

COMMITTENTE:

COMUNE DI BRANDIZZO

OGGETTO:

PNRR - MISSIONE 4 - ISTRUZIONE E RICERCA - COMPONENTE 1- POTENZIAMENTO DELL'OFFERTA DEI SERVIZI DI ISTRUZIONE: DAGLI ASILI NIDO ALLE UNIVERSITA'.
INVESTIMENTO 1.1: PIANO PER ASILI NIDO E SCUOLE DELL'INFANZIA E SERVIZI DI EDUCAZIONE E CURA PER LA PRIMA INFANZIA.
"AMPLIAMENTO ASILO NIDO PAJETTA".
CIG:B25D99AE59 - CUP:F65E24000090006



LOCALITÀ DELL'INTERVENTO:

VIA MORANDI N. 3 - 10032 BRANDIZZO (TO)

CODICE AREA:

EXT

FASE PROGETTUALE:

PROGETTO ESECUTIVO

N° ELABORATO:

003

ARCHIVIO:

6198

354

EXT

003

ESE

00

SCALA:

-

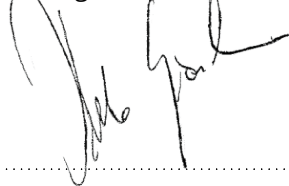
TITOLO ELABORATO:

**RELAZIONE DI VERIFICA
REQUISITI ACUSTICI PASSIVI**

DATA:

Loranzè,
Settembre 2024

CONTROLLO QUALITA' ELABORATI			REDATTO	VERIFICATO	RIESAMINATO	APPROVATO	REV	DATA	NOTE
CODICE	AMBITO PROGETTUALE	RESPONSABILE D'AREA		RESP. AREA	COORDINATORE	RESP. PROG.	0	09/2024	EMISSIONE
ARC	ARCHITETTURA ED EDILIZIA	Arch. M. DI PERNA	.		F.G.	A.D.	1	.	.
GEO	AMBIENTE E TERRITORIO	Geol. P. CAMBULI	.				2	.	.
DLV	DIREZIONE LAVORI	Ph.D. Ing. G. ODETTO	.				3	.	.
ENE	ENERGETICA	Ing. A. BREGOLIN	.				4	.	.
IDR	IDRAULICA	Ing. M. VERNETTI ROSINA	.				5	.	.
IEL	IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI	Dott. Ing. E. MERCADO	.				6	.	.
TFM	IMPIANTI TERMOFLUIDOMECCANICI	Ing. A. BREGOLIN	.				7	.	.
INF	INFRASTRUTTURE	Ing. A. VACCARONE	.				8	.	.
STR	STRUTTURE	Geom. F. TONINO	.				9	.	.
VVF	PREVENZIONE INCENDI	Ing. A. BREGOLIN	.				10	.	.
EXT	COLLABORATORI ESTERNI	.	DE VECCHI				11	.	.



PROGETTISTA:

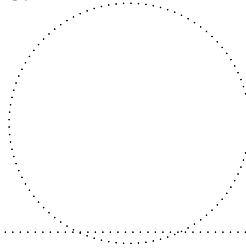
Arch. Alessandro DEMARIA
N°8982 Ordine degli
Architetti di Torino

TIMBRO:



ALTRA FIGURA:

TIMBRO:



Premessa	2
Riferimenti normativi	3
Il DPCM del 5 dicembre 1997 “determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”	3
Normativa tecnica	6
Verifica acustica delle opere in progetto	7
Prestazioni acustiche delle differenti partizioni.....	7
Isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT,w}$).....	14
Isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare ($D_{nT,w}$)	20
Isolamento acustico normalizzato di partizioni rispetto ad ambienti ad uso comune o collettivo $D_{n,T,w}$ (dB)	21
Verifica del Tempo di riverberazione (RT).....	23
Valutazione dell'indice di trasmissione del parlato (STI).....	28
Rumore degli impianti tecnologici	30
Verifica acustica delle opere in progetto	30
Valutazione acustica degli impianti a funzionamento discontinuo	31
Riduzione del rumore trasmesso dagli impianti a funzionamento discontinuo (idrico-sanitari)	31
Impianti a funzionamento discontinuo: idrico-sanitari	31
La valutazione acustica degli impianti a funzionamento continuo: rumore prodotto dagli impianti tecnologici	34
Il tempo di riverberazione degli ambienti.....	37
Sorgenti di rumore e componenti aeraulici	37
Unità con motore del ventilatore AC per montaggio a soffitto ID W.....	38
Ventilazione con recupero di calore VMC 1500	39
Pompa di calore PDC	42
Silenziatori	43
Prescrizioni da adottare per minimizzare le emissioni di rumore e vibrazione	45
Locale tecnico: riduzione del rumore trasmesso per via aerea prodotto dalle macchine	45
Riduzione del rumore trasmesso per via strutturale prodotto dalle macchine (unità di ventilazione e climatizzazione posizionate nei locali tecnici)	47
Rumore per via aerea: attraversamenti di condotti, tubazioni e canaline	48
Rumore per via aerea: TERMINALI d'AMBIENTE (Diffusori di mandata/ griglie di ripresa).....	51
Rumore per via aerea: Riduzione del rumore autogenerato dai componenti aeraulici	51
Calcolo del rumore complessivo negli ambienti.....	52
Valutazione del livello di rumore indotto dagli impianti a funzionamento discontinuo	53
Valutazione del livello di rumore indotto dagli impianti a funzionamento continuo	53
Conclusioni.....	55

Premessa

La finalità del presente lavoro, redatto dagli scriventi Arch. Devecchi e Ing. Onali, ai sensi della Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico n°447/95 e nel rispetto del DM n.256 del 23 giugno 2022 (Criteri Ambientali Minimi) è quello di valutare la conformità delle opere in progetto rispetto alle prescrizioni della normativa vigente per quanto riguarda la realizzazione delle modifiche in progetto dell'asilo nel Comune di Brandizzo, ha lo scopo, quindi, di effettuare la valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi e definire gli interventi eventualmente necessari al fine dell'adeguamento normativo.

Il progetto prevede un intervento di ampliamento, all'interno della nuova porzione di fabbricato in oggetto sono previste diverse funzioni, tra cui soggiorno per lattanti, semi-divezzi, sale riposo, bagno, sala degli insegnanti e spogliatoi, l'edificio si compone di un piano fuori terra.

Nelle figure seguenti, a titolo esemplificativo, si riportano le planimetrie di progetto dell'edificio oggetto della presente valutazione. Gli elaborati grafici sono riportati anche nell'Allegato A.

