

# Provincia di Brescia

## Settore EDILIZIA SCOLASTICA E DIREZIONALE

Ufficio Progettazione Edilizia Scolastica e Direzione dei Lavori

Edificio scolastico:

I.I.S. "B.PASCAL - P. MAZZOLARI"

Ubicazione:

Comune di VEROLANUOVA, via Rovetta n. 29

Intervento:

LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA  
ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO



**Finanziato  
dall'Unione europea**  
NextGenerationEU

Oggetto:

Valutazione previsionale requisiti acustici passivi  
(ex- D.P.C.M. 5/12/1997)

Scala:	Numero:	Fase/Pratica Edilizia:
-	R-04	Progetto Esecutivo
Il Direttore del Settore Edilizia Scolastica e Direzionale:		
Dott. Arch. Giovan Maria Mazzoli		
R.U.P.:	Progettista:	Direttore Lavori:
arch. Daniela Massarelli	ing. Michele Martinelli	
Collaboratori:	Progettista Strutture:	Coordinatore Sicurezza:
ing. Matteo Agostini		ing. Michele Martinelli (CSP)
Nome File:	Redatto da:	Verificato da:
RA	ing. Matteo Agostini	ing. Michele Martinelli
Data:	Data e Numero Revisione:	
30 giugno 2022	30 giugno 2022 - Rev. 00	

AREA  
DEL  
TERRITORIO



PROGETTO ESECUTIVO



## RELAZIONE TECNICA

### sommario

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. INQUADRAMENTO PROGETTUALE E INDIVIDUAZIONE DELL'AREA DI STUDIO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. INTRODUZIONE ALLA NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
3.1 INTRODUZIONE .....	4
3.2 QUADRO LEGISLATIVO NAZIONALE .....	4
<b>4. METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE GRANDEZZE ACUSTICHE.....</b>	<b>6</b>
4.1 MODELLO DI CALCOLO ADOTTATO.....	6
4.1.1 Metodo per la stima previsionale delle prestazioni acustiche.....	6
<b>5. ELEMENTI ACUSTICAMENTE SIGNIFICATIVI DEL PROGETTO.....</b>	<b>7</b>
5.1 ANALISI DELL'INTERVENTO IN PROGETTO .....	7
5.2 ELEMENTI DI FACCIATA.....	7
5.2.1 Obiettivi di progetto.....	7
5.2.2 Porzione opaca dell'involucro esterno esistente .....	7
5.2.3 Stima del potere fonoisolante della porzione opaca dell'involucro esterno .....	7
5.2.4 Potere fonoisolante minimo dei serramenti.....	8
<b>6. VERIFICHE ACUSTICHE.....</b>	<b>9</b>
6.1 VERIFICHE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI AI SENSI DEL D.P.C.M. 5/12/1997.....	9
6.1.1 Criteri generali di valutazione.....	9
6.1.2 Definizione degli elementi tecnici e delle modalità di verifica.....	9
6.1.3 Elementi edilizi soggetti a verifica .....	9
<b>7. CONCLUSIONI .....</b>	<b>12</b>
7.1 INQUADRAMENTO GENERALE DEL PROGETTO .....	12
7.2 VERIFICA DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI.....	12
<b>8. BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>13</b>
8.1 NORMATIVA NAZIONALE DI RIFERIMENTO .....	13
8.2 NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO.....	13
8.3 BIBLIOGRAFIA TECNICA DI RIFERIMENTO .....	14

9.	SCHEDE DI VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE .....	16
9.1	SCHEDE DI CALCOLO DEI MATERIALI.....	16
9.3	VERIFICA PREVISIONALE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI (ex D.P.C.M. 5/12/1997) .....	17

## RELAZIONE TECNICA

### 1. PREMESSA

Il presente documento costituisce lo studio di verifica acustica per i LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'ISTITUTO I.I.S. "B. PASCAL – P. MAZZOLARI" SITO NEL COMUNE DI VEROLANUOVA, IN VIA ROVETTA, 29 (BS). Le analisi eseguite e di seguito riportate sono impostate in accordo col quadro legislativo vigente in materia di requisiti acustici passivi degli edifici, con particolare riferimento al D.P.C.M. 5/12/1997 [5] e al D.M. 11/10/2017 [6]. L'obiettivo delle analisi è quello di esaminare la corrispondenza delle soluzioni tecniche adottate per la progettazione con gli standard definiti dalla normativa nazionale in materia di acustica in edilizia. Per maggiori dettagli sui riferimenti normativi, si rimanda al capitolo 8.

### 2. INQUADRAMENTO PROGETTUALE E INDIVIDUAZIONE DELL'AREA DI STUDIO

Il sito interessato dalla realizzazione degli interventi in progetto è ricompreso all'interno del territorio amministrativo del comune di Verolanuova, in provincia di Brescia. Sinteticamente, l'intervento consiste nella riqualificazione energetica di un edificio scolastico esistente, articolato in tre corpi distinti affiancati. Analizzando la natura degli interventi, per quanto riguarda i requisiti acustici passivi, con la sostituzione dei serramenti esterni e la realizzazione di un cappotto esterno, i lavori interessano unicamente le prestazioni di isolamento della facciata. Di seguito, in Figura 1, si riporta l'inquadramento generale dell'area.



Figura 1: Inquadramento generale dell'area oggetto dello studio.

### 3. INTRODUZIONE ALLA NORMATIVA DI RIFERIMENTO

#### 3.1 INTRODUZIONE

Di seguito, si illustrano sinteticamente le indicazioni delle disposizioni legislative nazionali vigenti nell'ambito dell'acustica edilizia per gli edifici scolastici. Nella legislazione della Repubblica, l'acustica in edilizia è disciplinata dal D.P.C.M. 5/12/1997 [5] e, recentemente, dalle novità introdotte dal D.M. 24/12/2015 [2], poi sostituito dal D.M. 11/01/2017 [4] e integrato dal D.M. 11/10/2017 [6].

