









Comune di Piombino Dese Provincia di Padova



REALIZZAZIONE NUOVO ASILO NIDO COMUNALE INSERITO NEL NUOVO POLO D'INFANZIA DEL COMUNE DI PIOMBINO DESE (PD)

PROGETTO FINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA Next Generation EU-PNRR

FASE DI PROGETTO:

PROGETTO FATTIBILITÀ **TECNICO-ECONOMICA**

elaborato n. elaborato area revisione fase scala PF RE 13 00

CODICE ALLEGATO:

C.U.P.: B45E22000320006 (asilo nido) C.U.P.: B42C22000220006 (scuola infanzia)

DESCRIZIONE ALLEGATO:

VALUTAZIONI REQUISITI ACUSTICI **PASSIVI**

LOCALIZZAZIONE INTERVENTO:

Comune di PIOMBINO DESE, Località RONCHI (PD) - Via Ronchi Sinistra n. 7 codice meccanografico istituto: PDIC86300R codice meccanografico PES: PDAA86301N

Catastalmente censito:

C.T. Foglio 31 Mappale 279, 572, 1048, 1049

C.F. Foglio 31 Mappale 279 sub.4-6 Foglio 31 Mappale 572 sub.2

R.U.P.: ing. ENRICO SARTOREL

COMMITTENTE:

COMUNE DI PIOMBINO DESE

Area III[^] - Servizi Tecnici

Piazza A. Palladio n. 1 - 35017 - Piombino Dese (PD)

p.iva: 00648560282 - c.f.: 80009710288

STUDI PROGETTAZIONE

Capogruppo Mandataria:

PF_IO_RE_13_00 - Valutazioni requisiti acustici passivi

Dal Corso e Scapin architetti Via Montesanto n. 9/A 30036 S. Maria di Sala (VE) P.IVA 02606610273

ORDINE DEGLI ARCHITETTI
PIANIFICATORI PAESAGGISTI E CONSERVATORI
DELLA PROVINCIA DI VENEZIA FIDENZIO DAL CORSO

STAFF DI PROGETTAZIONE

ARCHITETTONICO-STRUTTURALE e COORD. SICUR. IN PROGETTAZIONE: Arch. Fidenzio Dal Corso Arch. Alessandro Dal Corso

STRUTTURE:

Ing. Otello Bergamo

IMPIANTI:

Ing. Boscolo Ing. Guida

COLLABORATORI: Arch. Chiara Scapin

Arch. Federica Bellardita Ing. Michele Granziero Arch. Nicolò Baldan Geom. Chiara Da Lio Arch. Fabio Camberini Arch. Lorenzo Marconi Ing. Valerio Bagagli Ing. Luca Lanatà Dott. Ing. Mattia Giannetti Ing. Marco di Russo Arch. Giovanni Biscarini Arch. Lorenzo Povelato

Ing. Chiara Maria Ciatto Arch. Luigi Passerello Ing. Rolando Di Lorenzo Dott. Ing. Davide Stefani Arch. Erica Agnese Corvino Ing. Giuseppe Versace Ing. Angela Pisciotta Ing. Enrica Pirronello Arch. Valerio Bazzano p.i. Marco Zucchetto Luca Bragato p.i.Riccardo Candiani Ing. Massimo Simeone

rev.	descrizione	data	redatto	controllato
00	Prima emissione progetto di fattibilità tecnico economica	Marzo 2023	F.D.C.	F.D.C.

Marzo 2023

data emissione:



COMUNE DI PIOMBINO DESE Piazza A. Palladio 1

35017 - Piombino Dese (PD)

LAVORI DI: REALIZZAZIONE NUOVO ASILO NIDO COMUNALE INSERITO NEL NUOVO POLO

D'INFANZIA DEL COMUNE DI PIOMBINO DESE – PROGETTO FINANZIATO

DALL'UNIONE EUROPEA Next Generation EU- PNRR

C.U.P.: B45E22000320006 (asilo nido)
C.U.P.: B42C22000220006 (scuola infanzia)

R.U.P.: ing. ENRICO SARTOREL

COMMITTENTE: COMUNE DI PIOMBINO DESE - AREA III^ – Servizi Tecnici

Piazza A. Palladio n°1 - 35017- Piombino Dese (PD)

p.iva: 00648560282 - c.f.: 80009710288

PROGETTISTA: DAL CORSO & SCAPIN ARCHITETTI arch. FIDENZIO DAL CORSO

Via Montesanto n°9/A – 30036 SANTA MARIA DI SALA (VE)

P.Iva 02606610273

VALUTAZIONI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI



Sommario

1	PREMESSA	4
2	INFORMAZIONI GENERALI	4
3	METODO DI CALCOLO: UNI EN 12354 E UNI/TR11175	10
4	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEL FABBRICATO	20
5	TEMPI DI RIVERBERAZIONE	31
6	NOTE OPERATIVE UTILI PER LA REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI	32
7	TABELLE DEI RISULTATI DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE	34
	Requisiti acustici passivi secondo DPCM 5-12-97 e DM 11/1/2017	
	D2m,nT,w - Isolamento acustico di facciata	
8	CONCLUSIONI	
	ALLEGATO 1 – RISULTATI DEI CALCOLI DI STIMA DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI	
	Locale 02a Riposo	38
	Locale 05a Semi Divezzi	39
	Locale 06a Riposo - facciata 1	39
	Locale 06a Riposo - facciata 2	40
	Locale 08a Primavera	40
	Locale 09a Riposo - facciata 1	41
	Locale 09a Riposo - facciata 2	41
	Locale 01b-04b Aule	42
	Locale 07b Aula	42
	Locale 10b-13b-17b- Aule	43
	Locale 12b Attività libere - facciata 1	43
	Locale 12b Attività libere - facciata 2	44
	Locale 03c Accoglienza Sala ricreativa	44
	Locale 04c Mensa - facciata 1	45
	Locale 04c Mensa - facciata 2	45
	Piano Primo - Locale 04d Ufficio	46
	Piano Primo - Locale 04d Ufficio - Tetto	46
	Piano Primo - Locale 05d Sala Insegnanti - facciata 1	47
	Piano Primo - Locale 05d Sala Insegnanti - facciata 2	47
	Piano Primo - Locale 05d Sala Insegnanti - facciata 3	48
	Piano Primo - Locale 05d Sala Insegnanti - facciata 4 tetto	48
	CALCOLO DEL POTERE FONOISOLANTE APPARENTE DEL DIVISORIO TRA APPARTAMENTI	49
	Parete fra 05a Semi Divezzi e 08a Primavera	52
	Parete fra 04d Ufficio e 05d Sala Insegnanti	54
	Solaio fra Ufficio 04d / Aula 07b	56
	Parete fra 08a Primavera e corridoio	58
	Parete fra 01b Aula e corridoio	60

CALCOLO DEL LIVELLO DI RUMORE DA CALPESTIO TRA AMBIENTI	62
CALCOLO DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE	64
CALCOLO DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE	65
CALCOLO DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE	66
CALCOLO DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE	67
CALCOLO DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE	68
CALCOLO DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE	69
CALCOLO DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE	70
CALCOLO DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE	71

1 PREMESSA

La presente relazione tecnica di valutazione e calcolo previsionale dei requisiti acustici passivi, relativa alle partizioni edilizie del nuovo Polo per l'Infanzia, da eseguire nel Comune di Piombino Dese (PD), ha lo scopo di fornire le indicazioni tecniche necessarie alla progettazione architettonica per il conseguimento dei livelli di protezione acustica all'interno degli ambienti abitativi stabiliti a livello nazionale dal DPCM 5/12/1997 – "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" ed ai livelli di "prestazione superiore" riportati nel prospetto A.1 dell'Appendice A della norma UNI 11367, al quale fa riferimento il Decreto 11/10/2017 – "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici".

2 INFORMAZIONI GENERALI

2.1 DOCUMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

LEGGE 26 OTTOBRE 1995 N° 447

Legge quadro sull'inquinamento acustico.

• DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 5 DICEMBRE 1997

Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.

• DECRETO MINISTERIALE 18 DICEMBRE 1975

Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica.

CIRCOLARE MINISTERIALE DEL 22 MAGGIO 1967

Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici.

DECRETO 11 OTTOBRE 2017

Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici.

NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

UNI 11367 – Classificazione acustica delle unità immobiliari

UNI EN 12354–1:2017 Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti;

UNI EN 12354–2:2017 Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti;

UNI EN 12354–3:2017 Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici Parte 3: Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea;

UNI EN 12354–4:2017 Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici Parte 4: Trasmissione del rumore interno all'esterno:

UNI EN 12354–5:2009 Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici Parte 5: Livelli sonori dovuti agli impianti tecnici;

UNI EN 12354–6:2006 Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi:

2.2 STRUMENTI E ATTREZZATURE

Le attrezzature e gli strumenti utilizzati sono di seguito elencati:

1) Software per la verifica delle caratteristiche acustiche degli edifici ECHO 8.2

Analizza i requisiti acustici passivi degli edifici del DPCM 5-12-1997, la classe acustica delle unità immobiliari (UNI 11367) e le caratteristiche acustiche interne degli ambienti confinati (UNI 11532 e Decreto CAM).

Utilizza procedure di calcolo per l'applicazione delle norme serie EN 12354 (Acustica in edilizia – valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti) di seguito elencate:

UNI EN ISO 12354-1:2017	Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici
	Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti;
UNI EN ISO 12354-2:2017	Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici
	Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti;
UNI EN ISO 12354-3:2017	Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici
	Parte 3: Isolamento acustico dal rumore proveniente dall'esterno per via aerea;
UNI EN 12354-6:2006	Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici
	Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi;
UNI TR 11175:2005	Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale
UNI 11367:2010	Classificazione acustica delle unità immobiliari;
	Procedura di valutazione e verifica in opera
UNI 11532-1:2018	Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – parte 1: Requisiti generali;
UNI 11532-2:2020	Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – parte 2: Settore scolastico;

Il calcolo del tempo di riverbero viene effettuato utilizzando la formula di Sabine.

2.3 TERMINI E DEFINIZIONI

Nel seguito sono riportate le definizioni dei parametri di verifica

 Potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di unità immobiliari differenti R'w (dB).

L'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'w, rappresenta la capacità di un elemento divisorio (parete o solaio), posto in opera tra due locali, di abbattere il rumore. Tale indice tiene quindi conto, oltre che delle caratteristiche di fonoisolamento intrinseche dell'elemento divisorio, anche di tutti i percorsi di trasmissione sonora laterale.

Isolamento acustico normalizzato di facciata D₂m,n™ (dB)

L'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, a 2 metri di distanza dalla facciata $D_{2m,nTw}$, caratterizza la capacità della facciata di una specifica stanza di abbattere il rumore proveniente dall'esterno.

Tale indice dipende dai componenti della facciata, dal potere fonoisolante apparente, dalla forma esterna della facciata e dalle dimensioni della stanza in esame.

- Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di unità immobiliari differenti L'n,w (dB)
 L'indice di valutazione del livello di rumore di calpestio apparente di un solaio L'n,w, caratterizza il rumore percepito al piano sottostante una volta che viene attivata la macchina per il calpestio sul solaio in esame.
 Tale indice è quindi da intendersi come un valore "massimo" perciò, un valore basso indica una maggiore capacità del solaio di smorzare il rumore.
- Livello sonoro immesso da impianti a funzionamento continuo L_{ic} (dB(A))
 Livello sonoro immesso da impianti a funzionamento continuo descritto dal livello equivalente di pressione sonora ponderato A del rumore indotto dall'impianto.
- Livello sonoro immesso da impianti a funzionamento discontinuo L_{id} (dB(A))
 Livello massimo di pressione sonora ponderato A rilevato con costante di tempo "slow" del rumore indotto dall'impianto, è il descrittore del livello sonoro immesso da impianti a funzionamento discontinuo.
- Tempo di riverberazione T₆₀ (s)

Il tempo di riverberazione è il tempo necessario perché un suono decada di 60 dB all'interno di un locale. Il parametro varia con la frequenza considerata.

2.4 PARAMETRI ACUSTICI DI RIFERIMENTO

Si riportano di seguito, a titolo indicativo, i principali parametri di riferimento indicati dalla vigente legislazione, relativi alla valutazione dei requisiti acustici passivi degli edifici, emanate allo scopo di ridurre l'esposizione umana al rumore.

2.4.1 D.P.C.M. 5 dicembre 1997

I valori limite dei requisiti acustici passivi sono stati fissati in base alla categoria degli ambienti abitativi, indicati nella (Tabella A) e nella Tabella B del citato Decreto, di seguito riportati.

Tabella A - CLASSIFICAZIONI DEGLI AMBIENTI ABITATIVI (art. 2)
categoria A: edifici adibiti a residenza o assimilabili
categoria B: edifici adibiti ad uffici e assimilabili
categoria C: edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
categoria D: edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
categoria E: edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
categoria F: edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili
categoria G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

Tabella B - REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI, DEI LORO COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI						
Catagoria riforita alla TAD A	Parametri valori espressi in Decibel					
Categorie riferite alla TAB. A	R' _w (*)	D _{2m,nT,w}	Ľ _{n,w}	L _{as,max}	L _{a,eq1}	
1.D	55	45	58	35	25	
2. A,C	50	40	63	35	35	
3. E	50	48	58	35	25	
4. B,F,G	50	42	55	35	35	

Oltre ai valori limite indicati, il DPCM 5/12/1997 precisa che, con riferimento all'edilizia scolastica, i limiti per il tempo di riverberazione sono quelli riportati nella circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 3150 del 22 maggio 1967, recante i criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici, prevede che la media dei tempi di riverberazione misurati alle frequenze 250 - 500 - 1000 - 2000 Hz, non debba superare 1,2 sec. ad aula arredata, con la presenza di due persone al massimo.

Nel caso in questione, l'edificio ricade nella **Categoria E** – Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili.

I valori limite applicabili all'intervento in esame sono i seguenti.

R' _w	$D_{2m,nT,w}$	L' _{n,w}	$L_{AS,max}$	$L_{A,eq}$	T ₆₀
50 dB	48 dB	58 dB	35 dB	25 dB	1,2

2.4.2 D.M. 11 gennaio 2017 – Adozione dei criteri ambientali minimi

Il decreto in questione prevede l'introduzione di ulteriori indicazioni sul tema del comfort acustico da considerare nella realizzazione di edifici pubblici.

In particolare, sull'Allegato 2 al paragrafo 2.3.5.6 Comfort acustico si legge:

- 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.I descrittori acustici da utilizzare sono:
 - o quelli definiti nella UNI 11367 per i requisiti acustici passivi delle unità immobiliari;
 - almeno il tempo di riverberazione e lo STI per l'acustica interna agli ambienti di cui alla UNI 11532.

2.4.3 UNI 11367 - luglio 2010

La norma in questione definisce le classi acustiche degli edifici in relazione alle caratteristiche di protezione acustica delle partizioni e degli impianti che lo compongono; dispone inoltre di un'apposita appendice nella quale sono definiti i valori di riferimento per i requisiti acustici di ospedali e scuole.