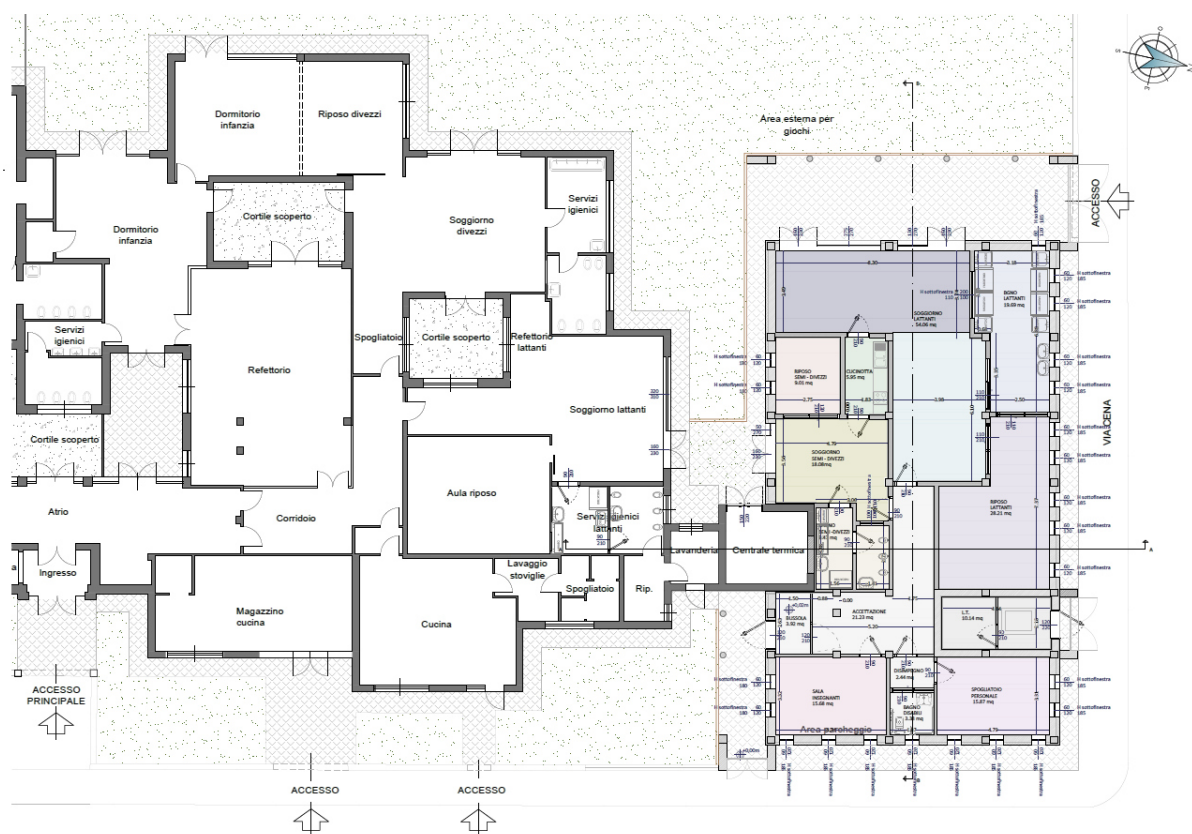


Figura 1 – Planimetria di progetto del piano terra

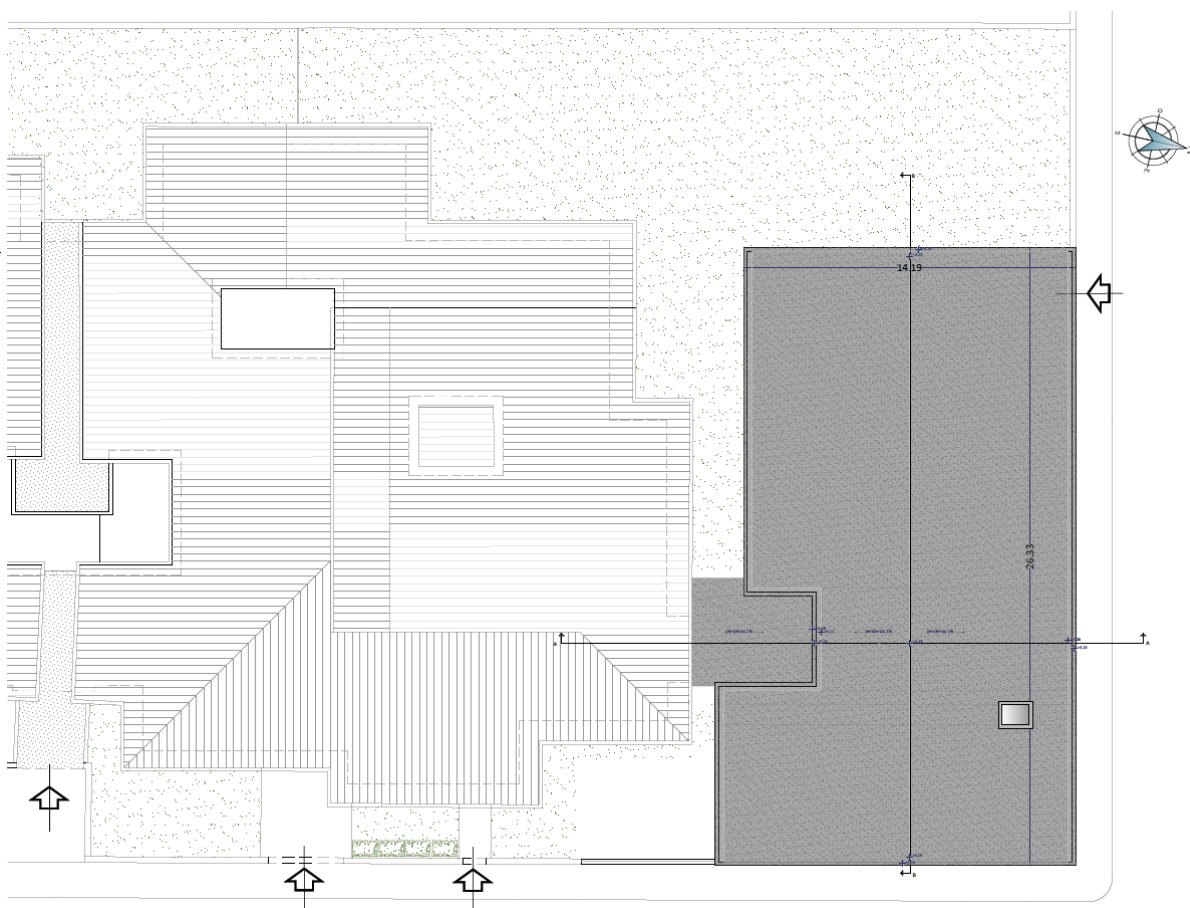


Figura 2 - Planimetria di progetto del piano copertura

Nel seguito, dopo un breve riferimento alle normative vigenti, verranno illustrati i risultati dello studio in relazione agli indici di valutazione considerati.

Riferimenti normativi

Fra i diversi decreti attuativi della Legge Quadro n. 447 del 1995 viene considerato in particolare quello che definisce i parametri inerenti alle prestazioni acustiche passive degli edifici. Si premette che il DPCM 5/12/1997 stabilisce i limiti ammessi per i singoli requisiti acustici degli edifici.

Il DPCM del 5 dicembre 1997 "determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"

Il decreto come citato nell'Art.1 (Campo di applicazione) "determina 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".

L'Art. 2 del decreto fornisce una serie di definizioni ai fini di una corretta applicazione del decreto stesso.

Nel comma 1 gli ambienti abitativi vengono distinti nelle categorie riportate nella seguente tabella (*Tabella A* in allegato al decreto).

