

# COMUNE DI CERCENASCO

## LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO E NORMATIVO DELLA SCUOLA PRIMARIA DI CERCENASCO

*Immobile sito in Via XX Settembre, n. 28 - 10060 Cercenasco (TO) - Censito al NCT al Foglio 12 mappale 407 e  
censito al NCEU al Foglio 12 mappale 407*

### PROGETTO ESECUTIVO

#### D04.ALL03 RELAZIONE ACUSTICA

##### COMMITTENTE:



##### COMUNE DI CERCENASCO

Via XX Settembre n. 11 - 10060 Cercenasco (TO)

Tel. (+39) 011.9809227/ Fax.(+39) 011.9802731

P.IVA 02332240015/C.F. 85003050011

##### GRUPPO DI PROGETTAZIONE

##### Capogruppo Mandatario RTP:

*ARCH. GIORGIO TARDITI*

Coordinamento GdL e Referente per la Stazione  
Appaltante e gli Enti coinvolti

##### Mandanti:

Progettazione Architettonica

*ARCH. ALESSANDRO CIMENTI* - studioata

*ARCH. ELISA DOMPÈ* - studioata

Progetto Impianti

*ING. MARCELLO PRINA*

*ARCH. ALBERTO CHIALVA*

Progetto Strutturale

*ING. VALTER RIPAMONTI*

Data: SETTEMBRE 2024

Revisione: 27/09/2024

## Valutazione Previsionale dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici CAM Criteri Ambientali Minimi Acustici



**Progetto esecutivo per lavori di adeguamento sismico e normativo della Scuola  
Primaria di Cercenasco**

*Valutazione dei requisiti acustici passivi degli edifici in base al D.P.C.M. 5/12/1997, con  
riferimento alle norme UNI EN 12354, e UNI 11175:2005, oltre che al DM 23 giugno 2022 sui  
criteri ambientali minimi CAM*

Committente  
Comune di Cercenasco  
Via XX Settembre 11  
10060 Cercenasco (TO)

Progetto Architettonico

Progetto acustico  
**AB Sound**  
Arch. Vincenzo Bonardo  
Dr. Gianluca Allemandi  
Via C. Battisti 9,  
Fossano (CN)

Il tecnico competente in acustica ambientale  
(Determinazione Regione Piemonte N° 300 del 30.04.2010–  
ENTECA 4434)

*Vincenzo Arch. Bonardo*

Fossano, lì 19/09/2024

## INDICE

1. Premessa Normativa .....	3
2. Metodologia Operativa.....	4
3. Definizioni e limiti normativi.....	5
4. Valutazione Requisiti Acustici Passivi e dei criteri CAM.....	11
4.1. Calcolo del potere fonoisolante ( $R_w$ ) degli elementi costituenti l'involucro e le partizioni interne dell'edificio in progetto.....	18
4.2. Calcolo dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente ( $R'_w$ ) .....	35
4.3. Calcolo dell'indice di isolamento acustico normalizzato di facciata ( $D_{2m,nT}$ ) .....	35
1_ <i>Verifica della facciata aula tipo 1 e 2 a piano terra ed aule 3 e 4 a primo piano</i> .....	36
2_ <i>Verifica della facciata aula 6 a primo piano</i> .....	37
3_ <i>Verifica della facciata aula 5</i> .....	38
4_ <i>Verifica della facciata NORD aula 7</i> .....	39
5_ <i>Verifica della facciata EST aula 7</i> .....	40
6_ <i>Verifica della facciata EST aula 8</i> .....	42
7_ <i>Verifica della facciata SUD aula 8</i> .....	43
4.4. Calcolo dell'indice di livello di rumore di calpestio ( $L'_{nw}$ ) .....	45
4.5. Isolamento dal rumore degli impianti ( $L_{AS\ max}$ e $L_{Aeq}$ ) .....	45
4.5.1. Impianti a funzionamento discontinuo .....	46
4.5.2. Impianti a funzionamento continuo .....	46
4.6. Conclusioni DPCM 5/12/97 .....	51
5. Valutazione Previsionale della qualità in riferimento a criteri ambientali minimi CAM acustica in relazione a DM 5/10/2017 .....	51
5.1. CAM Isolamento facciate .....	54
5.2. CAM Isolamento tra ambienti completamente isolati della stessa U.I.....	54
5.3. CAM Isolamento tra ambienti e spazi di uso comune della stessa U.I. ....	55
5.4. CAM Livello di rumorosità da impianti ti a funzionamento continuo $L_{ic}$ e a funzionamento discontinuo $L_{id}$ .....	55
5.5. CAM Valutazione qualità acustiche aula tipo.....	55
5.6. CAM valutazione rumorosità ambiente interno $L_{amb}$ .....	58
Allegato 01: Metodi di calcolo .....	60
Allegato 02: Nomina Tecnico Competente Acustico.....	65

## **1. Premessa Normativa**

Il D.P.C.M. 5/12/1997 si prefigge di fissare dei limiti e dei parametri finalizzati a garantire il confort Acustico all'interno degli edifici civili, senza entrare nel merito della presenza di eventuali sorgenti di inquinamento acustico dall'esterno. Tali aspetti vengono altrimenti trattati dalla normativa in materia di inquinamento acustico, la legge L. 447/95 e s.m.i.

Il D.P.C.M. 5/12/1997 fissa dei valori minimi di isolamento acustico cui ogni edificio civile, classificati a loro volta in sette categorie (dalla A alla G), deve soddisfare. Tali valori e limiti rappresentano inoltre dei vincoli da rispettare durante le misurazioni in opera, ovvero ad edificio realizzato. Questo implica che nella valutazione degli indici delle partizioni verticali ed orizzontali si deve tener conto sia della trasmissione diretta del rumore che di quella di fiancheggiamento, cioè di quella rumorosità connessa con le strutture solidamente legate a quella in esame.

Si sottolinea tuttavia come la normativa in materia sia tutt'oggi incompleta. La normativa sull'inquinamento Acustico prevede infatti, in affiancamento al suddetto decreto, due ulteriori normative inerenti le caratteristiche degli isolanti acustici e le modalità di progettazione acustica degli edifici. Ad oggi nessuno dei decreti è stato emanato con il rischio, se non di vanificare l'intero impianto normativo, di renderne sicuramente difficoltosa l'applicazione. La normativa di riferimento è in fase di riordino, anche al fine di raggiungere la conformità alle direttive europee e con non poche incertezze al momento attuale.

Parallelamente alla Normativa vigente esistono tuttavia delle norme tecniche che contengono metodi di calcolo più o meno semplificati per la valutazione dei requisiti acustici passivi degli edifici. La norma UNI EN 12354 permette di valutare le proprietà acustiche di un edificio nei vari casi di trasmissione di rumore, partendo dalle prestazioni delle singole componenti. La norma UNI TR 11175 riporta invece un metodo di calcolo semplificato. Le misurazioni in opera e le modalità operative sono invece regolamentate dalle normative tecniche UNI ISO 12354:2017 Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti".

Al fine di progettare edifici che rispondano ai requisiti acustici passivi ed evitare di costruire edifici che presentino, in fase di collaudo, delle caratteristiche del tutto difformi a quanto ipotizzato è bene utilizzare nella progettazione dei modelli previsionali basati sulle suddette norme tecniche, che trovano la loro origine in misure eseguite in laboratorio, in opera o da estrapolazioni matematiche su modelli sperimentali.

Si sottolinea tuttavia l'importanza dell'esecuzione a regola d'arte, del collaudo post-operam, della presenza in cantiere in affiancamento alla Direzione dei Lavori da parte di un Tecnico Competente in acustica ambientale. Talora piccole distrazioni, ovvero una errata posa in opera dei materiali, possono provocare significative variazioni delle caratteristiche di isolamento acustico degli edifici.

## 2. Metodologia Operativa

Per il calcolo dei requisiti acustici passivi sono state utilizzate le indicazioni riportate nelle seguenti norme tecniche:

*UNI EN ISO 12354:2017 "Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti"*

Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti

Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti

Parte 3: Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea

*Rapporto Tecnico UNI TR 11175: "Acustica in edilizia. Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale"*

In alcuni casi, considerate le tipologie costruttive adottate, sono state utilizzate formule matematiche tratte dalla più recente bibliografia, le quali, in base alla nostra esperienza, risultano essere maggiormente aderenti ai risultati delle misurazioni in opera ed a favore di sicurezza.

Il problema dei rumori generati dagli impianti tecnologici viene affrontato proponendo una serie di prescrizioni di realizzazione.

Per la posa in opera dei sistemi e materiali per l'isolamento acustico contenuti in questa relazione si fa riferimento alle seguenti normative:

*UNI 11296:2018 "Acustica in edilizia - Posa in opera di serramenti e altri componenti di facciata – Criteri finalizzati all'ottimizzazione dell'isolamento acustico di facciata dal rumore esterno"*

*UNI 11673:2017 "Posa in opera di serramenti – Parte 1: Requisiti e criteri di verifica della progettazione"*

*UNI 11516:2013 "Indicazioni di posa in opera dei sistemi di pavimentazione galleggiante per l'isolamento acustico"*

### 3. Definizioni e limiti normativi

#### 3.1. D.P.C.M. 5/12/1997 ALLEGATO A

##### Grandezze di riferimento: definizioni, metodi di calcolo e misure

Le **grandezze** che caratterizzano i requisiti acustici passivi degli edifici sono:

1. il **tempo di riverberazione (T)**, definito dalla norma ISO 3382: 1975;
2. il **potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra ambienti (R')**, definito dalla norma UNI EN ISO 140-5: 1996;
3. l'**isolamento acustico standardizzato di facciata (D<sub>2m,nT</sub>)**, definito da:

$$D_{2m,nT} = D_{2m} + 10 \log T/T_0$$

dove:

$$D_{2m} = L_{1,2m} - L_2$$

è la differenza di livello di pressione sonora:

- $L_{1,2m}$  è il livello di pressione sonora esterno a 2 metri dalla facciata, prodotto da rumore da traffico se prevalente, o da altoparlante con incidenza del suono di 45° sulla facciata;
- $L_2$  è il livello di pressione sonora medio nell'ambiente ricevente, valutato a partire dai livelli misurati nell'ambiente ricevente mediante la seguente formula:

$$L_2 = 10 \log \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \right)$$

Le misure dei livelli  $L_i$  devono essere eseguite in numero di  $n$  **per ciascuna banda di terzi di ottava**. Il numero  $n$  è il numero intero immediatamente superiore ad un decimo del volume dell'ambiente; in ogni caso, il valore minimo di  $n$  è cinque;

$T$  è il tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente in secondi;

$T_0$  è il tempo di riverberazione di riferimento assunto pari a 0,5 s;

4. il **livello di rumore di calpestio di solai normalizzato (L'<sub>n</sub>)** definito dalla norma UNI EN ISO 140-7: 1996;
5. **L<sub>ASmax</sub>**: livello massimo di pressione sonora ponderata A con costante di tempo slow;
6. **L<sub>Aeq</sub>**: livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderata A.

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

- a.) **indice del potere fonoisolante apparente di ripartizioni fra ambienti (R'<sub>w</sub>)** da calcolare secondo la norma UNI EN ISO 717-1
- b.) **indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata (D<sub>2m,nT,w</sub>)** da calcolare secondo le stesse procedure di cui al precedente punto a.; UNI EN ISO 717-1
- c.) **indice del livello di rumore di calpestio di solai, normalizzato (L'<sub>n,w</sub>)** da calcolare secondo la norma UNI EN ISO 717-2



### Rumore prodotto dagli impianti tecnologici

La rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici NON deve superare i seguenti limiti:

- a) **35 dB(A)  $L_{ASmax}$**  con costante di tempo slow per i servizi a funzionamento **discontinuo** (quali ascensori, scarichi idraulici etc.);
- b) **25 dB(A)  $L_{Aeq}$**  per i servizi a funzionamento **continuo** (quali impianti di condizionamento, aerazione, riscaldamento etc.).

Le misure di livello devono essere eseguite nell'ambiente nel quale il livello di rumore è più elevato. Tale ambiente deve essere diverso da quello in cui il rumore si origina.

### Classificazione degli ambienti abitativi e Limiti Normativi

In base alla destinazione d'uso gli ambienti e gli edifici sono classificati come segue:

**Tabella A: CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI ABITATIVI (art. 2)**

<b>categoria A:</b> edifici adibiti a residenza o assimilabili;
<b>categoria B:</b> edifici adibiti ad uffici e assimilabili;
<b>categoria C:</b> edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili;
<b>categoria D:</b> edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili;
<b>categoria E:</b> edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;
<b>categoria F:</b> edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili;
<b>categoria G:</b> edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili.

ed in base alla suddetta classificazione vengono stabiliti dei limiti normativi;

**Tabella B: REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI, DEI LORO COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI**

<i>Categorie di cui alla Tab. A</i>	Parametri				
	$R'w$	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	$L_{ASmax}$	$L_{Aeq}$
<b>1. D</b>	<b>55</b>	<b>45</b>	<b>58</b>	<b>35</b>	<b>25</b>
<b>2. A, C</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>63</b>	<b>35</b>	<b>35</b>
<b>3. E</b>	<b>50</b>	<b>48</b>	<b>58</b>	<b>35</b>	<b>25</b>
<b>4. B, F, G</b>	<b>50</b>	<b>42</b>	<b>55</b>	<b>35</b>	<b>35</b>

I valori di  $R'w$  e  $D_{2m,nT,w}$  sono da intendersi come valori minimi consentiti.

I valori di  $L'_{n,w}$ ,  $L_{ASmax}$  e  $L_{Aeq}$  sono da intendersi come valori massimi consentiti.

I valori di  $R'w$  sono riferiti a elementi di separazione tra differenti unità immobiliari.

I valori di  $D_{2m,nT,w}$  sono riferiti a elementi di separazione tra ambienti abitativi e l'esterno.

I valori di  $L'_{n,w}$  sono riferiti a elementi di separazioni tra differenti ambienti abitativi.

### 3.2. CRITERI AMBIENTALI MINIMI CAM DM 23/ giugno 2022

In riferimento ai criteri del DM 11 Ottobre 2017 norma di riferimento sui CAM (criteri ambientali minimi), aggiornata con il DM 23 giugno 2022 di seguito si riporta punto 2.4.11 riferito al Comfort acustico dell'allegato allo stesso decreto, per le nuove costruzioni.

Di seguito si riporta integralmente il punto del DM dedicato alla qualità acustica dove sono evidenziati i dettagli riguardanti gli edifici scolastici e le ristrutturazioni, ovvero il caso in esame.

#### 2.4.11 Prestazioni e comfort acustici

##### Criterio

***Fatti salvi i requisiti di legge di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997 «Determinazione dei requisiti acustici degli edifici» (nel caso in cui il presente criterio ed il citato decreto prevedano il raggiungimento di prestazioni differenti per lo stesso indicatore, sono da considerarsi, quali valori da conseguire, quelli che prevedano le prestazioni più restrittive tra i due), i valori prestazionali dei requisiti acustici passivi dei singoli elementi tecnici dell'edificio, partizioni orizzontali e verticali, facciate, impianti tecnici, definiti dalla norma UNI 11367\_2023 corrispondono almeno a quelli della classe II del prospetto 1 di tale norma.***

*I singoli elementi tecnici di ospedali e case di cura soddisfano il livello di "prestazione superiore" riportato nel prospetto A.1 dell'Appendice A di tale norma e rispettano, inoltre, i valori caratterizzati come "prestazione buona" nel prospetto B.1 dell'Appendice B di tale norma. Le scuole soddisfano almeno i valori di riferimento di requisiti acustici passivi e comfort acustico interno indicati nella UNI 11532-2. Gli ambienti interni, ad esclusione delle scuole, rispettano i valori indicati nell'appendice C della UNI 11367\_2023.*

***Nel caso di interventi su edifici esistenti, si applicano le prescrizioni sopra indicate se l'intervento riguarda la ristrutturazione totale degli elementi edilizi di separazione tra ambienti interni ed ambienti esterni o tra unità immobiliari differenti e contermini, la realizzazione di nuove partizioni o di nuovi impianti.***

***Per gli altri interventi su edifici esistenti va assicurato il miglioramento dei requisiti acustici passivi preesistenti.*** Detto miglioramento non è richiesto quando l'elemento tecnico rispetti le prescrizioni sopra indicate, quando esistano vincoli architettonici o divieti legati a regolamenti edilizi e regolamenti locali che precludano la realizzazione di soluzioni per il miglioramento dei requisiti acustici passivi, o in caso di impossibilità tecnica ad apportare un miglioramento dei requisiti acustici esistenti degli elementi tecnici coinvolti. La sussistenza dei precedenti casi va dimostrata con apposita relazione tecnica redatta da un tecnico competente in acustica di cui all'articolo 2, comma 6 della legge 26 ottobre 1995, n. 447. Anche nei casi nei quali non è possibile apportare un miglioramento, va assicurato almeno il mantenimento dei requisiti acustici passivi preesistenti.

#### NOTA

Il Decreto CAM 2022 richiama per le scuole la UNI 11532-2. La norma, pubblicata nel 2020, definisce le prestazioni di comfort interno per tempo di riverberazione (T), chiarezza (C50), speech transmission index (STI), livello rumore impianti e altri parametri. Per i requisiti acustici (R'w, D2m,nT,w, DnT,w, L'n,w, Lic, Lid) la UNI 11532-2 indica come limiti il livello di "prestazione superiore" dell'Appendice A "Ospedali e scuole" di UNI 11367, e i valori di "prestazione buona" nell'Appendice B "Isolamento acustico tra ambienti comuni e ambienti abitativi" della stessa norma. Sono gli stessi limiti indicato dal Decreto CAM per ospedali e case di cura.



Nella tabella sottostante è riportata la classificazione acustica degli edifici prevista dalla Norma UNI 1136700\_2010, dove si evidenzia come la nuova classificazione divide gli edifici in 4 fasce con qualità acustiche crescenti. La classificazione acustica finale deriva dalla media aritmetica dei coefficienti di alcuni parametri (che sono tipicamente quelli già previsti dal DPCM 5/12/97.)

prospetto 1 Valori dei parametri descrittivi delle caratteristiche prestazionali degli elementi edilizi da utilizzare ai fini della classificazione acustica di unità immobiliari

Classe	Indici di valutazione				
	a) Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ dB	b) Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari $R'_{w}$ dB	c) Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari $L'_{nw}$ dB	d) Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo $L_{ic}$ dB(A)	e) Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo $L_{id}$ dB(A)
I	$\geq 43$	$\geq 56$	$\leq 53$	$\leq 25$	$\leq 30$
II	$\geq 40$	$\geq 53$	$\leq 58$	$\leq 28$	$\leq 33$
III	$\geq 37$	$\geq 50$	$\leq 63$	$\leq 32$	$\leq 37$
IV	$\geq 32$	$\geq 45$	$\leq 68$	$\leq 37$	$\leq 42$

Si riportano nel seguito stralcio dell'appendice A della norma tecnica:

## APPENDICE A VALORI DI RIFERIMENTO PER I REQUISITI ACUSTICI DI OSPEDALI E SCUOLE (normativa)

Per le seguenti destinazioni d'uso (e destinazioni d'uso ad esse assimilabili):

- ospedali, cliniche e case di cura;
- scuole (a tutti i livelli);

non è prevista la classificazione secondo quanto stabilito nella presente norma per le restanti tipologie di unità immobiliari.

Pertanto, esistendo analoghe o più rigorose esigenze di protezione dal rumore, si forniscono specifici valori di riferimento, a due livelli:

- il primo che definisce le prestazioni di base relative ad ogni requisito;
- il secondo, che definisce, per gli stessi requisiti, prestazioni di tipo superiore.

I requisiti sono valutati con le modalità specificate nella presente norma; i valori di riferimento sono riportati nel prospetto A.1.

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

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.

Si riportano nel seguito stralcio dell'appendice B della norma tecnica:

---

**APPENDICE B CRITERI DI MISURAZIONE E DI VALUTAZIONE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO**  
 (informativa) **NORMALIZZATO RISPETTO AD AMBIENTI ACCESSORI DI USO COMUNE O COLLETTIVO DELL'EDIFICIO COLLEGATI MEDIANTE ACCESSI O APERTURE AD AMBIENTI ABITATIVI DI UNA UNITÀ IMMOBILIARE**

---

L'isolamento acustico per via aerea di ambienti abitativi nei confronti di ambienti di uso comune o collettivo dell'edificio collegati mediante accessi o aperture, è determinato in termini di indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione dell'ambiente abitativo ( $D_{nT,w}$ ).

Esso si determina col metodo descritto dalla UNI EN ISO 140-14.

I valori di riferimento sono riportati nel prospetto B.1.