Tali valori di riferimento sono suddivisi in valori di prestazione base e valori di prestazione superiore.

Si riportano nella successiva tabella i valori di riferimento applicabili al caso in esame.

Requisiti acustici di ospedali, case di cura e scuole

prospetto A.1 Requisiti acustici di ospedali, case di cura e scuole

	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, \mathcal{L}_{rw} [dB]	63	53
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, $L_{\rm lc}$ in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	32	28
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, $L_{\rm id}$ 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, $D_{n,T,w}$ [dB]	45	50
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, \mathcal{L}_{nw} [dB]	63	53

Nota 1 Il livello sonoro immesso da un impianto a servizio di una camera di degenza, di un aula o di aule polifunzionali separate da strutture mobili, deve essere valutato all'interno di ambienti acusticamente verificabili diversi dall'ambiente servito.

Nota 2 Non sono stati definiti valori di riferimento per il livello sonoro al calpestio di ambienti adiacenti all'interno della stessa unità immobiliare, poiché è prassi attualmente molto diffusa realizzare solai con massetto di ripartizione continuo: e per queste tipologie costruttive i dati attualmente disponibili non consentono di stabilire criteri condivisi. Per quanto riguarda l'isolamento acustico rispetto ad ambienti di uso comune collegati ad ambienti abitativi il prospetto B.1 elenca i seguenti requisiti.

prospetto B.1 Requisiti per l'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo dell'edificio collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi

Livello prestazionale	Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi $D_{nT,w}$ (dB) Ospedali e scuole Altre destinazioni d'uso			
Prestazione ottima	≥34	≥40		
Prestazione buona	≥30	≥36		
Prestazione di base	≥27	≥32		
Prestazione modesta	≥23	≥28		

Relativamente al tempo di riverberazione e allo STI, la norma tecnica UNI 11532-2:2020 prevede l'identificazione degli ambienti in relazione alla destinazione d'uso. Nel caso in questione la succitata norma tecnica inserisce i locali del Polo scolastico nella categoria "A6 – Aree e spazi non destinati all'apprendimento – sottocategoria A6.5 - Ambienti con particolare necessità di riduzione del rumore e di comfort nell'ambiente (es. Sale da pranzo, Aule e Spogliatoi nelle scuole materne e nido)", per i quali non viene richiesta la valutazione dello STI e, relativamente al valore ottimale del tempo di riverberazione, i riferimenti per la valutazione sono indicati nel prospetto successivo.

7 Valori di riferimento del rapporto A/V per le sottocategorie da A6.1 ad A6.5 prospetto

	Per altezza dell'ambiente $h \le 2,5$ m Rapporto A/V, in m^2/m^3	Per altezza dell'ambiente $h > 2.5 \text{ m}$ Rapporto A/V, in m^2/m^3
A6.1	Nessuna richiesta	
A6.2	A / V ≥ 0,15	$A/V \ge [4,80 + 4,69 \text{ lg } (h/1 \text{ m})]^{-1}$
A6.3	A / V≥ 0,20	$A/V \ge [3,13 + 4,69 \text{ lg } (h/1 \text{ m})]^{-1}$
A6.4	A / V≥ 0,25	$A/V \ge [2,13 + 4,69 \text{ lg } (h/1 \text{ m})]^{-1}$
A6.5	A / V ≥ 0,30	$A/V \ge [1,47 + 4,69 \text{ lg } (h/1 \text{ m})]^{-1}$

A = Area di assorbimento equivalente, in metri quadrati

V= volume dell'ambiente, in metri cubi

h = altezza dell'ambiente, in metri

2.4.4 Descrittori e valori di riferimento per l'intervento

Allo scopo di avere il quadro delle caratteristiche acustiche, fonoisolanti e fonoassorbenti, delle partizioni oggetto dell'intervento, il presente documento considera la valutazione dell'isolamento acustico delle facciate, l'isolamento acustico per via aerea e l'isolamento del rumore da calpestio fra locali ad uso didattico e uffici del primo piano, nonché il valore del tempo di riverbero dei locali adibiti ad attività didattiche.

Nel caso specifico, per quanto riguarda il DPCM 5/12/1997 l'edificio ricade nella Categoria E – Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili con i seguenti valori limite applicabili.

$D_{2m,nT,w}$	L' _{n,w}	L _{AS,max}	$L_{A,eq}$	T ₆₀
48 dB	58 dB	35 dB	25 dB	A/V

Per quanto riguarda l'indice del potere fonoisolante apparente fra le partizioni, il DPCM 5/12/1997 specifica che i valori di riferimento sono applicabili ad elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari. Pertanto, essendo il plesso scolastico un'unica unità immobiliare l'indice di riferimento per tale parametro è quello indicato dalla norma UNI 11367, prospetto A1 prestazione superiore, come indicato dal DM 11/1/2017.

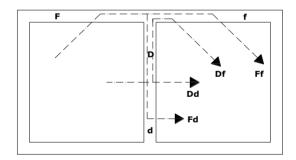
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare D _{nT,w}	55 dB
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare D _{nT,w}	50 dB

3 METODO DI CALCOLO: UNI EN 12354 E UNI/TR11175

3.1 NORMA UNI EN 12354-1: VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE DI EDIFICI A PARTIRE DALLE PRESTAZIONI DI PRODOTTI. ISOLAMENTO DAL RUMORE PER VIA AEREA TRA AMBIENTI.

Modello in bande di terzi d'ottava per la trasmissione per via strutturale

Il modello di calcolo prevede l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente a partire dai valori in frequenza del potere fonoisolante degli elementi in esame, ricavando in fine il valore finale dell'indice di valutazione in conformità con la UNI EN ISO 717-1.



Definizione dei percorsi di trasmissione sonora ij tra due ambienti

L'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente dell'elemento di separazione vale:

$$R' = -10 \log \left[10^{\frac{-R_{Dd}}{10} + \sum_{F=f=1}^{n} 10^{\frac{-R_{Ff}}{10}} + \sum_{f=1}^{n} 10^{\frac{-R_{Df}}{10}} + \sum_{F=1}^{n} 10^{\frac{-R_{Fd}}{10}}\right] \text{ [dB]}$$

dove:

R_{Dd} è l'indice di valutazione del potere fonoisolante per la trasmissione diretta, in decibel;

R_{Ff} è l'indice di valutazione del potere fonoisolante laterale per il percorso di trasmissione Ff, in decibel;

R_{Df} è l'indice di valutazione del potere fonoisolante laterale per il percorso di trasmissione Df, in decibel;

R_{Fd} è l'indice di valutazione del potere fonoisolante laterale per il percorso di trasmissione Fd, in decibel;

n è il numero di elementi laterali in un ambiente; di solito n=4, ma può essere maggiore o minore a seconda del progetto.

Per ogni percorso di trasmissione, l'indice di valutazione del potere fonoisolante è previsto in base ai dati di ingresso relativi agli elementi ed ai giunti.

L'indice di valutazione del potere fonoisolante per la trasmissione diretta è determinato dal valore di ingresso per l'elemento di separazione secondo l'equazione:

$$R_{Dd} = R_s + \Delta R_{Dd}$$
 [dB]

dove:

R_s è l'indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento di separazione, in decibel;

∆R_{Dd} è l'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante mediante rivestimenti addizionali sul lato emittente e/o ricevente dell'elemento di separazione, in decibel.

I valori del potere fonoisolante laterale sono determinati in base ai valori d'ingresso mediante le equazioni seguenti:

$$R_{Ff} = \frac{R_F + R_f}{2} + \Delta R_{Ff} + K_{Ff} + 10 \log \frac{S_s}{M_s} \quad [dB]$$

$$\begin{split} R_{Ff} &= \frac{R_F + R_f}{2} + \Delta R_{Ff} + K_{Ff} + 10 \log \frac{S_s}{l_0 l_f} \\ R_{Fd} &= \frac{R_F + R_S}{2} + \Delta R_{Fd} + K_{Fd} + 10 \log \frac{S_s}{l_0 l_f} \\ \end{bmatrix} \text{ [dB]} \end{split}$$

$$R_{Df} = \frac{R_{S} + R_{f}}{2} + \Delta R_{Df} + K_{Df} + 10 \log \frac{S_{s}}{l_{0}l_{f}}$$
 [dB]

dove:

R_F l'indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento laterale F nell'ambiente emittente, in decibel:

R_fl'indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento laterale f nell'ambiente ricevente, in decibel:

∆R_{Ff}è l'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante mediante rivestimenti addizionali sul lato emittente e/o ricevente dell'elemento laterale, in decibel;

∆R_{Ed} è l'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante mediante rivestimenti addizionali sull'elemento laterale lato emittente e/o dell'elemento di separazione al lato ricevente, in decibel;

ΔR_{Df} è l'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante mediante rivestimenti addizionali sull'elemento di separazione lato emittente e/o sull'elemento laterale al lato ricevente, in decib el;

K_{Ff} è l'indice di riduzione delle vibrazioni per il percorso di trasmissione F _f, in decibel;

K_{Ed} è l'indice di riduzione delle vibrazioni per il percorso di trasmissione F_d, in decibel;

K_{Df} è l'indice di riduzione delle vibrazioni per il percorso di tr asmissione D_f, in decibel;

S_s è l'area dell'elemento di separazione, in metri quadri;

Irè la lunghezza di accoppiamento del giunto tra l'elemento di separazione e gli elementi laterali F e t, in metri;

l₀ è la lunghezza di riferimento pari ad 1 metro.

Modello semplificato per la trasmissione per via strutturale

La versione semplificata del modello di calcolo prevede l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente a partire dall'indice di valutazione del potere fonoisolante degli elementi in esame, in conformità con la UNI EN ISO 717-1.

L'applicazione del modello semplificato è limitata alla trasmissione diretta e laterale con elementi essenzialmente omogenei. L'influenza dello smorzamento strutturale degli elementi è presa in considerazione in modo mediato.

Ogni elemento laterale dovrebbe essere essenzialmente identico sul lato emittente e sul lato ricevente.

L'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente dell'elemento di separazione vale:

$$R'_{w} = -10 \; log \; [10^{-\frac{-R_{Dd,w}}{10}} + \sum_{F=f=1}^{n} 10^{\frac{-R_{Ff,w}}{10}} + \sum_{f=1}^{n} 10^{\frac{-R_{Df,w}}{10}} + \sum_{F=1}^{n} 10^{\frac{-R_{Fd,w}}{10}}] \; [\text{dB}]$$

dove:

R_{Dd,w} è l'indice di valutazione del potere fonoisolante per la trasmissione diretta, in decibel;

 $R_{Ff,w}$ è l'indice di valutazione del potere fonoisolante laterale per il percorso di trasmissione F_f , in decibel;

 $R_{Df,w}$ è l'indice di valutazione del potere fonoisolante laterale per il percorso di trasmissione D_f , in decibel;

 $R_{Fd,w}$ è l'indice di valutazione del potere fonoisolante laterale per il percorso di trasmissione F_d , in decibel;

n è il numero di elementi laterali in un ambiente; di solito n=4, ma può essere maggiore o minore a seconda del progetto.

Per ogni percorso di trasmissione, l'indice di valutazione del potere fonoisolante è previsto in base ai dati di ingresso relativi agli elementi ed ai giunti.

L'indice di valutazione del potere fonoisolante per la trasmissione diretta è determinato dal valore di ingresso per l'elemento di separazione secondo l'equazione:

$$R_{Dd,w} = R_{s,w} + \Delta R_{Dd,w}$$
 [dB]

dove:

R_{s,w} è l'indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento di separazione, in decibel;

 $\Delta R_{\text{Dd,w}}$ è l'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante mediante rivestimenti addizionali sul lato emittente e/o ricevente dell'elemento di separazione, in decibel.

Gli indici di valutazione del potere fonoisolante laterale sono determinati in base ai valori d'ingresso mediante l'equazione:

$$R_{Ff,w} = \frac{R_{F,w} + R_{f,w}}{2} + \Delta R_{Ff,w} + K_{Ff} + \frac{10 \log \frac{S_s}{l_0 l_f}}{l_0 l_f}$$
 [dB]

$$R_{Fd,w} = \frac{R_{F,w} + R_{S,w}}{2} + \Delta R_{Fd,w} + K_{Fd} + 10 \log \frac{S_s}{s}$$
 [dB]

$$R_{Df,w} = \frac{R_{S,w} + R_{f,w}}{2} + \Delta R_{Df,w} + K_{Df} + 10 \log \frac{S_s}{l_{olf}}$$
 [dB]

dove:

R_{F,w} l'indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento laterale F nell'ambiente emittente, in decibel:

R_{f,w} l'indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento laterale f nell'ambiente ricevente, in decibel:

 $\Delta R_{\text{Ff,w}}$ è l'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante mediante rivestimenti addizionali sul lato emittente e/o ricevente dell'elemento laterale, in decibel;

 $\Delta R_{\text{Fd,w}}$ è l'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante mediante rivestimenti addizionali sull'elemento laterale lato emittente e/o dell'elemento di separazione al lato ricevente, in decibel;

 $\Delta R_{Df,w}$ è l'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante mediante rivestimenti addizionali sull'elemento di separazione lato emittente e/o sull'elemento laterale al lato ricevente, in decibel:

K_{Ff} è l'indice di riduzione delle vibrazioni per il percorso di trasmissione F _f, in decibel;

K_{Ed} è l'indice di riduzione delle vibrazioni per il percorso di trasmissione F_d, in decibel;

K_{Df} è l'indice di riduzione delle vibrazioni per il percorso di trasmissione D_f, in decibel;

S_s è l'area dell'elemento di separazione, in metri quadri;

 l_f è la lunghezza di accoppiamento del giunto tra l'elemento di separazione e gli elementi laterali F e t, in metri;

I₀ è la lunghezza di riferimento pari ad 1 metro.

I dati di ingresso relativi agli indici di riduzione delle vibrazioni K_{Ff} , K_{Fd} , K_{Df} , per i diversi tipi di giunto in comune sono deducibili dall'<u>APPENDICE E</u> allegata alla norma.

Le informazioni relative all'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante ΔR_w sono riportate nell'<u>APPENDICE D</u> allegata alla norma.

Modello approssimato

Un ulteriore semplificazione è riportata nella norma UNI TR 11175.

L'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente, R'w, è ottenuto mediante la seguente relazione:

$$R'_w = R_w - K'$$
 [dB]

dove:

R_wè l'indice di valutazione del potere fonoisolante della partizione di separazione in assenza di trasmissioni laterali, in decibel;

K' è un fattore che tiene conto delle trasmissioni laterali a seconda del tipo di giunto e delle masse in gioco, in decibel.

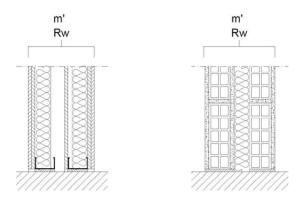
Una stima teorica dell'indice di valutazione del potere fonoisolante di un solaio omogeneo può essere ottenuta attraverso la seguente relazione:

$$R_w = 37.5 \log(m) - 42 \text{ [dB]}$$

In cui:

m' è la massa superficiale. La formula è contenuta nella norma 12354 -1

Il termine di correzione K' per la trasmissione laterale media si calcola in funzione della massa delle strutture laterali che insistono sulla partizione in esame e si r icava dai prospetti A.7, A.8, A.9, A.10 della norma.