#### 3.2 QUADRO LEGISLATIVO NAZIONALE

Con il citato D.P.C.M. 5/12/1997 [5], si fissano i criteri per il contenimento dell'inquinamento acustico all'interno degli ambienti abitativi, in attuazione all'art. 3, comma 1, lettera e) della L. 447/95 [3]. Per ogni tipologia di rumore, nel D.P.C.M. 5/12/1997 [5], si individua il descrittore da utilizzare e il relativo valore limite da rispettare in opera, a fine lavori, in funzione della destinazione d'uso prevista per l'edificio. I descrittori sono definiti come di seguito in Tabella 1 mentre i relativi valori limite sono riportati di seguito in Tabella 2. Nel caso specifico, la destinazione del fabbricato oggetto degli interventi è di tipo scolastico. I limiti considerati, quindi, sono quelli riferibili alla categoria E, relativa agli "edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili". Con la promulgazione del D.M. 24/12/2015 [2], del successivo D.M. 11/01/2017 [4] e, infine, del D.M. 11/10/2017 [6], i livelli di prestazione richiesti per gli edifici a destinazione d'uso scolastica sono stati integrati e aggiornati con i valori di seguito riportati in Tabella 3. In particolare, i requisiti acustici passivi di ospedali, case di cura e scuole devono soddisfare il cosiddetto *livello di prestazione superiore* definito nell'Appendice A della norma tecnica UNI 11367 [14] e il *livello di prestazione buona* definito nel prospetto B.I dell'Appendice B della stessa norma.

Tabella 1: Descrittori per la caratterizzazione dei requisiti acustici passivi.

DESCRITTORE	DESCRIZIONE
$D_{2m,nT,W}$ Indice dell'isolamento acustico di facciata	Capacità di una partizione di abbattere in opera i rumori aerei provenienti dall'esterno. Il parametro indica quanto isola la facciata. Alti valori indicano migliori prestazioni di isolamento.
$R'_w$ Indice del potere fonoisolante apparente tra distinte unità imm.	Capacità di una partizione di limitare in opera il passaggio di rumori aerei (voci, TV, radio, ecc.). Il parametro indica quanto isola la partizione. Più il valore è alto, migliore è la prestazione di isolamento.
$L'_{nW}$ Indice del livello di rumore da calpestio normalizzato	Capacità di un solaio di abbattere i rumori d'impatto. Minore è il livello di rumore, migliore è l'isolamento.
$L_{Aeq}$ Rumorosità degli impianti a funzionamento continuo	Livello equivalente di pressione sonora, si valuta misurando il livello emesso dall'impianto a funzionamento continuo (riscaldamento, areazione e condizionamento...).
$L_{ASmax}$ Rumorosità degli impianti a funzionamento discontinuo	Livello massimo di pressione sonora (con costante slow), si valuta misurando il picco emesso da un impianto discontinuo (ascensori, scarichi idraulici, bagni, servizi igienici e rubinetteria...).

Tabella 2: Requisiti acustici passivi in opera ai sensi del D.P.C.M. 5/12/1997 [5]. Nel caso specifico, i limiti considerati sono quelli riferibili alla categoria E.

CATEGORIA	PARAMETRI E VALORI LIMITE DA D.P.C.M. 5/12/1997				
	$R'_w$	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	$L_{A_{Smax}}$	$L_{A_{eq}}$
E (SCUOLE)	$\geq 50$ dB	$\geq 48$ dB	$\leq 58$ dB	$\leq 35$ dB	$\leq 25$ dB

Tabella 3: Requisiti acustici passivi in opera ai sensi del D.M. 11/10/2017 [6] per gli edifici scolastici.

CRITERI AMBIENTALI MINIMI PER EDIFICI SCOLASTICI DA D.M. 11/10/2017						
$D_{nT,w}$ (*)	$D_{nT,w}$ (**)	$D_{nT,w}$ (***)	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	$L_c$	$L_d$
$\geq 50$ dB	$\geq 55$ dB	$\geq 30$ dB	$\geq 43$ dB	$\leq 53$ dB	$\leq 28$ dB	$\leq 34$ dB
(*) Isolamento acustico di partizioni fra ambienti adiacenti (**) Isolamento acustico di partizioni fra ambienti sovrapposti (***) Isolamento acustico fra ambienti di uso comune e abitativi collegati mediante accessi o aperture						

## 4. METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE GRANDEZZE ACUSTICHE

Per sua natura, la legislazione nazionale disciplina le prestazioni dei singoli elementi e delle strutture di cui è composto l'edificio indagato *in opera*. Esse sono definite come prestazioni apparenti, sono identificate da un apice e sono influenzate non solo dalla prestazione di laboratorio del singolo elemento edilizio considerato, ma anche dalle modalità di posa in opera e dalle scelte cantieristiche. Nel caso specifico, quindi, visto il carattere previsionale dello studio, per la stima dei requisiti acustici passivi dell'edificio in esame, ci si avvale di un modello per il calcolo delle prestazioni acustiche in opera a partire dalle prestazioni di laboratorio. I risultati di seguito riportati, quindi, hanno un valore previsionale e sono suscettibili di variazioni, anche sostanziali, derivanti dalle modalità di esecuzione delle opere. Per questa ragione, quindi, in fase esecutiva, è molto importante, oltre a rispettare integralmente le indicazioni progettuali in termini di spessori, qualità, requisiti e certificazioni dei materiali impiegati, curare attentamente anche la fase di realizzazione e di posa in opera degli stessi materiali, onde evitare scadimenti delle prestazioni e degli obiettivi previsti.

