

# RELAZIONE ACUSTICA

CUP: H82G20000010007

Progetto: INTERVENTO DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO SCUOLA PRIMARIA “A.  
VOLTA” DI GROSSA

Ai sensi del DGR n. 1242 del 20 Agosto 2019

Ubicazione: Via Risorgimento 82/A – 35010 Gazzo Fg. 17 Map. 102 sub. 6-7

Committente: Comune di Gazzo

Montecchio Maggiore, Febbraio 2020 (agg. Ottobre 2022)

Il Tecnico:

Zarantonello ing. Pier Luigi

## 1 Premessa e scopo del progetto acustico.

L'intervento progettato ha seguito le norme di buona tecnica, e nello specifico facendo anche riferimento ai Criteri Ambientali Minimi. Nel corpo della presente relazione si entra nel merito della progettazione per quanto non già riportato in altra documentazione prodotta.

L'edificio oggetto di intervento è destinato ad attività scolastica, risulta vincolato e soggetto pertanto al parere della Sovrintendenza.

La presente relazione riporta di seguito i risultati delle calcolazioni per gli aspetti di prestazione acustica, riportando l'esito delle verifiche di progetto relative all'isolamento acustico di facciata e di calpestio, tenuto conto delle strutture murarie esistenti, degli effetti di facciata e di ponte acustico sul perimetro di installazione.

La presente relazione riporta di seguito i risultati delle calcolazioni per gli aspetti di prestazione acustica, riportando l'esito delle verifiche di progetto relative al comfort acustico interno per quanto attiene gli ambienti destinati ad aule e per l'ambiente destinato a palestra, tenuto conto delle finiture superficiali e di una stima della prestazione dei componenti di arredo esistenti.

La presente relazione riporta di seguito i risultati delle calcolazioni per gli aspetti di prestazione acustica, riportando l'esito delle verifiche di progetto relative al comfort acustico interno per quanto attiene il rumore introdotto nelle aule per la prevista realizzazione dell'impianto di Ventilazione Meccanica Controllata, tenuto conto dei dati forniti dal costruttore delle macchine di ventilazione e specificatamente della potenza acustica dei ventilatori presenti sia di mandata sia di ripresa. La progettazione ha inoltre considerato l'installazione di elementi silenziatori per assorbire il rumore che transita all'interno dei condotti dell'impianto di ventilazione.

La presente relazione richiama i materiali previsti in progetto, comprendendo materiali di finitura, materiali isolanti e pannelli di controsoffitto. I materiali previsti sono a riferimento per le prestazioni richieste, dovranno in ogni caso rispondere ai Criteri ambientali richiesti dal DM 24-12-2015 e per la dimostrazione l'appaltatore dovrà fornire idonea documentazione.

## 2 ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA.

## 2.1 PREMESSA

La presente relazione tecnica descrive circa le caratteristiche tecnico-costruttive da adottarsi nell'intervento in oggetto della presente relazione al fine di ottenere il rispetto dei limiti previsti dalla normativa specifica relativamente ai requisiti acustici passivi delle strutture e delle loro componenti in opera oggetto di intervento.

Nello specifico l'analisi ha analizzato le seguenti specifiche:

- **la composizione** delle componenti di facciata previste in fase di progetto;
- **la progettazione del comfort interno con riferimento alle caratteristiche acustiche interne degli ambienti confinati**
- **la progettazione connessa con l'immissione di rumore dall'impianto di Ventilazione Meccanica Concentrata.**

Lo studio si è avvalso di un software di elaborazione per la determinazione previsionale secondo algoritmi di calcolo definiti nella norma UNI EN 12354 *“Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti”*, oltre che da nozioni tecniche fondamentali estrapolate dai maggiori testi di letteratura tecnica specifica e da esperienze pratiche in opera. Per quanto attiene la progettazione del comfort interno si è fatto riferimento a valutazioni secondo gli algoritmi previsti nella parte 6 della UNI EN 12354 relativa a *“Assorbimento acustico in ambienti chiusi”*. Per quanto attiene poi la progettazione del comfort acustico connesso all'immissione di rumore dagli impianti tecnologici, si è fatto riferimento a valutazioni secondo gli algoritmi previsti nella parte 5 della UNI EN 12354 relativa a *“Livelli sonori dovuti agli impianti tecnologici”*.

L'elaborazione dei dati e le considerazioni relative si basano sull'analisi degli elaborati grafici e delle informazioni fornite dai produttori dei componenti o dedotte da formulazioni di letteratura.

I dati elaborati si riferiscono ad analisi teoriche svolte mediante ausilio di opportuni algoritmi di calcolo ed analizzano, pertanto, le prestazioni delle soluzioni proposte in ideali condizioni di posa in opera.

## 2.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa tecnica di riferimento è costituita dalla UNI 11367 *“Classificazione acustica delle unità immobiliari. Procedura di valutazione e verifica in opera”*, che regola i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici ed i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore.

La normativa tecnica di riferimento è costituita anche dalla UNI 11532 *“Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati”*, che regola i requisiti acustici degli ambienti interni confinati, al fine di rappresentare la qualità acustica degli ambienti stessi.

Il testo delle norme esplica le modalità di effettuazione delle *prove strumentali di collaudo* al fine di determinare le grandezze fondamentali che caratterizzano i requisiti trattati e di verificarne il rispetto dei valori attribuiti a seconda della destinazione d'uso.

Le metodologie tecniche di misurazione vengono demandate a specifiche norme.

La normativa sottintende la necessità, in fase di esamina preventiva, di individuare le caratteristiche acustiche delle strutture edili, dei manufatti e degli impianti tecnologici a funzionamento continuo e discontinuo e di analizzare la distribuzione logistica della destinazione d'uso dei locali, allo scopo di verificarne l'ottemperanza ai requisiti normativi previsti garantendo, al tempo stesso, un adeguato comfort acustico dell'utenza.

Per quanto concerne il quadro normativo si fa riferimento alle disposizioni più correntemente utilizzate nella letteratura tecnica specifica:

- UNI 8199:2016 *“Acustica in edilizia - Collaudo acustico di impianti a servizio di unità immobiliari - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione all'interno degli ambienti serviti”*
- UNI EN ISO 12999:2014 *“Acustica - Determinazione e applicazione dell'incertezza di misurazione nell'acustica in edilizia - Parte 1: Isolamento acustico”*

- UNI EN ISO 11532:2014 *“Acustica in edilizia - Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati”*
- UNI 11444:2012 *“Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Linee guida per la selezione delle unità immobiliari in edifici con caratteristiche non seriali”*
- UNI 11367:2010 *“Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera”*
- UNI/TR/11175:2005 *“Acustica in edilizia - Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale”*
- UNI EN 12354-1:2002 *“Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti”*
- UNI EN 12354-2:2002 *“Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento acustico al calpestio tra ambienti”*
- UNI EN 12354-3:2002 *“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”*
- UNI EN 12354-4:2003 *“Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Trasmissione del rumore interno all'esterno”*
- 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”*
- 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”*
- UNI EN ISO 3382-1:2009 *“Acustica - Misurazione dei parametri acustici degli ambienti - Parte 1: Sale da spettacolo”*
- UNI EN ISO 3382-2: 2008 *“Acustica - Misurazione dei parametri acustici degli ambienti - Parte 2: Tempo di riverberazione negli ambienti ordinari”*
- UNI EN ISO 3382-3:2012 *“Acustica - Misurazione dei parametri acustici degli ambienti - Parte 3: Open space”*
- UNI EN ISO 717-1:2013 *“Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 1: Isolamento acustico per via aerea”*
- UNI EN ISO 717-2:2013 *“Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 2: Isolamento dal rumore di calpestio”*
- UNI EN ISO 16283-1:2014 *“Acustica - Misure in opera dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 1: Isolamento acustico per via aerea”*
- UNI EN ISO 16283-2:2016 *“Acustica - Misure in opera dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di*

*edificio - Parte 2: Isolamento dal rumore di calpestio”*

– *UNI EN ISO 16283-3:2016 “Acustica - Misure in opera dell’isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Parte 3: Isolamento acustico di facciata”*

## 2.3 SOFTWARE E LETTERATURA TECNICA DI RIFERIMENTO

Il supporto tecnico è fornito dalla seguente letteratura tecnica:

- “Manuale di acustica applicata ” - Renato Spagnolo, Edizioni UTET
- “Compendio di acustica ” - K. Anthony Hoover
- “Manuale di acustica applicata – Concetti fondamentali – Acustica degli interni ” – F. Alton Everest – Edizione Hoepli
- “Interventi, materiali e strumenti per l’isolamento acustico degli edifici ”– M. Toni – Ed. Maggioli
- “Inquinamento da rumore ” – A. Cocchi – Ed. Maggioli
- “L’acustica nella progettazione architettonica ” – C. Bernasconi –

Con l’ausilio dei seguenti software di calcolo:

- “Catt Acoustic” – Software di previsione acustica
- EDIL ISO – Isolamento acustico degli edifici
- SUONUS – Isolamento acustico degli edifici
- Fogli di calcolo e verifica

## 2.4 METODI PREVISIONALI

I principali metodi previsionali per verificare il grado di conformità di un'opera ai requisiti acustici passivi previsti, possono essere classificati nei seguenti:

- **metodo descrittivo:** è basato sulla descrizione di progetti esistenti giudicati soddisfacenti;
- **metodo di calcolo:** consente la previsione delle prestazioni acustiche di un'opera tramite relazioni matematiche basate sulla conoscenza dei valori relativi ad analisi di laboratorio su tipologie di prodotto;

– **metodo basato su misurazioni:** consentono la determinazione sperimentale delle prestazioni acustiche di un edificio o di parte di esso mediante misure in laboratorio (metodo di laboratorio) o mediante analisi in opera dopo la costruzione della stessa (metodo di analisi in situ).

La valutazione previsionale di tali prestazioni mediante metodo di calcolo richiede l'elaborazione di un modello matematico adeguato, che sia rappresentativo dei diversi fenomeni connessi alla propagazione del rumore sia di tipo aereo che impattivo.

Un approccio semplificato che consente di giungere alla determinazione del livello di rumore negli ambienti è quello di tipo statistico (CEN). Tale metodologia si basa sulla ipotesi di una sufficiente ed uniforme densità modale del sistema in esame con applicazione allo studio della trasmissione delle vibrazioni nelle strutture (SEA, Statistical Energy Analysis).

## 2.5 DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO E DEGLI INTERVENTI

L'edificio scolastico per quanto attiene le parti oggetto della progettazione acustica, presenta nel corpo storico muratura a tre teste in mattone pieno al piano terra, presenta una muratura a due teste in mattone pieno al piano primo, intonacate sulla faccia interna e su quella esterna. L'intervento prevede la totale coibentazione delle pareti dall'interno ad esclusione del corpo bagni e CT per i quali è previsto un isolamento a cappotto esterno che però non è coinvolto dalla presente relazione. E' prevista la sostituzione dei serramenti oltre alla installazione di un impianto di ventilazione meccanica controllata. Per quanto attiene il comfort acustico interno è prevista l'installazione di pannelli fonoassorbenti da applicare a soffitto e a parete.

## 2.6 INQUADRAMENTO ACUSTICO

L'edificio oggetto della presente relazione tecnica è situato in Comune di Gazzo (PD) sito in Via Risorgimento 81/A.

Il Comune di Gazzo (PD) con riferimento alla legge 26.10.1995 n. 447, ha adottato il piano di Zonizzazione Acustica per il proprio Territorio Comunale, al momento della stesura della presente relazione. Da cui risulta che l'edificio in oggetto rientra nella zona Acustica III, rientra inoltre nella fascia di pertinenza stradale.



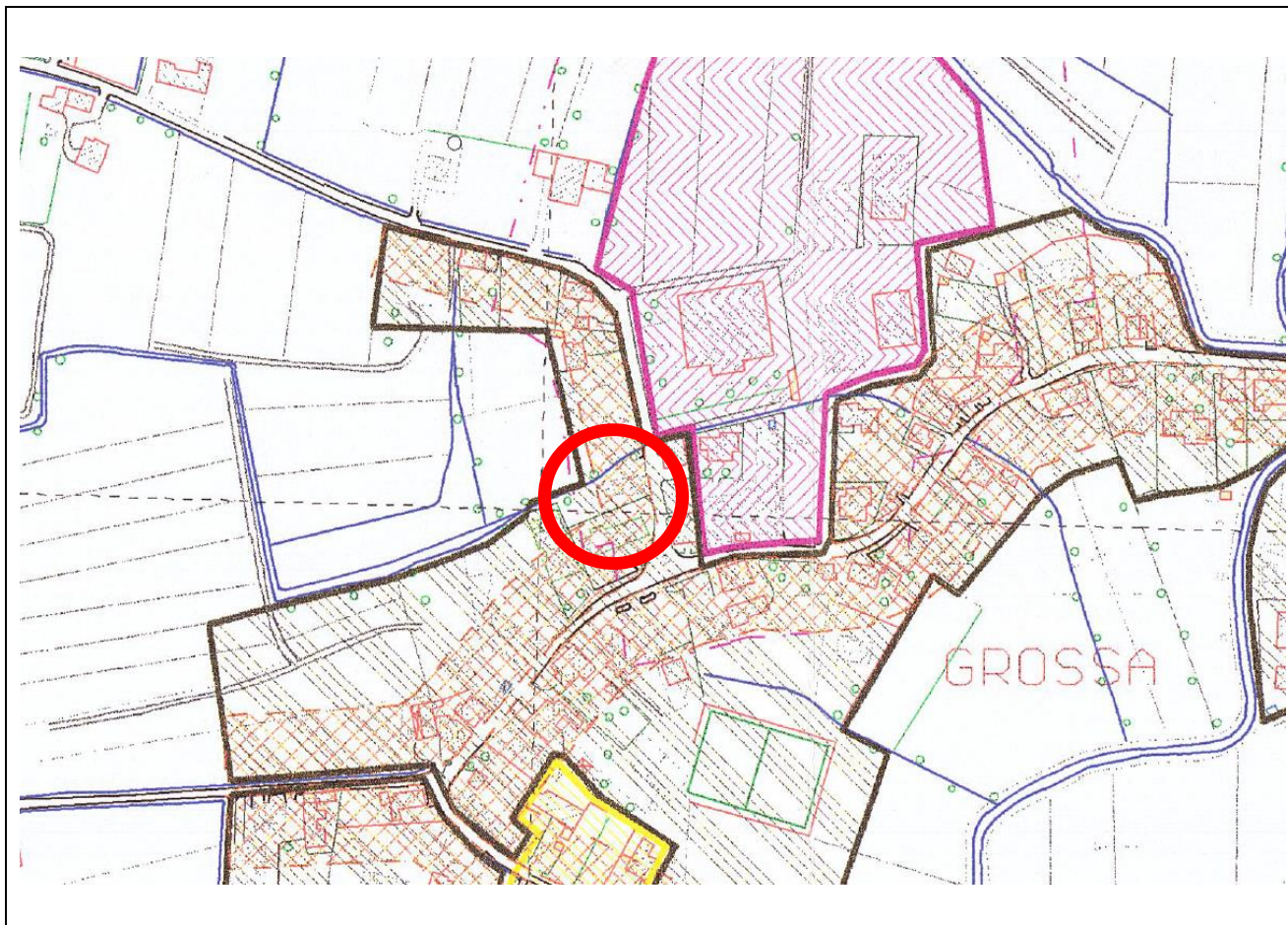
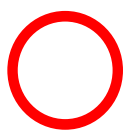


Figura 1: Estratto di della Tavola del Piano di Zonizzazione acustica.