APPENDICE D - INCREMENTO DEL POTERE FONOISOLANTE DI STRATI ADDIZIONALI

Prestazioni acustiche di componenti

Nel metodo di calcolo semplificato gli elementi strutturali orizzontali e verticali sono assunti come strutture monolitiche di base (costituiti da un'unica massa oscillante) alle quali possono essere applicati eventuali strati addizionali, considerati come masse oscillanti indipendenti dalla struttura di base. Ciascun elemento strutturale considerato quale prodotto a sé stante è quindi caratterizzato da un valore dell'indice di valutazione del potere fonoisolante R_w relativo alla sua componente di base e da un valore dell'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante ΔR_w relativo alla eventuale presenza di ulteriori strati addizionali.

I dati relativi a tali grandezze dovrebbero derivare principalmente da misurazioni effettuate in laboratorio, analogamente ai dati riportati nella norma UNI/TR 11175. Se non sono disponibili i dati di laboratorio, essi possono essere determinati mediante calcoli e formule previsionali di origine sperimentale, indicando le modalità.

L'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante ΔR_w può essere anche calcolato in funzione della frequenza di risonanza f₀ del sistema "struttura di base – rivestimento".

Per strati addizionali il cui strato resiliente è fissato direttamente alla struttura d i base senza montanti o correnti, la frequenza di risonanza f₀ si ottiene mediante la formula:

$$f_0 = 160\sqrt{s'(\frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2})}[Hz]$$

dove:

s' è la rigidità dinamica dello strato isolante, in MN/m 3;

m'₁ è la massa superficiale della struttura di base in kg/m ²;

m'₂ è la massa superficiale dello strato addizionale in kg/m ².

Per gli strati addizionali costituiti da montanti o traversi metallici e non direttamente connessi alla struttura di base, dove l'intercapedine è riempita di materiale poroso di isolamento (con resistenza al flusso d'aria $r \ge 5$ kPa s/m2) in conformità con la EN 29053, la frequenza di risonanza f $_0$ si calcola come segue:

$$f_0 = 160\sqrt{\frac{0.111}{d}(\frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2})}$$
 [Hz]

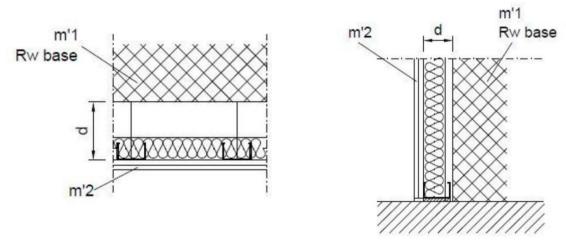
dove

d è la profondità dell'intercapedine in metri;

m'1 è la massa superficiale della struttura di base in kg/m²;

m'2 è la massa superficiale dello strato addizionale in kg/m².

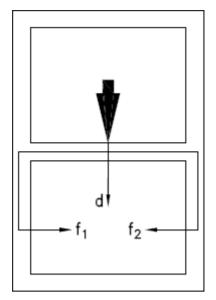
Per le strutture di base con un indice di valutazione del potere fonoisolante compreso tra 20<Rw<60 dB, l'incremento risultante dell'indice di valutazione del potere fonoisolante in seguito all'applicazione di uno strato addizionale, può essere valutato a partire dalla frequenza di risonanza f0 in conformità con il prospetto D.3 fornito dalla norma.



3.2 NORMA UNI EN 12354-2: VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE DI EDIFICI A PARTIRE DALLE PRESTAZIONI DI PRODOTTI. ISOLAMENTO ACUSTICO AL CALPESTIO TRA AMBIENTI.

Modello dettagliato in bande di terzi d'ottava

Il modello di calcolo dettagliato ed in frequenza prevede il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato a partire dai valori in frequenza degli elementi in esame, ricavando il valore finale dell'indice di valutazione in conformità con la UNI EN ISO 717 -2.



Definizione dei percorsi di trasmissione sonora ij tra due ambienti

Il livello normalizzato di calpestio dell'elemento di separazione vale:

$$L'_{n} = 10 \ lg \ (10^{\frac{L_{n,d}}{10}} + \sum_{j=1}^{n} \ 10^{\frac{L_{n,ij}}{10}}$$
 [dB]

dove:

 $L_{n,d}$ è il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato per trasmissione diretta, in decibel; $L_{n,ij}$ è il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato per trasmissione laterale, in decibel; n è il numero degli elementi;

Per ogni percorso di trasmissione, l'indice di valutazione è previsto in base a i dati di ingresso relativi agli elementi ed ai giunti.

Il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato, per la trasmissione diretta, è determinato dal valore di ingresso per l'elemento di separazione secondo l'equazione:

$$L_{n,d} = L_n + \Delta L - \Delta L_d \text{ [dB]}$$

dove:

L_nè il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato del solaio non rivestito in assenza di trasmissioni laterali, in decibel;

 Δ L è l'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio dovuto ad un pavimento galleggiante, in decibel;

 ΔL_d è l'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio dovuto rivestimenti supplementari, in decibel.

Il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato in frequenza può essere determinato attraverso la seguente relazione:

$$L_{n,ij} = L_{n} - \Delta L + \frac{R_{i}-R_{j}}{2} - \Delta R_{j} - K_{ij} + 10 lg \binom{L_{ij}}{S_{i}}$$
 [dB]

dove:

R_i è il potere fonoisolante del solaio, in decibel;

 R_j è il potere fonoisolante per trasmissione diretta dell'elemento laterale j nell'ambiente ricevente, in decibel:

 ΔR_i è l'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante dovuto a rivestimenti interni dell'elemento laterale j, in decibel;

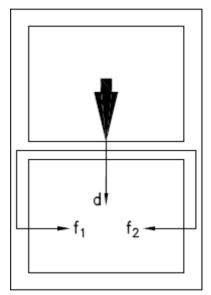
K_{ii} è l'indice di riduzione delle vibrazioni per il percorso di trasmissione D f in decibel;

S_i è l'area dell'elemento di separazione (solaio), in metri quadri;

 l_{ij} è la lunghezza di accoppiamento del giunto tra l'elemento di separazione e gli elementi laterali, in metri.

Modello semplificato

Il modello di calcolo semplificato prevede l'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato a partire dall'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio dei singoli elementi in esame, ricavando il valore finale dell'indice di valutazione in conformità con la UNI EN ISO 717-2.



Definizione dei percorsi di trasmissione sonora ij tra due ambienti

L'indice di valutazione del livello normalizzato di calpestio dell'elemento di separazione vale:

$$L'_{n,w} = 10 \ lg \ (10^{-\frac{L_{nw,d}}{10}} + \sum_{j=1}^{n} \ 10^{\frac{L_{nw,ij}}{10}}) \ [dB]$$

dove:

 $L_{n,w,d}$ è l'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato per trasmissione diretta, in decibel:

 $L_{n,w,ij}$ è l'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato per trasmissione laterale, in decibel;

n è il numero degli elementi;

Per ogni percorso di trasmissione, l'indice di valutazione è previsto in base ai dati di ingresso relativi agli elementi ed ai giunti.

L'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato, per la trasmissione diretta, è determinato dal valore di ingresso per l'elemento di separazione secondo l'equazione:

$$L_{n.w.d} = L_{n.w} + \Delta L_w - \Delta L_{w.d} \text{ [dB]}$$

dove:

L_{n,w} è l'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato del solaio non rivestito in assenza di trasmissioni laterali, in decibel;

 ΔL_w è l'indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio dovuto a rivestimenti supplementari, in decibel;

 $\Delta L_{w,d}$ è l'indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio dovuto a rivestimenti supplementari, in decibel.

Il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato in frequenza può essere determinato attraverso la sequente relazione:

dove:

R_{w.i} è l'indice del potere fonoisolante del solaio, in decibel;

R_{w,i} è l'indice del potere fonoisolante della parete sottostante, in decibel;

 $\Delta R_{w,j}$ è l'indice di valutazione dell'incremento del potere fonoisolante mediante rivestimenti addizionali sul lato ricevente dell'elemento laterale, in decibel;

K_{ii} è l'indice di riduzione delle vibrazioni per il percorso di trasmissione D_f in decibel;

S_i è l'area dell'elemento di separazione (solaio), in metri quadri;

l_{ij} è la lunghezza di accoppiamento del giunto tra l'elemento di separazione e gli elementi laterali, in metri.

Modello approssimato

La versione semplificata del modello di calcolo prevede I 'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato sulla base degli indici di valutazione degli elementi considerati, determinati in conformità con il procedimento definito nella UNI EN ISO 717 -2. La Sua applicazione è limitata agli ambienti sovrapposti e ai pavimenti di uso comune. L'influenza dello smorzamento strutturale degli elementi è presa in considerazione in modo mediato. La trasmissione laterale è considerata in modo globale.

L'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, L'n,w, è ottenuto mediante:

$$L'_{n,w} = L_{n,w,eq} - \Delta L_w + K$$
 [dB]

dove:

K è la correzione per la trasmissione dei rumori di calpestio attraverso le costruzioni laterali omogenee, in decibel;

L_{n,w,eq} è l'indice di valutazione del livello equivalente di pressione sonora di calpestio normalizzato, del solaio senza considerare l'eventuale pavimento galleggiante;

 ΔL_w è l'indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio del rivestimento o dell'eventuale pavimento galleggiante.

Stima teorica dell'indice di valutazione del livello equivalente di pressione sonora di calpestio normalizzato del sistema solaio senza strati di rivestimento:

$$L_{n.w.eq} = 164 - 35 \log m' [dB]$$

In cui:

m' è la massa superficiale, compresa tra 100 kg/m² e 600 kg/m², del solaio omogeneo.

Stima teorica dell'indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio, del pavimento galleggiante

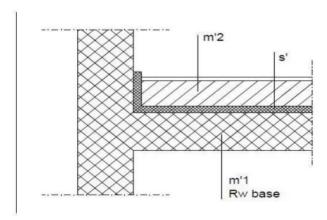
$$\Delta L_{n,w} = 15log\frac{m'}{s'} + 18$$

In cui:

m' è la massa superficiale del pavimento galleggiante (kg/m 2)

s' è la rigidità dinamica per unità di superficie dello strato resiliente (MN/m³)

Il termine di correzione K per la trasmissione laterale media si calcola in funzione della massa del le strutture laterali che insistono sulla partizione in esame e si ricava dal prospetto della norma.



3.3 NORMA UNI EN 12354-3: VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE DI EDIFICI A PARTIRE DALLE PRESTAZIONI DI PRODOTTI. ISOLAMENTO ACUSTICO CONTRO IL RUMORE PROVENIENTE DALL'ESTERNO PER VIA AEREA.

Metodo di calcolo

L'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione dipende dal potere fonoisolante della facciata vista dall'interno, dall'influenza della forma della facciata e dalle dimensioni degli ambienti. Ne consegue che:

$$D_{2\text{m,nT,w}} = R_w + \Delta I_{fs} + 10 \log \frac{V}{6T_0 S}$$
 [dB]

In cui:

 ΔL_{fs} è la differenza di livello di pressione sonora dovuta alla forma della facciata, in decibel; Tale indice si ricava dall'APPENDICE C allegata alla norma;

V è il volume dell'ambiente ricevente, in metri cubi;

S è l'area totale della facciata vista dall'interno, in metri quadrati;

T₀ è il tempo di riverberazione di riferimento, in secondi, per abitazioni 0,5 s;

Nel caso la partizione di facciata risulti composta da diversi elementi (parete opaca, porte, finestre), il potere fonoisolante della struttura complessiva viene calcolato con la formula seguente:

$$R_{w} = -10 \log \left(\sum_{i=1}^{n} \frac{S}{S_{tot}} 10^{\frac{-R_{w.i}}{10}} \right)$$

Determinazione della trasmissione laterale

Il fattore di trasmissione della potenza sonora relativo alla trasmissione laterale di un elemento si ottiene a partire dalla somma dei fattori della trasmissione laterale in rapporto a tutte le vie di trasmissione laterale verso questo elemento. Tale procedimento dettagliato è riportato nella norma UNI EN 12354-1.

Solitamente il contributo della trasmissione laterale è trascurabile. Tuttavia, se gli elementi rigidi (quali calcestruzzo o mattoni) sono collegati ad altri elementi rigidi entro l'ambiente ricevente (come pareti divisorie o pavimenti) la trasmissione laterale può contribuire alla trasmissione sonora totale.

Per lasciare dunque un margine di sicurezza, nei casi di presenza di elementi rigidi, si diminuisca il potere fonoisolante di 2 dB.

4 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEL FABBRICATO

Di seguito sono indicate le caratteristiche costruttive e i materiali utilizzati per la realizzazione del fabbricato, delle quali sugli Allegati 2 e 3 sono presenti le planimetrie con l'indicazione delle stratigrafie previste dal progetto.

4.1.1 Caratteristiche delle facciate

L'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, $(D_{2m,nTw})$, caratterizza la capacità della facciata di una specifica stanza, di abbattere il rumore proveniente dall'esterno.

La superficie delle facciate è costituita da due diversi tipi di materiale: una parte opaca strutturale realizzata in blocchi cassero, intonacata all'interno e capotto isolante termico all'esterno, e una parte finestrata.

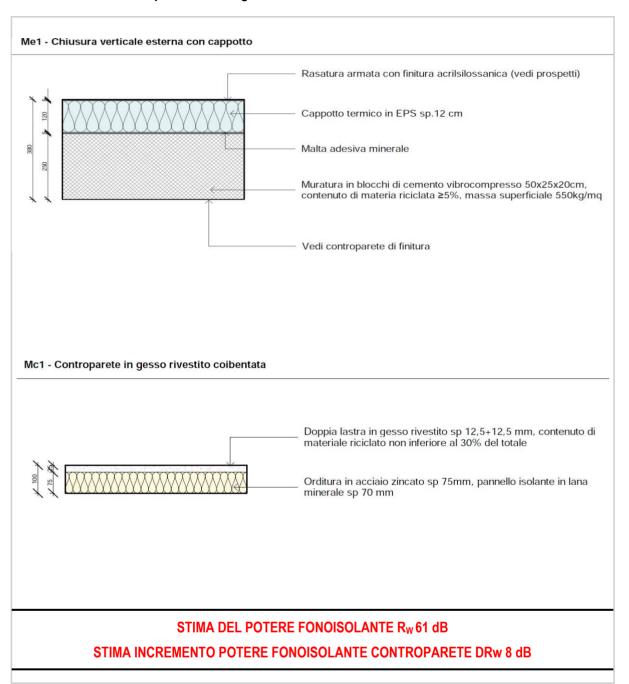
Le caratteristiche costruttive e acustiche delle superfici delle facciate sono le seguenti.

