



REGIONE VENETO

Regione Veneto



Comune di Galliera Veneta

NUOVA SCUOLA PRIMARIA "don Guido Manesso"

PROGETTO ESECUTIVO - 1° STRALCIO FUNZIONALE

A.01.07

RELAZIONE SPECIALISTICA: IMPATTO ACUSTICO

data **14/12/2018**

A.01.07 Relazione spec. Impatto acustico.doc

committente:

Comune di Galliera Veneta

progettazione architettonica:

arch. Fernando Tomasello
arch. Monica Pastore

collaborazione:

ing.j Paolo Costacurta

s T A a

studio tomasello architetti associati

via Roma 68

35010 Massanzago

PD

+39 049 9360 030

info@studiotomasello.com

studiotomasello@pec.it

l'utilizzo e la riproduzione del presente documento è riservata a norma di legge

Ing. I. Paolo Costacurta
Via Ravenne 8 – 36063 Marostica
e mail: paolo.costacurta@gmail.com
cell: 331/9233406

AMPLIAMENTO SCUOLA ELEMENTARE DON GUIDO MANESSO

*RELAZIONE DI CALCOLO
REQUISITI ACUSTICI PASSIVI*



Committente: Comune di Galliera Veneta

Luogo: Galliera Veneta

Data: Dicembre 2018

Il Tecnico

Ing.i. Paolo Costacurta

*Tecnico Competente in Acustica Ambientale
Iscritto all'elenco della Regione Veneto al n°777
ai sensi del D.Lgs. n° 195*



PREMESSE

La presente relazione tecnica si prefigge lo scopo di calcolare il rispetto dei requisiti acustici passivi relativi al progetto di ampliamento della Scuola elementare Don Guido Manesso nel comune di Galliera Veneta.

Verranno fornite indicazioni sui requisiti minimi che i materiali costituenti l'edificio dovranno rispettare al fine di garantire un buon comfort acustico. Ciò è reso obbligatorio per tutte le strutture di nuova realizzazione ovvero ristrutturate, al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore così come richiesto dall'art. 3 comma 1 lettera e della Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico n. 447 del 1995 e attuato dal DPCM n. 297 del 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici".

I calcoli previsionali non considerano fattori correttivi dovuti agli errori di posa, utilizzo di materiali non conformi e fenomeni di trasmissioni incontrollata attraverso giunti rigidi ovvero modifiche in corso d'opera dei componenti architettonici. Pertanto il presente documento si intende valido solo a fronte dell'osservanza scrupolosa delle specifiche realizzative riportate e della regola d'arte.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa ha lo scopo di definire i limiti di isolamento acustico per tutti gli edifici con destinazione d'uso diversa da quella produttiva, al fine di prevenire il disturbo percepito all'interno degli ambienti abitativi dovuto dai rumori provenienti dall'esterno dell'edificio, ma anche da rumori provocati all'interno dello stesso tra diverse ambienti e/o dagli impianti a servizio.

Il DM 11 gennaio 2017 sui "Criteri ambientali minimi" ha introdotto, per le gare di appalto degli edifici pubblici, alcune importanti novità sul tema del comfort acustico.

Nell'Allegato 2 al Paragrafo 2.3.5.6 si legge che:

- I requisiti acustici passivi di ospedali, case di cura e scuole devono soddisfare il livello di "prestazione superiore" riportato nell'Appendice A della UNI 11367;
- Gli ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori di tempo di riverbero (T) indicati nella norma UNI 11532.

Ove questi limiti siano meno stringenti rispetto al D.P.C.M. 12/5/1997 verranno utilizzati i limiti di legge del codesto decreto (per esempio l'isolamento standardizzato di facciata).

I valori dei requisiti acustici passivi dell'edificio devono corrispondere almeno a quelli della classe II ai sensi della norma UNI 11367. Gli ospedali, le case di cura e le scuole devono soddisfare il livello di «prestazione superiore» riportato nel prospetto A.1 dell'Appendice A della norma 11367. Devono essere altresì rispettati i valori caratterizzati come «prestazione buona» nel prospetto B.1 dell'appendice B alla norma UNI 11367.

Gli ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori indicati per i descrittori acustici riportati nella norma UNI 11532.

Scuole e ospedali - appendice A

	Prestazione di base	Prestazione superiore
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata, $D_{2m,nT,w}$ [dB]	38	43
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti di differenti unità immobiliari, R'_{w} [dB]	50	56
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari, L'_{nw} [dB]	63	53
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, L_{ic} in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	32	28
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, L_{id} in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	39	34
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ [dB]	50	55
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni i fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ [dB]	45	50
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, L'_{nw} [dB]	63	53

Estratto Prospetto A.1

Requisiti acustici di ospedali, case di cura e scuole

Livello prestazione	Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti ad uso comune o collettivo collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi $D_{nT,w}$ (dB)	
	Ospedali e scuole	Altre destinazioni d'uso
Prestazione buona	≥ 30	≥ 36

Estratto Prospetto B.1

Categoria		Requisiti acustici passivi degli edifici				
		R'_w	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	$L_{As\ max}$ Impianti a funzionamento discontinuo	L_{Aeq} Impianti a funzionamento discontinuo
D	Attività adibite ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili	55	45	58	35	25
A,C	Attività adibite a residenza, alberghi, pensioni e assimilabili	50	40	63	35	35
E	Attività adibite ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	50	48	58	35	25
B,F, G	Attività adibite ad uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali e assimilabili	50	42	55	35	35

