

Commissario delegato
emergenza sisma Regione Emilia - Romagna
ai sensi dell'art. 1 comma 2 del D.L.N. 74/2012

PROCEDURA APERTA PER LA PROGETTAZIONE E I LAVORI DI REALIZZAZIONE DI EDIFICI PUBBLICI TEMPORANEI (E.P.T. 3)

LOTTO N.3 - SCUOLA DI MUSICA MIRANDOLA (MO)

Per la società
**DIRETTORE TECNICO E RESPONSABILE COORDINAMENTO
E INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE**
Arch. Federico Caselli

PROGETTISTA-RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA
Arch. Gabriele Marasmi

RESPONSABILE TECNICO DELLE VARIE SPECIALITA'
Ing. Raffaele Ellardo

LEGALE RAPPRESENTANTE
Luca Piccolo

Collaboratori

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA
Arch. Alessandro Migliori
Arch. Daniela Bozzarelli

PROGETTAZIONE ACUSTICA
Ing. Paolo Ciuchi

PROGETTAZIONE IMPIANTI MECCANICI,ANTINCENDIO,ENERGETICA
Ing. Roberto Carboni

COLLABORAZIONE INGEGNERISTICA
Ing. Walter Vanelli

PROGETTAZIONE STRUTTURE C.A.
Ing. Mauro Corbani

PROGETTAZIONE STRUTTURE IN LEGNO
Ing. Franco Piva
Ing. Cristiano Benacchio

PROGETTAZIONE IMPIANTI ELETTRICI
Ing. Diego Caldarini

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE CALCOLO DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI



1. GENERALITA'

Il presente progetto si riferisce ad un edificio di nuova costruzione, situato in via Enrico Fermi nel comune di Mirandola (MO).

L'edificio sorgerà in adiacenza all'attuale scuola di Musica Carlo e Guglielmo Andreoli, al fine di potenziare l'attività didattica esistente.

Le relazioni analitiche utilizzate per il calcolo previsionale e dettate dalle norme vigenti, sono ottenute da modelli matematici ricavati su base empirica e quindi caratterizzate da uno scarto che mediamente si attesta tra 1,5 e 2 dB.

Normalmente i risultati si basano sugli spessori e sulle masse dei vari materiali, con i quali si effettua la stima del potere fonoisolante dei diversi componenti. La reale rispondenza della costruzione ai requisiti previsti dipende anche dalla corretta posa in opera degli interventi proposti.

Seppur ricavate dall'interazione con i tecnici che hanno sviluppato il progetto strutturale, il progetto impiantistico e l'impresa costruttrice, tutte le indicazioni descritte di seguito riguardano esclusivamente l'aspetto acustico del progetto.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Per la stesura della presente relazione sono state considerate le seguenti normative:

- Ñ DPCM 5 Dicembre 1997 “Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”;
- Ñ UNI EN 12354-1:2002 “Valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti. Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti”;
- Ñ UNI/TR 11175:2005 “Acustica edilizia – Guida alle norme serie UNI EN 12354-1 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici – Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale”;
- Ñ UNI 11367 “Acustica in edilizia – Classificazione acustica delle unità immobiliari – Procedura di valutazione e verifica in opera”;
- Ñ DM 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”;

Per tutti gli edifici scolastici, come descritto anche dal testo del bando promosso da Regione Emilia Romagna per la realizzazione di edifici scolastici temporanei (Lotto n°3), è richiesto il rispetto dei requisiti acustici per l'edilizia scolastica contenuti nel DM 18/12/75.

Le grandezze descritte nel suddetto decreto, fatta eccezione per il tempo di riverbero che ad oggi deve essere calcolato e rispettato in opera, sono state superate dai valori inseriti nel D.P.C.M. 05.12.1997.

L'edificio, quindi, come descritto dalla tabella A dell'allegato A del D.P.C.M. 05.12.1997, è riconducibile alla Categoria E: "Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli assimilabili".

Il progetto dell'edificio garantirà il rispetto dei parametri dettati dalla tabella B dell'allegato A del D.P.C.M. 05.12.1997, qui sotto riportata.

| Categorie di cui alla tabella A | Parametri | | | | |
|---------------------------------|-----------|---------------|-----------|-------------|-----------|
| | R_w (*) | $D_{2m,nT,w}$ | $L_{n,w}$ | L_{ASmax} | L_{Aeq} |
| 1. D | 55 | 45 | 58 | 25 | 35 |
| 1. A, C | 50 | 40 | 63 | 35 | 35 |
| 1. E | 50 | 48 | 58 | 25 | 35 |
| 1. B, F, G | 50 | 42 | 55 | 35 | 35 |

(*) Valori di R_w riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari.

Dove:

- R_w , potere fonoisolante apparente di elementi di separazione tra ambienti;
- $D_{2m,nT,w}$, isolamento standardizzato di facciate;
- $L_{n,w}$, livello di rumore di calpestio di solai normalizzato;
- L_{ASmax} livello massimo di pressione sonora ponderata A per sorgenti interne discontinue (ascensori, scarichi idraulici, ecc.);
- L_{Aeq} livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A per sorgenti interne continue (impianti di riscaldamento, condizionamento e aspirazione);

3. ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA

PARETI VERTICALI

L'edificio scolastico sarà composto da una struttura portante di base in legno XLam, con applicazione di contropareti in cartongesso.

La stratigrafia delle pareti verticali esterne sarà composta da:

- rasatura di intonaco, sp. 5 mm;
- cappotto in lastre di lana di roccia con densità 155kg/m^3 per isolamento termico-acustico, (sp. 120 mm);
- pannello portante in legno (XLam), sp. 120 mm;
- orditura metallica con montanti a C (sp. 100 mm) per inserimento di pannelli in lana di roccia (sp. 80 mm) con intercapedine d'aria (20 mm);
- doppia lastra in cartongesso (sp. 25 mm).

Come dimostrato nelle pagine seguenti, secondo il calcolo effettuato tramite software, la parete sarà caratterizzata da un indice del potere fonoisolante di **61 dB**.

Cautelativamente prenderemo però in considerazione un indice del potere fonoisolante di **52 dB**

Calcolo previsionale del potere fonoisolante di elementi di edifici

Dati generali

Progetto: REALIZZAZIONE SCUOLA DI MUSICA - Edificio Pubblico Temporaneo

Cliente: Comune di MIRANDOLA

Progetto n.:

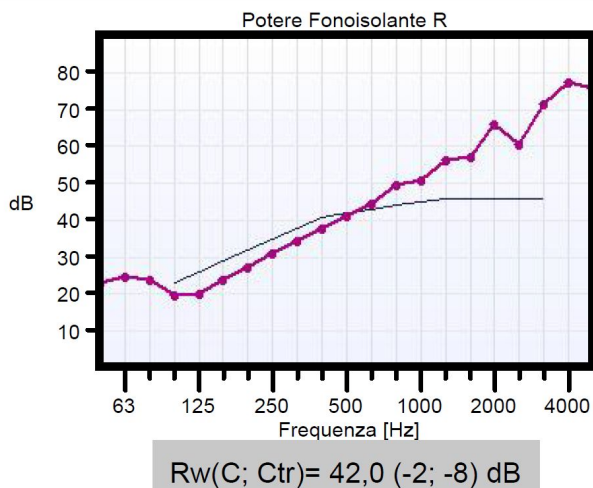
Tecnico: Ing. Paolo Ciuchi

Dati di progetto:

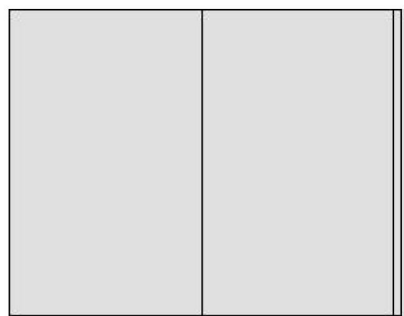
Note:

Risultati

| Frequenza [Hz] | Ri [dB] | rif [dB] |
|----------------|---------|----------|
| 50 | 23,0 | |
| 63 | 24,6 | |
| 80 | 24,1 | |
| 100 | 19,8 | 23,0 |
| 125 | 20,3 | 26,0 |
| 160 | 24,0 | 29,0 |
| 200 | 27,4 | 32,0 |
| 250 | 31,3 | 35,0 |
| 315 | 34,6 | 38,0 |
| 400 | 38,1 | 41,0 |
| 500 | 41,3 | 42,0 |
| 630 | 44,6 | 43,0 |
| 800 | 49,4 | 44,0 |
| 1000 | 50,9 | 45,0 |
| 1250 | 56,4 | 46,0 |
| 1600 | 57,2 | 46,0 |
| 2000 | 66,0 | 46,0 |
| 2500 | 60,7 | 46,0 |
| 3150 | 71,4 | 46,0 |
| 4000 | 77,2 | |
| 5000 | 75,7 | |



Descrizione stratigrafia



Parete

1: Abete. Sp: 120mm X 1

2: LANA DI ROCCIA 155 KG/MC. Sp: 120mm X 1

3: INTONACO PLASTICO PER CAPPOTTO. Sp: 5mm X 1

245,00 (mm)

m' = 78,1 kg/m²

- Potere fonoisolante parete base -

Dati generali

Progetto: REALIZZAZIONE SCUOLA DI MUSICA - Edificio Pubblico Temporaneo

Cliente: Comune di MIRANDOLA

Progetto n.:

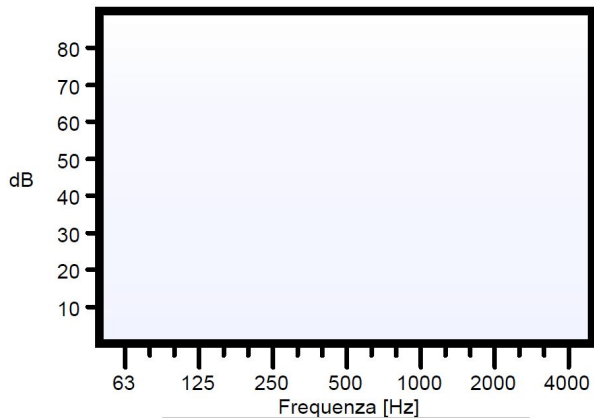
Tecnico: Ing. Paolo Ciuchi

Dati di progetto:

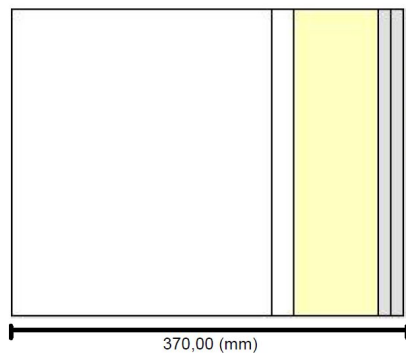
Note:

Risultati

| Frequenza [Hz] | Rw(C; Ctr)= 61,0 (0; 0) dBif [dB] |
|----------------|-----------------------------------|
| 50 | |
| 63 | |
| 80 | |
| 100 | -23,0 |
| 125 | -20,0 |
| 160 | -17,0 |
| 200 | -14,0 |
| 250 | -11,0 |
| 315 | -8,0 |
| 400 | -5,0 |
| 500 | -4,0 |
| 630 | -3,0 |
| 800 | -2,0 |
| 1000 | -1,0 |
| 1250 | 0,0 |
| 1600 | 0,0 |
| 2000 | 0,0 |
| 2500 | 0,0 |
| 3150 | 0,0 |



Descrizione stratigrafia



Parete base
SCUOLA MUSICA PARETE ESTERNA BASE

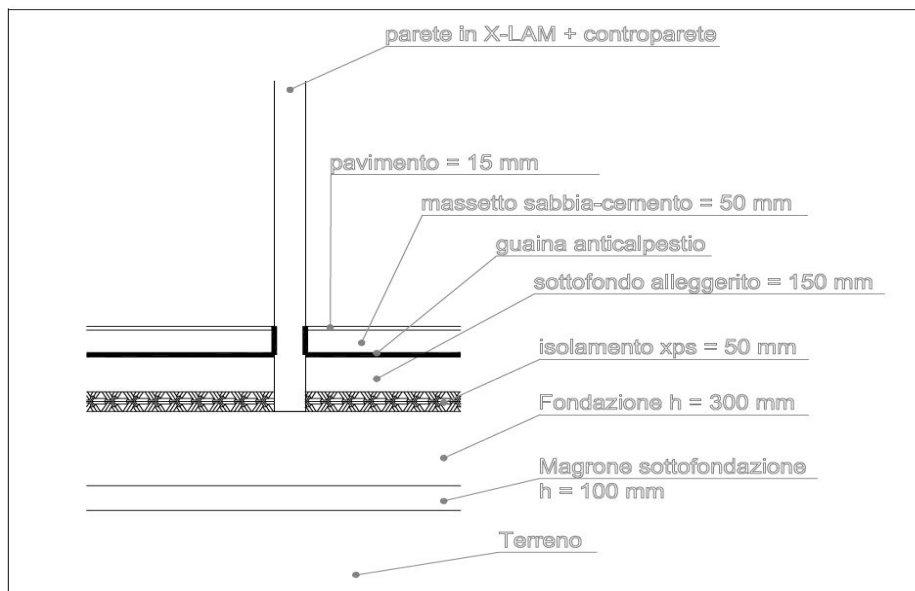
Controparete applicata

- 1: Intercapedine d'aria Sp: 20mm
- 2: Lana di roccia 80[mm] 80[kg/m3] Sp: 80mm
- 3: Cartongesso standard 12,5mm. Sp: 13mm
- 4: Cartongesso standard 12,5mm. Sp: 13mm

$m^2 = 101,7 \text{ kg/m}^2$

- Potere fonoisolante parete base + controparete -

Come i pannelli in X-Lam, anche la controparete sarà a tutta altezza con la base annegata nel massetto. Si raccomanda di curare la connessione delle partizioni alle strutture adiacenti, con particolare riferimento all'intradosso del solaio di copertura, provvedendo a sigillarle perfettamente, scongiurando così ogni eventuale passaggio di rumore.



Per quanto riguarda gli infissi, in accordo con l'impresa costruttrice, si è optato per la posa di vetrocamera di sicurezza, composta da lastra interna da 55.2, camera d'aria da 20 e lastra esterna da 44.1 basso emissiva, su telaio in alluminio preverniciato, veneziana oscurante montata a ridosso del vetro e guarnizioni in EPDM.

L'insieme "infisso", composto da telaio più vetro, corredato di certificato di prova, è garantito per un potere fonoisolante di **44 dB**.

CALCOLO DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA, NORMALIZZATO RISPETTO AL TEMPO DI RIVERBERAZIONE ($D_{2m,nT,w}$)

Analizzate le diverse tipologie di facciata presenti all'interno dell'immobile, ognuna composta da una differente percentuale di parete finestrata, e una volta stimate le prestazioni di ogni singolo componente, sono stati calcolati i livelli di isolamento acustico di facciata di ogni singolo locale, considerando sia la singola partizione (la facciata), sia il livello medio energetico delle pareti di una stanza in caso di pareti contigue, come previsto dalla normativa vigente.

Per le aule destinate alla batteria e alle percussioni il requisito è stato considerato sicuramente verificato, vista la presenza all'interno di box insonorizzati con ottime caratteristiche di fonoisolamento.