#### Legenda



Edificio oggetto di intervento

Di seguito si riporta la legenda così come presente nel frontespizio della tavola grafica del Piano di Zonizzazione acustica del Comune di Gazzo.



progettista: Ing. Paolo Caporello  
studio: via Dignano, 17  
35135 Padova  
t. 0498641259

Ing. Paolo Monteforte  
via P.P. Vergerio  
35129 Padova  
t. 049757333

IL SINDACO

## LEGENDA

	NON DEFINITA aree agricole - rurali
	ZONA PRIMA particolarmente protetta
	ZONA SECONDA prevalentemente residenziale
	ZONA TERZA mista
	ZONA QUARTA intensa attività umana
	ZONA QUINTA prevalentemente industriale
	ZONA SESTA esclusivamente industriale
	LIMITE FASCIA DI PERTINENZA STRADALE
	AREA DELLA FASCIA DI PERTINENZA STRADALE

## 2.7 DESCRIZIONE DELLE GRANDEZZE

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

1. Il tempo di riverberazione (T), definito dalla norma UNI EN ISO 3382;
2. Il potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra ambienti (R), definito dalla norma EN ISO 16283-1:2016;
3. L'isolamento acustico standardizzato di facciata ( $D_{2m,nT}$ ), definito da:  $D_{2m,nT} = D_{2m} + 10 \log T/T_0$   
dove:

$D_{2m} = L_{1,2m} - L_2$  è la differenza tra:

$L_{1,2m}$  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 mediante la seguente formula:

$$L_2 = 10 \lg \left( \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{L_j/10} \right) \text{ dB}$$

Le misure dei livelli  $L_1$  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 "s";  $T_0$  è il tempo di riverberazione di riferimento assunto, pari a 0,5 s;

4. Il livello di rumore di calpestio di solai normalizzato ( $L_n$ ) definito dalla norma EN ISO 140-6:1996;

5.  $L_{ASmax}$ : livello massimo di pressione sonora, ponderata A con costante di tempo slow;
6.  $L_{Aeq}$ : 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 partizione fra ambienti ( $R_w$ ) da calcolare secondo la norma UNI EN ISO 717-1 E 2.
- b) Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata ( $D_{2m,nT,w}$ ) da calcolare secondo le stesse procedure di cui al precedente punto a;
- c) Indice del rumore di calpestio di solai, normalizzato ( $L_{n,w}$ ) da calcolare secondo la procedura descritta dalla norma UNI EN ISO 717-1 E 2

## 2.8 CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI ABITATIVI

Premesso che trattasi di intervento di efficientamento energetico di un edificio che presenta già la destinazione di tipo scolastico, i riferimenti prestazionali richiesti nell'intervento sono quelli presenti e richiamati nel DM 24-12-2015 che rinvia alla UNI 11367 nel prospetto A1 con riferimento alla "prestazione superiore". Mentre per quanto attiene il comfort delle aule scolastiche e nello specifico per quanto attiene il tempo di riverbero all'interno delle stesse, si rinvia alla UNI 11532-2:2020 stabilendo un tempo di riverbero in funzione delle frequenze, della destinazione d'uso, del volume dei locali che la norma richiede stare entro un limite minimo e un limite massimo.

Per cui per gli interventi previsti, in fase di collaudo acustico dovranno essere rispettati i seguenti limiti:

- indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata ( $D_{2m,nT,w}$ )  $>43$  dB;
- Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità imm.  $L'_{nw} <53$  dB
- rumore prodotto dagli impianti tecnologici a funzionamento continuo ( $L_{ic}$ )  $<28$  dB.
- Tempo di riverbero secondo i limiti disposti nella UNI 11532-2:2020.

## 2.9 ISOLAMENTO DI FACCIATA

Per quanto attiene l'isolamento di facciata, rinviando alle tavole grafiche per i parametri geometrici, si riportano di seguito gli esiti delle calcolazioni rispetto all'isolamento di facciata relativo alle aule didattiche. La prestazione delle strutture esistenti è stata stimata sulla base della tipologia muraria presunta e della relativa massa volumica.

**PROGETTO INTERVENTO ENERGETICO**

**SCUOLA PRIMARIA L. A. Volta – Gazzo (PD)**

Località Gazzo (PD)

Progettista e dd.II. Zarantonello ing. Pier Luigi

Tipologia funzionale di edificio Edifici adibiti scuola

**PIANO TERRA**

Locale: Aula 1T

Piano T

Volume: 239.00

T0 = 0.5

A0 = 10

Stot = 39.248

Ass = 0 mq

Elementi opachi							
N	Descrizione		Rw	Si	Si/Stot	10 <sup>4</sup> ·(Rw/10)	Si/Stot*(1)
1	parete		58.0	29.852	0.76	1.5849E-06	1.20547E-06
2			0.0	0	0.00	1	0
3			0.0	0	0.00	1	0
4					0.00	1	0
Valore globale elementi:			58.00	29.852			1.20547E-06

Elementi porta o finestra							
N	Descrizione		Rw	Si	Si/Stot	10γ(-Riw/10)	Si/Stot*(1)
1	porta finestra				0.00	1	0
2	finestra		38.0	9.396	0.24	0.00015849	3.79425E-05
3					0.00	1	0
4						0.00	1
Valore globale elementi:			38.00	9.396			3.79425E-05

Piccoli elementi con Dn,e,i							
N	Descrizione		Dn,e,i	Si	A0/Stot	10*(-Dnei/10)	A0/Stot*)
1	prese aria cassonetti				0.00	1	0
2					0.00	1	0
3			0	0	0.00	1	0
4			0	0	0.00	1	0
				0			

Piccoli elementi con Rw							
N	Descrizione	(Dn,e,i)	Rw	Si	Si/Stot	10^(-Dnei/10)	Si/Stot*(1)
1	prese aria	0			0.0000	1	0
2	cassonetti	0			0.0000	1	0
3		0	0.0	0	0.0000	1	0
4		0	0.0	0	0.0000	1	0
				0			

$$Rw = 44.07 + \frac{K}{-1.0} = 43.07$$

$$\Delta lfs = 0$$

$$10 \log(V/6T_0Stot) = 3.075$$

$$D_{2m,nTw} = 46.15$$

K= perdite laterali [(-)perdite; (+)guadagno]  
 $\Delta lfs$ = perdite facciata [(-)perdite; (+)guadagno]

$$D_{2m,nTw} = 46.0 \text{ dB}$$

**PROGETTO INTERVENTO ENERGETICO**

**SCUOLA PRIMARIA L. A. Volta – Gazzo (PD)**

Località Gazzo (PD)  
Progettista e dd.II. Zarantonello ing. Pier Luigi  
Tipologia funzionale di edificio Edifici adibiti scuola

**PIANO TERRA**

Locale: Aula 2T Piano T  
Volume: 247.00  
T0 = 0.5  
A0 = 10  
Stot = 40.48  
Ass = 0 mq

Elementi opachi							
N	Descrizione		Rw	Si	Si/Stot	10*(Riw/10)	Si/Stot*()
1	parete		58.0	31.084	0.77	1.5849E-06	1.21702E-06
2			0.0	0	0.00	1	0
3			0.0	0	0.00	1	0
4					0.00	1	0
Valore globale elementi:			58.00	31.084			1.21702E-06

Elementi porta o finestra							
N	Descrizione		Rw	Si	Si/Stot	10*(Riw/10)	Si/Stot*()
1	porta finestra				0.00	1	0
2	finestra		38.0	9.396	0.23	0.00015849	3.67877E-05
3					0.00	1	0
4					0.00	1	0
Valore globale elementi:			38.00	9.396			3.67877E-05

Piccoli elementi con Dn,e,i							
N	Descrizione		Dn,e,i	Si	A0/Stot	10*(Dnei/10)	A0/Stot*()
1	prese aria				0.00	1	0
2	cassonetti				0.00	1	0
3			0	0	0.00	1	0
4			0	0	0.00	1	0
				0			0

Piccoli elementi con Rw							
N	Descrizione	(Dn,e,i)	Rw	Si	Si/Stot	10*(Dnei/10)	Si/Stot*()
1	prese aria	0			0.0000	1	0
2	cassonetti	0			0.0000	1	0
3		0	0.0	0	0.0000	1	0
4		0	0.0	0	0.0000	1	0
				0			0

$$Rw = 44.20 + \frac{K}{-1.0} = 43.20$$

$\Delta lfs = 0$

$$10 \log(V/6T_0Stot) = 3.083$$

$$D_{2m,nTw} = 46.28$$

K= perdite laterali [(-)perdite; (+)guadagno]  
 $\Delta lfs$ = perdite facciata [(-)perdite; (+)guadagno]

$$D_{2m,nTw} = 46.0 \text{ dB}$$

<b>PROGETTO INTERVENTO ENERGETICO</b> <b>SCUOLA PRIMARIA L. A. Volta – Gazzo (PD)</b>	
Località	Gazzo (PD)
Progettista e dd.II.	Zarantonello ing. Pier Luigi
Tipologia funzionale di edificio Edifici adibiti scuola	

PIANO PRIMO

Locale: Aula 1P  
 Volume: 206.00  
 T0 = 0.5  
 A0 = 10  
 Stot = 33.192  
 Ass = 0 mq