Tabella 1

Valori limite del DPCM 5/12/97 per i diversi parametri presi in esame e per le diverse categorie d'uso delle unità immobiliari

CALCOLO DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA

Copertura

Volume dell'ambiente 150,00 m³
Superficie della facciata 50,00 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m ²]	R _w / D _{new} [dB]
1	Copertura Scuola	50,00	52,33

Correzioni

Trasmissione laterale K = 0 dB

Forma di facciata ΔL_{fs} = 0 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 52,3 dB

D_{2m,nT,w} 52,3 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli

D_{2m,nT,w} minimo 43,0 dB

Limite verificato

Elementi costituenti la struttura

Elemento 1

Struttura: Copertura Scuola

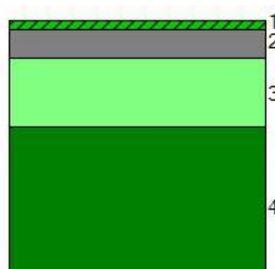
Copertura Scuola

Tipo di elemento Solaiο utente

Spessore totale 44,5 cm

Massa superficiale 419,6 kg/m²

R_w 52,3 dB



	Tipo	Materiale	Spessore [cm]	Massa superficiale [kg/m ²]
1	PAV	Pavimentazione in gres	1,5	18,0
2	CLS	CLS con aggregato naturale per pareti interne o esterne protette	5,0	100,0
3	ISO	PSE in lastre ricavate da blocchi conforme a UNI 7819	12,0	3,6
4	SOL	Laterocemento sp.26 cm.rif.2.1.04	26,0	298,0

CALCOLO DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA

Isolamento di facciata

Volume dell'ambiente 150,00 m³
Superficie della facciata 26,15 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m ²]	R _w / D _{new} [dB]
1	Nuovo serramento	13,15	47,00
2	Facciata scuola Galliera Veneta	13,00	50,15

Correzioni

Trasmissione laterale K = 2 dB
Forma di facciata ΔL_{fs} = -1 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 46,3 dB
D_{2m,nT,w} 48,1 dB
Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli
D_{2m,nT,w} minimo 48,0 dB (verifica secondo il DPCM 12/5/1997)

Limite verificato

Elementi costituenti la struttura

Elemento 1

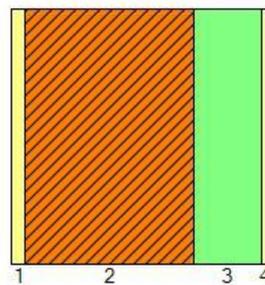
Struttura: Nuovo serramento

Nuovo serramento
 Tipo di elemento Serramento utente
 R_w 47,0 dB

Elemento 2

Struttura: Facciata scuola Galliera Veneta

Facciata scuola Galliera Veneta
 Tipo di elemento Parete utente
 Spessore totale 38,0 cm
 Massa superficiale 324,0 kg/m²
 R_w 50,1 dB



	Tipo	Materiale	Spessore [cm]	Massa superficiale [kg/m ²]
1	INT	Intonaco di calce e gesso	2,0	28,0
2	MUR	Blocco porizzato	25,0	279,0
3	ISO	PSE in lastre ricavate da blocchi conforme a UNI 7819	10,0	3,0
4	INT	Intonaco di calce e gesso	1,0	14,0

**CALCOLO DEL POTERE FONOISOLANTE APPARENTE
DEL DIVISORIO TRA APPARTAMENTI
Parete divisoria fra aula-aula**

Area del divisorio: 16 m²

Elementi che compongono la struttura

		Elemento	Massa superficiale [kg/m ²]	R _w [dB]	Strato addizionale	ΔR _w [dB]
S		Parete divisoria tra aule	50,6	66,0	Lato emitt: Lato ricev:	0,0 0,0
1		Facciata scuola Galliera Veneta	210,0	46,4		0,0
2		Solaio 20+6	348,0	50,5	Massetto galleggiante scuola	9,2
3		Parete divisoria	44,9	66,0		0,0
4		Copertura Scuola	419,6	52,3		8,2
5		Facciata scuola Galliera Veneta	210,0	46,4		0,0
6		Solaio 20+6	348,0	50,5	Massetto galleggiante scuola	9,2
7		Parete divisoria	44,9	66,0		0,0
8		Copertura Scuola	419,6	52,3		8,2

Giunzioni

Lato		Tipo di collegamento	Lunghezza [m]
1		UNI TR 11175 - Collegamento a croce tra elementi leggeri	3,0
2		UNI TR 11175 - Collegamento a T tra elementi leggeri (Caso B)	5,3
3		UNI TR 11175 - Collegamento a T tra elementi leggeri (Caso B)	3,0