I calcoli sono riassumibili con i dati espressi nelle tabelle a seguire:

AULA CANTO E FIATI

Volume dell'ambiente 45,00 m³
Superficie della facciata 9,00 m²

Elementi che compongono la facciata

| Elemento | Superficie [m ²] | R _w / D _{new} [dB] |
|------------------------------------|------------------------------|--|
| PARETE ESTERNA SCUOLA MIRANDOLA | 6,50 | 52,00 |
| SERRAMENTI SCUOLA MUSICA MIRANDOLA | 2,50 | 44,00 |

Correzioni Trasmissione laterale K = 0 dB

Forma di facciata DL_{fs} = 0 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 48,1 dB

D_{2m,nT,w} 50,3 dB

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

D_{2m,nT,w} minimo 48,0 Db

Limite verificato

AULA ARCHI

Volume dell'ambiente 45,00 m³
Superficie della facciata 9,00 m²

Elementi che compongono la facciata

| Elemento | Superficie [m ²] | R _w / D _{new} [dB] |
|------------------------------------|------------------------------|--|
| PARETE ESTERNA SCUOLA MIRANDOLA | 6,50 | 52,00 |
| SERRAMENTI SCUOLA MUSICA MIRANDOLA | 2,50 | 44,00 |

Correzioni Trasmissione laterale K = 0 dB

Forma di facciata DL_{fs} = 0 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 48,1 dB

D_{2m,nT,w} 50,3 dB

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

D_{2m,nT,w} minimo 48,0 Db

Limite verificato

AULA PIANOFORTE

Volume dell'ambiente 45,00 m³
Superficie della facciata 9,00 m²

Elementi che compongono la facciata

| Elemento | Superficie [m ²] | R _w / D _{new} [dB] |
|------------------------------------|------------------------------|--|
| PARETE ESTERNA SCUOLA MIRANDOLA | 6,50 | 52,00 |
| SERRAMENTI SCUOLA MUSICA MIRANDOLA | 2,50 | 44,00 |

Correzioni Trasmissione laterale K = 0 dB

Forma di facciata DL_{fs} = 0 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 48,1 dB

D_{2m,nT,w} 50,3 dB

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

D_{2m,nT,w} minimo 48,0 Db

Limite verificato

AULA TEORIA

Volume dell'ambiente 45,00 m³
Superficie della facciata 9,00 m²

Elementi che compongono la facciata

| Elemento | Superficie [m ²] | R _w / D _{new} [dB] |
|------------------------------------|------------------------------|--|
| PARETE ESTERNA SCUOLA MIRANDOLA | 6,50 | 52,00 |
| SERRAMENTI SCUOLA MUSICA MIRANDOLA | 2,50 | 44,00 |

Correzioni Trasmissione laterale

K = 0 dB

Forma di facciata

DL_{fs} = 0 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 48,1 dB

D_{2m,nT,w} 50,3 dB

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

D_{2m,nT,w} minimo 48,0 Db

Limite verificato

AULA COLLETTIVA (30 mq)

Volume dell'ambiente 90,00 m³
Superficie della facciata 18,15 m²

Elementi che compongono la facciata

| Elemento | Superficie [m ²] | R _w / D _{new} [dB] |
|------------------------------------|------------------------------|--|
| PARETE ESTERNA SCUOLA MIRANDOLA | 10,65 | 52,00 |
| SERRAMENTI SCUOLA MUSICA MIRANDOLA | 2,50 | 44,00 |
| SERRAMENTI SCUOLA MUSICA MIRANDOLA | 2,50 | 44,00 |
| SERRAMENTI SCUOLA MUSICA MIRANDOLA | 2,50 | 44,00 |

Correzioni Trasmissione laterale

K = 0 dB

Forma di facciata

DL_{fs} = 0 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 47,0 dB

D_{2m,nT,w} 49,1 dB

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

D_{2m,nT,w} minimo 48,0 Db

Limite verificato

AULA BIBLIOTECA

Volume dell'ambiente 90,00 m³
Superficie della facciata 16,92 m²

Elementi che compongono la facciata

| Elemento | Superficie [m ²] | R _w / D _{new} [dB] |
|------------------------------------|------------------------------|--|
| PARETE ESTERNA SCUOLA MIRANDOLA | 11,92 | 52,00 |
| SERRAMENTI SCUOLA MUSICA MIRANDOLA | 2,50 | 44,00 |
| SERRAMENTI SCUOLA MUSICA MIRANDOLA | 2,50 | 44,00 |

Correzioni Trasmissione laterale

K = 0 dB

Forma di facciata

DL_{fs} = 0 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 47,9 dB

D_{2m,nT,w} 50,4 dB

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

D_{2m,nT,w} minimo 48,0 Db

Limite verificato

AULA COLLETTIVA (35 mq)Volume dell'ambiente 105,00 m³Superficie della facciata 18,72 m²**Elementi che compongono la facciata**

| Elemento | Superficie [m ²] | R _w / D _{new} [dB] |
|------------------------------------|------------------------------|--|
| PARETE ESTERNA SCUOLA MIRANDOLA | 11,22 | 52,00 |
| SERRAMENTI SCUOLA MUSICA MIRANDOLA | 2,50 | 44,00 |
| SERRAMENTI SCUOLA MUSICA MIRANDOLA | 2,50 | 44,00 |
| SERRAMENTI SCUOLA MUSICA MIRANDOLA | 2,50 | 44,00 |

Correzioni Trasmissione laterale K = 0 dB**Forma di facciata** DL_{fs} = 0 dB**Indice di valutazione dell'isolamento di facciata****R'_w** 47,0 dB**D_{2m,nT,w}** 49,8 dB**Categoria dell'edificio** Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli**D_{2m,nT,w} minimo** 48,0 Db**Limite verificato****BAGNI (verificato anche se non classificabile come ambiente "di vita")**Volume dell'ambiente 48,00 m³Superficie della facciata 12,15 m²**Elementi che compongono la facciata**

| Elemento | Superficie [m ²] | R _w / D _{new} [dB] |
|------------------------------------|------------------------------|--|
| PARETE ESTERNA SCUOLA MIRANDOLA | 9,40 | 52,00 |
| SERRAMENTI SCUOLA MUSICA MIRANDOLA | 2,75 | 44,00 |

Correzioni Trasmissione laterale K = 0 dB**Forma di facciata** DL_{fs} = 0 dB**Indice di valutazione dell'isolamento di facciata****R'_w** 48,6 dB**D_{2m,nT,w}** 49,8 dB**Categoria dell'edificio** Edifici adibiti a residenza**D_{2m,nT,w} minimo** 40,0 Db**Limite verificato****AULA CORDE**Volume dell'ambiente 36,00 m³Superficie della facciata 9,06 m²**Elementi che compongono la facciata**

| Elemento | Superficie [m ²] | R _w / D _{new} [dB] |
|------------------------------------|------------------------------|--|
| PARETE ESTERNA SCUOLA MIRANDOLA | 6,31 | 52,00 |
| SERRAMENTI SCUOLA MUSICA MIRANDOLA | 2,75 | 44,00 |

Correzioni Trasmissione laterale K = 0 dB**Forma di facciata** DL_{fs} = 0 dB**Indice di valutazione dell'isolamento di facciata****R'_w** 47,8 dB**D_{2m,nT,w}** 49,1 dB**Categoria dell'edificio** Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli**D_{2m,nT,w} minimo** 48,0 Db**Limite verificato**

UFFICIO 2

Volume dell'ambiente 36,00 m³
Superficie della facciata 9,21 m²

Elementi che compongono la facciata

| Elemento | Superficie [m ²] | R _w / D _{new} [dB] |
|------------------------------------|------------------------------|--|
| PARETE ESTERNA SCUOLA MIRANDOLA | 6,46 | 52,00 |
| SERRAMENTI SCUOLA MUSICA MIRANDOLA | 2,75 | 44,00 |

Correzioni Trasmissione laterale K = 0 dB

Forma di facciata DL_{fs} = 0 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 47,9 dB

D_{2m,nT,w} 49,0 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto

D_{2m,nT,w} minimo 42,0 Db

Limite verificato

UFFICIO 1

Volume dell'ambiente 36,00 m³
Superficie della facciata 9,15 m²

Elementi che compongono la facciata

| Elemento | Superficie [m ²] | R _w / D _{new} [dB] |
|------------------------------------|------------------------------|--|
| PARETE ESTERNA SCUOLA MIRANDOLA | 6,40 | 52,00 |
| SERRAMENTI SCUOLA MUSICA MIRANDOLA | 2,75 | 44,00 |

Correzioni Trasmissione laterale K = 0 dB

Forma di facciata DL_{fs} = 0 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 47,9 dB

D_{2m,nT,w} 49,0 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto

D_{2m,nT,w} minimo 42,0 Db

Limite verificato

AULA PROVE CORO (valido sia per la parete Est e la parete Ovest)

Volume dell'ambiente 426,60 m³
Superficie della facciata 32,58 m²

Elementi che compongono la facciata

| Elemento | Superficie [m ²] | R _w / D _{new} [dB] |
|------------------------------------|------------------------------|--|
| PARETE ESTERNA SCUOLA MIRANDOLA | 25,08 | 52,00 |
| SERRAMENTI SCUOLA MUSICA MIRANDOLA | 2,50 | 44,00 |
| SERRAMENTI SCUOLA MUSICA MIRANDOLA | 2,50 | 44,00 |
| SERRAMENTI SCUOLA MUSICA MIRANDOLA | 2,50 | 44,00 |

Correzioni Trasmissione laterale K = 0 dB

Forma di facciata DL_{fs} = 0 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 48,5 dB

D_{2m,nT,w} 54,9 dB

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

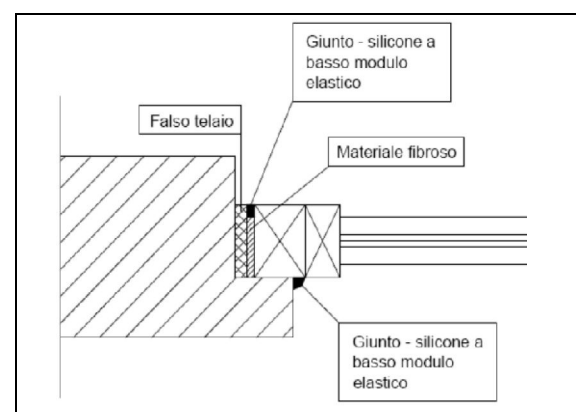
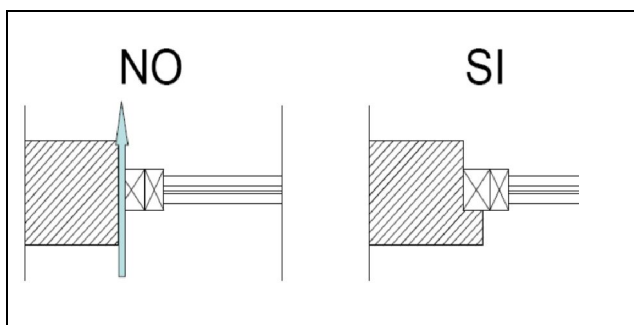
D_{2m,nT,w} minimo 48,0 Db

Limite verificato

A fine di garantire la prestazioni di isolamento acustico di facciata sopra indicate, si raccomanda di posare i falsi telai avendo cura di riempire completamente gli interstizi con malta, onde evitare trasmissioni di rumore dall'esterno all'interno.

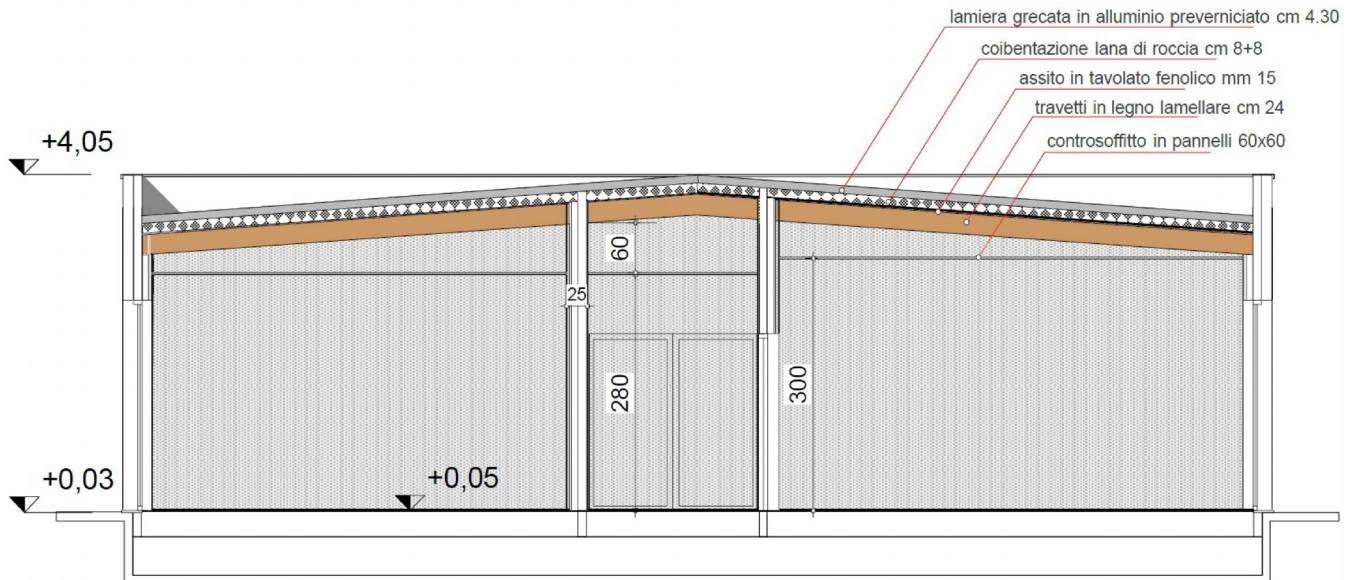


Gli eventuali spazi vuoti creatisi tra il serramento e il falso telaio andranno eliminati tramite la posa di materiale resiliente.



PARETI ORIZZONTALI

Fatta esclusione per la copertura, non esistono pareti orizzontali nel progetto in quanto l'edificio della scuola di musica si sviluppa su unico piano fuori terra.



Come indicato nella sezione soprastante, la copertura è composta dalla seguente stratigrafia:

- Lamiera grecata in alluminio preverniciato, sp. 43 mm;
- Coibentazione con pannelli in **lana di roccia non rivestiti a doppia densità**, ad elevata resistenza a compressione, calpestabile, per l'isolamento termico, acustico e la sicurezza in caso di incendio. Tipo Durock C o Durock Energy della ditta Rockwool, sp. 160 mm;
- Eventuale barriera al vapore secondo prescrizioni del termotecnico;
Consigliato l'utilizzo di strato di materiale isolante composto da uno strato di polietilene accoppiato ad uno strato di gomma (tipo Isolmant TT della ditta Tecnoasfalti), posato con la parte in polietilene rivolto verso l'assito;
- Assito in tavolato di legno, sp. 15 mm;
- Travetti in legno lamellare d'abete, sp. 240 mm;



Tale pacchetto tetto, se correttamente posato, porterà al soddisfacimento del parametro dell'isolamento acustico di facciata richiesto dalla normativa: $D_{2m,nT,w} = 52 \text{ dB}$

Si consideri che all'interno di tutti gli ambienti sarà posato un controsoffitto a quadrotti 60x60.

