



Specialista nell'isolamento acustico

Via V. Emanuele N°7

22060 Cabiato (CO)

Tel. 031.75.69.50 Fax. 0312281356

Cel. 339.13.69.788

P.IVA 03208620132

C.F. SRGVTR79M15F205V

www.isolamentoacusticomi.it

E-mail. info@isolamentoacusticomi.it

OGGETTO: relazione tecnica di Valutazione dei Tempi di Riverbero per il locale refettorio della
Scuola di

In ottemperanza a quanto disposto dalla circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 3150 del 22 maggio 1967 e dal Decreto Ministeriale del 18 dicembre 1975 “ Norme tecniche aggiornate relative all’edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica” ,
Vi trasmettiamo la seguente relazione tecnica:

INDICE

- Descrizione del locale.
- Valori di fonoassorbenza con i materiali installati.
- Calcolo dei nuovi tempi di riverbero.
- Confronto con i valori ottimali indicati dalla normativa.
- Misure fonometriche in opera.
- Conclusioni.
- Presenti alle misure
- Firma del tecnico competente.

Specialista nell'isolamento acustico

Via V. Emanuele N°7
22060 Cabiato (CO)
Tel. 031.75.69.50 Fax. 0312281356
Cel. 339.13.69.788
P.IVA 03208620132
C.F. SRGVTR79M15F205V
www.isolamentoacusticomi.it
E-mail. info@isolamentoacusticomi.it

- Descrizione .

Il locale interessato dall'intervento di correzione acustica, effettuato mediante una controsoffittatura con pannelli fonoassorbenti Eurocoustic Tonga sp mm 40, è adibito a refettorio scolastico, con altezza media al controsoffitto di m 2.97 –



Sviluppiamo ora le misure geometriche del refettorio, con il relativo calcolo teorico previsionale del tempo di riverbero:

- **REFETTORIO** = mq 420.3 , volume di mc 1248.29

Il pavimento ha un rivestimento tradizionale in ceramica.

Il controsoffitto è in quadrotti fonoassorbenti Eurocoustic Tonga sp 40 mm in fibre minerali.

Le pareti sono in muratura con intonaco verniciato.

Sono presenti ampie finestrate con vetro camera.

Specialista nell'isolamento acustico

Via V. Emanuele N°7
22060 Cabiato (CO)
Tel. 031.75.69.50 Fax. 0312281356
Cel. 339.13.69.788
P.IVA 03208620132
C.F. SRGVTR79M15F205V
www.isolamentoacusticomi.it
E-mail. info@isolamentoacusticomi.it