4		UNI TR 11175 - Collegamento a croce tra elementi leggeri	5,3
---	---	--	-----

Rij - Potere fonoisolante per trasmissione laterale relativo al percorso i-j

Percorso		Tipo di collegamento	Rij [dB]
S		Trasmissione diretta	66,00
1-5		UNI TR 11175 - Collegamento a croce tra elementi leggeri	51,36
2-6		UNI TR 11175 - Collegamento a T tra elementi leggeri (Caso B)	81,46
3-7		UNI TR 11175 - Collegamento a T tra elementi leggeri (Caso B)	83,54
4-8		UNI TR 11175 - Collegamento a croce tra elementi leggeri	61,11
1-S		UNI TR 11175 - Collegamento a croce tra elementi leggeri	79,67
2-S		UNI TR 11175 - Collegamento a T tra elementi leggeri (Caso B)	84,65
3-S		UNI TR 11175 - Collegamento a T tra elementi leggeri (Caso B)	83,54
4-S		UNI TR 11175 - Collegamento a croce tra elementi leggeri	91,38
S-5		UNI TR 11175 - Collegamento a croce tra elementi leggeri	79,67
S-6		UNI TR 11175 - Collegamento a T tra elementi leggeri (Caso B)	87,04
S-7		UNI TR 11175 - Collegamento a T tra elementi leggeri (Caso B)	82,73
S-8		UNI TR 11175 - Collegamento a croce tra elementi leggeri	91,38

Indice di valutazione del potere fonoisolante

R'_w 50,8 dB
Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli
Volume del locale ricevente 150 m³

$D_{nT,w}$ 55,7 dB

$D_{nT,w \text{ minimo}}$ 50 dB

Limite verificato

Elementi costituenti la struttura



Divisorio

Struttura: Parete divisoria tra aule

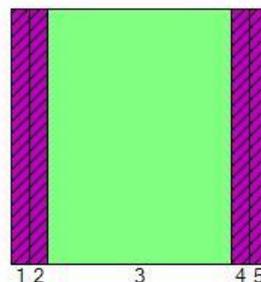
Parete divisoria tra aule

Tipo di elemento Parete utente

Spessore totale 16,8 cm

Massa superficiale 50,6 kg/m²

R_w 66,0 dB



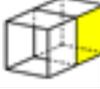
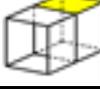
	Tipo	Materiale	Spessore [cm]	Massa superficiale [kg/m ²]
1	VAR	Lastra gesso fibra 1000Kg/mc	1,25	12,0
2	VAR	Lastra in cartongesso	1,25	9,1
3	ISO	Pannello in lana di roccia (densità 70 kg/m ³)	12,0	8,4
4	VAR	Lastra in cartongesso	1,25	9,1
5	VAR	Lastra gesso fibra 1000Kg/mc	1,25	12,0

CALCOLO DEL POTERE FONOISOLANTE APPARENTE DEL DIVISORIO TRA APPARTAMENTI Parete divisoria fra aula-corridoio

Area del divisorio: 26 m²

Elementi che compongono la struttura

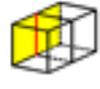
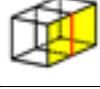
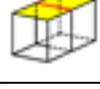
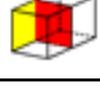
		Elemento	Massa superficiale [kg/m ²]	R _w [dB]	Strato addizionale	ΔR _w [dB]
S		Parete divisoria tra aula/corridoio	50,6	45,0	Lato emitt: Lato ricev:	0,0 0,0
1		Facciata scuola Galliera Veneta	210,0	46,4		0,0
2		Solaio 20+6	348,0	50,5	Massetto galleggiante scuola	9,2
3		Parete divisoria	44,9	66,0		0,0

4		Copertura Scuola	419,6	52,3		8,2
5		Facciata scuola Galliera Veneta	210,0	46,4		0,0
6		Solaio 20+6	348,0	50,5	Massetto galleggiante scuola	9,2
7		Parete divisoria	44,9	66,0		0,0
8		Copertura Scuola	419,6	52,3		8,2

Giunzioni

Lato		Tipo di collegamento	Lunghezza [m]
1		UNI TR 11175 - Collegamento a croce tra elementi leggeri	3,0
2		UNI TR 11175 - Collegamento a T tra elementi leggeri (Caso B)	5,3
3		UNI TR 11175 - Collegamento a T tra elementi leggeri (Caso B)	3,0
4		UNI TR 11175 - Collegamento a croce tra elementi leggeri	5,3

Rij - Potere fonoisolante per trasmissione laterale relativo al percorso i-j

Percorso		Tipo di collegamento	Rij [dB]
S		Trasmissione diretta	45,00
1-5		UNI TR 11175 - Collegamento a croce tra elementi leggeri	53,47
2-6		UNI TR 11175 - Collegamento a T tra elementi leggeri (Caso B)	83,57
3-7		UNI TR 11175 - Collegamento a T tra elementi leggeri (Caso B)	85,65
4-8		UNI TR 11175 - Collegamento a croce tra elementi leggeri	63,22
1-S		UNI TR 11175 - Collegamento a croce tra elementi leggeri	71,28

2-S		UNI TR 11175 - Collegamento a T tra elementi leggeri (Caso B)	76,26
3-S		UNI TR 11175 - Collegamento a T tra elementi leggeri (Caso B)	75,15
4-S		UNI TR 11175 - Collegamento a croce tra elementi leggeri	82,99
S-5		UNI TR 11175 - Collegamento a croce tra elementi leggeri	71,28
S-6		UNI TR 11175 - Collegamento a T tra elementi leggeri (Caso B)	78,65
S-7		UNI TR 11175 - Collegamento a T tra elementi leggeri (Caso B)	74,34
S-8		UNI TR 11175 - Collegamento a croce tra elementi leggeri	82,99

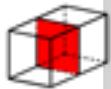
Indice di valutazione del potere fonoisolante