TABELLA A – CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI ABITATIVI (art.2)

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

Per ambiente abitativo si intende (legge 26 ottobre 1995, n. 447) "ogni ambiente interno a un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive".

Le componenti degli edifici vengono distinte in "partizioni orizzontali e verticali" (art.2, comma 2).

Il comma 3 definisce come "servizi a funzionamento discontinuo gli ascensori, gli scarichi idraulici, i bagni, i servizi igienici e la rubinetteria".

Il comma 4 definisce "servizi a funzionamento continuo gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento".

L'art.3 del decreto riguarda "i valori limite delle grandezze che determinano i requisiti acustici passivi dei componenti degli edifici e delle sorgenti sonore interne"; tali valori sono riportati nella tabella seguente (Tabella B dell'Allegato A al decreto).

TABELLA B: Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici

Categorie di cui alla Tab. A	Parametri				
	R'_w (*)	$D_{2m,nT,w}$	L'_{nw}	L_{ASmax}	L_{Aeq}
D	55	45	58	35	25
A, C	50	40	63	35	35
E	50	48	58	35	25
B, F, G	50	42	55	35	35

dove:

R'_w è l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente, riferito a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari;

$D_{2m,nT,w}$ è l'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato al tempo di riverberazione;

L'_{nw} è l'indice di valutazione del livello di rumore da calpestio normalizzato al tempo di riverberazione.

I parametri considerati per il progetto

Le opere in progetto sono destinate ad attività scolastiche (*Categoria E: edifici adibiti ad attività scolastiche o assimilabili*) secondo la classificazione della *Tabella A* in allegato al già citato D.P.C.M.

I valori consentiti per i parametri principali che definiscono i requisiti acustici degli ambienti considerati sono riportati nella Tabella 1 seguente che è un estratto della *Tabella B* in allegato al decreto.

Tabella 1 - Estratto della TABELLA B - REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI, DEI LORO COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI

Categorie di cui alla Tab. A	Parametri				
	R'_w	$D_{2m,nT,w}$	L'_{nw}	L_{ASmax}	L_{Aeq}
E	50	48	58	35	25

Si ricorda che il decreto specifica che i limiti riferiti alla rumorosità degli impianti tecnologici sono valori massimi consentiti e che il disturbo deve essere misurato in ambienti diversi da quello in cui il rumore viene generato.

Il DM n.256 del 23 giugno 2022 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi", stabilisce che: "Fatti salvi i requisiti di legge di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997 «Determinazione dei requisiti acustici degli edifici» (nel caso in cui il presente criterio ed il citato decreto prevedano il raggiungimento di prestazioni differenti per lo stesso indicatore, sono da considerarsi, quali valori da conseguire, quelli che prevedano le prestazioni più restrittive tra i due), i valori prestazionali dei requisiti acustici passivi dei singoli elementi tecnici dell'edificio, partizioni orizzontali e verticali, facciate, impianti tecnici, definiti dalla norma UNI 11367 corrispondono almeno a quelli della classe II del prospetto 1 di tale norma. I singoli elementi tecnici delle scuole soddisfano il livello di "prestazione superiore" riportato nel prospetto A.1 dell'Appendice A di tale norma e rispettano, inoltre, i valori caratterizzati come "prestazione buona" nel prospetto B.1 dell'Appendice B di tale norma. Le scuole soddisfano almeno i valori di riferimento di requisiti acustici passivi e comfort acustico interno indicati nella UNI 11532-2.

Gli ambienti interni, ad esclusione delle scuole, rispettano i valori indicati nell'appendice C della UNI 11367. Nel caso di interventi su edifici esistenti, si applicano le prescrizioni sopra indicate se l'intervento riguarda la ristrutturazione totale degli elementi edilizi di separazione tra ambienti interni ed ambienti esterni o tra unità immobiliari differenti e contermini, la realizzazione di nuove partizioni o di nuovi impianti.

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

La Relazione CAM, di cui criterio "2.2.1-Relazione CAM", illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale e prevede anche una relazione acustica di calcolo previsionale redatta da un tecnico competente in acustica secondo le norme tecniche vigenti; in fase di verifica finale della conformità è prodotta una relazione di collaudo basata su misure acustiche in opera eseguite da un tecnico competente in acustica secondo le norme tecniche vigenti.

Gli ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori indicati per i descrittori acustici riportati nella norma UNI 11532. I descrittori acustici da utilizzare sono almeno il tempo di riverberazione e lo STI per l'acustica interna agli ambienti di cui alla UNI 11532.

Sono definite, nell'Appendice A della UNI 11367 le classi acustiche rispetto ai seguenti requisiti:

- Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $[D_{2m,nT,w}]$;
- Descrittore del potere fono isolante apparente di partizioni verticali ed orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari $[R'_w]$;
- Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari $[L'_{nw}]$;
- Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo $[L_{ic}]$;
- Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo $[L_{id}]$;
- Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni tra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare $[D_{nT,w}]$;
- Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato tra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare $[L'_{nw}]$.

I requisiti acustici minimi che devono, inoltre, essere rispettati per gli edifici scolastici sono pari a:

- Isolamento acustico per via aerea di ambienti abitativi nei confronti di ambienti ad uso comune o collettivo dell'edificio collegati mediante accessi o aperture $D_{n,T,w}$
(UNI 11367-Prestazione buona – APPENDICE B) $D_{n,T,w} > 30$ dB
- Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, in ambienti diversi da quelli di installazione dB(A)
(UNI 11367-Prestazione buona – APPENDICE A) $L_{ic} < 28$ dB(A)
- Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, in ambienti diversi da quelli di installazione dB(A)
(UNI 11367-Prestazione buona – APPENDICE A) $L_{id} < 34$ dB(A)
- Isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare $D_{n,T,w}$ (dB) $D_{n,T,w} > 55$ dB
- Isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare $D_{n,T,w}$ (dB) $D_{n,T,w} > 50$ dB
- Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare L'_{nw} $L'_{nw} < 53$ dB

Gli ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori indicati per i descrittori acustici riportati nella norma UNI 11532 rispetto al tempo di riverberazione (RT60) e rispetto all'indice di intelligibilità del parlato (STI). Tali valori sono definiti dalla stessa norma in funzione della destinazione d'uso e del volume dell'ambiente.

Nel presente studio, sono state valutate tutte le partizioni così come richiesto dalla normativa e nel seguito verranno considerati di volta in volta due ambienti a campione, adiacenti e/o sovrapposti, rappresentativi ed analoghi per tipologia e costituzione.