### 4.1 MODELLO DI CALCOLO ADOTTATO

#### 4.1.1 *Metodo per la stima previsionale delle prestazioni acustiche*

Lo strumento di calcolo numerico del quale ci si avvale per la stima delle prestazioni acustiche di progetto necessita di informazioni quali le dimensioni delle strutture e degli ambienti, la tipologia, la stratigrafia e i materiali delle partizioni di separazione, nonché la tipologia, la stratigrafia e i materiali delle partizioni collegate oltre al tipo di giunti impiegati. I due programmi di calcolo utilizzati sono SONIDO PRO di Microbel s.r.l., nella versione 1.5.5 ed ECHO di ANIT nella versione 8. I modelli di calcolo si basano su relazioni matematiche ricavate dalle teorie consolidate disponibili in letteratura o dalle norme tecniche. La previsione del comportamento fonoisolante di singoli componenti si effettua utilizzando i concetti della legge di massa e della frequenza di coincidenza, oltre ai metodi di calcolo che contemplano lo smorzamento dei sistemi noti come *massa-molla-massa*. Per componenti che richiedano un approccio più complesso, sono utilizzate le teorie di B. Sharp, F. Fahy, o, ancora, altri approcci specifici ritenuti di volta in volta più idonei alle modalità costruttive adottate. Il calcolo modellistico è integrato, ove necessario e ove esistano dati disponibili, dall'analisi, dall'elaborazione e dalla valutazione di soluzioni certificate oppure testate mediante prove di laboratorio o campagne di misurazione realizzate in opera. In particolare, queste ultime informazioni sono ottenute da banche dati o da pubblicazioni diffuse da enti, associazioni od organismi di certificazione di comprovata affidabilità e sono generalmente ricavate da campagne di monitoraggio e valutazione in opera oppure da studi sperimentali condotti sui parametri fisici che influenzano i fenomeni acustici. Per ciò che riguarda la previsione del comportamento acustico e, quindi, le prestazioni degli edifici, infine, si fa riferimento alle norme europee della serie EN 12354 di cui al paragrafo 8.2.



## 5. ELEMENTI ACUSTICAMENTE SIGNIFICATIVI DEL PROGETTO

### 5.1 ANALISI DELL'INTERVENTO IN PROGETTO

Di seguito, si individuano e si analizzano gli elementi edilizi interessati dai LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'ISTITUTO I.I.S. "B. PASCAL – P. MAZZOLARI", che, per le loro caratteristiche e per le loro proprietà fisico-tecniche, risultano determinanti nel definire le prestazioni acustiche del sistema edificio. Sinteticamente, con l'intervento si prevede la riqualificazione energetica degli edifici esistenti mediante realizzazione di cappotto termico e sostituzione dei serramenti. Dal punto di vista dei requisiti acustici passivi, quindi, gli interventi incidono sull'isolamento delle facciate esterne per effetto della sostituzione dei serramenti, mentre la realizzazione del cappotto termico non influenza significativamente le prestazioni acustiche dell'edificio. Inoltre, non sono previsti lavori sulle divisorie interne orizzontali e verticali poste a separazione delle diverse aule scolastiche. Considerando le categorie di analisi delle prestazioni acustiche definite al capitolo 3, pertanto, si individua, come unico tema di analisi, quello relativo all'isolamento dalla rumorosità esterna delle facciate di involucro dell'edificio.

### 5.2 ELEMENTI DI FACCIATA

#### 5.2.1 Obiettivi di progetto

Considerando la sovrapposizione delle prestazioni previste dal D.P.C.M. 5/12/1997 [5] e dal D.M. 11/10/2017 [6], si identificano, come parametri di riferimento, i valori di cui al D.P.C.M. 5/12/1997 [5] sintetizzati di seguito, in Tabella 4, essendo questi maggiormente cautelativi. La verifica dei requisiti delle prestazioni del D.P.C.M. 5/12/1997 [5] è riportata al paragrafo 6.1. Le relative schede di calcolo sono riportate in allegato, al capitolo 9.

*Tabella 4: Obiettivi di riferimento per la verifica delle prestazioni complessive delle facciate e per la verifica delle prestazioni dei singoli elementi di facciata.*

NORMATIVA DI RIFERIMENTO	TIPOLOGIA DELLE STRUTTURE	OBIETTIVO
D.P.C.M. 5/12/1997	Facciata	$D_{2m,nT,w} \geq 48 \text{ dB}$

#### 5.2.2 Porzione opaca dell'involucro esterno esistente

La porzione opaca dell'involucro esistente è costituita da un setto in blocchi in laterizio intonacato su entrambi i lati, di spessore pari a circa 30 cm, su cui si prevede di realizzare un isolamento termico esterno a cappotto in EPS di spessore pari a 12 cm. L'intervento di isolamento a cappotto non modifica significativamente le prestazioni acustiche dell'involucro.

#### 5.2.3 Stima del potere fonoisolante della porzione opaca dell'involucro esterno

Si calcola il potere fonoisolante dell'involucro esterno considerando anche il contributo negativo del cappotto in EPS, coerentemente alle indicazioni di cui alla norma UNI EN ISO 12354-1:2017 [10]. La composizione della parete è riportata di seguito in Tabella 5, con indicazione delle relative prestazioni calcolate con il software SONIDO, di cui al paragrafo 4.1.1.

Tabella 5: Stratigrafia della parete esterna esistente e stima delle relative prestazioni acustiche.

TIPOLOGIA: PARETE ESTERNA IN BLOCCHI CON CAPPOTTO	DENSITÀ kg/m <sup>3</sup>	SPESSORE cm	MASSA SUPF. kg/m <sup>2</sup>
INTONACO INTERNO	1800	1,5	27
MATTONI FORATI	1800	27	486
INTONACO ESTERNO	1800	1,5	27
POLISTIRENE EPS	20	12	2,4
INTONACO PALSTICO PER CAPPOTTO	1300	1	13
TOTALE	1292	43	555
R <sub>w,BASE</sub> (PARETE BASE - CALCOLO SONIDO - SCHEDA 01 PAR. 9.1)		56 dB	
ΔR <sub>w</sub> (UNI EN ISO 12354-1:2017) CAPPOTTO		-3 dB	
<b>R<sub>w</sub></b>		<b>53 dB</b>	