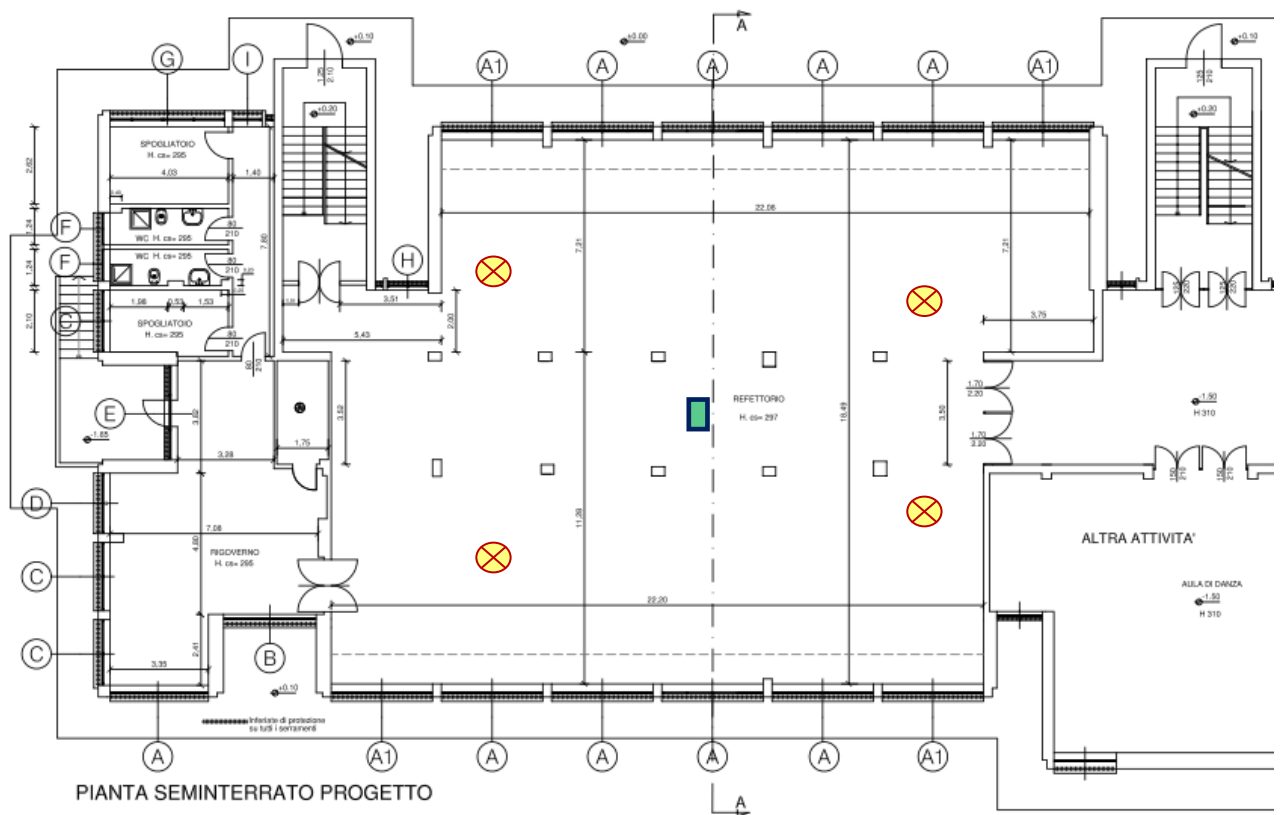
Refettorio



Microfono



Rumore impulsivo



Specialista nell'isolamento acustico

Via V. Emanuele N°7
 22060 Cabiato (CO)
 Tel. 031.75.69.50 Fax. 0312281356
 Cel. 339.13.69.788
 P.IVA 03208620132
 C.F. SRGVTR79M15F205V
www.isolamentoacusticomi.it
 E-mail. info@isolamentoacusticomi.it

- Valori di fonoassorbenza delle varie superfici e dei materiali applicati.

Calcolo del Tempo di Riverbero T	T60	Refettorio via				
Volume complessivo mc	1248					
Frequenza Hz	125	250	500	1000	2000	4000
Pavimento in ceramica					mq	420,3
Coeff. Assorbimento	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Unità di assorbimento	4,20	4,20	4,20	8,41	8,41	8,41
Controsoffitto Eurocoustic Tonga spessore 40 mm					mq	420,3
Coeff. Assorbimento	0,30	0,85	0,85	0,95	0,95	1,00
Unità di assorbimento	126,09	357,26	357,26	399,29	399,29	420,30
Parete verniciata					mq	215,9
Coeff. Assorbimento	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04
Unità di assorbimento	2,16	2,16	4,32	4,32	6,48	8,63
Parete rivestita					mq	0,0
Coeff. Assorbimento	0,2	0,33	0,38	0,48	0,44	0,65
Unità di assorbimento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Superfici Vetrate					mq	52,66
Coeff. Assorbimento	0,25	0,20	0,15	0,10	0,08	0,04
Unità di assorbimento	13,17	10,53	7,90	5,27	4,21	2,11
Porte legno					mq	0,0
Coeff. Assorbimento	0,05	0,05	0,05	0,10	0,15	0,10
Unità di assorbimento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tendaggi					mq	0
Coeff. Assorbimento	0,04	0,06	0,1	0,2	0,25	0,3
Unità di assorbimento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
150 sgabelli e 24 tavoli					Tot. mq	52,2
Coeff. Assorbimento	0,03	0,03	0,04	0,06	0,12	0,15
Unità di assorbimento	1,57	1,57	2,09	3,13	6,26	7,83
Unità di assorbimento totali calcolate a locale vuoto						
Unità di assorbimento	134,02	365,18	367,86	415,14	420,43	445,17
Persone presenti durante il rilievo					numero	1,0
Coeff. Assorbimento	0,10	0,20	0,35	0,40	0,50	0,40
Unità di assorbimento	0,10	0,20	0,35	0,40	0,50	0,40
Unità di assorbimento totali	134,12	365,38	368,21	415,54	420,93	445,57