Normativa tecnica

I calcoli sono stati effettuati con modelli di previsione basati sulle indicazioni delle norme seguenti:

- **UNI EN 12354 – 1.** Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti. La norma descrive i modelli di calcolo per valutare l'isolamento dal rumore trasmesso per via aerea tra ambienti situati in edifici, utilizzando principalmente i dati misurati che caratterizzano la trasmissione laterale diretta o indiretta da parte degli elementi di edificio e i metodi teorici sulla propagazione sonora negli elementi strutturali.
- **UNI EN 12354 – 2.** Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti - Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti. La norma definisce i modelli di calcolo per valutare l'isolamento acustico al calpestio tra ambienti sovrapposti, basandosi principalmente sui dati rilevati che caratterizzano la trasmissione diretta o laterale indiretta degli elementi di edificio interessati. Essa specifica inoltre i metodi teorici sulla propagazione sonora negli elementi strutturali.
- **UNI EN 12354 - 3.** Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti - Parte 3: Isolamento acustico dal rumore proveniente dall'esterno per via aerea. La norma definisce un modello di calcolo per valutare l'isolamento acustico o la differenza di livello di pressione sonora di una facciata o di un'altra superficie esterna di un edificio.
- **UNI EN 12354 – 5.** Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Parte 5: Livelli sonori dovuti agli impianti tecnici. La norma descrive i modelli di calcolo per stimare i livelli di pressione sonora negli edifici dovuta agli impianti tecnici e si applica agli impianti sanitari, di ventilazione meccanica, impianti di riscaldamento e raffreddamento, ascensori, etc. installati negli edifici.

- **UNI EN 12354 – 6.** Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi. La norma descrive un modello di calcolo per valutare l'area totale di assorbimento equivalente o il tempo di riverberazione di un ambiente chiuso di un edificio.
- **UNI 11367.** La norma definisce, in riferimento ad alcuni requisiti acustici prestazionali degli edifici, i criteri per la loro misurazione e valutazione. Su tale base la norma stabilisce, inoltre, una classificazione acustica per l'intera unità immobiliare.
- **UNI 11532 – 2.** La norma definisce i descrittori acustici che rappresentano la qualità acustica e, i valori di riferimento per il settore scolastico – ricreativo/collettivo – collettivo – piccole sale conferenze e/o polifunzionali.

Verifica acustica delle opere in progetto

Le verifiche effettuate si basano su dati sperimentali ed algoritmi di calcolo definiti dalla norma EN 12354, attraverso cui è possibile prevedere il livello di protezione acustica offerto dalle strutture verticali ed orizzontali e valutare quando esso debba essere integrato con un opportuno isolamento per riportarlo entro i limiti fissati dal D.P.C.M. 5/12/97 ed al rispetto dei requisiti minimi richiesti dal DM n.256 giugno 2023 e successivi aggiornamenti.

Nel presente studio sono state considerate le prescrizioni sull'isolamento acustico di facciata $D_{2m,nT,w}$. Si è, inoltre valutato il potere fonoisolante delle partizioni (verticali), e sul rumore degli impianti tecnologici a funzionamento continuo e discontinuo per verificare il rispetto secondo quanto richiesto dalla UNI 11367 così come prescritto dalla normativa sui Criteri Ambientali Minimi.

Nel seguito verranno considerati di volta in volta due ambienti a campione, rappresentativi ed analoghi per tipologia e costituzione.

Prestazioni acustiche delle differenti partizioni

Di seguito si riportano le valutazioni del potere fonoisolante effettuate per tutte le differenti partizioni (verticali o orizzontali) e per i diversi componenti della scuola.

a) Parete perimetrale esterna M1 sp.46cm $R_w=55$ dB

La composizione stratigrafica della parete in oggetto, desunta dalla documentazione fornita dal progettista, è stata valutata mediante software di valutazione previsionale INSUL, che ha restituito un valore di R_w pari a 55 dB (Figura 4):

- Intonaco, spessore 20, densità 1800 kg/mc;
- Blocchi di Porotherm Bio Modulare Portante, spessore 300 mm, densità 974 kg/mc;
- Poliestere espanso sintetizzato, spessore 120 mm, densità 20 kg/mc;
- Intonaco plastico per cappotto, spessore 20 mm, densità 1300 kg/mc.

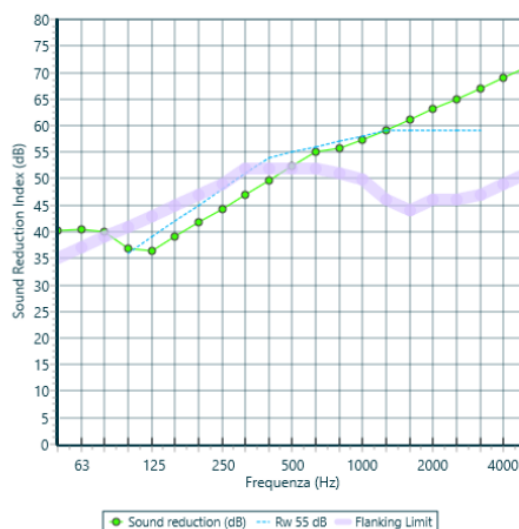
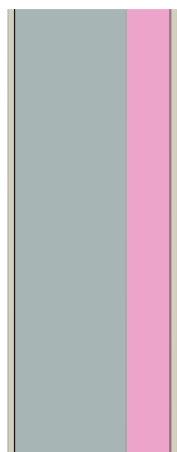


Figura 3 – Stratigrafia e curva del potere fonoisolante della parete perimetrale esterna $R_w=55$ dB

b) Parete verso centrale termica esistente M2 sp.24cm $R_w=55$ dB

La composizione stratigrafica della parete in oggetto, desunta dalla documentazione fornita dal progettista, è stata valutata mediante software di valutazione previsionale INSUL, che ha restituito un valore di R_w pari a 55 dB (Figura 4):

- Intonaco di cemento e sabbia, spessore 15, densità 1800 kg/mc;
- Cls armato, spessore 150 mm, densità 2300 kg/mc;
- Pannelli in poliestere estruso, spessore 60 mm, densità 30 kg/mc;
- Lastra in cartongesso, spessore 12,5 mm, densità 900 kg/mc.

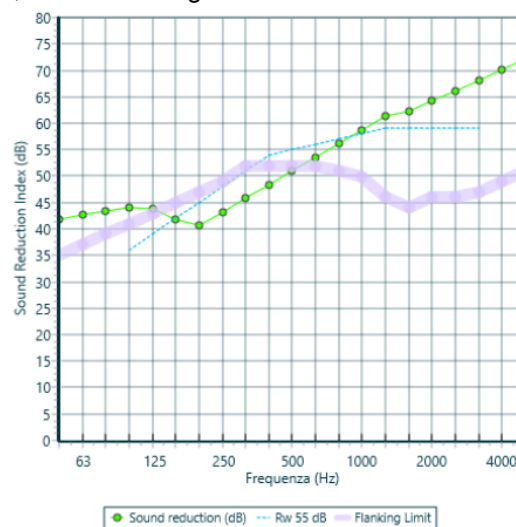
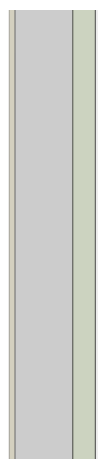


Figura 4 – Stratigrafia e curva del potere fonoisolante della parete perimetrale centrale termica $R_w=55$ dB

c) Parete interna verso centrale termica M5 sp.38cm $R_w=53$ dB

La composizione stratigrafica della parete in oggetto, desunta dalla documentazione fornita dal progettista, è stata valutata mediante software di valutazione previsionale INSUL, che ha restituito un valore di R_w pari a 53 dB (Figura 4):

- Intonaco di calce e sabbia, spessore 20, densità 1600 kg/mc;
- Blocchi di Porotherm Bio Incastro, spessore 300 mm, densità 787 kg/mc;
- Pannelli in poliestere estruso, spessore 40 mm, densità 30 kg/mc;

- Intonaco di calce e sabbia, spessore 20, densità 1600 kg/mc.