Nello specifico, fatta esclusione per i bagni e gli uffici, all'interno delle aule didattiche verrà posato un controsoffitto a quadrotti con caratteristiche fonoisolanti e fonoassorbenti, ad una quota di 3,00 m dal piano di calpestio finito, costituito da pannelli acustici in lana di roccia dello spessore di 30 mm, rivestito con un velo verniciato a finitura liscia sulla faccia a vista e una membrana ad alte prestazioni sulla faccia superiore. Controsoffitto tipo **EKLA dB 40** della ditta **Rockfon**.

Si raccomanda di curare la qualità delle giunzioni e dei collegamenti, utilizzando una metodologia tra quelle indicate nella tabella sottostante.

GAMMA

| Bordi | Dimensioni modulari (mm) | Peso (kg/mq) | Sistemi di installazione |
|---|--------------------------|--------------|--------------------------|
|  A15 | 600 x 600 x 30 | 5,0 | T15 |
| | 675 x 675 x 30 | 5,0 | T15 |
| | 1200 x 600 x 30 | 5,0 | T15 |
|  A24 | 600 x 600 x 30 | 5,0 | T24 |
| | 675 x 675 x 30 | 5,0 | T24 |
| | 1200 x 600 x 30 | 5,0 | T24 |
|  D/AEX | 1350 x 300 x 30 | 5,0 | T24 + Bandraster |
| | 1350 x 600 x 30 | 5,0 | T24 + Bandraster |
| | 1500 x 300 x 30 | 5,0 | T24 + Bandraster |
| | 1500 x 600 x 30 | 5,0 | T24 + Bandraster |
|  E15 | 600 x 600 x 30 | 5,0 | T15 / Giunti cavi |
| | 675 x 675 x 30 | 5,0 | T15 / Giunti cavi |
| | 1350 x 300 x 30 | 5,0 | T15 / Giunti cavi |
| | 1350 x 600 x 30 | 5,0 | T15 / Giunti cavi |

- Modalità di posa in opera Ekla dB40 -

4. ISOLAMENTO ACUSTICO AL RUMORE AEREO DELLE PARETI DIVISORIE

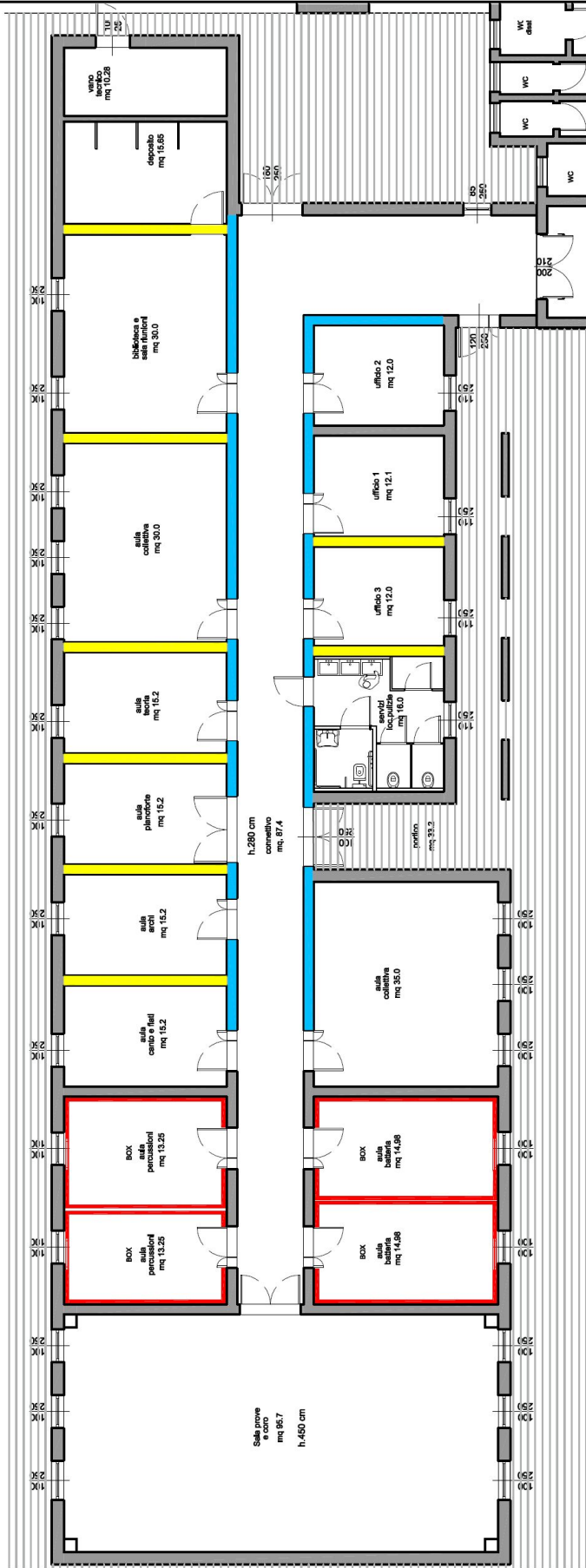
Oltre ai valori indicati nel D.P.C.M. 05.12.1997, il testo del bando di gara chiede il rispetto di diversi parametri per quanto riguarda l'isolamento acustico tra aule diverse.

Tutte le pareti divisorie, fatta esclusione per le pareti tra aule e corridoio (potere fonoisolante richiesto $R'_w = 47$ dB), dovranno avere potere fonoisolante superiore a quello richiesto dal D.P.C.M. 05.12.1997 ($R'_w = 50$ dB).

Per questo motivo saranno utilizzate cabine insonorizzate per le prestazioni acustiche più elevate.

Di seguito viene riportata una planimetria esplicativa delle richieste inserite all'interno del bando di gara, per quanto riguarda il potere fonoisolante delle pareti di partizione tra aule.

POTERE FONISOLOANTE PARETI



LEGENDA

- divisori tra aule particolarmente rumorose $R'w \geq 62 \text{ dB}$
- divisori tra aule di musica normali $R'w \geq 53 \text{ dB}$
- divisori tra aule e corridoi $R'w \geq 47 \text{ dB}$

DIVISORI TRA AULE PARTICOLARMENTE RUMOROSE (R'w 62 dB)

Per le aule particolarmente rumorose, quali aule batteria e aule percussioni, saranno utilizzate cabine insonorizzate della ditta BoxyLab S.r.l.

Le cabine hanno struttura autoportante in acciaio e pareti modulari composte da lamine di acciaio, materiali fonoassorbenti, guaine antivibranti.

La struttura consente anche il montaggio di intere pareti vetrate.

Le cabine saranno dotate di:

- serramenti performanti in corrispondenza delle aperture finestrate dell'edificio al fine di non compromettere l'illuminazione naturale;
- di impianto elettrico autonomo con piccolo quadro generale, torrette porta prese (schuco + bivalente) ogni 150 cm per ogni lato della sala al fine di evitare per quanto possibile l'uso di ciabatte elettriche o simili e illuminazione con corpi illuminanti a led;
- di unità di filtrazione dell'aria esterna di rinnovo; di trappole acustiche ancorate al soffitto al fine di evitare la rumorosità proveniente dal flusso d'aria in ingresso e canalizzazioni/condotte flessibili silenziate.

L'accesso alle cabine avverrà da corridoio.

Tutte le prestazioni acustiche delle cabine sono certificate da RINA (Ente Notificato Europeo), in allegato, a fondo relazione, copia del certificato. Di seguito i dati prestazionali acustici delle cabine.

| POSIZIONE MICROFONO | ABBATTIMENTO ATTESO | ABBATTIMENTO MISURATO |
|---------------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Fuori dalla cabina ad 1 m di distanza | 39 dBA | 47 dBA |
| Fuori dalla cabina a 5 m di distanza | 42 dBA | 51 dBA |
| All'interno di una cabina adiacente | 55 dBA | 68 dBA |

| VALORI DI ABBATTIMENTO BOXY B per bande d'ottava | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| frequenza centrale delle bande d'ottava (Hz) | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| abbattimento | 23.8 | 36.7 | 44.6 | 49.8 | 51.9 | 57.9 | 56.1 | 79.3 |

| VALORI DI ABBATTIMENTO BOXY B - BOXY B per bande d'ottava | | | | | | | | |
|---|----|------|-----|------|------|------|------|------|
| frequenza centrale delle bande d'ottava (Hz) | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| abbattimento | 32 | 55.6 | 72 | 70.6 | 73.8 | 77.7 | nm | nm |

Valori prestazionali acustici gentilmente concesse da



DIVISORI TRA AULE DI MUSICA NORMALI(R'_w 53 dB)

Tra le aule di musica normale sarà utilizzata una parete con un'anima composta da un pannello di XLam portante applicazione di controparete su un lato.

La parete verticale utilizzata avrà stratigrafia così composta:

- lastra singola in cartongesso (sp. 12,5 mm);
- pannello portante in legno (XLam), sp. 160 mm;
- orditura metallica con montanti a C (sp. 100 mm) per inserimento di pannelli in lana di roccia densità 80 kg/ m³ (sp. 80 mm) con intercapedine d'aria (20 mm);
- tripla lastra in cartongesso (sp. 37,5 mm);

Come dimostrato nelle pagine seguenti, secondo il calcolo effettuato tramite software, la parete sarà caratterizzata da un indice del potere fonoisolante di **62 dB**.

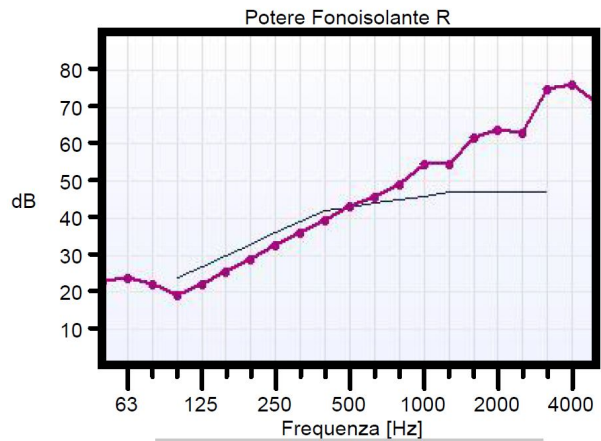
Calcolo previsionale del potere fonoisolante di elementi di edifici

Dati generali

Progetto: REALIZZAZIONE SCUOLA DI MUSICA - Edificio Pubblico Temporaneo
 Cliente: Comune di MIRANDOLA
 Progetto n.:
 Tecnico: Ing. Paolo Ciuchi
 Dati di progetto:
 Note:

Risultati

| Frequenza [Hz] | Ri [dB] | rif [dB] |
|----------------|---------|----------|
| 50 | 23,0 | |
| 63 | 24,1 | |
| 80 | 22,4 | |
| 100 | 19,2 | 24,0 |
| 125 | 22,3 | 27,0 |
| 160 | 25,7 | 30,0 |
| 200 | 29,2 | 33,0 |
| 250 | 32,8 | 36,0 |
| 315 | 36,2 | 39,0 |
| 400 | 39,6 | 42,0 |
| 500 | 43,3 | 43,0 |
| 630 | 45,9 | 44,0 |
| 800 | 49,4 | 45,0 |
| 1000 | 54,7 | 46,0 |
| 1250 | 54,5 | 47,0 |
| 1600 | 61,9 | 47,0 |
| 2000 | 63,9 | 47,0 |
| 2500 | 63,0 | 47,0 |
| 3150 | 74,7 | 47,0 |
| 4000 | 76,3 | |
| 5000 | 71,1 | |



Descrizione stratigrafia



Parete
 1: Abete. Sp: 160mm X 1
 2: Cartongesso standard 12,5mm. Sp: 13mm X 1

172,50 (mm)

m' = 80,6 kg/m²

- Potere fonoisolante parete base -

Dati generali

Progetto: REALIZZAZIONE SCUOLA DI MUSICA - Edificio Pubblico Temporaneo

Cliente: Comune di MIRANDOLA

Progetto n.:

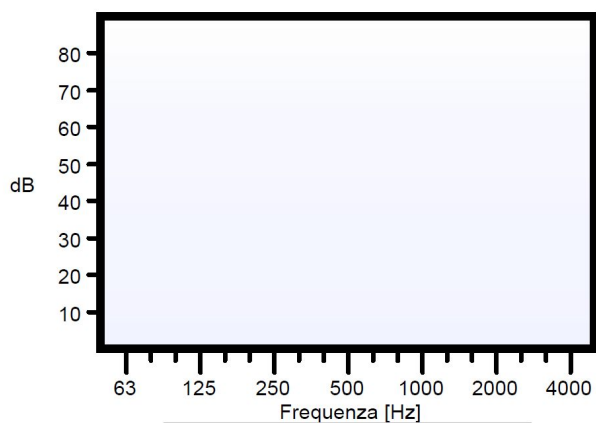
Tecnico: Ing. Paolo Ciuchi

Dati di progetto:

Note:

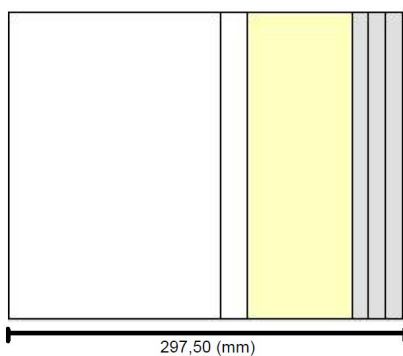
Risultati

| Frequenza [Hz] | C; Ctr)= 62,0 (0; 0) dBif [dB] |
|----------------|--------------------------------|
| 50 | |
| 63 | |
| 80 | |
| 100 | 0,0 |
| 125 | 0,0 |
| 160 | 0,0 |
| 200 | 0,0 |
| 250 | 0,0 |
| 315 | 0,0 |
| 400 | 0,0 |
| 500 | 0,0 |
| 630 | 0,0 |
| 800 | 0,0 |
| 1000 | 0,0 |
| 1250 | 0,0 |
| 1600 | 0,0 |
| 2000 | 0,0 |
| 2500 | 0,0 |
| 3150 | 0,0 |



Rw(C; Ctr)= 62,0 (0; 0) dB

Descrizione stratigrafia



m² = 104,3 kg/m²

Parete base
PARETE INTERNA BASE XLAM 160

Controparete applicata

- 1: Intercapedine d'aria Sp: 20mm
- 2: Lana di roccia 80[mm] 80[kg/m³] Sp: 80mm
- 3: Cartongesso standard 12,5mm. Sp: 13mm
- 4: Cartongesso standard 12,5mm. Sp: 13mm
- 5: Cartongesso standard 12,5mm. Sp: 13mm

- Potere fonoisolante parete base + controparete -

DIVISORI TRA AULE E CORRIDOIO (R'_{w} 47 dB)

Queste pareti avranno la stessa stratigrafie delle pareti del punto precedente.

Tale tipologia di parete garantirà il soddisfacimento dell'isolamento richiesto.

PARETE MOBILE DIVISORIA NELL'AULA PROVE CORO

Al fine di garantire la flessibilità di utilizzo della sala prove e coro, verrà installata una parete manovrabile composta da elementi indipendenti costituiti da profili metallici rivestiti da pannelli di varia finitura.

Gli elementi scorreranno, tramite uno o due carrelli, su una guida di alluminio fissata a soffitto, senza necessità di guida a pavimento.

La parete si presenterà perfettamente allineata, senza fessure o parti meccaniche in vista e consentirà un isolamento acustico medio variabile, che potrebbe arrivare, a seconda della tipologia e del modello, anche fino a 56 dB.

Tale sistema permetterà di inserire in futuro porte di passaggio senza alterare in alcun modo la funzionalità e le prestazioni.