Piano 1

Elementi opachi							
N	Descrizione		Rw	Si	Si/Stot	10 <sup>-1</sup> (-Riw/10)	Si/Stot*( <sup>1</sup> )
1	parete		57.0	26.097	0.79	1.9953E-06	1.56876E-06
2			0.0	0	0.00	1	0
3			0.0	0	0.00	1	0
4					0.00	1	0
Valore globale elementi:			57.00	26.097			1.56876E-06

Elementi porta o finestra							
N	Descrizione		Rw	Si	Si/Stot	10 <sup>-1</sup> (-Riw/10)	Si/Stot*( <sup>1</sup> )
1	porta finestra				0.00	1	0
2	finestra		38.0	7.095	0.21	0.00015849	3.38781E-05
3					0.00	1	0
4					0.00	1	0
Valore globale elementi:			38.00	7.095			3.38781E-05

Piccoli elementi con Dn,e,i							
N	Descrizione		Dn,e,i	Si	A0/Stot	10 <sup>-1</sup> (-Dnei/10)	A0/Stot*( <sup>1</sup> )
1	prese aria				0.00	1	0
2	cassonetti				0.00	1	0
3			0	0	0.00	1	0
4			0	0	0.00	1	0
				0			0

Piccoli elementi con Rw							
N	Descrizione	(Dn,e,i)	Rw	Si	Si/Stot	10 <sup>-1</sup> (-Dnei/10)	Si/Stot*( <sup>1</sup> )
1	prese aria	0			0.0000	1	0
2	cassonetti	0			0.0000	1	0
3		0	0.0	0	0.0000	1	0
4		0	0.0	0	0.0000	1	0
				0			0

$$\begin{aligned}
 &Rw = 44.50 + K = 43.50 \\
 &\Delta lfs = 0 \\
 &10 \log(V/6T_0Stot) = 3.157 \\
 &D_{2m,nTw} = 46.66
 \end{aligned}$$

K = perdite laterali [(-)perdite; (+)guadagno]  
 Δlfs = perdite facciata [(-)perdite; (+)guadagno]

$$D_{2m,nTw} = 46.5 \text{ dB}$$



<b>PROGETTO INTERVENTO ENERGETICO</b> <b>SCUOLA PRIMARIA L. A. Volta – Gazzo (PD)</b>	
Località	Gazzo (PD)
Progettista e dd.II.	Zarantonello ing. Pier Luigi
Tipologia funzionale di edificio Edifici adibiti scuola	

PIANO PRIMO

Locale: Aula 2P  
 Volume: 160.00  
 T0 = 0.5  
 A0 = 10  
 Stot = 25.668  
 Ass = 0 mq

Piano 1

Elementi opachi							
N	Descrizione		Rw	Si	Si/Stot	10*(Rw/10)	Si/Stot*()
1	parete		57.0	20.938	0.82	1.9953E-06	1.62758E-06
2			0.0	0	0.00	1	0
3			0.0	0	0.00	1	0
4					0.00	1	0
Valore globale elementi:			57.00	20.938			1.62758E-06

Elementi porta o finestra							
N	Descrizione		Rw	Si	Si/Stot	10*(Rw/10)	Si/Stot*()
1	porta finestra				0.00	1	0
2	finestra		38.0	4.73	0.18	0.00015849	2.92058E-05
3					0.00	1	0
4					0.00	1	0
Valore globale elementi:			38.00	4.73			2.92058E-05

Piccoli elementi con Dn,e,i							
N	Descrizione		Dn,e,i	Si	A0/Stot	10*(Dn,e,i/10)	A0/Stot*()
1	prese aria				0.00	1	0
2	cassonetti				0.00	1	0
3			0	0	0.00	1	0
4			0	0	0.00	1	0
				0			0

Piccoli elementi con Rw							
N	Descrizione	(Dn,e,i)	Rw	Si	Si/Stot	10*(Dn,e,i/10)	Si/Stot*()
1	prese aria	0			0.0000	1	0
2	cassonetti	0			0.0000	1	0
3		0	0.0	0	0.0000	1	0
4		0	0.0	0	0.0000	1	0
				0			0

$$\begin{aligned}
 &Rw = 45.11 + \frac{K}{\Delta f_s} = 44.11 \\
 &\Delta f_s = 0 \\
 &10 \log(V/6T_0 Stot) = 3.176 \\
 &D_{2m,nTw} = 47.29
 \end{aligned}$$

K = perdite laterali [(-)perdite; (+)guadagno]  
 Δf<sub>s</sub> = perdite facciata [(-)perdite; (+)guadagno]

$$D_{2m,nTw} = 47.0 \text{ dB}$$

**PROGETTO INTERVENTO ENERGETICO**

**SCUOLA PRIMARIA L. A. Volta – Gazzo (PD)**

Località Gazzo (PD)

Progettista e dd.II. Zarantonello ing. Pier Luigi

Tipologia funzionale di edificio Edifici adibiti scuola

**PIANO PRIMO**

Locale: Aula 16P Piano 1  
 Volume: 37.50  
 T0 = 0.5  
 A0 = 10  
 Stot = 8.136  
 Ass = 0 mq

Elementi opachi							
N	Descrizione		Rw	Si	Si/Stot	10 <sup>-1</sup> (-Rw/10)	Si/Stot <sup>*</sup> ( <sup>*</sup> )
1	parete		57.0	5.771	0.71	1.9953E-06	1.41527E-06
2			0.0	0	0.00	1	0
3			0.0	0	0.00	1	0
4					0.00	1	0
Valore globale elementi:			57.00	5.771			1.41527E-06

Elementi porta o finestra							
N	Descrizione		Rw	Si	Si/Stot	10 <sup>-1</sup> (-Rw/10)	Si/Stot <sup>*</sup> ( <sup>*</sup> )
1	porta finestra				0.00	1	0
2	finestra		38.0	2.365	0.29	0.00015849	4.60702E-05
3					0.00	1	0
4					0.00	1	0
Valore globale elementi:			38.00	2.365			4.60702E-05

Piccoli elementi con Dn,e,i							
N	Descrizione		Dn,e,i	Si	A0/Stot	10 <sup>-1</sup> (-Dnei/10)	A0/Stot <sup>*</sup> ( <sup>*</sup> )
1	prese aria				0.00	1	0
2	cassonetti				0.00	1	0
3			0	0	0.00	1	0
4			0	0	0.00	1	0
				0			0

Piccoli elementi con Rw							
N	Descrizione	(Dn,e,i)	Rw	Si	Si/Stot	10 <sup>-1</sup> (-Dnei/10)	Si/Stot <sup>*</sup> ( <sup>*</sup> )
1	prese aria	0			0.0000	1	0
2	cassonetti	0			0.0000	1	0
3		0	0.0	0	0.0000	1	0
4		0	0.0	0	0.0000	1	0
				0			0

$$Rw = 43.23 + \frac{K}{\Delta f_s} = 42.23$$

$\Delta f_s = 0$

$$10 \log(V/6T_0Stot) = 1.865$$

$$D_{2m,nTw} = 44.10$$

K = perdite laterali [(-)perdite; (+)guadagno]  
 $\Delta f_s$  = perdite facciata [(-)perdite; (+)guadagno]

**D<sub>2m,nTw</sub> = 44.0 dB**

**PROGETTO INTERVENTO ENERGETICO**

**SCUOLA PRIMARIA L. A. Volta – Gazzo (PD)**

Località Gazzo (PD)

Progettista e dd.II. Zarantonello ing. Pier Luigi

Tipologia funzionale di edificio Edifici adibiti scuola

**PIANO PRIMO**

Locale: Aula 17P  
Volume: 49.00  
T0 = 0.5  
A0 = 10  
Stot = 10.62  
Ass = 0 mq

Piano 1

Elementi opachi							
N	Descrizione		Rw	Si	Si/Stot	10 <sup>-1</sup> (-Riw/10)	Si/Stot*
1	parete		57.0	7.155	0.67	1.9953E-06	1.34427E-06
2			0.0	0	0.00	1	0
3			0.0	0	0.00	1	0
4					0.00	1	0
Valore globale elementi:			57.00	7.155			1.34427E-06

Elementi porta o finestra							
N	Descrizione		Rw	Si	Si/Stot	10 <sup>-1</sup> (-Riw/10)	Si/Stot*
1	porta finestra		38.0	3.465	0.33	0.00015849	5.17105E-05
2	finestra				0.00	1	0
3					0.00	1	0
4					0.00	1	0
Valore globale elementi:			38.00	3.465			5.17105E-05