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	$\geq 34$	$\geq 40$
Prestazione buona	$\geq 30$	$\geq 36$
Prestazione di base	$\geq 27$	$\geq 32$
Prestazione modesta	$\geq 23$	$\geq 28$



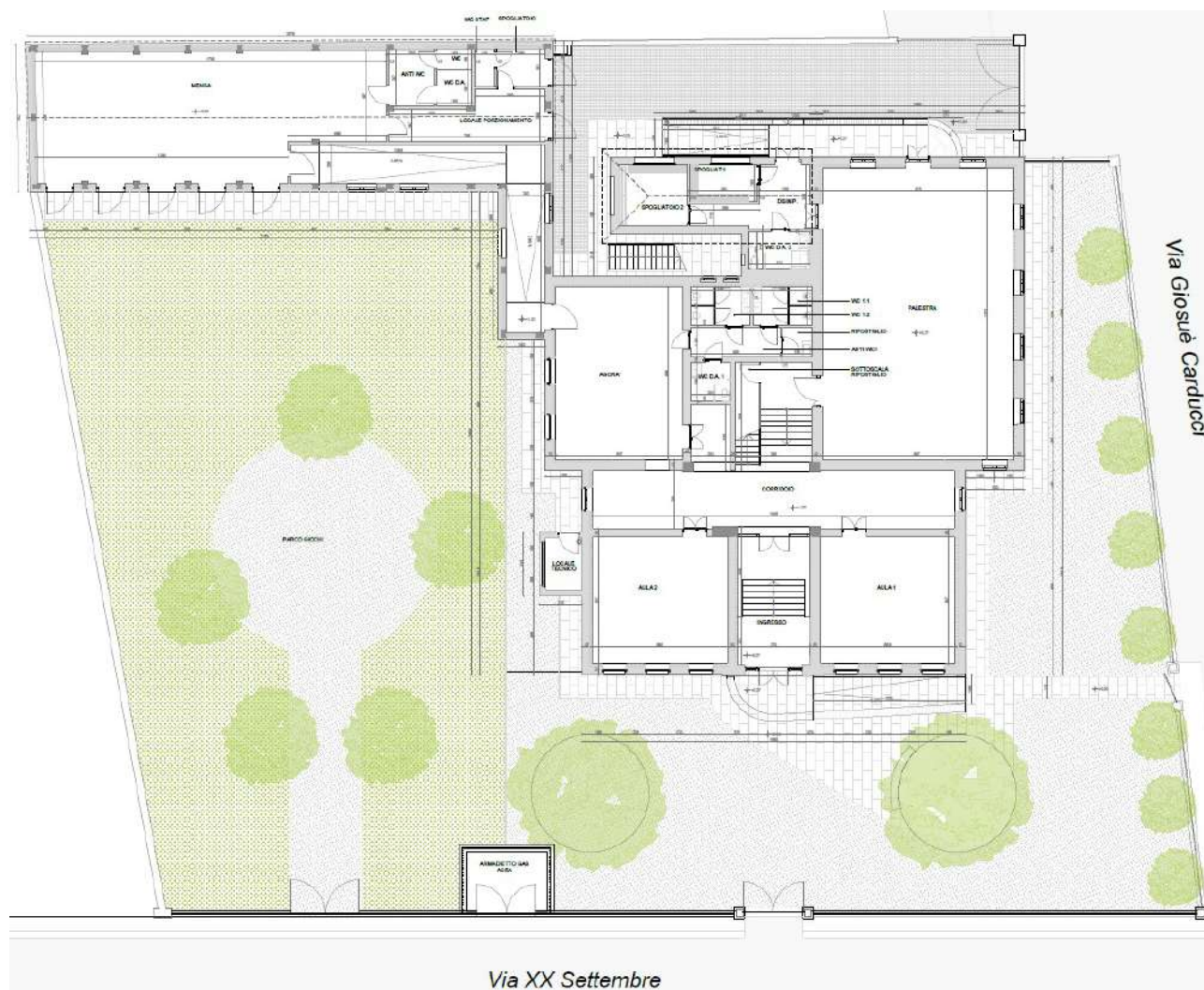
#### 4. Valutazione Requisiti Acustici Passivi e dei criteri CAM

L'intervento in oggetto della presente verifica è relativo al progetto di una serie di interventi di adeguamento e manutenzione dei fabbricati al fine di ricondurli pienamente all'interno del quadro normativo vigente.

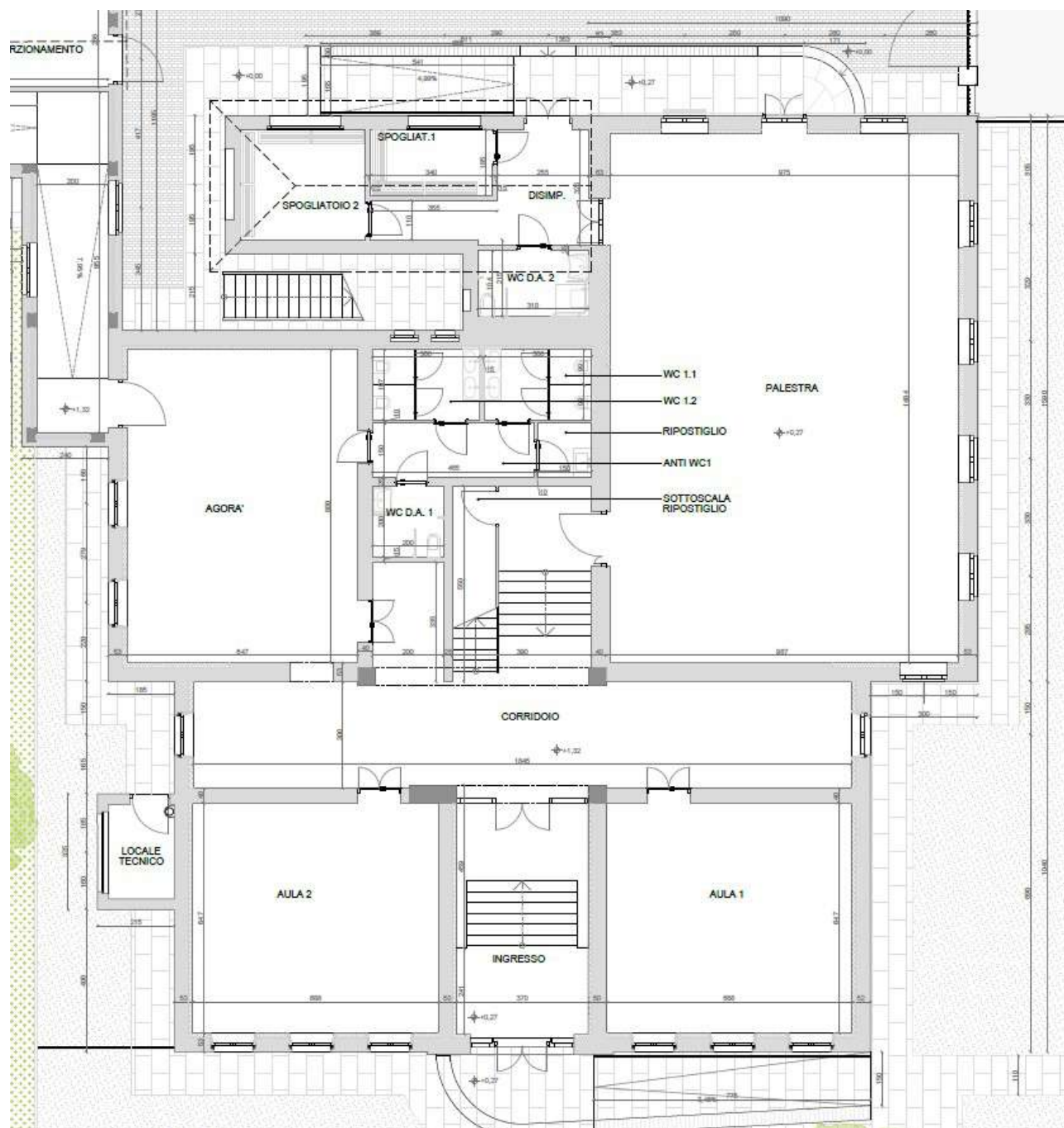
Visto il pregio architettonico del fabbricato del corpo principale, nell'ambito degli interventi di efficientamento energetico - visto anche i punti 3a) e 3bis) dell'art. 3 del D.Lgs. 192/2005 s.m. e i. – non sono stati inseriti elementi tecnologici sulle coperture e praticamente tutti gli interventi sul risparmio energetico sono previsti all'interno dei fabbricati al fine di non incidere sulle linee architettoniche del medesimo. Per quanto riguarda i serramenti il progetto prevede la totale sostituzione con altri maggiormente performanti sotto il profilo energetico ma con medesime linee, disegno e materiale (legno); l'adeguamento sismico che interessano per la maggior parte le murature perimetrali e la copertura lignea non incideranno sull'aspetto formale e sulle geometrie architettoniche del fabbricato.

Si evidenzia che in questa fase non è previsto nessun intervento di efficientamento del locale mensa, e pertanto escluso dalla presente valutazione.

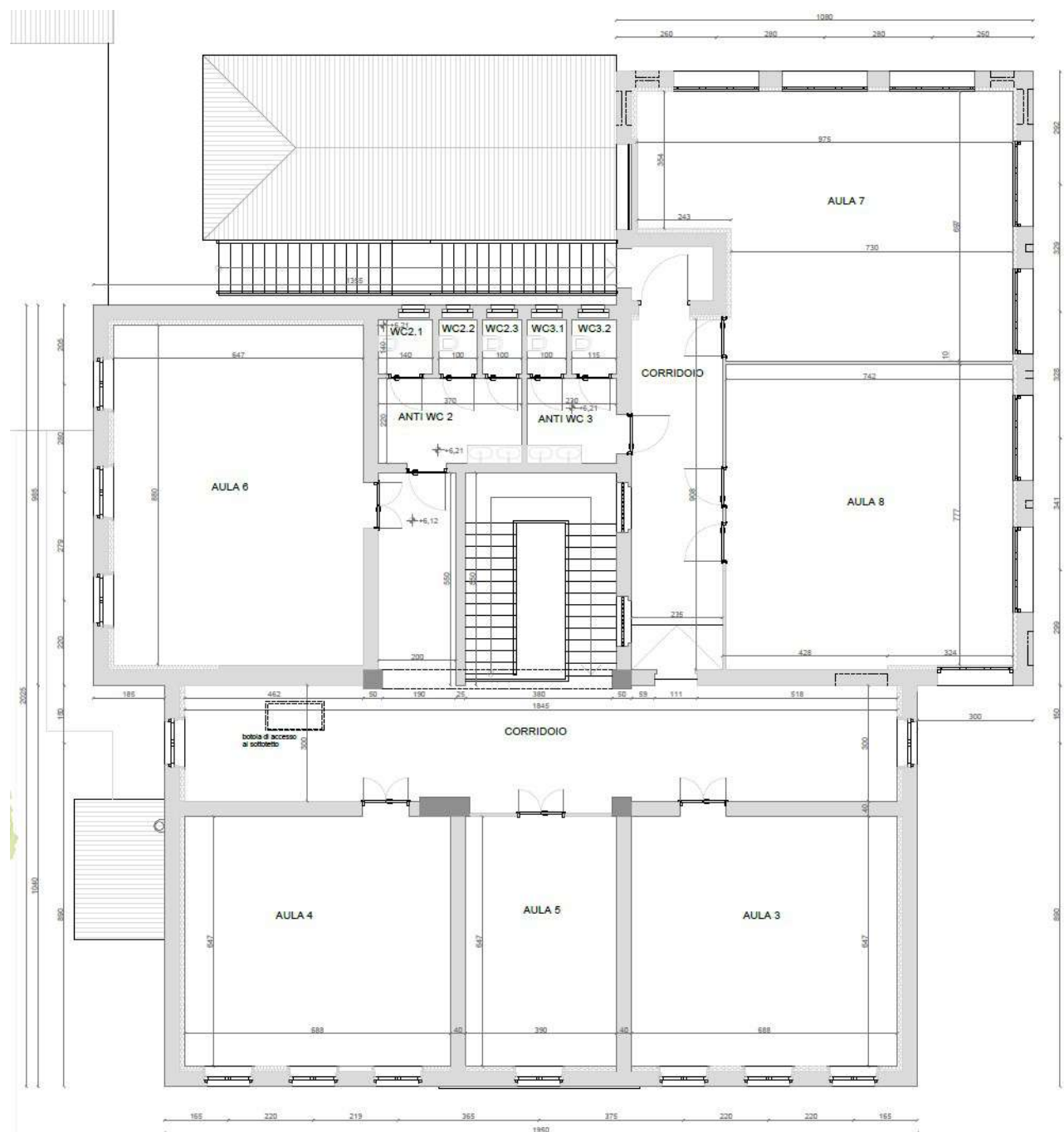
Di seguito si riporta planimetria di inquadramento territoriale, e dettagli progettuali



## Progetto piano terra

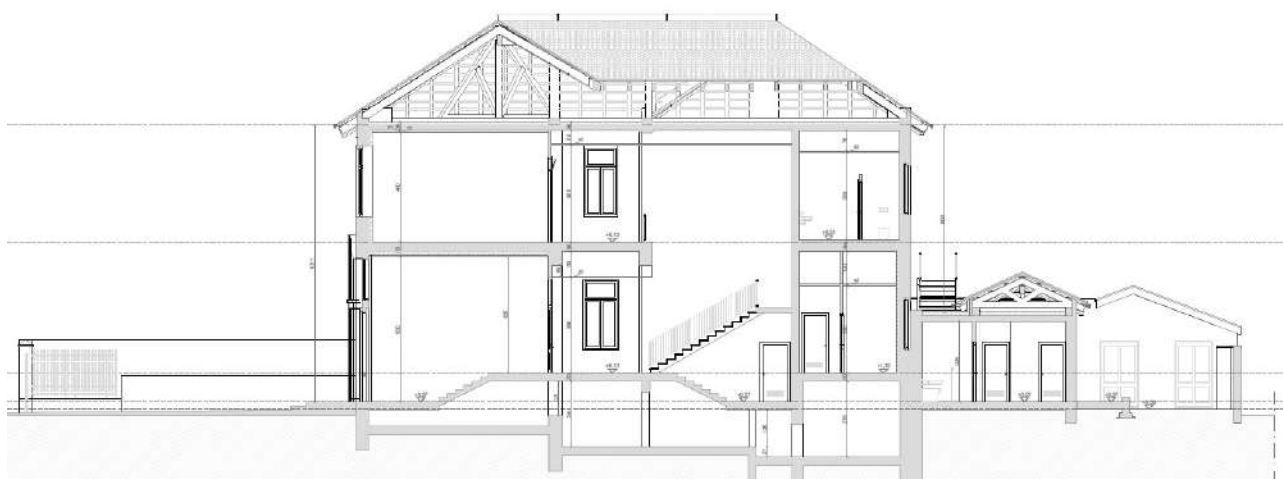


# Progetto piano primo





Sezione NORD SUD



Sezione EST-OVEST



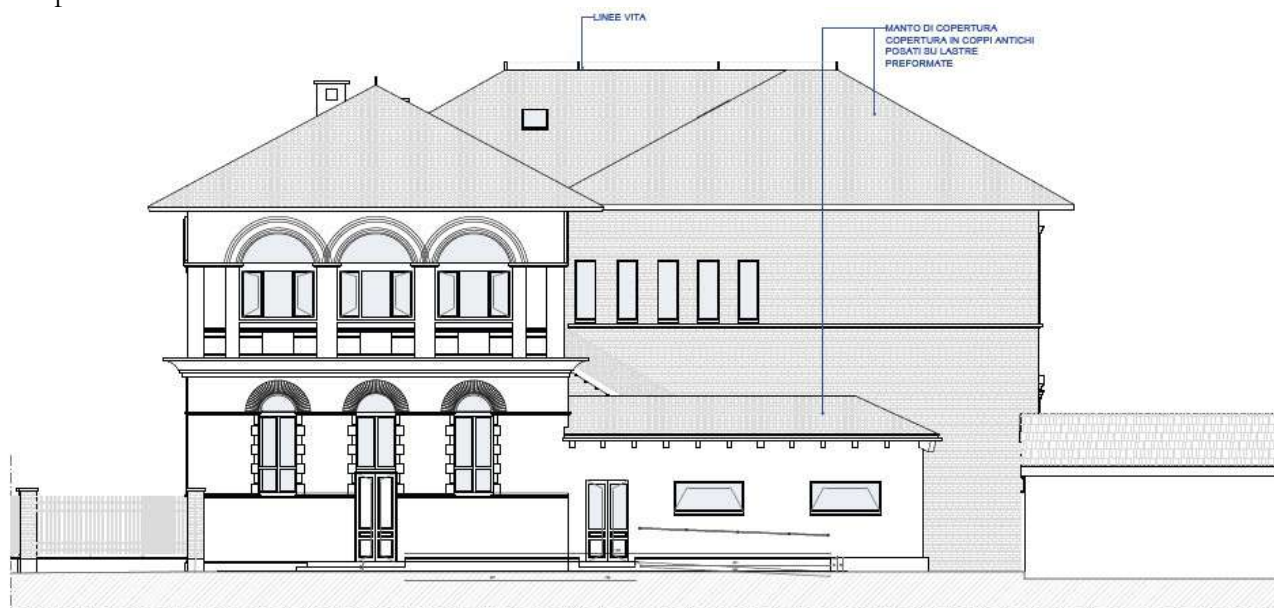
Prospetto SUD



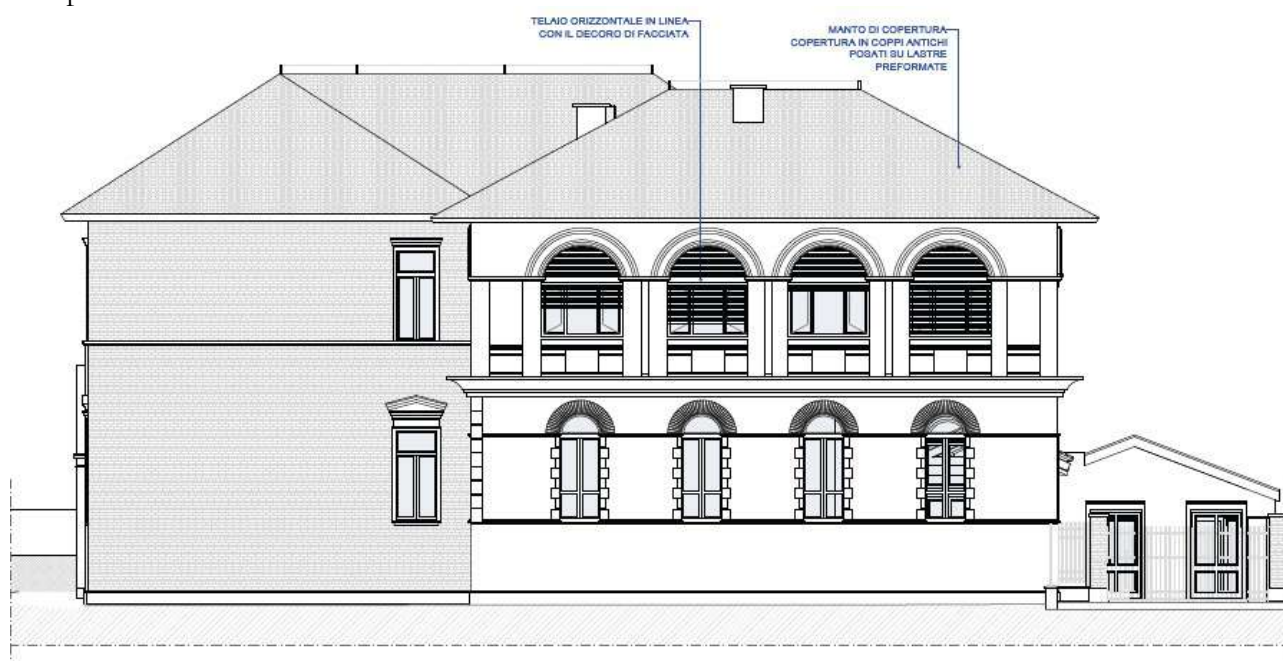
Prospetto OVEST



Prospetto NORD



Prospetto EST



La tipologia costruttiva dell'edificio in progetto rientra pertanto nella classificazione di:

- edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili; (Categoria E)

I limiti in vigore sono pertanto riportati nella tabella sottostante (in base al D.P.C.M. 5/12/97):

<i>Categorie di cui alla Tab. A</i>	Parametri				
	R' <sub>w</sub>	D <sub>2m,nT,w</sub>	L' <sub>n,w</sub>	L <sub>ASmax</sub>	L <sub>Aeq</sub>
<b>3. E</b>	<b>50</b>	<b>48</b>	<b>58</b>	<b>35</b>	<b>25</b>

(\*) Valori di R'<sub>w</sub> riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari.

Come si evince dalle planimetrie di progetto la struttura è da intendersi come un'unica unità immobiliare: pertanto ai sensi del DPCM 05/12/1997 si dovrebbe verificare in questa relazione solamente l'isolamento della facciata oltre alla verifica dei livelli di rumorosità da impianti, che risultano essere gli unici limiti normativamente applicabili.

Considerata la commistione e sovrapposizione di differenti norme legislative e riferimenti a norme tecniche di seguito si riporta in tabella riepilogativa i limiti e requisiti minimi/massimi in riferimento all'edificio scolastico in oggetto in considerazione del fatto che si tratta di un'unica unità immobiliare distinta.

Partizione/parametro	Descrittore	Limite DPCM 5/12/97	Limiti CAM
Facciata	D <sub>2mnTw</sub>	≥ 48 dB	≥ 43 dB
Descrittore isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti stessa U.I.	D <sub>ntw</sub>	NC	≥ 55 dB
Descrittore isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti completamente isolati stessa U.I.	D <sub>ntw</sub>	NC	≥ 50 dB
Descrittore Isolamento acustico normalizzato tra ambienti d'uso continuativo con ambienti d'uso comune o collettivo collegati	D <sub>ntw</sub>	NC	≥ 36 dB
Descrittore livello massimo di pressione sonora di calpestio tra ambienti sovrapposti della stessa U.I.	L' <sub>nw</sub>	NC	≤ 53 dB
Livello rumorosità impianti a funzionamento continuo	L <sub>ic</sub>	≤ 25 dB	≤ 28 dB
Livello rumorosità impianti a funzionamento discontinuo	L <sub>id</sub>	≤ 35 dB	≤ 34 dB
Chiarezza del parlato	C50	NC	≥ 0
Speech Transmission Index	STI	NC	≥ 0,6
Rumorosità ambiente interno ambienti ≤ 250 m <sup>3</sup>	L <sub>amb</sub>	NC	≤ 38 dB

Si evidenzia che trattandosi di ristrutturazione di edificio esistente, alcuni dei descrittori sopra individuati non potranno essere verificati in quanto non oggetto di modifiche, ma si documenteranno comunque le possibili migliori rispetto all'esistente, come indicato nel decreto sui CAM.