R'_w 44,3 dB
Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli

Volume del locale ricevente 150 m³
 $D_{nT,w}$ 47,2 dB
 $D_{nT,w \text{ minimo}}$ 30 dB

Limite verificato

Elementi costituenti la struttura

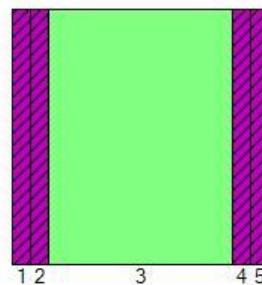


Divisorio

Struttura: Parete divisoria tra aula/corridoio

Parete divisoria tra aula/corridoio

Tipo di elemento Parete utente
 Spessore totale 16,8 cm
 Massa superficiale 50,6 kg/m²
 R_w 45,0 dB



	Tipo	Materiale	Spessore [cm]	Massa superficiale [kg/m ²]
1	VAR	Lastra gesso fibra 1000Kg/mc	1,2	12,0
2	VAR	Lastra in cartongesso	1,2	9,1
3	ISO	Pannello in lana di roccia (densità 70 kg/m ³)	12,0	8,4
4	VAR	Lastra in cartongesso	1,2	9,1
5	VAR	Lastra gesso fibra 1000Kg/mc	1,2	12,0

Elemento 2

Struttura: Nuovo serramento

Nuovo serramento

Tipo di elemento Serramento interno

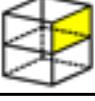
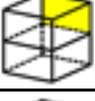
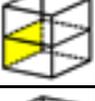
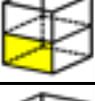
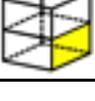
Rw 36,0 dB

Superficie 2,75mq

**CALCOLO DEL POTERE FONOISOLANTE APPARENTE
DEL DIVISORIO TRA APPARTAMENTI
Nuovo potere fonoisolante solaio**

Area del divisorio: 50 m²

Elementi che compongono la struttura

		Elemento	Massa superficiale [kg/m ²]	R _w [dB]	Strato addizionale	ΔR _w [dB]
S		Solaio 20+6	348,0	50,5	Lato emitt: Massetto galleggiante scuola	9,2
					Lato ricev:	9,2
1		Facciata scuola Galliera Veneta	210,0	46,4		0,0
2		Facciata scuola Galliera Veneta	210,0	46,4		0,0
3		Parete divisoria	44,9	66,0		0,0
4		Parete divisoria	44,9	66,0		0,0
5		Facciata scuola Galliera Veneta	210,0	46,4		0,0
6		Facciata scuola Galliera Veneta	210,0	46,4		0,0
7		Parete divisoria	44,9	66,0		0,0

8		Parete divisoria tra aule	50,6	66,0		0,0
---	---	---------------------------	------	------	--	-----

Giunzioni

Lato		Tipo di collegamento	Lunghezza [m]
1		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso A)	8,6
2		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso A)	6,2
3		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso A)	8,6
4		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso A)	6,2

Rij - Potere fonoisolante per trasmissione laterale relativo al percorso i-j

Percorso		Tipo di collegamento	Rij [dB]
S		Trasmissione diretta	64,21
1-5		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso A)	60,46
2-6		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso A)	61,88
3-7		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso A)	93,70
4-8		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso A)	94,47
1-S		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso A)	77,46
2-S		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso A)	78,88
3-S		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso A)	93,94
4-S		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso A)	95,09

S-5		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso A)	77,46
S-6		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso A)	78,88
S-7		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso A)	93,94
S-8		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso A)	95,09

Indice di valutazione del potere fonoisolante

R'_w 57,0 dB
Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli
Volume del locale ricevente 150 m³
 $D_{nT,w}$ 57,0 dB
 $D_{nT,w \text{ minimo}}$ 55,0 dB
Limite verificato

Elementi costituenti la struttura

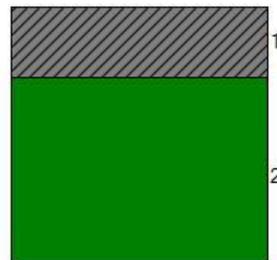


Divisorio

Struttura: Solaio 20+6

Solaio 20+6

Tipo di elemento Solaio utente
 Spessore totale 36,0 cm
 Massa superficiale 348,0 kg/m²
 R_w 50,5 dB
 L_{nw} 71,0 dB



	Tipo	Materiale	Spessore [cm]	Massa superficiale [kg/m ²]
1	CLS	Calcestruzzo cellulare	10,0	50,0
2	SOL	Laterocemento sp.26 cm.rif.2.1.04	26,0	298,0



Strato addizionale del divisorio - Lato emittente

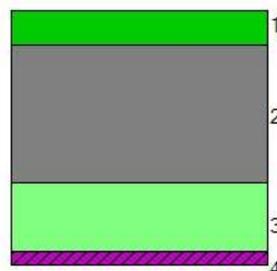
Struttura: Massetto galleggiante scuola

Massetto galleggiante scuola

Tipo di elemento Massetto galleggiante utente

Spessore totale 11,1 cm
 Massa superficiale 139,1 kg/m²

Rigidità dinamica 38+40 MN/m³



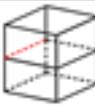
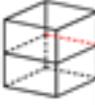
	Tipo	Materiale	Spessore [cm]	Massa superficiale [kg/m ²]
1	PAV	Pavimentazioni in gomma	1,5	18,0
2	CLS	Calcestruzzo - 2000 kg/m ³	6,0	120,0
3	ISO	PSE in lastre ricavate da blocchi conforme a UNI 7819	3,0	0,9
4	VAR	Manto anticalpestio (doppio strato)	1,4	0,2

