



## NUOVA PALESTRA-SCUOLA G. RODARI COMUNE DI OLGINATE

### PROGETTISTI

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA  
COORDINAMENTO GENERALE  
COORDINAMENTO SICUREZZA

ARCHICOMO ENGINEERING SRL  
VIA GIUSEPPE GRILLONI 9 - 22100 COMO (CO)

ARCH. GIANMARCO MARTORANA  
VIA STOPPA 32 - 22042 SAN FERMO DELLA BATTAGLIA (CO)

ING. DONATELLA NOVI  
VIA DELLA COOPERATIVA 12 - 22016 TREMEZZINA (CO)

PROGETTAZIONE IMPIANTI  
MECCANICI

P.I. LORENZO COLOMBO  
VIA ANTONIO NOLFI 1 - 22100 COMO (CO)

PROGETTAZIONE STRUTTURALE  
ASPETTI GEOTECNICI

ING. MONICA VANZAN  
VIA I MAGGIO 38 - 22036 ERBA (CO)

ING. GEOL. MATTEO BENZI  
VIA TURATI 27 - 2068 PESCHIERA B. (MI)

DOTT. GEOLOGO ALBERTO RECH  
VIA COLOMBARO 18 - 28021 BORGMANERO (NO)

PROGETTAZIONE IMPIANTI  
ELETTRICI E SPECIALI

ING. DAMIANO LURATI  
VIA VARESINA 3 - 22079 VILLA GUARDIA (CO)

PROGETTAZIONE ACUSTICA

ING. DAVIDE LODI RIZZINI  
VIA CANTURINA, 321 - 22100 COMO (CO)

### COMMITTENTE

COMUNE DI OLGINATE  
P.ZZA VOLONTARI DEL SANGUE 1  
23854 OLGINATE (LC)



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Comune di  
Olginate  
(Lecco)

### INTERVENTO

INTERVENTO DI REALIZZAZIONE NUOVA PALESTRA SCUOLA PRIMARIA "G.RODARI"  
VIA CAMPAGNOLA - 23854 OLGINATE (LC) - CUP: E91B22001200006 - INTERVENTO 4 PNRR (ART.4 DM 2 /12/ 21)

## PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO ( DPR 207/2010)

### TITOLO:

Relazione sulla determinazione dei Requisiti Acustici Passivi (DPCM 5/12/1997)

### NOME DEL FILE:

AC\_OLG-P\_ESE\_ACU\_00\_COP.DWG

### SCALA:

-

### DATA:

GIUGNO 2023

ACU

# VALUTAZIONE PRELIMINARE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI E DEL COMFORT ACUSTICO

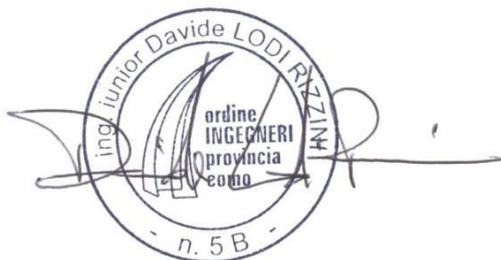
D.P.C.M. 5 DICEMBRE 1997

D.M. 23 GIUGNO 2022

Committente: **COMUNE DI OLGINATE**  
Piazza Volontari del Sangue, 1 - 23854 Olginate (LC)

Progetto: **Progetto Definitivo - Esecutivo per l'Intervento di  
realizzazione Nuova Palestra Scuola Primaria "G. Rodari"  
Via Campagnola - 23854 Olginate (LC)  
CUP: E91B22001200006 - Intervento 4 PNRR (art. 4 DM 2/12/21)**

**Il tecnico competente in acustica**  
Iscrizione ENTECA n. 1867  
Ing. iun. Davide Lodi Rizzini



Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00 - 7 giugno 2023	DLR	FB	DLR

## INDICE

<b>INDICE .....</b>	<b>2</b>
<b>1. DATI RELATIVI AL PROGETTO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. RIFERIMENTI LEGISLATIVI .....</b>	<b>4</b>
<b>3. RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>	<b>10</b>
<b>4. DEFINIZIONE DEL PROGETTO .....</b>	<b>11</b>
<b>5. DESCRIZIONE STRATIGRAFICA DELLE PRINCIPALI STRUTTURE .....</b>	<b>12</b>
<b>6. CALCOLO DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI E DEL COMFORT ACUSTICO.....</b>	<b>23</b>
<b>6.1 ISOLAMENTO ACUSTICO STANDARDIZZATO DI FACCIATA.....</b>	<b>23</b>
<b>6.2 COMFORT ACUSTICO INTERNO – DECRETO CAM .....</b>	<b>41</b>
<b>7. RUMOROSITA' DEGLI IMPIANTI .....</b>	<b>44</b>
<b>8. CONCLUSIONI.....</b>	<b>52</b>
<b>9. ALLEGATI.....</b>	<b>53</b>
<b>9.1 MODELLIZZAZIONE PIANTA.....</b>	<b>53</b>

## I. DATI RELATIVI AL PROGETTO

<b>Committente</b>	<b>COMUNE DI OLGINATE</b> Piazza Volontari del Sangue, 1 23854 Olginate (LC)
Progetto	Progetto Definitivo – Esecutivo per l'Intervento di realizzazione Nuova Palestra Scuola Primaria "G. Rodari" CUP: E91B22001190006 – Intervento 4 PNRR (art. 4 DM 2/12/21)
Ubicazione	Via Campagnola 23854 Olginate (LC)
Progettista	Arch. Gianmarco Martorana Via Stoppa, 32 22042 San Fermo della Battaglia (CO)
Tecnico competente in acustica	Ing. iun. Davide Lodi Rizzini Via Canturina, 321 – 22100 Como (CO) Iscrizione ENTECA n. 1867

## 2. RIFERIMENTI LEGISLATIVI

L'intervento in progetto oggetto del presente studio dovrà rispondere a requisiti di isolamento acustico e di comfort acustico previsti in particolare dal D.P.C.M. 5 dicembre 1997 riguardante i requisiti acustici passivi e dal D.M. 23 giugno 2022, riguardante i Criteri ambientali minimi negli edifici pubblici.

Nel presente capitolo verranno riportati i riferimenti legislativi e quali sono i limiti che il progetto dovrà rispettare. I riferimenti legislativi sono:

<b>LEGGE 26 OTTOBRE 1995, N. 447</b>	Legge quadro sull'inquinamento acustico
<b>D.P.C.M. 5 DICEMBRE 1997</b>	Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici
<b>L.R. 10 AGOSTO 2001, N. 13</b>	Norme in materia di inquinamento acustico
<b>D.M. 23 GIUGNO 2022</b>	Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi.

### **D.P.C.M. 05/12/97 – Requisiti acustici passivi**

Il DPCM 05/12/97 determina i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, ed i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici (impianti tecnologici), allo scopo di limitare l'esposizione umana al rumore.

L'art. 7, commi 2 e 3 della Legge Regionale n. 13/2001 prevede per le nuove costruzioni, l'obbligo di valutare preliminarmente il rispetto dei limiti fissati dal DPCM suddetto.

Gli ambienti abitativi sono classificati secondo la seguente tabella (art. 2 del DPCM 05/12/97):

Categoria A	Edifici adibiti a residenze o assimilabili
Categoria B	Edifici adibiti ad uffici o assimilabili
Categoria C	Edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
Categoria D	Edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
<b>Categoria E</b>	<b>Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli</b>
Categoria F	Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili
Categoria G	Edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

Gli indici di valutazione che caratterizzano i requisiti acustici passivi degli edifici sono:

- $R'_w$ : indice del potere fonoisolante apparente di partizioni tra ambienti.
- $D_{2m,nt,w}$ : indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata.
- $L'_{n,w}$ : indice del livello di rumore di calpestio di solai.

Il rumore prodotto da impianti tecnologici è caratterizzato da:

- $L_{ASmax}$ : livello massimo di pressione sonora ponderata A con costante di tempo slow.
- $L_{Aeq}$ : livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A.

Di seguito si riportano i valori limite normativi previsti dal decreto, con evidenziati in grassetto quelli appartenenti alla categoria dell'edificio in progetto che saranno oggetto di valutazione.

Categorie	$R'_w$	$D_{2m,nt,w}$	$L'_{n,w}$	$L_{ASmax}$	$L_{Aeq}$
1) D	55	45	58	35	25
2) A, C	50	40	63	35	35
<b>3) E</b>	<b>50</b>	<b>48</b>	<b>58</b>	<b>35</b>	<b>25</b>
4) B, F, G	50	42	55	35	35

**Limiti del DPCM 5/12/97**

Nota: 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 che prevede, **per locali adibiti a palestre** che la media dei tempi di riverberazione misurati alle frequenze 250 - 500 - 1000 - 2000 Hz, non debba superare **2,2 sec.**

#### **D.M. 23/06/2022 – Criteri ambientali minimi**

Il D.M. 23/06/2022 aggiorna quanto previsto dal DM 11/10/2017 sui Criteri ambientali minimi nella progettazione di edifici pubblici ed è entrato in vigore il 04/12/2022.

Il paragrafo 2.4.11 "Prestazioni e comfort acustici" riporta le caratteristiche acustiche minime che dovrà avere l'edificio in progetto ed in particolare prescrive:

- i requisiti acustici passivi dei singoli elementi tecnici dell'edificio devono corrispondere almeno alla classe II della norma UNI 11367;

- Le scuole devono soddisfare almeno i valori di requisiti acustici passivi e di comfort acustico interno indicati nella norma UNI 11532-2.

Di seguito si riportano i valori limite previsti per il progetto oggetto di valutazione.

Descrittore	Classe II
Isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$ [dB]	$\geq 40$
Livello di rumore impianti continui $L_{ic}$ [dBA]	$\leq 28$
Livello di rumore impianti discontinui $L_{id}$ [dBA]	$\leq 33$

**Norma UNI 11367 - Valori di Classe II**

Prospetto A.I - Requisiti acustici di ospedali, case di cura e scuole			
Descrittore	Indice	Prestazione base [dB]	Prestazione superiore [dB]
Isolamento di facciata	$D_{2m,nT,w}$	$\geq 38$	$\geq 43$
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, $L_{ic}$ in ambienti diversi da quelli di installazione	$L_{ic}$	$\leq 32$	$\leq 28$
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, $L_{id}$ in ambienti diversi da quelli di installazione	$L_{id}$	$\leq 39$	$\leq 34$

**Norma UNI 11367 – Prospetto A.I**

Prospetto B I	Isolamento acustico normalizzato tra 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 buona	$\geq 30$	$\geq 36$

**Norma UNI 11367 – Appendice B**

La valutazione degli indici normativi viene effettuata sulla base degli elementi progettuali inerenti alle caratteristiche dal punto di vista della risposta acustica delle principali strutture e caratteristiche dell'edificio.

### **UNI 11532-2:2020**

La UNI 11532-2:2020 identifica innanzitutto l'ambiente in relazione alla destinazione d'uso e le categorie di riferimento per l'edificio oggetto di realizzazione sono:

<b>Categoria</b>	<b>Descrizione dell'utilizzo</b>	<b>Esempi</b>
<b>A5</b>	<b>Sport: piscine e palestre e similari</b>	Palestre, piscine per utilizzo come ambienti sportivi in generale

#### **Norma UNI 11532-2:2020 – Prospetto 2**

### **Valori di riferimento per il descrittore STI e C<sub>50</sub>**

I presenti descrittori non si applicano alla categoria A5.

### **Valori di riferimento del tempo di riverberazione**

Il tempo di riverberazione ottimale  $T_{ott}$  per la Categoria A5 è determinato in relazione alla destinazione d'uso specifica dell'ambiente considerato ed al suo volume, attraverso la formula di calcolo riportata nel prospetto 6 della norma.