### 4.1. Calcolo del potere fonoisolante ( $R_w$ ) degli elementi costituenti l'involucro e le partizioni interne dell'edificio in progetto

In questa sezione andremo a calcolare i poteri fonoisolanti di tutti gli elementi principali e significativi costituenti l'involucro dell'edificio e le partizioni interne significative con il metodo della massa aerica ed utilizzando relazioni sperimentali ricavate da letteratura, tramite il software previsionale per il calcolo acustico di edifici ed elementi di edifici SONIDO pro, in riferimento alle stratigrafie indicate dai progetti architettonici e strutturali (nonché le stratigrafie riportate in Legge 10), che costituiscono la base per il calcolo dei requisiti acustici passivi ai sensi del DPCM 5-12-1997.

Tipo di componente edile: **Controparete [relazione sperimentale 28]**

Teoria applicata: **Controparete su telaio metallico [SEA]: SEA**

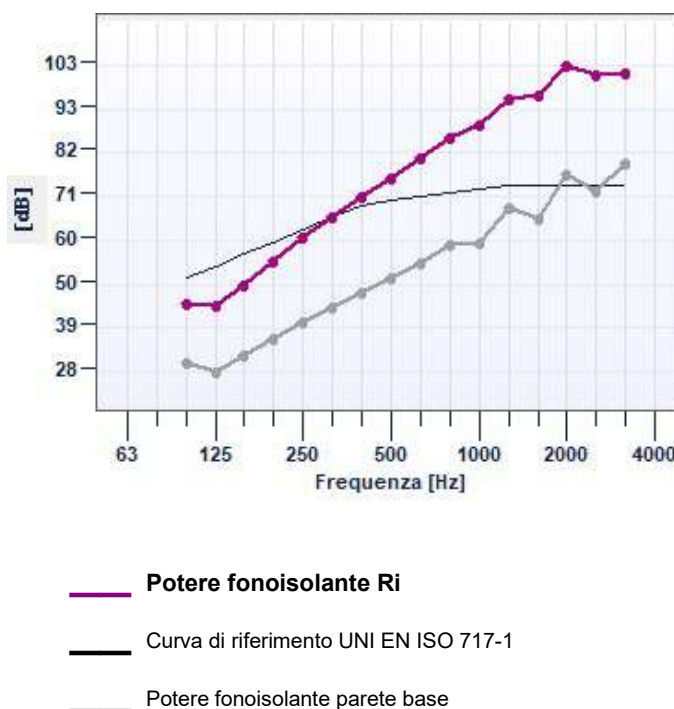
Descrizione dell'elemento: **M1 parete perimetrale esistente con controparete in cartongesso**

### Risultati di calcolo

$$R_w (C; C_{tr}) = 70 (15; 9) \text{ dB}$$

$$\Delta R_w = 19 \text{ dB}$$

Frequenza [Hz]	Ri [dB]	Riferimento [dB]
50		
63		
80		
100	44.8	51
125	44.6	54
160	49.5	57
200	55.3	60
250	61.1	63
315	66.3	66
400	71.0	69
500	75.8	70
630	80.8	71
800	85.7	72
1000	88.6	73
1250	95.2	74
1600	95.8	74
2000	103.4	74
2500	101.2	74
3150	101.3	74
4000		
5000		



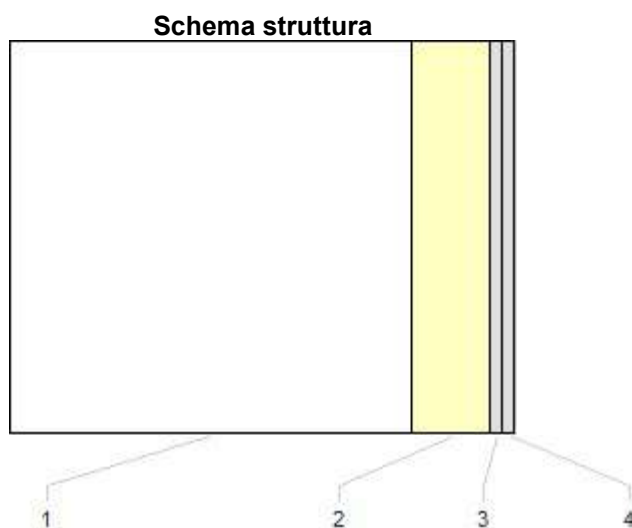


## Descrizione stratigrafia

N°	Nome parete base	Descrizione parete base	s [mm]	m' [Kg/m²]	Rw [db]
1	M1 muratura perimetrale esistente scuola Cercenasco	Malta per intonaco (1800 kg/m³) (sp.. 20 mm); 2 x Parete in laterizio (sp.. 200 mm)	420	273.9	51.0

N°	Descrizione strato	s [mm]	ρ [Kg/m³]
2	Lana di vetro 80[mm] 70[kg/m3]	80	70.0
3	Cartongesso in lastre	12.5	900.0
4	Cartongesso in lastre	12.5	900.0

Spessore totale [mm]: **525.0**  
 Massa superficiale [Kg/m²]: **302.10**



### Simbologia

<b>s</b>	Spessore dello strato	<b>Rw</b>	Potere fonoisolante parete base
<b>ρ</b>	Densità		
<b>m'</b>	Massa superficiale		

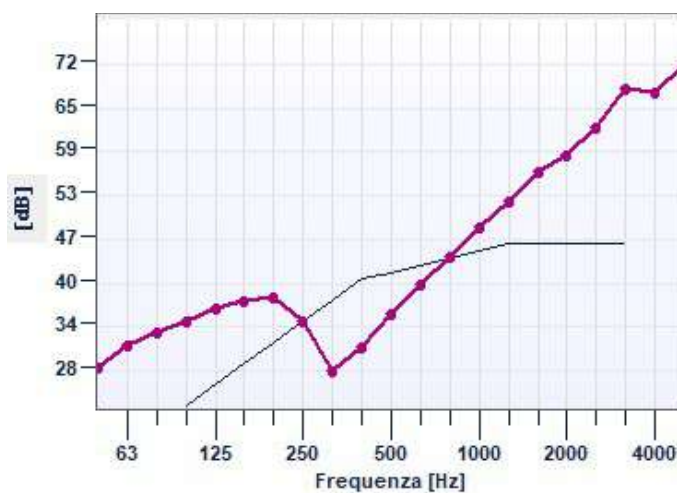


Tipo di componente edile:	<b>Parete verticale singola</b>
Teoria applicata:	<b>Parete singola generica: Metodo delle Impedenze Progressive, MIP</b>
Descrizione dell'elemento:	<b>M2 parete mensa e M3 partizione interna esistente NON oggetto di modifica</b>

## Risultati di calcolo

$$R_w (C; C_{tr}) = 42 (-1; -4) \text{ dB}$$

Frequenza [Hz]	Ri [dB]	Riferimento [dB]
50	28.6	
63	31.7	
80	33.4	
100	35.1	23
125	36.9	26
160	38.0	29
200	38.5	32
250	35.0	35
315	27.9	38
400	31.5	41
500	36.1	42
630	40.4	43
800	44.2	44
1000	48.3	45
1250	52.1	46
1600	56.3	46
2000	58.6	46
2500	62.7	46
3150	68.2	46
4000	67.7	
5000	71.6	



— Potere fonoisolante Ri

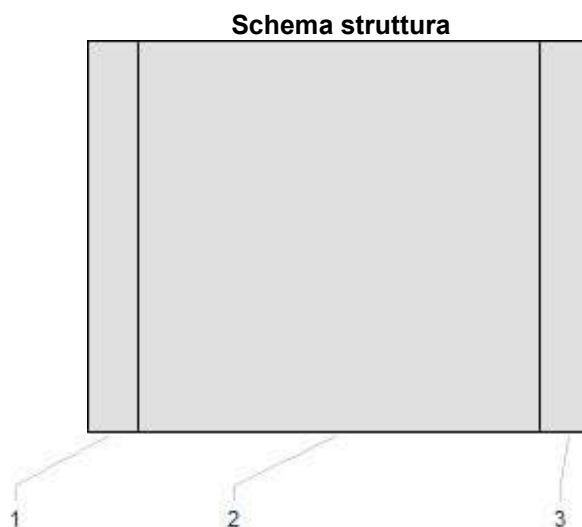
— Curva di riferimento UNI EN ISO 717-1

## Descrizione stratigrafia

N°	Descrizione strato	s [mm]	$\rho$ [Kg/m³]	E [GPa]	$\eta_{int}$	s' [MN]	r [Pa s/m²]
1	Malta per intonaco (1600 kg/m³)	15	1,600.0	2	0.01		
2	Mattone forato UNI 10355 1.1.21 120[mm] 86[kg/m²]	120	716.7	4	0.01		
3	Malta per intonaco (1600 kg/m³)	15	1,600.0	2	0.01		

Spessore totale [mm]: **150.0**

Massa superficiale [Kg/m²]: **134.00**



### Simbologia

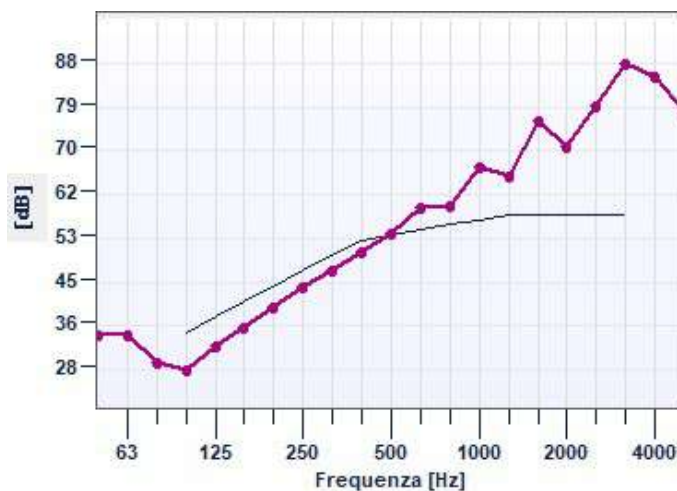
<b>s</b>	Spessore dello strato	<b><math>\eta_{int}</math></b>	Fattore di perdita interna
<b><math>\rho</math></b>	Densità	<b>s'</b>	Rigidità dinamica apparente
<b>E</b>	Modulo di Young	<b>r</b>	Resistenza specifica al flusso

Tipo di componente edile:	<b>Parete verticale singola</b>
Teoria applicata:	<b>Parete singola generica: Metodo delle Impedenze Progressive, MIP</b>
Descrizione dell'elemento:	<b>M5 parete perimetrale esistente spogliatoi NON oggetto di modifica</b>
Note:	

## Risultati di calcolo

$R_w (C; C_{tr}) = 54 (-3; -9) \text{ dB}$

Frequenza [Hz]	Ri [dB]	Riferimento [dB]
50	34.6	
63	34.6	
80	29.1	
100	27.6	35
125	32.4	38
160	36.0	41
200	39.9	44
250	43.8	47
315	47.2	50
400	50.6	53
500	54.4	54
630	59.2	55
800	59.6	56
1000	67.5	57
1250	65.4	58
1600	76.3	58
2000	71.5	58
2500	79.2	58
3150	87.6	58
4000	84.9	
5000	78.1	



— Potere fonoisolante Ri

— Curva di riferimento UNI EN ISO 717-1

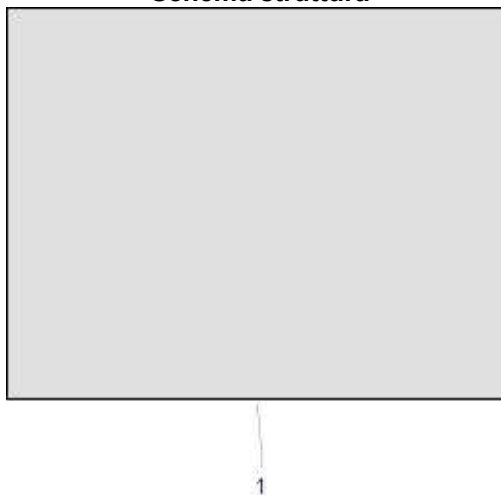
## Descrizione stratigrafia

N°	Descrizione strato	s [mm]	$\rho$ [Kg/m³]	E [GPa]	$\eta_{int}$	s' [MN]	r [Pa s/m²]
1	Blocco semipieno UNI 10355 1.1.12 400[mm] 322[kg/m²]	400	805.0	4	0.01		

Spessore totale [mm]: **400.0**

Massa superficiale [Kg/m²]: **322.00**

**Schema struttura**



### Simbologia

<b>s</b>	Spessore dello strato	<b><math>\eta_{int}</math></b>	Fattore di perdita interna
<b><math>\rho</math></b>	Densità	<b>s'</b>	Rigidità dinamica apparente
<b>E</b>	Modulo di Young	<b>r</b>	Resistenza specifica al flusso

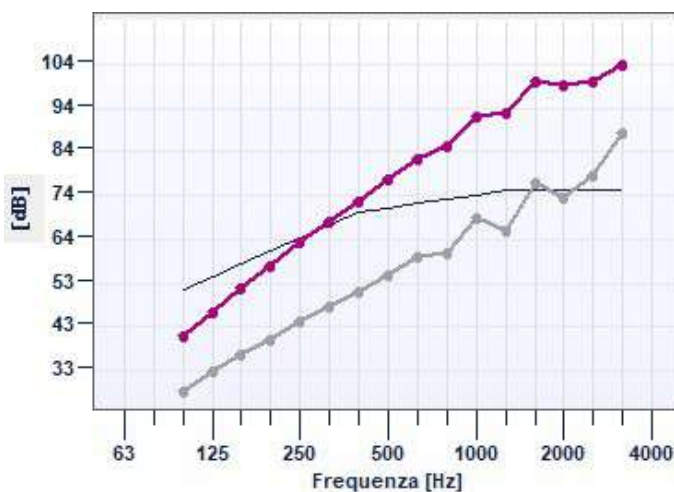
Tipo di componente edile: **Controparete [relazione sperimentale 28]**  
 Teoria applicata: **Controparete su telaio metallico [SEA]: SEA**  
 Descrizione dell'elemento: **M6 parete perimetrale ingresso con controparete in cartongesso**

## Risultati di calcolo

$$R_w (C; C_{tr}) = 71 (13; 5) \text{ dB}$$

$$\Delta R_w = 17 \text{ dB}$$

Frequenza [Hz]	Ri [dB]	Riferimento [dB]
50		
63		
80		
100	41.3	52
125	46.7	55
160	52.2	58
200	57.6	61
250	63.2	64
315	68.0	67
400	72.6	70
500	77.7	71
630	82.4	72
800	85.5	73
1000	92.2	74
1250	93.0	75
1600	100.6	75
2000	99.5	75
2500	100.5	75
3150	104.4	75
4000		
5000		



— Potere fonoisolante Ri  
 — Curva di riferimento UNI EN ISO 717-1  
 — Potere fonoisolante parete base

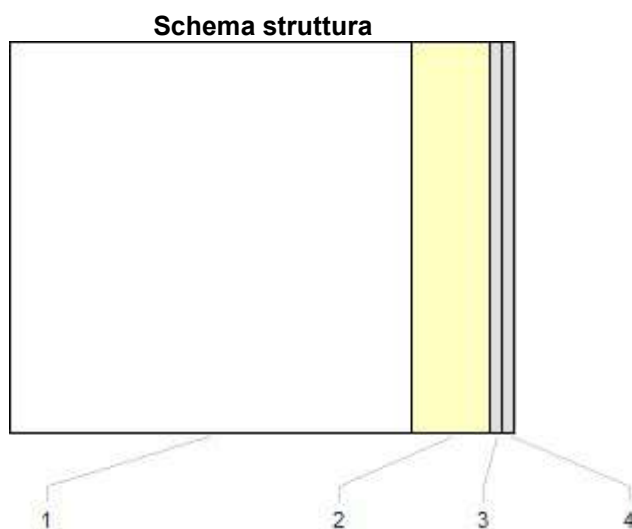
## Descrizione stratigrafia

N°	Nome parete base	Descrizione parete base	s [mm]	m' [Kg/m²]	Rw [db]
1	M6 parete esistente ingresso Scuola Cercenasco	Blocco semipieno UNI 10355 1.1.12 400[mm] 322[kg/m²] (sp.. 400 mm); Malta per intonaco (1800 kg/m³) (sp.. 20 mm)	420	358.0	54.0

N°	Descrizione strato	s [mm]	$\rho$ [Kg/m³]
2	Lana di vetro 80[mm] 70[kg/m³]	80	70.0
3	Cartongesso standard 12,5mm	12.5	690.0
4	Cartongesso standard 12,5mm	12.5	690.0

Spessore totale [mm]: **525.0**

Massa superficiale [Kg/m²]: **380.85**



### Simbologia

<b>s</b>	Spessore dello strato	<b>Rw</b>	Potere fonoisolante parete base
<b><math>\rho</math></b>	Densità		
<b>m'</b>	Massa superficiale		

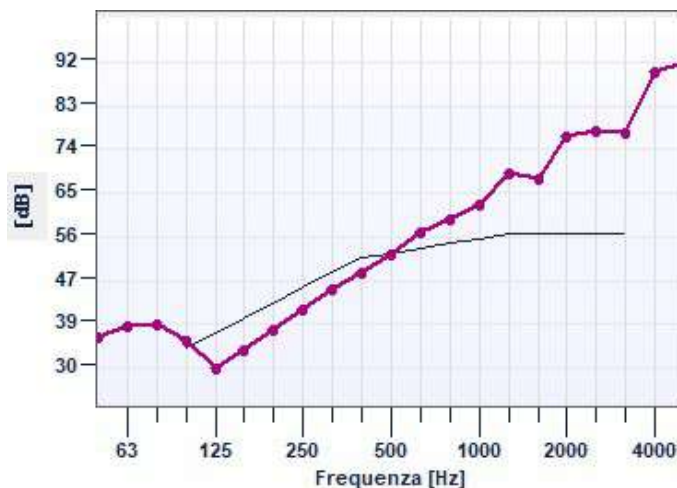


Tipo di componente edile:	<b>Parete verticale singola</b>
Teoria applicata:	<b>Parete singola generica: Metodo delle Impedenze Progressive, MIP</b>
Descrizione dell'elemento:	<b>M7 parete verso ambienti non riscaldati NON oggetto di modifica</b>

## Risultati di calcolo

$$R_w (C; C_{tr}) = 53 (-2; -8) \text{ dB}$$

Frequenza [Hz]	Ri [dB]	Riferimento [dB]
50	36.3	
63	38.4	
80	38.8	
100	35.5	34
125	29.7	37
160	33.5	40
200	37.7	43
250	41.8	46
315	45.7	49
400	49.3	52
500	53.0	53
630	57.1	54
800	59.8	55
1000	63.0	56
1250	69.3	57
1600	67.9	57
2000	76.7	57
2500	77.8	57
3150	77.4	57
4000	89.8	
5000	91.6	



— Potere fonoisolante Ri

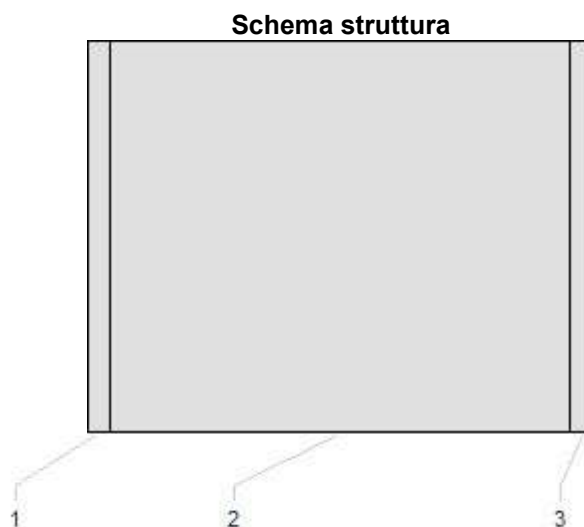
— Curva di riferimento UNI EN ISO 717-1

## Descrizione stratigrafia

N°	Descrizione strato	s [mm]	$\rho$ [Kg/m³]	E [GPa]	$\eta_{int}$	s' [MN]	r [Pa s/m²]
1	Malta per intonaco (1600 kg/m³)	15	1,600.0	2	0.01		
2	Blocco semipieno UNI 10355	325	940.0	4	0.01		
3	Malta per intonaco (1600 kg/m³)	15	1,600.0	2	0.01		

Spessore totale [mm]: **355.0**

Massa superficiale [Kg/m²]: **353.50**



### Simbologia

<b>s</b>	Spessore dello strato	<b><math>\eta_{int}</math></b>	Fattore di perdita interna
<b><math>\rho</math></b>	Densità	<b>s'</b>	Rigidità dinamica apparente
<b>E</b>	Modulo di Young	<b>r</b>	Resistenza specifica al flusso

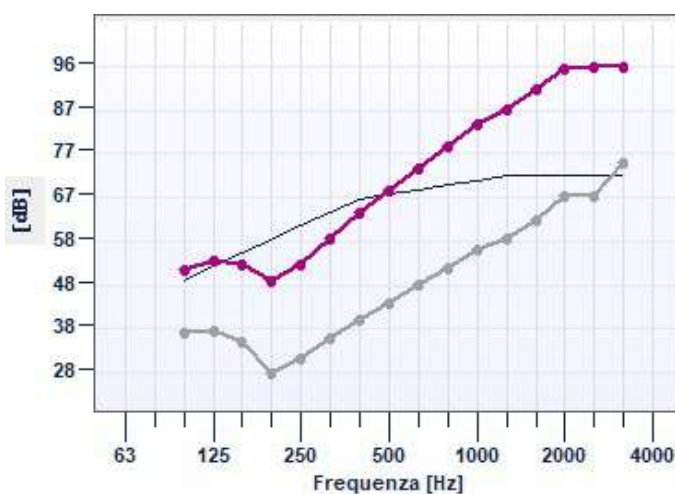
Tipo di componente edile: **Controparete [relazione sperimentale 28]**  
 Teoria applicata: **Controparete su telaio metallico [SEA]: SEA**  
 Descrizione dell'elemento: **M9 parete sottofinestra con controparete in cartongesso**