#### 5.2.4 Potere fonoisolante minimo dei serramenti

Detta A<sub>TOT</sub> la superficie complessiva della parete, A<sub>P</sub> e A<sub>FIN</sub> rispettivamente la superficie della parte opaca e della parte finestrata della facciata, ΔL<sub>FS</sub> il termine correttivo per la forma della facciata, K il contributo della trasmissione laterale, V il volume dell'ambiente interno racchiuso dalla facciata, R<sub>WP</sub> l'indice del potere fonoisolante della parte opaca della facciata, il potere fonoisolante minimo dei serramenti si calcola come:

$$R_{wFIN} = -10 \log \left[ \frac{A_{TOT}}{A_{FIN}} \left( 10^{(-D_{2m,nTW} + \Delta L_{FS} + 10 \log(V / (6T_0 A_{TOT}))) - K} / 10 - \frac{A_P}{A_{TOT}} 10^{-R_{WP} / 10} \right) \right]$$

Considerando i parametri e le dimensioni di progetto, si calcola un valore minimo R<sub>w</sub> per i serramenti come di seguito riassunto in Tabella 6. La corretta e precisa posa in opera del sistema serramento nel suo insieme è l'elemento cruciale per garantire il risultato in termini di prestazioni finali. Il valore di R<sub>w</sub> dell'intero sistema serramento deve essere certificato dal produttore. La prestazione prevista è da considerarsi il minimo valore in grado di garantire il rispetto dei limiti normativi che, nel caso di locali di dimensioni ridotte, potrebbero non corrispondere a condizioni di completo confort. L'area di intervento, tuttavia, non è interessata dalla presenza di particolari sorgenti sonore né di tipo fisso, né di tipo infrastrutturale.

Tabella 6: Valore del potere fonoisolante minimo certificato per l'intero sistema del serramento.

R <sub>w</sub>	>44 dB	TUTTI I SERRAMENTI ESTERNI
----------------	--------	----------------------------

## 6. VERIFICHE ACUSTICHE

### 6.1 VERIFICHE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI AI SENSI DEL D.P.C.M. 5/12/1997

#### 6.1.1 Criteri generali di valutazione

La verifica dei requisiti acustici passivi, ai sensi della vigente legislazione nazionale, è effettuata attraverso il collaudo in opera delle prestazioni degli elementi tecnici più rappresentativi per l'edificio in esame. Il riferimento più recente in questo ambito è dato dalle indicazioni della norma UNI 11367 [14], nella quale è disciplinata sia la scelta degli elementi tecnici da verificare, sia le modalità di verifica. La norma, sebbene non cogente e tuttora valida solamente a titolo volontario, completa un percorso pluriennale di approfondimento, effettuato con l'obiettivo di risolvere alcune incertezze nell'interpretazione del D.P.C.M. 5/12/1997 [5], prefigurando gli elementi generali cui dovrà essere ispirata la futura legislazione di settore. Per queste ragioni, quindi, essa rappresenta il riferimento per la definizione dello stato dell'arte nell'ambito dell'acustica in edilizia. Nelle analisi di seguito effettuate, quindi, si adottano alcuni criteri ispirati alla norma UNI 11367 [14] alle indicazioni di cui al DPCM 5/12/1997 [5] e a quelle del D.M. 11/10/2017 [6] come linee guida per la progettazione e per la valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi.

#### 6.1.2 Definizione degli elementi tecnici e delle modalità di verifica

In coerenza con le indicazioni della norma UNI 11367 [14], sono escluse dalle valutazioni le facciate che delimitano ambienti accessori e di servizio. In particolare, nella definizione degli spazi, si intende:

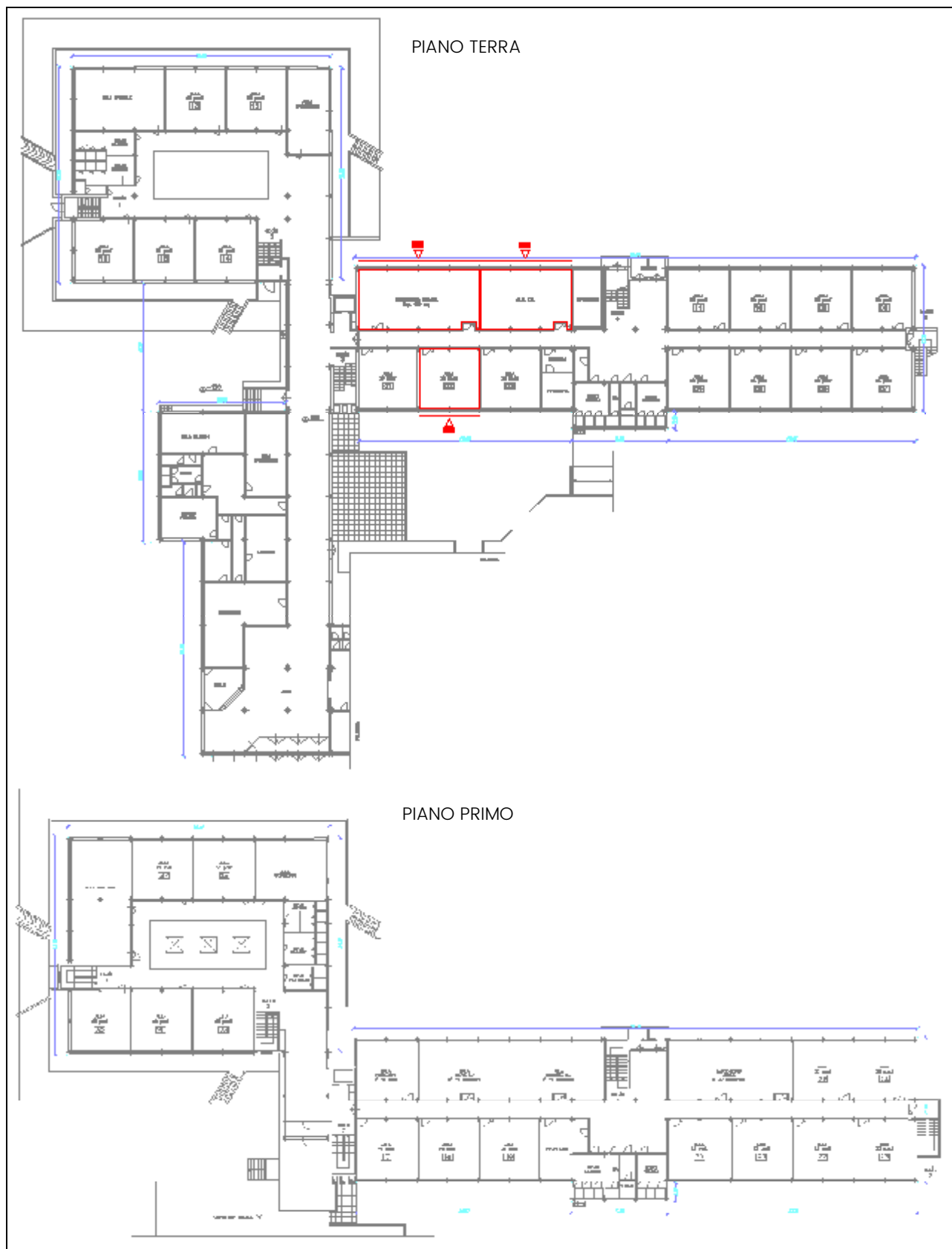
- Ambiente abitativo: porzione di unità immobiliare, o unità funzionale autonoma e separata, completamente delimitata e destinata al soggiorno e alla permanenza di persone per lo svolgimento di attività e funzioni caratterizzanti la destinazione d'uso;
- Ambiente accessorio o di servizio: parte di unità immobiliare con funzione non abitativa (corridoi, scale interne, depositi e servizi igienici).