4.1.1.1 Superfici opache di facciata

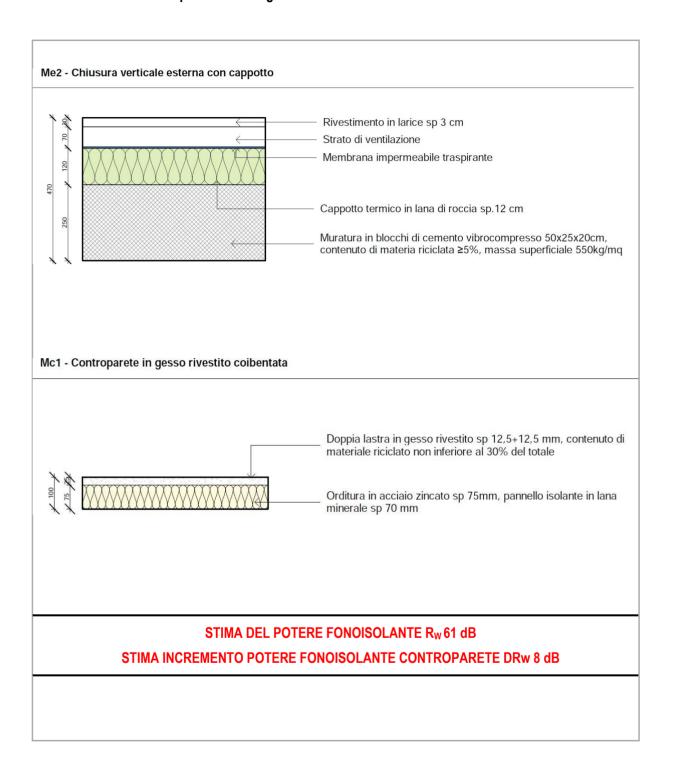
Le planimetrie con l'indicazione delle tipologie delle pareti divisorie e di facciata sono consultabili sui documenti del progetto realizzativo.

Di seguito le caratteristiche delle pareti di facciata dei locali ad uso didattico e con presenza di personale.

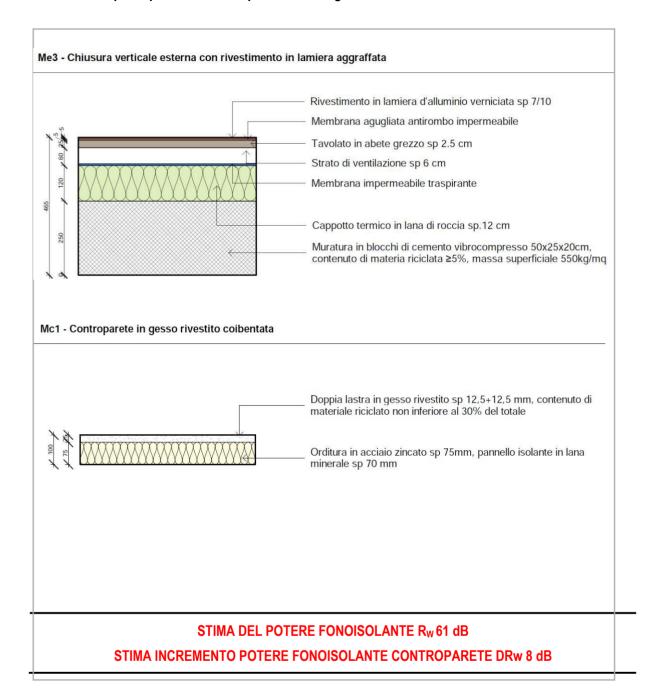
Facciate Aule - Massa superficiale 550 kg/m²



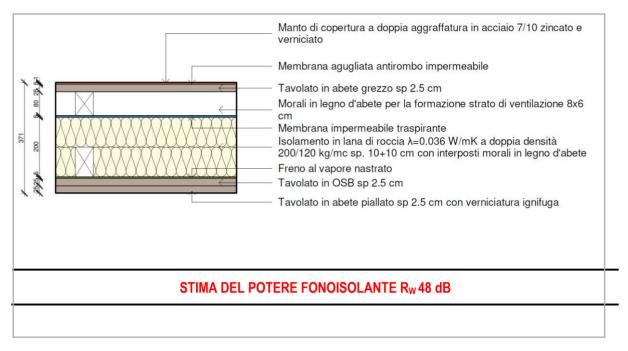
Facciate Aule - Massa superficiale 550 kg/m²



Facciate uffici piano primo - Massa superficiale 550 kg/m²



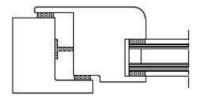
Tetto uffici piano primo



4.1.1.2 Superfici vetrate di facciata

Relativamente ai serramenti è necessario evidenziare che normalmente sono identificati come l'anello debole della catena la cui prestazione deficitaria normalmente deve essere compensata dalla porzione opaca. La media di questi due dati, comunque cautelativi, non può che essere superiore al minimo di legge".

Si assume pertanto che ciascuna tipologia di serramento fornisca un determinato potere fonoisolante valutato, a seconda della tipologia della parete di facciata e alle dimensioni del serramento, con la precisazione che tale valore deve intendersi come valore complessivo del sistema serramento/vetro.



Serramenti di facciata aule, locali presidiati vari, uffici, laboratori:
 completi di vetro in configurazione singola o doppia vetrocamera.

Potere fonoisolante del serramento finito

Rw > 45 dB

Serramenti di facciata bagni, locali di servizio, ripostigli: completi di vetro in configurazione singola o doppia vetrocamera.

Potere fonoisolante consigliato del serramento finito Rw > 40 dB

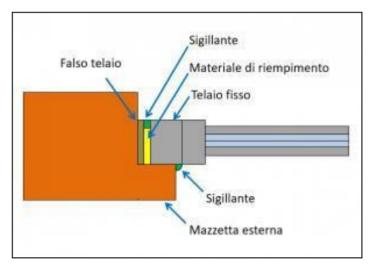
È fondamentale sottolineare che uno dei risultati più importanti e più difficili da conseguire per le prestazioni acustiche delle facciate, riguarda i serramenti esterni ed in particolare, oltre al potere fonoisolante determinabile attraverso la scelta dei materiali, la modalità di ancoraggio del telaio alla parte opaca della facciata.

Un'installazione non corretta del serramento, con la creazione di un'intercapedine vuota o riempita da materiali "trasparenti al rumore", può portare alla formazione di ponti acustici che vanificano le caratteristiche fonoisolanti della finestra. Per questo motivo l'utilizzo di materiali sigillanti, più o meno idonei, risulta una discriminante fondamentale al fine di poter mantenere e garantire una buona prestazione del serramento.

Pertanto è necessario evitare ponti acustici limitando lo spazio tra falso telaio e serramento a 10-20 mm, riempiendo

tale intercapedine con un sigillante avente caratteristiche acustiche superiori a 58 dB certificate dal produttore.

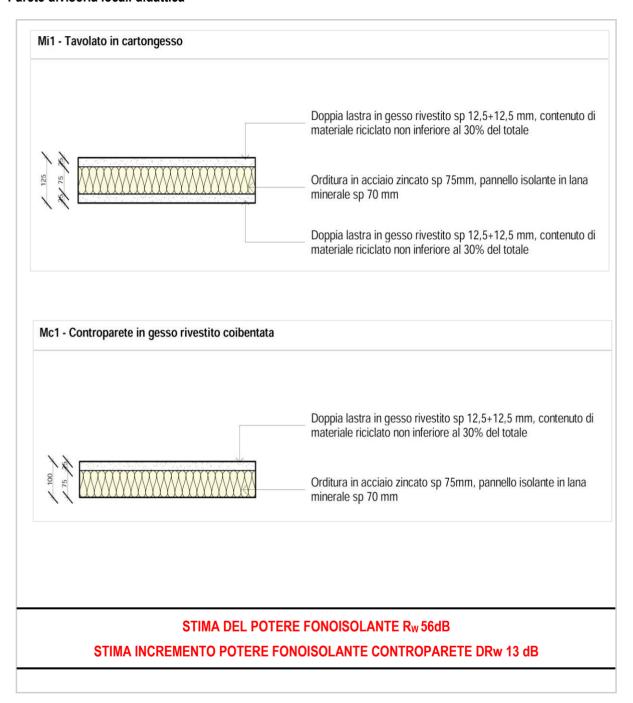
A titolo puramente indicativo, il prospetto 1 della Norma "UNI 11673-1:2017 - Posa in opera dei serramenti – parte 1: requisiti e criteri di verifica della progettazione", suggerisce le prestazioni acustiche minime dei sigillanti in funzione dell'indice di valutazione del potere fonoisolante del serramento; per serramenti con $R_w \ge 40 \text{ dB}$ R_s sigillante $\ge 58 \text{ dB}$.



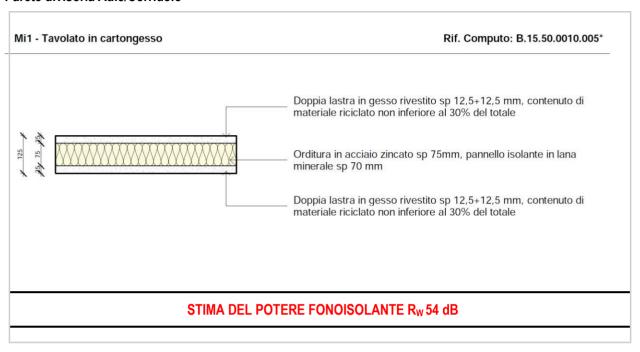
È inoltre necessario richiedere, al Produttore degli infissi, i certificati rilasciati dai laboratori accreditati dove sono descritte le tipologie del telaio, del vetro e dei materiali da utilizzare per la posa in opera, con il relativo ciclo lavorativo, che deve essere rigorosamente rispettato per ottenere il previsto grado d'isolamento acustico.

4.1.2 Pareti divisorie interne

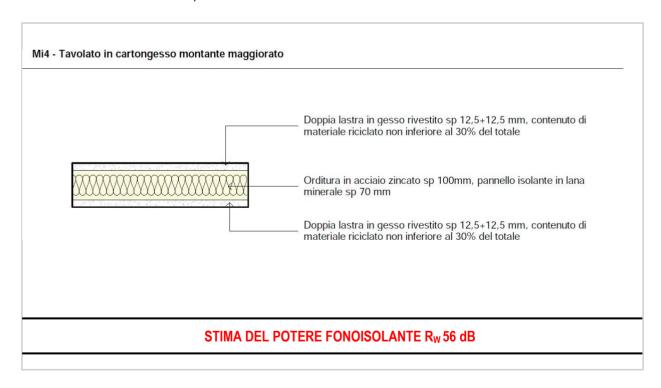
Parete divisoria locali didattica



Parete divisoria Aule/Corridoio



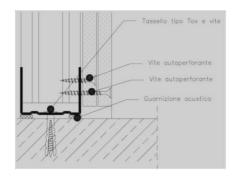
Parete divisoria Ufficio/Ufficio, Ufficio/Corridoio



4.1.2.1 Note operative da adottare sulle pareti e contropareti in cartongesso

Al fine di evitare la creazione di ponti termici e acustici, la posa delle pareti e contropareti in cartongesso dovrà essere eseguita seguendo scrupolosamente le indicazioni della ditta costruttrice in via generale e in particolare:

- La struttura metallica di sostegno delle pareti dovrà essere posta in opera evitando il contatto fra la stessa e la struttura edilizia, interponendo apposito nastro monoadesivo di guarnizione isolante per taglio termoacustico;
- Dove previsto, il secondo strato di pannelli in cartongesso andrà sovrapposto a giunti sfalsati rispetto al primo;
- 3. I pannelli di cartongesso e lo strato di lana di vetro delle pareti termineranno a ridosso del solaio superiore e inferiore;





4. Fra le strutture metalliche delle pareti in cartongesso doppie e fra la struttura metallica delle contropareti e le pareti in muratura dovrà essere prevista un'intercapedine d'aria di 5/10 mm.

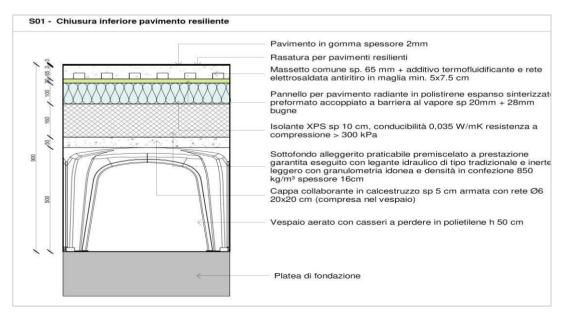
4.1.2.2 Caratteristiche dei serramenti interni

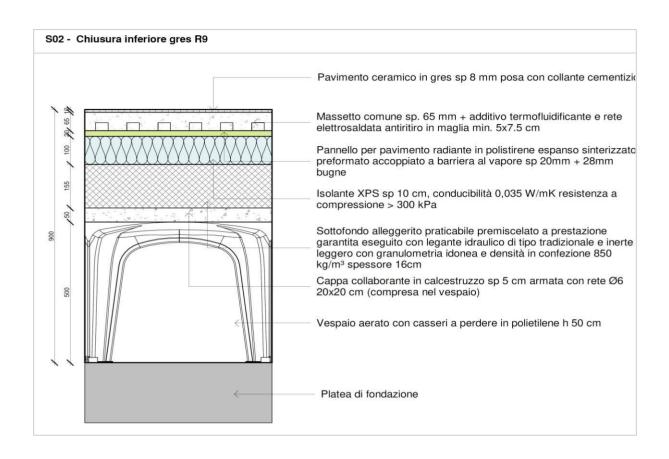
Porte interne di accesso ai locali didattica, uffici

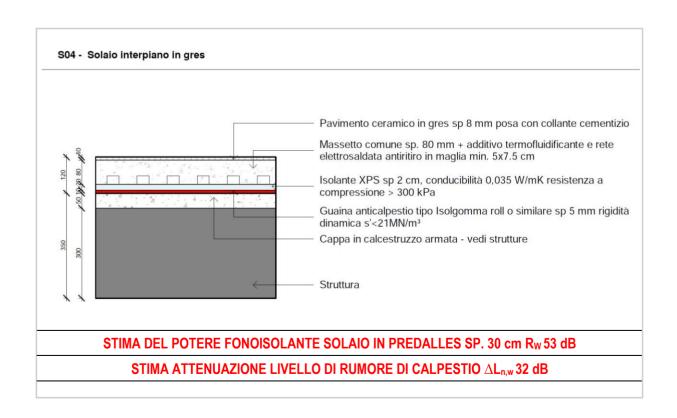
Potere fonoisolante del serramento finito Rw ≥ 31 dB

Le caratteristiche dei serramenti interni che delimitano i locali in cui si prevede l'installazione di apparecchiature e macchine rumorose, devono essere scelte in base alle caratteristiche acustiche di emissione delle apparecchiature stesse.