CALCOLO DEL LIVELLO DI RUMORE DA CALPESTIO TRA AMBIENTI Nuovo livello di rumore da calpestio

Elementi che compongono la struttura

		Elemento	Massa superficiale [kg/m ²]	L _{n,eq,0,w} [dB]	R _w [dB]	Strato addizionale	ΔL _w /ΔR _w [dB]
S		Solaio 20+6	348,0	71,0	50,5	Lato emitt: Massetto galleggiante scuola	25,9
						Lato ricev:	0,0
1		Facciata scuola Galliera Veneta	210,0		46,4		0,0
2		Facciata scuola Galliera Veneta	210,0		46,4		0,0
3		Parete divisoria	44,9		66,0		0,0
4		Parete divisoria	44,9		66,0		0,0

Giunzioni

Lato		Tipo di collegamento	Lunghezza [m]
1		Collegamento a T tra strutture omogenee con strati flessibili interposti (caso B)	8,6
2		Collegamento a T tra strutture omogenee con strati flessibili interposti (caso B)	6,2
3		Collegamento a T tra strutture omogenee con strati flessibili interposti (caso B)	8,6
4		Collegamento a T tra strutture omogenee con strati flessibili interposti (caso B)	6,2

Lij - Rumore da calpestio per trasmissione laterale relativo al percorso i-j

Percorso		Tipo di collegamento	Lij [dB]
S		Trasmissione diretta	45,13
S-1		Collegamento a T tra strutture omogenee con strati flessibili interposti (caso B)	39,49
S-2		Collegamento a T tra strutture omogenee con strati flessibili interposti (caso B)	38,07
S-3		Collegamento a T tra strutture omogenee con strati flessibili interposti (caso B)	29,71
S-4		Collegamento a T tra strutture omogenee con strati flessibili interposti (caso B)	28,29

Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio

$L'_{n,w}$

52 dB

Categoria dell'edificio

Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli

$L'_{n,w}$ massimo

53,0 dB

Limite verificato

Elementi costituenti la struttura

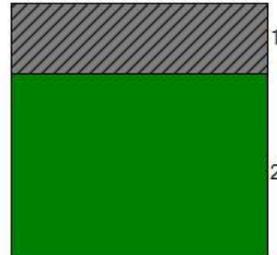


Divisorio

Struttura: Solaio 20+6

Solaio 20+6

Tipo di elemento	Solaio utente
Spessore totale	36,0 cm
Massa superficiale	348,0 kg/m ²
Rw	50,5 dB
Lnw	71,0 dB



	Tipo	Materiale	Spessore [cm]	Massa superficiale [kg/m ²]
1	CLS	Calcestruzzo cellulare	10,0	50,0
2	SOL	Laterocemento sp.26 cm.rif.2.1.04	26,0	298,0

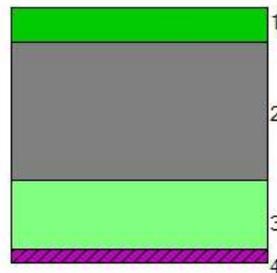


Strato addizionale del divisorio - Lato emittente

Struttura: Massetto galleggiante scuola

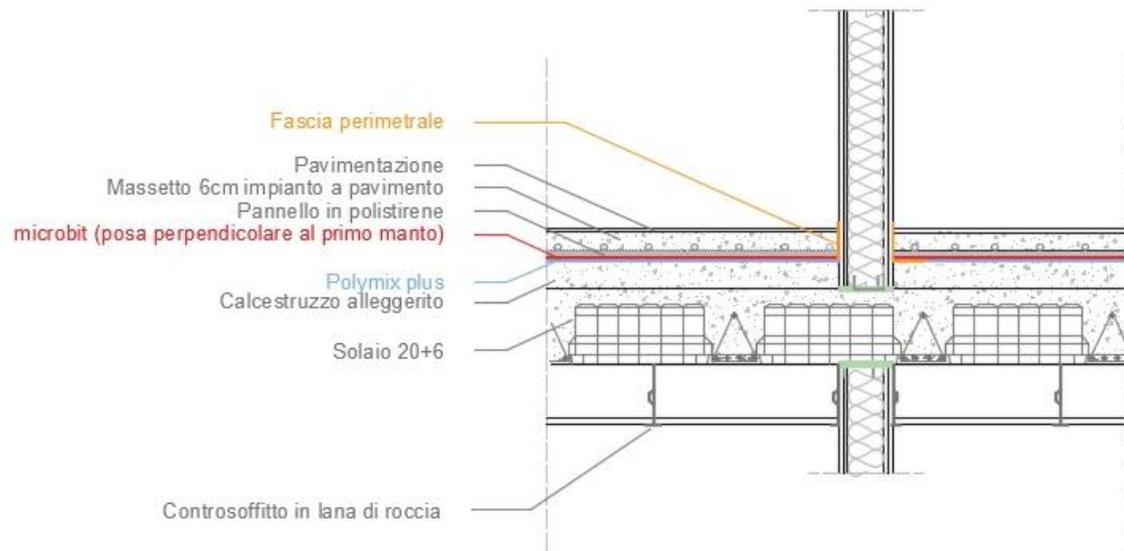
Massetto galleggiante scuola

Tipo di elemento	Massetto galleggiante utente
Spessore totale	11,1 cm
Massa superficiale	139,1 kg/m ²
Rigidità dinamica	38,0+40,0 MN/m ³



	Tipo	Materiale	Spessore [cm]	Massa superficiale [kg/m ²]
1	PAV	Pavimentazioni in gomma	1,5	18,0
2	CLS	Calcestruzzo - 2000 kg/m ³	6,0	120,0
3	ISO	PSE in lastre ricavate da blocchi conforme a UNI 7819	3,0	0,9
4	VAR	Manto anticalpestio (doppio strato)	1,4	0,2

Si riporta un dettaglio costruttivo.