IMPORTANTE:

Fatta esclusione per la parete mobile inserita nell'aula prove coro, tutte le pareti divisorie dovranno salire interrompendo il pacchetto di copertura fino ad arrivare fin sotto la lamiera grecata, onde creare un "taglio acustico" nello stesso.

La posa in opera delle pareti in cartongesso deve essere effettuata da personale competente, secondo le specifiche tecniche del produttore.

Si prescrive di posizionare le scatole di derivazione di quadri elettrici, le scatole elettriche ecc. realizzando un impianto di tipo "esterno", cioè senza intaccare in alcun modo l'integrità delle partizioni dell'edificio. Se non fosse possibile, si consiglia di realizzare un'apposita contro-parete per il loro alloggio.

5. ISOLAMENTO ACUSTICO AI RUMORI IMPATTIVI **– RUMORE DA CALPESTIO –**

Essendo l'edificio composto da un unico piano fuori terra e quindi con assenza di piani sovrapposti, l'isolamento da rumori impattivi è necessario al fine di evitare trasmissioni di rumore orizzontali tra i diversi locali.

Per contenere il fenomeno è indicato usare la tecnica del “massetto flottante”, utilizzando un particolare materassino in EPDM spessore 5-8 mm (tipo **Grei G8 PTB** della ditta **Isolgomma**) posato tra l'alleggerito per l'alloggio degli impianti e il massetto di posa pavimento.

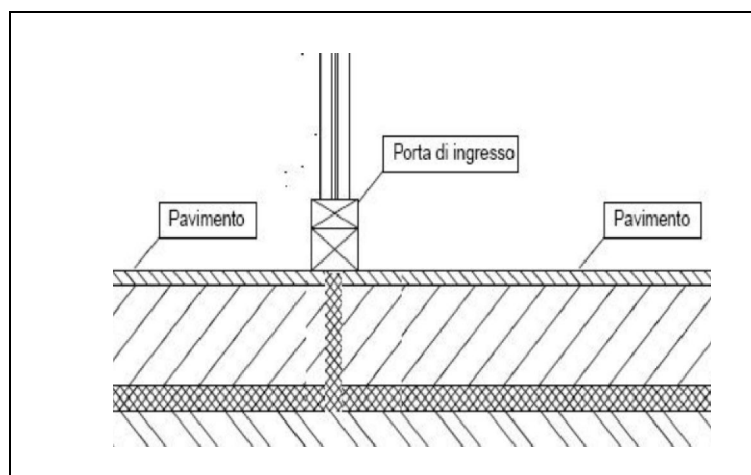
Si consiglia di posare almeno 5 o 6 cm di massetto di sabbia e cemento, garantendone l'uniformità di spessore, al fine di garantire il rispetto del livello massimo di calpestio previsto dal DPCM 5/12/97.

Tra i massetti dei diversi locali si consiglia di interporre una striscia di materiale con resilienza elevata.

Per desolidarizzare il massetto dalle pareti verticali che separano i vari locali, si consiglia di posare in aderenza a tutte le partizioni una fascia autoadesiva in gomma spessore 5 mm, che dovrà essere rifilata solamente dopo la posa del pavimento.

Allo scopo di garantire la desolidarizzazione dei pavimenti dei diversi locali, i massetti sottopavimento dovranno essere tra loro disgiunti in corrispondenza delle porte di accesso, interponendo tra e due parti una striscia di materiale resiliente.

La fessura creatasi potrà poi essere coperta da un coprigiunto metallico o riempita con silicone o comunque stucchi con caratteristiche elastiche.

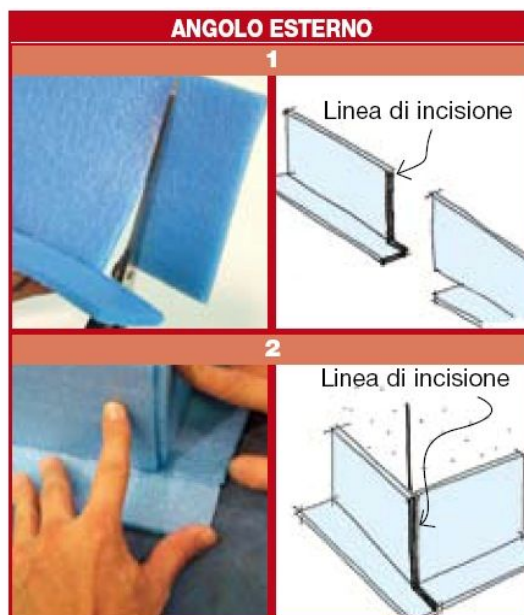
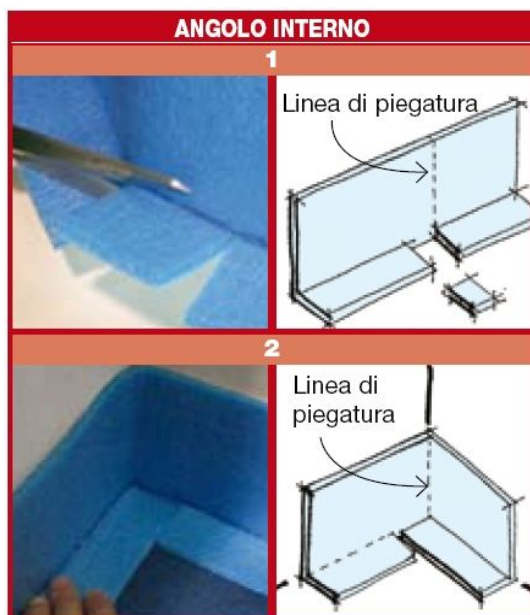


Si consiglia di posare il battiscopa lasciandolo staccato qualche millimetro dal pavimento in modo da non trasmettere i rumori di calpestio alle pareti. In caso si voglia riempire la fuga tra pavimento e battiscopa si consiglia di utilizzare silicone o comunque stucchi con caratteristiche elastiche.

FASI OPERATIVE PER LA POSA DEL PAVIMENTO GALLEGGIANTE

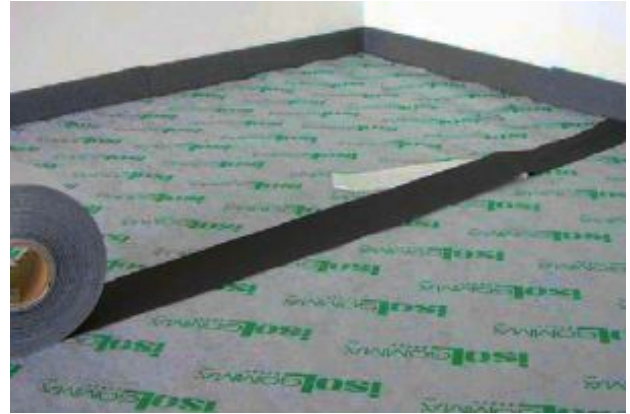
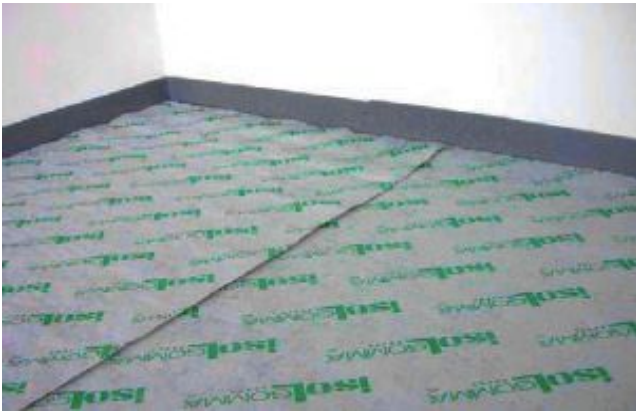
Il sottofondo di livellamento andrà gettato ottenendo un piano liscio e senza protuberanze, per essere pronto alla posa della guaina isolante.

La desolidarizzazione del massetto dalle pareti e dagli eventuali pilastri andrà eseguita tramite la posa di una fascia autoadesiva di polietilene espanso tipo **Profyle** della ditta **Isolgomma**, che andrà posata in aderenza a tutte le partizioni, soglie e pilastri, per evitare connessioni rigide tra le strutture orizzontali e verticali.

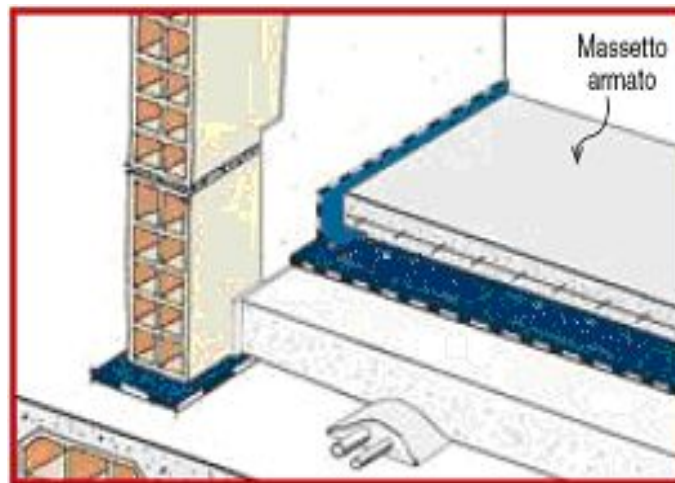


- Particolare di posa degli angoli -

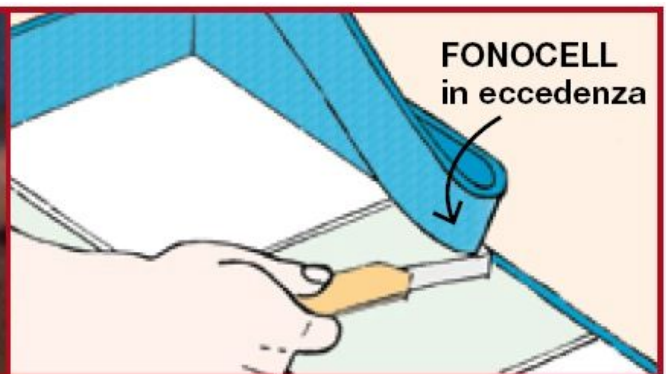
Stendere i rotoli di **Grei G8 PTB** con i granuli di gomma rivolti verso il basso, facendo attenzione a sovrapporli come suggerito dalla battentatura adesiva. In seguito sigillare le giunzioni con apposito nastro in tessuto non tessuto antistrappo impermeabile tipo **Stil 100 WP** della ditta **Isolgomma**.



Dopo aver controllato che non siano presenti strappi nel materassino e che la sovrapposizione con la fascia perimetrale sia continua e regolare, si procederà alla stesura del massetto con rete elettrosaldata.



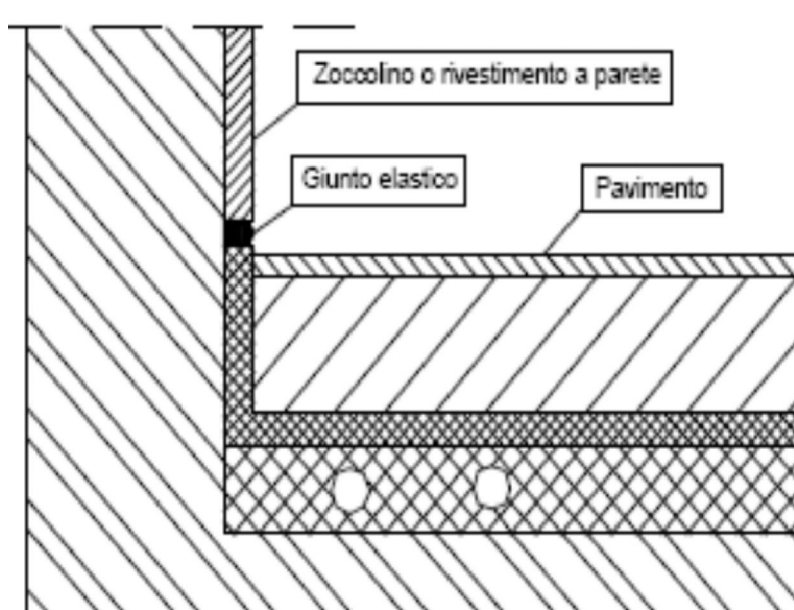
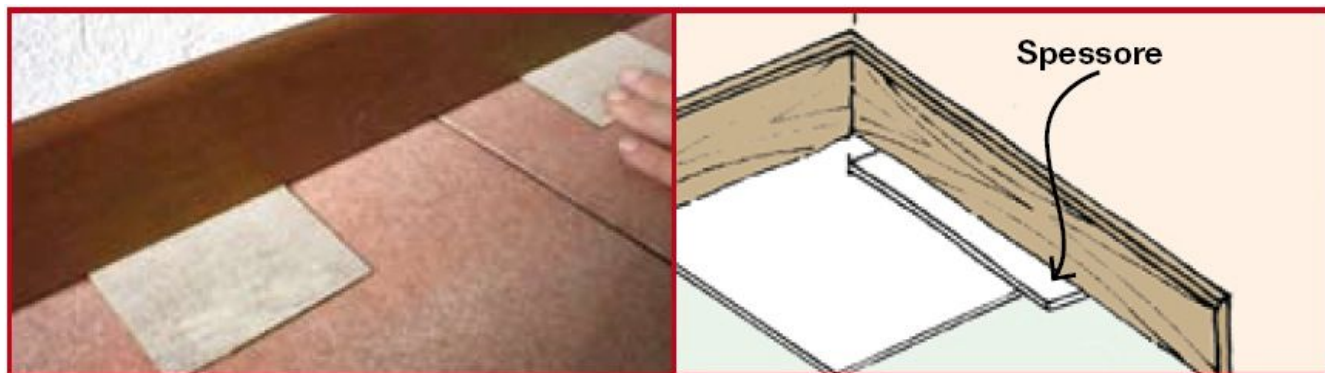
Solo dopo aver posato il pavimento potrà essere tagliata l'eccedenza di nastro isolante perimetrale.



Il battiscopa dovrà essere lasciato qualche millimetro dal pavimento in modo da non intercorrere in ponti acustici che trasmettano vibrazioni dal pavimento alla parete.

In caso sia richiesta l'eliminazione della fessura tra battiscopa o qualsiasi rivestimento a parete dal pavimento, è possibile utilizzare stucchi elastici a base siliconica tipo **Mapei Mapesil**.

Tale materiale deve essere utilizzato per ogni altro contatto rigido.



