ en el moment de redactar aquest projecte, com a conseqüència de l'estat actual de les obres.

La següent figura mostra la ubicació de la divisòria descrita.

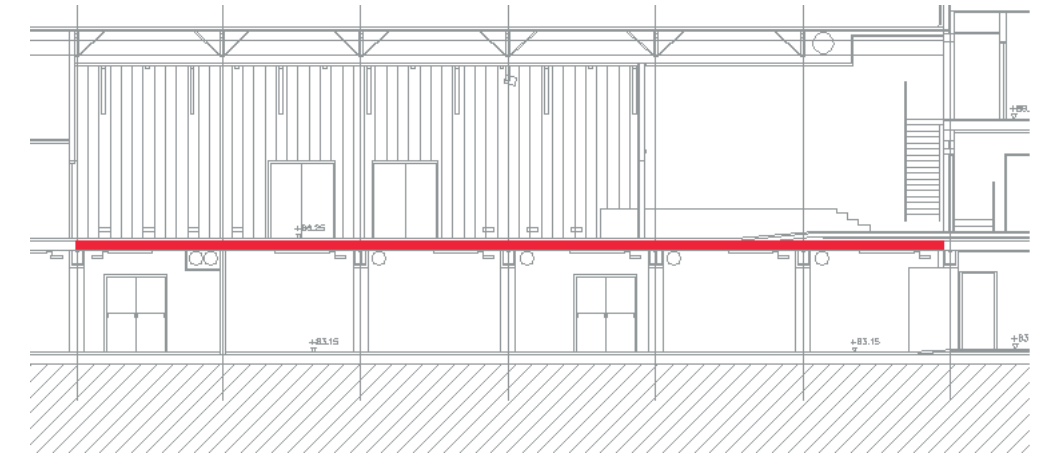


Figura 4.2: Ubicació del doble forjat entre el Teatre i la sala de ball

4.2 Nivells en emissió i objectius

Per a la realització de l'estudi de simultaneïtat, s'estableixen els nivells màxims de pressió sonora per a les activitats en els dos recintes establerts en el projecte d'impacte acústic (Part IV d'aquest document).

La següent taula mostra els objectius a assolir i els nivells màxims de pressió sonora generats per l'activitat al Teatre i a la sala de ball.

Espai	Objectiu (com a espai receptor)	Nivell màxim de pressió sonora (com a espai emissor)
Teatre	NC-25	90 dBA
Sala de ball	NC-30	90 dBA

Taula 4.1: Objectius a assolir i nivells màxims de pressió sonora generats per l'activitat al Teatre i a la sala de ball

4.3 Estudi de simultaneïtat d'activitats

A continuació es calculen els nivells màxims d'immissió sonora a cadascun dels espais, tenint en compte l'aïllament acústic estimat pel doble forjat i els nivells màxims en emissió establerts anteriorment per a cada espai.

4.3.1 Nivells màxims d'immissió sonora al Teatre deguts a l'activitat a la sala de ball

La següent taula i la següent figura mostren els nivells màxims de pressió sonora generats al Teatre deguts a l'activitat a la sala de ball, considerant que en aquesta s'hi generen els nivells màxims establerts en el projecte d'impacte acústic (Part IV d'aquest document).

Freqüència (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global (dBA)
Nivells màxims de pressió sonora a la sala de ball (dB SPL)	88,0	88,0	87,0	86,0	84,0	83,0	81,0	78,0	90,0
Diferència de nivells (D) (*) (dB)	40,6	39,1	39,7	47,8	56,0	62,2	67,6	70,8	-
Nivells màxims d'immissió sonora al Teatre (dB SPL)	47,4	48,9	47,3	38,2	28,0	20,8	13,4	7,2	41,3
Objectiu: NC-25 (dB SPL)	54,0	44,0	37,0	31,0	27,0	24,0	22,0	21,0	35,6

Taula 4.2: Nivells màxims d'immissió sonora al Teatre deguts a l'activitat a la sala de ball

(*) Aquests nivells s'han obtingut partint dels valors d'R calculats a l'apartat anterior i, per tant, en el supòsit teòric que no hi haurà vies secundàries de transmissió entre ambdós espais. Per tant, és probable que els valors reals siguin inferiors als aquí mostrats.