<b>Categoria</b>	<b>Ambiente non occupato</b>	
<b>A5</b>	$T_{ott,A5} = (0,75 \log V - 1,00)$ $T_{ott,A5} = 2,00$	$200 \text{ m}^3 \leq V < 10000 \text{ m}^3$ $V \geq 10000 \text{ m}^3$

#### **Prospetto 6 UNI 11532-2:2020**

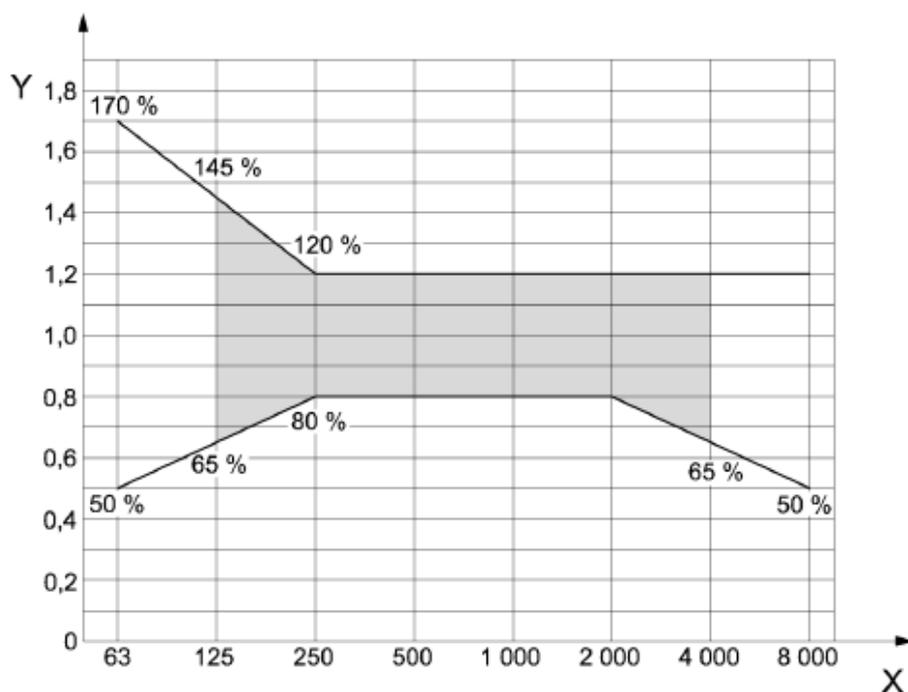
Per la determinazione dell'andamento del tempo di riverberazione in frequenza, ed in relazione al tempo ottimale si rimanda alla figura 2 della norma riportata nella pagina seguente. Per la destinazione d'uso A5 si considerano solo le bande d'ottava tra 250 Hz e 2000 Hz.

figura 2 **Andamento ed intervallo di conformità del tempo di riverberazione  $T$  in funzione della frequenza per le categorie da A1 a A4**

Legenda

X  $f$  = frequenza [Hz]

Y  $T/T_{ott}$  = tempo di riverberazione dipendente dalla frequenza  $T$  rispetto al tempo di riverberazione desiderato  $T_{ott}$  [adimensionale]



**Valori di riferimento del rumore dovuto ad impianti a funzionamento continuo**

Il rumore dovuto ad impianti a funzionamento continuo è espresso dal descrittore  $L_{ic,int}$ , in dB(A) – Livello di rumore globale indotto dagli impianti e dai componenti d'impianto a funzionamento continuo nel medesimo ambiente in cui si origina.

I valori limite di  $L_{ic,int}$ , e per le curve NC sono indicati nel prospetto 8 della norma.

Destinazione d'uso	$L_{ic,int}$ dB(A)	NC
<b>Palestre</b> , piscine, uffici amministrativi, laboratori, aree aperte al pubblico, mense, corridoi, reception/area desk (bidelleria)	≤ 45	≤ 35

**Valori di riferimento del rumore dovuto ad impianti a funzionamento discontinuo**

Non si applica nel presente progetto.

### **Rumorosità in ambiente**

Il rumore complessivo in un ambiente è determinato da:

- 1) Rumore dovuto a sorgenti esterne alla scuola (rumore da traffico veicolare o ferroviario, rumore da attività commerciali o industriali, ecc.).
- 2) Rumore di impianti a funzionamento continuo a servizio dell'ambiente (impianti di ventilazione meccanica, riscaldamento, raffrescamento, bocchette, ecc.).

Il rumore dovuto ad impianti a funzionamento continuo, generato in ambienti diversi dall'ambiente in esame, è soggetto al rispetto dei requisiti acustici passivi.

I livelli di rumore in ambiente,  $L_{amb}$ , devono essere conformi a quanto indicato nel prospetto 10 della norma.

<b>Destinazione d'uso</b>	$L_{amb}$ <b>dB(A)</b>
<b>Palestre</b> , piscine, uffici amministrativi, laboratori, aree aperte al pubblico, mense, corridoi, reception/area desk (bidelleria)	$\leq 48$

### 3. RIFERIMENTI NORMATIVI

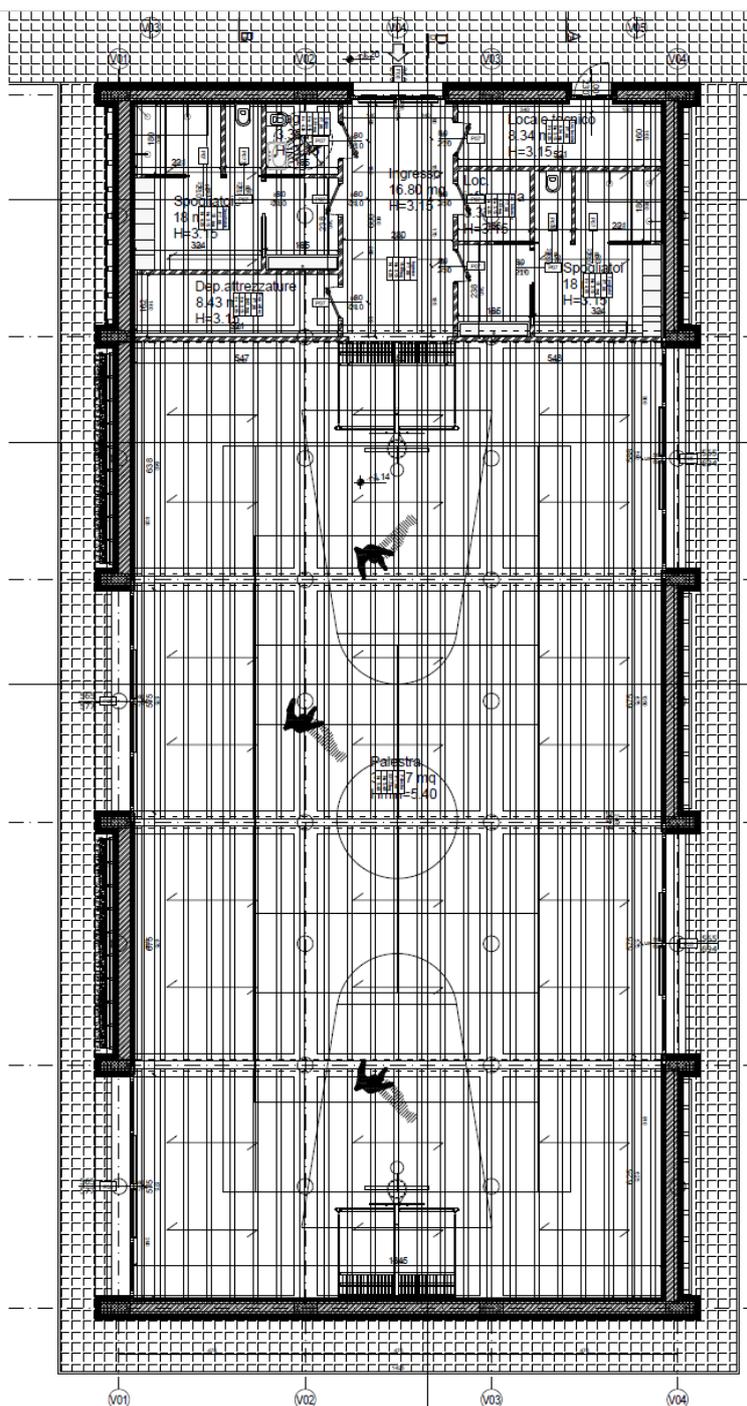
<b>UNI EN ISO 12354-1:2017</b>	Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti
<b>UNI EN ISO 12354-2:2017</b>	Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti
<b>UNI EN ISO 12354-3:2017</b>	Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Parte 3: Isolamento acustico dal rumore proveniente dall'esterno per via aerea
<b>UNI EN ISO 12354-4:2017</b>	Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Parte 4: Trasmissione del rumore interno all'esterno
<b>UNI 11175-1:2021</b>	Acustica in edilizia – Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici – Parte 1: Applicazione delle norme tecniche alla tipologia costruttiva nazionale
<b>UNI 11175-2:2021</b>	Acustica in edilizia – Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici – Parte 2: dati di ingresso per il modello di calcolo
<b>UNI EN ISO 717-1</b>	Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento acustico per via aerea
<b>UNI EN ISO 717-2</b>	Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento del rumore da calpestio
<b>UNI 11367:2023</b>	Classificazione acustica delle unità immobiliari – Procedura di valutazione e verifica in opera
<b>UNI 11532-1:2018</b>	Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati - Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – Parte 1: Requisiti generali
<b>UNI 11532-2:2020</b>	Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati - Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – Parte 2: Settore scolastico

## 4. DEFINIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto oggetto di valutazione prevede la realizzazione di un nuovo edificio destinato alla nuova Palestra della Scuola Primaria G. Rodari del Comune di Olginate (LC).

Il nuovo edificio, autonomo dal resto del plesso scolastico, è strutturato su un unico piano fuori terra.

Di seguito si riporta una pianta di progetto.

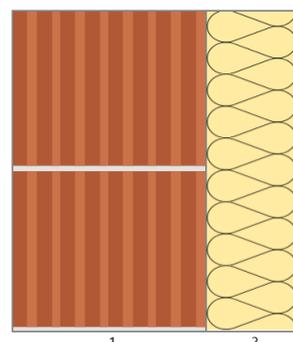


## 5. DESCRIZIONE STRATIGRAFICA DELLE PRINCIPALI STRUTTURE

**Descrizione del componente:** *Muratura esterna - struttura*

**Codice:** *MI*

Tipo struttura **Struttura portante**  
 Massa superficiale **495,4** kg/m<sup>2</sup>  
 Spessore totale **450,0** mm



**Potere fonoisolante:**

Rw **53,9** dB  
 Valori **Indice unico**  
 Origine dei dati **Calcolo previsionale**  
 Tipologia **Parete monostrato**  
 Tipo di calcolo **Empirico**  
 Metodo di calcolo **Pareti di tipo massivo**

**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	M.V.
1	<i>Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)</i>	<b>300,00</b>	<b>1600</b>
2	<i>Polistirene espanso sinterizzato (EPS 100)</i>	<b>140,00</b>	<b>17</b>
3	<i>Intonaco plastico per cappotto</i>	<b>10,00</b>	<b>1300</b>

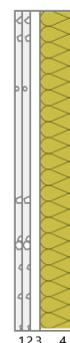
**Legenda simboli**

s Spessore mm  
 M.V. Massa volumica kg/m<sup>3</sup>

**Descrizione del componente:** *Muratura esterna - controparete cartongesso*

**Codice:** *M2*

Tipo struttura *Strato aggiuntivo*  
 Massa superficiale *24,9* kg/m<sup>2</sup>  
 Spessore totale *100,0* mm



Potere fonoisolante:

$\Delta R_w$  *12,0* dB

Valori *Indice unico*

Origine dei dati *Dati noti*

**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	M.V.
<i>1</i>	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
<i>2</i>	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
<i>3</i>	<i>Intercapedine non ventilata <math>A_v &lt; 500</math> mm<sup>2</sup>/m</i>	<i>15,00</i>	<i>-</i>
<i>4</i>	<i>Pannello in lana di roccia</i>	<i>60,00</i>	<i>40</i>

Legenda simboli

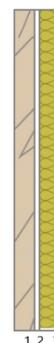
s Spessore mm  
 M.V. Massa volumica kg/m<sup>3</sup>

**Descrizione del componente:**

**Muratura esterna - controparete  
fonoassorbente (doghe di legno 80 dist.  
50)**

**Codice: M3**

Tipo struttura **Strato aggiuntivo**  
 Massa superficiale **16,0** kg/m<sup>2</sup>  
 Spessore totale **80,0** mm



**Potere fonoisolante:**

$\Delta R_w$  **6,0** dB  
 Valori **Indice unico**  
 Origine dei dati **Dati noti**

**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	M.V.
1	Rivestimento in doghe larghezza 8cm., fugate 5cm.	32,00	450
2	Intercapedine non ventilata $A_v < 500$ mm <sup>2</sup> /m	8,00	-
3	Pannello in lana di roccia	40,00	40

**Legenda simboli**

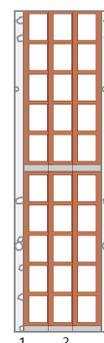
s Spessore mm  
 M.V. Massa volumica kg/m<sup>3</sup>

**Descrizione del componente:**

**Divisorio interno**

**Codice: M4**

Tipo struttura **Struttura portante**  
 Massa superficiale **128,0** kg/m<sup>2</sup>  
 Spessore totale **150,0** mm