6. IMPIANTI TECNOLOGICI

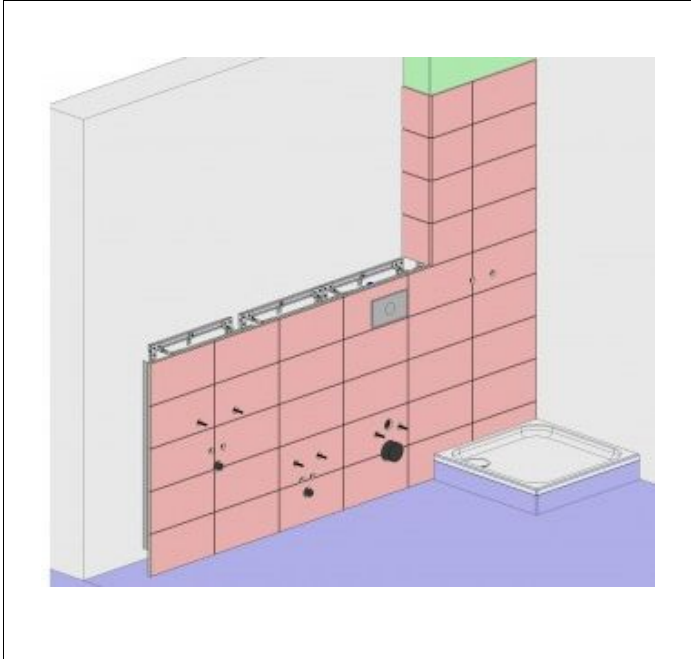
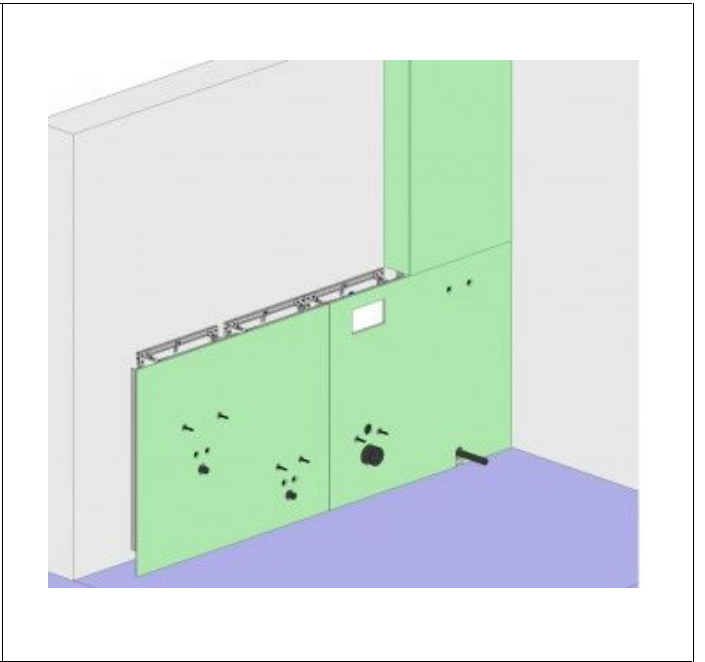
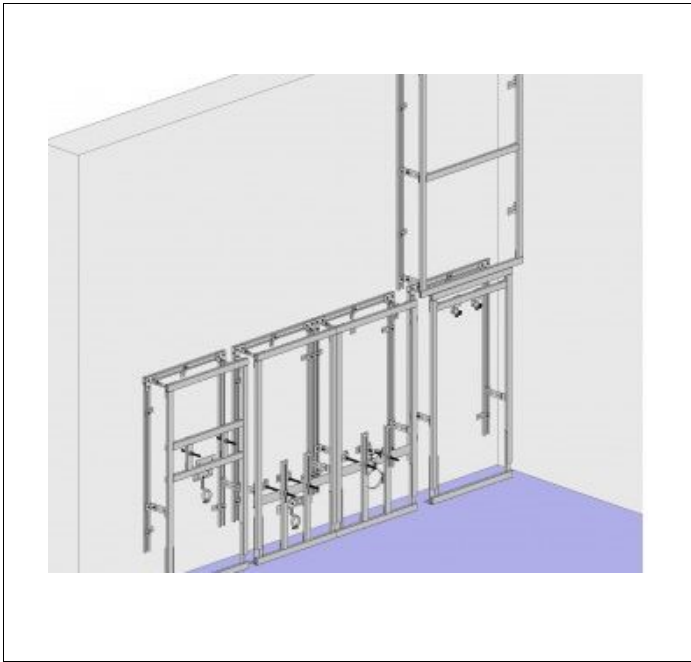
L'interazione degli impianti tecnologici, oltre ad essere causa di rumore in quanto trasforma la struttura in sorgente, altera anche le prestazioni di isolamento della stessa.

Per optare a questo problema, nella scuola saranno utilizzati determinati accorgimenti durante la fase di cantiere della posa in opera quali:

- La velocità del fluido nella rete di distribuzione dell'acqua non dovrà essere superiore ai 2,5 m/s, installando in caso contrario delle valvole di limitazione del flusso nel punto di fornitura di ogni singola unità;
- Ponderare la scelta delle rubinetterie optando per quelle certificate "a bassa emissione acustica" classificate nel gruppo 1 in base alle norme UNI EN 817 e UNI EN 200 le apparecchiature dovranno garantire una differenza del livello normalizzato $D_s = 25$ dB;
- Per prevenire il fenomeno comunemente chiamato del "colpo d'ariete" dovranno essere posti in opera idonei dispositivi che permettano l'espansione del liquido, quali ad esempio tratti di tubazione ciechi disposti verticalmente prima dell'allacciamento alla rubinetteria;
- Le cassette WC saranno tipo GEBERIT (o pari prestazioni acustiche), provviste di rubinetto di carico tipo Unifill a bassa rumorosità di afflusso, o altra cassetta equiparabile per prestazioni acustiche. Tutte le cassette e le tubazioni andranno posizionate fuori dalla sezione delle pareti in apposite contropareti. Nell'intorno dell'alloggiamento della cassetta andrà posizionata della lana di roccia con densità di 40 kg/m³ o in alternativa della lana di vetro con densità di 20/25 kg/m³, per evitare risonanze e qualsiasi contatto rigido.

Le tubazioni di scarico del WC andranno rivestite con un materassino in polietilene espanso a celle chiuse accoppiato a lamina di piombo tipo **Geberit Isol** o **Isolmant Piombo** della ditta **Tecnoasfalti**. Evitare curve a 90° e prediligere 2 curve a 45°

- Allocamento delle tubazioni in apposite contropareti, per evitare che gli impianti trasformino la struttura in sorgente, vanificando la prestazione della parete ottenuta tramite calcolo o certificata da prove di laboratorio.



7. TEMPO DI RIVERBERAZIONE

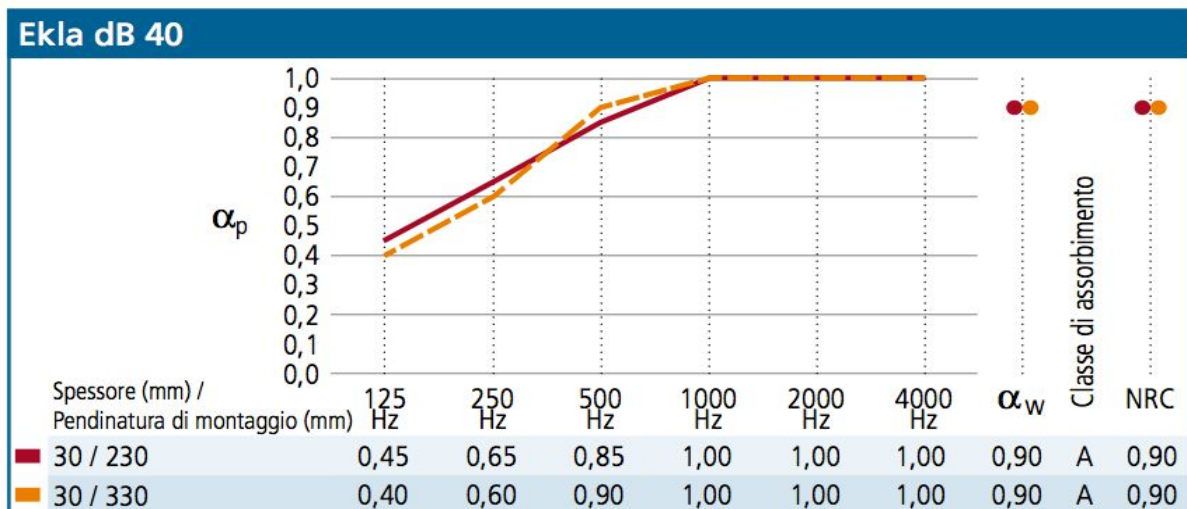
Il tempo di riverberazione, convenzionalmente indicato con T_{60} , è il tempo misurato in secondi impiegato dal suono per attenuarsi di 60 dB dal momento in cui la sorgente cessa di emettere suono.

Attualmente il tempo di riverberazione deve essere calcolato e rispettato in opera, l'unico ragguglio normativo in merito è la Circolare Ministeriale n. 3150 del 22 maggio 1967 "Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici" specifica che la media dei tempi di riverberazione misurati alle frequenze 250 – 500 – 1000 – 2000 Hz non deve superare 1,2 secondi ad aula arredata, con la presenza di due persone al massimo.

Il tempo di riverberazione è direttamente proporzionale al volume dell'ambiente ma può essere attenuato tramite la posa di correzioni acustiche in pannelli in materiali fono assorbenti.

Il bando di gara richiedeva dei tempi di riverbero più prestanti rispetto al valore di 1,2 secondi descritto dalla Circolare Ministeriale, il tempo di riverbero varia a seconda della tipologia di strumento utilizzato all'interno dell'aula.

All'interno delle aule didattiche tradizionali verrà posato un controsoffitto a quadrotti con caratteristiche fonoisolanti e fonoassorbenti, ad una quota di 3,00 m dal piano di calpestio finito, costituito da pannelli acustici in lana di roccia dello spessore di 30 mm, rivestito con un velo verniciato a finitura liscia sulla faccia a vista e una membrana ad alte prestazioni sulla faccia superiore. Controsoffitto tipo **EKLA dB 40** della ditta **Rockfon**. Tale controsoffitto garantirà un buon assorbimento acustico.



Anche la sala prove verrà dotata di tale controsoffitto ma, come espressamente richiesto dal testo del Capitolato Speciale d'Appalto, saranno aggiunti altri accorgimenti per la correzione del tempo di riverbero.

Davanti alle ampie superfici vetrate, che per definizione sono considerate tra le superfici più acusticamente riflettenti, saranno montati tendaggi in velluto fonoassorbente per ottimizzare l'acustica e isolare la stanza da luce e rumore esterni.

I tendaggi potranno essere montati su binari a soffitto o su apposito bastone.

Questa soluzione garantirà una flessibilità di utilizzo che andrà incontro ai diversi gusti di ascolto dei diversi docenti che utilizzeranno l'aula, dando la possibilità di ottenere un ambiente più "sordo" o più "risonante" a seconda dell'apertura dei tendaggi.

In qualsiasi caso, con questi accorgimenti, la sala risulterà ampiamente in linea con i tempi di riverbero richiesti dal bando di gara.

Le cabine Boxy sono già dotate di un sistema di correzione acustica variabile composto da pannelli mobili a parete, altamente performanti ai fini del controllo acustico.

Di seguito viene riportata una planimetria esplicativa delle richieste inserite all'interno del bando di gara, per quanto riguarda il diverso tempo di riverbero delle aule.

CALCOLO DEL TEMPO DI RIVERBERO (TR60) PER OGNI LOCALE ANALIZZATO

- AULA CANTO E FIATI -

AULA VUOTA

Calcolo del tempo di riverbero TR della stanza d'ascolto per gli indicati valori di frequenza

| superficie | S (m2) | 125Hz | | 250Hz | | 500Hz | | 1kHz | | 2kHz | | 4kHz | |
|-------------------------------------|--------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|------|----------------------|------|----------------------|------|----------------------|
| | | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S |
| pareti doppia lastra in cartongesso | 43,16 | 0,20 | 8,632 | 0,12 | 5,179 | 0,10 | 4,316 | 0,07 | 3,021 | 0,07 | 3,021 | 0,07 | 3,021 |
| finestre (vetro+telaio) | 2,50 | 0,15 | 0,375 | 0,05 | 0,125 | 0,03 | 0,075 | 0,03 | 0,075 | 0,02 | 0,050 | 0,02 | 0,050 |
| Controsoffitto EKLA | 10 | 0,45 | 4,500 | 0,65 | 6,500 | 0,9 | 9,000 | 1 | 10,000 | 1 | 10,000 | 1 | 10,000 |
| Pavimentazione ceramica | 15,10 | 0,01 | 0,151 | 0,01 | 0,151 | 0,01 | 0,151 | 0,01 | 0,151 | 0,02 | 0,302 | 0,02 | 0,302 |
| porta ingresso | 2,52 | 0,14 | 0,353 | 0,1 | 0,252 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 |
| banco e sedia vuota | 2 | 0,03 | 0,060 | 0,03 | 0,060 | 0,03 | 0,060 | 0,03 | 0,060 | 0,02 | 0,040 | 0,00 | 0,000 |
| banco e sedia occupata | 0 | 0,17 | 0,000 | 0,21 | 0,000 | 0,26 | 0,000 | 0,3 | 0,000 | 0,33 | 0,000 | 0,37 | 0,000 |
| tot | | | 14,071 | | 12,267 | | 13,804 | | 13,509 | | 13,616 | | 13,576 |
| volume stanza (m3) 45,60 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | TR (sec) 0,52 | | TR (sec) 0,59 | | TR (sec) 0,53 | | TR (sec) 0,54 | | TR (sec) 0,54 | | TR (sec) 0,54 |

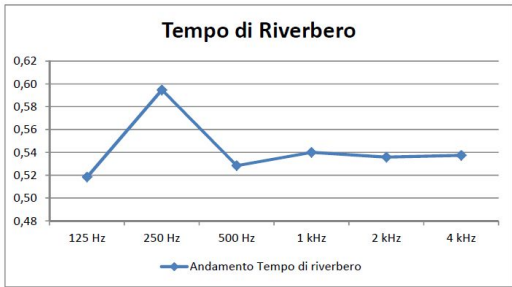
Media dei Tempi di riverbero **0,55** **CORRETTO**

AULA CANTO & FIATI --> T60~0.5-0.6 s

LEGENDA
 a=indice di assorbimento dei materiali
 S= superficie in metri quadri dei materiali
 V=volume stanza d'ascolto
 TR=tempo di riverbero in secondi per ogni valore di frequenza

$TR = 0,16 \cdot V / (a \cdot S)$

stanza di piccole/media dimensioni $0,5 < TR < 1$



AULA OCCUPATA

| superficie | S (m2) | 125Hz | | 250Hz | | 500Hz | | 1kHz | | 2kHz | | 4kHz | |
|-------------------------------------|--------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|------|----------------------|------|----------------------|------|----------------------|
| | | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S |
| pareti doppia lastra in cartongesso | 43,16 | 0,20 | 8,632 | 0,12 | 5,179 | 0,10 | 4,316 | 0,07 | 3,021 | 0,07 | 3,021 | 0,07 | 3,021 |
| finestre (vetro+telaio) | 2,50 | 0,15 | 0,375 | 0,05 | 0,125 | 0,03 | 0,075 | 0,03 | 0,075 | 0,02 | 0,050 | 0,02 | 0,050 |
| Controsoffitto EKLA | 10 | 0,45 | 4,500 | 0,65 | 6,500 | 0,9 | 9,000 | 1 | 10,000 | 1 | 10,000 | 1 | 10,000 |
| Pavimentazione ceramica | 15,10 | 0,01 | 0,151 | 0,01 | 0,151 | 0,01 | 0,151 | 0,01 | 0,151 | 0,02 | 0,302 | 0,02 | 0,302 |
| porta ingresso | 2,52 | 0,14 | 0,353 | 0,1 | 0,252 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 |
| banco e sedia vuota | 0 | 0,03 | 0,000 | 0,03 | 0,000 | 0,03 | 0,000 | 0,03 | 0,000 | 0,02 | 0,000 | 0,00 | 0,000 |
| banco e sedia occupata | 2 | 0,17 | 0,340 | 0,21 | 0,420 | 0,26 | 0,520 | 0,3 | 0,600 | 0,33 | 0,660 | 0,37 | 0,740 |
| tot | | | 14,351 | | 12,627 | | 14,264 | | 14,049 | | 14,235 | | 14,315 |
| volume stanza (m3) 45,60 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | TR (sec) 0,51 | | TR (sec) 0,58 | | TR (sec) 0,51 | | TR (sec) 0,52 | | TR (sec) 0,51 | | TR (sec) 0,51 |