4.1.3 Caratteristiche dei solai

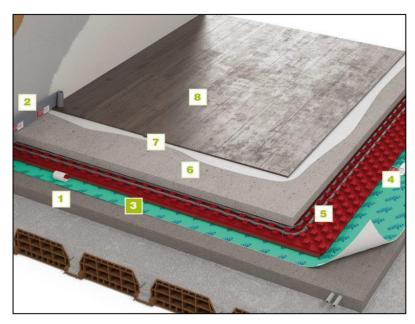






4.1.3.1 Note operative da adottare sui solai

Al fine di attenuare il rumore da calpestio, i solai, costituiti come da stratigrafia evidenziata in precedenza, dovranno essere dotati di una guaina materiale resiliente anticalpestio, posata come indicato sulla foto a fianco, tra la cappa in calcestruzzo (1) e il pannello per pavimento radiante (5). La valutazione è stata eseguita inserendo uno strato resiliente con un valore



di rigidità dinamica non superiore a 21 MN/m³.

- Il pavimento "galleggiante" ottenuto mediante la posa della guaina citata dovrà essere completamente desolidarizzato non solo dal solaio ma anche dalle murature che delimitano i vari locali utilizzando l'idonea fascia perimetrale adesiva, piatta o con profilo angolare (2). Tale fascia dovrà essere posata lungo tutto il perimetro delle superfici in contatto con le pareti di facciata, pareti divisorie tra locali e tra corridoi e locali, senza tralasciare le soglie delle entrate. Tutta la superficie di calpestio deve essere rivestita dal manto anticalpestio, senza lasciare alcun vuoto; i teli dovranno essere incollati tra loro con la cimosa adesiva o con idoneo nastro. La striscia desolidarizzante perimetrale va applicata prima del manto anticalpestio fissandola alla parete e al solaio con la superficie adesiva. La parte superiore eccedente va rifilata solo dopo la posa della pavimentazione di finitura.
- Il battiscopa e i rivestimenti ceramici delle pareti dovranno essere staccati dalla pavimentazione di almeno 2/3 mm, utilizzando appositi distanziatori. La fessura tra rivestimento/battiscopa e pavimento sarà riempita con un cordolo di sigillante elastico.
- Particolare attenzione dovrà essere posta nella posa della guaina anticalpestio all'interno dei bagni. Il
 pavimento galleggiante, creato come negli altri locali sarà mantenuto distaccato da qualunque tubazione
 in affioramento dal solaio.
- Per i locali del piano terra non è prevista la posa del materassino anticalpestio, pertanto lo scollegamento dei pavimenti (massetto + rivestimento) dovrà essere eseguito utilizzando la sola fascia perimetrale a "L" fra i vari locali e fra locali/corridoi.

5 TEMPI DI RIVERBERAZIONE

Le superfici interne sono costituite da diverse tipologie di materiali, dei quali sulla tabella successiva sono indicati i coefficienti di fonoassorbimento utilizzati per il calcolo del tempo di riverbero.

Le superfici previste dal progetto relative al tipo di pavimento e di controsoffitto, utilizzati per il calcolo dei tempi di riverbero dei locali.

Pavimento

- P.T. Locali didattici e locali riposo: pavimento in gomma sp. < 2 mm incollato su supporto cementizio;
- P.T. Locale mensa: pavimento ceramico in gres sp. 8 mm posa con collante cementizio;
- P.1° Locali ufficio e sala insegnanti: pavimento ceramico in gres sp. 8 mm posa con collante cementizio.

Controsoffitti

- P.T. Locali didattici: pannelli tipo Rigitone 12-20/66 senza lana
- P.T. Locale Mensa e locali riposo: pannelli tipo Gyptone point 11 600x600 senza lana.

Pannelli fonoassorbenti a parete

1° Piano Ufficio e Sala Insegnanti: pannelli rettangolari Ecophon Solo Rectangle 1800x1200

Superficie	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
PAVIMENTO GRES 0,01 0,01		0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	
PAVIMENTO IN GOMMA	0,02	0,03	0,06	0,15	0,3	0,4	
PORTA IN LEGNO	0,14	0,10	0,08	0,08	0,08 0,08		
CONTROSOFFITTO Rigitone 12-20/66	0,37	0,77	0,9	0,67	0,57	0,58	
CONTROSOFFITTO GYPTONE POINT 11	0,48	0,7	0,78	0,61	0,57	0,55	
SUPERFICI VETRATE	0,12	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	
CARTONGESSO	0,20	0,12	0,10	0,07	0,07	0,07	
PANNELLO ECOPHONE RECTANGLE sp. 40 mm 1800X1200 (area assorbimento equivalente)	0,6	2	2,9	3,4	3,3	3,1	
PANNELLO ECOPHONE RECTANGLE sp. 40 mm 2400X1200 (area assorbimento equivalente)	1,1	2,2	3,7	5,5	5,6	5,3	
SUPERFICIE IN LEGNO	0,15	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	

6 NOTE OPERATIVE UTILI PER LA REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI

6.1 IMPIANTO ELETTRICO

Per limitare la riduzione del potere fonoisolante apparente delle partizioni verticali tra locali diversi, dovrà essere posta particolare attenzione alla posa delle scatole di derivazione e porta componenti dell'impianto elettrico. È buona norma realizzare tali impianti riducendo al minimo indispensabile le scatole elettriche, che in ogni caso non dovranno mai essere posate simmetricamente sui due lati della parete di divisione tra locali distinti, ma ad almeno una distanza di 40 cm l'una dall'altra. Tubazioni di attraversamento comunicanti tra locali non sono ammesse.

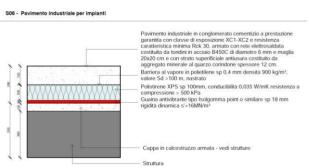
6.2 IMPIANTI TECNOLOGICI

La scelta dei componenti degli impianti tecnologici (ascensori, autoclave, pompe di circolazione acqua, ecc.) dovrà essere effettuata in base alle proposte delle case costruttrici che devono garantire apparecchiature con adeguate caratteristiche acustiche; le modalità di montaggio delle medesime dovranno assicurare che la trasmissione delle vibrazioni alla struttura dell'edificio non sia percepibile dalle persone presenti nei locali. I motori o qualsiasi apparecchiatura con organi in movimento saranno isolati sui punti di appoggio al pavimento o di fissaggio a soffitto/parete nonché sui punti di collegamento a tubazioni, mediante supporti/giunti antivibranti opportunamente dimensionati. Sulla pavimentazione degli spazi adibiti a contenere gli impianti tecnologici di peso elevato, dovrà essere previsto un idoneo basamento sul quale saranno installate le macchine dotate di adeguati antivibranti sui punti d'appoggio.

È fondamentale procedere ad una valutazione accurata delle tipologie degli impianti tecnologici da installare all'interno dell'edificio, individuando i produttori e gli installatori che garantiscano, nei contratti di fornitura e di installazione, il rispetto dei limiti di rumorosità prodotta all'interno dei vari locali, sia per gli impianti a funzionamento continuo (ventilazione, condizionamento, ecc.) che per quelli a funzionamento discontinuo (scarichi idrici, impianto idrico, ascensori, ecc.).

Per rispettare i citati livelli all'interno dei locali, è necessario valutare, in base alla pressione/potenza sonora emessa dai vari impianti/macchine dichiarata dai produttori, l'installazione di adeguati silenziatori sulle bocche di espulsione/aspirazione d'aria delle UTA, bocchette o plenum insonorizzati, condotte e tubazioni di aspirazione/espulsione e di ricambio dell'aria insonorizzate esternamente, antivibranti sulle macchine fissate a soffitto, ecc.

Per evitare la trasmissione delle vibrazioni alla struttura dell'edificio è necessario posare sul solaio dei locali tecnologici uno strato di guaina antivibrante tipo Point (Isolgomma) ed eseguire lo scollegamento dei pavimenti (massetto + rivestimento) utilizzando la fascia perimetrale a "L".



6.3 IMPIANTI IDROSANITARI

Il percorso verticale del sistema degli scarichi deve essere previsto all'interno di cavedi adeguatamente

insonorizzati. Le tubazioni saranno in polipropilene insonorizzato a 3 strati.

Il tubo, dotato di bicchiere ad innesto con guarnizione elastomerica monolabbro preinstallata (DIN EN 681 e DIN 4060) è realizzato mediante una struttura a 3 strati: la parete interna e quella esterna, esenti da alogeni e cadmio sono prodotte in PP-C (polipropilene copolimero), mentre lo strato intermedio in PP-TV (polipropilene rinforzato con minerali).

Strato esterno in PP-C
Elevata resistenza agli urti
Ottima tenuta agli agenti atmosferici
Superficie liscia
Colore originale BLU

Strato intermedio in PP-TV
Elevata rigidità del tubo
Stabilità ottimale
Sicurezza elevata
Colore naturale GRIGIO

Strato interno in PP-C
Stabile all'acqua calda
Elevata resistenza chimica
Estrema tenuta allo sfregamento
Colore originale BLU

I raccordi avranno una struttura monostrato in PP-C-

KV (polipropilene copolimero rinforzato con minerali) e saranno anch'essi dotati di bicchiere con guarnizione elastomerica monolabbro preinstallata (DIN EN 681 e DIN 4060).

Il sistema di scarico insonorizzato dovrà avere ottenuto un livello di rumorosità certificata L(in) di 15 dB(A) con portata di 2,0 l/s.

Per evitare il contatto diretto tra le colonne di scarico e gli elementi strutturali e nei tratti di tubazione direttamente annegata in parete o nel solaio, è necessario avvolgere una guaina antivibrazione in polietilene espanso a celle chiuse dello spessore di 5 mm.

Per sostenere le tubazioni dell'impianto idrosanitario, degli scarichi e della colonna di scarico dovranno essere utilizzati supporti di



tipo a collare fonoassorbente dotati di guarnizione interna in gomma antivibrante.

Le colonne di scarico che transitano all'interno di pareti in cartogesso, cavedi realizzati in cartongesso e nei controsoffitti, oltre ad essere in propilene insonorizzato, dovranno essere rivestite con apposito materiale massivo tipo Isol Flex della ditta Geberit; medesimo trattamento deve essere eseguito sulle condotte di aerazione.

I sanitari a sospensione dovranno essere provvisti di adeguate guarnizioni antivibranti in neoprene per evitare la trasmissione delle vibrazioni alle strutture.

7 TABELLE DEI RISULTATI DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE

Sulla base dei dati precedentemente indicati è stata elaborata la stima previsionale del valore dell'isolamento acustico delle strutture previste dal progetto edilizio, i cui valori sono indicati sulle tabelle di seguito riportate. Le schede relative ai calcoli eseguiti sono presenti in Allegato 1.

Requisiti acustici passivi secondo DPCM 5-12-97 e DM 11/1/2017

Unità immobiliare Destinazione d'uso Polo per l'infanzia con asilo e scuola dell'infanzia Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli

D_{2m,nT,w} - Isolamento acustico di facciata

	Facciate	$D_{2m,nT,w}[dB]$
1	Locale 01a Lattanti	48,6
2	Locale 02a Riposo	49,8
3	Locale 05a Semi Divezzi	49,9
4	Locale 06a Riposo - facciata 1	68,6
5	Locale 06a Riposo - facciata 2	50,0
4/5	Locale 06a Riposo – media facciate	53,0
6	Locale 08a Primavera	50,2
7	Locale 09a Riposo - facciata 1	52,1
8	Locale 09a Riposo - facciata 2	52,4
7/8	Locale 09a Riposo – media facciate	52,2
9	Locale 01b-04b Aule	50,0
10	Locale 07b Aula	49,7
11	Locale 10b-13b-17b Aule	49,9
12	Locale 12b Attività libere – facciata 1	49,3
13	Locale 12b Attività libere – facciata 2	71,3
12/13	Locale 12b Attività libere – media facciate	52,3
14	Locale 03c Accoglienza Sala ricreativa	49,8
15	Locale 04c Mensa - facciata 1	69,1
16	Locale 04c Mensa - facciata 2	50,8
15/16	Locale 04c Mensa – media facciate	53,7
17	Piano Primo - Locale 04d Ufficio	53,5
18	Piano Primo - Locale 04d Ufficio - tetto	48,0
17/18	Piano Primo - Locale 04d Ufficio – media facciate	50,0
19	Piano Primo – Locale 05d Sala Insegnanti – facciata 1	56,9
20	Piano Primo – Locale 05d Sala Insegnanti – facciata 2	68,8
21	Piano Primo – Locale 05d Sala Insegnanti – facciata 3	51,4
22	Piano Primo – Locale 05d Sala Insegnanti – facciata 4 tetto	47,2
19-22	Piano Primo – Locale 05d Sala Insegnanti – media facciate	51,5

R'w - Potere fonoisolante dei divisori - Pareti

	Divisori	R'w[dB]
1	Parete fra 10b Aula e 12b Attività libere	52,1
2	Parete fra 05a Semi Divezzi e 08a Primavera	52,1
3	Parete fra 04d Ufficio e 05d Sala Insegnanti	51,7

D_{nT,w} - Potere fonoisolante dei divisori – Pareti (DM 11/1/2017)

		Divisori	D _{nTw} [dB]
Γ	1	Parete fra 08a Primavera e Corridoio	35,2
	2	Parete fra 01b Aula e Corridio	34,5

R'w - Potere fonoisolante dei divisori - Solai

	Divisori	R'w[dB]
1	Ufficio 04d / Aula 07b	60,1

L'nw - Livello di rumore da calpestio

	Solai	L' _{nw} [dB]
1	Ufficio 04d / Aula 07b	46,1

T - Tempo di riverberazione

	Ambienti	Volume	T medio (250 Hz - 2000 Hz)	T massimo
		[m³]	[s]	[s]
1	Locale 01a Lattanti	137,4	0,47	1,20
2	Aula 02a 06a 09a Riposo	77,40	0,42	0,00
3	Locale 05a 01b 04b 07b 10b 13b 17b	186	0,48	1,20
4	Locale 08a Primavera	198,60	0,48	1,20
5	Locale 12b Attività libere	78,9	0,45	1,20
6	Locale 04c Mensa	279,3	0,61	0,00
7	Locale 04d Ufficio	105	0,82	0,00
8	Locale 05d Sala Insegnanti	197	0,88	0,00

T - Tempo di riverberazione ottimale - UNI 11367

	Ambienti	Volume		T [s]				Т	T max	
		[m³]	125	250	500	1 kHz	2 kHz	4 kHz	ottimale	[s]
			Hz	Hz	Hz				[s]	
1	Locale 01a Lattanti	137,4	0,67	0,48	0,42	0,50	0,48	0,42	0,71	0,86
2	Aula 02a 06a 09a Riposo	77,40	0,44	0,42	0,40	0,46	0,41	0,37	0,00	0,00
3	Locale 05a 01b 04b 07b 10b 13b 17b	186	0,71	0,49	0,43	0,51	0,48	0,43	0,76	0,91
4	Locale 08a Primavera	198,60	0,72	0,49	0,43	0,52	0,49	0,43	0,00	0,00
5	Locale 12b Attività libere	78,9	0,59	0,45	0,41	0,49	0,47	0,41	0,00	0,00
6	Locale 04c Mensa	279,3	0,67	0,56	0,52	0,66	0,70	0,69	0,00	0,00
7	Locale 04d Ufficio	105	0,71	0,84	0,78	0,84	0,82	0,79	0,00	0,00
8	Locale 05d Sala Insegnanti	197	0,88	0,96	0,85	0,88	0,84	0,81	0,00	0,00