Chiariti questi criteri generali, quindi, allo scopo di stimare in via previsionale il comportamento in opera degli elementi tecnici interessati dagli interventi edilizi in oggetto, si identificano alcune casistiche, considerate rappresentative delle condizioni acusticamente più sfavorevoli per effetto della destinazione d'uso dei locali, delle dimensioni e delle caratteristiche costruttive degli stessi. La verifica dell'isolamento di facciata è critica negli ambienti più piccoli e con maggiore superficie finestrata, per questo motivo si analizza la percentuale di area finestrata rispetto al volume dell'ambiente ricevente in tutti i locali per individuare le facciate più sfavorevoli. Le casistiche esaminate, quindi, possono essere considerate come il limite inferiore alle prestazioni acustiche dell'edificio e garantiscono un approccio cautelativo nell'interpretazione dei risultati.

#### 6.1.3 Elementi edilizi soggetti a verifica

Date le caratteristiche dimensionali, tipologiche e funzionali dell'intervento e considerando i criteri indicati al paragrafo 6.1.2, si valutano in via previsionale le prestazioni degli elementi individuati in Tabella 7. Gli interventi di rilevanza acustica interessano unicamente le facciate esterne. I risultati delle verifiche sono sintetizzati in Tabella 8, mentre i dettagli delle verifiche di calcolo, eseguite mediante l'ausilio del software ECHO, descritto al paragrafo 4.1.1, sono allegate al presente studio, al paragrafo 9.3. Come esito delle analisi, si verifica il rispetto dei limiti di cui al D.P.C.M. 5/12/1997 [5].

Tabella 7: Identificazione in pianta degli elementi edilizi sottoposti a verifica dei requisiti acustici passivi ai sensi del D.P.C.M. 5/12/1997 [5]. In rosso sono indicate le verifiche dell'isolamento acustico di facciata. Per la suddivisione interna degli ambienti si fa riferimento alle tavole depositate al tavolare.



## ACUSTICA

OTERA acustica

Via dei Solteri 37/I, 38121 Trento

Tel 0461 931764 [www.tera-group.it](http://www.tera-group.it)