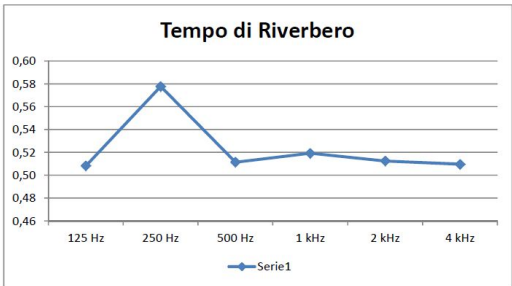
Media dei Tempi di riverbero **0,53** **CORRETTO**

AULA CANTO & FIATI --> T60~0.5-0.6 s

LEGENDA
 a=indice di assorbimento dei materiali
 S= superficie in metri quadri dei materiali
 V=volume stanza d'ascolto
 TR=tempo di riverbero in secondi per ogni valore di frequenza

$TR = 0,16 \cdot V / (a \cdot S)$

stanza di piccole/media dimensioni $0,5 < TR < 1$



- AULA ARCHI -

AULA VUOTA

Calcolo del tempo di riverbero TR della stanza d'ascolto per gli indicati valori di frequenza

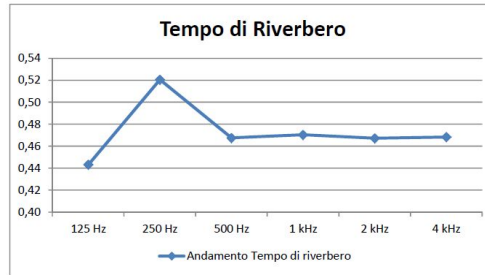
| superficie | S (m2) | 125Hz | | 250Hz | | 500Hz | | 1kHz | | 2kHz | | 4kHz | |
|--|-----------|---------------|-------|-----------------|-------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|
| | | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S |
| pareti doppia lastra in cartongesso | 28,28 | 0,20 | 5,656 | 0,12 | 3,394 | 0,10 | 2,828 | 0,07 | 1,980 | 0,07 | 1,980 | 0,07 | 1,980 |
| pareti lastra singola in cartongesso su XLam | 14,88 | 0,30 | 4,464 | 0,15 | 2,232 | 0,10 | 1,488 | 0,07 | 1,042 | 0,07 | 1,042 | 0,07 | 1,042 |
| finestre (vetro+telaio) | 2,50 | 0,15 | 0,375 | 0,05 | 0,125 | 0,03 | 0,075 | 0,03 | 0,075 | 0,02 | 0,050 | 0,02 | 0,050 |
| Controsoffitto EKLA | 12 | 0,45 | 5,400 | 0,65 | 7,800 | 0,9 | 10,800 | 1 | 12,000 | 1 | 12,000 | 1 | 12,000 |
| Pavimentazione ceramica | 15,20 | 0,01 | 0,152 | 0,01 | 0,152 | 0,01 | 0,152 | 0,01 | 0,152 | 0,02 | 0,304 | 0,02 | 0,304 |
| porta ingresso | 2,52 | 0,14 | 0,353 | 0,1 | 0,252 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 |
| banco e sedia vuota | 2 | 0,03 | 0,060 | 0,03 | 0,060 | 0,03 | 0,060 | 0,03 | 0,060 | 0,02 | 0,040 | 0,00 | 0,000 |
| banco e sedia occupata | 0 | 0,17 | 0,000 | 0,21 | 0,000 | 0,26 | 0,000 | 0,3 | 0,000 | 0,33 | 0,000 | 0,37 | 0,000 |
| volume stanza (m3) 45,60 | | tot 16,460 | | tot 14,015 | | tot 15,605 | | tot 15,510 | | tot 15,517 | | tot 15,577 | |
| | | TR (sec) 0,44 | | TR (sec) 0,52 | | TR (sec) 0,47 | | TR (sec) 0,47 | | TR (sec) 0,47 | | TR (sec) 0,47 | |
| Media dei Tempi di riverbero | | 0,48 | | CORRETTO | | | | | | | | | |

AULA ARCHI --> T60 ~ 0,7 s

LEGENDA
a=indice di assorbimento dei materiali
S= superficie in metri quadri dei materiali
V=volume stanza d'ascolto
TR=tempo di riverbero in secondi per ogni valore di frequenza

$TR = 0,16 \cdot V / (a \cdot S)$

stanza di piccole/media dimensioni $0,5 < TR < 1$



AULA OCCUPATA

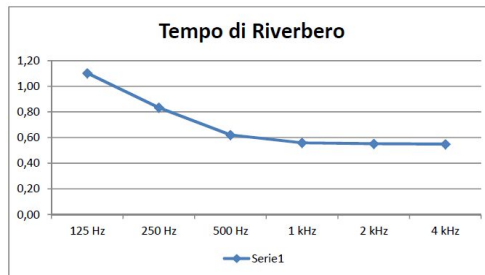
| superficie | S (m2) | 125Hz | | 250Hz | | 500Hz | | 1kHz | | 2kHz | | 4kHz | |
|--|-----------|---------------|-------|-----------------|-------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|
| | | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S |
| pareti doppia lastra in cartongesso | 28,28 | 0,20 | 5,656 | 0,12 | 3,394 | 0,10 | 2,828 | 0,07 | 1,980 | 0,07 | 1,980 | 0,07 | 1,980 |
| pareti lastra singola in cartongesso su XLam | 14,88 | 0,30 | 4,464 | 0,15 | 2,232 | 0,10 | 1,488 | 0,07 | 1,042 | 0,07 | 1,042 | 0,07 | 1,042 |
| finestre (vetro+telaio) | 2,50 | 0,15 | 0,375 | 0,05 | 0,125 | 0,03 | 0,075 | 0,03 | 0,075 | 0,02 | 0,050 | 0,02 | 0,050 |
| Controsoffitto EKLA | 12 | 0,45 | 5,400 | 0,65 | 7,800 | 0,9 | 10,800 | 1 | 12,000 | 1 | 12,000 | 1 | 12,000 |
| Pavimentazione ceramica | 15,10 | 0,01 | 0,151 | 0,01 | 0,151 | 0,01 | 0,151 | 0,01 | 0,151 | 0,02 | 0,302 | 0,02 | 0,302 |
| porta ingresso | 2,52 | 0,14 | 0,353 | 0,1 | 0,252 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 |
| banco e sedia vuota | 0 | 0,03 | 0,000 | 0,03 | 0,000 | 0,03 | 0,000 | 0,03 | 0,000 | 0,02 | 0,000 | 0,00 | 0,000 |
| banco e sedia occupata | 2 | 0,17 | 0,340 | 0,21 | 0,420 | 0,26 | 0,520 | 0,3 | 0,600 | 0,33 | 0,660 | 0,37 | 0,740 |
| volume stanza (m3) 45,60 | | tot 6,619 | | tot 8,748 | | tot 11,748 | | tot 13,028 | | tot 13,214 | | tot 13,294 | |
| | | TR (sec) 1,10 | | TR (sec) 0,83 | | TR (sec) 0,62 | | TR (sec) 0,56 | | TR (sec) 0,55 | | TR (sec) 0,55 | |
| Media dei Tempi di riverbero | | 0,64 | | CORRETTO | | | | | | | | | |

AULA ARCHI --> T60 ~ 0,7 s

LEGENDA
a=indice di assorbimento dei materiali
S= superficie in metri quadri dei materiali
V=volume stanza d'ascolto
TR=tempo di riverbero in secondi per ogni valore di frequenza

$TR = 0,16 \cdot V / (a \cdot S)$

stanza di piccole/media dimensioni $0,5 < TR < 1$



- AULA PIANOFORTE -

AULA VUOTA

Calcolo del tempo di riverbero TR della stanza d'ascolto per gli indicati valori di frequenza

| superficie | S (m2) | 125Hz | | 250Hz | | 500Hz | | 1kHz | | 2kHz | | 4kHz | |
|--|-----------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|
| | | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S |
| pareti doppia lastra in cartongesso | 43,16 | 0,20 | 8,632 | 0,12 | 5,179 | 0,10 | 4,316 | 0,07 | 3,021 | 0,07 | 3,021 | 0,07 | 3,021 |
| pareti lastra singola in cartongesso su XLam | 0 | 0,30 | 0,000 | 0,15 | 0,000 | 0,10 | 0,000 | 0,07 | 0,000 | 0,07 | 0,000 | 0,07 | 0,000 |
| finestre (vetro+telaio) | 2,50 | 0,15 | 0,375 | 0,05 | 0,125 | 0,03 | 0,075 | 0,03 | 0,075 | 0,02 | 0,050 | 0,02 | 0,050 |
| Controsoffitto EKLA | 12 | 0,45 | 5,400 | 0,65 | 7,800 | 0,9 | 10,800 | 1 | 12,000 | 1 | 12,000 | 1 | 12,000 |
| Pavimentazione ceramica | 15,20 | 0,01 | 0,152 | 0,01 | 0,152 | 0,01 | 0,152 | 0,01 | 0,152 | 0,02 | 0,304 | 0,02 | 0,304 |
| porta ingresso | 4,2 | 0,14 | 0,588 | 0,1 | 0,420 | 0,08 | 0,336 | 0,08 | 0,336 | 0,08 | 0,336 | 0,08 | 0,336 |
| banco e sedia vuota | 2 | 0,03 | 0,060 | 0,03 | 0,060 | 0,03 | 0,060 | 0,03 | 0,060 | 0,02 | 0,040 | 0,00 | 0,000 |
| banco e sedia occupata | 0 | 0,17 | 0,000 | 0,21 | 0,000 | 0,26 | 0,000 | 0,3 | 0,000 | 0,33 | 0,000 | 0,37 | 0,000 |
| volume stanza (m3) 45,60 | | tot 15,207 | | tot 13,736 | | tot 15,739 | | tot 15,644 | | tot 15,751 | | tot 15,711 | |
| | | TR (sec) 0,48 | | TR (sec) 0,53 | | TR (sec) 0,46 | | TR (sec) 0,47 | | TR (sec) 0,46 | | TR (sec) 0,46 | |

| | | |
|------------------------------|------|-----------------|
| Media dei Tempi di riverbero | 0,48 | CORRETTO |
|------------------------------|------|-----------------|

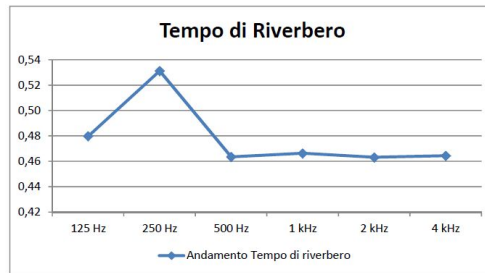
AULA PIANOFORTE --> T60 ~ 0.7 s

LEGENDA

a=indice di assorbimento dei materiali
S= superficie in metri quadri dei materiali
V=volume stanza d'ascolto
TR=tempo di riverbero in secondi per ogni valore di frequenza

$TR = 0,16 \cdot V / (a \cdot S)$

stanza di piccole/media dimensioni 0,5 < TR < 1



AULA OCCUPATA

| superficie | S (m2) | 125Hz | | 250Hz | | 500Hz | | 1kHz | | 2kHz | | 4kHz | |
|--|-----------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|
| | | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S |
| pareti doppia lastra in cartongesso | 43,16 | 0,20 | 8,632 | 0,12 | 5,179 | 0,10 | 4,316 | 0,07 | 3,021 | 0,07 | 3,021 | 0,07 | 3,021 |
| pareti lastra singola in cartongesso su XLam | 14,88 | 0,30 | 4,464 | 0,15 | 2,232 | 0,10 | 1,488 | 0,07 | 1,042 | 0,07 | 1,042 | 0,07 | 1,042 |
| finestre (vetro+telaio) | 2,50 | 0,15 | 0,375 | 0,05 | 0,125 | 0,03 | 0,075 | 0,03 | 0,075 | 0,02 | 0,050 | 0,02 | 0,050 |
| Controsoffitto EKLA | 12 | 0,45 | 5,400 | 0,65 | 7,800 | 0,9 | 10,800 | 1 | 12,000 | 1 | 12,000 | 1 | 12,000 |
| Pavimentazione ceramica | 15,10 | 0,01 | 0,151 | 0,01 | 0,151 | 0,01 | 0,151 | 0,01 | 0,151 | 0,02 | 0,302 | 0,02 | 0,302 |
| porta ingresso | 4,2 | 0,14 | 0,588 | 0,1 | 0,420 | 0,08 | 0,336 | 0,08 | 0,336 | 0,08 | 0,336 | 0,08 | 0,336 |
| banco e sedia vuota | 0 | 0,03 | 0,000 | 0,03 | 0,000 | 0,03 | 0,000 | 0,03 | 0,000 | 0,02 | 0,000 | 0,00 | 0,000 |
| banco e sedia occupata | 2 | 0,17 | 0,340 | 0,21 | 0,420 | 0,26 | 0,520 | 0,3 | 0,600 | 0,33 | 0,660 | 0,37 | 0,740 |
| volume stanza (m3) 45,60 | | tot 6,854 | | tot 8,916 | | tot 11,882 | | tot 13,162 | | tot 13,348 | | tot 13,428 | |
| | | TR (sec) 1,06 | | TR (sec) 0,82 | | TR (sec) 0,61 | | TR (sec) 0,55 | | TR (sec) 0,55 | | TR (sec) 0,54 | |

| | | |
|------------------------------|------|-----------------|
| Media dei Tempi di riverbero | 0,63 | CORRETTO |
|------------------------------|------|-----------------|

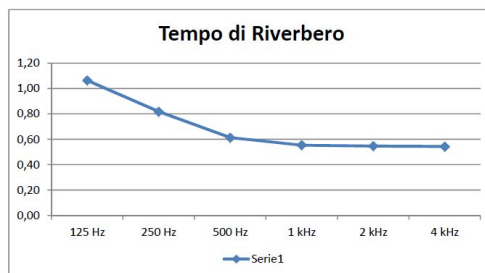
AULA PIANOFORTE --> T60 ~ 0.7 s

LEGENDA

a=indice di assorbimento dei materiali
S= superficie in metri quadri dei materiali
V=volume stanza d'ascolto
TR=tempo di riverbero in secondi per ogni valore di frequenza