Piccoli elementi con Dn,e,i							
N	Descrizione		Dn,e,i	Si	A0/Stot	10 <sup>-1</sup> (-Dnei/10)	A0/Stot*
1	prese aria				0.00	1	0
2	cassonetti				0.00	1	0
3			0	0	0.00	1	0
4			0	0	0.00	1	0
				0			0

Piccoli elementi con Rw							
N	Descrizione	(Dn,e,i)	Rw	Si	Si/Stot	10 <sup>-1</sup> (-Dnei/10)	Si/Stot*
1	prese aria	0			0.0000	1	0
2	cassonetti	0			0.0000	1	0
3		0	0.0	0	0.0000	1	0
4		0	0.0	0	0.0000	1	0
				0			0

$$Rw = 42.75 + \frac{K}{-1.0} = 41.75$$

$\Delta f_s = 0$

$$10 \log(V/6T_0 Stot) = 1.870$$

$$D_{2m,nTw} = 43.62$$

K = perdite laterali [(-)perdite; (+)guadagno]  
 $\Delta f_s$  = perdite facciata [(-)perdite; (+)guadagno]

$$D_{2m,nTw} = 43.5 \text{ dB}$$

**PROGETTO INTERVENTO ENERGETICO**

**SCUOLA PRIMARIA L. A. Volta – Gazzo (PD)**

Località Gazzo (PD)

Progettista e dd.II. Zarantonello ing. Pier Luigi

Tipologia funzionale di edificio Edifici adibiti scuola

**PIANO PRIMO**

Locale: Aula 3P Piano 1  
 Volume: 153.00  
 T0 = 0.5  
 A0 = 10  
 Stot = 33.192  
 Ass = 0 mq

Elementi opachi							
N	Descrizione		Rw	Si	Si/Stot	10 <sup>-1</sup> (-Rw/10)	Si/Stot <sup>*</sup> ( <sup>*</sup> )
1	parete		57.0	26.097	0.79	1.9953E-06	1.56876E-06
2			0.0	0	0.00	1	0
3			0.0	0	0.00	1	0
4					0.00	1	0
Valore globale elementi:			57.00	26.097			1.56876E-06

Elementi porta o finestra							
N	Descrizione		Rw	Si	Si/Stot	10 <sup>-1</sup> (-Rw/10)	Si/Stot <sup>*</sup> ( <sup>*</sup> )
1	porta finestra				0.00	1	0
2	finestra		38.0	7.095	0.21	0.00015849	3.38781E-05
3					0.00	1	0
4					0.00	1	0
Valore globale elementi:			38.00	7.095			3.38781E-05

Piccoli elementi con Dn,e,i							
N	Descrizione		Dn,e,i	Si	A0/Stot	10 <sup>-1</sup> (-Dnei/10)	A0/Stot <sup>*</sup> ( <sup>*</sup> )
1	prese aria				0.00	1	0
2	cassonetti				0.00	1	0
3			0	0	0.00	1	0
4			0	0	0.00	1	0
				0			0

Piccoli elementi con Rw							
N	Descrizione	(Dn,e,i)	Rw	Si	Si/Stot	10 <sup>-1</sup> (-Dnei/10)	Si/Stot <sup>*</sup> ( <sup>*</sup> )
1	prese aria	0			0.0000	1	0
2	cassonetti	0			0.0000	1	0
3		0	0.0	0	0.0000	1	0
4		0	0.0	0	0.0000	1	0
				0			0

$$\begin{aligned}
 &Rw = 44.50 + \frac{K}{\Delta f_s} = 43.50 \quad K = \text{perdite laterali [(-)perdite; (+)guadagno]} \\
 &\Delta f_s = 0 \quad \Delta f_s = \text{perdite facciata [(-)perdite; (+)guadagno]} \\
 &10 \log(V/6T_0Stot) = 1.865 \\
 &D_{2m,nTw} = 45.37
 \end{aligned}$$

$$D_{2m,nTw} = 45.0 \text{ dB}$$

## 2.10 SINTESI FINALE PRESTAZIONI RICHIESTE SERRAMENTI

In via riassuntiva, pur rinviando alla tavola progettuale dell'abaco dei serramenti, si riassumono le prestazioni acustiche minime richieste per i nuovi serramenti:

tabella valori di fonoisolamento minimo dei nuovi serramenti				
Locali	Porte di sicurezza	Portafinestra	finestra	---
Aule	– dB	38dB	38dB	---
Tutti i rimanenti locali	38dB	38dB	38dB	---

Il serramentista dovrà adottare tutte le attenzioni necessarie in fase di posa in opera allo scopo di evitare la formazione di ponti acustici, adottando l'adeguato sistema di installazione anche tramite l'impiego di adeguati nastri espandenti da porre in opera seguendo scrupolosamente le indicazioni del produttore. Dovrà inoltre prevedere l'impiego di adeguata nastratura interna che costituisca ulteriore sistema di sigillatura al passaggio di aria e costituisca barriera al passaggio del vapore.

Il Criterio richiesto pertanto risulta soddisfatto impiegando i materiali e le tecniche appena sopra riportate.

## 3 LIVELLO DI RUMORE TRASMESSO DA CALPESTIO

Per quanto attiene il livello di livello di rumore immesso da calpestio, considerando le aule sovrapposte come diverse unità immobiliari non deve superare il Livello di 53 dB.

Rinviando alle tavole grafiche per i parametri geometrici, si riportano di seguito gli esiti delle calcolazioni rispetto livello di rumore di calpestio.

**Livello di Calpestio**

Solaio:

Lnweq= #NUM! dB Letteratura laterocem massa= kg/m<sup>2</sup>

Lnweq= dB valore dato  
 massa= 450 kg/m<sup>2</sup>

Lnweq= 71.14 dB

Strato resiliente:

s's= 31.00 MN/m<sup>3</sup> h= 5 mm E≤ 15,500 kg/m<sup>2</sup>  
 E≤ kg/m<sup>2</sup> Δhel= 0.032 mm s'≤ 0.00 MN/m<sup>3</sup>  
 Δhel(%)= 0.65 %

s'= 31.00 MN/m<sup>3</sup>

Pavimento galleggiante:

tipo= 1 (1:pavimenti in calcestruzzo; 2:pavimenticon massetto a secco)  
 massa= 100 kg/m<sup>2</sup>

f<sub>0</sub>= 89 Hz  
 f = 500 Hz freq rif.  
 ΔLW= -25.48 dB

Perdite laterali (K):

massa pareti= 150 kg/m<sup>2</sup>  
 massa solaio nudo= 450 kg/m<sup>2</sup>  
 K= 3

Isolamento al calpestio:

L'nw = 48.66 dB

L'nw = 49.00 dB

### 3.1 SINTESI FINALE VERIFICA LIVELLO DI CALPESTIO

L'analisi eseguita ha dato esito positivo considerando uno strato resiliente anticalpestio che presenti un valore di rigidità dinamica  $s' < 31$  MN/mc. L'analisi ha inoltre trascurato la presenza della finitura in pvc che apporta un ulteriore miglioramento prestazionale rispetto a quanto determinato.

## **4 LIVELLO DI RUMORE IMMESSO DALL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA**

Per quanto attiene il livello di rumore immesso dall'impianto di ventilazione meccanica controllata, si è proceduto sulla base di quanto riportato nella UNI EN ISO 12354-5 e nello specifico sulla base di quanto riportato nel capitolo 4 "MODELLI DI CALCOLO" e nel capitolo 5 "APPLICAZIONE DEI MODELLI".

Rinviando alle tavole grafiche per i parametri geometrici, si riportano di seguito gli esiti delle calcolazioni rispetto al rumore immesso nelle aule scolastiche, tenendo conto che i dati di ingresso sono stati forniti dai produttori dei sistemi previsti nella progettazione, per quanto concerne la potenza sonora dei ventilatori di mandata e ripresa, e per quanto attiene i componenti silenziatori previsti. Solo per quanto attiene l'elemento "collettore" altrimenti definito "plenum" impiegato per raccordare i canali principali con le diramazioni verso le specifiche aule, è stato determinato il valore di inserzione per attenuazione alle varie frequenze tramite l'impiego di un modello di letteratura.

Si riportano di seguito gli esiti della progettazione del locale che dai risultati ha presentato le maggiori criticità.