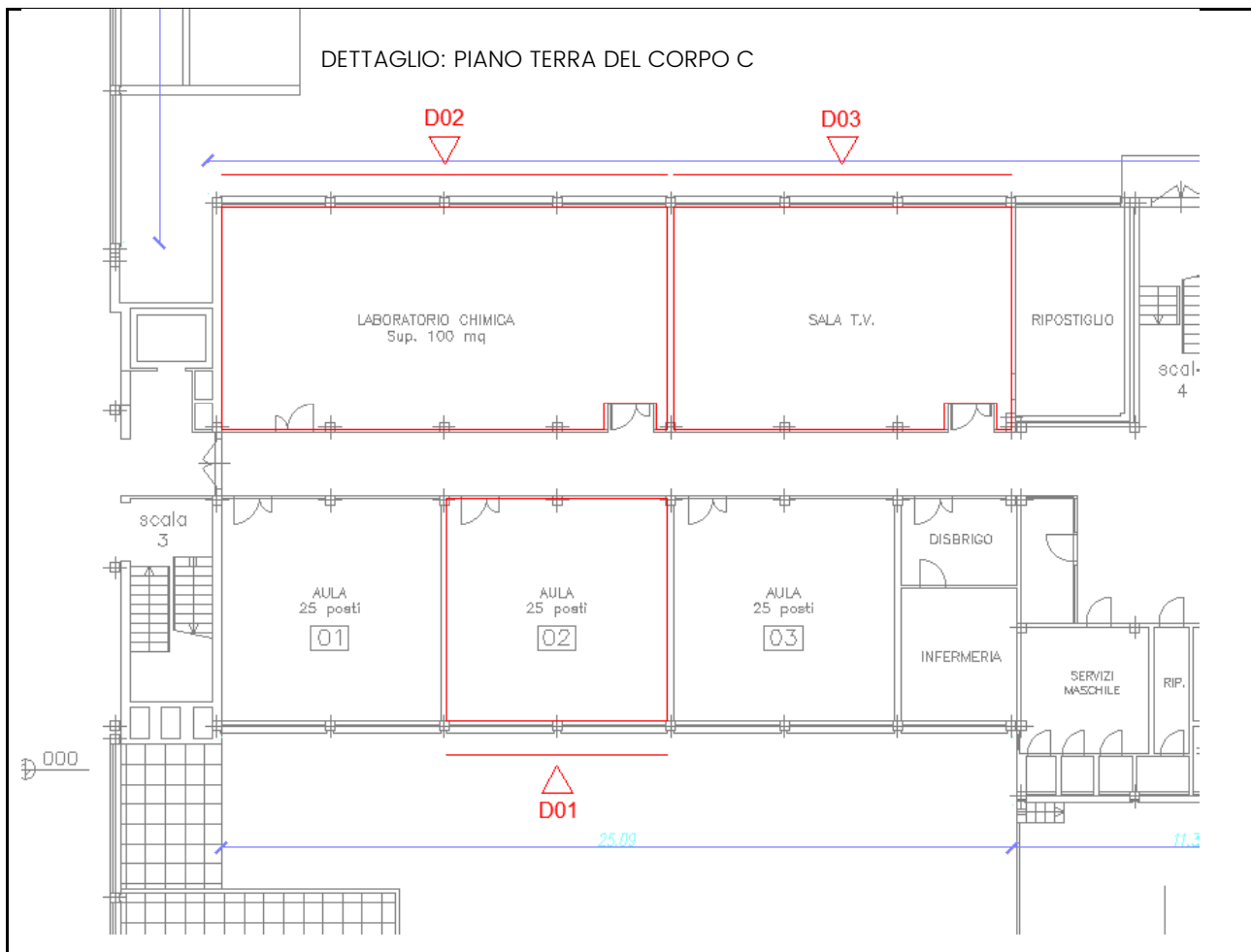


Tabella 8: Schema riassuntivo dei risultati delle verifiche previsionali dei requisiti acustici passivi effettuate ai sensi del D.P.C.M. 5/12/1997 [5]. I valori sono approssimati a 1 dB.

RIF.	CODICE DEL LOCALE EMITTENTE	CODICE DEL LOCALE RICEVENTE	VERIFICA AI SENSI DEL D.P.C.M. 5/12/1997		
			PARTIZIONE VERIFICATA	PARAMETRO CALCOLATO	ESITO VERIFICA
D01 (CAP. 9.3)	AMBIENTE ESTERNO	PT AULA TIPO	FACCIATA + SERRAMENTO	$D'_{2m,nT,W} = 49 \text{ dB}$	> 48 dB
D02 (CAP. 9.3)	AMBIENTE ESTERNO	PT LABORATORIO	FACCIATA + SERRAMENTO	$D'_{2m,nT,W} = 49 \text{ dB}$	> 48 dB
D03 (CAP. 9.3)	AMBIENTE ESTERNO	PT SALA TV	FACCIATA + SERRAMENTO	$D'_{2m,nT,W} = 49 \text{ dB}$	> 48 dB

## 7. CONCLUSIONI

Nel presente studio, si effettuano le verifiche previsionali dei requisiti acustici passivi relativamente ai LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'ISTITUTO I.I.S. "B. PASCAL – P. MAZZOLARI" SITO NEL COMUNE DI VEROLANUOVA, IN VIA ROVETTA, 29 (BS), secondo le indicazioni di cui al D.P.C.M. 5/12/1997 [5] e al D.M. 11/10/2017 [6].

### 7.1 INQUADRAMENTO GENERALE DEL PROGETTO

Sinteticamente, con i lavori in progetto, si prevede di effettuare un intervento di riqualificazione energetica dell'edificio. Fra gli interventi previsti, la sostituzione dei serramenti e la realizzazione del cappotto esterno influiscono sull'isolamento delle facciate esterne di involucro dell'edificio.

### 7.2 VERIFICA DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

In conclusione, con alcune prescrizioni relative alla scelta dei materiali e delle soluzioni costruttive, si verifica la rispondenza delle soluzioni progettuali adottate alle indicazioni prestazionali minime di cui al D.P.C.M. 5/12/1997 [5] e al D.M. 11/10/2017 [6].

TRENTO, MAGGIO 2022



ING. MATTEO AGOSTINI

TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA

ING. ELENA MARGESIN

TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA

## 8. BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

### 8.1 NORMATIVA NAZIONALE DI RIFERIMENTO

- [1] D.P.C.M. 1 marzo 1991, "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";
- [2] L. 11 agosto 1991, n. 273, "Istituzione del sistema nazionale di taratura";
- [3] L. 26 ottobre 1995, n. 447, "Legge quadro sull'inquinamento acustico";
- [4] D.P.C.M. 14 novembre 1997, "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- [5] D.P.C.M. 5 dicembre 1997, "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici";
- [6] D.M. 16 marzo 1998, "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
- [7] D.P.C.M. 31 marzo 1998, "Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera b), e dell'art. 2, commi 6, 7 e 8, della legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico";
- [1] D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142, "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della L. 26 ottobre 1995, n. 447";
- [2] D.M. 24 dicembre 2015, "Adozione dei criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione e criteri ambientali minimi per le forniture di ausili per l'incontinenza";
- [3] D. Lgs. 18 aprile 2016, n. 50, "Codice dei contratti pubblici";
- [4] D.M. 11 gennaio 2017, "Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili";
- [5] D. Lgs. 17 febbraio 2017, n. 42, "Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161";
- [6] D.M. 11 ottobre 2017, "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici";

### 8.2 NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

- [7] UNI EN 12354-1:2017 Acustica in edilizia, Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti;
- [8] UNI EN 12354-2:2017 Acustica in edilizia, Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento acustico al calpestio tra ambienti;
- [9] UNI EN 12354-3:2017 Acustica in edilizia, Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea;
- [10] UNI EN 12354-4:2017 Acustica in edilizia, Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Trasmissione del rumore interno all'esterno;
- [11] UNI EN 12354-5:2009 Acustica in edilizia, Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Parte 5: Livelli sonori dovuti agli impianti tecnici;
- [12] UNI EN 12354-6:2006 Acustica in edilizia, Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi;

- [13] UNI TR 11175:2005 Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici – Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale;
- [14] UNI 11367:2010 Classificazione acustica delle unità immobiliari;
- [15] UNI 11516:2013 – Indicazioni di posa in opera dei sistemi di pavimentazione galleggiante per l'isolamento acustico;
- [16] 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;
- [17] UNI 11673-1:2017 – Posa in opera di serramenti – Parte 1: Requisiti e criteri di verifica della progettazione;
- [18] UNI EN ISO 717-1:2007 Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio, Isolamento acustico per via aerea;
- [19] UNI EN ISO 717-2:2007 Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio, Isolamento del rumore di calpestio;