## Risultati di calcolo

$R_w (C; C_{tr}) = 66 (20; 15) \text{ dB}$

$\Delta R_w = 20 \text{ dB}$

Frequenza [Hz]	Ri [dB]	Riferimento [dB]
50		
63		
80		
100	51.4	49
125	53.5	52
160	52.7	55
200	49.1	58
250	52.8	61
315	58.4	64
400	63.8	67
500	68.8	68
630	73.8	69
800	78.5	70
1000	83.4	71
1250	86.9	72
1600	91.2	72
2000	95.6	72
2500	96.0	72
3150	96.2	72
4000		
5000		



— Potere fonoisolante Ri  
 — Curva di riferimento UNI EN ISO 717-1  
 — Potere fonoisolante parete base

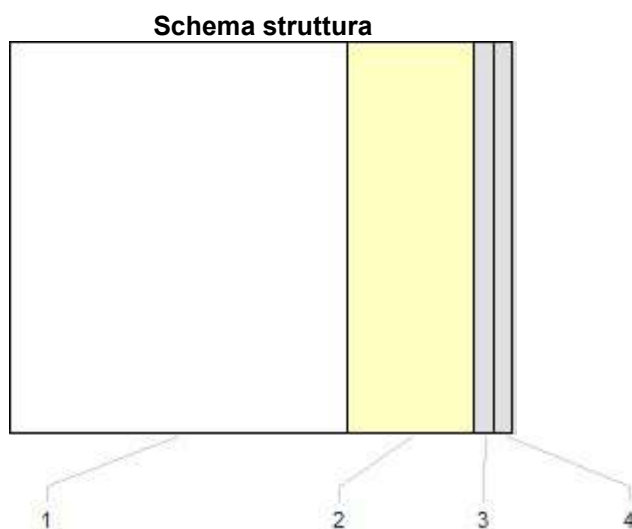
## Descrizione stratigrafia

N°	Nome parete base	Descrizione parete base	s [mm]	m' [Kg/m²]	Rw [db]
1	M9 muro sottofinestra esistente scuola Cercenasco	Malta per intonaco (1800 kg/m³) (sp.. 20 mm); Blocco semipieno UNI 10355 1.2.21/4 195[mm] 167[kg/m²] (sp.. 195 mm)	215	203.0	46.0

N°	Descrizione strato	s [mm]	$\rho$ [Kg/m³]
2	Lana di vetro 80[mm] 70[kg/m³]	80	70.0
3	Cartongesso in lastre	12.5	900.0
4	Cartongesso in lastre	12.5	900.0

Spessore totale [mm]: **320.0**

Massa superficiale [Kg/m²]: **231.10**



### Simbologia

<b>s</b>	Spessore dello strato	<b>Rw</b>	Potere fonoisolante parete base
<b><math>\rho</math></b>	Densità		
<b>m'</b>	Massa superficiale		

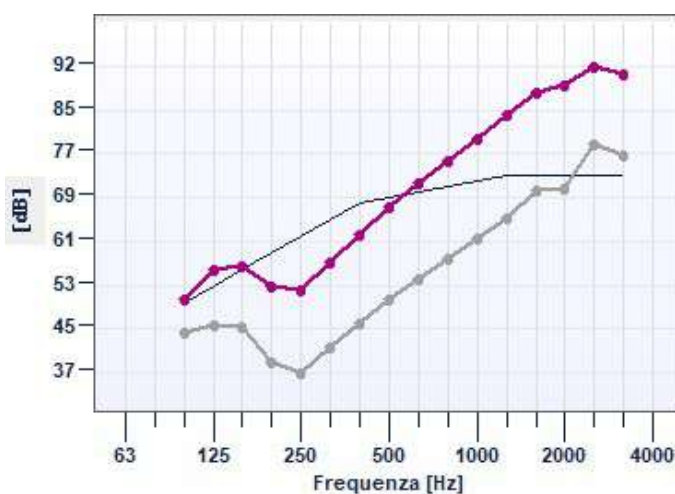
Tipo di componente edile: **Controsoffitto [relazione sperimentale 28]**  
 Teoria applicata: **Controsoffitto [relazione sperimentale 28]: SEA**  
 Descrizione dell'elemento: **S1 Solaio interpiano con controsoffitto in cartongesso**

## Risultati di calcolo

$R_w (C; C_{tr}) = 69 (14; 9) \text{ dB}$

$\Delta R_w = 16 \text{ dB}$

Frequenza [Hz]	Ri [dB]	Riferimento [dB]
50		
63		
80		
100	50.7	50
125	56.1	53
160	56.8	56
200	52.9	59
250	52.3	62
315	57.1	65
400	62.1	68
500	67.1	69
630	71.6	70
800	75.6	71
1000	79.6	72
1250	83.8	73
1600	87.8	73
2000	89.0	73
2500	92.4	73
3150	91.0	73
4000		
5000		



— Potere fonoisolante Ri  
 — Curva di riferimento UNI EN ISO 717-1  
 — Potere fonoisolante parete base

## Descrizione stratigrafia

N°	Nome solaio base	Descrizione solaio base	s [mm]	m' [Kg/m²]	Rw [db]
1	P2 solaio interpiano scuola Cercenasco	Piastrelle in ceramica (sp.. 10 mm); Calcestruzzo sottofondo 1800 [kg/m³] (sp.. 70 mm); Calcestruzzo con aggr. natur. 2400 [kg/m³] (sp.. 40 mm); Solaio UNI 10355 2.1.06i/1 (laterocemento 16cm+2cm) 180[mm] 181[kg/m²] (sp.. 180 mm); Malta per intonaco (1600 kg/m³) (sp.. 15 mm)	315	450.0	53.0

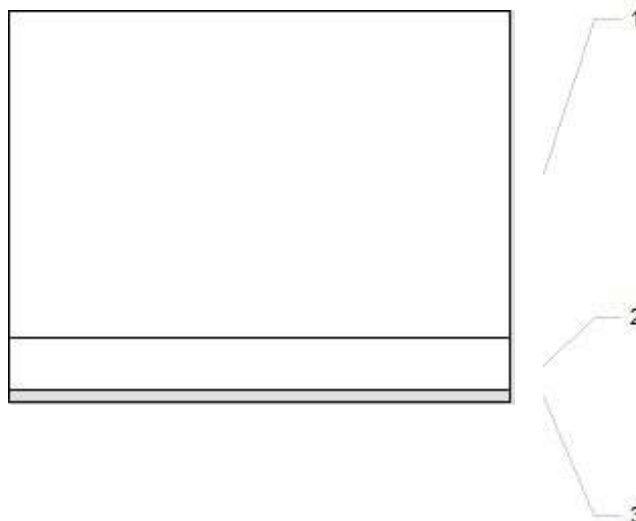
N°	Descrizione strato	s [mm]	ρ [Kg/m³]
2	Intercapedine d'aria	50	
3	Cartongesso standard 12,5mm	12.5	690.0

Spessore totale [mm]: **377.5**

Massa superficiale [Kg/m²]: **458.63**

Tipologia di applicazione controsoffitto: **Controsoffitto ad attacco semplice**

### Schema struttura



### Simbologia

<b>s</b>	Spessore dello strato	<b>Rw</b>	Potere fonoisolante solaio base
<b>ρ</b>	Densità		
<b>m'</b>	Massa superficiale		



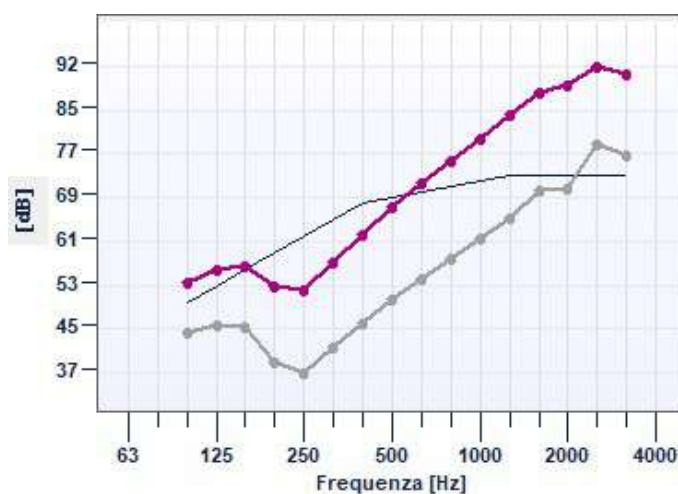
Tipo di componente edile: **Controsoffitto [relazione sperimentale 28]**  
 Teoria applicata: **Controsoffitto [relazione sperimentale 28]: SEA**  
 Descrizione dell'elemento: **S3 solaio interpiano corridoi con controsoffitto in cartongesso**

## Risultati di calcolo

$$R_w (C; C_{tr}) = 69 (14; 10) \text{ dB}$$

$$\Delta R_w = 16 \text{ dB}$$

Frequenza [Hz]	Ri [dB]	Riferimento [dB]
50		
63		
80		
100	53.6	50
125	56.1	53
160	56.8	56
200	52.9	59
250	52.3	62
315	57.1	65
400	62.1	68
500	67.1	69
630	71.6	70
800	75.6	71
1000	79.6	72
1250	83.8	73
1600	87.8	73
2000	89.0	73
2500	92.4	73
3150	91.0	73
4000		
5000		



— Potere fonoisolante Ri  
 — Curva di riferimento UNI EN ISO 717-1  
 — Potere fonoisolante parete base

## Descrizione stratigrafia

N°	Nome solaio base	Descrizione solaio base	s [mm]	m' [Kg/m²]	Rw [db]
1	P2 solaio interpiano scuola Cercenasco	Piastrelle in ceramica (sp.. 10 mm); Calcestruzzo sottofondo 1800 [kg/m³] (sp.. 70 mm); Calcestruzzo con aggr. natur. 2400 [kg/m³] (sp.. 40 mm); Solaio UNI 10355 2.1.06i/1 (laterocemento 16cm+2cm) 180[mm] 181[kg/m²] (sp.. 180 mm); Malta per intonaco (1600 kg/m³) (sp.. 15 mm)	315	450.0	53.0

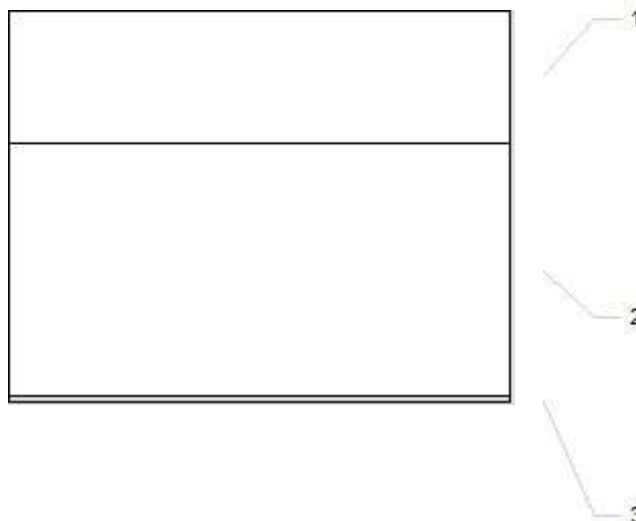
N°	Descrizione strato	s [mm]	ρ [Kg/m³]
2	Intercapedine d'aria	600	
3	Cartongesso standard 12,5mm	12.5	690.0

Spessore totale [mm]: **927.5**

Massa superficiale [Kg/m²]: **458.63**

Tipologia di applicazione controsoffitto: **Controsoffitto ad attacco semplice**

### Schema struttura



### Simbologia

<b>s</b>	Spessore dello strato	<b>Rw</b>	Potere fonoisolante solaio base
<b>ρ</b>	Densità		
<b>m'</b>	Massa superficiale		

Di seguito riportiamo il riepilogo dei poteri fonoisolanti di tutte le partizioni interne ed esterne, verticali ed orizzontali, e delle componenti vetrate calcolati in precedenza.

<b>Codice</b>	<b>Tipologia di stratigrafia</b>	<b>Potere fonoisolante <math>R_w</math> [dB]</b>
M1	Parete perimetrale portante in blocchi di laterizio con controparete in doppia lastra di cartongesso e lana di vetro in intercapedine	<b>70</b>
M2 - M3	Parete di partizione interna Sp 150 in laterizi intonacata non modificata	<b>42</b>
M5	Parete perimetrale in laterizio spogliato non modificata	<b>54</b>
M6	Parete perimetrale portante ingresso in blocchi di laterizio con controparete in doppia lastra di cartongesso e lana di vetro in intercapedine	<b>71</b>
M7	Partizione in laterizio portante vs locali non riscaldati non modificata	<b>53</b>
M9	Parete perimetrale sottofinestra con controparete in doppia lastra di cartongesso e lana di vetro in intercapedine	<b>66</b>
S1	Solaio interpiano in laterocemento esistente con aggiunta di controsoffitto in cartongesso per aule	<b>69</b>
S3	Solaio interpiano in laterocemento esistente con aggiunta di controsoffitto in cartongesso per corridoi	<b>69</b>

Questi dati da soli non sono sufficienti a verificare i parametri previsti dal DPCM 5/12/97, ma dovranno essere valutati nel seguito della relazione in base al loro reale utilizzo in proporzione con gli elementi vetrati presenti in facciata, ovvero tenendo conto delle trasmissioni laterali. Si fa comunque notare che l'isolamento acustico di facciata dipende oltre che dalla tipologia degli elementi costituenti la facciata, anche dal volume interno dell'ambiente in analisi.

#### ***4.2. Calcolo dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente ( $R'_w$ )***

Si torna ad evidenziare che la scuola in oggetto di analisi è costituita da un'unica unità immobiliare. Pertanto non vi sono partizioni verticali o orizzontali che separino gli ambienti scolastici da altre unità immobiliari, pertanto tale indice di valutazione nel progetto in analisi non trova applicazione ai sensi del DPCM 5/12/97.

Si anticipa che in relazione alla verifica dei criteri CAM saranno valutati anche questi aspetti di isolamento acustico tra aule e tra queste e spazi comuni.

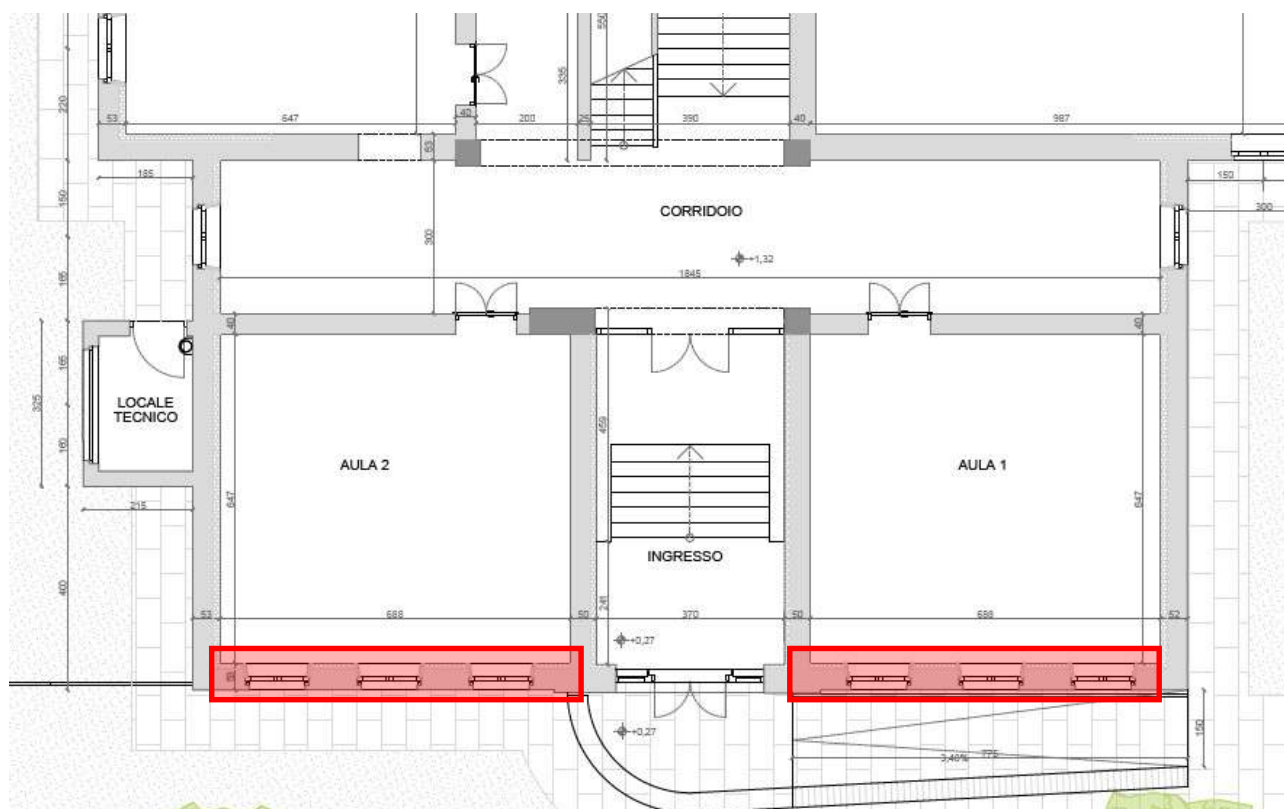
#### ***4.3. Calcolo dell'indice di isolamento acustico normalizzato di facciata ( $D_{2m,nT}$ )***

L'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata, normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, misurato a 2 metri di distanza dalla parete interna ( $D_{2m,nT}$ ), caratterizza la capacità della facciata di una specifica stanza, di abbattere il rumore proveniente dall'esterno. Tale indice dipende dal potere fonoisolante apparente di tutti gli elementi che costituiscono la facciata, dalla presenza o meno di elementi schermanti esterni, e dalle dimensioni della stanza in esame.

Per il calcolo dell'indice di valutazione acustico di facciata, oltre al potere fonoisolante della muratura è necessario anche prevedere le caratteristiche acustiche di tutti i particolari che formano la facciata in esame, quindi gli infissi, le bocchette di ricambio aria, i cassonetti per avvolgibile etc.