TEMPO DI RIVERBERO

Per definire la qualità acustica di un locale è stato introdotto il tempo di riverberazione, il quale indica il tempo, in secondi, necessario affinché in un punto di un ambiente chiuso, il livello sonoro si riduca di una certa entità rispetto a quello che si ha nell'istante in cui la sorgente sonora ha finito di emettere.

Le aule devono essere progettate per facilitare la comunicazione chiara tra insegnanti e studenti e tra gli studenti stessi. La posizione del materiale assorbente all'interno di una stanza è importante. Grandi aree di materiale acusticamente riflettente possono anche comportare echi (flutter-echoes), effetti di focalizzazione sonora e onde stazionarie. Il ritardo massimo delle prime riflessioni è 50 ms, che è circa il tempo richiesto per l'orecchio integrare tali riflessioni al segnale diretto. Forti riflessi dopo 50 millisecondi tendono ad essere dannose per l'intelligibilità del parlato, e se il ritardo è abbastanza lungo, saranno percepite come echi distinti.

Il D.M. 18/12/75 "Norme tecniche aggiornate relative alla edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica" definisce un tempo di riverberazione ottimale rispetto al volume dell'ambiente chiuso.

Gli ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori indicati per i descrittori acustici riportati nella norma UNI 11532.

I valori del tempo di riverberazione (s) medio fra i 500Hz e 1000Hz per un ambiente non occupato adibito al parlato, secondo la UNI 11367 sono:

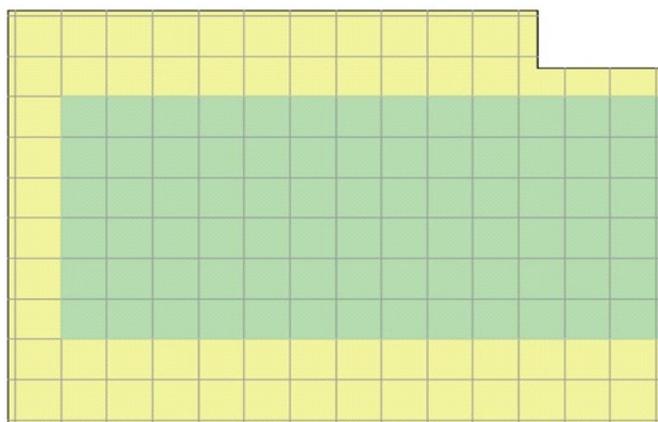
$$T_{ott} = 0.32 \log(V) + 0.03$$

In base ad un'aula "tipo" di volume di circa 150mc il Tempo di riverbero ottimale T_{60ott} nella frequenza di 500/1000Hz è di circa 0.73 sec.

Utilizzando i materiali proposti, riportati di seguito in tabella, si otterrà un $T_{60}(500Hz)$ di circa 1 sec, risultato soddisfacente considerato il tempo di riverbero iniziale.

ELEMENTO	MATERIALE	SUP(mq)	COEFF ASSORBIMENTO					
			125	250	500	1000	2000	4000
Soffitto	Controsoffitto Rockfon blanka	21,43	0,45	0,85	1	0,95	1	1
Soffitto	Controsoffitto Rockfon blanka bas	30,00	0,35	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4
Pavimento	Linoleum	51,43	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
Facciata in laterizio	Intonaco	31,10	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
Parete divisoria	Lastre di cartongesso	42,18	0,2	0,15	0,1	0,08	0,05	0,05
Vetrate	Lastre di vetro di infisso sp. 6 mm	13,15	0,15	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02
Serramento interno	Superfici metalliche porte	2,52	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
T riv			0,75	0,67	0,70	0,74	0,67	0,62

Si riporta lo schema tipo per il giusto posizionamento dei pannelli modulari fonassorbenti



Pannello Tipo Rockfon Blanka



Pannello tipo Rockfon Blanka Bas

MANUALE DI POSA

ISOLAMENTO PARETI

Per quanto riguarda l'isolamento acustico delle pareti, per ottenere i risultati previsionali ottenuti si raccomanda di:

- Pulire accuratamente la superficie di posa della parete e stendere la striscia sottomuro, uno strato separatore in rotolo ad alto taglio acustico per pareti e colonne, con un'ottima resistenza alla compressione, composto da una membrana elastomerica SBS da 4 kg/m². Il prodotto agisce come desolidarizzante delle partizioni verticali, impedendo quindi al rumore di passare attraverso la struttura delle murature. Si posa in continuo senza interruzioni sulle tracce delle pareti da costruire, ma si consiglia l'uso di un'unica striscia grande quanto lo spessore dei muri e dell'intercapedine;
- non dovranno essere praticati scassi per l'alloggiamento di punti luce o per il passaggio degli impianti nelle pareti di separazione e nelle pareti esterne perché riducono inevitabilmente la resistenza acustica del sistema;
- in caso si scassi alla parete, per ottimizzare l'isolamento acustico di una partizione verticale è necessario rivestire i punti luce e tutti i punti deboli di una parete con uno spessore di malta in grado di ridurre il ponte acustico oppure rivestire il foro con un foglio costituito da un sandwich di reticolato chimico dello spessore di 3 mm, con interposta una lamina di piombo;
- inserire nei fori di ventilazione, se presenti, un silenziatore appositamente progettato per consentire il naturale ricambio d'aria che impediscano la trasmissione del rumore all'interno;
- Il cassonetto per tapparelle e avvolgibili, se presente, è una parte importante che costituisce, insieme al serramento, la barriera acustica e termica delle nostre case, quindi dovrà essere accuratamente progettato e posato in modo da non creare nessun ponte acustico.

IN PARTICOLARE PER PARETI IN CARTONGESSO:

- Se a doppio profilo, i due profili metallici non devono essere a contatto, devono essere sfalsati tra loro, oppure devono essere desolidarizzati tra loro con connettori appositi acustici, per non trasmettere rumore attraverso il contatto;
- desolidarizzare le guide e i montanti di testata della parete dalle strutture portanti tramite l'applicazione sul loro dorso di una banda resiliente (polietilene a cellule chiuse), la banda resiliente dovrà essere applicata sul dorso delle guide a pavimento e a soffitto e su quello dei montanti terminali per desolidarizzare la parete dalle strutture limitrofe (solai, pareti, travi e/o pilastri);
- mantenere, nell'avvitatura della lastra, il passo vite di massimo 30 cm. L'avvitatura corretta evita

che si formino vuoti tra una lastra e l'altra (leggeri distacchi) che, pur se apparentemente insignificanti, possono generare pericolosi effetti di spostamento della risonanza;

- accostare le lastre contigue in perfetta aderenza tra loro lungo i bordi longitudinali e sfalsate;
- qualsiasi lastra "fallata" (rotta o bucata) dev'essere sostituita;
- stuccare anche i giunti degli strati interni nel caso di facce a più di una lastra;
- posizionare con attenzione il materassino isolante in lana minerale avendo cura di bloccarlo adeguatamente per evitarne lo spostamento dopo la sua chiusura nell'intercapedine. Anche in questo caso non è accettabile alcuna incuria quale quella di non sostituire pannelli rotti o sfibrati;
- stuccare accuratamente il perimetro della parete sulle due facce con silicone ad alto modulo elastico;

POSA ANTICALPESTIO

L'isolamento acustico al calpestio non può prescindere dalla corretta posa in opera del massetto flottante. È importante sottolineare che il sistema a massetto flottante garantisce l'isolamento acustico esclusivamente qualora non vi siano punti di contatto rigido tra la massa galleggiante ed il solaio o le strutture rigide adiacenti. La realizzazione del massetto galleggiante deve quindi avvenire seguendo una procedura accurata tale da non creare ponti acustici

Per quanto riguarda l'isolamento acustico del solaio, sia per il rumore aereo e rumore provocato dal calpestio si consiglia:

- tra la parete verticale e il massetto inserire verticalmente una fascia perimetrale flessibile, fino alla fine del battiscopa, tagliata successivamente alla posa della pavimentazione, stendere la fascia perimetrale a "L" avendo cura di rivestire l'intero perimetro del perimetro e eseguendo l'angolo a 90° in corrispondenza degli spigoli, la fascia perimetrale deve essere posata lungo tutto il perimetro del locale, anche in corrispondenza delle porte-finestre, dei pilastri isolati, dei collettori; sono disponibili particolari accessori presagomati per facilitare la posa in presenza di angoli e spigoli, utili ad esempio in corrispondenza delle porte di accesso;
- posare il manto isolante appoggiandolo sulla bandella orizzontale e avendo cura di accostare i bordi portandoli a contatto, i singoli teli devono comunque essere accostati e sigillati attraverso apposito nastro adesivo;
- sigillare i giunti sui punti di contatto tra bordi dell'isolante. In condizioni di basse temperature scaldare la fascia con aria calda. Usare fascia come guaina per ripristini di fughe in genere, fasciatura di scarichi sanitari e dei piatti doccia;
- in caso di doppio manto anticalpestio, il manto superiore dovrà esser posato perpendicolarmente a quello inferiore;

- la fascia perimetrale va rifilata solo dopo la posa e la stuccatura della pavimentazione e prima della posa del battiscopa.