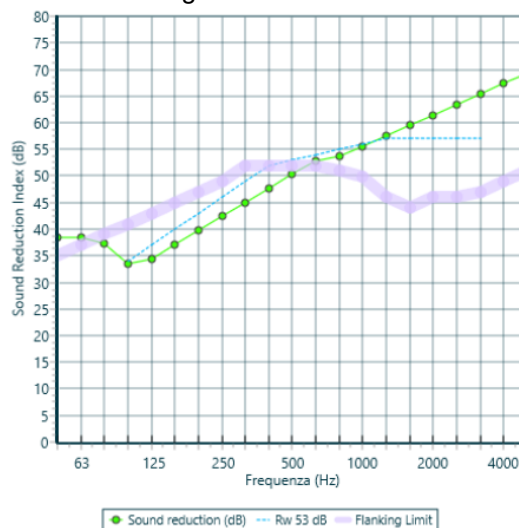
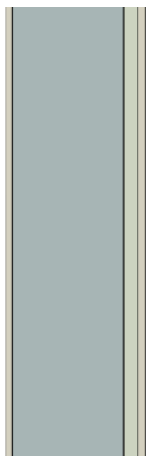


Figura 5 – Stratigrafia e curva del potere fonoisolante della parete interna $R_w=53$ dB

d) Parete perimetrale esterna M6 sp.46cm $R_w=55$ dB

La composizione stratigrafica della parete in oggetto, desunta dalla documentazione fornita dal progettista, è stata valutata mediante software di valutazione previsionale INSUL, che ha restituito un valore di R_w pari a 55 dB (Figura 4):

- Intonaco, spessore 20, densità 1800 kg/mc;
- Blocchi di Porothersm Bio Modulare Portante, spessore 300 mm, densità 974 kg/mc;
- Poliestere espanso sintetizzato, spessore 120 mm, densità 20 kg/mc;
- Intonaco plastico per cappotto, spessore 20 mm, densità 1300 kg/mc.

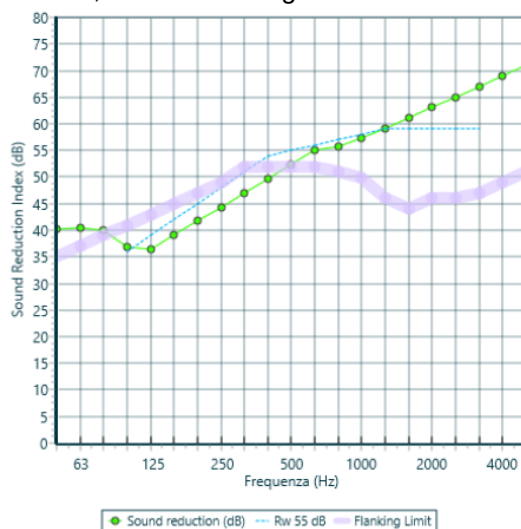
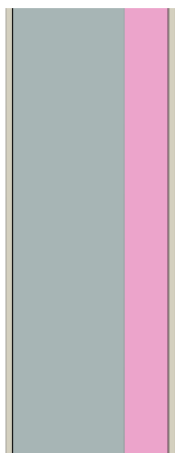


Figura 6 – Stratigrafia e curva del potere fonoisolante della parete perimetrale esterna $R_w=55$ dB

e) Parete interna sp.15cm $R_w=51$ dB

La composizione stratigrafica della parete in oggetto, desunta dalla documentazione fornita dal progettista, è stata valutata mediante software di valutazione previsionale INSUL, che ha restituito un valore di R_w pari a 51 dB (Figura 4):

- Doppia lastra di cartongesso, spessore 12,5+12,5mm, densità 900 kg/mc;
- Intercapedine, spessore 10 mm;

- Profilo 100 mm;
- Lana di roccia, spessore 75 mm, densità 60 kg/mc;
- Doppia lastra di cartongesso, spessore 12,5+12,5mm, densità 900 kg/mc.

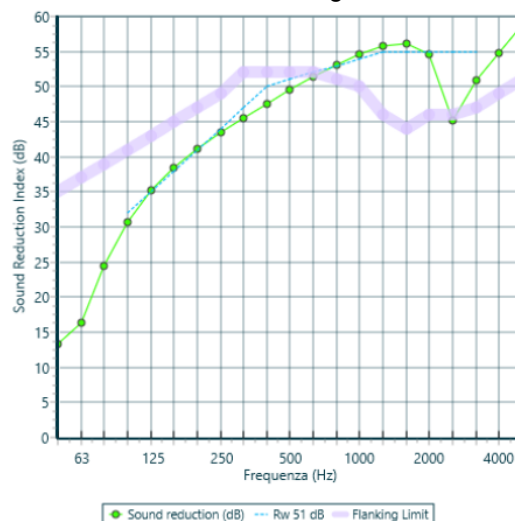


Figura 7 – Stratigrafia e curva del potere fonoisolante della parete interna $R_w=51$ dB

f) Parete interna sp.21cm $R_w=57$ dB

La composizione stratigrafica della parete in oggetto, desunta dalla documentazione fornita dal progettista, è stata valutata mediante software di valutazione previsionale INSUL, che ha restituito un valore di R_w pari a 57 dB (Figura 4):

- Doppia lastra di cartongesso, spessore 12,5+12,5mm, densità 1100 kg/mc;
- Profilo 50 mm;
- Lana di roccia, spessore 50 mm, densità 70 kg/mc;
- Doppia lastra di cartongesso, spessore 12,5+12,5mm, densità 1100 kg/mc;
- Intercapedine, spessore 10 mm;
- Profilo 75 mm;
- Lana di roccia, spessore 70 mm, densità 70 kg/mc;
- Doppia lastra di cartongesso, spessore 12,5+12,5mm, densità 1100 kg/mc.

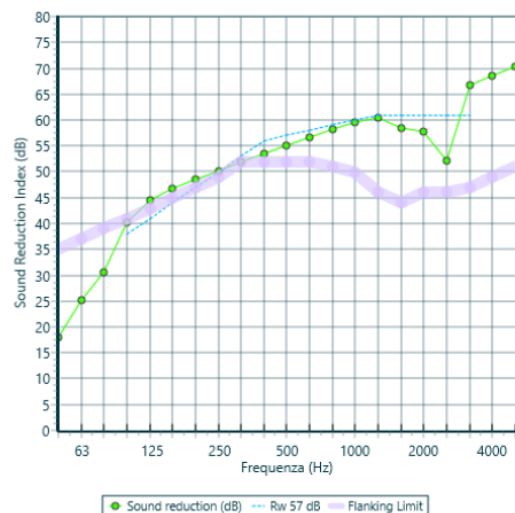
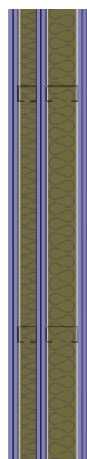


Figura 8 – Stratigrafia e curva del potere fonoisolante della parete interna $R_w=57$ dB

g) Serramento esterno vetrato APRIBILE (vetro+telaio)

Tutti i serramenti vetrati che verranno montati, a titolo esemplificativo riportati in (Figura 9) realizzati con vetro-camera stratificati) dovranno garantire complessivamente, **comprensivo di telaio+vetro, un potere fonoisolante R_w attestato non inferiore a 43 dB.**

N.B. Tutti i serramenti dovranno essere provvisti di certificato che ne attesti il rispetto della prestazione acustica, tale certificato dovrà essere eseguito presso un laboratorio accreditato e dovrà essere rappresentativo della dimensione del serramento che verrà montato in opera.