**Potere fonoisolante:**

Rw **42,1** dB  
 Valori **Indice unico**  
 Origine dei dati **Calcolo previsionale**  
 Tipologia **Parete monostrato**  
 Tipo di calcolo **Empirico**  
 Metodo di calcolo **Pareti di tipo massivo**

**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	M.V.
<b>1</b>	<b>Intonaco di calce e gesso</b>	<b>15,00</b>	<b>1400</b>
<b>2</b>	<b>Mattone forato</b>	<b>120,00</b>	<b>717</b>
<b>3</b>	<b>Intonaco di calce e gesso</b>	<b>15,00</b>	<b>1400</b>

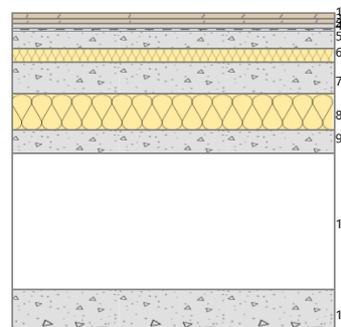
**Legenda simboli**

s Spessore mm  
 M.V. Massa volumica kg/m<sup>3</sup>

**Descrizione del componente:** *Pavimento verso vespaio (Palestra)*

**Codice:** *PI*

Tipo struttura **Struttura portante**  
 Massa superficiale **521,2** kg/m<sup>2</sup>  
 Spessore totale **710,0** mm



Potere fonoisolante:

Rw **59,9** dB  
 Valori **Indice unico**  
 Origine dei dati **Calcolo previsionale**  
 Tipologia **Solai nudi monolitici in cemento armato**  
 Tipo di calcolo **Empirico**  
 Metodo di calcolo **Da bibliografia**

**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	M.V.
1	<i>Pavimento n legno prefinito</i>	<i>15,00</i>	<i>710</i>
2	<i>Pannelli di spaccato di legno e leganti inorgan.</i>	<i>10,00</i>	<i>600</i>
3	<i>Strato isolante di feltro</i>	<i>10,00</i>	<i>120</i>
4	<i>Barriera vapore in fogli di polietilene</i>	<i>5,00</i>	<i>920</i>
5	<i>Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete</i>	<i>40,00</i>	<i>2200</i>
6	<i>Polistirene espanso, estruso con pelle</i>	<i>30,00</i>	<i>30</i>
7	<i>Sottofondo di cemento magro</i>	<i>70,00</i>	<i>1600</i>
8	<i>Polistirene espanso, estruso con pelle</i>	<i>80,00</i>	<i>35</i>
9	<i>C.I.s. armato (1% acciaio)</i>	<i>50,00</i>	<i>2300</i>
10	<i>Intercapedine debolmente ventilata Av=1400 mm<sup>2</sup>/m</i>	<i>300,00</i>	<i>-</i>
11	<i>Sottofondo di cemento magro</i>	<i>100,00</i>	<i>1800</i>

Legenda simboli

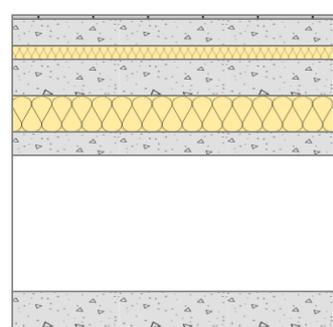
s Spessore mm  
 M.V. Massa volumica kg/m<sup>3</sup>

**Descrizione del componente:**

**Pavimento verso vespaio (Gres)**

**Codice: P2**

Tipo struttura **Struttura portante**  
 Massa superficiale **581,7** kg/m<sup>2</sup>  
 Spessore totale **710,0** mm



Potere fonoisolante:

Rw **61,7** dB  
 Valori **Indice unico**  
 Origine dei dati **Calcolo previsionale**  
 Tipologia **Solai nudi monolitici in cemento armato**  
 Tipo di calcolo **Empirico**  
 Metodo di calcolo **Da bibliografia**

**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	M.V.
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	10,00	2300
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	60,00	2200
3	Polistirene espanso, estruso con pelle	30,00	30
4	Sottofondo di cemento magro	80,00	1600
5	Polistirene espanso, estruso con pelle	80,00	35
6	C.I.s. armato (1% acciaio)	50,00	2300
7	Intercapedine debolmente ventilata Av=1400 mm <sup>2</sup> /m	300,00	-
8	Sottofondo di cemento magro	100,00	1800

Legenda simboli

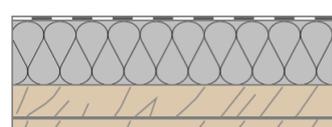
s Spessore mm  
 M.V. Massa volumica kg/m<sup>3</sup>

**Descrizione del componente:**

**Copertura**

**Codice: S1**

Tipo struttura **Struttura portante**  
 Massa superficiale **35,7** kg/m<sup>2</sup>  
 Spessore totale **183,0** mm



Potere fonoisolante:

Rw **36,0** dB  
 Valori **Indice unico**  
 Origine dei dati **Dati noti**

**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	M.V.
1	<b>Impermeabilizzazione con bitume</b>	<b>8,00</b>	<b>1200</b>
2	<b>Termostyr EPS 100</b>	<b>100,00</b>	<b>30</b>
3	<b>Fibra di legno</b>	<b>50,00</b>	<b>160</b>
4	<b>Barriera vapore foglio di alluminio (.025-.05 mm)</b>	<b>0,03</b>	<b>2700</b>
5	<b>Pannelli di OSB</b>	<b>25,00</b>	<b>600</b>

Legenda simboli

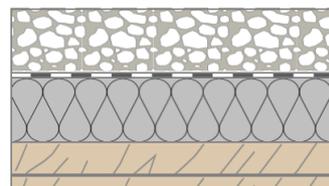
s Spessore mm  
 M.V. Massa volumica kg/m<sup>3</sup>

**Descrizione del componente:**

**Copertura a verde**

**Codice: S2**

Tipo struttura **Struttura portante**  
 Massa superficiale **185,7** kg/m<sup>2</sup>  
 Spessore totale **283,0** mm



Potere fonoisolante:

Rw **42,0** dB  
 Valori **Indice unico**  
 Origine dei dati **Dati noti**

**Stratigrafia:**

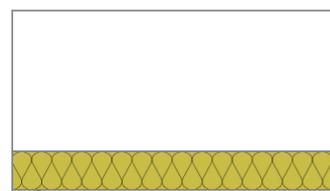
N.	Descrizione strato	s	M.V.
1	<i>Ciotoli e pietre frantumati (um. 2%)</i>	<b>100,00</b>	<b>1500</b>
2	<i>Impermeabilizzazione con bitume</i>	<b>8,00</b>	<b>1200</b>
3	<i>Termostyr EPS 100</i>	<b>100,00</b>	<b>30</b>
4	<i>Fibra di legno</i>	<b>50,00</b>	<b>160</b>
5	<i>Barriera vapore foglio di alluminio (.025-.05 mm)</i>	<b>0,03</b>	<b>2700</b>
6	<i>Pannelli di OSB</i>	<b>25,00</b>	<b>600</b>

Legenda simboli

s Spessore mm  
 M.V. Massa volumica kg/m<sup>3</sup>

**Descrizione del componente:** *Controsoffitto cartongesso microforato fonoassorbente* **Codice: S3**

Tipo struttura **Strato aggiuntivo**  
 Massa superficiale **11,1** kg/m<sup>2</sup>  
 Spessore totale **292,5** mm



Potere fonoisolante:

$\Delta R_w$  **10,0** dB  
 Valori **Indice unico**  
 Origine dei dati **Dati noti**

**Stratigrafia:**

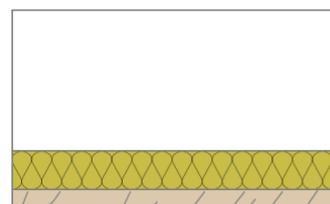
N.	Descrizione strato	s	M.V.
1	<i>Intercapedine non ventilata <math>A_v &lt; 500</math> mm<sup>2</sup>/m</i>	<b>220,00</b>	-
2	<i>Pannello in lana di roccia</i>	<b>60,00</b>	<b>40</b>
3	<i>Lastra cartongesso microforata fonoassorbente (tipo Gyproc Gyptone Big Quattro 42 Activ'Air)</i>	<b>12,50</b>	<b>700</b>

Legenda simboli

s Spessore mm  
 M.V. Massa volumica kg/m<sup>3</sup>

**Descrizione del componente:** *Controsoffitto fonoassorbente (doghe di legno 80 dist. 50)* **Codice: S4**

Tipo struttura **Strato aggiuntivo**  
 Massa superficiale **16,8** kg/m<sup>2</sup>  
 Spessore totale **312,0** mm



Potere fonoisolante:

$\Delta R_w$  **8,0** dB

Valori **Indice unico**

Origine dei dati **Dati noti**

**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	M.V.
<i>1</i>	<i>Intercapedine non ventilata <math>A_v &lt; 500</math> mm<sup>2</sup>/m</i>	<i>220,00</i>	<i>-</i>
<i>2</i>	<i>Pannello in lana di roccia</i>	<i>60,00</i>	<i>40</i>
<i>3</i>	<i>Rivestimento in doghe larghezza 8cm., fugate 5cm.</i>	<i>32,00</i>	<i>450</i>

Legenda simboli

s Spessore mm  
 M.V. Massa volumica kg/m<sup>3</sup>

**Descrizione del componente:**      **Serramenti**

Il calcolo dell'indice di isolamento acustico standardizzato di facciata  $D_{2m,nt,w}$ , viene effettuato considerando le facciate delle unità abitative a più elevata criticità acustica con rapporto superficie opaca/superficie vetrata superiore.

I serramenti sono i maggiori responsabili del rumore proveniente dall'esterno. Per ottenere un buon risultato si devono installare serramenti con elevate caratteristiche di isolamento acustico, con una classe di permeabilità all'aria pari a 4 in grado limitare al minimo (2 dB) la perdita di prestazioni acustiche della parte vetrata.

Nella valutazione dell'indice di isolamento acustico delle facciate, in base ai materiali scelti ed agli elementi individuati, verranno calcolati gli indici di potere fonoisolante che dovranno avere i serramenti esterni.

Di seguito vengono riportati i valori considerati per il presente progetto.

<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>larghezza [cm]</b>	<b>altezza [cm]</b>	<b>area [m<sup>2</sup>]</b>	<b>R<sub>w</sub> [dB]</b>
<b>W1</b>	<b>260x240</b>	<b>260</b>	<b>240</b>	<b>6,24</b>	<b>42,0</b>
<b>W2</b>	<b>565x694</b>	<b>565</b>	<b>694</b>	<b>39,21</b>	<b>42,0</b>
<b>W3</b>	<b>565x577</b>	<b>565</b>	<b>577</b>	<b>32,60</b>	<b>42,0</b>

## 6. CALCOLO DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI E DEL COMFORT ACUSTICO

### 6.1 ISOLAMENTO ACUSTICO STANDARDIZZATO DI FACCIATA

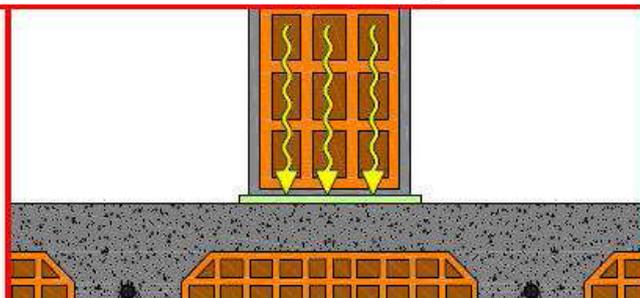
Per quanto riguarda i serramenti esterni, la scelta dovrà ricadere su serramenti caratterizzati da un potere fonoisolante minimo, ricavato dai calcoli riportati nella presente relazione, pari a  **$R_w \geq 42$  dB**.