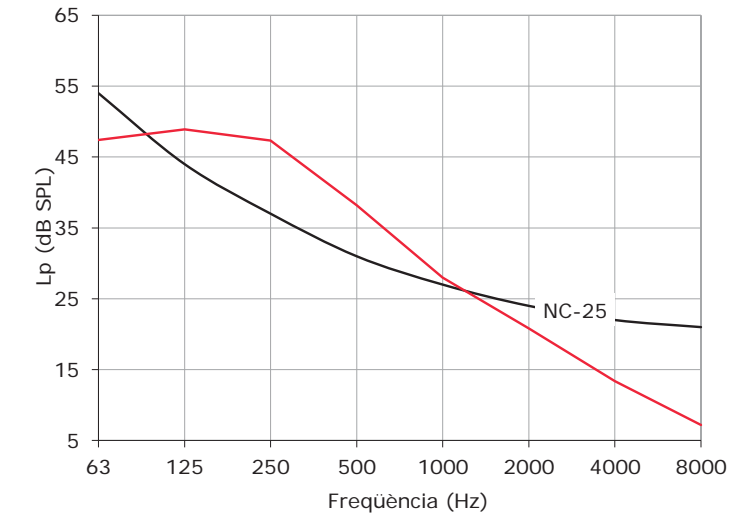


Figura 4.3: Nivells màxims d'immissió sonora al Teatre i nivells corresponents a la corba NC-25

Com es pot observar, els nivells d'immissió sonora superen els objectius establerts per al Teatre. Per tant, s'hauran de reduir els nivells màxims en emissió per tal de poder assolir aquests objectius, tal i com es veurà posteriorment.

4.3.2 Nivells màxims d'immissió sonora a la sala de ball deguts a l'activitat al Teatre

La següent taula i la següent figura mostren els nivells màxims de pressió sonora generats a la sala de ball deguts a l'activitat al Teatre, considerant que en aquest s'hi generen els nivells màxims establerts en el projecte d'impacte acústic (Part IV d'aquest document).

Freqüència (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global (dBA)
Nivells màxims de pressió sonora al Teatre (dB SPL)	88,0	88,0	87,0	86,0	84,0	83,0	81,0	78,0	90,0
Diferència de nivells (D) (*) (dB)	38,2	36,9	38,5	47,6	56,4	62,8	68,5	71,9	-
Nivells d'immissió sonora a la sala de ball (dB SPL)	49,8	51,1	48,5	38,4	27,6	20,2	12,5	6,1	42,4
Objectiu: NC-30 (dB SPL)	57,0	48,0	41,0	35,0	31,0	29,0	28,0	27,0	39,8

Taula 4.3: Nivells màxims d'immissió sonora a la sala de ball deguts a l'activitat al Teatre

(*) Aquests nivells s'han obtingut partint dels valors d'R calculats a l'apartat anterior i, per tant, en el supòsit teòric que no hi haurà vies secundàries de transmissió entre ambdós espais. Per tant, és probable que els valors reals siguin inferiors als aquí mostrats.

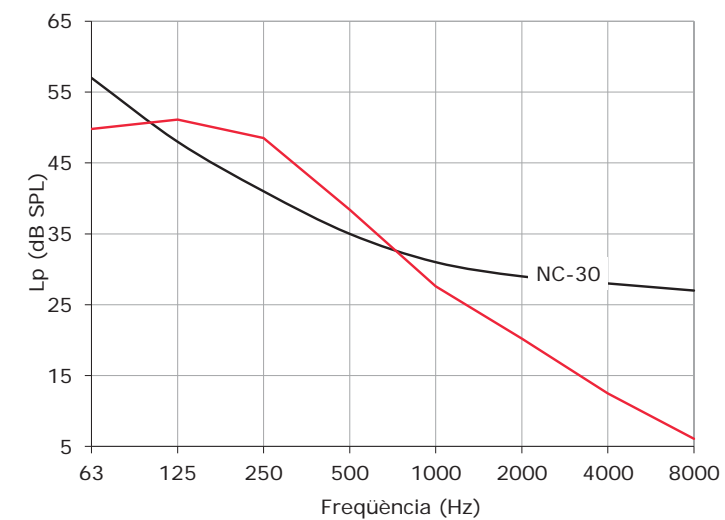


Figura 4.4: Nivells màxims d'immissió sonora a la sala de ball i nivells corresponents a la corba NC-30

Com es pot observar, els nivells d'immissió sonora també superen els objectius establerts per a la sala de ball. Per tant, s'han de reduir els nivells màxims en emissió per tal de poder assolir aquests objectius, tal i com es veurà a continuació.