T - Tempo di riverberazione - intervallo di conformità - UNI 11532

	Ambienti	Volume			Т	[s]		
		[m³]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
1	Locale 01a Lattanti	137,4	0,67	0,48	0,42	0,50	0,48	0,42
	Intervallo di conformità	[S]	0,39 - 0,86	0,47 - 0,71	0,47 - 0,71	0,47 - 0,71	0,47 - 0,71	0,39 - 0,71
2	Aula 02a 06a 09a Riposo	77,40	0,44	0,42	0,40	0,46	0,41	0,37
	Intervallo di conformità	[S]	0,39 - 0,86	0,47 - 0,71	0,47 - 0,71	0,47 - 0,71	0,47 - 0,71	0,39 - 0,71
3	Locale 05a 01b 04b 07b 10b 13b 17b	186	0,71	0,49	0,43	0,51	0,48	0,43
	Intervallo di conformità	[S]	0,39 - 0,86	0,47 - 0,71	0,47 - 0,71	0,47 - 0,71	0,47 - 0,71	0,39 - 0,71
4	Locale 08a Primavera	198,60	0,72	0,49	0,43	0,52	0,49	0,43
	Intervallo di conformità	[S]	0,39 - 0,86	0,47 - 0,71	0,47 - 0,71	0,47 - 0,71	0,47 - 0,71	0,39 - 0,71
5	Locale 12b Attività libere	78,9	0,59	0,45	0,41	0,49	0,47	0,41
	Intervallo di conformità	[S]	0,39 - 0,86	0,47 - 0,71	0,47 - 0,71	0,47 - 0,71	0,47 - 0,71	0,39 - 0,71
6	Locale 04c Mensa	279,3	0,67	0,56	0,52	0,66	0,70	0,69
	Intervallo di conformità	[S]	0,39 - 0,86	0,47 - 0,71	0,47 - 0,71	0,47 - 0,71	0,47 - 0,71	0,39 - 0,71
7	Locale 04d Ufficio/Stanza assistente	105	0,71	0,84	0,78	0,84	0,82	0,79
	Intervallo di conformità	[S]	0,56 - 1,25	0,69 - 1,04	0,69 - 1,04	0,69 - 1,04	0,69 - 1,04	0,56 - 1,04
8	Locale 05d Sala Insegnanti	197	0,88	0,96	0,85	0,88	0,84	0,81
	Intervallo di conformità	[s]	0,56 - 1,25	0,69 - 1,04	0,69 - 1,04	0,69 - 1,04	0,69 - 1,04	0,56 - 1,04

8 CONCLUSIONI

Dall'esame dei risultati ottenuti dalle stime condotte sulle partizioni dei locali oggetto della verifica, riportati sulle tabelle precedenti si può ragionevolmente affermare che l'impiego degli elementi architettonici indicati nel presente elaborato, consente di raggiungere i livelli di protezione acustica ed i valori di confort acustico previsti sia dal DPCM 5/12/1997 che dal DM 11/10/2017, che assegnano i limiti delle prestazioni acustiche degli elementi costruttivi degli edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli.

In particolare, dalle citate tabelle si riscontra quanto segue:

- ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA: le facciate in esame soddisfano in via previsionale il requisito acustico indicato dai citati Decreti per gli ambienti scolastici, poiché sono risultati valori superiori a 48 dB e a 43 dB. Sarà necessario che i componenti opachi e trasparenti di facciata abbiano prestazioni del potere fonoisolante certificate in laboratorio pari o superiori a quelle indicate nella presente relazione tecnica e la posa in opera sia eseguita a

"regola d'arte" seguendo in modo particolare le istruzioni del fabbricante per quanto riguarda la connessione fra le varie strutture.

- POTERE FONOISOLANTE APPARENTE DELLE PARETI: le pareti divisorie esaminate soddisfano in via previsionale il requisito acustico previsto dalla vigente legislazione, fissato dalla Norma 11367 per le pareti divisorie della stessa unità immobiliare a 50 dB (DnT,w). Il limite di 50 dB (R'w) fissato dal DPCM 5/12/1997 è riferito a divisori di diverse unità immobiliari.

Risulta soddisfatto inoltre il limite di 30 dB (DnT,w) fissato dalla Norma UNI 11367 per i divisori fra locali abitativi e aree di uso comune.

- POTERE FONOISOLANTE APPARENTE DEI SOLAI: i solai divisori esaminati soddisfano in via previsionale il requisito acustico fissato a 55 dB (DnT,w) dalla Norma 11367.). Il limite di 50 dB (R'w) fissato dal DPCM 5/12/1997 è riferito a divisori di diverse unità immobiliari.
- -ISOLAMENTO DEL RUMORE DA CALPESTIO: i solai interpiano, dotati del materassino anticalpestio, soddisfano sia il DPCM 5/12/1997 sia la Norma UNI 11367 richiamata dal DM 11/10/2017, poiché i valori di isolamento acustico stimati sono inferiori ai rispettivi limiti di 58 dB e di 53 dB.
- TEMPI DI RIVERBERAZIONE: il tempo di riverberazione per le aule scolastiche è fissato dalla circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 3150 del 22 maggio 1967 e deve essere inferiore o uguale a 1,2 secondi. I risultati della stima effettuata sui materiali con cui saranno realizzate le aule sono in ogni caso inferiori al citato limite.

Anche i valori stimati in base a quanto indicato dalla Norma UNI 11532, citata dal DM 11/10/2017, sono risultati nella norma, con valori sempre inferiori al valore massimo previsto, indicato sulle tabelle precedenti.

Risulta necessario aumentare l'indice del fonoassorbimento dei locali Ufficio e Sala Insegnanti prevedendo la posa sulle pareti di elementi tipo Ecophon Solo Rectangle, la cui quantità è di n° 2 pannelli nell'Ufficio (dimensioni 1800x1200) e di n° 4 pannelli nella Sala Insegnanti (dimensioni 2400x1200 mm).

ALLEGATO 1 – RISULTATI DEI CALCOLI DI STIMA DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

CALCOLO DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA Locale 01a Lattanti

Volume dell'ambiente 136,20 m³ Superficie della facciata 20,64 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	
1	Parete esterna Me1	8,61	61,00	
2	Serramento Rw minimo	12,03	45,00	

Correzioni

Trasmissione laterale K = 2 dBForma di facciata $\Delta L_{fs} = 0 dB$

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

 R'_{w} 45,3 dB $D_{2m,nT,w}$ 48,6 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività

scolastiche a tutti i livelli

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

Limite verificato

Locale 02a Riposo

Volume dell'ambiente 67,23 m³ Superficie della facciata 9,94 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	
1	Parete esterna Me1	5,50	61,00	
2	Serramento Rw minimo	4,44	45,00	

Correzioni

Trasmissione laterale K = 2 dBForma di facciata $\Delta L_{fs} = 0 dB$

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

 R'_{w} 46,5 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

Locale 05a Semi Divezzi

Volume dell'ambiente 186,00 m³ **Superficie della facciata** 26,76 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	
1	Parete esterna Me1	14,73	61,00	
2	Serramento Rw minimo	12,03	45,00	

Correzioni

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

 $\begin{array}{ll} {\sf R'_w} & {\sf 46,4~dB} \\ {\sf D_{2m,nT,w}} & {\sf 49,9~dB} \end{array}$

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività

scolastiche a tutti i livelli

 $D_{2m,nT,w}$ minimo 48,0 dB

Limite verificato

Locale 06a Riposo - facciata 1

Volume dell'ambiente 71,01 m³ **Superficie della facciata** 10,63 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	
1	Parete esterna Me1	10,63	61,00	

Correzioni

Trasmissione laterale K = 2 dBForma di facciata $\Delta L_{fs} = 0 dB$

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

 $\begin{array}{ll} {\bf R'_w} & {\bf 65,3~dB} \\ {\bf D_{2m,nT,w}} & {\bf 68,6~dB} \end{array}$

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività

scolastiche a tutti i livelli

Locale 06a Riposo - facciata 2

Volume dell'ambiente 71,01 m³ **Superficie della facciata** 18,00 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	
1	Parete esterna Me1	13,56	61,00	
2	Serramento Rw minimo	4,44	45,00	

Correzioni

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 49,0 dB **D**_{2m,nT,w} 50,0 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività

scolastiche a tutti i livelli

 $D_{2m,nT,w}$ medio facciate 53,2 dB $D_{2m,nT,w}$ minimo 48,0 dB

Limite verificato

Locale 08a Primavera

Volume dell'ambiente 199,50 m³ Superficie della facciata 27,90 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	
1	Parete esterna Me1	15,85	61,00	
2	Serramento Rw minimo	12,05	45,00	

Correzioni

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

 $\begin{array}{ll} {\bf R'_w} & {\bf 46,6~dB} \\ {\bf D_{2m,nT,w}} & {\bf 50,2~dB} \end{array}$

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività

scolastiche a tutti i livelli

 $D_{2m,nT,w}$ minimo 48,0 dB

Locale 09a Riposo - facciata 1

Volume dell'ambiente 83,43 m³ **Superficie della facciata** 11,85 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	
1	Parete esterna Me	8,62	61,00	
2	Serramento Rw minimo	3,23	45,00	

Correzioni

Trasmissione laterale K = 2 dBForma di facciata $\Delta L_{fs} = 0 dB$

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

 R'_{w} 48,6 dB $D_{2m,nT,w}$ 52,1 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività

scolastiche a tutti i livelli

Locale 09a Riposo - facciata 2

Volume dell'ambiente 83,43 m³ **Superficie della facciata** 19,03 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	
1	Parete esterna Me	16,08	61,00	
2	Serramento Rw minimo	2,95	45,00	

Correzioni

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

 $\begin{array}{ll} {\sf R'_w} & {\sf 51,0~dB} \\ {\sf D_{2m,nT,w}} & {\sf 52,4~dB} \end{array}$

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

 $\begin{array}{ll} \textbf{D}_{2\text{m,nT,w}} \, \text{medio facciate} & 52,2 \, \text{dB} \\ \textbf{D}_{2\text{m,nT,w}} \, \text{minimo} & 48,0 \, \text{dB} \end{array}$

Locale 01b-04b Aule

Volume dell'ambiente 188,10 m³ Superficie della facciata 29,28 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	
1	Parete esterna Me1	17,25	61,00	
2	Serramento Rw minimo	12,03	45,00	

Correzioni

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

 R'_{w} 46,8 dB $D_{2m,nT,w}$ 50,0 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività

scolastiche a tutti i livelli

 $D_{2m,nT,w}$ minimo 48,0 dB

Limite verificato

Locale 07b Aula

Volume dell'ambiente 177,60 m³ **Superficie della facciata** 20,22 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	
1	Parete esterna Me	8,19	61,00	
2	Serramento Rw minimo	12,03	45,00	

Correzioni

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

 R'_{w} 45,2 dB $D_{2m,nT,w}$ 49,7 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività

scolastiche a tutti i livelli

 $D_{2m,nT,w}$ minimo 48,0 dB

Locale 10b-13b-17b- Aule

Volume dell'ambiente 185,10 m³ **Superficie della facciata** 28,98 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	
1	Parete esterna M1	16,95	61,00	
2	Serramento Rw minimo	12,03	45,00	

Correzioni

Trasmissione laterale K = 2 dBForma di facciata $\Delta L_{fs} = 0 dB$

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

 $\begin{array}{ll} {\sf R'_w} & {\sf 46,8 \; dB} \\ {\sf D_{2m,nT,w}} & {\sf 49,9 \; dB} \end{array}$

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività

scolastiche a tutti i livelli

 $D_{2m,nT,w}$ minimo 48,0 dB

Limite verificato

Locale 12b Attività libere - facciata 1

Volume dell'ambiente 78,90 m³ Superficie della facciata 12,45 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	
1	Parete esterna Me1	6,51	61,00	
2	Serramento Rw minimo	5,94	45,00	

Correzioni

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

 $\begin{array}{ll} {\sf R'_w} & {\sf 46,2~dB} \\ {\sf D_{2m,nT,w}} & {\sf 49,3~dB} \end{array}$

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività

scolastiche a tutti i livelli

Locale 12b Attività libere - facciata 2

Volume dell'ambiente 78,90 m³ Superficie della facciata 6,45 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	
1	Parete esterna Me1	6,45	61,00	

Correzioni

Trasmissione laterale K = 2 dBForma di facciata $\Delta L_{fs} = 0 dB$

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

 R'_{w} 65,3 dB $D_{2m,nT,w}$ 71,3 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività

scolastiche a tutti i livelli

 $\begin{array}{ll} \textbf{D}_{2m,nT,w} \ \text{medio facciate} & 52,3 \ \text{dB} \\ \textbf{D}_{2m,nT,w} \ \text{minimo} & 48,0 \ \text{dB} \end{array}$

Limite verificato

Locale 03c Accoglienza Sala ricreativa

Volume dell'ambiente 222,30 m³ Superficie della facciata 27,60 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m] R _w /		
1	Parete esterna Me1	12,86	61,00	
2	Serramento Rw minimo	14,74	45,00	

Correzioni

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

 R'_{w} 45,7 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

Locale 04c Mensa - facciata 1

Volume dell'ambiente 279,30 m³ **Superficie della facciata** 40,35 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	
1	Parete esterna Me1	40,35	61,00	

Correzioni

Trasmissione laterale K = 2 dBForma di facciata $\Delta L_{fs} = 0 dB$

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

 R'_{w} 65,3 dB $D_{2m,nT,w}$ 69,1 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività

scolastiche a tutti i livelli

Locale 04c Mensa - facciata 2

Volume dell'ambiente 279,30 m³ Superficie della facciata 30,48 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	
1	Parete esterna Me1	14,43	61,00	
2	Serramento Rw minimo	16,05	45,00	

Correzioni

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

 $\begin{array}{ll} {\sf R'_w} & {\sf 45,8~dB} \\ {\sf D_{2m,nT,w}} & {\sf 50,8~dB} \end{array}$

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività

scolastiche a tutti i livelli

 $D_{2m,nT,w}$ medio facciate 53,7 dB $D_{2m,nT,w}$ minimo 48,0 dB

Piano Primo - Locale 04d Ufficio

Volume dell'ambiente 105,00 m³ **Superficie della facciata** 9,48 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	
1	Parete esterna Me1	6,51	61,00	
2	Serramento Rw minimo	2,97	45,00	

Correzioni

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

 R'_{w} 48,0 dB $D_{2m,nT,w}$ 53,5 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività

scolastiche a tutti i livelli

Piano Primo - Locale 04d Ufficio - Tetto

Volume dell'ambiente 113,00 m³ **Superficie della facciata** 25,00 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	
1	Tetto in legno	25,00	48,00	

Correzioni

Trasmissione laterale K = 2 dBForma di facciata $\Delta L_{fs} = 0 dB$

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

 $\begin{array}{ll} {R^{\prime}}_{w} & 46,0 \text{ dB} \\ {D_{2m,nT,w}} & 47,6 \text{ dB} \end{array}$