$TR = 0,16 \cdot V / (a \cdot S)$

stanza di piccole/media dimensioni 0,5 < TR < 1



- AULA TEORIA -

AULA VUOTA

Calcolo del tempo di riverbero TR della stanza d'ascolto per gli indicati valori di frequenza

| superficie | S (m2) | 125Hz | | 250Hz | | 500Hz | | 1kHz | | 2kHz | | 4kHz | |
|--|-----------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|
| | | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S |
| pareti doppia lastra in cartongesso | 28,28 | 0,20 | 5,656 | 0,12 | 3,394 | 0,10 | 2,828 | 0,07 | 1,980 | 0,07 | 1,980 | 0,07 | 1,980 |
| pareti lastra singola in cartongesso su XLam | 14,88 | 0,30 | 4,464 | 0,15 | 2,232 | 0,10 | 1,488 | 0,07 | 1,042 | 0,07 | 1,042 | 0,07 | 1,042 |
| finestre (vetro+telaio) | 2,50 | 0,15 | 0,375 | 0,05 | 0,125 | 0,03 | 0,075 | 0,03 | 0,075 | 0,02 | 0,050 | 0,02 | 0,050 |
| Controsoffitto EKLA | 12 | 0,45 | 5,400 | 0,65 | 7,800 | 0,9 | 10,800 | 1 | 12,000 | 1 | 12,000 | 1 | 12,000 |
| Pavimentazione ceramica | 15,20 | 0,01 | 0,152 | 0,01 | 0,152 | 0,01 | 0,152 | 0,01 | 0,152 | 0,02 | 0,304 | 0,02 | 0,304 |
| porta ingresso | 2,52 | 0,14 | 0,353 | 0,1 | 0,252 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 |
| banco e sedia vuota | 2 | 0,03 | 0,060 | 0,03 | 0,060 | 0,03 | 0,060 | 0,03 | 0,060 | 0,02 | 0,040 | 0,00 | 0,000 |
| banco e sedia occupata | 0 | 0,17 | 0,000 | 0,21 | 0,000 | 0,26 | 0,000 | 0,3 | 0,000 | 0,33 | 0,000 | 0,37 | 0,000 |
| totale | | | 16,460 | | 14,015 | | 15,605 | | 15,510 | | 15,617 | | 15,577 |
| volume stanza (m3) 45,60 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | TR (sec) 0,44 | | TR (sec) 0,52 | | TR (sec) 0,47 | | TR (sec) 0,47 | | TR (sec) 0,47 | | TR (sec) 0,47 |

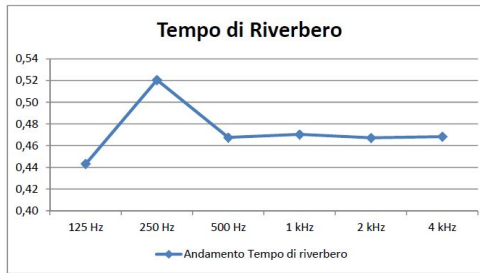
Media dei Tempi di riverbero **0,48** **CORRETTO**

AULA TEORIA --> T60 ~ 0,7 s

LEGENDA
 a=indice di assorbimento dei materiali
 S= superficie in metri quadri dei materiali
 V=volume stanza d'ascolto
 TR=tempo di riverbero in secondi per ogni valore di frequenza

$TR = 0,16 \cdot V / (a \cdot S)$

stanza di piccole/media dimensioni $0,5 < TR < 1$



AULA OCCUPATA

| superficie | S (m2) | 125Hz | | 250Hz | | 500Hz | | 1kHz | | 2kHz | | 4kHz | |
|--|-----------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|
| | | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S |
| pareti doppia lastra in cartongesso | 28,28 | 0,20 | 5,656 | 0,12 | 3,394 | 0,10 | 2,828 | 0,07 | 1,980 | 0,07 | 1,980 | 0,07 | 1,980 |
| pareti lastra singola in cartongesso su XLam | 14,88 | 0,30 | 4,464 | 0,15 | 2,232 | 0,10 | 1,488 | 0,07 | 1,042 | 0,07 | 1,042 | 0,07 | 1,042 |
| finestre (vetro+telaio) | 2,50 | 0,15 | 0,375 | 0,05 | 0,125 | 0,03 | 0,075 | 0,03 | 0,075 | 0,02 | 0,050 | 0,02 | 0,050 |
| Controsoffitto EKLA | 12 | 0,45 | 5,400 | 0,65 | 7,800 | 0,9 | 10,800 | 1 | 12,000 | 1 | 12,000 | 1 | 12,000 |
| Pavimentazione ceramica | 15,10 | 0,01 | 0,151 | 0,01 | 0,151 | 0,01 | 0,151 | 0,01 | 0,151 | 0,02 | 0,302 | 0,02 | 0,302 |
| porta ingresso | 2,52 | 0,14 | 0,353 | 0,1 | 0,252 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 |
| banco e sedia vuota | 0 | 0,03 | 0,000 | 0,03 | 0,000 | 0,03 | 0,000 | 0,03 | 0,000 | 0,02 | 0,000 | 0,00 | 0,000 |
| banco e sedia occupata | 2 | 0,17 | 0,340 | 0,21 | 0,420 | 0,26 | 0,520 | 0,3 | 0,600 | 0,33 | 0,660 | 0,37 | 0,740 |
| totale | | | 6,619 | | 8,748 | | 11,748 | | 13,028 | | 13,214 | | 13,294 |
| volume stanza (m3) 45,60 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | TR (sec) 1,10 | | TR (sec) 0,83 | | TR (sec) 0,62 | | TR (sec) 0,56 | | TR (sec) 0,55 | | TR (sec) 0,55 |

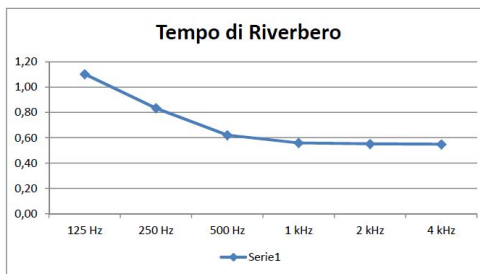
Media dei Tempi di riverbero **0,64** **CORRETTO**

AULA TEORIA --> T60 ~ 0,7 s

LEGENDA
 a=indice di assorbimento dei materiali
 S= superficie in metri quadri dei materiali
 V=volume stanza d'ascolto
 TR=tempo di riverbero in secondi per ogni valore di frequenza

$TR = 0,16 \cdot V / (a \cdot S)$

stanza di piccole/media dimensioni $0,5 < TR < 1$



- AULA COLLETTIVA (30 mq) -

AULA VUOTA

Calcolo del tempo di riverbero TR della stanza d'ascolto per gli indicati valori di frequenza

| superficie | S (m2) | 125Hz | | 250Hz | | 500Hz | | 1kHz | | 2kHz | | 4kHz | |
|--|-----------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|
| | | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S |
| pareti doppia lastra in cartongesso | 41,16 | 0,20 | 8,232 | 0,12 | 4,939 | 0,10 | 4,116 | 0,07 | 2,881 | 0,07 | 2,881 | 0,07 | 2,881 |
| pareti lastra singola in cartongesso su XLam | 14,88 | 0,30 | 4,464 | 0,15 | 2,232 | 0,10 | 1,488 | 0,07 | 1,042 | 0,07 | 1,042 | 0,07 | 1,042 |
| finestre (vetro+telaio) | 7,5 | 0,15 | 1,125 | 0,05 | 0,375 | 0,03 | 0,225 | 0,03 | 0,225 | 0,02 | 0,150 | 0,02 | 0,150 |
| Controsoffitto EKLA | 20 | 0,45 | 9,000 | 0,65 | 13,000 | 0,9 | 18,000 | 1 | 20,000 | 1 | 20,000 | 1 | 20,000 |
| Pavimentazione ceramica | 30 | 0,01 | 0,300 | 0,01 | 0,300 | 0,01 | 0,300 | 0,01 | 0,300 | 0,02 | 0,600 | 0,02 | 0,600 |
| porta ingresso | 2,52 | 0,14 | 0,353 | 0,1 | 0,252 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 |
| banco e sedia vuota | 12 | 0,03 | 0,360 | 0,03 | 0,360 | 0,03 | 0,360 | 0,03 | 0,360 | 0,02 | 0,240 | 0,00 | 0,000 |
| banco e sedia occupata | 0 | 0,17 | 0,000 | 0,21 | 0,000 | 0,26 | 0,000 | 0,3 | 0,000 | 0,33 | 0,000 | 0,37 | 0,000 |
| tot | | | 23,834 | | 21,458 | | 24,691 | | 25,008 | | 25,114 | | 24,874 |
| volume stanza (m3) 90 | | | | | | | | | | | | | |
| TR (sec) | | | 0,60 | | 0,67 | | 0,58 | | 0,58 | | 0,57 | | 0,58 |

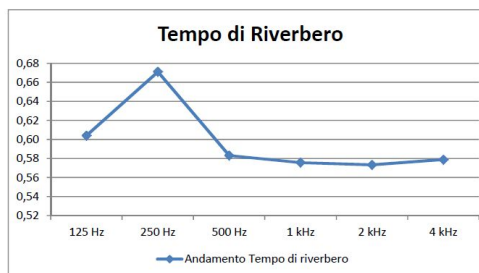
Media dei Tempi di riverbero **0,60** **CORRETTO**

AULE COLLETTIVE--> T60 ~ 0,7 s

LEGENDA

a=indice di assorbimento dei materiali
S= superficie in metri quadri dei materiali
V=volume stanza d'ascolto
TR=tempo di riverbero in secondi per ogni valore di frequenza

$TR = 0,16 \cdot V / (a \cdot S)$



AULA OCCUPATA

| superficie | S (m2) | 125Hz | | 250Hz | | 500Hz | | 1kHz | | 2kHz | | 4kHz | |
|--|-----------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|
| | | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S |
| pareti doppia lastra in cartongesso | 41,16 | 0,20 | 8,232 | 0,12 | 4,939 | 0,10 | 4,116 | 0,07 | 2,881 | 0,07 | 2,881 | 0,07 | 2,881 |
| pareti lastra singola in cartongesso su XLam | 14,88 | 0,30 | 4,464 | 0,15 | 2,232 | 0,10 | 1,488 | 0,07 | 1,042 | 0,07 | 1,042 | 0,07 | 1,042 |
| finestre (vetro+telaio) | 7,5 | 0,15 | 1,125 | 0,05 | 0,375 | 0,03 | 0,225 | 0,03 | 0,225 | 0,02 | 0,150 | 0,02 | 0,150 |
| Controsoffitto EKLA | 20 | 0,45 | 9,000 | 0,65 | 13,000 | 0,9 | 18,000 | 1 | 20,000 | 1 | 20,000 | 1 | 20,000 |
| Pavimentazione ceramica | 30 | 0,01 | 0,300 | 0,01 | 0,300 | 0,01 | 0,300 | 0,01 | 0,300 | 0,02 | 0,600 | 0,02 | 0,600 |
| porta ingresso | 2,52 | 0,14 | 0,353 | 0,1 | 0,252 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 |
| banco e sedia vuota | 0 | 0,03 | 0,000 | 0,03 | 0,000 | 0,03 | 0,000 | 0,03 | 0,000 | 0,02 | 0,000 | 0,00 | 0,000 |
| banco e sedia occupata | 12 | 0,17 | 2,040 | 0,21 | 2,520 | 0,26 | 3,120 | 0,3 | 3,600 | 0,33 | 3,960 | 0,37 | 4,440 |
| tot | | | 25,514 | | 23,618 | | 27,451 | | 28,249 | | 28,834 | | 29,314 |
| volume stanza (m3) 90 | | | | | | | | | | | | | |
| TR (sec) | | | 0,56 | | 0,61 | | 0,52 | | 0,51 | | 0,50 | | 0,49 |

Media dei Tempi di riverbero **0,54** **CORRETTO**

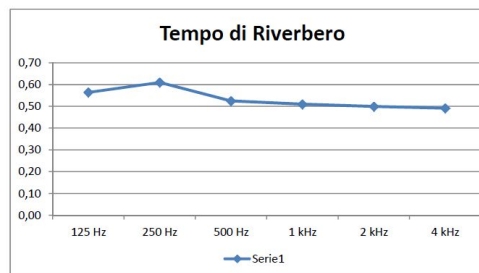
AULE COLLETTIVE--> T60 ~ 0,7 s

LEGENDA

a=indice di assorbimento dei materiali
S= superficie in metri quadri dei materiali
V=volume stanza d'ascolto
TR=tempo di riverbero in secondi per ogni valore di frequenza

$TR = 0,16 \cdot V / (a \cdot S)$

stanza di piccole/media dimensioni 0,5<TR<1



- AULA COLLETTIVA (35 mq) -

AULA VUOTA

Calcolo del tempo di riverbero TR della stanza d'ascolto per gli indicati valori di frequenza

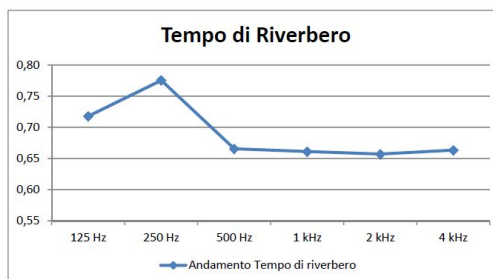
| superficie | S (m2) | 125Hz | | 250Hz | | 500Hz | | 1kHz | | 2kHz | | 4kHz | |
|-------------------------------------|-----------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|
| | | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S |
| pareti doppia lastra in cartongesso | 61,08 | 0,20 | 12,216 | 0,12 | 7,330 | 0,10 | 6,108 | 0,07 | 4,276 | 0,07 | 4,276 | 0,07 | 4,276 |
| finestre (vetro+telaio) | 7,5 | 0,15 | 1,125 | 0,05 | 0,375 | 0,03 | 0,225 | 0,03 | 0,225 | 0,02 | 0,150 | 0,02 | 0,150 |
| Controsoffitto EKLA | 20 | 0,45 | 9,000 | 0,65 | 13,000 | 0,9 | 18,000 | 1 | 20,000 | 1 | 20,000 | 1 | 20,000 |
| Pavimentazione ceramica | 35 | 0,01 | 0,350 | 0,01 | 0,350 | 0,01 | 0,350 | 0,01 | 0,350 | 0,02 | 0,700 | 0,02 | 0,700 |
| porta ingresso | 2,52 | 0,14 | 0,353 | 0,1 | 0,252 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 |
| banco e sedia vuota | 12 | 0,03 | 0,360 | 0,03 | 0,360 | 0,03 | 0,360 | 0,03 | 0,360 | 0,02 | 0,240 | 0,00 | 0,000 |
| banco e sedia occupata | 0 | 0,17 | 0,000 | 0,21 | 0,000 | 0,26 | 0,000 | 0,3 | 0,000 | 0,33 | 0,000 | 0,37 | 0,000 |
| tot | | 23,404 | | 21,667 | | 25,245 | | 25,412 | | 25,667 | | 25,327 | |
| volume stanza (m3) 105 | | TR (sec) 0,72 | | TR (sec) 0,78 | | TR (sec) 0,67 | | TR (sec) 0,66 | | TR (sec) 0,66 | | TR (sec) 0,66 | |