# RELAZIONE ACUSTICA

COMUNE DI GAZZO – Via IV Novembre – Gazzo - PADOVA

MANDATA	Aula 1P											
Elemento	Grandezza	Nota	% Q1/Qtot	Qtà	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Lw dB(A)

Ventilatore mandata HRD2 090	Lw	Dati del Fabbricante		34.8	41.9	55.4	60.8	62	63.2	62	68.3
Attenuazione condotto circolare	DLw	Letteratura Sharland 1994: Diam 200-375	1.0	0	0.07	0.12	0.16	0.2	0.3	0.3	
Diramazione per Aula 1T	DLw	Diramazione (Q/Qtot)	45%	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	
Silenziatore SLL 50 200 x 1200	DLw	Dati del fabbricante		2	5	14	27	46	36	21	
Gomito	DLw	VDI 2081		0	0	1	2	3	3	3	
Silenziatore SLL 50 200 x 600	DLw	Dati del fabbricante		1	3	8	15	28	19	12	
Attenuazione condotto circolare	DLw	Letteratura Sharland 1994: Diam 200-375	3.0	0	0.21	0.36	0.48	0.6	0.9	0.9	
Gomito	DLw	VDI 2081		0	0	1	2	3	3	3	
--	DLw	--	0.0	0	0	0	0	0	0	0	
				28.4	30.2	27.5	10.7	0.0	0.0	18.4	

Diramazione per Aula 1T	DLw	Diramazione bocchetta 1 (Q1/Q)	33%	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	
Attenuazione condotto circolare	DLw	Letteratura Sharland 1994: Diam 200-375	3.0	0	0.21	0.36	0.48	0.6	0.9	0.9	
Diramazione per Aula 1T	DLw	Diramazione bocchetta 2 (Q2/Q)	33%	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	
Attenuazione condotto circolare	DLw	Letteratura Sharland 1994: Diam 200-375	3.0	0	0.21	0.36	0.48	0.6	0.9	0.9	
Diramazione per Aula 1T	DLw	Diramazione bocchetta 3 (Q3/Q)	33%	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	
--	DLw	--	0.0	0	0	0	0	0	0	0	
--	DLw	--	100%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Att.ne ambiente		10log(4/A) ; A=Aref= 10m2		-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	
Vol m3											
Normalizzazione sul Tempo di riv	206	10log((Aref*Tref)/(0.16*V)); Aref=10 m2; Tref = 0.5s		-8.2	-8.2	-8.2	-8.2	-8.2	-8.2	-8.2	
Bocchetta Ln, d (1)				19.6	21.4	18.7	1.9	0.0	0.0	9.6	25.0
LnT (1)				11.4	13.2	10.5	0.0	0.0	0.0	1.4	17.0
Bocchetta Ln, d (2)				19.6	21.2	18.3	1.5	0.0	0.0	8.7	24.8
LnT (2)				11.4	13.0	10.2	0.0	0.0	0.0	0.5	16.8
Bocchetta Ln, d (3)				19.6	21.0	18.0	1.0	0.0	0.0	7.8	24.6
LnT (3)				11.4	12.8	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7
										Ln,d mandata	29.6 dB(A)
										LnT,d mandata	21.6 dB(A)
Bocchetta Ln, d (4)				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LnT (4)				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
										Ln,d mandata	29.6 dB(A)
										LnT,d mandata	21.6 dB(A)

# RELAZIONE ACUSTICA

COMUNE DI GAZZO – Via IV Novembre – Gazzo - PADOVA

RIPRESA	Aula 1P	
Elemento	Grandezza	Nota

63	125	250	500	1000	2000	4000	Lw
Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	dB(A)

Ventilatore ripresa HRD2 090	Lw	Dati del Fabbricante	34.8	41.9	55.4	60.8	62	63.2	62	68.3
Attenuazione condotto circolare	DLw	Letteratura Sharland 1994: Diam 200-375	1.7	0	0.119	0.204	0.272	0.34	0.51	0.51
Diramazione per Aula 1T	DLw	Diramazione (Q/Qtot)	90%	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Silenziatore SLI 50 250 x 1200	DLw	Dati del fabbricante	2	4	11	24	50	24	13	
Diramazione per Aula 1T	DLw	Diramazione (Q/Qtot)	50%	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
Silenziatore SLI 50 200 x 600	DLw	Dati del fabbricante	1	3	8	15	28	19	12	
Gomito	DLw	VDI 2081	0	0	1	2	3	3	3	
Gomito	DLw	VDI 2081	0	0	1	2	3	3	3	
Attenuazione condotto circolare	DLw	Letteratura Sharland 1994: Diam 200-375	7.0	0	0.49	0.84	1.12	1.4	2.1	2.1
--	DLw	--	0.0	0	0	0	0	0	0	
			28.3	30.8	29.9	12.9	0.0	8.1	24.9	

Diramazione per Aula 1T	DLw	Diramazione bocchetta 1 (Q1/Q)	33%	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
Attenuazione condotto circolare	DLw	Letteratura Sharland 1994: Diam 200-375	3.0	0	0.21	0.36	0.48	0.6	0.9	0.9
Diramazione per Aula 1T	DLw	Diramazione bocchetta 2 (Q2/Q)	33%	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
Attenuazione condotto circolare	DLw	Letteratura Sharland 1994: Diam 200-375	3.0	0	0.21	0.36	0.48	0.6	0.9	0.9
Diramazione per Aula 1T	DLw	Diramazione bocchetta 3 (Q3/Q)	33%	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
--	DLw	--	0.0	0	0	0	0	0	0	0
--	DLw	--	100%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Att.ne ambiente		10log(4/A) ; A=Aref= 10m2	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	
Normalizzazione sul Tempo di riv	Vol m3	206	10log((Aref*Tref)/(0.16*V)); Aref=10 m2 ; Tref = 0.5s	-8.2	-8.2	-8.2	-8.2	-8.2	-8.2	
	Bocchetta Ln, d (1)		19.5	22.0	21.1	4.1	0.0	0.0	16.1	26.3
	LnT (1)		11.3	13.8	12.9	0.0	0.0	0.0	7.9	18.2
	Bocchetta Ln, d (2)		19.5	21.8	20.7	3.7	0.0	0.0	15.2	26.0
	LnT (2)		11.3	13.6	12.5	0.0	0.0	0.0	7.0	18.0
	Bocchetta Ln, d (3)		19.5	21.6	20.4	3.2	0.0	0.0	14.3	25.7
	LnT (3)		11.3	13.4	12.2	0.0	0.0	0.0	6.1	17.7
									Ln,d ripresa	30.8 dB(A)
									LnT,d ripresa	22.8 dB(A)
	Bocchetta Ln, d (4)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	LnT (4)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
									Ln,d ripresa	30.8 dB(A)
									LnT,d ripresa	22.8 dB(A)

RUMORE AUTOPRODOTTO									n	Lw
Bocchette Emissione	Aula 1P	Dati del fabbricante							2	25.9 dB(A)
									2	22.8 dB(A)
									2	19.6 dB(A)
Att.ne ambiente		10log(4/A) ; A=Aref= 10m2								-4.0
Normalizzazione sul Tempo di riv	Vol m3	206	10log((Aref*Tref)/(0.16*V)); Aref=10 m2 ; Tref = 0.5s							-8.2
									Ln,d bocchette	24.9 dB(A)
									Ln,d bocchette	21.8 dB(A)
									Ln,d bocchette	18.6 dB(A)
									LnT,d bocchette	19.8 dB(A)
									LnT,d bocchette	16.7 dB(A)
									LnT,d bocchette	13.5 dB(A)
									Ln,d bocchette tot	27.3 dB(A)
									LnT,d bocchette tot	22.1 dB(A)

Livello di pressione normalizzato con il tempo di riverbero dell'aula:

LnT,d mandata	21.6	dB(A)
Ln,d ripresa	22.8	dB(A)
LnT,d bocchette tot	22.1	dB(A)

LnT, aula = 27.0 dB(A)

## 4.1 SINTESI FINALE RUMORE IMMESSO DALL'IMPIANTO VMC

Il Criterio richiesto pertanto risulta soddisfatto impiegando i materiali e le tecniche appena sopra riportate.