4.4 Proposta de nivells màxims de pressió sonora en situació de simultaneïtat d'activitats

En vista dels resultats de l'apartat anterior, a continuació es calculen els nivells de pressió sonora que no es podran sobrepassar en emissió per tal de complir els objectius establerts en totes les bandes de freqüències, en cas de realitzar activitats simultànies al Teatre i a la sala de ball.

4.4.1 Nivells màxims proposats d'emissió sonora a la sala de ball en situació de simultaneïtat d'activitats

La següent taula i la següent figura mostren els nivells màxims de pressió sonora en emissió a la sala de ball per l'assoliment dels objectius de confort acústic al Teatre, en situació de simultaneïtat d'activitats.

Freqüència (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global (dBA)
Nivells màxims de pressió sonora a la sala de ball (dB SPL)	82	80	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7	83,7
Diferència de nivells (D) (dB)	40,6	39,1	39,7	47,8	56,0	62,2	67,6	70,8	-
Nivells d'immissió sonora al Teatre (dB SPL)	41,4	40,9	37,0	28,9	20,7	14,5	9,1	5,9	31,9
Objectiu: NC-25 (dB SPL)	54,0	44,0	37,0	31,0	27,0	24,0	22,0	21,0	35,6

Taula 4.4: Nivells d'immissió sonora al Teatre deguts a l'activitat a la sala de ball, amb l'espectre d'emissió reduït per al compliment dels objectius preestablerts

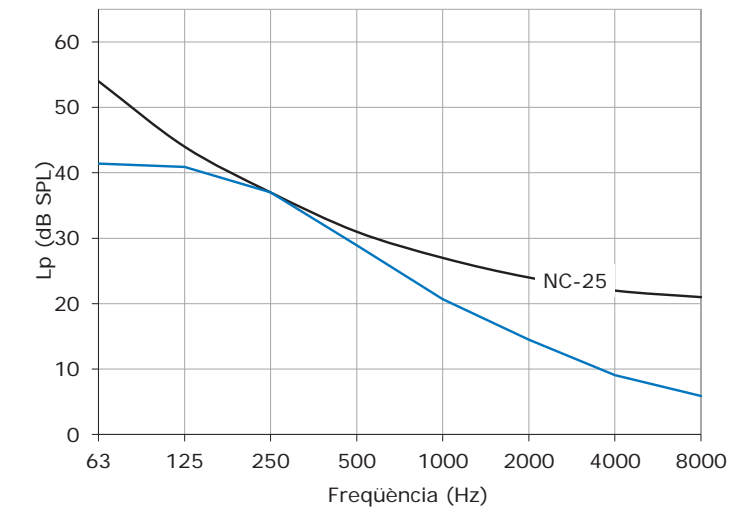


Figura 4.5: Nivells d'immissió sonora al Teatre i nivells corresponents a la corba NC-25

4.4.2 Nivells màxims proposats d'emissió sonora al Teatre en situació de simultaneïtat d'activitats

La següent taula i la següent figura mostren els nivells màxims de pressió sonora en emissió al Teatre per l'assoliment dels objectius de confort acústic a la sala de ball en situació de simultaneïtat d'activitats.

Freqüència (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global (dBA)
Nivells màxims de pressió sonora al Teatre (dB SPL)	85	83	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	86,5
Diferència de nivells (D) (dB)	38,2	36,9	38,5	47,6	56,4	62,8	68,5	71,9	-
Nivells d'immissió sonora a la sala de ball (dB SPL)	46,8	46,1	41,0	31,9	23,1	16,7	11,0	7,6	35,9
Objectiu: NC-30 (dB SPL)	57,0	48,0	41,0	35,0	31,0	29,0	28,0	27,0	39,8

Taula 4.5: Nivells d'immissió sonora a la sala de ball deguts a l'activitat al Teatre, amb l'espectre d'emissió reduït per al compliment dels objectius preestablerts