Media dei Tempi di riverbero **0,69** **CORRETTO**

AULE COLLETTIVE--> T60 ~ 0.7 s

LEGENDA
a=indice di assorbimento dei materiali
S= superficie in metri quadri dei materiali
V=volume stanza d'ascolto
TR=tempo di riverbero in secondi per ogni valore di frequenza

$$TR = 0,16 \cdot V / (a \cdot S)$$



AULA OCCUPATA

| superficie | S (m2) | 125Hz | | 250Hz | | 500Hz | | 1kHz | | 2kHz | | 4kHz | |
|-------------------------------------|-----------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|
| | | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S |
| pareti doppia lastra in cartongesso | 61,08 | 0,20 | 12,216 | 0,12 | 7,330 | 0,10 | 6,108 | 0,07 | 4,276 | 0,07 | 4,276 | 0,07 | 4,276 |
| finestre (vetro+telaio) | 7,5 | 0,15 | 1,125 | 0,05 | 0,375 | 0,03 | 0,225 | 0,03 | 0,225 | 0,02 | 0,150 | 0,02 | 0,150 |
| Controsoffitto EKLA dB 40 | 20 | 0,45 | 9,000 | 0,65 | 13,000 | 0,85 | 17,000 | 1 | 20,000 | 1 | 20,000 | 1 | 20,000 |
| Pavimentazione ceramica | 35 | 0,01 | 0,350 | 0,01 | 0,350 | 0,01 | 0,350 | 0,01 | 0,350 | 0,02 | 0,700 | 0,02 | 0,700 |
| porta ingresso | 2,52 | 0,14 | 0,353 | 0,1 | 0,252 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 |
| banco e sedia vuota | 0 | 0,03 | 0,000 | 0,03 | 0,000 | 0,03 | 0,000 | 0,03 | 0,000 | 0,02 | 0,000 | 0,00 | 0,000 |
| banco e sedia occupata | 12 | 0,17 | 2,040 | 0,21 | 2,520 | 0,26 | 3,120 | 0,3 | 3,600 | 0,33 | 3,960 | 0,37 | 4,440 |
| tot | | 25,084 | | 23,827 | | 27,005 | | 28,652 | | 29,287 | | 29,767 | |
| volume stanza (m3) 105 | | TR (sec) 0,67 | | TR (sec) 0,71 | | TR (sec) 0,62 | | TR (sec) 0,59 | | TR (sec) 0,57 | | TR (sec) 0,56 | |

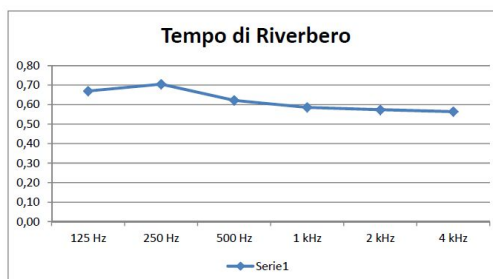
Media dei Tempi di riverbero **0,62** **CORRETTO**

AULE COLLETTIVE--> T60 ~ 0.7 s

LEGENDA
a=indice di assorbimento dei materiali
S= superficie in metri quadri dei materiali
V=volume stanza d'ascolto
TR=tempo di riverbero in secondi per ogni valore di frequenza

$$TR = 0,16 \cdot V / (a \cdot S)$$

stanza di piccole/media dimensioni 0,5<TR<1



- AULA STRUMENTI A CORDA -

AULA VUOTA

Calcolo del tempo di riverbero TR della stanza d'ascolto per gli indicati valori di frequenza

| superficie | S (m ²) | 125Hz | | 250Hz | | 500Hz | | 1kHz | | 2kHz | | 4kHz | |
|---|------------------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|
| | | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S |
| pareti doppia lastra in cartongesso | 24,98 | 0,20 | 4,996 | 0,12 | 2,998 | 0,10 | 2,498 | 0,07 | 1,749 | 0,07 | 1,749 | 0,07 | 1,749 |
| pareti lastra singola in cartongesso su XLam | 11,88 | 0,30 | 3,564 | 0,15 | 1,782 | 0,10 | 1,188 | 0,07 | 0,832 | 0,07 | 0,832 | 0,07 | 0,832 |
| finestre (vetro+telaio) | 2,75 | 0,15 | 0,413 | 0,05 | 0,138 | 0,03 | 0,083 | 0,03 | 0,083 | 0,02 | 0,055 | 0,02 | 0,055 |
| Controsoffitto EKLA | 10 | 0,45 | 4,500 | 0,65 | 6,500 | 0,9 | 9,000 | 1 | 10,000 | 1 | 10,000 | 1 | 10,000 |
| Pavimentazione ceramica | 12,00 | 0,01 | 0,120 | 0,01 | 0,120 | 0,01 | 0,120 | 0,01 | 0,120 | 0,02 | 0,240 | 0,02 | 0,240 |
| porta ingresso | 2,52 | 0,14 | 0,353 | 0,1 | 0,252 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 |
| banco e sedia vuota | 2 | 0,03 | 0,060 | 0,03 | 0,060 | 0,03 | 0,060 | 0,03 | 0,060 | 0,02 | 0,040 | 0,00 | 0,000 |
| banco e sedia occupata | 0 | 0,17 | 0,000 | 0,21 | 0,000 | 0,26 | 0,000 | 0,3 | 0,000 | 0,33 | 0,000 | 0,37 | 0,000 |
| tot | | | 14,005 | | 11,849 | | 13,150 | | 13,044 | | 13,117 | | 13,077 |
| volume stanza (m³) 36,00 | | | | | | | | | | | | | |
| TR (sec) | | | 0,41 | | 0,49 | | 0,44 | | 0,44 | | 0,44 | | 0,44 |

Media dei Tempi di riverbero

0,45

CORRETTO

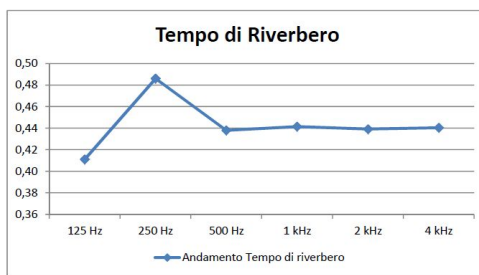
AULA STRUMENTI A CORDE --> T60 ~ 0,7 s

LEGENDA

a=indice di assorbimento dei materiali
S= superficie in metri quadri dei materiali
V=volume stanza d'ascolto
TR=tempo di riverbero in secondi per ogni valore di frequenza

$$TR = 0,16 \cdot V / (a \cdot S)$$

stanza di piccole/media dimensioni 0,5 < TR < 1



AULA OCCUPATA

| superficie | S (m ²) | 125Hz | | 250Hz | | 500Hz | | 1kHz | | 2kHz | | 4kHz | |
|---|------------------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|
| | | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S |
| pareti doppia lastra in cartongesso | 24,98 | 0,20 | 4,996 | 0,12 | 2,998 | 0,10 | 2,498 | 0,07 | 1,749 | 0,07 | 1,749 | 0,07 | 1,749 |
| pareti lastra singola in cartongesso su XLam | 11,88 | 0,30 | 3,564 | 0,15 | 1,782 | 0,10 | 1,188 | 0,07 | 0,832 | 0,07 | 0,832 | 0,07 | 0,832 |
| finestre (vetro+telaio) | 2,75 | 0,15 | 0,413 | 0,05 | 0,138 | 0,03 | 0,083 | 0,03 | 0,083 | 0,02 | 0,055 | 0,02 | 0,055 |
| Controsoffitto EKLA | 10 | 0,45 | 4,500 | 0,65 | 6,500 | 0,9 | 9,000 | 1 | 10,000 | 1 | 10,000 | 1 | 10,000 |
| Pavimentazione ceramica | 12,00 | 0,01 | 0,120 | 0,01 | 0,120 | 0,01 | 0,120 | 0,01 | 0,120 | 0,02 | 0,240 | 0,02 | 0,240 |
| porta ingresso | 2,52 | 0,14 | 0,353 | 0,1 | 0,252 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 | 0,08 | 0,202 |
| banco e sedia vuota | 0 | 0,03 | 0,000 | 0,03 | 0,000 | 0,03 | 0,000 | 0,03 | 0,000 | 0,02 | 0,000 | 0,00 | 0,000 |
| banco e sedia occupata | 2 | 0,17 | 0,340 | 0,21 | 0,420 | 0,26 | 0,520 | 0,3 | 0,600 | 0,33 | 0,660 | 0,37 | 0,740 |
| tot | | | 14,285 | | 12,209 | | 13,610 | | 13,584 | | 13,737 | | 13,817 |
| volume stanza (m³) 36,00 | | | | | | | | | | | | | |
| TR (sec) | | | 0,40 | | 0,47 | | 0,42 | | 0,42 | | 0,42 | | 0,42 |

Media dei Tempi di riverbero

0,43

CORRETTO

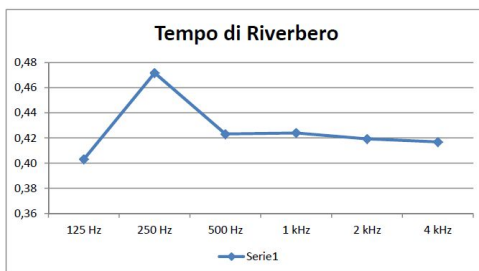
AULA STRUMENTI A CORDE --> T60 ~ 0,7 s

LEGENDA

a=indice di assorbimento dei materiali
S= superficie in metri quadri dei materiali
V=volume stanza d'ascolto
TR=tempo di riverbero in secondi per ogni valore di frequenza

$$TR = 0,16 \cdot V / (a \cdot S)$$

stanza di piccole/media dimensioni 0,5 < TR < 1



- AULA PROVE CORO -

AULA VUOTA

Calcolo del tempo di riverbero TR della stanza d'ascolto per gli indicati valori di frequenza

| superficie | S (m2) | 125Hz | | 250Hz | | 500Hz | | 1kHz | | 2kHz | | 4kHz | |
|-------------------------------------|-----------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|
| | | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S |
| pareti doppia lastra in cartongesso | 162,97 | 0,20 | 32,594 | 0,12 | 19,556 | 0,10 | 16,297 | 0,07 | 11,408 | 0,07 | 11,408 | 0,07 | 11,408 |
| Tendaggi fonoassorbenti su finestre | 15,00 | 0,03 | 0,450 | 0,04 | 0,600 | 0,11 | 1,650 | 0,17 | 2,550 | 0,24 | 3,600 | 0,35 | 5,250 |
| Controsoffitto EKLA | 60 | 0,45 | 27,000 | 0,65 | 39,000 | 0,9 | 54,000 | 1 | 60,000 | 1 | 60,000 | 1 | 60,000 |
| Pavimentazione ceramica | 95,00 | 0,01 | 0,950 | 0,01 | 0,950 | 0,01 | 0,950 | 0,01 | 0,950 | 0,02 | 1,900 | 0,02 | 1,900 |
| porta ingresso | 5 | 0,14 | 0,700 | 0,1 | 0,500 | 0,08 | 0,400 | 0,08 | 0,400 | 0,08 | 0,400 | 0,08 | 0,400 |
| sedia in legno | 50 | 0,03 | 1,500 | 0,03 | 1,500 | 0,03 | 1,500 | 0,03 | 1,500 | 0,02 | 1,000 | 0,00 | 0,000 |
| persona adulta | 0 | 0,23 | 0,000 | 0,33 | 0,000 | 0,39 | 0,000 | 0,43 | 0,000 | 0,46 | 0,000 | 0,46 | 0,000 |
| volume stanza (m3) 427,50 | | tot 63,194 | | tot 62,106 | | tot 74,797 | | tot 76,808 | | tot 78,308 | | tot 78,958 | |
| | | TR (sec) 1,08 | | TR (sec) 1,10 | | TR (sec) 0,91 | | TR (sec) 0,89 | | TR (sec) 0,87 | | TR (sec) 0,87 | |

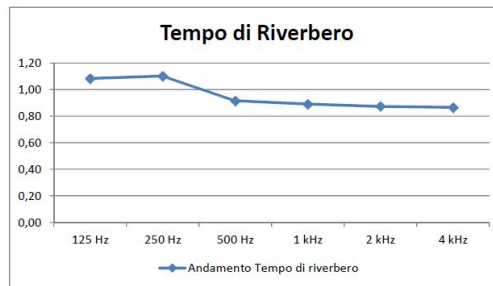
Media dei Tempi di riverbero **0,94** **CORRETTO**

AULA CORO --> T60 ~ 0,9-1 s

LEGENDA
a=indice di assorbimento dei materiali
S= superficie in metri quadri dei materiali
V=volume stanza d'ascolto
TR=tempo di riverbero in secondi per ogni valore di frequenza

$$TR = 0,16 \cdot V / (a \cdot S)$$

stanza di piccole/media dimensioni 0,5<TR<1



AULA OCCUPATA

| superficie | S (m2) | 125Hz | | 250Hz | | 500Hz | | 1kHz | | 2kHz | | 4kHz | |
|-------------------------------------|-----------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|
| | | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S | a | a*S |
| pareti doppia lastra in cartongesso | 162,97 | 0,20 | 32,594 | 0,12 | 19,556 | 0,10 | 16,297 | 0,07 | 11,408 | 0,07 | 11,408 | 0,07 | 11,408 |
| Tendaggi fonoassorbenti su finestre | 15,00 | 0,03 | 0,450 | 0,04 | 0,600 | 0,11 | 1,650 | 0,17 | 2,550 | 0,24 | 3,600 | 0,35 | 5,250 |
| Controsoffitto EKLA | 60 | 0,45 | 27,000 | 0,65 | 39,000 | 0,9 | 54,000 | 1 | 60,000 | 1 | 60,000 | 1 | 60,000 |
| Pavimentazione ceramica | 95,00 | 0,01 | 0,950 | 0,01 | 0,950 | 0,01 | 0,950 | 0,01 | 0,950 | 0,02 | 1,900 | 0,02 | 1,900 |
| porta ingresso | 5 | 0,14 | 0,700 | 0,1 | 0,500 | 0,08 | 0,400 | 0,08 | 0,400 | 0,08 | 0,400 | 0,08 | 0,400 |
| sedia in legno | 0 | 0,03 | 0,000 | 0,03 | 0,000 | 0,03 | 0,000 | 0,03 | 0,000 | 0,02 | 0,000 | 0,00 | 0,000 |
| musicista seduto con strumento | 50 | 0,23 | 11,500 | 0,33 | 16,500 | 0,39 | 19,500 | 0,43 | 21,500 | 0,46 | 23,000 | 0,46 | 23,000 |
| volume stanza (m3) 427,50 | | tot 73,194 | | tot 77,106 | | tot 92,797 | | tot 96,808 | | tot 100,308 | | tot 101,958 | |
| | | TR (sec) 0,93 | | TR (sec) 0,89 | | TR (sec) 0,74 | | TR (sec) 0,71 | | TR (sec) 0,68 | | TR (sec) 0,67 | |

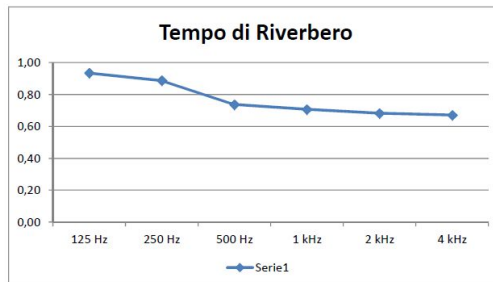
Media dei Tempi di riverbero **0,75** **CORRETTO**

AULA CORO --> T60 ~ 0,9-1 s

LEGENDA
a=indice di assorbimento dei materiali
S= superficie in metri quadri dei materiali
V=volume stanza d'ascolto
TR=tempo di riverbero in secondi per ogni valore di frequenza

$$TR = 0,16 \cdot V / (a \cdot S)$$

stanza di piccole/media dimensioni 0,5<TR<1



8. CONCLUSIONI

Sulla base delle valutazioni di progetto eseguite all'interno della presente relazione, tramite anche gli accorgimenti descritti, sono da considerarsi rispettati i valori minimi dei requisiti acustici passivi degli edifici della struttura presa in esame, così come previsto dal DPCM 05/12/1997.

Soresina, 10 Ottobre 2014

Ing. Paolo Ciuchi

Tecnico Competente in Acustica Ambientale
Regione Lombardia – D.R n.9824 del 5/11/2012