### 8.3 BIBLIOGRAFIA TECNICA DI RIFERIMENTO

- [20] ANIT (2011), "Collana l'isolamento termico e acustico – Vol. 3, Manuale di acustica edilizia", Bologna, TEP s.r.l. Editore;
- [21] ANIT (2011), "Collana l'isolamento termico e acustico – Vol. 6, Classificazione acustica delle unità immobiliari", Bologna, TEP s.r.l. Editore;
- [22] C. BENEDETTI ET AL, (2010), "Sistema finestra", Bolzano Bozen, Bolzano University Press;
- [23] E. BROSIO ET AL, (2007), "Comportamento acustico dei solai in laterocemento: considerazioni preliminari su alcuni dati sperimentali, Atti del seminario "Il controllo del rumore di calpestio: progettazione e verifica ai sensi del D.P.C.M. 5-12-97", Associazione Italiana di Acustica GAE 2;
- [24] L. HAMAYON (2009), "L'acustica nell'edificio – Progettazione e tecniche di realizzazione", Napoli, Gruppo editoriale Esselibri – Simone;
- [25] K. A. HOOVER (1999), "Compendio di acustica", Milano, Ed. Giorgio Campolongo;
- [26] J. KOLB (2007) "Holzbau mit System: Tragkonstruktion und Schichtaufbau der Bauteile", DGfH Deutsche Gesellschaft für Holzforschung;
- [27] I. OBERTI (2011), "Il benessere acustico dell'edificio", Sant'Arcangelo di Romagna, Maggioli Editore;
- [28] R. SPAGNOLO (2001), "Manuale di acustica applicata" Torino, Ed. UTET Libreria s.r.l. .



## ALLEGATI ALLA RELAZIONE TECNICA

## 9. SCHEDE DI VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE

### 9.1 SCHEDE DI CALCOLO DEI MATERIALI

NUMERO SCHEDA			SDI																																																																																																												
ELEMENTO EDILIZIO ANALIZZATO			PARTITESTRINA																																																																																																												
CALCOLO PREVISIONALE DEL POTERE FONDOISOLANTE DI ELEMENTI DI EDIFICIO																																																																																																															
<b>Tipo di componente edilizia:</b> <b>Metodo di calcolo:</b> <b>Composizione dell'elemento:</b> <b>Note:</b>	Componente muraria Metodo ingegneristico secondo standard europeo (Regolamento UE) Elemento costituito da blocchi in laterizio con cartongesso																																																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">STRUTTURAZIONE</th> <th style="width: 20%;">SPESORE</th> <th style="width: 20%;">MATERIALE</th> <th style="width: 30%;">SCHEMA STANDARD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Descrizione strato</td> <td>sp</td> <td>lg/m<sup>2</sup></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1) INTONACO INTERNO</td> <td>10</td> <td>10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2) MATTONE Pieno</td> <td>20</td> <td>400</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3) INTONACO INTERNO</td> <td>10</td> <td>10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4) Pannello in laterizio</td> <td>12</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5) INTONACO ESTERNO</td> <td></td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>PARETE BASE</b></td> <td><b>30</b></td> <td><b>640</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Strato di isolamento</b></td> <td><b>0</b></td> <td><b>100</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>TOTALE</b></td> <td><b>48</b></td> <td><b>650</b></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	STRUTTURAZIONE	SPESORE	MATERIALE	SCHEMA STANDARD	Descrizione strato	sp	lg/m <sup>2</sup>		1) INTONACO INTERNO	10	10		2) MATTONE Pieno	20	400		3) INTONACO INTERNO	10	10		4) Pannello in laterizio	12	0		5) INTONACO ESTERNO		0										<b>PARETE BASE</b>	<b>30</b>	<b>640</b>		<b>Strato di isolamento</b>	<b>0</b>	<b>100</b>		<b>TOTALE</b>	<b>48</b>	<b>650</b>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="3">PARETE BASE</th> </tr> <tr> <th>Frequenza [Hz]</th> <th>R<sub>w</sub> [dB]</th> <th>R<sub>tr</sub> [dB]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50</td><td>44.4</td><td></td></tr> <tr><td>100</td><td>45.5</td><td>37.0</td></tr> <tr><td>125</td><td>45.9</td><td>40.0</td></tr> <tr><td>160</td><td>42.9</td><td>43.0</td></tr> <tr><td>200</td><td>38.4</td><td>46.0</td></tr> <tr><td>250</td><td>42.3</td><td>49.0</td></tr> <tr><td>315</td><td>46.4</td><td>52.0</td></tr> <tr><td>400</td><td>50.0</td><td>55.0</td></tr> <tr><td>500</td><td>53.7</td><td>58.0</td></tr> <tr><td>630</td><td>57.3</td><td>61.0</td></tr> <tr><td>800</td><td>60.8</td><td>64.0</td></tr> <tr><td>1000</td><td>64.4</td><td>67.0</td></tr> <tr><td>DEC</td><td>67.5</td><td>70.0</td></tr> <tr><td>1600</td><td>71.0</td><td>73.0</td></tr> <tr><td>2000</td><td>74.0</td><td>76.0</td></tr> <tr><td>2500</td><td>76.5</td><td>79.0</td></tr> <tr><td>3150</td><td>78.0</td><td>81.0</td></tr> <tr><td>4000</td><td>79.0</td><td>82.0</td></tr> </tbody> </table>			PARETE BASE			Frequenza [Hz]	R <sub>w</sub> [dB]	R <sub>tr</sub> [dB]	50	44.4		100	45.5	37.0	125	45.9	40.0	160	42.9	43.0	200	38.4	46.0	250	42.3	49.0	315	46.4	52.0	400	50.0	55.0	500	53.7	58.0	630	57.3	61.0	800	60.8	64.0	1000	64.4	67.0	DEC	67.5	70.0	1600	71.0	73.0	2000	74.0	76.0	2500	76.5	79.0	3150	78.0	81.0	4000	79.0	82.0
STRUTTURAZIONE	SPESORE	MATERIALE	SCHEMA STANDARD																																																																																																												
Descrizione strato	sp	lg/m <sup>2</sup>																																																																																																													
1) INTONACO INTERNO	10	10																																																																																																													
2) MATTONE Pieno	20	400																																																																																																													
3) INTONACO INTERNO	10	10																																																																																																													
4) Pannello in laterizio	12	0																																																																																																													
5) INTONACO ESTERNO		0																																																																																																													
<b>PARETE BASE</b>	<b>30</b>	<b>640</b>																																																																																																													
<b>Strato di isolamento</b>	<b>0</b>	<b>100</b>																																																																																																													
<b>TOTALE</b>	<b>48</b>	<b>650</b>																																																																																																													
PARETE BASE																																																																																																															
Frequenza [Hz]	R <sub>w</sub> [dB]	R <sub>tr</sub> [dB]																																																																																																													
50	44.4																																																																																																														
100	45.5	37.0																																																																																																													
125	45.9	40.0																																																																																																													
160	42.9	43.0																																																																																																													
200	38.4	46.0																																																																																																													
250	42.3	49.0																																																																																																													
315	46.4	52.0																																																																																																													
400	50.0	55.0																																																																																																													
500	53.7	58.0																																																																																																													
630	57.3	61.0																																																																																																													
800	60.8	64.0																																																																																																													
1000	64.4	67.0																																																																																																													
DEC	67.5	70.0																																																																																																													
1600	71.0	73.0																																																																																																													
2000	74.0	76.0																																																																																																													
2500	76.5	79.0																																																																																																													
3150	78.0	81.0																																																																																																													
4000	79.0	82.0																																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>R<sub>w</sub> = 56 dB</b></td> <td style="width: 50%;"><b>C<sub>w</sub> = -3</b></td> </tr> </table>	<b>R<sub>w</sub> = 56 dB</b>	<b>C<sub>w</sub> = -3</b>																																																																																																													
<b>R<sub>w</sub> = 56 dB</b>	<b>C<sub>w</sub> = -3</b>																																																																																																														
CONFERMAZIONE DATI DI CALCOLO PREVISIONALE (R <sub>w</sub> = 56 dB, C <sub>w</sub> = -3)																																																																																																															
<b>PRESTAZIONE DELL'ELEMENTO EDILIZIO ANALIZZATO</b>																																																																																																															
POTERE FONDOISOLANTE DELLA PARETE BASE POTERE FONDOISOLANTE DELLA PARETE BASE POTERE FONDOISOLANTE COMPLESSIVO POTERE FONDOISOLANTE COMPLESSIVO		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>R<sub>w</sub></td><td>= 56</td></tr> <tr><td>R<sub>tr</sub></td><td>= 53.7</td></tr> <tr><td>R<sub>a</sub></td><td>= 53</td></tr> <tr><td>R<sub>tr</sub></td><td>= 50.7</td></tr> </table>		R <sub>w</sub>	= 56	R <sub>tr</sub>	= 53.7	R <sub>a</sub>	= 53	R <sub>tr</sub>	= 50.7																																																																																																				
R <sub>w</sub>	= 56																																																																																																														
R <sub>tr</sub>	= 53.7																																																																																																														
R <sub>a</sub>	= 53																																																																																																														
R <sub>tr</sub>	= 50.7																																																																																																														