Al fine di ridurre al minimo le fuoriuscite di rumore dalle connessioni laterali e dai giunti dovranno essere adottati i seguenti accorgimenti:

- Il giunto primario di collegamento tra la partizione muraria ed il controtelaio del serramento dovrà essere opportunamente isolato con materiale tipo schiume poliuretatiche ad elevata elasticità con un  $R_s \geq 58$  dB.
- Il giunto secondario di collegamento tra il controtelaio ed il telaio del serramento dovrà essere sigillato mediante l'utilizzo di opportuni nastri autoespandenti (guarnizioni); si raccomanda la massima cura nella realizzazione e posa delle guarnizioni, che dovranno essere continue e prive di rotture; prestare particolare attenzione nella realizzazione degli angoli;
- il falso telaio dei serramenti dovrà essere direttamente collegato alle pareti esterne e non dovranno essere presenti fessure nella parete, riempire eventuali fessure con malta (evitare l'utilizzo di schiume);
- il telaio fisso dovrà essere sigillato sul perimetro interno ed esterno utilizzando silicone;
- prevedere ove possibile la realizzazione di mazzette esterne;
- è consigliato eseguire verifiche in corso d'opera per garantire la corretta posa ed evitare che il montaggio possa diminuire le prestazioni acustiche del serramento, in particolare si dovrà verificare: la sigillatura della giunzione tra muro e telaio fisso, lato esterno, che dovrà essere eseguita con silicone acrilico; la superficie di battuta dell'anta sul telaio, che dovrà essere profonda almeno 10 mm, per garantire la perfetta aderenza al telaio stesso ed evitare il ponte acustico; la corretta registrazione dell'infisso e del telaio, per eliminare la presenza di possibili fessure tra i fianchi laterali e superiori e la muratura o solai; l'assoluta assenza di fessure.
- Nel punto di appoggio al solaio, la prima fila dei paramenti dovrà essere realizzata su supporto elastico (tipo striscia sottoparete in gomma o prodotti similari).

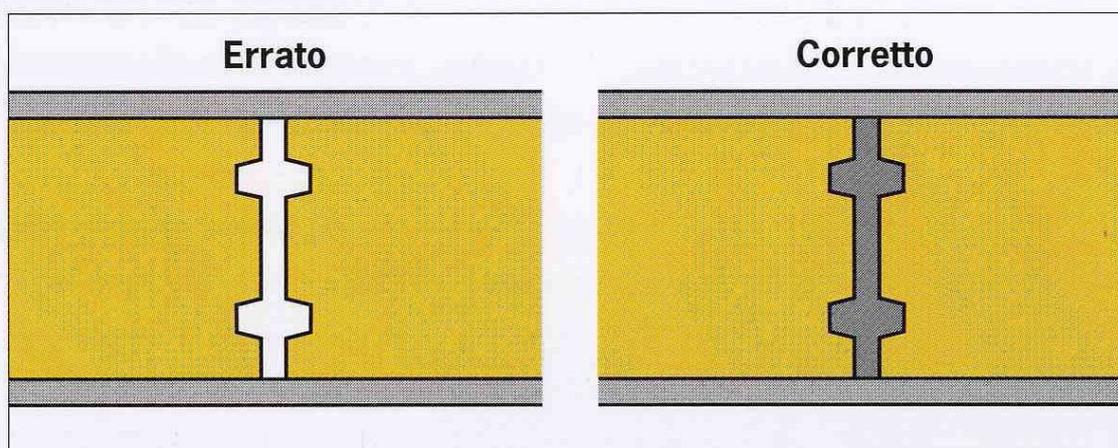
**Le strisce sottoparete impediscono la trasmissione al solaio del rumore aereo e delle vibrazioni che attraversano le pareti**

Per ogni parete divisoria tra le differenti unità abitative e per ogni tramezza interna della singola unità utilizzare la striscia sotto parete



- I mattoni dovranno essere posti in opera sigillando correttamente con la malta le connessioni orizzontali e verticali (Parete-Parete e Parete-Pilastro), in modo da garantire la continuità della tenuta acustica della parete evitando i passaggi preferenziali di rumore.

• **Giunti di malta tra elementi per muratura**



Il mancato riempimento con malta dei giunti verticali tra i blocchi, pur in presenza di intonaci, permette il passaggio del rumore. In generale le pareti vanno eseguite così come sono state provate in laboratorio. Quando si dispone di un certificato, verificare il disegno che rappresenta le condizioni di prova.

- Gli intonaci non dovranno in nessun caso avere uno spessore inferiore a cm 1,5 e sigillare in profondità gli eventuali fori e lesioni dei paramenti in mattoni.
- Posizionare i pannelli isolanti avendo cura di accostarli correttamente.

### 6.1.1 INDICAZIONI DI POSA SERRAMENTI

Di seguito si riportano una serie di considerazioni e di accorgimenti di carattere generale per la scelta e la posa dei serramenti.

Si raccomanda di seguire le indicazioni di corretta posa seguendo quanto riportato nei certificati di laboratorio che dimostrano le caratteristiche acustiche minime richieste dal progetto. Molte indicazioni sulla corretta posa in opera dei serramenti sono riportate nella norma UNI 11296 a cui si dovrà fare riferimento.

Si segnala in via indicativa che serramenti dotati delle caratteristiche minime di isolamento acustico precedentemente esposte dovranno necessariamente garantire elevata tenuta all'aria (pari a classe 4 secondo la norma UNI EN 12207:2000) ed essere dotati di vetri camera con lastre di tipo stratificato.

I serramenti dovranno esser posati di modo da evitare nella maniera più assoluta il passaggio d'aria e quindi di rumori lungo tutto il perimetro. In particolare, si raccomanda estrema cura nella realizzazione e posa delle guarnizioni. Tali elementi dovranno essere continui e privi di rotture lungo tutto il perimetro del serramento. Particolare attenzione dovrà essere posta nella realizzazione degli angoli.

Il falso telaio dei serramenti dovrà essere direttamente collegato alle pareti esterne e non dovranno essere presenti fessure o rotture nella parete. Eventuali spaccature dovranno essere riempite con malta (sabbia e cemento). È da evitare l'utilizzo di schiume. Tra falso telaio e telaio fisso dovrà essere interposto materiale fibroso (fibra di vetro o fibra di roccia) o auto espandente. In alternativa si potranno utilizzare schiume o materiali autoespandenti che dovranno riempire completamente l'intercapedine. Il telaio fisso dovrà essere sigillato sul perimetro interno ed esterno utilizzando silicone. Dovrà essere prevista la realizzazione delle mazzette esterne.

Gli elementi finestrati saranno costruiti con tipologia a vetrocamera stratificati e con guarnizione in corrispondenza della battuta dei telai, con caratteristiche d'isolamento come definite nei calcoli riportati nella relazione acustica.

**La rispondenza per ogni prodotto al valore d'isolamento dichiarato dovrà essere dimostrata tramite certificati di laboratorio forniti dal produttore.**

Le condizioni di montaggio influenzano in modo drastico il comportamento acustico dei componenti di facciata.

Nelle pagine seguenti si riportano i calcoli previsionali effettuati.

**Verifica strutture di facciata:**

Cod	Zona	Descrizione verifica di facciata
I	I	Facciata Palestra (Sud-Sud)

Locale ricevente:

Zona: I Locale: I Descrizione: Palestra

Elementi di facciata:

Per il calcolo del  $D_{2m,nT,w}$  sono state applicate le formulazioni previste dalla norma UNI 11175:2021 per gli ambienti ad angolo, considerando gli effetti di rifrazione tra gli elementi coinvolti.

Co d	Descrizione elemento	Area [m <sup>2</sup> ]	$\Delta L_{fs}$ [-]	Strato aggiuntivo lato interno	Strato aggiuntivo lato esterno
M1	Muratura esterna - struttura	33,55	0	M2	-
M1	Muratura esterna - struttura	36,69	0	-	-
S2	Copertura a verde	82,90	0	S3	-
S1	Copertura	80,74	0	S4	-

Isolamento acustico standardizzato di facciata  $D_{2m,nT,w}$  **53,3** dB

Limite DPCM 5/12/97 **48** dB

Verifica **Positiva**

Dettaglio dei percorsi di trasmissione del rumore:

Elemento di facciata: **M1 Muratura esterna - struttura**

**Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:**

Struttura locale Ricevente	Percorso	R
	Dd	69,3
M4	Dd lat	78,8
M4	Df	81,2
PI	Dd lat	82,7
PI	Df	85,4
S2	Dd lat	77,4
S2	Df	82,5

**Valori degli indici di riduzione delle vibrazioni Kij [dB]:**

Struttura locale Ricevente	Percorso	Kij
M4	Dd lat	-0,62

<i>M4</i>	<i>Df</i>	<i>7,67</i>
<i>PI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>6,01</i>
<i>PI</i>	<i>Df</i>	<i>5,70</i>
<i>S2</i>	<i>Dd lat</i>	<i>0,73</i>
<i>S2</i>	<i>Df</i>	<i>6,74</i>

Elemento di facciata: *MI Muratura esterna - struttura*

Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	R
	<i>Dd</i>	<i>42,5</i>
<i>MI</i>	<i>Df</i>	<i>68,6</i>
<i>PI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>56,2</i>
<i>PI</i>	<i>Df</i>	<i>64,6</i>
<i>SI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>47,2</i>
<i>SI</i>	<i>Df</i>	<i>68,1</i>

Valori degli indici di riduzione delle vibrazioni Kij [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	Kij
<i>MI</i>	<i>Df</i>	<i>-3,00</i>
<i>PI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>6,01</i>
<i>PI</i>	<i>Df</i>	<i>5,70</i>
<i>SI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>-2,97</i>
<i>SI</i>	<i>Df</i>	<i>13,14</i>

Elemento di facciata: *S2 Copertura a verde*

Contributo trasmissione laterale K *0* dB

Elemento di facciata: *SI Copertura*

Contributo trasmissione laterale K *0* dB

**Verifica strutture di facciata:**

Cod	Zona	Descrizione verifica di facciata
<i>2</i>	<i>I</i>	<i>Facciata Palestra (Sud-Sud)</i>

Locale ricevente:

Zona: **I** Locale: **I** Descrizione: **Palestra**

Elementi di facciata:

Per il calcolo del  $D_{2m,nT,w}$  sono state applicate le formulazioni previste dalla norma UNI 11175:2021 per gli ambienti ad angolo, considerando gli effetti di rifrazione tra gli elementi coinvolti.

Co d	Descrizione elemento	Area [m <sup>2</sup> ]	$\Delta L_{fs}$ [-]	Strato aggiuntivo lato interno	Strato aggiuntivo lato esterno
MI	Muratura esterna - struttura	36,69	0	-	-
MI	Muratura esterna - struttura	34,38	0	M2	-
SI	Copertura	80,74	0	S4	-
S2	Copertura a verde	82,90	0	S3	-

Isolamento acustico standardizzato di facciata  $D_{2m,nT,w}$  **53,3** dB

Limite DPCM 5/12/97 **48** dB

Verifica **Positiva**

Dettaglio dei percorsi di trasmissione del rumore:

Elemento di facciata: **MI Muratura esterna - struttura**

**Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:**

Struttura locale Ricevente	Percorso	R
	<b>Dd</b>	<b>42,5</b>
<b>MI</b>	<b>Df</b>	<b>68,6</b>
<b>PI</b>	<b>Dd lat</b>	<b>56,2</b>
<b>PI</b>	<b>Df</b>	<b>64,6</b>
<b>SI</b>	<b>Dd lat</b>	<b>47,2</b>
<b>SI</b>	<b>Df</b>	<b>68,1</b>

**Valori degli indici di riduzione delle vibrazioni Kij [dB]:**

Struttura locale Ricevente	Percorso	Kij
<b>MI</b>	<b>Df</b>	<b>-3,00</b>
<b>PI</b>	<b>Dd lat</b>	<b>6,01</b>
<b>PI</b>	<b>Df</b>	<b>5,70</b>
<b>SI</b>	<b>Dd lat</b>	<b>-2,97</b>
<b>SI</b>	<b>Df</b>	<b>13,14</b>

Elemento di facciata: **MI Muratura esterna - struttura**

**Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:**

Struttura locale Ricevente	Percorso	R
	<i>Dd</i>	<i>69,3</i>
<i>MI</i>	<i>Df</i>	<i>74,3</i>
<i>PI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>82,7</i>
<i>PI</i>	<i>Df</i>	<i>85,4</i>
<i>S2</i>	<i>Dd lat</i>	<i>77,4</i>
<i>S2</i>	<i>Df</i>	<i>82,5</i>

**Valori degli indici di riduzione delle vibrazioni Kij [dB]:**

Struttura locale Ricevente	Percorso	Kij
<i>MI</i>	<i>Df</i>	<i>-3,00</i>
<i>PI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>6,01</i>
<i>PI</i>	<i>Df</i>	<i>5,70</i>
<i>S2</i>	<i>Dd lat</i>	<i>0,73</i>
<i>S2</i>	<i>Df</i>	<i>6,74</i>

Elemento di facciata: *S1 Copertura*

Contributo trasmissione laterale K *0* dB

Elemento di facciata: *S2 Copertura a verde*

Contributo trasmissione laterale K *0* dB

**Verifica strutture di facciata:**

Cod	Zona	Descrizione verifica di facciata
<i>3</i>	<i>I</i>	<i>Facciata Palestra (Sud-Sud)</i>

Locale ricevente:

Zona: *I* Locale: *I* Descrizione: *Palestra*

Elementi di facciata:

Per il calcolo del  $D_{2m,nT,w}$  sono state applicate le formulazioni previste dalla norma UNI 11175:2021 per gli ambienti ad angolo, considerando gli effetti di rifrazione tra gli elementi coinvolti.