Naturalmente è necessario:

- che la cappa di cls sia per circa 5-10 cm nelle pareti verticali, al fine di evitare la formazione di ponti acustici lungo il perimetro, causati dal ritiro idraulico del calcestruzzo e dalla freccia del solaio;
- le tubazioni vengano inguainate con neoprene o polietilene per una lunghezza di 20/30 cm in orizzontale e per tutta l'altezza nelle pareti perimetrali; che successivamente vengano ripristinati gli scassi nelle pareti perimetrali suddette;
- prima di posare il manto acustico, accertarsi che il piano di posa (massetto alleggerito) sia asciutto e privo di asperità in modo che il prodotto non si rovini. Lo spessore del massetto deve essere tale da coprire completamente tutti gli impianti tecnici;
- procedere con la sigillatura di tutte le giunzioni con una striscia adesiva in polietilene espanso estruso e densità 22 kg/m³, a densità controllata. Questa fascia è obbligatoria per la sigillatura di tutte le giunzioni dei vari prodotti acustici, sia per i prodotti da solaio che per i prodotti da parete;
- l'altezza della fascia perimetrale deve essere scelta tenendo presente che dovrà sbordare dal livello del pavimento finito;
- nel caso di posa del manto acustico su solaio con pavimento riscaldato, il manto acustico dovrà essere posizionato al di sotto del pannello del riscaldamento a pavimento;
- posare lo strato di finitura (di qualsiasi tipo) prestando particolare attenzione a non andare in contatto con le partizioni rigide (pareti, soglie, ecc.).
- per ottenere il massimo del risultato acustico dal sistema galleggiante è necessario tenere scollegato di qualche millimetro il battiscopa dal rivestimento con sostanze siliconiche.

POSA IMPIANTI

Per quanto riguarda gli impianti tecnologici non esistono ancora modelli che permettono il calcolo previsionale del rumore prodotto da essi, e ciò è dovuto soprattutto dal fatto che non esistono ancora normative che imponga ai produttori di impianti di dichiararne i valori di emissione sonora.

- Prevedere comunque delle tubazioni con isolamento fonoisolante e scarichi insonorizzati e avvolte da materiale fonoassorbente in modo da evitare le vibrazioni della colonna dovute alla pressione dell'acqua;
- evitare raccordi di tubazioni ad angolo retto, che provocano il colpo d'ariete alla caduta dell'acqua;
- evitare di contrapporre tubazioni o scatole di derivazione sui due lati del muro;
- posizionare le scatole dei collettori in corrispondenza dei corridoi degli appartamenti;
- interrompere la continuità dei tubi con materiali elastici e supporti;

- evitare la trasmissione delle vibrazioni degli impianti prevedendo supporti elastici;
- utilizzare collari in gomma e non collari rigidi.

Nella progettazione degli impianti, dispositivi o apparecchi dovrà esser prestata attenzione ai seguenti fattori:

- la dislocazione degli impianti dovrà esser progettata in modo da evitare la dispersione delle tubazioni all'interno delle strutture che saranno così realizzate in modo da ottimizzare la distribuzione di tutte le tipologie impiantistiche (impianto termico, sanitario, elettrico, ecc.);
- le tubazioni e le canalizzazioni di distribuzione di fluidi termovettori e di acqua dovranno esser dimensionate in modo da mantenere la velocità del fluido sotto valori tali da non generare vibrazioni eccessive. Le tubazioni saranno coibentate con idoneo materiale isolante avente la funzione di smorzare il passaggio di vibrazioni tra la tubazione e la struttura di alloggiamento. Per quanto possibile, dovranno esser installati idonei giunti antivibranti nei circuiti di pompe e simili (sempre se installati);
- gli impianti di scarico dovranno esser dimensionati in funzione delle effettive unità di carico;
- particolare cura dovrà esser posta al dimensionamento del sistema di ventilazione (se installato);
- per ridurre la trasmissione dei rumori laterali è opportuno prevedere il vano tecnico in cui scorre l'ascensore e su cui appoggia il motore opportunamente isolato del resto del fabbricato.

Si rammenta che il suono si trasmette nell'aria e quindi qualsiasi foro, pur minimo, esistente sulla o nella parete, ne consente il passaggio. Di qui l'esigenza delle suindicate attenzioni. Altra cosa importante da sapere è che il reale e definitivo fonoisolamento viene solo dalla realizzazione della "scatola nella scatola" cioè con un intervento che preveda l'isolamento di tutte le superfici dell'ambiente compresi i ponti acustici dovuti alle strutture e ai vani porta o finestrati.

I modelli di calcolo prevedono le prestazioni di edifici misurate, presupponendo una buona mano d'opera ed un'elevata accuratezza delle misurazioni. L'accuratezza della previsione tramite i modelli presentati dipende da molti fattori: l'accuratezza dei dati di ingresso, l'adattabilità della situazione al modello, il tipo di prodotti e giunti implicati, la geometria della situazione e la mano d'opera. Non è pertanto possibile specificare l'accuratezza delle previsioni in generale per tutti i tipi di situazioni ed applicazioni.

In allegato l'attestato di Tecnico Competente in Acustica Ambientale

Il Tecnico

Ing.i. Paolo Costacurta

*Tecnico Competente in Acustica Ambientale
Iscritto all'elenco della Regione Veneto al n°777
ai sensi della Legge 447/95*



*Riconoscimento della figura di Tecnico Competente in Acustica
Ambientale, art. 2, commi 6, 7 e 8 della Legge 447/95*

Si attesta che Paolo Costacurta, nato a Marostica (Vi) il 27/07/1984, è stato riconosciuto Tecnico Competente in Acustica Ambientale per l'iscrizione nell'elenco ufficiale della Regione del Veneto ai sensi dell'art. 2, commi 6, 7 e 8 della Legge 447/95 con il numero 777.

*Il Responsabile del procedimento
(dr. Tommaso Gabrieli)*



*Il Responsabile dell'Osservatorio Agenti Fisici
(dr. Flavio Trotti)*



Verona, 30.08.2012