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività

scolastiche a tutti i livelli

 $\mathbf{D}_{2m,nT,w}$ medio facciate 49,6 dB $\mathbf{D}_{2m,nT,w}$ minimo 48,0 dB

Piano Primo - Locale 05d Sala Insegnanti - facciata 1

Volume dell'ambiente 197,00 m³ **Superficie della facciata** 13,11 m²

Elementi che compongono la facciata

		Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	
•	1	Parete esterna Me1	11,90	61,00	
	2	Serramento Rw minimo	1,21	45,00	

Correzioni

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

 R'_{w} 53,1 dB $D_{2m,nT,w}$ 59,9 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività

scolastiche a tutti i livelli

Piano Primo - Locale 05d Sala Insegnanti - facciata 2

Volume dell'ambiente 197,00 m³ Superficie della facciata 25,80 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	
1	Parete esterna Me1	25,80	61,00	

Correzioni

Trasmissione laterale K = 2 dBForma di facciata $\Delta L_{fs} = 0 dB$

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

 $\begin{array}{ll} {R^{\prime}}_{w} & \qquad \qquad 67,3 \; \text{dB} \\ {D_{2m,nT,w}} & \qquad 71,2 \; \text{dB} \end{array}$

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività

scolastiche a tutti i livelli

Piano Primo - Locale 05d Sala Insegnanti - facciata 3

Volume dell'ambiente 197,00 m³ **Superficie della facciata** 19,86 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	
1	Parete esterna Me1	11,06	61,00	
2	Serramento Rw minimo	8,80	45,00	

Correzioni

Trasmissione laterale K = 2 dBForma di facciata $\Delta L_{fs} = 0 dB$

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

 $\begin{array}{ll} \mbox{R'}_{\mbox{w}} & \mbox{46,5 dB} \\ \mbox{D}_{\mbox{2m,nT,w}} & \mbox{51,4 dB} \end{array}$

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività

scolastiche a tutti i livelli

Piano Primo - Locale 05d Sala Insegnanti - facciata 4 tetto

Volume dell'ambiente 197,00 m³ Superficie della facciata 43,00 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	
1	Tetto in legno	43,00	48,00	

Correzioni

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

 $\begin{array}{ll} {R^{l}}_{w} & 46,0 \text{ dB} \\ {D_{2m,nT,w}} & 47,7 \text{ dB} \end{array}$

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività

scolastiche a tutti i livelli

 $\begin{array}{ll} \textbf{D}_{2m,nT,w} \, \textbf{medio facciate} & 51,5 \, \, \text{dB} \\ \textbf{D}_{2m,nT,w} \, \textbf{minimo} & 48,0 \, \, \text{dB} \end{array}$

CALCOLO DEL POTERE FONOISOLANTE APPARENTE DEL DIVISORIO TRA APPARTAMENTI

Parete fra 10b Aula e 12b Attività libere

Area del divisorio: 19,05 m²

Elementi che compongono la struttura

	Elemento	Massa superficiale [kg/m²]	R _w [dB]	Strato addizionale	ΔR _w [dB]
S	Parete 4 lastre cartongesso 1,25 cm struttura 7,5 cm	49,2	54,6	Lato emitt: Controparete Mc1 Lato ricev:	13,1
				Lato ricev.	0,0
1	Parete 4 lastre cartongesso 1,25 cm struttura 7,5 cm	49,2	54,6		0,0
2	solaio controterra asilo	355,5	53,7		0,0
3	Parete esterna Me1	550,0	61,0		7,9
4	solaio interpiano asilo S 04	451,0	53,0		0,0
5	Parete 4 lastre cartongesso 1,25 cm struttura 7,5 cm	49,2	54,6		0,0
6	solaio controterra asilo	355,5	53,7		0,0
7	Parete esterna Me	550,0	61,0		7,9
8	solaio interpiano asilo S 04	451,0	53,0		0,0

Giunzioni

Lato	Tipo di collegamento	Lunghezza [m]
1	AT (caso 2)	3,0
2	AT (caso 1)	6,4
3	AT (caso 2)	3,0
4	A T (caso 1)	6,4

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

Percorso	Tipo di collegamento	Rij [dB]
S	Trasmissione diretta	67,66
1-5	AT (caso 2)	68,33
2-6	A T (caso 1)	56,22
3-7	A T (caso 2)	87,01
4-8	A T (caso 1)	55,23
1-S	A T (caso 2)	68,33
2-S	A T (caso 1)	68,80
3-S	A T (caso 2)	83,56
4-S	A T (caso 1)	69,57
S-5	A T (caso 2)	81,39

S-6	A T (caso 1)	81,86
S-7	AT (caso 2)	88,94
S-8	A T (caso 1)	82,63

Indice di valutazione del potere fonoisolante

R'w 52,1 dB

Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli 50,0 dB Categoria dell'edificio

R'_w minimo

Limite verificato

Volume del locale

ricevente 79 m³ $\boldsymbol{D}_{nT,w}$ 53,58 dB

Parete fra 05a Semi Divezzi e 08a Primavera

Area del divisorio: 15,6 m²

Elementi che compongono la struttura

	 Elemento	Massa superficiale [kg/m²]	R _w [dB]	Strato addizionale	ΔR _w [dB]
S	Parete 4 lastre cartongesso 1,25 cm struttura 7,5 cm	49,2	54,6	Lato emitt: Controparete Mc1	13,1
				Lato ricev:	0,0
1	Parete 4 lastre cartongesso 1,25 cm struttura 7,5 cm	49,2	54,6		0,0
2	solaio controterra asilo	355,5	53,7		0,0
3	Parete esterna Me1	550,0	61,0		7,9
4	solaio interpiano asilo S 04	451,0	53,0		0,0
5	Parete 4 lastre cartongesso 1,25 cm struttura 7,5 cm	49,2	54,6		0,0
6	solaio controterra asilo	355,5	53,7		0,0
7	Parete esterna Me	550,0	61,0		7,9
8	solaio interpiano asilo S 04	451,0	53,0		0,0

Giunzioni

Giuiiz		
Lato	Tipo di collegamento	Lunghezza [m]
1	AT (caso 1)	3,0
2	AT (caso 1)	5,2
3	AT (caso 1)	3,0
4	A T (caso 1)	5,2

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

Percorso	Tipo di collegamento	Rij [dB]
S	Trasmissione diretta	67,66
1-5	A T (caso 1)	67,46
2-6	A T (caso 1)	56,22
3-7	A T (caso 1)	77,22
4-8	A T (caso 1)	55,23
1-S	A T (caso 1)	67,46
2-S	A T (caso 1)	68,80
3-S	A T (caso 1)	84,85
4-S	A T (caso 1)	69,57
S-5	A T (caso 1)	80,52
S-6	A T (caso 1)	81,86
S-7	A T (caso 1)	93,94
S-8	A T (caso 1)	82,63

Indice di valutazione del potere fonoisolante

R'_w 52,1 dB

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

R'w minimo 50,0 dB

Limite verificato

Volume del locale

ricevente 186 m³ 58,1 dB

Parete fra 04d Ufficio e 05d Sala Insegnanti

Area del divisorio: 19,77 m²

Elementi che compongono la struttura

Ziement ene compengene ia cultura						
		Elemento	Massa superficiale [kg/m²]	R _w [dB]	Strato addizionale	ΔR _w [dB]
S		Singola orditura 10 cm con 4 +	48,0	56,0	Lato emitt:	0,0
		4 cm di lana di roccia e doppia lastra in cartongesso			Lato ricev:	0,0
1		Parete 4 lastre cartongesso 1,25 cm struttura 7,5 cm	49,2	54,6		0,0
2		solaio interpiano asilo S04	451,0	53,0		0,0
3		Parete esterna Me1 asilo	550,0	61,0		7,9
4		solaio interpiano asilo S04	451,0	53,0		0,0
5		Parete 4 lastre cartongesso 1,25 cm struttura 7,5 cm	49,2	54,6		0,0
6		solaio interpiano asilo S04	451,0	53,0	Pavimento asilo	11,9
7		Parete esterna Me1 asilo	550,0	61,0		7,9
8		solaio massa 300	300,0	54,3		0,0

Giunzioni

Giuiiz		
Lato	Tipo di collegamento	Lunghezza [m]
1	A T (caso 1)	3,4
2	A T con strati flessibili (caso 2)	6,6
3	A T (caso 1)	4,8
4	A T (caso 1)	7,5

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

Percorso	Tipo di collegamento	Rij [dB]
S	Trasmissione diretta	56,00
1-5	A T (caso 1)	67,86
2-6	A T (caso 1)	73,02
3-7	A T (caso 1)	76,19
4-8	A T (caso 1)	54,63
1-S	A T (caso 1)	68,71
2-S	A T con strati flessibili (caso 2)	82,27
3-S	A T (caso 1)	84,66
4-S	A T (caso 1)	69,83
S-5	A T (caso 1)	68,71
S-6	A T (caso 1)	82,27
S-7	A T (caso 1)	84,66
S-8	A T (caso 1)	68,83

Indice di valutazione del potere fonoisolante

R'_w 51,7 dB

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

R'_w minimo 50,0 dB

Limite verificato

Volume del locale

 $\begin{array}{ll} \textbf{ricevente} & 92,5 \text{ m}^3 \\ \textbf{D}_{\textbf{nT,w}} & 53,7 \text{ dB} \end{array}$

Solaio fra Ufficio 04d / Aula 07b

Area del divisorio: 24 m²

Elementi che compongono la struttura

		Elemento	Massa superficiale [kg/m²]	R _w [dB]	Strato addizionale	ΔR_w [dB]
S	\bigoplus	solaio interpiano asilo S04	451,0	53,0	Lato emitt: Pavimento asilo	11,9
					Lato ricev:	0,0
1	$\langle\!\langle\!\langle\rangle\!\rangle$	Parete esterna Me1	550,0	61,0		7,9
2	$\langle\!\langle\!\langle\rangle\!\rangle$	Singola orditura 10 cm con 4 + 4 cm di lana di roccia e doppia lastra in cartongesso	48,0	56,0		0,0
3	\bigcirc	Singola orditura 10 cm con 4 + 4 cm di lana di roccia e doppia lastra in cartongesso	48,0	56,0		0,0
4		Singola orditura 10 cm con 4 + 4 cm di lana di roccia e doppia lastra in cartongesso	48,0	56,0		0,0
5		Parete esterna Me1	550,0	61,0		7,9
6		solaio interpiano asilo S04	451,0	53,0		0,0
7		Singola orditura 10 cm con 4 + 4 cm di lana di roccia e doppia lastra in cartongesso	48,0	56,0		0,0
8		solaio interpiano asilo S04	451,0	53,0		0,0

Giunzioni

Lato	Tipo di collegamento	Lunghezza [m]
1	AT (caso 1)	3,7
2	AT (caso 2)	6,6
3	A croce	3,7
4	AT (caso 2)	6,6

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

Percorso	Tipo di collegamento	Rij [dB]
S	Trasmissione diretta	64,94
1-5	A T (caso 1)	85,56
2-6	AT (caso 3)	71,23
3-7	A croce	94,89
4-8	AT (caso 3)	71,23
1-S	A T (caso 1)	78,84
2-S	A T (caso 3)	71,23
3-S	A croce	78,84
4-S	A T (caso 3)	71,23
S-5	AT (caso 1)	86,77
S-6	A T (caso 3)	67,93
S-7	A croce	88,66
S-8	AT (caso 3)	67,93

Indice di valutazione del potere fonoisolante

R'_w 60,1 dB

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

R'w minimo 50,0 dB

Limite verificato

Volume del locale

ricevente 183 m³ 64,1 dB

Parete fra 08a Primavera e corridoio

Area del divisorio: 21 m²

Elementi che compongono la struttura

	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				
	Elemento	Massa superficiale [kg/m²]	Rw[dB]	Strato addizionale	ΔR _w [dB]
S	Parete Mi1 con porta asilo	43,0	39,5	Lato emitt:	0,0
	·			Lato ricev:	0,0
1	Parete 4 lastre cartongesso 1,25 cm struttura 7,5 cm	49,2	54,6		0,0
2	solaio interpiano asilo S04	451,0	53,0	Pavimento asilo	11,9
3	Parete 4 lastre cartongesso 1,25 cm struttura 7,5 cm	49,2	54,6		0,0
4	solaio interpiano asilo S04	451,0	53,0		0,0
5	Parete 4 lastre cartongesso 1,25 cm struttura 7,5 cm	49,2	54,6		0,0
6	solaio interpiano asilo S04	451,0	53,0	Pavimento asilo	11,9
7	Parete 4 lastre cartongesso 1,25 cm struttura 7,5 cm	49,2	54,6		0,0
8	solaio interpiano asilo S04	451,0	53,0		0,0

Giunzioni

Ciunz		
Lato	Tipo di collegamento	Lunghezza [m]
1	A T (caso 1)	2,7
2	A T (caso 1)	7,0
3	A T (caso 1)	2,7
4	A T (caso 1)	7,0

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

Percorso	Tipo di collegamento	Rij [dB]
S	Trasmissione diretta	39,54
1-5	A T (caso 1)	68,40
2-6	A T (caso 1)	72,90
3-7	A T (caso 1)	68,40
4-8	AT (caso 1)	55,06
1-S	A T (caso 1)	61,70
2-S	A T (caso 1)	74,59
3-S	A T (caso 1)	61,70
4-S	A T (caso 1)	62,70
S-5	A T (caso 1)	61,70
S-6	AT (caso 1)	74,59
S-7	A T (caso 1)	61,70
S-8	A T (caso 1)	62,70

Indice di valutazione del potere fonoisolante

R'_w 39,3 dB

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

 $\begin{array}{ll} \textbf{D}_{\textbf{nT,w}} \, \textbf{minimo} & 30,0 \; \text{dB} \\ \textbf{D}_{\textbf{nT,w}} & 35,2 \; \text{dB} \end{array}$

Limite verificato

Volume del locale

ricevente 25 m³

Parete fra 01b Aula e corridoio

Area del divisorio: 27 m²

Elementi che compongono la struttura

	Elemento	Massa superficiale [kg/m²]	R _w [dB]	Strato addizionale	ΔR _w [dB]
S	Parete Mi1 con porta asilo	43,0	39,5	Lato emitt: Lato ricev:	0,0
1	Parete 4 lastre cartongesso 1,25 cm struttura 7,5 cm	49,2	54,6		0,0
2	solaio interpiano asilo S04	451,0	53,0	Pavimento asilo	11,9
3	Parete 4 lastre cartongesso 1,25 cm struttura 7,5 cm	49,2	54,6		0,0
4	solaio interpiano asilo S04	451,0	53,0		0,0
5	Parete 4 lastre cartongesso 1,25 cm struttura 7,5 cm	49,2	54,6		0,0
6	solaio interpiano asilo S04	451,0	53,0	Pavimento asilo	11,9
7	Parete 4 lastre cartongesso 1,25 cm struttura 7,5 cm	49,2	54,6		0,0
8	solaio interpiano asilo S04	451,0	53,0		0,0