Co d	Descrizione elemento	Area [m <sup>2</sup> ]	$\Delta L_{fs}$ [-]	Strato aggiuntivo lato interno	Strato aggiuntivo lato esterno
---------	----------------------	---------------------------	------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------

MI	Muratura esterna - struttura	34,38	0	M2	-
MI	Muratura esterna - struttura	35,21	0	-	-
S2	Copertura a verde	82,90	0	S3	-
SI	Copertura	80,74	0	S4	-

Isolamento acustico standardizzato di facciata  $D_{2m,nT,w}$  **53,2** dB

Limite DPCM 5/12/97 **48** dB

Verifica **Positiva**

#### Dettaglio dei percorsi di trasmissione del rumore:

Elemento di facciata: **MI Muratura esterna - struttura**

#### Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	R
	<i>Dd</i>	<b>69,3</b>
<i>MI</i>	<i>Df</i>	<b>74,3</b>
<i>PI</i>	<i>Dd lat</i>	<b>82,7</b>
<i>PI</i>	<i>Df</i>	<b>85,4</b>
<i>S2</i>	<i>Dd lat</i>	<b>77,4</b>
<i>S2</i>	<i>Df</i>	<b>82,5</b>

#### Valori degli indici di riduzione delle vibrazioni Kij [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	Kij
<i>MI</i>	<i>Df</i>	<b>-3,00</b>
<i>PI</i>	<i>Dd lat</i>	<b>6,01</b>
<i>PI</i>	<i>Df</i>	<b>5,70</b>
<i>S2</i>	<i>Dd lat</i>	<b>0,73</b>
<i>S2</i>	<i>Df</i>	<b>6,74</b>

Elemento di facciata: **MI Muratura esterna - struttura**

#### Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	R
	<i>Dd</i>	<b>42,3</b>
<i>MI</i>	<i>Dd lat</i>	<b>55,8</b>
<i>MI</i>	<i>Df</i>	<b>61,6</b>
<i>PI</i>	<i>Dd lat</i>	<b>56,0</b>

<i>PI</i>	<i>Df</i>	<i>64,5</i>
<i>SI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>47,0</i>
<i>SI</i>	<i>Df</i>	<i>68,0</i>

Valori degli indici di riduzione delle vibrazioni Kij [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	Kij
<i>MI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>5,70</i>
<i>MI</i>	<i>Df</i>	<i>5,70</i>
<i>PI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>6,01</i>
<i>PI</i>	<i>Df</i>	<i>5,70</i>
<i>SI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>-2,97</i>
<i>SI</i>	<i>Df</i>	<i>13,14</i>

Elemento di facciata: *S2 Copertura a verde*

Contributo trasmissione laterale K *0* dB

Elemento di facciata: *SI Copertura*

Contributo trasmissione laterale K *0* dB

#### Verifica strutture di facciata:

Cod	Zona	Descrizione verifica di facciata
<i>4</i>	<i>I</i>	<i>Facciata Palestra (Sud-Est)</i>

Locale ricevente:

Zona: *I* Locale: *I* Descrizione: *Palestra*

Elementi di facciata:

Per il calcolo del  $D_{2m,nT,w}$  sono state applicate le formulazioni previste dalla norma UNI 11175:2021 per gli ambienti ad angolo, considerando gli effetti di rifrazione tra gli elementi coinvolti.

Co d	Descrizione elemento	Area [m <sup>2</sup> ]	$\Delta L_{fs}$ [-]	Strato aggiuntivo lato interno	Strato aggiuntivo lato esterno
<i>MI</i>	<i>Muratura esterna - struttura</i>	<i>35,21</i>	<i>0</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>MI</i>	<i>Muratura esterna - struttura</i>	<i>75,79</i>	<i>0</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>SI</i>	<i>Copertura</i>	<i>80,74</i>	<i>0</i>	<i>S4</i>	<i>-</i>

Isolamento acustico standardizzato di facciata  $D_{2m,nT,w}$  *52,6* dB

Limite DPCM 5/12/97 *48* dB

Verifica

**Positiva**

**Dettaglio dei percorsi di trasmissione del rumore:**

Elemento di facciata: **MI Muratura esterna - struttura**

**Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:**

Struttura locale Ricevente	Percorso	R
	<i>Dd</i>	<i>42,3</i>
<i>MI</i>	<i>Df</i>	<i>68,3</i>
<i>PI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>55,9</i>
<i>PI</i>	<i>Df</i>	<i>64,3</i>
<i>SI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>47,0</i>
<i>SI</i>	<i>Df</i>	<i>68,0</i>

**Valori degli indici di riduzione delle vibrazioni Kij [dB]:**

Struttura locale Ricevente	Percorso	Kij
<i>MI</i>	<i>Df</i>	<i>-3,00</i>
<i>PI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>6,01</i>
<i>PI</i>	<i>Df</i>	<i>5,70</i>
<i>SI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>-2,97</i>
<i>SI</i>	<i>Df</i>	<i>13,14</i>

Elemento di facciata: **MI Muratura esterna - struttura**

**Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:**

Struttura locale Ricevente	Percorso	R
	<i>Dd</i>	<i>53,9</i>
<i>MI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>71,1</i>
<i>MI</i>	<i>Df</i>	<i>77,1</i>
<i>PI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>67,3</i>
<i>PI</i>	<i>Df</i>	<i>70,0</i>
<i>SI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>58,4</i>
<i>SI</i>	<i>Df</i>	<i>73,6</i>

**Valori degli indici di riduzione delle vibrazioni Kij [dB]:**

Struttura locale Ricevente	Percorso	Kij
----------------------------	----------	-----

<i>MI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>5,70</i>
<i>MI</i>	<i>Df</i>	<i>5,70</i>
<i>PI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>6,01</i>
<i>PI</i>	<i>Df</i>	<i>5,70</i>
<i>SI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>-2,97</i>
<i>SI</i>	<i>Df</i>	<i>13,14</i>

Elemento di facciata: *SI Copertura*

Contributo trasmissione laterale K *0* dB

**Verifica strutture di facciata:**

Cod	Zona	Descrizione verifica di facciata
<i>5</i>	<i>I</i>	<i>Facciata Palestra (Est-Nord)</i>

Locale ricevente:

Zona: *I* Locale: *I* Descrizione: *Palestra*

Elementi di facciata:

Per il calcolo del  $D_{2m,nT,w}$  sono state applicate le formulazioni previste dalla norma UNI 11175:2021 per gli ambienti ad angolo, considerando gli effetti di rifrazione tra gli elementi coinvolti.

Co d	Descrizione elemento	Area [m <sup>2</sup> ]	$\Delta L_{fs}$ [-]	Strato aggiuntivo lato interno	Strato aggiuntivo lato esterno
<i>MI</i>	<i>Muratura esterna - struttura</i>	<i>75,79</i>	<i>0</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>MI</i>	<i>Muratura esterna - struttura</i>	<i>32,40</i>	<i>0</i>	<i>M3</i>	<i>-</i>
<i>SI</i>	<i>Copertura</i>	<i>80,74</i>	<i>0</i>	<i>S4</i>	<i>-</i>

Isolamento acustico standardizzato di facciata  $D_{2m,nT,w}$  *59,3* dB

Limite DPCM 5/12/97 *48* dB

Verifica *Positiva*

**Dettaglio dei percorsi di trasmissione del rumore:**

Elemento di facciata: *MI Muratura esterna - struttura*

Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	R
	<i>Dd</i>	<i>53,9</i>
<i>MI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>70,7</i>

<i>MI</i>	<i>Df</i>	<i>70,7</i>
<i>PI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>67,3</i>
<i>PI</i>	<i>Df</i>	<i>70,0</i>
<i>SI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>58,4</i>
<i>SI</i>	<i>Df</i>	<i>73,6</i>

Valori degli indici di riduzione delle vibrazioni Kij [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	Kij
<i>MI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>5,70</i>
<i>MI</i>	<i>Df</i>	<i>5,70</i>
<i>PI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>6,01</i>
<i>PI</i>	<i>Df</i>	<i>5,70</i>
<i>SI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>-2,97</i>
<i>SI</i>	<i>Df</i>	<i>13,14</i>

Elemento di facciata: *MI Muratura esterna - struttura*

Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	R
	<i>Dd</i>	<i>59,9</i>
<i>MI</i>	<i>Df</i>	<i>64,7</i>
<i>PI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>73,1</i>
<i>PI</i>	<i>Df</i>	<i>75,8</i>
<i>SI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>64,3</i>
<i>SI</i>	<i>Df</i>	<i>76,4</i>

Valori degli indici di riduzione delle vibrazioni Kij [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	Kij
<i>MI</i>	<i>Df</i>	<i>-3,00</i>
<i>PI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>6,01</i>
<i>PI</i>	<i>Df</i>	<i>5,70</i>
<i>SI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>-2,97</i>
<i>SI</i>	<i>Df</i>	<i>13,14</i>

Elemento di facciata: *SI Copertura*

Contributo trasmissione laterale K *0* dB

**Verifica strutture di facciata:**

Cod	Zona	Descrizione verifica di facciata
6	I	Facciata Palestra (Nord-Nord)

Locale ricevente:

Zona: I Locale: I Descrizione: Palestra

Elementi di facciata:

Per il calcolo del  $D_{2m,nT,w}$  sono state applicate le formulazioni previste dalla norma UNI 11175:2021 per gli ambienti ad angolo, considerando gli effetti di rifrazione tra gli elementi coinvolti.

Co d	Descrizione elemento	Area [m <sup>2</sup> ]	$\Delta L_{fs}$ [-]	Strato aggiuntivo lato interno	Strato aggiuntivo lato esterno
MI	Muratura esterna - struttura	32,40	0	M3	-
MI	Muratura esterna - struttura	43,21	0	-	-
SI	Copertura	80,74	0	S4	-
S2	Copertura a verde	82,90	0	S3	-

Isolamento acustico standardizzato di facciata  $D_{2m,nT,w}$  **53,2** dB

Limite DPCM 5/12/97 **48** dB

Verifica **Positiva**

**Dettaglio dei percorsi di trasmissione del rumore:**

Elemento di facciata: **MI Muratura esterna - struttura**

**Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:**

Struttura locale Ricevente	Percorso	R
	Dd	59,9
MI	Dd lat	73,4
MI	Df	73,4
PI	Dd lat	73,2
PI	Df	75,9
SI	Dd lat	64,3
SI	Df	76,4

**Valori degli indici di riduzione delle vibrazioni Kij [dB]:**

Struttura locale Ricevente	Percorso	Kij
----------------------------	----------	-----

<i>MI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>5,70</i>
<i>MI</i>	<i>Df</i>	<i>5,70</i>
<i>PI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>6,01</i>
<i>PI</i>	<i>Df</i>	<i>5,70</i>
<i>SI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>-2,97</i>
<i>SI</i>	<i>Df</i>	<i>13,14</i>

Elemento di facciata: *MI Muratura esterna - struttura*

Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	R
	<i>Dd</i>	<i>42,4</i>
<i>MI</i>	<i>Df</i>	<i>59,1</i>
<i>PI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>56,8</i>
<i>PI</i>	<i>Df</i>	<i>65,2</i>
<i>S2</i>	<i>Dd lat</i>	<i>51,5</i>
<i>S2</i>	<i>Df</i>	<i>67,3</i>

Valori degli indici di riduzione delle vibrazioni Kij [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	Kij
<i>MI</i>	<i>Df</i>	<i>-3,00</i>
<i>PI</i>	<i>Dd lat</i>	<i>6,01</i>
<i>PI</i>	<i>Df</i>	<i>5,70</i>
<i>S2</i>	<i>Dd lat</i>	<i>0,73</i>
<i>S2</i>	<i>Df</i>	<i>6,74</i>

Elemento di facciata: *SI Copertura*

Contributo trasmissione laterale K *0* dB

Elemento di facciata: *S2 Copertura a verde*

Contributo trasmissione laterale K *0* dB

**Verifica strutture di facciata:**

Cod	Zona	Descrizione verifica di facciata
<i>7</i>	<i>I</i>	<i>Facciata Palestra (Nord-Nord)</i>

Locale ricevente:

Zona: **I** Locale: **I** Descrizione: **Palestra**

Elementi di facciata:

Per il calcolo del  $D_{2m,nT,w}$  sono state applicate le formulazioni previste dalla norma UNI 11175:2021 per gli ambienti ad angolo, considerando gli effetti di rifrazione tra gli elementi coinvolti.