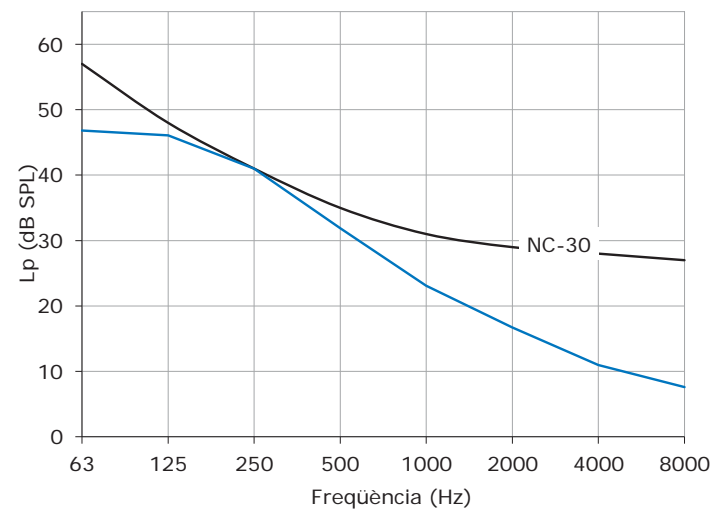


Figura 4.6: Nivells d'immissió sonora a la sala de ball i nivells corresponents a la corba NC-30

4.5 Consideracions addicionals

Els nivells màxims de pressió sonora proposats a l'apartat anterior (cas de simultaneïtat d'activitats en els dos espais) només s'hauran de tenir en compte quan a la sala emissora s'hi duguin a terme activitats amb so amplificat que requereixin nivells elevats (com ara, concerts de rock o similars) i a la sala receptora s'hi desenvolupin activitats sense so amplificat, o bé amb so amplificat de baix nivell (com ara, conferències).

5. SOLUCIONS CONSTRUCTIVES PROPOSADES

Al present capítol es presenten les propostes de millora d'aïllament acústic per tal de garantir el compliment dels objectius establerts al capítol 3.

5.1 Coberta sandvitx

Es proposa modificar la composició inicial de la coberta (segons el projecte d'arquitectura), instal·lant un panell sandvitx amb la següent composició:

- Xapa d'acer de 0,6 mm
- Làmina d'alta densitat amb una densitat de 1.600 kg/m^3 i un gruix de 4 mm, del tipus Chova ViscoLAM 65, o equivalent
- Llana de roca de 150 mm de gruix i densitat 100 kg/m^3
- Làmina d'alta densitat amb una densitat de 1.600 kg/m^3 i un gruix de 4 mm, del tipus Chova ViscoLAM 65, o equivalent
- Xapa d'acer de 0,6 mm

La següent figura mostra els valors de l'índex de reducció sonora (R) de la coberta proposada.

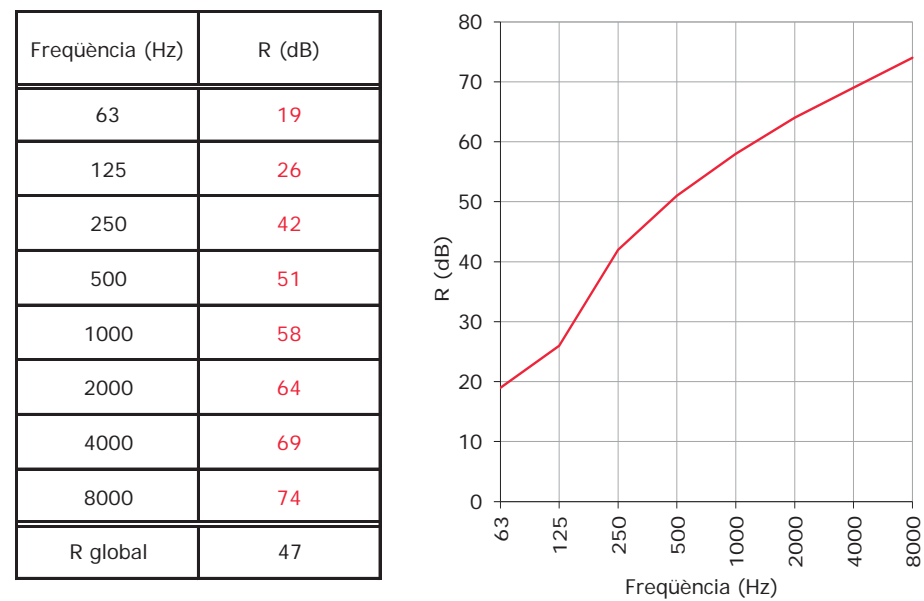


Figura 5.1: Valors de l'índex de reducció sonora (R) per bandes d'octava de la coberta sandvitx proposada

5.2 Portes d'emergència

Les portes d'emergència hauran de proporcionar un índex de reducció sonora global al soroll rosa (R_A) de, mínim, 40 dBA.