Giunzioni

Giunz	.10111		
Lato		Tipo di collegamento	Lunghezza [m]
1		A T (caso 1)	2,7
2		A T (caso 1)	10,0
3		A T (caso 1)	2,7
4		A T (caso 1)	10,0

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

Percorso	Tipo di collegamento	Rij [dB]
S	Trasmissione diretta	39,54
1-5	A T (caso 1)	69,49
2-6	A T (caso 1)	72,44
3-7	A T (caso 1)	69,49
4-8	A T (caso 1)	54,61
1-S	A T (caso 1)	62,79
2-S	A T (caso 1)	74,13
3-S	A T (caso 1)	62,79
4-S	A T (caso 1)	62,24
S-5	A T (caso 1)	62,79
S-6	A T (caso 1)	74,13
S-7	A T (caso 1)	62,79
S-8	A T (caso 1)	62,24

Indice di valutazione del potere fonoisolante

R'_w 39,3 dB

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

 $egin{array}{lll} egin{array}{lll} egin{array}{lll} egin{array}{lll} egin{array}{lll} egin{array}{lll} egin{array}{lll} 30,0 \ dB \\ egin{array}{lll} egin{array}{lll$

Limite verificato
Volume del locale

ricevente 27 m³

CALCOLO DEL LIVELLO DI RUMORE DA CALPESTIO TRA AMBIENTI Ufficio 04d / Aula 07b

Elementi che compongono la struttura

		Elemento	Massa superficiale [kg/m²]	L _{n,eq,0,w} [dB]	R _w [dB]	Strato addizionale	$\Delta L_w/\Delta R_w$ [dB]
S		solaio interpiano asilo S04	451,0	77,3	53,0	Lato emitt: Pavimento asilo	31,8
						Lato ricev:	0,0
1	\bigcirc	Parete esterna Me1	550,0		61,0		7,9
2		solaio interpiano asilo S04	451,0		53,0		0,0
3		Singola orditura 10 cm con 10 cm di fibre d poliestere e doppia lastra in cartongesso	48,0		56,5		0,0
4		solaio interpiano asilo S04	451,0		53,0		0,0

Giunzioni

Lato	Tipo di collegamento	Lunghezza [m]
1	A T (caso 1)	3,5
2	A T (caso 2)	6,5
3	A croce	3,5
4	AT (caso 2)	6,5

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

Percorso	Tipo di collegamento	Lij [dB]
S	Trasmissione diretta	45,52
S-1	AT (caso 1)	23,49
S-2	AT (caso 2)	34, 16
S-3	A croce	21,35
S-4	AT (caso 2)	33,79

Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio

L'_{n,w} 46,1 dB

Categoria dell'edificio
L'_{n,w} massimo 58,0 dB

Limite verificato

46,1 dB

Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli
58,0 dB

CALCOLO DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE Locale 01a Lattanti

Volume dell'ambiente 136,20 m³

Aree di assorbimento equivalente

Materiale	Superficie [m²]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Coperture morbide su pavimenti pesanti sp. < 5 mm	45,40	0,91	1,36	2,72	6,81	13,62	18,16
Finestre, facciata di vetro	12,03	1,44	0,96	0,60	0,48	0,36	0,24
Porte (legno)	6,50	0,91	0,65	0,52	0,52	0,52	0,52
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	63,00	12,60	7,56	6,30	4,41	4,41	4,41
Controsoffitto Rigitone 12-20/66 senza lana	45,40	16,80	34,96	40,86	30,42	25,88	26,33

Risultati

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
T calcolato	0,67 s	0,48 s	0,42 s	0,50 s	0,48 s	0,42 s
Intervalli di conformità (UNI	0,39-0,86	0,47-0,71	0,47-0,71	0,47-0,71	0,47-0,71	0,39-0,71
11532)	S	S	S	S	S	S
T massimo (UNI 11532)			0,5	9 s		
T ottimale (UNI 11367)			0,7	1 s		
T massimo (UNI 11367)			0,8	6 s		
T massimo (DPCM 5/12/97)			1,2	:0 s		
T medio (250 Hz - 2000 Hz)			0,4	7 s		
			Limite v	erificato		



T calcolato
T ottimale UNI 11367
T massimo UNI 11367
T massimo UNI 11532

CALCOLO DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE Aula 02a 06a 09a Riposo

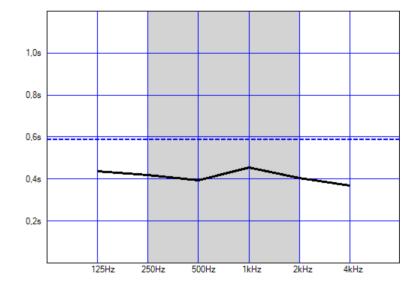
Volume dell'ambiente 67,23 m³

Aree di assorbimento equivalente

Materiale	Superficie [m²]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Coperture morbide su pavimenti pesanti sp. < 5 mm	24,90	0,50	0,75	1,49	3,74	7,47	9,96
Finestre, facciata di vetro	4,44	0,53	0,36	0,22	0,18	0,13	0,09
Porte (legno)	2,00	0,28	0,20	0,16	0,16	0,16	0,16
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	55,10	11,02	6,61	5,51	3,86	3,86	3,86
Gyptone point 11 600x600 senza lana	24,90	11,95	17,43	19,42	15,19	14,19	13,70

Risultati

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz		
T calcolato	0,44 s	0,42 s	0,40 s	0,46 s	0,41 s	0,37 s		
Intervalli di conformità (UNI 11532)	0,39-0,86 s	0,47-0,71 s	0,47-0,71 s	0,47-0,71 s	0,47-0,71 s	0,39-0,71 s		
T massimo (UNI 11532)	0,59 s							
T medio (250 Hz - 2000 Hz)		0,42 s						



T massimo

UNI 11532

CALCOLO DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE Locale 05a 01b 04b 07b 10b 13b 17b

Volume dell'ambiente 186,00 m³

Aree di assorbimento equivalente

Materiale	Superficie [m²]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Coperture morbide su pavimenti pesanti sp. < 5 mm	62,00	1,24	1,86	3,72	9,30	18,60	24,80
Finestre, facciata di vetro	12,03	1,44	0,96	0,60	0,48	0,36	0,24
Porte (legno)	4,50	0,63	0,45	0,36	0,36	0,36	0,36
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	78,70	15,74	9,44	7,87	5,51	5,51	5,51
Controsoffitto Rigitone 12-20/66 senza lana	62,00	22,94	47,74	55,80	41,54	35,34	35,96

Risultati

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	
T calcolato	0,71 s	0,49 s	0,43 s	0,51 s	0,48 s	0,43 s	
Intervalli di conformità (UNI	0,39-0,86	0,47-0,71	0,47-0,71	0,47-0,71	0,47-0,71	0,39-0,71	
11532)	S	S	S	S	S	S	
T massimo (UNI 11532)	0,59 s						
T ottimale (UNI 11367)			0,76 s				
T massimo (UNI 11367)			0,9	1 s			
T massimo (DPCM 5/12/97)			1,2	:0 s			
T medio (250 Hz - 2000 Hz)	0,48 s						
,			Limite v	erificato			



T calcolato
T ottimale UNI 11367
T massimo UNI 11367
T massimo UNI 11532

CALCOLO DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE Locale 08a Primavera

Volume dell'ambiente 199,50 m³

Aree di assorbimento equivalente

Materiale	Superficie [m²]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Coperture morbide su pavimenti pesanti sp. < 5 mm	66,50	1,33	2,00	3,99	9,98	19,95	26,60
Finestre, facciata di vetro	12,03	1,44	0,96	0,60	0,48	0,36	0,24
Porte (legno)	6,50	0,91	0,65	0,52	0,52	0,52	0,52
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	80,49	16,10	9,66	8,05	5,63	5,63	5,63
Controsoffitto Rigitone 12-20/66 senza lana	66,50	24,61	51,21	59,85	44,56	37,91	38,57

Risultati

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	
T calcolato	0,72 s	0,49 s	0,43 s	0,52 s	0,49 s	0,43 s	
Intervalli di conformità (UNI	0,39-0,86	0,47-0,71	0,47-0,71	0,47-0,71	0,47-0,71	0,39-0,71	
11532)	S	S	S	S	S	S	
T massimo (DPCM 5/12/97)			1,2	:0 s			
T medio (250 Hz - 2000 Hz)	0,48 s						
			Limite v	erificato			



CALCOLO DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE Locale 12b Attività libere

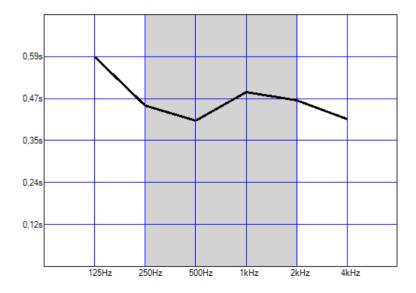
Volume dell'ambiente 78,90 m³

Aree di assorbimento equivalente

Materiale	Superficie [m²]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Coperture morbide su pavimenti pesanti sp. < 5 mm	26,30	0,53	0,79	1,58	3,95	7,89	10,52
Finestre, facciata di vetro	18,40	2,21	1,47	0,92	0,74	0,55	0,37
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	44,60	8,92	5,35	4,46	3,12	3,12	3,12
Controsoffitto Rigitone 12-20/66 senza lana	26,30	9,73	20,25	23,67	17,62	14,99	15,25

Risultati

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	
T calcolato	0,59 s	0,45 s	0,41 s	0,49 s	0,47 s	0,41 s	
Intervalli di conformità (UNI	0,39-0,86	0,47-0,71	0,47-0,71	0,47-0,71	0,47-0,71	0,39-0,71	
11532)	S	S	S	S	S	S	
T massimo (DPCM 5/12/97)			1,2	.0 s			
T medio (250 Hz - 2000 Hz)	0,45 s						
			Limite v	erificato			



CALCOLO DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE Locale 04c Mensa

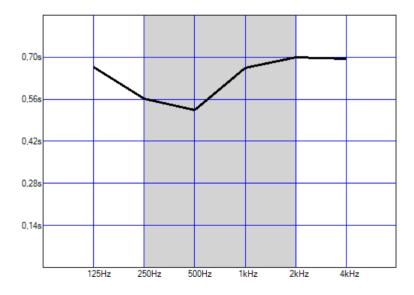
Volume dell'ambiente 300,60 m³

Aree di assorbimento equivalente

Materiale	Superficie [m²]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Finestre, facciata di vetro	39,15	4,70	3,13	1,96	1,57	1,17	0,78
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	88,50	17,70	10,62	8,85	6,20	6,20	6,20
Gyptone point 11 600x600 senza lana	100,20	48,10	70,14	78,16	61,12	57,11	55,11
Marmo, piastrelle smaltate, calcestruzzo lisciato, o pavimento alla veneziana	100,20	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Porte (legno)	4,50	0,63	0,45	0,36	0,36	0,36	0,36

Risultati

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	
T calcolato	0,67 s	0,56 s	0,52 s	0,66 s	0,70 s	0,69 s	
Intervalli di conformità (UNI	0,45 -	0,56 -	0,56 -	0,56 -	0,56 -	0,45 -	
11532)	1,01 s	0,84 s					
T medio (250 Hz - 2000 Hz)	0,61 s						



CALCOLO DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE Locale 04d Ufficio

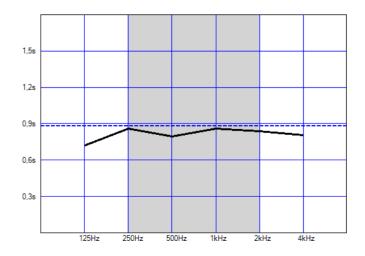
Volume dell'ambiente 105,00 m³

Aree di assorbimento equivalente

Materiale	Superficie [m²] / n°	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Finestre, facciata di vetro	4,85	0,58	0,39	0,24	0,19	0,15	0,10
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	88,60	17,72	10,63	8,86	6,20	6,20	6,20
Marmo, piastrelle smaltate, calcestruzzo lisciato, o pavimento alla veneziana	24,00	0,24	0,24	0,48	0,48	0,48	0,48
Porte (legno)	0,95	0,13	0,10	0,08	0,08	0,08	0,08
Legno, su travetti	28,50	4,28	2,85	2,85	1,43	1,43	1,43
Singola sedia imbottita con rivestimento in tessuto	2	0,30	0,50	0,60	0,70	0,80	0,80
6 mq / persona, seduta	2	0,24	0,36	0,70	1,12	1,36	1,48
Tendaggi < 0,2 kg/m²; da 0 mm a 200 mm di fronte a superficie rigida; minimo tipico	5,00	0,25	0,30	0,45	0,60	0,90	1,10
Ecophone Rectangle 1800x1200	2	1,80	6,00	8,70	10,20	9,90	9,30

Risultati

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	
T calcolato	0,71 s	0,84 s	0,78 s	0,84 s	0,82 s	0,79 s	
Intervalli di conformità (UNI	0,56-1,25	0,69-1,04	0,69-1,04	0,69-1,04	0,69-1,04	0,56-1,04	
11532)	S	S	S	S	S	S	
T massimo (UNI 11532)	0,87 s						
T medio (250 Hz - 2000 Hz)	0,82 s						



T calcolato

T massimo
UNI 11532

CALCOLO DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE Locale 05d Sala Insegnanti

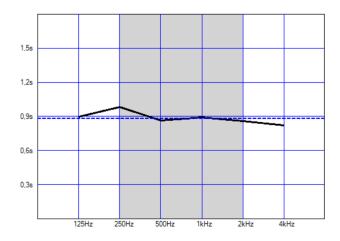
Volume dell'ambiente 197,00 m³

Aree di assorbimento equivalente

Materiale	Superficie [m²] / n°	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Finestre, facciata di vetro	10,50	1,26	0,84	0,53	0,42	0,32	0,21
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	104,00	20,80	12,48	10,40	7,28	7,28	7,28
Marmo, piastrelle smaltate, calcestruzzo lisciato, o pavimento alla veneziana	40,40	0,40	0,40	0,81	0,81	0,81	0,81
Porte (legno)	0,95	0,13	0,10	0,08	0,08	0,08	0,08
Legno, su travetti	46,50	6,98	4,65	4,65	2,33	2,33	2,33
Singola sedia imbottita con rivestimento in tessuto	5	0,75	1,25	1,50	1,75	2,00	2,00
6 mq / persona, seduta	5	0,60	0,90	1,75	2,80	3,40	3,70
Tendaggi < 0,2 kg/m²; da 0 mm a 200 mm di fronte a superficie rigida; minimo tipico	12,00	0,60	0,72	1,08	1,44	2,16	2,64
Ecophone Rectangle 2400x1200	4	3,00	10,00	14,50	17,00	16,50	15,50

Risultati

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	
T calcolato	0,88 s	0,96 s	0,85 s	0,88 s	0,84 s	0,81 s	
Intervalli di conformità (UNI	0,56-1,25	0,69-1,04	0,69-1,04	0,69-1,04	0,69-1,04	0,56-1,04	
11532)	S	S	s	s	S	S	
T massimo (UNI 11532)	0,87 s						
T medio (250 Hz - 2000 Hz)	0,88 s						



T calcolato

T massimo
UNI 11532