Co d	Descrizione elemento	Area [m <sup>2</sup> ]	$\Delta L_{fs}$ [-]	Strato aggiuntivo lato interno	Strato aggiuntivo lato esterno
MI	Muratura esterna - struttura	43,21	0	-	-
MI	Muratura esterna - struttura	33,75	0	M3	-
S2	Copertura a verde	82,90	0	S3	-
SI	Copertura	80,74	0	S4	-

Isolamento acustico standardizzato di facciata  $D_{2m,nT,w}$  **53,1** dB

Limite DPCM 5/12/97 **48** dB

Verifica **Positiva**

Dettaglio dei percorsi di trasmissione del rumore:

Elemento di facciata: **MI Muratura esterna - struttura**

**Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:**

Struttura locale Ricevente	Percorso	R
	<b>Dd</b>	<b>42,4</b>
<b>MI</b>	<b>Df</b>	<b>59,1</b>
<b>PI</b>	<b>Dd lat</b>	<b>56,8</b>
<b>PI</b>	<b>Df</b>	<b>65,2</b>
<b>S2</b>	<b>Dd lat</b>	<b>51,5</b>
<b>S2</b>	<b>Df</b>	<b>67,3</b>

**Valori degli indici di riduzione delle vibrazioni Kij [dB]:**

Struttura locale Ricevente	Percorso	Kij
<b>MI</b>	<b>Df</b>	<b>-3,00</b>
<b>PI</b>	<b>Dd lat</b>	<b>6,01</b>
<b>PI</b>	<b>Df</b>	<b>5,70</b>
<b>S2</b>	<b>Dd lat</b>	<b>0,73</b>
<b>S2</b>	<b>Df</b>	<b>6,74</b>

Elemento di facciata: **MI Muratura esterna - struttura**

Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	R
	<i>Dd</i>	<b>59,9</b>
<i>MI</i>	<i>Df</i>	<b>64,9</b>
<i>PI</i>	<i>Dd lat</i>	<b>73,2</b>
<i>PI</i>	<i>Df</i>	<b>75,9</b>
<i>SI</i>	<i>Dd lat</i>	<b>64,3</b>
<i>SI</i>	<i>Df</i>	<b>76,4</b>

Valori degli indici di riduzione delle vibrazioni Kij [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	Kij
<i>MI</i>	<i>Df</i>	<b>-3,00</b>
<i>PI</i>	<i>Dd lat</i>	<b>6,01</b>
<i>PI</i>	<i>Df</i>	<b>5,70</b>
<i>SI</i>	<i>Dd lat</i>	<b>-2,97</b>
<i>SI</i>	<i>Df</i>	<b>13,14</b>

Elemento di facciata: **S2 Copertura a verde**

Contributo trasmissione laterale K **0** dB

Elemento di facciata: **SI Copertura**

Contributo trasmissione laterale K **0** dB

**Verifica strutture di facciata:**

Cod	Zona	Descrizione verifica di facciata
<b>8</b>	<b>I</b>	<b>Facciata Palestra (Nord-Nord)</b>

Locale ricevente:

Zona: **I** Locale: **I** Descrizione: **Palestra**

Elementi di facciata:

Per il calcolo del  $D_{2m,nT,w}$  sono state applicate le formulazioni previste dalla norma UNI 11175:2021 per gli ambienti ad angolo, considerando gli effetti di rifrazione tra gli elementi coinvolti.

Co	Descrizione elemento	Area	$\Delta L_{fs}$	Strato	Strato
----	----------------------	------	-----------------	--------	--------

d		[m <sup>2</sup> ]	[-]	aggiuntivo lato interno	aggiuntivo lato esterno
MI	Muratura esterna - struttura	33,75	0	M3	-
MI	Muratura esterna - struttura	42,17	0	-	-
SI	Copertura	80,74	0	S4	-
S2	Copertura a verde	82,90	0	S3	-

Isolamento acustico standardizzato di facciata  $D_{2m,nT,w}$  **52,9** dB

Limite DPCM 5/12/97 **48** dB

Verifica **Positiva**

### Dettaglio dei percorsi di trasmissione del rumore:

Elemento di facciata: **MI Muratura esterna - struttura**

### Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	R
	<i>Dd</i>	<b>59,9</b>
<i>MI</i>	<i>Df</i>	<b>64,9</b>
<i>PI</i>	<i>Dd lat</i>	<b>73,2</b>
<i>PI</i>	<i>Df</i>	<b>75,9</b>
<i>SI</i>	<i>Dd lat</i>	<b>64,3</b>
<i>SI</i>	<i>Df</i>	<b>76,4</b>

### Valori degli indici di riduzione delle vibrazioni Kij [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	Kij
<i>MI</i>	<i>Df</i>	<b>-3,00</b>
<i>PI</i>	<i>Dd lat</i>	<b>6,01</b>
<i>PI</i>	<i>Df</i>	<b>5,70</b>
<i>SI</i>	<i>Dd lat</i>	<b>-2,97</b>
<i>SI</i>	<i>Df</i>	<b>13,14</b>

Elemento di facciata: **MI Muratura esterna - struttura**

### Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	R
	<i>Dd</i>	<b>42,3</b>
<i>M4</i>	<i>Dd lat</i>	<b>52,7</b>
<i>M4</i>	<i>Df</i>	<b>61,0</b>



## 6.2 COMFORT ACUSTICO INTERNO – DECRETO CAM

Come già riportato nel Capitolo 2. della presente relazione, il D.M. 23/06/2022 sui CAM, al paragrafo 2.4.11 riporta le caratteristiche acustiche minime che dovrà avere l'edificio in progetto ed in particolare prescrive:

- i requisiti acustici passivi dei singoli elementi tecnici dell'edificio devono corrispondere almeno alla classe II della norma UNI 11367;
- le scuole devono soddisfare almeno i valori di requisiti acustici passivi e di comfort acustico interno indicati nella norma UNI 11532-2.

Nel precedente capitolo è già stato analizzato e valutato l'indice di isolamento acustico di facciata della palestra in rispetto del limite più restrittivo del D.P.C.M. 5/12/97 pari a  $D_{2m,nT,w} \geq 48$  dB.

Nel presente capitolo verranno pertanto analizzati gli indici vigenti, per la tipologia di edificio e di ambienti oggetto del presente progetto, ad esclusione degli impianti che verranno trattati nel capitolo successivo.

La UNI 11532-2:2020 identifica innanzitutto l'ambiente in relazione alla destinazione d'uso e le categorie di riferimento per l'edificio oggetto di realizzazione sono:

Categoria	Descrizione dell'utilizzo	Esempi
<b>A5</b>	<b>Sport: piscine e palestre e similari</b>	Palestre, piscine per utilizzo come ambienti sportivi in generale

**Norma UNI 11532-2:2020 – Prospetto 2**

Il tempo di riverberazione ottimale  $T_{ott}$  per la Categoria A5 è determinato in relazione alla destinazione d'uso specifica dell'ambiente considerato ed al suo volume, attraverso la formula di calcolo riportata nel prospetto 6 della norma.

Categoria	Ambiente non occupato	
A5	$T_{ott,A5} = (0,75 \log V - 1,00)$ $T_{ott,A5} = 2,00$	$200 \text{ m}^3 \leq V < 10000 \text{ m}^3$ $V \geq 10000 \text{ m}^3$

**Prospetto 6 UNI 11532-2:2020**

Di seguito si riportano le verifiche riguardanti il presente progetto.

Categoria	Ambiente non occupato	
A5	$T_{ott,A5} = (0,75 \log V - 1,00) = 1,47 \text{ sec.}$	$200 \text{ m}^3 \leq V < 10000 \text{ m}^3$

L'analisi acustica del progetto si basa su due componenti:

- la geometria: il progetto si conforma sostanzialmente su un unico Volume a pianta rettangolare e Volumi su due altezze differenti;
- i materiali utilizzati: al fine del calcolo e della prestazione si indicano i requisiti minimi in particolare dei rivestimenti fonoassorbenti delle pareti verticali con doghe in legno e dei controsoffitti con doghe in legno e con lastre microforate:

Materiale	Spessore [mm]	125 [Hz]	250 [Hz]	500 [Hz]	1000 [Hz]	2000 [Hz]	4000 [Hz]
<i>Controparete interna con Doghe di legno da 80 distanziate 50 (con lana minerale da 40 sp. plenum 43)</i>	<b>80,0</b>	<b>0,10</b>	<b>0,30</b>	<b>0,43</b>	<b>0,44</b>	<b>0,44</b>	<b>0,44</b>
<i>Controsoffitto con Doghe di legno da 80 distanziate 50 (con lana minerale da 60 sp. plenum 280)</i>	<b>280,0</b>	<b>0,22</b>	<b>0,40</b>	<b>0,43</b>	<b>0,44</b>	<b>0,44</b>	<b>0,44</b>
<i>Controsoffitto con lastre microforate di gesso rivestito fonoassorbenti tipo Gyproc Gypstone Big Quattro 42 Activ'Air (Plenum 220 con lana 60)</i>	<b>280,0</b>	<b>0,56</b>	<b>0,50</b>	<b>0,52</b>	<b>0,50</b>	<b>0,47</b>	<b>0,44</b>

Area assorbimento acustico [m<sup>2</sup>]   
 Incidenza [%]   
 Accorpa strutture con lo stesso materiale   
 Mostra etichette grafici

Struttura	Materiale	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
M1, M2	u104 Stucco di gesso, calcestruzzo a vista	3,15	3,15	4,72	6,30	7,87	7,87
M3	u212 Doghe di legno da 80 distanziate 50 (con lana minerale da 40 sp. 43)	6,62	19,85	28,44	29,11	29,11	29,11
M4	e101 Intonaco normale	1,97	2,62	2,62	1,97	3,28	5,24
P1	e302 Legno (parquet)	132,51	16,56	23,19	33,13	33,13	33,13
S3	u214 Gyproc Gypstone Big Quattro 42 Activ'Air (Plenum 200 con lana 100)	93,76	83,72	87,06	83,72	78,69	73,67
S4	u213 Doghe di legno da 80 distanziate 50 (con lana minerale da 60 sp. 280)	36,27	65,94	70,89	72,53	72,53	72,53
W2, W3	e106 Lastra di vetro di infisso	21,54	8,62	5,74	4,31	2,87	2,87

Si rimanda al progetto architettonico per l'individuazione delle pareti e controsoffitti fonoassorbenti sopra descritti.

Di seguito si riporta i risultati ottenuti dalle verifiche effettuate:

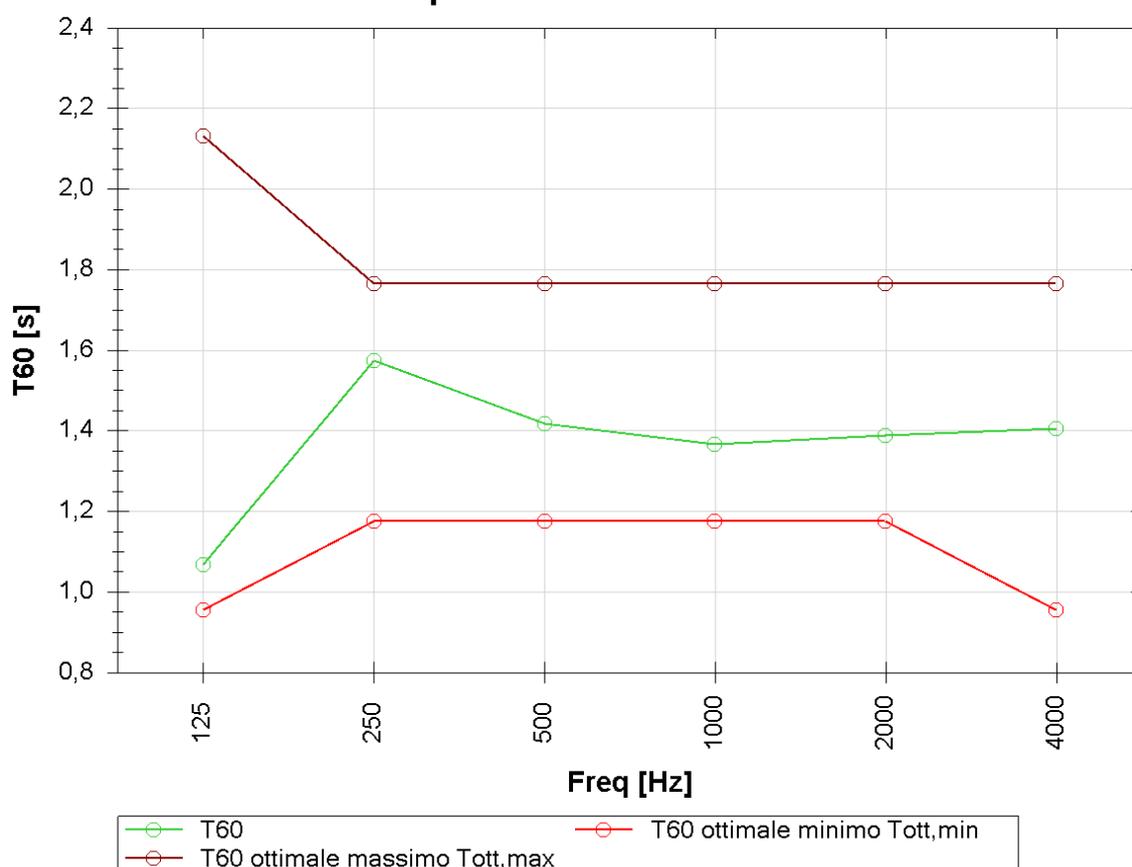
Zona	Locale	Descrizione	Volume [m <sup>3</sup> ]	T <sub>60</sub> [s]	T <sub>60</sub> ottimale UNI 11532-2
<b>I</b>	<b>I</b>	<b>Palestra</b>	<b>1961,90</b>	<b>1,44</b>	<b>1,47</b>