Specialista nell'isolamento acustico

Via V. Emanuele N°7
 22060 Cabiato (CO)
 Tel. 031.75.69.50 Fax. 0312281356
 Cel. 339.13.69.788
 P.IVA 03208620132
 C.F. SRGVTR79M15F205V
www.isolamentoacusticomi.it
 E-mail. info@isolamentoacusticomi.it

Le unità fonoassorbenti complessive sono:

Frequenza Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz
α Unità di assorbimento	134,02	365,18	367,86	415,14	420,43	445,17

- Calcolo dei tempi di riverbero del Refettorio .

Applicando la formula elaborata da Sabine, valida per gli ambienti con caratteristiche regolari, che mette in relazione il tempo di riverberazione con il volume, la superficie e le caratteristiche di assorbimento delle superfici; ovviamente il calcolo non può tenere conto dei molti altri materiali presenti nell'ambiente e soprattutto delle variazioni di forma, avendo la formula di Sabine ipotizzato un parallelepipedo regolare .

$$T_{60} = 0.161 V/\alpha S$$

avremo quindi i seguenti valori teorici del tempo di riverbero:

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz
αS	134,02	365,18	367,86	415,14	420,43	445,17
T₆₀	1,50	0,55	0,55	0,48	0,48	0,45

Confronto con i valori ottimali indicati dalla normativa.

La normativa di riferimento per quanto riguarda i valori ottimali dei tempi di riverberazione all'interno di ambienti scolastici **DM 18 dicembre 1975**, esprime che i valori ottimali vanno riferiti alle frequenze di 250 – 500 – 1000 – 2000 Hz secondo alcuni diagrammi in essa riportati e ricavati dalla formula $T_{ott} = K(-0.2145+0.45\log V) S$

Dove V è il volume dell'aula in metri cubi

mentre K è un valore fisso per le diverse bande di ottava

e ci darà i seguenti valori ottimali:

Frequenza	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz
Valore K x	1.7	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0

Specialista nell'isolamento acustico

Via V. Emanuele N°7
22060 Cabiato (CO)
Tel. 031.75.69.50 Fax. 0312281356
Cel. 339.13.69.788
P.IVA 03208620132
C.F. SRGVTR79M15F205V
www.isolamentoacusticomi.it
E-mail. info@isolamentoacusticomi.it

T_{ott} DM 18 dicembre 1975	2,00	1,65	1,41	1,29	1,17	1,17
T60 calcolato	1,50	0,55	0,55	0,48	0,48	0,45

Pertanto i calcoli di progetto della controsoffittatura acustica dimostrano l' idoneità del materiale fonoassorbente prescelto per la correzione acustica di questo ambiente.

La norma prescrive che i valori del tempo di riverbero vengano verificati con misure in opera, con locali normalmente arredati e senza presenza di persone:



- **MISURE FONOMETRICHE IN OPERA**

In data stati effettuati i rilievi fonometrici qui sotto riportati

Specialista nell'isolamento acustico

Via V. Emanuele N°7
22060 Cabiato (CO)
Tel. 031.75.69.50 Fax. 0312281356
Cel. 339.13.69.788
P.IVA 03208620132
C.F. SRGVTR79M15F205V
www.isolamentoacusticomi.it
E-mail. info@isolamentoacusticomi.it

Strumentazione di misura

Fonometro Analizzatore in classe 1 **NORSONIC NOR-140**
Numero di serie
Calibratore in classe 1 **NORSONIC 1251**
Numero di serie
Cavo di prolunga del microfono classe 1 **NORSONIC P 1408/ 10 m 4207/FEM**

Certificazione SIT .