Non verranno accettati certificati che riportino misure fatte su serramenti le cui dimensioni non siano perfettamente rappresentative delle dimensioni dei serramenti posati in opera.

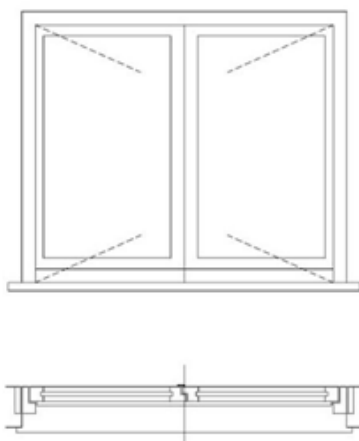


Figura 9 : Serramento con vetro-camera – $R_w = 43$ dB

h) Serramento esterno vetrato PORTA (vetro+telaio)

Tutti i serramenti vetrati che verranno montati, a titolo esemplificativo riportati in (Figura 10) realizzati con vetro-camera stratificati) dovranno garantire complessivamente, **comprensivo di telaio+vetro, un potere fonoisolante R_w attestato non inferiore a 46 dB.**

N.B. Tutti i serramenti dovranno essere provvisti di certificato che ne attesti il rispetto della prestazione acustica, tale certificato dovrà essere eseguito presso un laboratorio accreditato e dovrà essere rappresentativo della dimensione del serramento che verrà montato in opera.

Non verranno accettati certificati che riportino misure fatte su serramenti le cui dimensioni non siano perfettamente rappresentative delle dimensioni dei serramenti posati in opera.

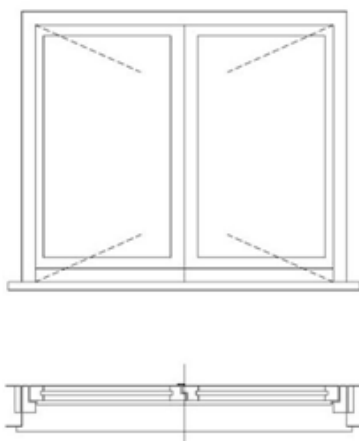


Figura 10 : Serramento con vetro-camera – $R_w = 46$ dB

i) Serramento esterno vetrato FISSO (vetro+telaio)

Tutti i serramenti vetrati che verranno montati, a titolo esemplificativo riportati in (Figura 11) realizzati con vetro-camera stratificati) dovranno garantire complessivamente, **comprensivo di telaio+vetro, un potere fonoisolante R_w attestato non inferiore a 48 dB.**

N.B. Tutti i serramenti dovranno essere provvisti di certificato che ne attesti il rispetto della prestazione acustica, tale certificato dovrà essere eseguito presso un laboratorio accreditato e dovrà essere rappresentativo della dimensione del serramento che verrà montato in opera.

Non verranno accettati certificati che riportino misure fatte su serramenti le cui dimensioni non siano perfettamente rappresentative delle dimensioni dei serramenti posati in opera.

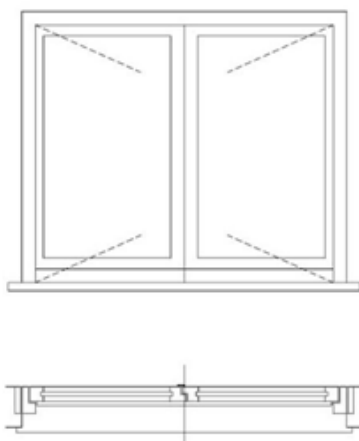


Figura 11 : Serramento con vetro-camera – $R_w = 48$ dB

j) Solaio di copertura S1 sp.107cm $R_w = 56$ dB

La composizione stratigrafica del solaio in oggetto, desunta dalla documentazione fornita dal progettista, è stata valutata mediante software di valutazione previsionale INSUL, che ha restituito un valore di R_w pari a 56 dB (Figura 12):

- Impermeabilizzazione con bitume, spessore 4+4 mm, densità 1200 kg/mc;
- Sottofondo di cemento magro, spessore 80 mm, densità 1600 kg/mc;
- PIR con rivestimento Copertura, spessore 120 mm, densità 44 kg/mc;
- Barriera vapore in fogli di P.V.C.;
- C.I.s. armato (1% acciaio), spessore 40 mm, densità 2300 kg/mc;
- Soletta in laterizio spess. 16 - Interasse 50, spessore 160 mm, densità 1100 kg/mc;
- Intercapedine non ventilata, spessore 600 mm;
- Struttura pendinata disaccoppiata;
- Pannelli in lana di roccia, spessore 50 mm, densità 70 kg/mc;
- Lastra di cartongesso, spessore 12,5 mm, densità 900 kg/mc.

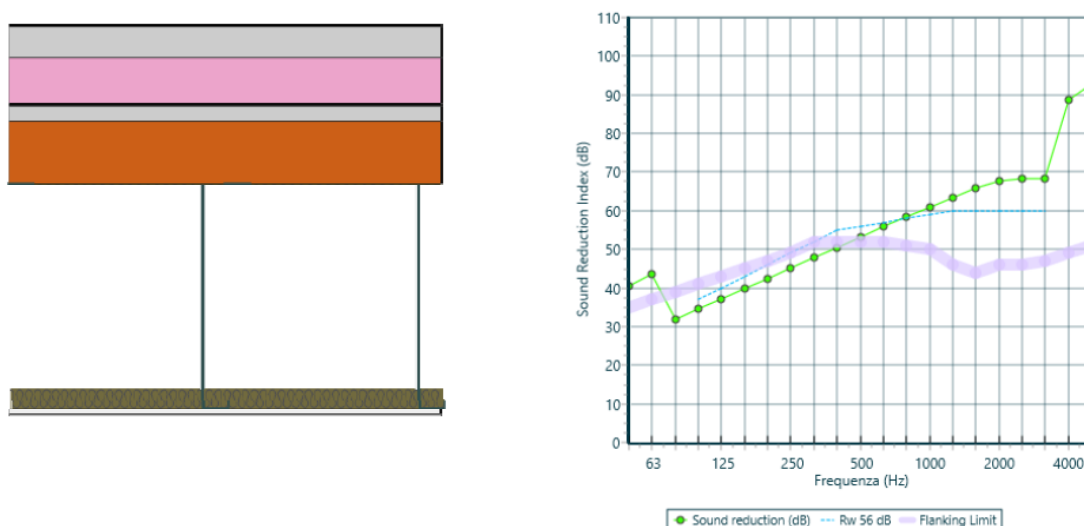


Figura 12 Stratigrafia e curva del potere fonoisolante del solaio $R_w=56$ dB

PRESCRIZIONI SERRAMENTI INTERNI

Tutte le porte interne di ingresso ai differenti ambienti dovranno garantire un potere fonoisolante R_w minimo pari almeno a:

- Serramento interno vetrato (vetro+telaio) R_w minimo 37 dB;
- Porta opaca interna R_w minimo 33 dB;

I serramenti dovranno garantire il valore del potere fonoisolante richiesto a progetto per il serramento (vetro+telaio) su serramenti di dimensioni simili o confrontabili e, tale valore dovrà essere certificato su un serramento di dimensioni confrontabili presso un laboratorio accreditato. Qualora i certificati forniti non siano rappresentativi delle reali dimensioni del serramento in opera verrà calcolata la riduzione di prestazione così come stabilito dalla norma EN 14351-1:2016.