- T<sub>60</sub> Tempo di riverberazione, pari al tempo in cui il livello di pressione sonora si riduce di 60 dB
- T<sub>60</sub> ottimale Tempo di riverberazione ottimale ai sensi della norma UNI 11532-2:2020
- Aass,med Area di assorbimento acustico, media aritmetica sulle frequenze da 250 a 2000 Hz
- Aass,min Area di assorbimento acustico, valore minimo ai sensi della norma UNI 11532-2:2020

Dai valori calcolati si ricava l'andamento in funzione della frequenza:

Frequenza [Hz]	T60 calcolato [s]	T60 ottimale minimo [s]	T60 ottimale massimo [s]	Verifica
125	1,07	0,96	2,13	-
250	1,57	1,18	1,76	Positiva
500	1,42	1,18	1,76	Positiva
1000	1,37	1,18	1,76	Positiva
2000	1,39	1,18	1,76	Positiva
4000	1,41	0,96	1,76	-

Tempo di riverberazione T60



Le scelte progettuali nel modello acustico sono finalizzate all'aumento dell'assorbimento interno dell'ambiente.

Per valutare la qualità acustica del progetto in relazione alle caratteristiche geometriche e dei materiali, è stato utilizzato un modello numerico processato con il programma EDILCLIMA EC704.

Al fine del calcolo previsto dal modello, l'interesse acustico si sofferma principalmente sulla caratterizzazione delle superfici degli elementi presenti nell'ambiente.

## **7. RUMOROSITA' DEGLI IMPIANTI**

Gli impianti che usualmente interessano la problematica del rumore dell'edificio, in ordine di importanza, sono gli impianti di riscaldamento, condizionamento e ventilazione, gli impianti idrici e gli impianti per ascensori e montacarichi.

Altri tipi di impianti, o perché a funzionamento episodico (sistema anti-incendio) o perché non rumorosi intrinsecamente (es. impianto elettrico) non necessitano di particolare considerazione, salvo il caso che il loro lay-out e la loro messa in opera non degradino il fonoisolamento previsto per altri scopi.

Di seguito vengono espresse una serie di prescrizioni di dettaglio per la progettazione e la posa in opera per le varie tipologie di impianti presenti nel presente progetto ai fini del rispetto dei valori limite indicati nel capitolo 2.

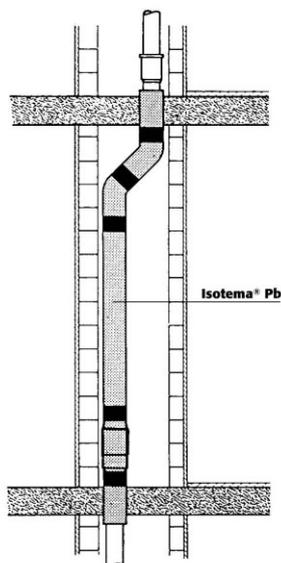
### **7.1. Impianto idrico-sanitario**

In merito al rumore emesso dagli impianti idrico-sanitari, in definitiva, non essendo possibile effettuare una valutazione analitica di tale problematica, si evidenziano sinteticamente le seguenti raccomandazioni:

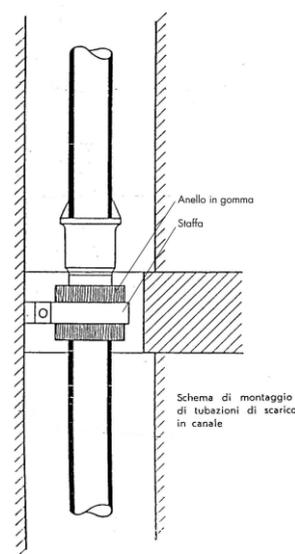
- 1) controllo dei rumori aerei mediante la scelta di opportune tubazioni idriche e di scarico e l'uso di cavedi insonorizzati;
- 2) adozioni di portate di scarico degli apparati sanitari non superiori a quelle consigliate;
- 3) desolidarizzazione degli apparecchi (w.c., vasche e docce) dalle murature mediante interposizione di strati elastici;
- 4) uso di apparecchi sanitari acusticamente certificati (rubinetteria silenziosa certificata a norme UNI 8955/1 e ISO 3822/1).

In merito al punto 1) le tubazioni di scarico si prevede l'utilizzo di tubazioni in polietilene ad alta densità (**tipo Valsir Silere o Geberit Silent**), e di realizzare raccordi in modo da evitare un'eccessiva turbolenza del moto dei fluidi.

Le tubazioni dovranno essere rivestite con materiale ad elevata densità dotato di proprietà smorzanti/fonoassorbenti (**tipo Trocellen Isolmass o Polymax Mantophon Pbx**).



*Esempio posa impianti*



*Collari di staffaggio*

I condotti di adduzione e scarico non dovranno indebolire in nessun modo le partizioni che dividono unità immobiliari distinte, ma saranno alloggiati all'interno di cavedi impiantistici insonorizzati completamente riempiti con materiale fonoassorbente.

Al fine di contenere la trasmissione delle vibrazioni prodotte dal moto dei fluidi la posa in opera delle tubazioni deve essere realizzata in maniera tale da desolidarizzare i contatti tra il tubo e la parete muraria nella quale sono ricavati i cavedi.

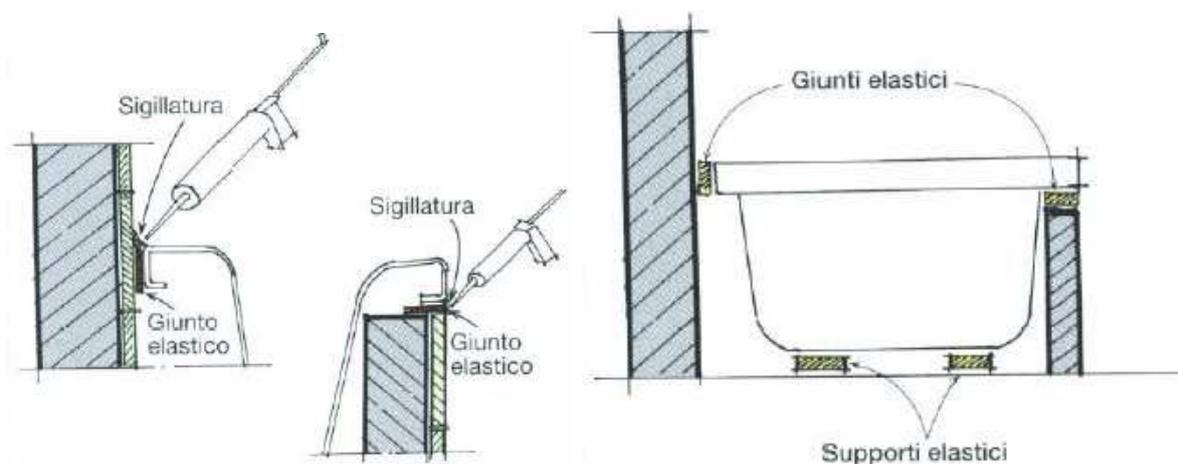
Relativamente ai collari con materiale smorzante si può utilizzare un prodotto tipo quello della società Geberit serie Silent definito "Bracciale con inserto fonoassorbente".

Nei tratti in cui le tubazioni dovessero attraversare pareti o solette è necessario realizzare una desolidarizzazione rivestendo interamente la tubazione con uno strato di materiale smorzante. Per eseguire questo tipo di operazione si può utilizzare, ad esempio, un prodotto tipo ISOLMANT PIOMBO (prodotto composto da 2 strati di Isolmant 3 mm con inserita all'interno una lamina di piombo da 0.35 mm o da 0.50 mm), Polymax Mantophon PBX o prodotti similari.

In merito al precedente punto 2) nella figura che segue si riportano le portate di scarico consigliate degli apparati sanitari (sempre <math><2.5\text{ l/s}</math>) al fine non avere scarichi rumorosi e quindi ridurre le eventuali criticità acustiche.



In merito al punto 3) è necessario che gli apparecchi siano isolati dalle murature attraverso degli elementi elastici oppure su un massetto isolato dal solaio e dalle murature circostanti con materiale resiliente.



Rete di distribuzione:

- I diametri dei tubi di distribuzione orizzontale e verticale dovranno essere dimensionati di modo da essere idonei alle portate richieste (UNI EN 12056);
- In fase di progettazione nella rete di distribuzione dell'acqua è opportuno prevedere una velocità del fluido non superiore a 2.5 m/s, adottando di conseguenza idonee sezioni per le tubazioni;
- Dovrà essere realizzata una corretta ventilazione delle colonne di scarico di modo da favorire lo scorrimento dello scarico e di conseguenza diminuire la rumorosità;

- Nella rete di distribuzione dovranno essere previsti sistemi per l'attenuazione del "colpo d'ariete", come ad esempio ammortizzatori per il colpo d'ariete e tratti di tubazione verticali prima dell'allacciamento ai rubinetti.

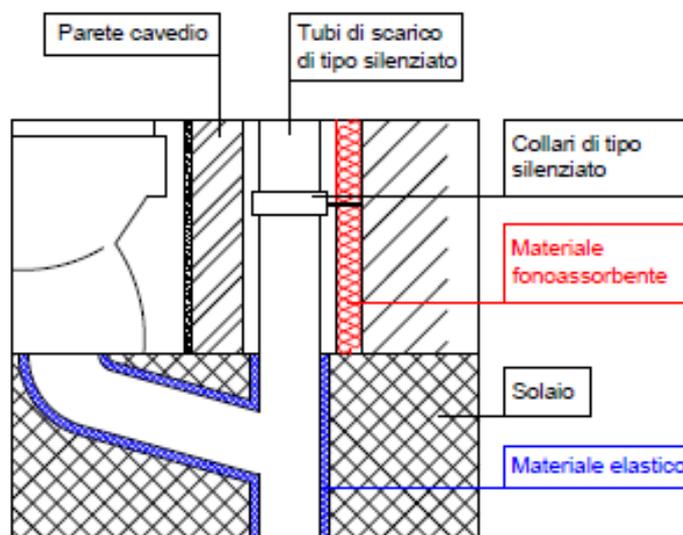
#### Tipologia di tubazioni e sanitari:

- Tutti gli scarichi dovranno essere realizzati con tubazioni di tipo silenziato. Tali tubazioni, di tipo stratificato e dalla massa elevata, possiedono un isolamento dai rumori aerei sensibilmente superiore rispetto ai prodotti tradizionali;
- Le cassette WC installate dovranno essere di tipo silenziato e dotate di sistemi di carico a basso livello di rumorosità (ad esempio galleggianti con funzionamento a magnete);
- Le rubinetterie adottate dovranno essere classificate nel gruppo acustico I (Lap < 20 db) secondo la norma UNI EN ISO 3822.