Risulta infatti soddisfatto il Livello di rumore previsto dalla norma UNI 11367 in “Appendice A” riportato nel prospetto A.1 per quanto attiene il

- Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, Lic in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]

Il massimo livello consentito per Lic è per il livello di “Prestazione superiore” pari a 28 dB(A)

## 5 COMFORT ACUSTICO INTERNO ALLE AULE

Per quanto attiene il comfort acustico interno ai locali con destinazione aula e palestra, si è proceduto alla valutazione dell'intervento previsto tramite l'applicazione delle formulazioni di progetto per la determinazione del tempo di riverbero dei locali. Sono state effettuate valutazioni dei fattori di assorbimento acustico dei materiali esistenti e presenti sulla base di valori di letteratura essendo post intervento considerabili come di secondaria importanza visto che la quota parte maggioritaria della superficie acusticamente assorbente sarà realizzata dai pannelli da applicare e previsti in progetto. Per quanto attiene i pannelli previsti, risultano essere di dimensioni 60cm x 60cm in poliestere, dello spessore pari a 4cm, si rinvia alle schede del produttore per i dettagli dei pannelli stessi. Risulta che i pannelli sono in classe 1 di reazione al fuoco secondo la classe italiana e nello specifico nella Classe B, s1, d0 rispetto alla classificazione europea. Sarà pertanto necessario procedere con la posa in accostamento a superfici intonacate che presentano pertanto classe 0 italiana di reazione al fuoco.

I pannelli previsti sono prodotti dalla Ditta Acustico Spandre srl e nello specifico è prevista la applicazione del pannello Ecoplan, da applicarsi secondo la disposizione prevista nelle tavole grafiche.

Le richieste prestazionali della norma in vigore richiedono un abbattimento del riverbero alle asse frequenze. Tale richiesta normativa ha portato a prevedere l'installazione di elementi acustici definiti BassTrap progettati appositamente per avere una prestazione di assorbimento acustico certamente migliore rispetto ai semplici pannelli del tipo di quelli sopra previsti tipo Ecoplan.

L'analisi acustica effettuata, è partita dall'effettuazione di una misurazione del tempo di riverbero dei locali ad ambiente vuoto. I valori di assorbimento acustico sono stati dedotti dalla certificazione fornita dal produttore stesso. Per quanto riguarda la progettazione si è fatto riferimento a quanto riportato nella norma UNI EN 12354-6 oltre a quanto riportato nella UNI 11532-2:2020.

Rinviando alle tavole grafiche per i parametri geometrici, si riportano di seguito gli esiti delle calcolazioni rispetto al comfort acustico interno dei locali indagati.

Si riportano di seguito gli esiti della progettazione, si riporta il risultato delle analisi di una delle aule, le rimanenti hanno portato ad analoghi risultati.

RELAZIONE ACUSTICA

COMUNE DI GAZZO – Via IV Novembre – Gazzo - PADOVA

Committente: Comune di Gazzo Località Gazzo

Tipologia Edificio Scolastico (scuola primaria A. Volta) - Aula 1T

Categoria Edificio Scolastico (scuola primaria A. Volta) - Aula 1T

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
T60 pre intervento	2.520	2.750	2.720	2.230	2.090	1.640	1.280	
A assorbente presente	15.3	14.0	14.2	17.3	18.4	23.5	30.1	0.0
Volume del locale	239.41	m <sup>3</sup>	Considerare A assorbente esistente?					SI

Unità assorbenti	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Parete frontale	0	0	0	0	0	0	0	0
Parete di fondo	0	1.5552	2.8944	3.9312	4.1904	3.9312	4.0176	0
Pareti laterali	0	2.3328	4.3416	5.8968	6.2856	5.8968	6.0264	0
Pavimento	1.08824	1.08824	1.523536	1.63236	1.63236	2.17648	2.7206	3.047072
Soffitto	0	9.2016	17.1252	23.2596	24.7932	23.2596	23.7708	0
A assorbente presente	15.3	14.0	14.2	17.3	18.4	23.5	30.1	0.0
Elementi Assorbenti	1.300643	6.191059	5.901201	5.340067	4.463062	4.15834	4.09145	4.251243

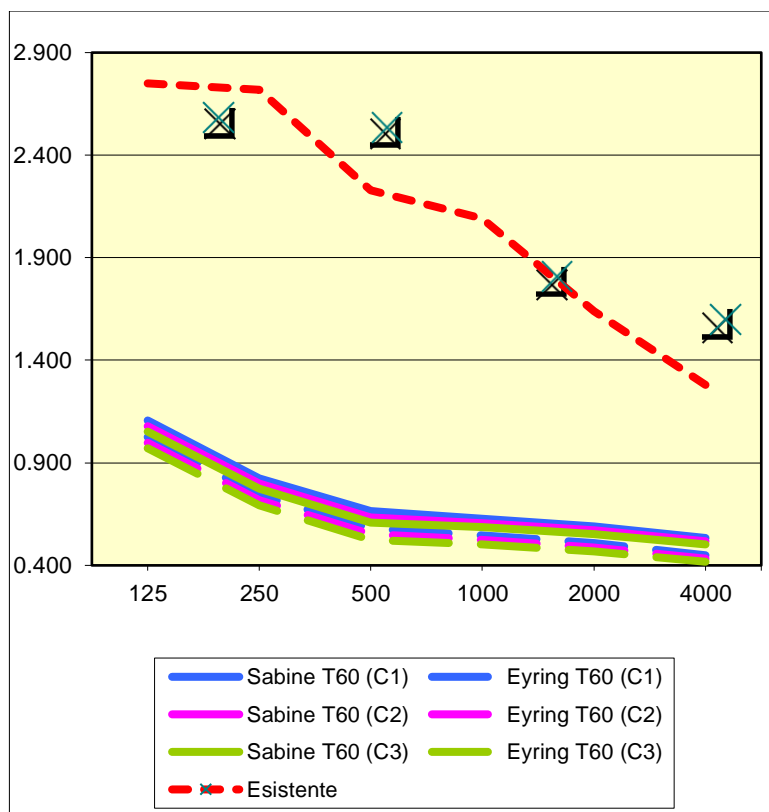
Assorb 100% P Liberi	0	0.45	0.75	0.75	1.5	2.25	1.5	0
Assorb 100% P Occupati	0	2.25	3.75	6	6	6.75	6	0

Combin Riempimento	Posti liberi %	Posti Occupati %
Combin 1	100.00%	0.00%
Combin 2	50.00%	50.00%
Combin 3	0.00%	100.00%

Unità assorbenti totali	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Combin 1	17.6847	34.83543	46.70706	58.09499	61.30743	65.17575	72.24049	7.298315
Combin 2	17.6847	35.73543	48.20706	60.71999	63.55743	67.42575	74.49049	7.298315
Combin 3	17.6847	36.63543	49.70706	63.34499	65.80743	69.67575	76.74049	7.298315

Assorbenti medi	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Combin 1	0.073	0.145	0.194	0.241	0.254	0.270	0.300	0.030
Combin 2	0.073	0.148	0.200	0.252	0.264	0.280	0.309	0.030
Combin 3	0.073	0.152	0.206	0.263	0.273	0.289	0.318	0.030

Tempo di riverbero	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Combin 1	Sab T60	2.180	1.107	0.825	0.663	0.629	0.591	0.534
	Eyri T60	2.101	1.026	0.743	0.581	0.545	0.508	0.449
Combin 2	Sab T60	2.180	1.079	0.800	0.635	0.606	0.572	0.517
	Eyri T60	2.101	0.998	0.717	0.552	0.523	0.488	0.433
Combin 3	Sab T60	2.180	1.052	0.775	0.609	0.586	0.553	0.502
	Eyri T60	2.101	0.971	0.693	0.525	0.502	0.469	0.418



Parete di fondo		Coefficienti di assorbimento per frequenza								Quantità
Componente	Descrizione materiale	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
2	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
3	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
4	Acustico EcoPlan	0	0.36	0.67	0.91	0.97	0.91	0.93	0	4.32
5	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
6	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
7	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
8	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
9	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
10	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
11	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
12	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
13	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
14	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
15	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
16	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
17	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
18	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
19	--									0.00
20	--									0.00
Unità' assorbiti [m²] =		0	1.5552	2.8944	3.9312	4.1904	3.9312	4.0176	0	
		Superficie materiali [m²]= 4.32								