Centro di taratura ACCREDIA LAT N° 213 Microbel srl , corso Primo Levi 23b, 10098 Rivoli (TO)
Certificato di taratura Fonometro
Certificato di taratura Calibratore
Certificati di taratura in originale disponibili presso la nostra sede.

Misure secondo UNI EN ISO 3382

La norma ISO 3382 del 2001, con titolo “ Measurement of the reverberation time of rooms with referent of other acoustic parameters” definisce la standardizzazione dei metodi di misura ed elaborazione dei dati relativi al tempo di riverberazione (T60); essa indica le procedure da seguire per la misurazione (calibrazione-posizione della sorgente-posizioni del microfono) e descrive due metodi per la determinazione del T60, mediante misura della risposta all'impulso, oppure del decadimento del rumore interrotto; abbiamo utilizzato la prima opzione, che è più idonea per ambienti di volume medio.

Si è scelto inoltre di rilevare il tempo di riverberazione utilizzando il parametro T_{20} = tempo di riverberazione calcolato estrapolando a -60 dB la pendenza media dei 20 dB compresi nell'intervallo -5 ; -25 dB del decadimento del livello di pressione sonora; questa modalità, rispetto al parametro T_{60} , riduce l'influenza che avrà sui rilievi il rumore residuo se questo ha livelli elevati e fluttuanti non escludibili.

Per ognuna delle posizioni indicate in pianta abbiamo ripetuto più misure, scartando i valori non idonei e mediando poi i risultati.

Specialista nell'isolamento acustico

Via V. Emanuele N°7

22060 Cabiato (CO)

Tel. 031.75.69.50 Fax. 0312281356

Cel. 339.13.69.788

P.IVA 03208620132

C.F. SRGVTR79M15F205V

www.isolamentoacusticomi.itE-mail. info@isolamentoacusticomi.it

Qui sotto i valori medi ottenuti dalle misure eseguite in più posizioni nel Refettorio :

Primary reverberation time -

Media (secondi)	Frequency (Hz)
2,71	50 Hz
1,90	63 Hz
1,13	80 Hz
1,00	100 Hz
0,53	125 Hz
0,50	160 Hz
0,55	200 Hz
0,81	250 Hz
0,80	315 Hz
1,02	400 Hz
1,14	500 Hz
1,28	630 Hz
1,23	800 Hz
1,19	1 kHz
1,23	1.25 kHz
1,34	1.6 kHz
1,32	2 kHz
1,29	2.5 kHz
1,22	3.15 kHz
1,20	4 kHz
1,14	5 kHz
1,05	6.3 kHz
0,94	8 kHz
0,76	10 kHz
1,21	T20 A

Specialista nell'isolamento acustico

Via V. Emanuele N°7
22060 Cabiato (CO)
Tel. 031.75.69.50 Fax. 0312281356
Cel. 339.13.69.788
P.IVA 03208620132
C.F. SRGVTR79M15F205V
www.isolamentoacusticomi.it
E-mail. info@isolamentoacusticomi.it

Riportiamo qui di seguito i valori ottimali richiesti , così come previsti dalla norma **DM 18 dicembre 1975** , in base al volume del locale, che sono poi valutati come valore medio tra le frequenze **250-500-1000-2000 Hz**;
confrontiamo i valori ottimali richiesti con quelli misurati in opera:

REFETTORIO	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz
Valori ottimali come da DM 18/12/75	2,00	1,65	1,41	1,29	1,17	1,17
Valori misurati dopo la correzione acustica	0.53	0.81	1.14	1.19	1.32	1.20
Valutazione secondo DM 18 dicembre 1975 Valore medio OTTIMALE richiesto 1.38 secondi						
Valutazione secondo DM 18 dicembre 1975 Valore medio MISURATO in opera 1.11 secondi						

- Conclusioni

**Pertanto il locale destinato al refettorio scolastico di via.....
presenta un comportamento acustico idoneo alle norme, secondo DM 18 dicembre 1975,**

- Presenti alle misure:
i tecnici esecutori

- Il tecnico competente