In questa fase progettuale viene calcolato l'indice di isolamento acustico di facciata  $D_{2m,nT,w}$  con l'inserimento di nuovi infissi aventi vetrate con potere fonoisolante  $R_w$  45 dB ovvero, considerando una perdita di isolamento acustico dovuto al montaggio del vetro sull'infisso, e dell'infisso sulla muratura si prevedono infissi con potere fonoisolante stimato in  $R_w$  42 dB

# 1\_ Verifica della facciata aula tipo 1 e 2 a piano terra ed aule 3 e 4 a primo piano



## Dati geometrici

Volume dell'ambiente [m <sup>3</sup> ]	189.00
Superficie della facciata [m <sup>2</sup> ]	33.50

## Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m <sup>2</sup> ] / Lunghezza [m]	R <sub>w</sub> / D <sub>new</sub> [dB]	DR <sub>w</sub> esterno [dB]	DR <sub>w</sub> interno [dB]
1	M1 parete perimetrale isolata	19.30	70.00	-	-
2	M9 parete perimetrale sottofinestra	4.20	66.00	-	-
3	Serramenti W1 R <sub>w</sub> 42 dB	10.00	42.00	-	-

con:

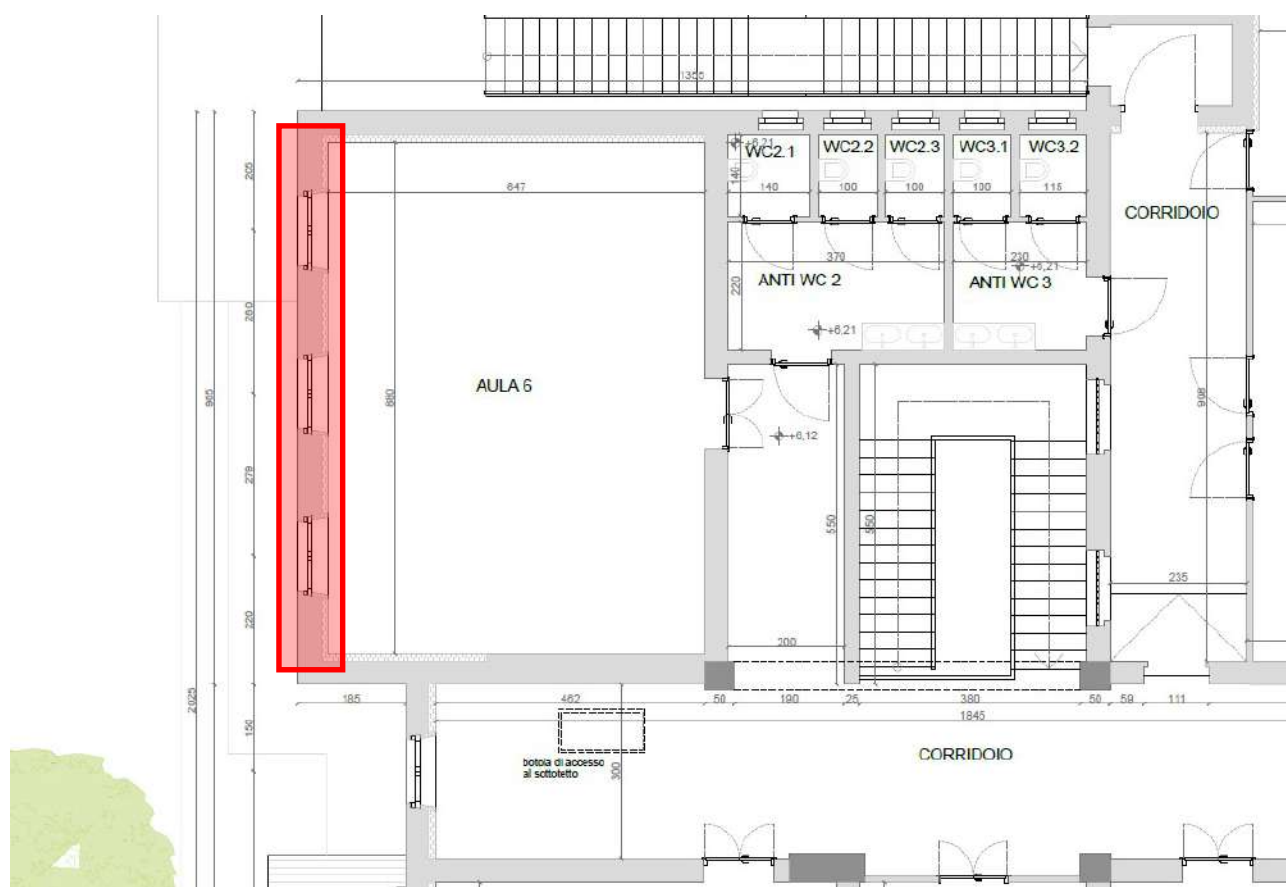
## Correzioni

Trasmissione laterale K [dB]	0
Forma di facciata DL <sub>fs</sub> [dB]	0
Tipo	Facciata piana
Altezza h [m]	h < 1,5 m
Assorbimento a <sub>w</sub>	α <sub>w</sub> ≤ 0,3

## Risultati

R' <sub>w</sub> [dB]	47.2
D <sub>2m,nT,w</sub> [dB]	49.8
Categoria dell'edificio	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli
D <sub>2m,nT,w</sub> minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	48.0
Verifica limite	✓

## 2\_ Verifica della facciata aula 6 a primo piano



### Dati geometrici

Volume dell'ambiente [m <sup>3</sup> ]	242.00
Superficie della facciata [m <sup>2</sup> ]	37.50

### Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m <sup>2</sup> ] / Lunghezza [m]	R <sub>w</sub> / D <sub>new</sub> [dB]	DR <sub>w</sub> esterno [dB]	DR <sub>w</sub> interno [dB]
1	M1 parete perimetrale isolata	23.30	70.00	-	-
2	M9 parete perimetrale sottofinestra	4.20	66.00	-	-
3	Serramenti W1 R <sub>w</sub> 42 dB	10.00	42.00	-	-

con:

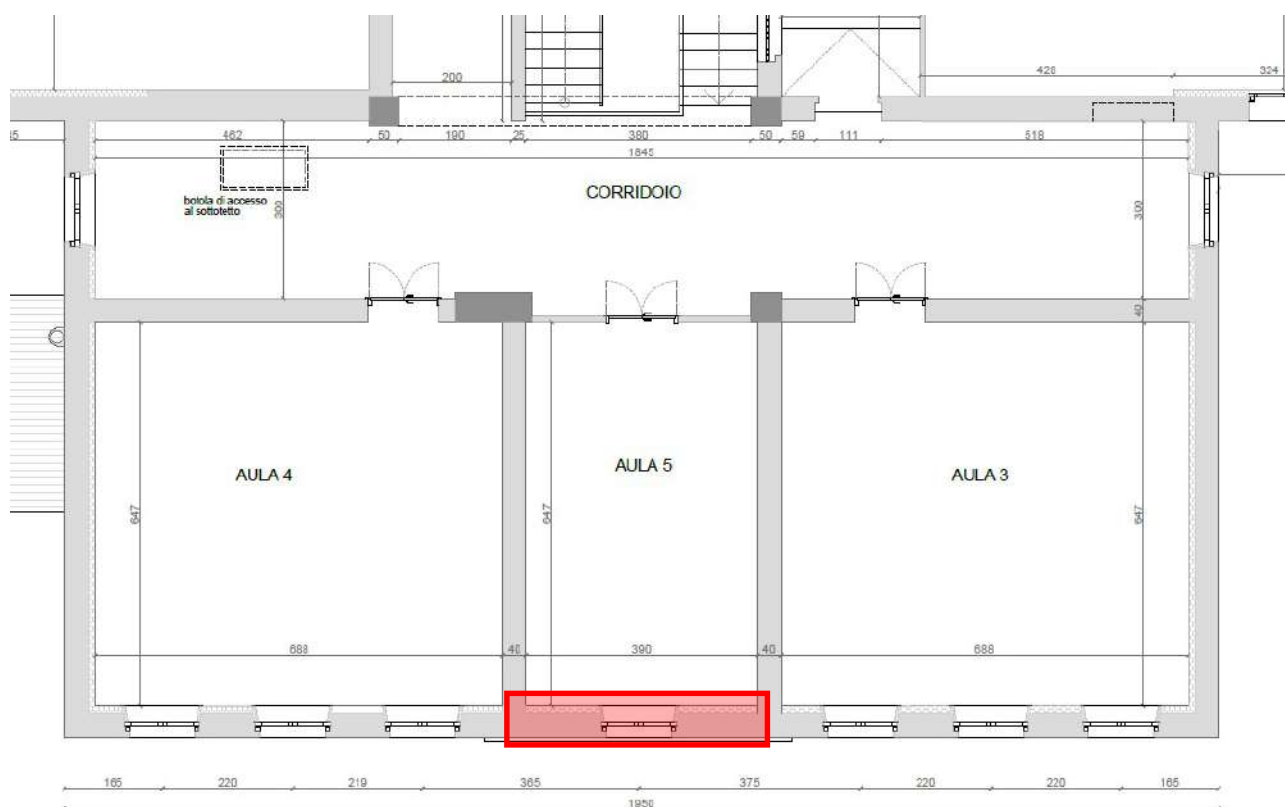
### Correzioni

Trasmissione laterale K [dB]	0
Forma di facciata DL <sub>fs</sub> [dB]	0
Tipo	Facciata piana
Altezza h [m]	h < 1,5 m
Assorbimento a <sub>w</sub>	a <sub>w</sub> ≤ 0,3

### Risultati

R' <sub>w</sub> [dB]	47.7
D <sub>2m,nT,w</sub> [dB]	50.9
Categoria dell'edificio	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli
D <sub>2m,nT,w</sub> minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	48.0
Verifica limite	✓

### 3 Verifica della facciata aula 5



#### Dati geometrici

Volume dell'ambiente [m <sup>3</sup> ]	108.00
Superficie della facciata [m <sup>2</sup> ]	37.50

#### Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m <sup>2</sup> ] / Lunghezza [m]	R <sub>w</sub> / D <sub>new</sub> [dB]	DR <sub>w</sub> esterno [dB]	DR <sub>w</sub> interno [dB]
1	M1 parete perimetrale isolata	11.90	70.00	-	-
2	M9 parete perimetrale sottofinestra	1.40	66.00	-	-
3	Serramenti W1 R <sub>w</sub> 42 dB	3.30	42.00	-	-

con:

#### Correzioni

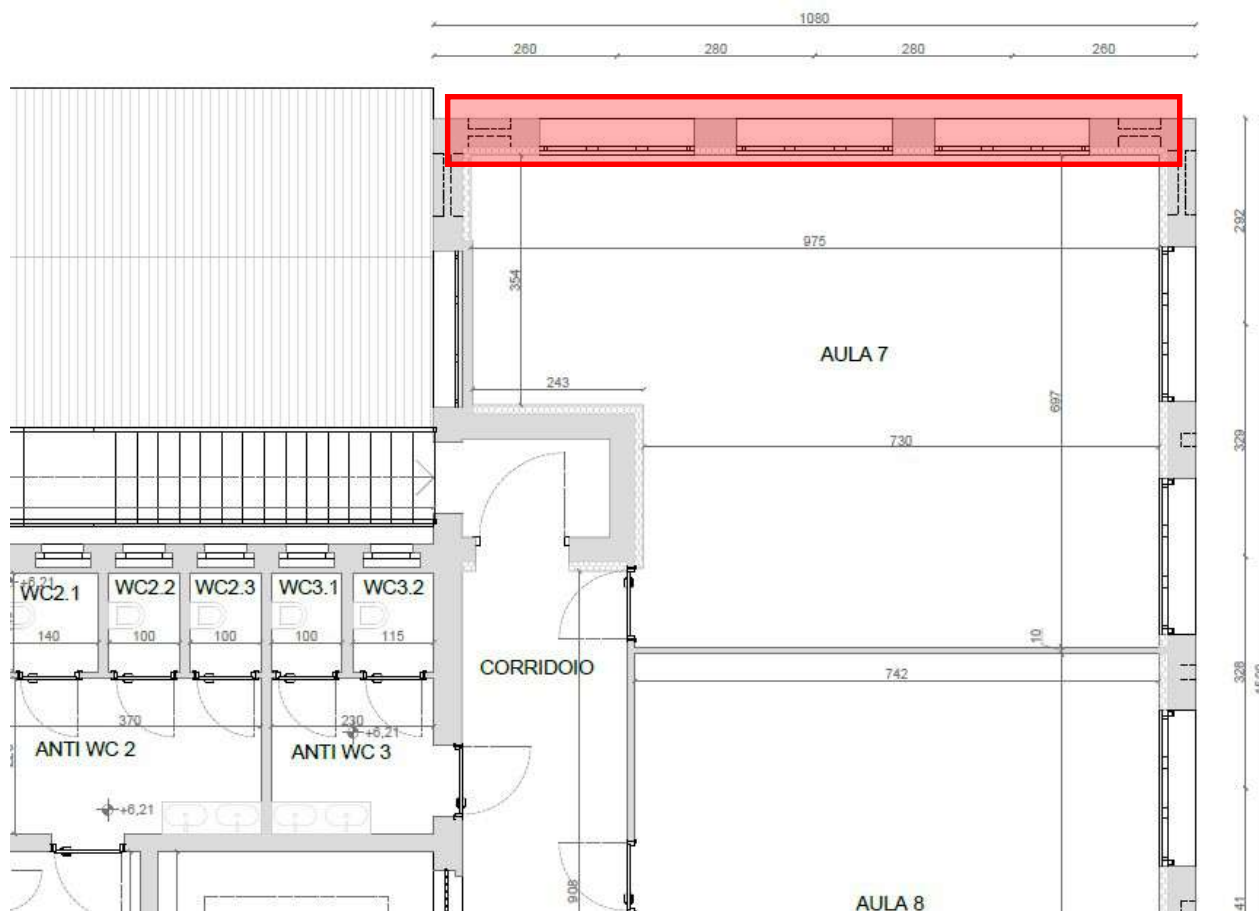
Trasmissione laterale K [dB]	0
Forma di facciata DL <sub>fs</sub> [dB]	0
Tipo	Facciata piana
Altezza h [m]	h < 1,5 m
Assorbimento a <sub>w</sub>	α <sub>w</sub> ≤ 0,3

#### Risultati

R' <sub>w</sub> [dB]	49.0
D <sub>2m,nT,w</sub> [dB]	52.2
Categoria dell'edificio	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli
D <sub>2m,nT,w</sub> minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	48.0
Verifica limite	✓



#### 4\_ Verifica della facciata NORD aula 7



#### Dati geometrici

Volume dell'ambiente [m <sup>3</sup> ]	255.00
Superficie della facciata [m <sup>2</sup> ]	41.40

#### Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m <sup>2</sup> ] / Lunghezza [m]	R <sub>w</sub> / D <sub>new</sub> [dB]	DR <sub>w</sub> esterno [dB]	DR <sub>w</sub> interno [dB]
1	M1 parete perimetrale isolata	21.00	70.00	-	-
2	M9 parete perimetrale sottofinestra	6.60	66.00	-	-
3	Serramenti W3.1 R <sub>w</sub> 42 dB	13.80	42.00	-	-

con:

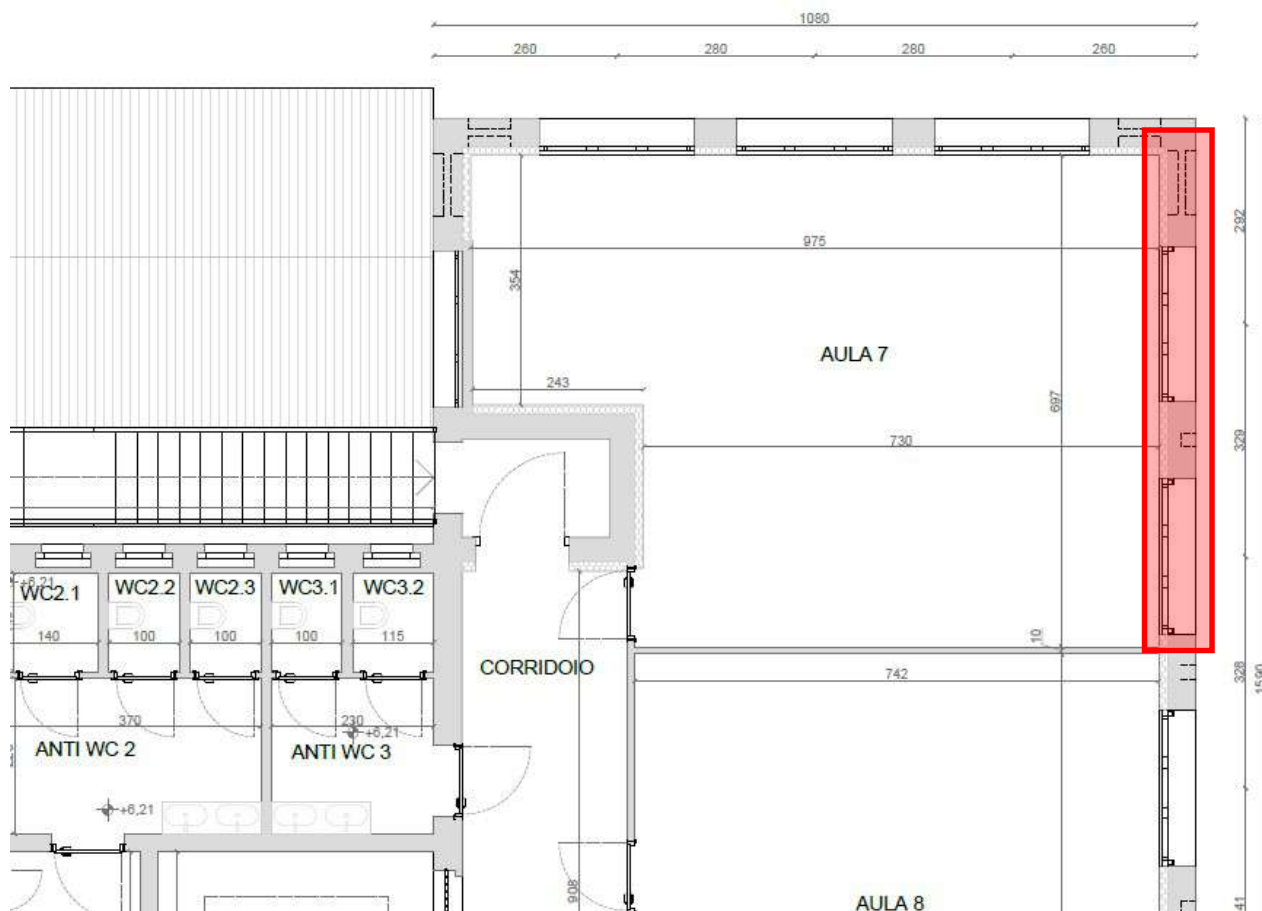
#### Correzioni

Trasmissione laterale K [dB]	0
Forma di facciata DL <sub>fs</sub> [dB]	0
Tipo	Facciata piana
Altezza h [m]	h < 1,5 m
Assorbimento a <sub>w</sub>	α <sub>w</sub> ≤ 0,3

#### Risultati

R' <sub>w</sub> [dB]	46.8
D <sub>2m,nT,w</sub> [dB]	49.7
Categoria dell'edificio	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli
D <sub>2m,nT,w</sub> minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	48.0
Verifica limite	✓

## 5\_ Verifica della facciata EST aula 7



### Dati geometrici

Volume dell'ambiente [m <sup>3</sup> ]	255.00
Superficie della facciata [m <sup>2</sup> ]	30.70

### Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m <sup>2</sup> ] / Lunghezza [m]	R <sub>w</sub> / D <sub>new</sub> [dB]	DR <sub>w</sub> esterno [dB]	DR <sub>w</sub> interno [dB]
1	M1 parete perimetrale isolata	17.10	70.00	-	-
2	M9 parete perimetrale sottofinestra	4.40	66.00	-	-
3	Serramenti W3.1 Rw 42 dB	9.20	42.00	-	-

con:

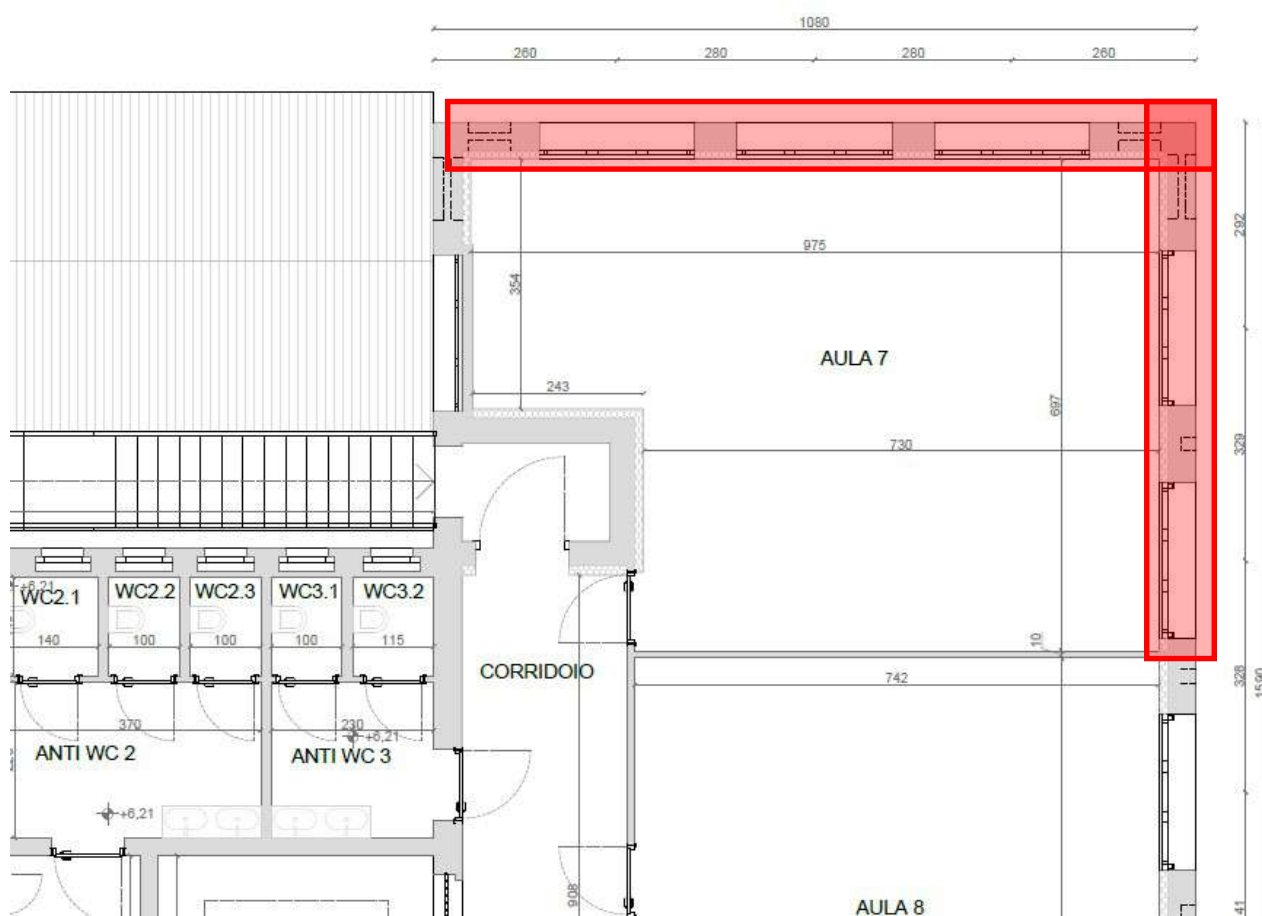
### Correzioni

Trasmissione laterale K [dB]	0
Forma di facciata DL <sub>fs</sub> [dB]	0
Tipo	Facciata piana
Altezza h [m]	h < 1,5 m
Assorbimento a <sub>w</sub>	α <sub>w</sub> ≤ 0,3

### Risultati

R' <sub>w</sub> [dB]	47.2
D <sub>2m,nT,w</sub> [dB]	51.5
Categoria dell'edificio	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli
D <sub>2m,nT,w</sub> minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	48.0
Verifica limite	✓