Data la dimensione dei serramenti si terrà conto anche della tabella della norma EN 14351-1:2016: "Finestre e porte pedonali - Norma del prodotto, caratteristiche prestazionali Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e tenuta al fumo", la quale prevede le regole di valutazione del potere fonoisolante per l'elemento finestrato a partire dall'indice delle prove effettuate in laboratorio:

Gamma delle dimensioni delle finestre		Valore dell'indice di valutazione del potere fonoisolante per la finestra
Risultati della prova (vedere punto B.2) per provini di qualsiasi dimensione	Valori tabellari (vedere punto B.3) ^{a)}	
Dal -100% al +50% dell'area complessiva del provino	Area complessiva $2,7 \text{ m}^2$	R_w e $R_{w'} + C_{w'}$ secondo il punto B.2 o il punto B.3
Dal +50% al +100% dell'area complessiva del provino	$2,7 \text{ m}^2 < \text{area complessiva} \leq 3,6 \text{ m}^2$	R_w e $R_{w'} + C_{w'}$ corretti di -1 dB
Dal +100% al +150% dell'area complessiva del provino	$3,6 \text{ m}^2 < \text{area complessiva} \leq 4,6 \text{ m}^2$	R_w e $R_{w'} + C_{w'}$ corretti di -2 dB
>+150% dell'area complessiva del provino	$4,6 \text{ m}^2 < \text{area complessiva}$	R_w e $R_{w'} + C_{w'}$ corretti di -3 dB
a) Gli intervalli delle aree indicati per i valori tabellari sono identici agli intervalli per i risultati delle prove secondo il punto B.2 utilizzando le dimensioni dei provini raccomandate di $1,23 \text{ m} \times 1,48 \text{ m}$.		

Figura 13 Prospetto B.3 della norma: 14351-1:2016 - Regole di estrapolazione per diverse dimensioni di finestre

Gli intervalli delle aree indicate per i valori tabellari sono identici per i risultati delle prove secondo il punto B.2 utilizzando le dimensioni dei provini raccomandate di $1,23 \text{ m} \times 1,48 \text{ m}$.

La correzione del valore dell'indice è valida solo per serramenti con le stesse caratteristiche di quelli misurati in camera di prova. Nel caso vi sia una modifica nel tipo di vetro, il risultato del test

resta valido se il nuovo vetro ha prestazione acustica identica, o migliore, di quello utilizzato in laboratorio.

Ai sensi della UNI 11296 la progettazione della posa in opera dei serramenti deve garantire le prestazioni di prodotto dichiarate e non devono essere generati dei degradi del medesimo.

Alcuni aspetti che determinano un miglioramento delle prestazioni fonoisolanti sono:

- il contenimento delle dimensioni dei giunti ed il loro completo riempimento con materiali idonei;
- la continuità della sigillatura interna sull'intero perimetro del vano di posa;
- l'efficacia del raccordo tra i materiali evitando fessurazioni.

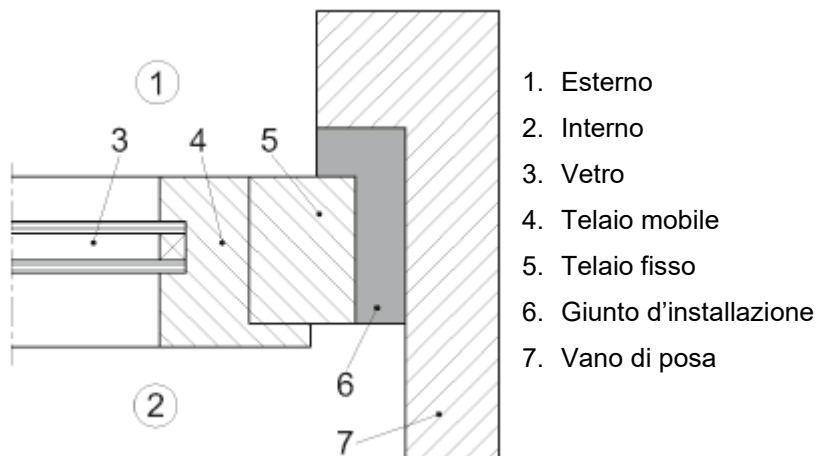


Figura 14 - Esempio di giunto con battuta

Inoltre, il potere fonoisolante dei materiali di sigillatura (R_s) deve essere determinato secondo la UNI EN ISO 10140-1:2014 (Appendice J). Di seguito si riporta la tabella con le prestazioni acustiche di riferimento in funzione all'indice del potere fonoisolante del serramento (R_w).

Tabella 2 - Potere fonoisolante del sigillante

R_w del serramento (dB)	R_{sw} del sigillante
33	≥ 45
36	≥ 50
39	≥ 55
≥ 40	≥ 58

Isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT,w}$)

Il valore dell'indice dell'isolamento acustico di facciata $D_{2m,nT,w}$ richiesto dal D.P.C.M. 5/12/97 è pari a 48 dB per le unità adibite scuole o assimilabili (Categoria E). Il parametro richiesto dalla UNI 11367 per attribuire la Classe II all'edificio ed il parametro minimo richiesto dall'Appendice A della norma stessa è meno restrittivo per quanto riguarda l'edificio scolastico, poiché richiede un valore dell'indice di isolamento acustico di facciata superiore a 43 dB, meno restrittivo rispetto al valore minimo dell'indice richiesto dal DPCM 5/12/1997 pari a 48 dB.

Tale indice si riferisce a misurazioni effettuate in opera e tiene conto non solo del potere fonoisolante della parte opaca ma anche dell'incidenza delle vetrature e di eventuali altre discontinuità di facciata. Esso dipende inoltre da numerosi fattori, tra i quali la forma della facciata e le relazioni geometriche tra la sorgente di rumore e la stanza ricevente.

Le verifiche acustiche sono state condotte individuando gli ambienti più critici, rappresentati dai locali caratterizzati da una maggiore superficie finestrata, che costituisce il punto debole della facciata e dagli ambienti scolastici, in quanto ambienti più critici dal punto di vista della necessità di comfort acustico. Di seguito si riportano le facciate della scuola che sono state oggetto di verifica, in quanto rappresentative dell'intero complesso scolastico.