RELAZIONE ACUSTICA

COMUNE DI GAZZO – Via IV Novembre – Gazzo - PADOVA

Pareti laterali		Coefficienti di assorbimento per frequenza								Quantità
Componente	Descrizione materiale	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
2	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
3	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
4	Acustico EcoPlan	0	0.36	0.67	0.91	0.97	0.91	0.93	0	6.48
5	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
6	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
7	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
8	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
9	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
10	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
11	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
12	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
13	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
14	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
15	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
16	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
17	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
18	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
19	--									0.00
20	--									0.00
Unità' assorbiti [m <sup>2</sup> ] =		0	2.3328	4.3416	5.8968	6.2856	5.8968	6.0264	0	6.48
Superficie materiali [m <sup>2</sup> ] =										

Pavimento		Coefficienti di assorbimento per frequenza								Quantità
Componente	Descrizione materiale	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	pavimento linoleum (m)	0.02	0.02	0.028	0.03	0.03	0.04	0.05	0.056	54.41
2	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
3	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
4	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
5	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
6	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
7	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
8	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
9	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
10	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
11	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
12	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
13	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
14	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
15	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
16	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
17	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
18	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
19	--									0.00
20	--									0.00
Unità' assorbiti [m <sup>2</sup> ] =		1.08824	1.08824	1.52354	1.63236	1.63236	2.17648	2.7206	3.04707	54.41
Superficie materiali [m <sup>2</sup> ] =										



RELAZIONE ACUSTICA

COMUNE DI GAZZO – Via IV Novembre – Gazzo - PADOVA

Soffitto		Coefficienti di assorbimento per frequenza								Quantità
Componente	Descrizione materiale	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
2	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
3	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
4	Acustico EcoPlan	0	0.36	0.67	0.91	0.97	0.91	0.93	0	25.56
5	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
6	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
7	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
8	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
9	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
10	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
11	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
12	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
13	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
14	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
15	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
16	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
17	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
18	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
19	--		0	0	0	0	0	0		0.00
20	--									0.00
Unità' assorbenti [m²] =		0	9.2016	17.1252	23.2596	24.7932	23.2596	23.7708	0	
		Superficie materiali [m²]= 25.56								

Elementi assorbenti		Coefficienti di assorbimento per frequenza								Quantità
Componente	Descrizione materiale	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	Tavole di legno	0	0.15	0.15	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0
2	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Bass Trap 244 FlexRange GIK Acoustic 1200 x 600 (per elemento)	0.33	1.55	1.48	1.34	1.12	1.04	1.02	1.06	4.00
4	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	--									0
8	--									0
Unità' assorbenti [m²] =		1.30064	6.19106	5.9012	5.34007	4.46306	4.15834	4.09145	4.25124	
		Quantità elementi [N.] = 4								

Assorbimento posti liberi		Coefficienti di assorbimento per frequenza								Quantità
Componente	Descrizione materiale	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	Sedia in legno non occupata	0	0.03	0.05	0.05	0.1	0.15	0.1	0	15
2	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	--									0
Unità' assorbenti [m²] =		0	0.45	0.75	0.75	1.5	2.25	1.5	0	
		Quantità elementi [N.] = 15								

Assorbimento posti occupati		Coefficienti di assorbimento per frequenza								Quantità
Componente	Descrizione materiale	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	Sedia in legno occupata	0	0.15	0.25	0.4	0.4	0.45	0.4	0	15
2	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	--									0
Unità' assorbenti [m²] =		0	2.25	3.75	6	6	6.75	6	0	
		Quantità [N.] = 15								

Calcolo previsionale C50 Chiarezza

Locale 1T

Volume 239 m3 Tott = 0.74 s Tott personalizzato =

Categoria A2 Descriz. Parlato/conferenza

	125	250	500	1,000	2,000	4,000	Posti occupati	
comb 1	1.11	0.83	0.66	0.63	0.59	0.53	0.00%	1
comb 2	1.03	0.74	0.58	0.55	0.51	0.45	50.00%	
comb 3	1.05	0.78	0.61	0.59	0.55	0.50	100.00%	

	125	250	500	1,000	2,000	4,000
T 60	1.11	0.83	0.66	0.63	0.59	0.53

C50	-0.6	1.2	2.6	3.0	3.5	4.2
-----	------	-----	-----	-----	-----	-----

C50 3.0  $C_{50} = 10 \log_{10} [\exp (0,691/T) - 1]$  correggere con incertezza

	x	y		
1	0	2.6	r1 =	2.6 m
2	0	5.2	r2 =	5.2 m
3	0	7.8	r3 =	7.8 m
4	4	7.8	r4 =	8.8 m

$$C_{50}(r) = 10 \log \frac{\frac{100}{r^2} + \left( \frac{31200 T}{V} \right) \left( 1 - e^{\frac{-0,691}{T}} \right) e^{\frac{-0,04 r}{T}}}{e^{\frac{-0,04 r}{T}} \left( \frac{31200 T}{V} \right) \left( e^{\frac{-0,691}{T}} \right)}$$

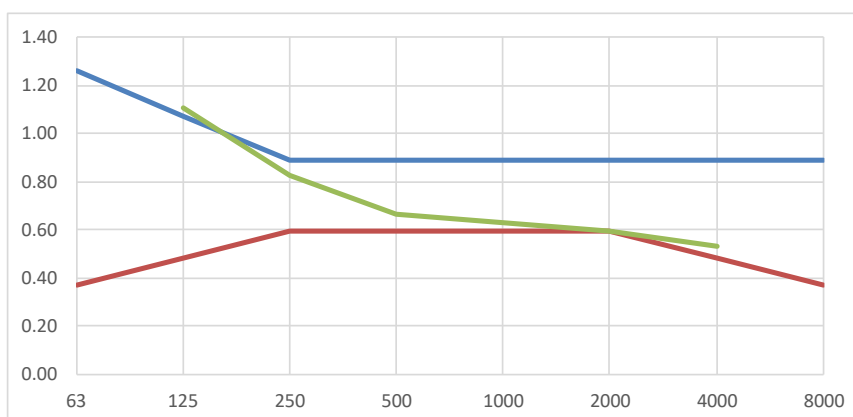
Incetezza  
U = k x sm  
k = 1.0  
sm = 1.0 dB

	125	250	500	1,000	2,000	4,000	C50	ncertezza U	
C50(1)	0.33	2.23	3.80	4.22	4.70	5.56	4.24	1.00	3.24
C50(2)	-0.34	1.50	3.01	3.40	3.87	4.68	3.43	1.00	2.43
C50(3)	-0.48	1.34	2.83	3.22	3.68	4.48	3.24	1.00	2.24
C50(4)	-0.50	1.31	2.80	3.19	3.65	4.45	3.21	1.00	2.21

C50 = 2.5 dB

Intervallo di conformità del tempo di riverberazione

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
T max	1.26	1.07	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
T 60		1.11	0.83	0.66	0.63	0.59	0.53	
Tmin	0.37	0.48	0.59	0.59	0.59	0.59	0.48	0.37
		NO	OK	OK	OK	NO	OK	



Da quanto ottenuto si ritiene rispondere alle richieste normative, la variabilità dell'arredamento porta conseguentemente ad avere risultati leggermente diversi.

## 5.1 SINTESI FINALE COMFORT ACUSTICO

Il Criterio richiesto pertanto risulta soddisfatto impiegando i materiali e le tecniche appena sopra riportate.

Risultano infatti soddisfatti i parametri acustici interni previsti dal Decreto dei Requisiti Ambientali Minimi e definiti nella norma 11532-2:2020

Montecchio Maggiore, Ottobre 2022

Il Tecnico:

Zarantonello ing. Pier Luigi

## Sommario

1	Premessa e scopo del progetto acustico.....	2
2	ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA. ....	2
2.1	PREMESSA.....	3
2.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
2.3	SOFTWARE E LETTERATURA TECNICA DI RIFERIMENTO.....	6
2.4	METODI PREVISIONALI .....	6
2.5	DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO E DEGLI INTERVENTI .....	7
2.6	INQUADRAMENTO ACUSTICO.....	7
2.7	DESCRIZIONE DELLE GRANDEZZE .....	10
2.8	CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI ABITATIVI .....	11
2.9	ISOLAMENTO DI FACCIATA .....	12
2.10	SINTESI FINALE PRESTAZIONI RICHIESTE SERRAMENTI .....	20
3	LIVELLO DI RUMORE IMMESSO DALL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA .....	22
3.1	SINTESI FINALE RUMORE IMMESSO DALL'IMPIANTO VMC.....	25
4	COMFORT ACUSTICO INTERNO ALLE AULE E PALESTRA .....	25
4.1	SINTESI FINALE COMFORT ACUSTICO.....	32