## Facciate di ambienti d'angolo aula 7



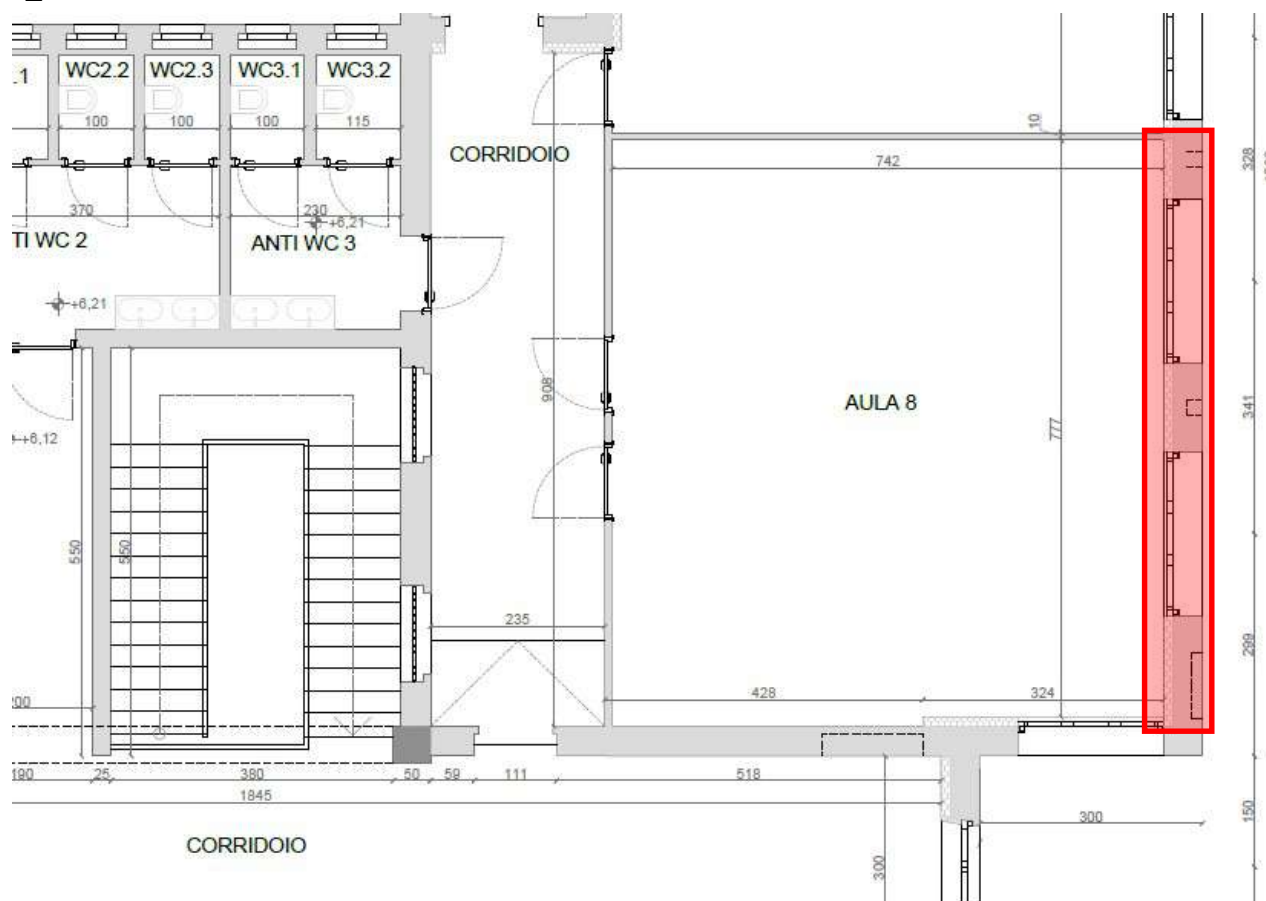
Descrizione	Aula 7
Piano	Primo
Tipo di ambiente	Ambiente d'angolo con due pareti
Posizione sorgente	

Facciate coinvolte nel calcolo	$D_{2m,nT,w}$ [dB]
Facciata 1 - Facciata aule 7 P1 NORD	49.7
Facciata 2 - Facciata aule 7 P1 EST	51.5

### Risultati

$D_{2m,nT,w}$ [dB]	48.4
$D_{2m,nT,w}$ minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	48.0
Verifica limite	✓

## 6\_ Verifica della facciata EST aula 8



### Dati geometrici

Volume dell'ambiente [m <sup>3</sup> ]	243.00
Superficie della facciata [m <sup>2</sup> ]	32.80

### Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m <sup>2</sup> ] / Lunghezza [m]	R <sub>w</sub> / D <sub>new</sub> [dB]	DR <sub>w</sub> esterno [dB]	DR <sub>w</sub> interno [dB]
1	M1 parete perimetrale isolata	19.20	70.00	-	-
2	M9 parete perimetrale sottofinestra	4.40	66.00	-	-
3	Serramenti W3.1 R <sub>w</sub> 42 dB	9.20	42.00	-	-

con:

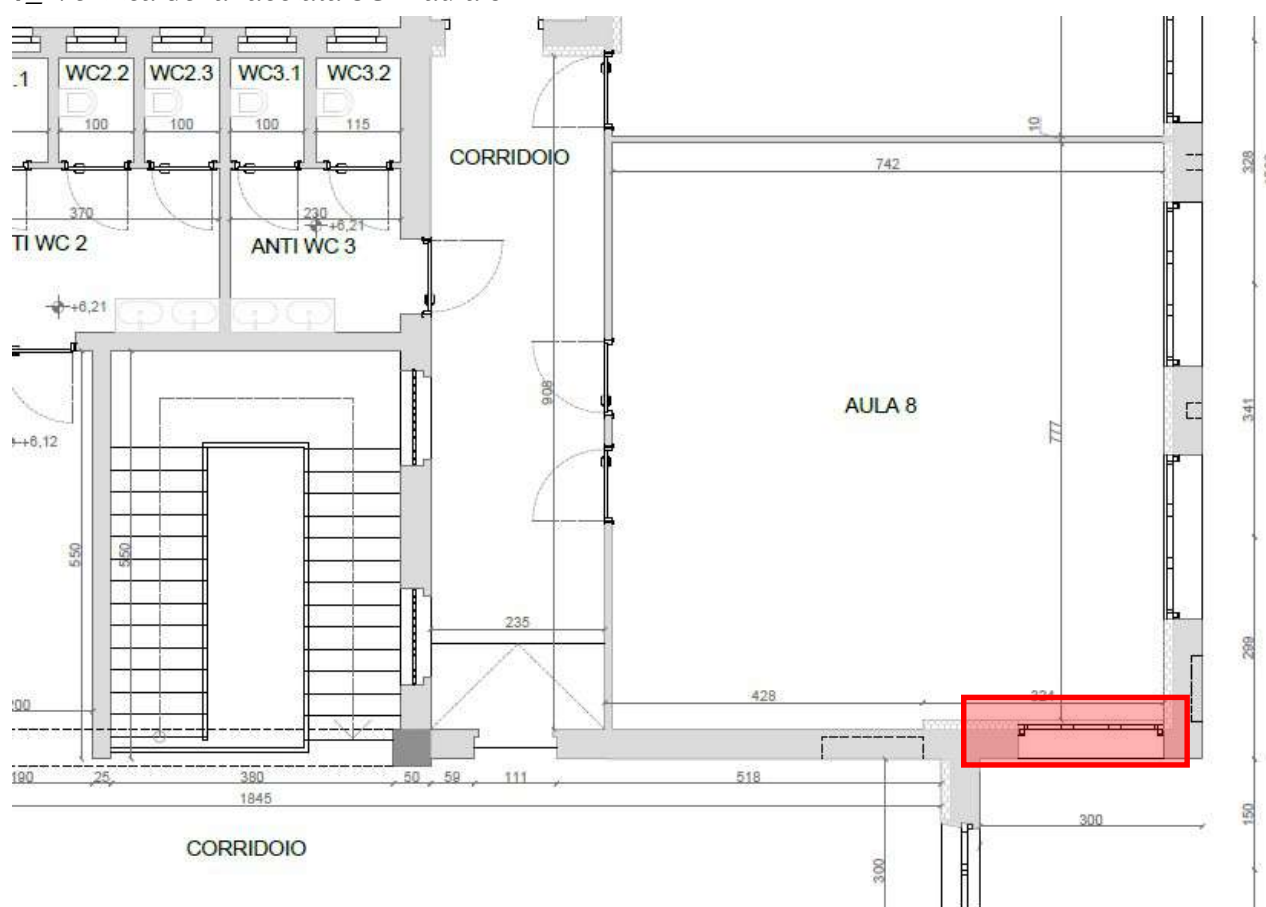
### Correzioni

Trasmissione laterale K [dB]	0
Forma di facciata DL <sub>fs</sub> [dB]	0
Tipo	Facciata piana
Altezza h [m]	h < 1,5 m
Assorbimento a <sub>w</sub>	α <sub>w</sub> ≤ 0,3

### Risultati

R' <sub>w</sub> [dB]	47.5
D <sub>2m,nT,w</sub> [dB]	51.2
Categoria dell'edificio	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli
D <sub>2m,nT,w</sub> minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	48.0
Verifica limite	✓

## 7\_ Verifica della facciata SUD aula 8



### Dati geometrici

Volume dell'ambiente [m³]	243.00
Superficie della facciata [m²]	10.50

### Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	$R_w / D_{new}$ [dB]	$DR_w$ esterno [dB]	$DR_w$ interno [dB]
1	M1 parete perimetrale isolata	3.70	70.00	-	-
2	M9 parete perimetrale sottofinestra	2.20	66.00	-	-
3	Serramenti W3.1 $R_w$ 42 dB	4.60	42.00	-	-

con:

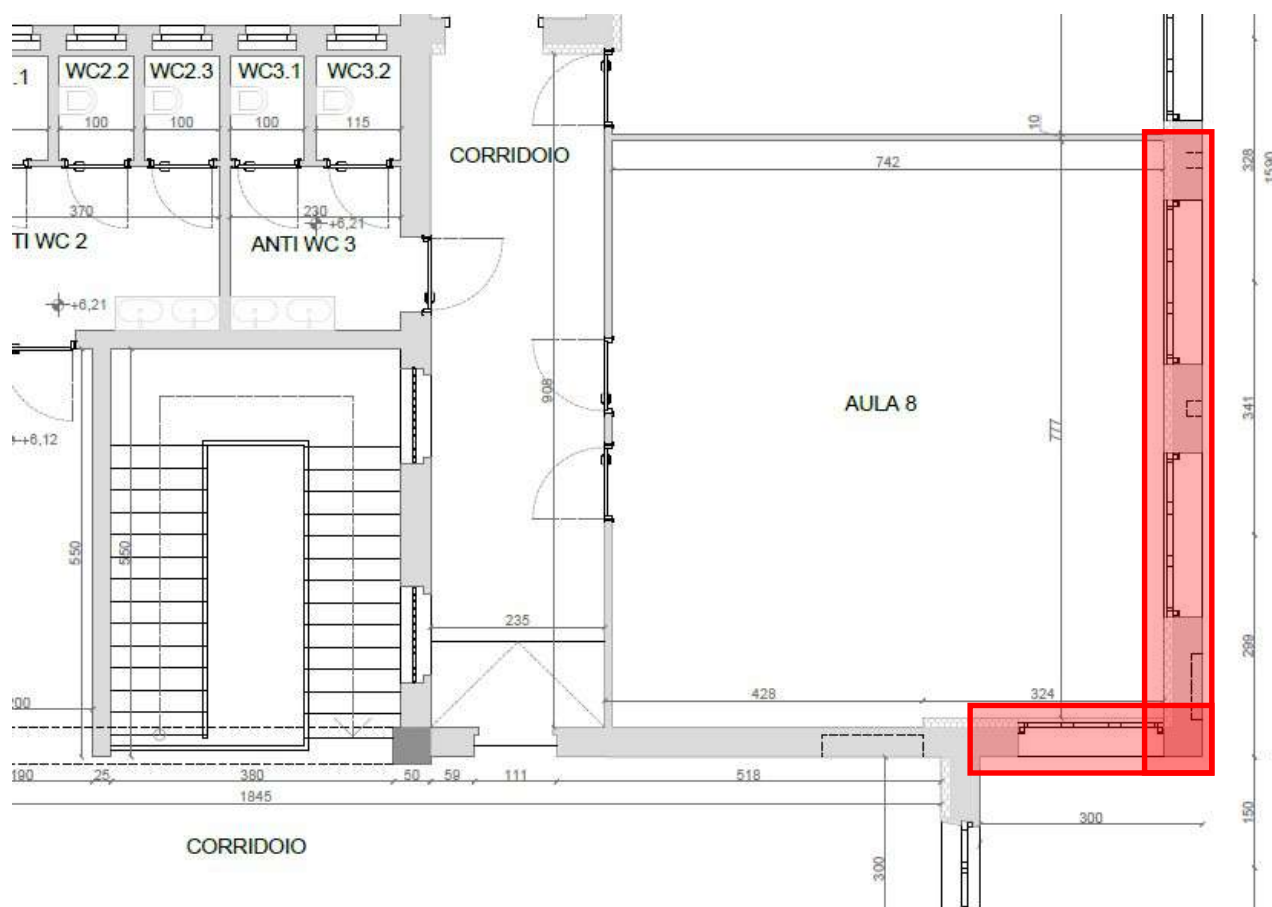
### Correzioni

Trasmissione laterale $K$ [dB]	0
Forma di facciata $DL_{fs}$ [dB]	0
Tipo	Facciata piana
Altezza $h$ [m]	$h < 1,5$ m
Assorbimento $a_w$	$\alpha_w \leq 0,3$

### Risultati

$R'_w$ [dB]	45.6
$D_{2m,nT,w}$ [dB]	54.3
Categoria dell'edificio	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli
$D_{2m,nT,w}$ minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	48.0
Verifica limite	✓

## Facciate di ambienti d'angolo aula 8



Descrizione	Aula 8
Piano	Primo
Tipo di ambiente	Ambiente d'angolo con due pareti
Posizione sorgente	

Facciate coinvolte nel calcolo	$D_{2m,nT,w}$ [dB]
Facciata 1 - Facciata aule 8 P1 EST	51.2
Facciata 2 - Facciata aule 8 P1 SUD	54.3

### Risultati

$D_{2m,nT,w}$ [dB]	50.4
$D_{2m,nT,w}$ minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	48.0
Verifica limite	✓

#### ***4.4. Calcolo dell'indice di livello di rumore di calpestio ( $L'_{nw}$ )***

L'indice di valutazione del livello di rumore di calpestio apparente di un solaio ( $L'_{nw}$ ) caratterizza il rumore percepito al piano sottostante dai rumori dovuti al calpestio sul pavimento del piano superiore. Tale indice è da intendersi come valore “massimo” nel senso che più basso è il valore calcolato, maggiore sarà la capacità del solaio di attenuare il rumore prodotto dal calpestio.

I modelli di calcolo per l'indice di livello di rumore da calpestio sono tutti basati sul fenomeno della MASSA – MOLLA – MASSA, dove la molla è rappresentata dal materiale resiliente interposto tra la massa della soletta e quella dello strato di livellamento.

Si evidenzia che nel progetto in analisi non sono previste opere di rifacimento del massetto di calpestio e neppure della pavimentazione, pertanto non è possibile inserire uno strato di desolidarizzazione elastico tra massetto e soletta portante, che risulta l'unico sistema per limitare la trasmissione delle vibrazioni da calpestio agli ambienti sottostanti. La posa del controsoffitto nelle aule e nei corridoi, può comunque contribuire anche se in maniera limitata a ridurre tale fenomeno, ma non è possibile calcolarne previsionalmente l'entità di tale riduzione.

#### ***4.5. Isolamento dal rumore degli impianti ( $L_{AS\ max}$ e $L_{Aeq}$ )***

Per quanto riguarda i limiti di rumore degli impianti a funzionamento continuo e discontinuo, il decreto riporta limiti differenti a seconda delle categorie edilizie di cui alla tabella A del DPCM 5/12/97, e precisamente per la categoria A (edifici residenziali) i limiti sono i seguenti:

$L_{AS\ max}$ : limite massimo degli impianti a funzionamento discontinuo:	35 dB
$L_{A\ eq}$ : limite massimo degli impianti a funzionamento continuo:	25 dB

In relazione ai riferimenti del decreto CAM della UNI 11367 i limiti sono i seguenti

$L_{id}$ : limite rumore impianti a funzionamento discontinuo:	34 dB
$L_{ic}$ : limite rumore impianti a funzionamento continuo:	28 dB

Dovendo usare i limiti più restrittivi si dovranno rispettare il  $L_{id}$  per gli impianti a funzionamento discontinuo, ed il  $L_{Aeq\ max}$  per gli impianti a funzionamento continuo

Si ricorda che per impianti a funzionamento discontinui si intendono le sorgenti di rumore prodotto da impianti di scarico dell'acqua, gli ascensori e tutti i tipi di impianti che hanno un funzionamento temporaneo, ed il limite deve essere rispettato nell'ambiente differente più prossimo all'ambiente in cui viene generato il rumore. Per impianti a funzionamento continuo si intendono tutte le sorgenti di rumore continuo come impianti di riscaldamento, condizionamento etc.



### ***4.5.1. Impianti a funzionamento discontinuo***

Gli impianti a funzionamento discontinuo nel caso in oggetto, sono solamente gli impianti di scarico del bagno, pertanto per minimizzarne il rumore prodotto si prescrive nel caso di lavori di rifacimento degli impianti di scarico e delle colonne di scarico di eseguire in opera tutte le accortezze dell'impiantistica a regola d'arte.

Per minimizzare il rumore prodotto dagli **altri impianti a funzionamento discontinuo (scarichi)** si consiglia di eseguire in opera tutte le accortezze dell'impiantistica a regola d'arte, quindi:

- utilizzare tubazioni silenziate e con massa elevata per limitare i rumori aerei
- inserire le tubazioni in appositi cavedi sempre per minimizzare la propagazione dei rumori aerei verso le unità abitative attraversate
- eliminare tutti i possibili collegamenti rigidi tra le tubazioni e le strutture laterali utilizzando collari e staffe di aggancio alle pareti con giunti antivibranti, ed interponendo tra il tubo e le strutture rigide del materiale elastico

Si sconsigliano in oltre le curve e i raccordi a 90° ed un opportuno dimensionamento dei diametri dei tubi in relazione alla velocità massima dei fluidi contenuti. Tali aspetti dovranno essere accuratamente valutati in fase esecutiva di progetto con la scelta di un sistema di scarico insonorizzato.

### ***4.5.2. Impianti a funzionamento continuo***

Con le opere di ristrutturazione adeguamento sismico ed energetico, sarà sostituito l'impianto di produzione calore, con medesima tipologia di impianto ma di nuova generazione ovvero sanno installate due nuove caldaie con bruciatore a gas a condensazione nel medesimo locale impianti a piano terra, e collegata al sistema di distribuzione esistente a radiatori.

Sarà in oltre installato un impianto di produzione acqua calda sanitaria in pompa di calore monoblocco, sempre in locale tecnico a piano terra.

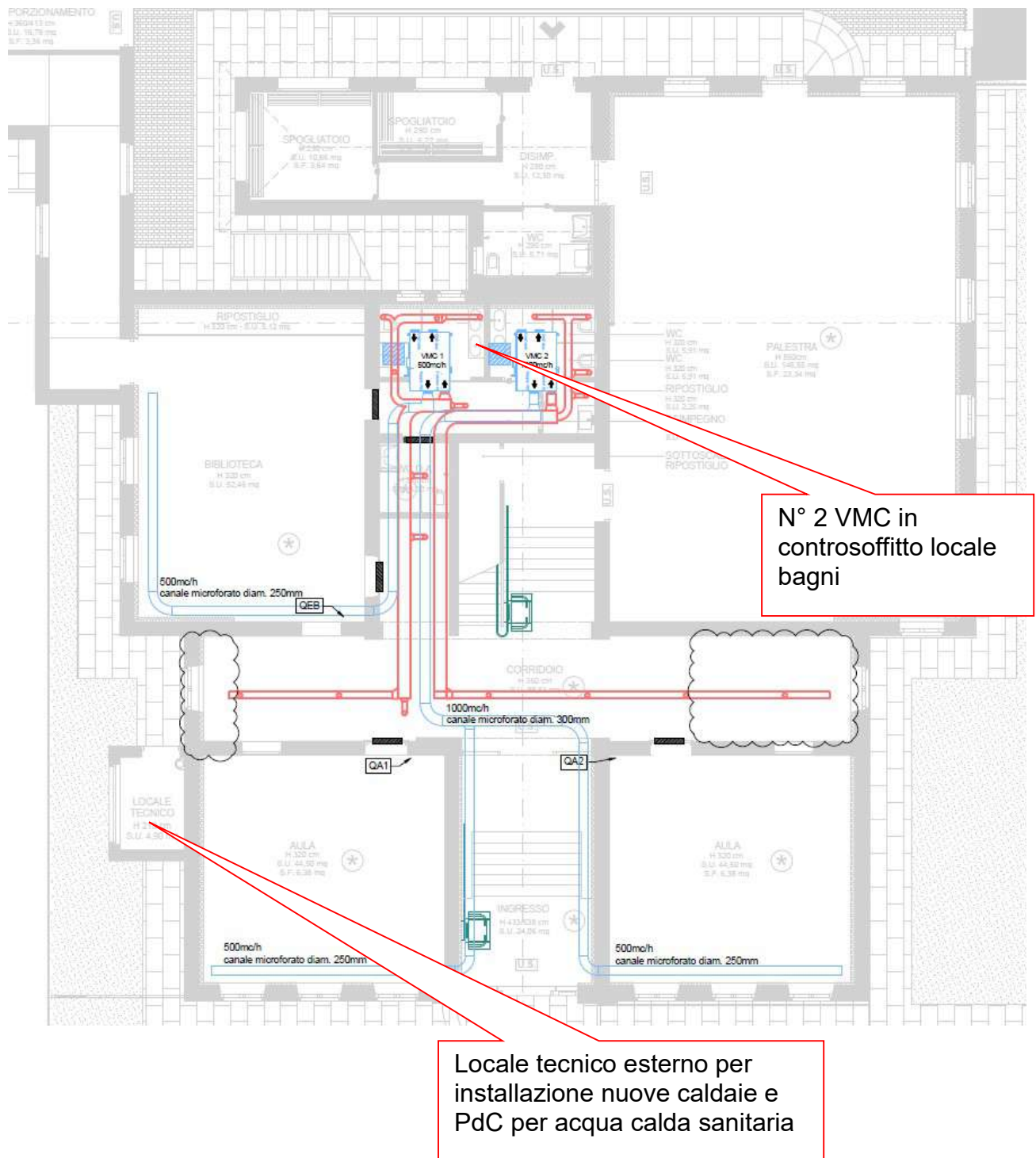
In ultimo sarà aggiunto un sistema di ventilazione meccanica controllata VMC costituita da 5 unità interne di varie potenze, due per il piano terra, e tre per il piano primo, collegate mediante canalizzazioni di mandata e ripresa alle aule.