#### Posa in opera:

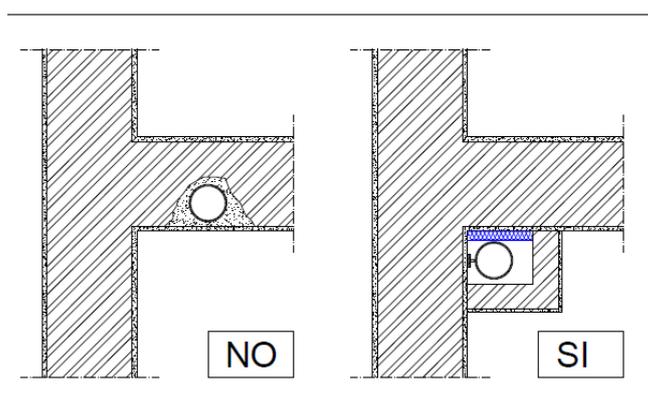
- In generale tutte le tubazioni dovranno essere desolidarizzate dalle strutture murarie interponendo tra tubazioni e strutture rigide (attraversamenti murari a parete o solaio) materiale elastico di almeno 5 mm di spessore (ad es. polietilene espanso). Tale indicazione ha lo scopo di evitare la trasmissione di vibrazioni tra tubazioni e strutture edilizie;
- Tutti i tubi di scarico dovranno essere collegati alle pareti verticali mediante l'utilizzo di collari di tipo silenziato (in grado di smorzare le vibrazioni). In alternativa si dovrà interporre tra tubazione e collare uno strato di materiale elastico (ad es. polietilene espanso sp. 1 cm);
- Tutti i tubi di scarico dovranno essere inseriti in appositi cavedi impiantistici. La soluzione minima di pareti di separazione tra cavedio scarichi e ambienti abitativi sono partizioni in laterizi semipieni dello spessore di 8 cm intonacati sul lato esterno. Si raccomanda di curare il completo riempimento sia dei giunti orizzontali che dei giunti verticali tra i mattoni con malta. Una soluzione alternativa, che garantisce maggiore affidabilità al risultato in opera, consiste nell'utilizzare mattoni semipieni dello spessore di 12 cm;
- Nel cavedio dovrà essere posato materiale fonoassorbente (ad es. lana minerale sp 5 cm);
- In presenza di variazioni di direzione di 90° (da verticale a orizzontale) è necessario raccordare i tubi con due curve a 45° e un tubo intermedio della lunghezza di 250 mm;
- Nella posa in opera dei sanitari (vasche, vasi, lavabi e piatti doccia) dovrà essere prevista l'interposizione di uno strato di materiale resiliente tra l'apparecchio sanitario e la struttura muraria;
- Le cassette WC dovranno essere desolidarizzate dalle strutture al contorno mediante la posa di materiale elastico.

Di seguito si riportano alcuni schemi di riferimento per la corretta realizzazione degli impianti.



Per limitare la trasmissione di rumori aerei si utilizzano sistemi di scarico caratterizzati da adeguate prestazioni fonoisolanti inseriti in appositi cavedi impiantistici.

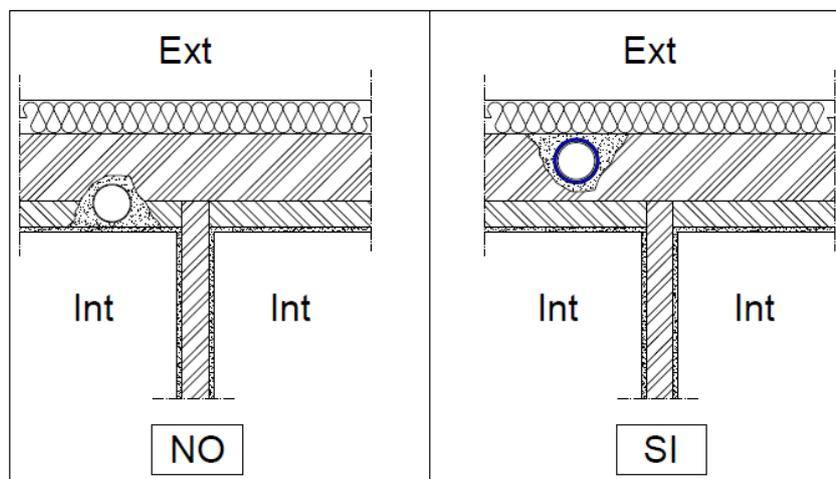
I cavedi devono essere previsti fin dal progetto preliminare. Sono infatti da evitare scassi realizzati in cantiere nelle pareti di separazione tra differenti unità immobiliari, che comporterebbero, oltre alla percezione del rumore degli impianti, anche un decremento della prestazione fonoisolante della parete stessa.



All'interno dei cavedi è opportuno inserire del materiale fonoassorbente (ad es. feltri in fibra minerale) per limitare possibili fenomeni di risonanza.

Le pareti dei cavedi possono essere realizzate con laterizi, blocchi, sistemi a secco o altre tecnologie.

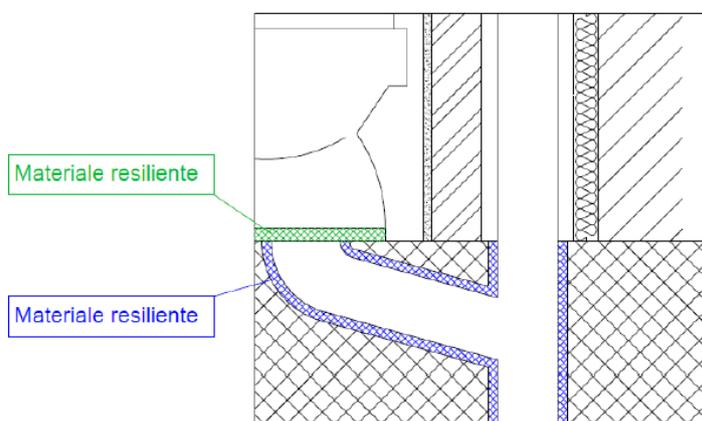
Nel caso gli impianti debbano essere necessariamente inseriti in uno scasso nella parete esterna, i tubi di scarico dovranno essere fasciati con materiale elastico e posizionati sul lato esterno della partizione.



Per limitare la trasmissione di vibrazioni il sistema di scarico deve essere desolidarizzato dalle strutture murarie.

Le tubazioni devono essere rivestite con materiale elastico resiliente in corrispondenza di tutti i punti di contatto. Anche lungo il tratto che collega i sanitari alla colonna principale.

Inoltre è opportuno prevedere l'interposizione di uno strato di materiale elastico tra l'apparecchio sanitario e la struttura muraria. Sia nel contatto a pavimento, sia nel contatto a parete nel caso di sanitario sospeso.



### **7.2 Impianto di riscaldamento/raffreddamento e pompe di calore**

Si raccomanda di adottare tutte le indicazioni di corretta posa in opera per minimizzare la trasmissione di rumori e vibrazioni di seguito indicate:

- Dovranno essere valutate attentamente le zone ove si intende posizionare i macchinari in copertura; dovranno essere analizzate le schede tecniche dei macchinari ed i livelli di potenza sonora in maniera

da valutare eventuali interventi di mitigazione acustica. Nel presente progetto si riportano i valori di rumorosità valutati per le n. 2 pompe di calore che verranno installate in copertura:

- Pompa di calore 1 (Tipo Aermec NRK 0280) – Potenza sonora –  $L_w = 70,5$  dB(A)
- Pompa di calore 2 (Tipo Aermec ANK 050) – Potenza sonora –  $L_w = 74,0$  dB(A)

Visti i livelli di rumorosità e la collocazione prevista dal progetto non si ritiene di dover procedere con ulteriori interventi di mitigazione acustica per la rumorosità trasmessa per via aerea.

- Tutti i macchinari che generano vibrazioni dovranno essere montati su appositi supporti antivibranti quali supporti in neoprene o gomma oppure molle. La scelta del tipo di supporto va effettuata in base alle caratteristiche proprie dei singoli macchinari (peso, velocità di rotazione dei motori ecc.). Si consiglia di seguire i consigli dei produttori delle macchine stesse;
- Per il presente progetto è stato valutato di posizionare le Pompe di calore in copertura su un basamento inerziale di circa 10 cm. (massetto in CLS da 2200/2400 kg/mc) a sua volta disconnesso dalla copertura mediante l'interposizione di materassino antivibrante.

Dai dati ipotizzati per le 2 pompe di calore sopra indicati si dovrà utilizzare un materassino antivibrante con caratteristiche analoghe o superiori al prodotto **Isolgomma Megapoint da 25 mm. posizionato in doppio strato (25+25mm.)**.

- In generale per limitare la trasmissione di vibrazioni è inoltre necessario:
  - interporre materiale resiliente nella realizzazione dei fissaggi (passaggio dei condotti attraverso le strutture divisorie e in generale collegamenti rigidi);
  - collegare le pompe di circolazione alle tubazioni mediante connettori flessibili;
  - posizionare le pompe su supporti antivibranti.

### **7.3 Recuperatore di calore**

Per poter garantire il rispetto del valore limite normativo si dovranno prevedere i seguenti accorgimenti tecnici:

- fissaggio a soffitto del recuperatore di calore con idonei pendini antivibranti;
- utilizzo, sia per l'aria di mandata, sia per l'aria di ripresa, di canali preisolati con elevate caratteristiche fonoassorbenti tipo Isover Climaver A2 Neto con le seguenti prestazioni minime di fonoassorbimento:

🔊	Frequenza (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Spessore d, mm	Coefficiente pratico di assorbimento acustico, $\alpha_p$ EN ISO 354 / EN ISO 11654					
25	0,35	0,65	0,75	0,85	0,90	0,90
Dimensioni condotto (mm)	Attenuazione acustica, in tratto rettilineo, $\Delta L$ (DB/m)*					
200x200	4,83	11,49	14,04	16,73	18,12	18,12
300x400	2,82	6,70	8,19	9,76	10,57	10,57
400x500	2,17	5,17	6,32	7,53	8,15	8,15
400x700	1,90	4,51	5,51	6,57	7,12	7,12
500x1000	1,45	3,45	4,21	5,02	5,44	5,44

\*Valore calcolato mediante la formula:  $\Delta L = 1,05 \cdot \alpha_p^2 \cdot \frac{P}{S}$ , (P=perimetro)  
(P=perimetro sezione condotto; S=superficie sezione condotto) sulla base di una potenza sonora di un ventilatore con portata paria a 20.000 m<sup>3</sup>/h, perdita di carico 15 mm ca.

- il tratto finale di collegamento ai diffusori dovrà invece essere realizzato con canali flessibili isolati di tipo afonico della lunghezza minima di 40 cm., con le seguenti prestazioni di fonoassorbimento:

#### Attenuazione acustica [ $L_{w1} - L_{w3}$ ]

Per attenuazione acustica si intende la differenza tra i valori a monte e a valle del condotto.

L=1m	Frequenze [Hz]						L=2m	Frequenze [Hz]					
	Ø	125	250	500	1000	2000		4000	Ø	125	250	500	1000
82	16	25	34	39	30	20	82	22	37	48	54	46	30
102	10	22	32	39	27	18	102	18	32	51	51	44	31
127	12	20	22	26	27	18	127	17	31	44	44	40	24
160	16	24	22	32	19	14	160	27	39	35	39	30	20
203	7	14	16	19	14	12	203	18	24	23	26	18	19
254	13	14	14	13	10	11	254	21	21	20	19	15	18
315	10	11	10	11	9	8	315	17	15	14	13	12	15
457	10	9	7	7	6	7	457	16	14	13	13	12	15



## 8. CONCLUSIONI

Come evidenziato nei capitoli precedenti, la valutazione dei parametri stimati, effettuata sulla base degli elaborati progettuali, delle indicazioni fornite dai progettisti sulla tipologia dei materiali impiegati, e considerando l'utilizzo di materiali con caratteristiche fonoisolanti e fonoassorbenti, si dimostra il sostanziale rispetto dei limiti previsti dal D.P.C.M. 05/12/97 e dal Decreto CAM per la tipologia di edificio in progetto.

La valutazione dei parametri è stata effettuata modellizzando tutto l'edificio in progetto mediante il software previsionale Edilclima EC704; negli allegati nelle pagine seguenti verranno riportati solamente alcuni dei risultati dei calcoli previsionali.

**E' importante sottolineare come dal punto di vista acustico risulti fondamentale la posa in opera dei materiali al fine di ottenere il rendimento teorico ipotizzato.**

**E' importante quindi che, durante la realizzazione dell'opera, le imprese esecutrici prestino particolare attenzione alle informazioni riportate nella presente relazione ed eventualmente comunichino tempestivamente alla Direzione Lavori qualsivoglia variazione rispetto a quanto previsto dalla presente relazione al fine di non pregiudicare le prestazioni acustiche dell'edificio.**

Como, 7 giugno 2023

Il Tecnico competente in acustica  
Iscrizione ENTECA n. 1867  
**ing. iun. Davide Lodi Rizzini**



## 9. ALLEGATI

### 9.1 MODELLIZZAZIONE PIANTA

Legenda strutture			
	Cod	Descr	
	W3	565x577	-
	M1	Muratura esterna - struttura	F
	M5	Porta interna	-
	W2	565x694	-
	M0	Struttura non disperdente	-
	M4	Divisorio interno	-
	W1	260x240	-
	S1	Copertura	F
	S2	Copertura a verde	F

#### LEGENDA STRUTTURE