Les portes seran de fusta, o bé de xapa d'acer exterior i capes interiors aïllants i tallafocs, en funció dels requeriments de resistència al foc. Es proposa la instal·lació de portes tipus Metrasoni, Puertas Torres, o equivalent.

La ubicació de les portes es mostra a les següents figures.

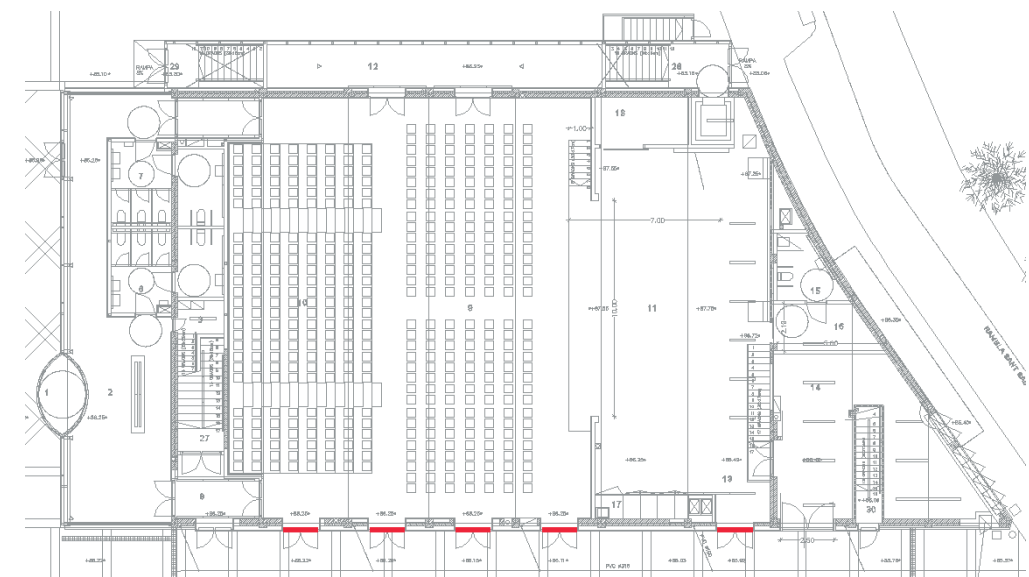


Figura 5.2: Ubicació de les portes acústiques d'emergència (planta Teatre)

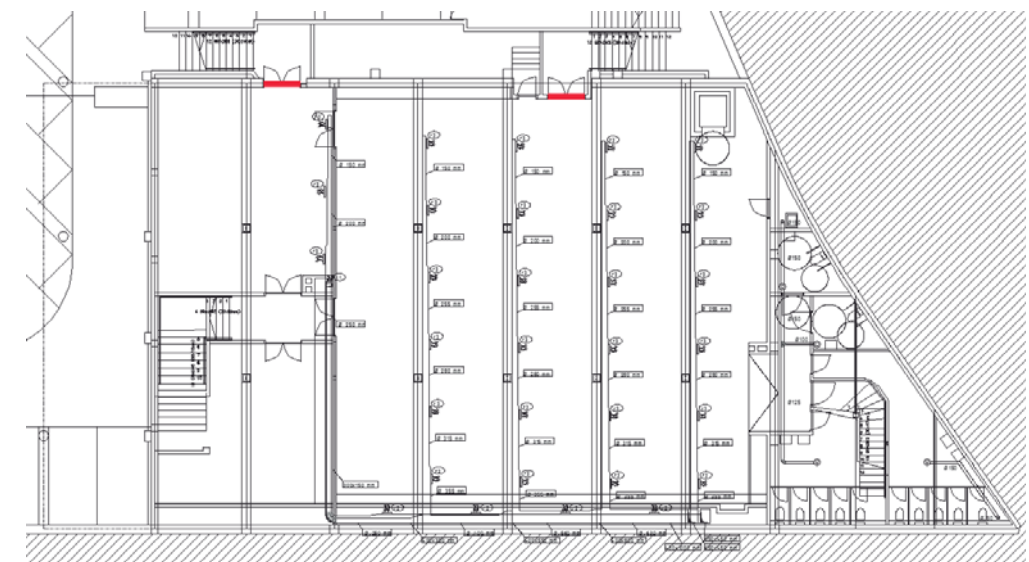


Figura 5.3: Ubicació de les portes acústiques d'emergència (planta sala de ball)