Gli impianti in progetto sono essenzialmente costituiti dagli impianti di riscaldamento/raffrescamento e ricambio d'aria che possono essere elencati di seguito:

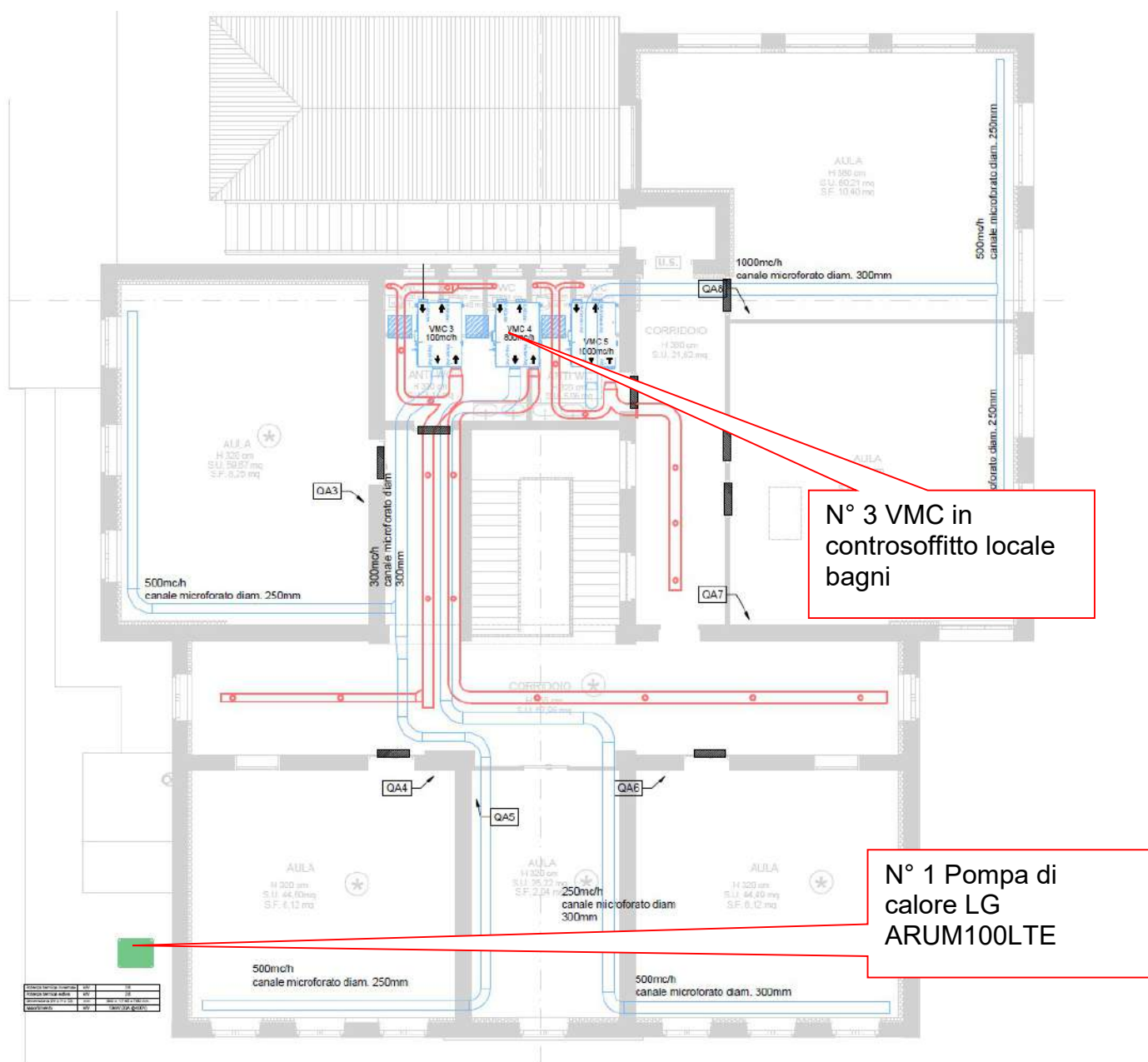
- N° 2 Caldaia a condensazione murale a cascata tipo Paradigma Modula Plus 45-65 o similare equivalente.
- N° 1 pompa di calore aria-aria marca LG mod. ARUM100LTE5 (o similare) in installazione in giardino esterno, e collegata agli impianti ad espansione diretta VMC installati in controsoffitto dei locali bagni
- N° 5 VMC LG di cui 3 LZ H100GXH4; 1 LZ H80GXH4 ed 1 LZ H50GXH4

Di seguito si riportano estratti planimetrici degli impianti VMC ed in pompa di calore in progetto di installazione.

## Planimetria impianti piano terra



## Planimetria impianti piano primo



## Planimetria impianti piano primo

### Propagazione del rumore per via solida

Trattandosi di impianti posti in locali tecnici o in controsoffitto si prescrive l'installazione a regola d'arte delle pompe di calore e dei vari impianti di circolazione fluidi su appositi supporti antivibranti consigliati dai produttori degli impianti, in modo che non vi siano trasmissioni di vibrazioni dalle macchine alle strutture rigide della struttura e da queste agli ambienti interni.

## Propagazione del rumore per via aerea

Per quanto riguarda gli impianti in installazione nel locale tecnico a piano terra, si ritiene che considerata la loro rumorosità che da analisi di schede tecniche impianti similari, non superano i 55 dB ed avendo valutato che la parete perimetrale M1 con controparete interna ha un potere fonoisolante stimato in  $R_w$  70 risulta evidente che la rumorosità di tali impianti sarà ampiamente inferiore al limite normativo di 25 dB(A) misurato internamente all'ambiente più prossimo ovvero l'aula 2.

Anche la pompa di calore LG posta in area esterna al locale tecnico, risulta avere un livello di pressione sonora massimo (si veda scheda tecnica di seguito riportata) di  $L_p$  59 dB(A) e pertanto anche per questo impianto valgono le conclusioni sopra descritte

Scheda tecnica pompa di calore LG ARUM100LTE5

### MULTI V 5

#### ▪ Dati tecnici

▪ Modello		ARUM100LTE5
▪ Capacità Raffreddamento nota 1,5 Nom	kW	28,0
▪ Capacità Riscaldamento nota 1,5 Nom	kW	28,0
▪ Capacità Riscaldamento Max -7°C	kW	31,5
▪ Scambiatore di calore		Ocean Black Fin
▪ Compressore tipo		Scroll DC Inverter
▪ Metodo di Avviamento		Avviamento diretto
▪ Numero di compressori		1
▪ Ventilatore Tipo		Elicoidale/Scarico dall'alto
▪ Ventilatore Tipo di motore		DC INVERTER
▪ Ventilatore Prevalenza statica massima	Pa	80
▪ Portata Aria Raffreddamento max	m <sup>3</sup> /min	240
▪ Livello di pressione sonora in Raffreddamento	dB(A)	58
▪ Livello di pressione sonora in Riscaldamento	dB(A)	59
▪ Dimensioni LxAxP	mm	930x1690x760
▪ Peso netto	kg	215
▪ Refrigerante		R410A
▪ Controllo		Valvola di espansione elettronica
▪ Refrigerante Carica	kg	9,5
▪ TCO <sub>2eq</sub>		19,8
▪ GWP		2087,5
▪ Olio Refrigerante		FCV68D(PVE)
▪ Alimentazione elettrica	Ø,V;Hz	3,380~415,50,60
▪ Cavo trasmissione dati	No.x mm <sup>2</sup>	2Cx1,0-1,5
▪ Lunghezza massima complessiva tubazioni	m	1000
▪ Lunghezza massima UE-UI(Applicazioni Condizionate)	m	200(225)
▪ Lungh tub. dopo il primo giunto (Applicazioni condizionate)	m	40(90)
▪ Dislivello massimo ammesso U.Int-U.Est.	m	110
▪ Dislivello massimo ammesso U.Int-U.Int	m	40
▪ Dislivello massimo ammesso U.Est-U.Est	m	5
▪ Connessione tubazione Liquido	mm(inch)	9,52(3/8)
▪ Connessione tubazione Gas bassa pressione	mm(inch)	22,2(7/8)
▪ Connessione Gas alta pressione		19,05(3/4)
▪ Numero massimo di Unità interne collegabili	max	25
▪ Percentuale di unità interne collegabili	Min-Max	50% - 200%
▪ Protezione Alta pressione		Sensore di alta /Interruttore di alta pressione
▪ Protezione Compressore		Protezione al surriscaldamento
▪ Protezione Ventilatore		Protezione contro il sovraccarico
▪ Protezione Inverter		Protezione da sovracorrente

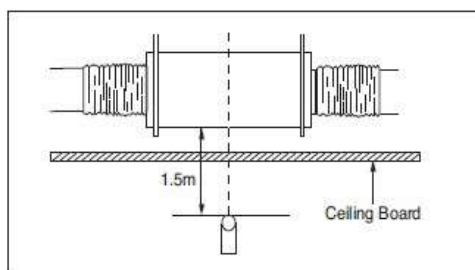


Per quanto concerne la rumorosità degli impianti interni VMC, si riporta nel seguito il dettaglio di scheda tecnica delle tre tipologie di impianto in relazione alla potenza, ovvero la taglia 100, 80 e 50.

## ERV

### 11. Sound Level

#### 11.1 Overall

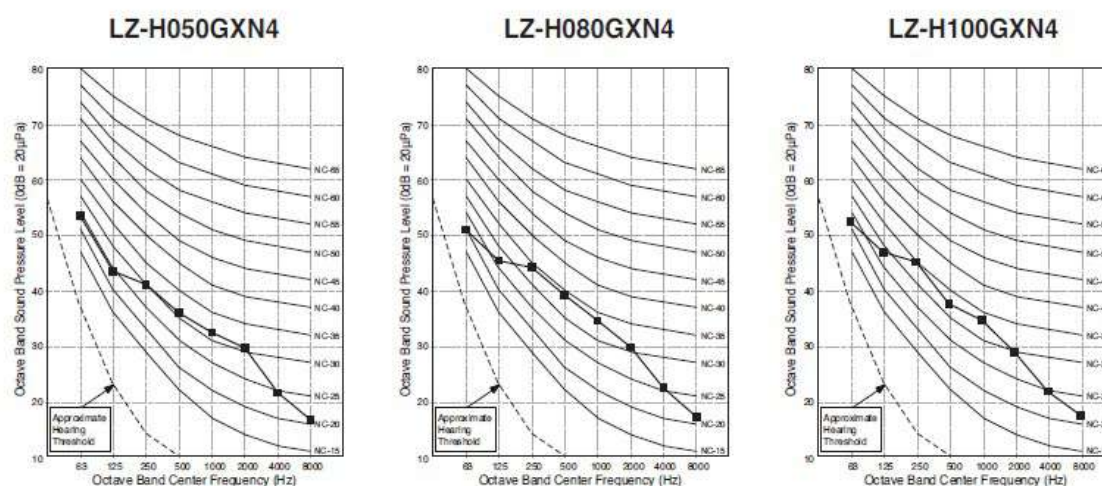


**Note:**

- Operating conditions:
  - Power source: Single phase 50Hz 230V
  - Ventilation mode : Heat Exchange mode
- Measuring place:
  - Operation noise is measured in an anechoic chamber.
  - The operation noise level becomes greater than this value depending on the operation conditions, reflected sound, and peripheral noise.
  - Operation noise differs with operation and ambient conditions.
  - S-H: Super-high, H: high, L: low
- Operation noise differs with operation and ambient conditions.

Model	Sound Levels [dB(A)]		
	SH	H	L
LZ-H050GXN4	39	37	35
LZ-H080GXN4	41	38	36
LZ-H100GXN4	41	39	36
LZ-H050GXH4	38	36	33
LZ-H080GXH4	39	37	34
LZ-H100GXH4	40	38	35

#### Sound pressure level



Considerato che l'installazione è in controsoffitto dei bagni (a piano terra e primo piano) risulta che gli ambienti serviti siano discanti alcuni metri dagli impianti, e comunque separati da partizioni interne tipo M2 che si è calcolato avere un potere fonoisolante  $R_w$  pari a 42 dB, pertanto si ritiene che la rumorosità rientri ampiamente entro il limite normativo di 25 dB(A) all'interno delle aule servite.

Circa la rumorosità trasmessa attraverso i canali di distribuzione, si ritiene che la distanza tra la VMC e la porzione di canale microforato sia ampiamente sufficiente ad attenuare la rumorosità entro il limite normativo di 25 dB(A), tuttavia non si hanno dati certi sulla rumorosità in canale, e pertanto si demanda ad una fase successiva tale analisi, ed eventualmente si consiglia la posa di un primo tratto di canale fonoassorbente in modo da attenuare la rumorosità in uscita dalla VMC.

#### 4.6. Conclusioni DPCM 5/12/97

Si conclude che **sono progettualmente ottemperati**, salvo il rispetto delle indicazioni del presente progetto, **i requisiti acustici passivi del edificio per suola primaria del comune di Cercenasco, in riferimento al DPCM 5/12/97.**

In particolare si evidenzia che:

- I valori minimi prescritti per il potere fono isolante dei serramenti devono essere pari o superiori a  $R_w = 42$  dB.
- In considerazione di quanto al punto precedente si prescrive che i vetri delle vetrate di grande dimensione dovranno essere altamente performanti, ovvero dovranno essere delle vetrate doppia stratificate con pvb acustico aventi certificato di abbattimento acustico minimo  $R_w = 45$  dB.
- Si prescrive in oltre l'installazione antivibrante degli impianti tecnologici in modo da minimizzare la propagazione di rumori e vibrazioni per via strutturale

Deve essere cura della Direzione Lavori assicurare la conformità dei materiali e delle strutture alle richieste progettuali e verificarne la corretta messa in posa. Si sottolinea in tale ambito l'importanza della scelta dei serramenti e la corretta messa in posa degli stessi, onde evitare ponti acustici. Si rileva infatti nella corretta scelta e posa dei serramenti il punto critico per il rispetto del limite relativo all'Isolamento Acustico normalizzato di facciata.

#### 5. Valutazione Previsionale della qualità in riferimento a criteri ambientali minimi CAM acustica in relazione a DM 5/10/2017

Come accennato in premessa normativa, la qualità acustica interna ai locali scolastici **soddisfano almeno i valori di riferimento di requisiti acustici passivi (in riferimento a UNI 11367) e comfort acustico interno indicati nella UNI 11532-2**

In sintesi pertanto:

- I valori dei requisiti acustici passivi dell'edificio devono corrispondere almeno a quelli della Classe II ai sensi della norma UNI 11367 (si veda tabella sottostante)

Descrittore	Classe II
Isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$ [dB]	$\geq 40$
Isolamento ai rumori tra unità immobiliari $R'_w$ [dB]	$\geq 53$
Livello di rumori da calpestio $L'_{nw}$ [dB]	$\leq 58$
Livello di rumore impianti continui $L_{ic}$ [dBA]	$\leq 28$
Livello di rumore impianti discontinui $L_{id}$ [dBA]	$\leq 33$

- 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.

<b>Prospetto A1 – Requisiti acustici di ospedali, case di cura e scuole</b>	<b>Prestazione superiore [dB]</b>
Isolamento di facciata ( $D_{2m,nT,w}$ )	$\geq 43$
Partizioni fra ambienti di differenti U.I. ( $R'_w$ )	$\geq 56$
Calpestio fra ambienti di differenti U.I. ( $L'_{n,w}$ )	$\leq 53$
Livello impianti a funzionamento continuo, ( $L_{ic}$ ), ambienti diversi da quelli di installazione	$\leq 28$
Livello massimo impianti a funzionamento discontinuo, ( $L_{id}$ ) in ambienti diversi da quelli di installazione	$\leq 34$
Isolamento acustico di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa U.I. ( $D_{nT,w}$ )	$\geq 55$
Isolamento acustico di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa U.I. ( $D_{nT,w}$ )	$\geq 50$
Calpestio fra ambienti sovrapposti della stessa U.I. ( $L'_{n,w}$ )	$\leq 53$

- Devono essere altresì rispettati per le partizioni interne all'edificio i valori caratterizzati come “prestazione buona” nel prospetto B.1 dell'Appendice B alla norma UNI 11367.

<b>Prospetto B1</b>	<b>Isolamento acustico normalizzato tra ambienti di uso comune o collettivo collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi</b>	
	<b><math>D_{nT,w}</math> [dB]</b>	
	<b>Ospedali e scuole</b>	<b>Altre destinazioni d'uso</b>
Prestazione buona	$\geq 30$	$\geq 36$

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

Si evidenzia che il decreto CAM specifica che gli ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori indicati per i descrittori acustici riportati nella norma UNI 11532-2:2020. I descrittori acustici da utilizzare sono quelli definiti nella UNI 11367:2010 per i requisiti acustici passivi delle unità immobiliari e il tempo di riverberazione e lo STI per l'acustica interna agli ambienti di cui alle norme UNI 11532-2:2020.

Di seguito si riporta il prospetto C.1 della norma UNI 11367 da cui si rilevano i valori da rispettare per i parametri di intellegibilità del parlato e della chiarezza del parlato (STI e C50)

prospetto C.1	<b>Valori consigliati dei parametri <math>C_{50}</math> e STI</b>	
	<b><math>C_{50}</math> dB</b>	<b>STI dB</b>
Ambienti adibiti al parlato	$\geq 0$	$\geq 0,6$
Ambienti adibiti ad attività sportive	$\geq -2$	$\geq 0,5$



## Rumorosità in ambiente

La norma UNI 11532-2 fissa valori di riferimento per a determinazione del rumore complessivo che per le diverse destinazioni d'uso degli ambienti arredati ma non occupati ai fini:

- di una chiara comprensione del parlato nel rapporto insegnante-alunno;
- di una chiara comprensione del parlato tra alunni.

Il rumore complessivo in un ambiente è determinato da:

- Rumore dovuto a sorgenti esterne alla scuola (rumore da traffico veicolare o ferroviario, rumore da attività commerciali o industriali, ecc.)
- 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, definiti dalla norma stessa.

I livelli di rumore in ambiente,  $L_{amb}$ , devono essere conformi a quanto indicato nel Prospetto 7.

Prospetto 7: Valori di riferimento per il livello di rumore in ambiente (UNI 11532-2)

Destinazione d'uso	$L_{amb}$ dB(A)
Aule e Biblioteche < 250 m <sup>3</sup>	≤ 38
Aule e Biblioteche ≥ 250 m <sup>3</sup>	≤ 41
Ufficio singolo	≤ 38
Ambienti espositivi, spazi di studio	≤ 48
Palestre, piscine, uffici amministrativi, laboratori, aree aperte al pubblico, mense, corridoi, reception / area desk (bidelleria)	≤ 48

I valori misurati di  $L_{amb}$ , determinati in accordo coi metodi di verifica descritti al punto 6, prima di essere confrontati con i valori di riferimento, devono essere corretti con l'incertezza di misura come specificato dalla norma stessa.

In relazione al progetto in analisi ed in considerazione del fatto che alcuni parametri relativi ai CAM sono anche parametri già visti nelle sessioni precedenti di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei requisiti acustici ed il loro confronto con i limiti di cui al DPCM 5/12/97 effettivamente verificabili.

Partizione/parametro	Descrittore	Limite DPCM 5/12/97	Limiti CAM
Facciata	$D_{2mnTw}$	$\geq 48$ dB	$\geq 43$ dB
Descrittore isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti stessa U.I.	$D_{ntw}$	NC	$\geq 55$ dB
Descrittore isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti completamente isolati stessa U.I.	$D_{ntw}$	NC	$\geq 50$ dB
Descrittore Isolamento acustico normalizzato tra ambienti d'uso continuativo con ambienti d'uso comune o collettivo collegati	$D_{ntw}$	NC	$\geq 36$ dB
Descrittore livello massimo di pressione sonora di calpestio tra ambienti sovrapposti della stessa U.I.	$L'_{nw}$	NC	$\leq 53$ dB
Livello rumorosità impianti a funzionamento continuo	$L_{ic}$	$\leq 25$ dB	$\leq 28$ dB
Livello rumorosità impianti a funzionamento discontinuo	$L_{id}$	$\leq 35$ dB	$\leq 34$ dB
Chiarezza del parlato	C50	NC	$\geq 0$
Speech Transmission Index	STI	NC	$\geq 0,6$
Rumorosità ambiente interno ambienti $\leq 250$ m <sup>3</sup>	$L_{amb}$	NC	$\leq 38$ dB

### 5.1. CAM Isolamento facciate

Per quanto riguarda le facciate delle aule e degli altri ambienti della scuola Gatti in progetto, dovendo rispettare la normativa esistente DPCM 5/12/97, che ha un limite per le facciate di 48 dB risulta che automaticamente sarà rispettato anche il limite di isolamento acustico relativo ai CAM che risulta essere di 43 dB

### 5.2. CAM Isolamento tra ambienti completamente isolati della stessa U.I.

In questo caso per il progetto in analisi il requisito considerato che non sono previsti lavori sulle partizioni esistenti tra le aule, tale limite non trova applicazione, ma per quanto riguarda la soletta di separazione tra aule sovrapposte, in considerazione del fatto che con l'aggiunta del controsoffitto antisfondellamento microforato, si può stimare un discreto miglioramento dell'isolamento acustico, che potrebbe anche superare il livello minimo indicato di  $D_{nw} \geq 55$  dB

### ***5.3. CAM Isolamento tra ambienti e spazi di uso comune della stessa U.I.***

Anche in riferimento a questo indice di qualità acustica dei CAM, in considerazione del fatto che non sono previste opere e ristrutturazioni sulle pareti interne vs i corridoi e gli atri di distribuzione, non può essere garantito il livello minimo  $D_{nw} \geq 36$  dB, ma considerato che sono previste opere di ristrutturazione delle porte interne, si raccomanda che vengano dotate di apposite guarnizioni sulle battute, in modo da garantire un certo miglioramento.