### 9.3 VERIFICA PREVISIONALE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI (EX D.P.C.M. 5/12/1997)

#### Requisiti acustici passivi secondo DPCM 5-12-97

Unità immobiliare 2022038\_RAP SCUOLA MAZZOLARI BS  
Destinazione d'uso Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli

**D<sub>2m,nT,w</sub> - Isolamento acustico di facciata**  
Valore limite: 48 dB

	Facciate	nr elementi	D <sub>2m,nT,w</sub> [dB]
1	D01 - aula tipo	1	48.7
2	D02 - laboratorio chimica	1	48.7
3	D03 - sala tv	1	48.7

#### CALCOLO DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA D01

Volume dell'ambiente 147.00 m³  
Superficie della facciata 21.00 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m²]	R <sub>e</sub> [dB]
1	P1 - PARETE ESTERNA	12.42	53.00
2	Nuovo serramento	8.58	44.00

Correzioni  
Trasmissione laterale K = 2 dB  
Forma di facciata ΔL<sub>v</sub> = 0 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'<sub>w</sub> 45.2 dB  
D<sub>2m,nT,w</sub> 48.7 dB  
Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli  
D<sub>2m,nT,w</sub> minimo 48.0 dB  
**Limite verificato**

## CALCOLO DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA D02

Volume dell'ambiente      294.00 m<sup>3</sup>  
Superficie della facciata      42.42 m<sup>2</sup>

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m <sup>2</sup> ]	R <sub>v</sub> [dB]
1	P1 - PARETE ESTERNA	25.26	53.00
2	Nuovo serramento	17.16	44.00

Correzioni

Trasmissione laterale      K = 2 dB  
Forma di facciata      ΔL<sub>fs</sub> = 0 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'<sub>w</sub>      45.2 dB  
D<sub>2m,nT,w</sub>      48.7 dB  
Categoria dell'edificio      Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli  
D<sub>2m,nT,w</sub> minimo      48.0 dB

**Limite verificato**

## CALCOLO DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA D03

Volume dell'ambiente      222.00 m<sup>3</sup>  
Superficie della facciata      32.10 m<sup>2</sup>

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m <sup>2</sup> ]	R <sub>v</sub> / D <sub>nsd</sub> [dB]
1	P1 - PARETE ESTERNA	19.23	53.00
2	Nuovo serramento	12.87	44.00

Correzioni

Trasmissione laterale      K = 2 dB  
Forma di facciata      ΔL<sub>fs</sub> = 0 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'<sub>w</sub>      45.2 dB  
D<sub>2m,nT,w</sub>      48.7 dB  
Categoria dell'edificio      Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli  
D<sub>2m,nT,w</sub> minimo      48.0 dB

**Limite verificato**

Calcoli eseguiti con il software ECHO 8.1.1

2