### ***5.4. CAM Livello di rumorosità da impianti ti a funzionamento continuo Lic e a funzionamento discontinuo Lid***

Anche per questo indice il valore massimo previsto dal decreto sui CAM risulta leggermente superiore al limite da rumorosità da impianti a funzionamento continuo di cui al DPCM 5/12/97 pertanto dovendo rispettare il limite normativo più stringente ( $L_{Aeq}$  25 dB) sarà automaticamente rispettato anche il livello prescritto dai CAM (Lic 28 dB).

Per quanto riguarda la rumorosità degli impianti a funzionamento discontinuo si rimanda allo specifico paragrafo per le indicazioni di dettaglio.

### **5.5. CAM Valutazione qualità acustiche aula tipo**

Le aule sono costituite da ambienti regolari, caratterizzati da soffitti a piani con altezza di circa 4,25 da pavimento con controsoffitto microforato che da capitolato dovrà avere  $\alpha_w \geq 0,65$ . Le pareti interne sono in doppia lastra di cartongesso o in mattoni intonacati, i pavimenti sono in piastrelle ceramiche.

Senza entrare nel merito dei metodi di calcolo per convertire la curva di fonoassorbimento in un valore univoco (Classe  $\alpha_w$ ), e nello spirito di estrema semplificazione della presente relazione, si consideri che la Classe di Fonoassorbimento  $\alpha_w$  corrisponde indicativamente e con minimo scarto al valore leggibile nella curva alla frequenza dei 500 Hz.

La soluzione proposta per la correzione acustica è costituita da una controsoffitto microforato tipo Lastre in gesso rivestito forate Rigitone® 10/23 Activ'Air® sp. 12,5 con plenum 50 mm senza lana minerale in intercapedine avente le seguenti caratteristiche di assorbimento acustico:

Descrizione	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
Lastre in gesso rivestito forate Rigitone® 10/23 Activ'Air® sp. 12,5 plenum 50 mm senza lana minerale	0.10	0.28	0.69	0.94	0.55	0.26

Nell'ipotesi progettuale andiamo nel seguito a verificare il comportamento acustico dell'aula tipo, che è stata individuata con l'aula 6 che risulta una di quelle con volume maggiore, nella quale sono stati inserite le superfici interne di progetto con le loro caratteristiche tipiche di assorbimento acustico. Si evidenzia che per caratterizzare meglio l'ambiente è stato inserito anche una quota di assorbimento acustico dovuta agli arredi tipici di un aula scolastica.

Di seguito si riportano i dettagli di calcolo dei parametri normativi di qualità acustica.

**AULA TIPO - Aula 6****Caratteristiche dell'ambiente****Dati geometrici**

Volume dell'ambiente vuoto [m <sup>3</sup> ]	238.000
Volume netto dell'aria [m <sup>3</sup> ]	228.000

**Elementi contenuti nell'ambiente**

	Descrizione	Volume [m <sup>3</sup> ]	Numero
1	Arredo tipico aula	10.00	1

**Condizioni interne**

Temperatura [°C]	20
Umidità relativa [%]	50 - 70

**Aria totale di assorbimento equivalente dell'aria**

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
A [m <sup>2</sup> ]	0.09	0.27	0.55	0.91	1.55	3.74

**Valori di riferimento**

DPCM 5/12/1997	Edificio scolastico	Aula
	T medio (250Hz - 2kHz) [s]	1.2

UNI 11367:2010	Ambiente adibito a	Ascolto del parlato (50-2000 m <sup>3</sup> )
	T ottimale (500Hz - 1kHz) [s]	0.78
	T massimo (250Hz - 4kHz) [s]	0.94

UNI 11532-2:2020	A3 - Lezione/comunicazione come parlato/conferenza (aule grandi) interazione insegnante-studente	Senza impianto di amplificazione o con impianto spento
	T ottimale [s]	0.58
	STI minimo	0.55
	C50 minimo [dB]	2

**Tempo di riverberazione****Coefficienti di assorbimento materiali/elementi**

Descrizione	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
Pavimento in marmo o piastrelle	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	0.20	0.12	0.10	0.07	0.07	0.07
Intonaco di calce e cemento	0.03	0.03	0.02	0.04	0.05	0.05
Finestre (vetri doppi)	0.28	0.20	0.11	0.06	0.03	0.02
Porta in legno laccata	0.10	0.08	0.06	0.05	0.05	0.05
Arredo scolastico	0.20	0.24	0.30	0.31	0.40	0.56
Lastre in gesso rivestito forate Rigitone® 10/23 Activ'Air® sp. 12,5 plenum 50 mm senza lana minerale	0.10	0.28	0.69	0.94	0.55	0.26

**Aree assorbimento equivalenti**

Descrizione	Area / Nr	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
Pavimento in marmo o piastrelle	59.60	0.60	0.60	1.19	1.19	1.19	1.19
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	79.00	15.80	9.48	7.90	5.53	5.53	5.53
Intonaco di calce e cemento	32.30	0.97	0.97	0.65	1.29	1.62	1.62
Finestre (vetri doppi)	7.80	2.18	1.56	0.86	0.47	0.23	0.16
Porta in legno laccata	2.90	0.29	0.23	0.17	0.15	0.15	0.15
Arredo scolastico	15.00	3.00	3.60	4.50	4.65	6.00	8.40
Lastre in gesso rivestito forate Rigitone® 10/23 Activ'Air® sp. 12,5 plenum 50 mm senza lana minerale	59.60	5.96	16.69	41.12	56.02	32.78	15.50

**Visualizzazione tabellare**

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
T calcolato [s]	1.26	1.09	0.64	0.52	0.74	1.01
Intervallo di conformità (UNI 11532-2) [s]	0.38 - 0.85	0.47 - 0.70	0.47 - 0.70	0.47 - 0.70	0.47 - 0.70	0.38 - 0.70

T ottimale (UNI 11532-2) [s]	0.58		
T ottimale (UNI 11367) [s]		0.78	
T massimo (UNI 11367) [s]	0.94		
T massimo (DPCM 5/12/97) [s]		1.20	
T calcolato medio (250Hz - 2kHz) [s]		0.75	
Verifica limite DPCM 5/12/1997	✓		

**Visualizzazione grafica**

T calcolato

T ottimale  
UNI 11367T massimo  
UNI 11367T ottimale  
UNI 11532-2Intervallo di  
conformità  
UNI 11532-2

## Speech Transmission Index e Chiarezza

### Dati di ingresso

Metodo di calcolo	Campo riverberato diffuso con contributo del suono diretto trascurabile
Parlatore	Maschio
Sforzo vocale	Normale
Livello di pressione sonora a 1m [dBA]	60

### Tempo di riverberazione

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
T [s]	1.26	1.09	0.64	0.52	0.74	1.01	0.00

### Direttività della sorgente

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Q	1.0	1.0	2.0	2.0	3.0	3.0	4.0
ID	0.0	0.0	3.0	3.0	4.8	4.8	6.0

### Livello del rumore di fondo

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
$L_n$ [dB]	44.0	37.0	31.0	27.0	24.0	22.0	21.0

### Chiarezza

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
C50	-1.4	-0.5	2.9	4.4	1.9	-0.1	0.0
C50 medio	3.1						
C50 minimo	2.0						
Verifica limite	✓						

### Indice di trasmissione del parlato

STI	0.59						
STI minimo	0.55						
Qualità del parlato	Accettabile						
Verifica limite	✓						

Con la posa di pannelli del controsoffitto indicato o aventi prestazioni analoghe, si ottengono valori buoni dei parametri di STI e di chiarezza del parlato C50 ovvero in linea con i limiti del CAM.

Anche il tempo di riverbero interno medio calcolato risulta molto prossimo ai valori massimi calcolati secondo la UNI 11367 e comunque inferiore rispetto al limite di 1,2 secondi indicato nel DM del 75.

## 5.6. CAM valutazione rumorosità ambiente interno $L_{amb}$

Considerati i valori di abbattimento acustico delle facciate oltre che le considerazioni fatte in sezione 4.5.2 circa la rumorosità degli impianti a funzionamento continuo previsti in progetto, si ritiene che sarà rispettato anche il limite di rumorosità massima in ambiente interno  $L_{amb} \leq 38$  dB.

## Conclusioni verifica CAM

Partizione/parametro	Descrittore	Limite DPCM 5/12/97	Limiti CAM	Stima/calcolo previsionale
Facciata	$D_{2mnTw}$	$\geq 48$ dB	$\geq 43$ dB	Verificato
Descrittore isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti stessa U.I.	$D_{ntw}$	NC	$\geq 55$ dB	Verificato
Descrittore isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti completamente isolati stessa U.I.	$D_{ntw}$	NC	$\geq 50$ dB	Non verificabile
Descrittore Isolamento acustico normalizzato tra ambienti d'uso continuativo con ambienti d'uso comune o collettivo collegati	$D_{ntw}$	NC	$\geq 36$ dB	Non verificabile
Descrittore livello massimo di pressione sonora di calpestio tra ambienti sovrapposti della stessa U.I.	$L'_{nw}$	NC	$\leq 53$ dB	Non verificabile
Livello rumorosità impianti a funzionamento continuo	$L_{ic}$	$\leq 25$ dB	$\leq 28$ dB	Verificato
Livello rumorosità impianti a funzionamento discontinuo	$L_{id}$	$\leq 35$ dB	$\leq 34$ dB	Verificato
Chiarezza del parlato	C50	NC	$\geq 0$	Verificato
Speech Transmission Index	STI	NC	$\geq 0,6$	Verificato
Rumorosità ambiente interno ambienti $\leq 250$ m <sup>3</sup>	$L_{amb}$	NC	$\leq 38$ dB	Verificato



## *Allegato 01: Metodi di calcolo*

### Metodo di calcolo $D_{2mnTw}$

### **CALCOLO DELL'INDICE DI VALUTAZIONE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO NORMALIZZATO DI FACCIATA $D_{2mnTw}$**

#### **Premessa**

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

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

Le procedure utilizzate per calcolare  $D_{2mnTw}$  di seguito esposte sono tratte direttamente dal rapporto tecnico, in elaborazione da parte dell'UNI, sviluppato per applicare alla tipologia costruttiva nazionale le norme serie EN 12354.

### Metodo di calcolo

#### *Calcolo di $D_{2mnTw}$*

L'indice  $D_{2mnTw}$  viene calcolato con la seguente formula

$$D_{2m,nTw} = R'_w + \Delta L_{fz} + 10 \log \left( \frac{V}{6T_0 S_{tot}} \right)$$

dove:

$R'_w$  è l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente della facciata [dB]

$\Delta L_{fz}$  è il termine correttivo che quantifica l'influenza delle caratteristiche della facciata [dB]

$V$  è il volume interno del locale considerato [m<sup>3</sup>]

$T_0$  è il tempo di riverberazione di riferimento, assunto pari a 0,5 s

$S_{tot}$  è la superficie di facciata vista dall'interno [m<sup>2</sup>]

### Calcolo di $R'_w$

L'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente ( $R'_w$ ) della facciata è calcolato sulla base dei valori dell'indice di valutazione del potere fonoisolante ( $R_w$ ) dei singoli elementi che la costituiscono (elementi opachi e serramenti) e sulla base degli indici di isolamento acustico ( $D_{n,ewi}$ ) dei piccoli elementi presenti su di essa.

Per piccoli elementi si intendono gli elementi di edificio, con l'eccezione di porte e finestre, con area minore di 1 m<sup>2</sup>. Ad esempio vengono considerati piccoli elementi le bocchette di ventilazione, gli ingressi d'aria e i cassonetti delle tapparelle.

$$R_w = -10 \log \left( \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S_{tot}} 10^{\frac{-R_{iw}}{10}} + \frac{A_0}{S_{tot}} \sum_{i=1}^p 10^{\frac{-D_{n,ei}}{10}} \right) - K$$

dove:

$R_{iw}$  è l'indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento i-esimo costituente la facciata [dB]

$S_i$  è la superficie dell'elemento i-esimo di facciata visto dall'interno del locale [m<sup>2</sup>]

$A_0$  sono le unità di assorbimento di riferimento, pari a 10 m<sup>2</sup>

$D_{n,ei}$  è l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato del piccolo elemento i-esimo [dB]

$K$  è la correzione relativa al contributo della trasmissione laterale

### Calcolo di $R_{wi}$

La capacità di abbattere i rumori di una singola struttura può essere definita con un unico numero denominato: indice di valutazione del potere fonoisolante ( $R_w$ ).

La determinazione di tale indice può essere effettuata basandosi su (in ordine di attendibilità):

- dati di laboratorio
- correlazioni specifiche
- relazioni generali

#### *Dati di laboratorio*

Come dati di laboratorio devono essere utilizzate informazioni riportate in rapporti di prova ottenuti mediante misurazioni conformi alla normativa europea di più recente approvazione.

Per tali informazioni occorre puntualizzare alcuni aspetti.

#### Il campione di laboratorio:

- sarà sicuramente diverso, in particolar modo per la cura durante la posa, dalla struttura realmente realizzata in cantiere;
- non presenta normalmente le disomogeneità dovute a componenti strutturali, impianti, ecc.
- non è soggetto agli stessi periodi di stagionatura del cantiere;

Infine i rapporti di miscela delle malte utilizzate per realizzare il campione di prova normalmente non sono uguali a quelli utilizzati per realizzare la struttura in opera. Per cui quando si utilizzano dati di laboratorio occorre sempre applicare un fattore cautelativo che tenga conto di queste difformità; l'entità di tale fattore deve essere valutata dal progettista in base alla propria esperienza.

*Correlazioni specifiche*

Per correlazioni specifiche invece si intende l'utilizzo di prove di laboratorio effettuate su elementi costituiti dallo stesso materiale di quello in esame, aventi caratteristiche morfologiche analoghe ad esso.

*Relazioni generali*

Infine per relazioni generali si intendono opportuni algoritmi matematici.

In funzione della massa frontale della struttura ( $m'$ ) (Kg/mq) (definita come il prodotto tra la densità e lo spessore dell'elemento), ed eventualmente di altri parametri, si ricava il valore di  $R_w$  dell'elemento divisorio mediante una apposita equazione.

**Calcolo di  $D_{neiw}$** 

L'indice di isolamento acustico proprio dei piccoli elementi può essere ricavato da certificati di prove di laboratorio.

Nel caso invece si disponga del valore di potere fonoisolante del piccolo elemento ( $R_w$ ), il valore dell'isolamento acustico può essere ricavato mediante la formula:

$$D_{neiw} = R_w - 10 \log \frac{S}{A_0}$$

dove:

$R_w$  è l'indice di valutazione del potere fonoisolante del piccolo elemento [dB]

$S$  è la superficie del piccolo elemento [m<sup>2</sup>]

$A_0$  sono le unità di assorbimento di riferimento, pari a 10 m<sup>2</sup>

**Calcolo di  $K$** 

Il contributo della trasmissione laterale è solitamente trascurabile. Se però elementi di facciata rigidi e pesanti (quali calcestruzzo o mattoni) sono collegati rigidamente ad altri elementi rigidi all'interno dell'ambiente ricevente, come pavimenti o pareti divisorie, la trasmissione laterale può contribuire alla trasmissione sonora totale. Ciò potrebbe diventare rilevante se sono richiesti elevati requisiti di isolamento dal rumore. Di conseguenza, a favore di sicurezza, nei casi che comportano la presenza di elementi rigidi si può considerare la trasmissione laterale in maniera "globale" diminuendo il potere fonoisolante di 2 dB. ( $K = 2$  dB). Altrimenti  $K = 0$

**Calcolo di  $\Delta L_{fs}$** 

Il termine correttivo che quantifica l'influenza delle caratteristiche della facciata dipende dalla forma della facciata, dall'assorbimento acustico delle eventuali superfici di sottobalcone e dal modo di incidenza delle onde sonore.

### Calcolo di $L'_{nw}$

L'indice  $L'_{nw}$  viene calcolato con la seguente formula

$$L'_{nw} = L_{nweq} - \Delta L_w + K$$

dove:

$L_{nweq}$  è il livello di rumore da calpestio equivalente riferito al solaio “nudo”, privo dello strato di pavimento galleggiante [dB]

$\Delta L_w$  è l'indice di valutazione relativo alla riduzione dei rumori di calpestio dovuto alla presenza di pavimento galleggiante o rivestimento resiliente [dB]

$K$  è la correzione da apportare per la presenza di trasmissione laterale di rumore. Il suo valore dipende dalla massa superficiale del solaio “nudo” e dalla massa superficiale delle strutture laterali [dB]

### Calcolo di $L_{nweq}$

Il valore di  $L_{nweq}$ , relativo alla struttura priva di pavimento galleggiante, può essere ricavata da prove di laboratorio oppure calcolata con la seguente formula.

$$L_{nweq} = 164 - 35 \log \frac{m'}{m'_0}$$

dove:

$m'$  è la massa superficiale del solaio “nudo” (kg/m<sup>2</sup>)

$m'_0$  è la massa di riferimento pari a 1 kg/m<sup>2</sup>

Secondo quanto prescritto dalla normativa UNI EN 12354-2; 2002, tale formula è utilizzabile per solai di tipo “omogeneo” aventi massa per unità di area ( $m'$ ) compresa tra 100 e 600 kg/m<sup>2</sup>.

### Calcolo di $\Delta L_w$

L'indice  $\Delta L_w$  può essere ricavato da certificati di laboratorio conformi alle seguenti normative:

- |                  |  |
|------------------|--|
| UNI EN ISO 140-6 | nel caso di strati resilienti utilizzati sotto il massetto (pavimenti galleggianti). Si fa presente che per i “pavimenti galleggianti” si richiede che la prova venga effettuata su un campione di almeno 10 m <sup>2</sup> di massetto. |
| UNI EN ISO 140-8 | nel caso di strati resilienti utilizzati come rivestimento (ad esempio rivestimenti in linoleum).  |

L'indice può anche essere ricavato analiticamente, per quanto riguarda i pavimenti galleggianti, mediante le seguenti formule.

$$\Delta L_w = 30 \log \frac{f}{f_0} + 3 \quad (\text{per pavimenti galleggianti realizzati con massetto in calcestruzzo})$$

$$\Delta L_w = 40 \log \frac{f}{f_0} - 3 \quad (\text{per pavimenti galleggianti realizzati con massetto a secco})$$

dove:

$f$  è la frequenza di riferimento pari a 500 Hz

$f_0$  è la frequenza di risonanza del sistema massetto+strato resiliente, calcolata in base alla seguente relazione:

$$f_0 = 160 \sqrt{\frac{s'}{m'}}$$

dove:

$s'$  è la rigidità dinamica dello strato resiliente interposto ottenuta secondo prove di laboratorio conformi alla UNI EN 29052-1; 1993 [MN/m<sup>3</sup>]

$m'$  è la massa superficiale del massetto soprastante lo strato resiliente [kg/m<sup>2</sup>]

### **Calcolo di K**

Il valore dell'indice K è ricavabile da una tabella riportata nella normativa. Esso dipende dalla massa superficiale del solaio "nudo", privo di pavimento galleggiante e dalla massa superficiale media della pareti laterali. La massa superficiale media delle pareti laterali si calcola facendo la media ponderata secondo la dimensione delle varie strutture, senza considerare le masse proprie di eventuali strati di rivestimento.

**Allegato 02: Nomina Tecnico Competente Acustico**

Direzione Ambiente

Risanamento Acustico, Elettromagnetico ed Atmosferico

carla.contardi@regione.piemonte.it

**06 MAG. 2010**

Data .....

Protocollo **17876** /DB10.04

Egr. Sig.

**BONARDO Vincenzo**

Via G. Mazzini 17

12045 - FOSSANO (CN)

**Oggetto: L. 447/1995 - Attività di tecnico competente in acustica ambientale.**

Si comunica che con determinazione dirigenziale n. 300/DB10.04 del 30 Aprile 2010 allegata, la domanda da Lei presentata ai sensi dell'art.2, comma 7, della L. 26/10/1995 n. 447 è stata accolta. Detta determinazione sarà pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte unitamente al elenco di Tecnici riconosciuti.

Come previsto dall'art. 16, comma 2, della legge regionale 20 ottobre 2000, n. 52, i dati personali utili al fine del Suo reperimento, da Lei forniti in allegato alla domanda (cognome, nome, comune, numero di telefono fisso, numero di cellulare e indirizzo e-mail), saranno inseriti nell'elenco dei tecnici riconosciuti da questa Regione. Le eventuali comunicazioni di aggiornamento di tali dati possono essere comunicate a questa Direzione Ambiente, via Principe Amedeo 17 - 10123 TORINO anche via FAX al numero 011 432 3665.

Distinti saluti.

Il Dirigente del Settore  
(ing. Carla CONTARDI)referente:  
Baudino/Semeraro  
Tel. 011/4324678-2786

Lettera accoglimento domanda tecnico competente in acustica

Via Principe Amedeo, 17  
10123 Torino  
Tel. 011-43.21420  
Fax 011-43.23665