1. Facciata 1 (Soggiorno lattanti, piano terra) – Area 24,9 mq Volume 86,9 mc

Caratterizzato dai seguenti elementi:

- | | |
|--|----------|
| a) Parete perimetrale esterna M1 (Sup. 6,6mq) | Rw=55 dB |
| b) Serramenti vetrati su pareti perimetrali PORTA (vetro+telaio) (Sup. 7,4mq) | Rw=46 dB |
| c) Serramenti vetrati su pareti perimetrali FISSO (vetro+telaio) (Sup. 10,9mq) | Rw=48 dB |

2. Facciata 2 (Riposo lattanti, piano terra) – Area 22,1 mq Volume 84,6 mc

Caratterizzato dai seguenti elementi:

- | | |
|--|----------|
| d) Parete perimetrale esterna M1 (Sup. 18,5mq) | Rw=55 dB |
| e) Serramenti vetrati su pareti perimetrali APRIBILE (vetro+telaio) (Sup. 3,6mq) | Rw=43 dB |

3. Facciata 3 (Sala insegnanti, piano terra) – Area 14,2 mq Volume 47,2 mc

Caratterizzato dai seguenti elementi:

- | | |
|--|----------|
| f) Parete perimetrale esterna M1 (Sup. 12,0mq) | Rw=55 dB |
| g) Serramenti vetrati su pareti perimetrali APRIBILE (vetro+telaio) (Sup. 2,2mq) | Rw=43 dB |

4. Facciata 4 (Soggiorno lattanti, piano copertura) – Area 29,0 mq Volume 86,9 mc

Caratterizzato dai seguenti elementi:

- | | |
|---|----------|
| a) Solaio di copertura S1 (Sup. 29,0mq) | Rw=56 dB |
|---|----------|

5. Facciata 5 (Sala insegnanti, piano copertura) – Area 15,7 mq Volume 47,2 mc

Caratterizzato dai seguenti elementi:

- | | |
|---|----------|
| b) Solaio di copertura S1 (Sup. 15,7mq) | Rw=56 dB |
|---|----------|

Nelle Figure seguenti si riportano le planimetrie di progetto del piano terra e del piano primo dove sono indicate le facciate sulle quali sono state eseguite le verifiche di rispetto dei limiti normativi.

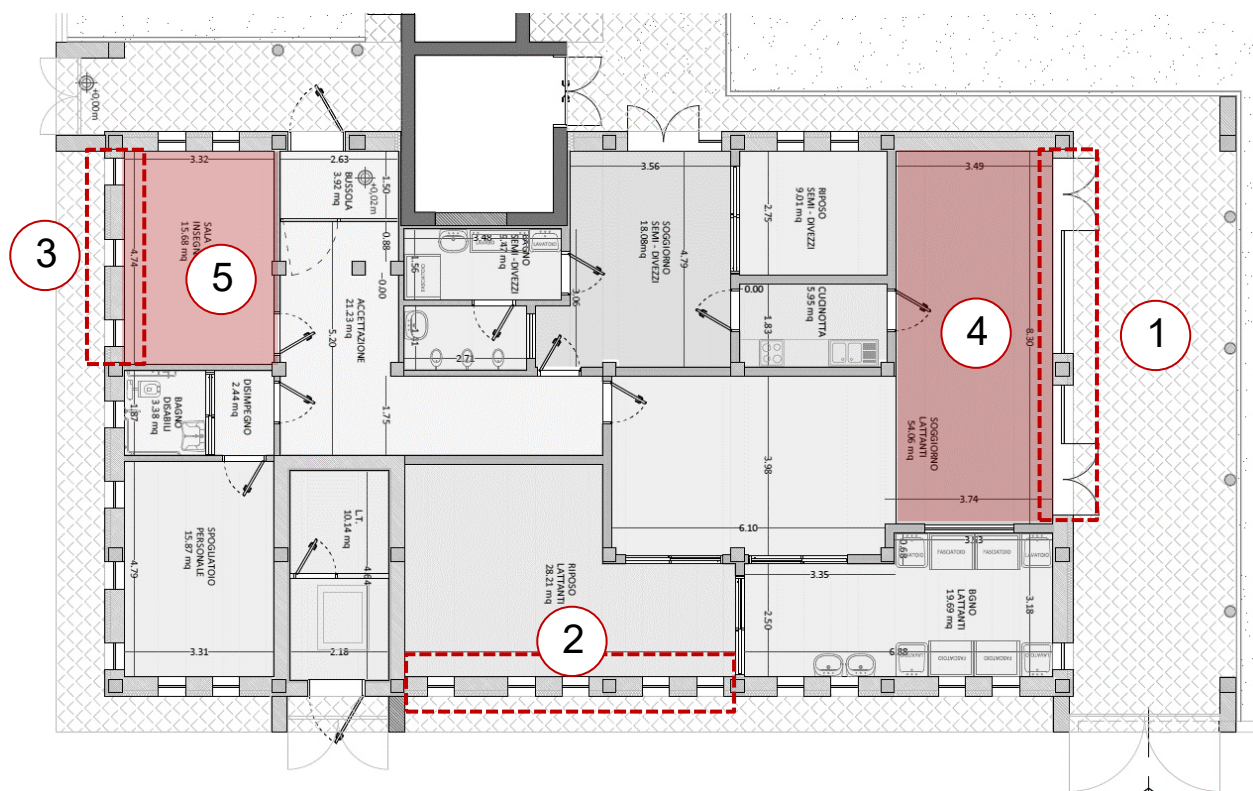


Figura 15 – Planimetria di progetto del piano terra

RISULTATI

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva degli ambienti analizzati ed i risultati dell'isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m, nT,w}$) calcolato:

D	Piano	Ambiente ricevente	Isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m, nT,w}$ [dB]
1	Piano terra	Soggiorno lattanti	48 (-2;-6)
2	Piano terra	Riposo lattanti	49 (-2;-6)
3	Piano terra	Sala insegnanti	48 (-1;-5)
4	Piano copertura	Soggiorno lattanti	52 (-2;-7)
5	Piano copertura	Sala insegnanti	52 (-2;-7)

In tutti i casi considerati si ottengono valori dell'indice di isolamento acustico di facciata conformi alle prescrizioni del D.P.C.M., ottenendo **valori minimi stimati dell'isolamento acustico di facciata $D_{2m, nT,w}$ [dB] maggiori o uguali al limite di 48 dB stabilito dalla normativa per gli ambienti verificati destinati ad attività scolastiche (Categoria E) e maggiori o uguali al limite di 40 dB per gli ambienti verificati destinati a residenza (Categoria A).**

N.B. E' molto importante che tutti i serramenti che verranno montati siano provvisti di certificato che ne attesti il rispetto della prestazione acustica, tale certificato dovrà essere eseguito presso un laboratorio accreditato e dovrà essere rappresentativo della dimensione e della tipologia di apertura del serramento che verrà montato in opera.

Non verranno accettati certificati che riportino misure fatte su serramenti le cui dimensioni non siano perfettamente rappresentative delle dimensioni dei serramenti posati in opera.

Nelle figure sotto, si riportano la curva con il potere fonoisolante apparente dell'elemento valutato, per bande di terzo d'ottava, per le valutazioni effettuate.

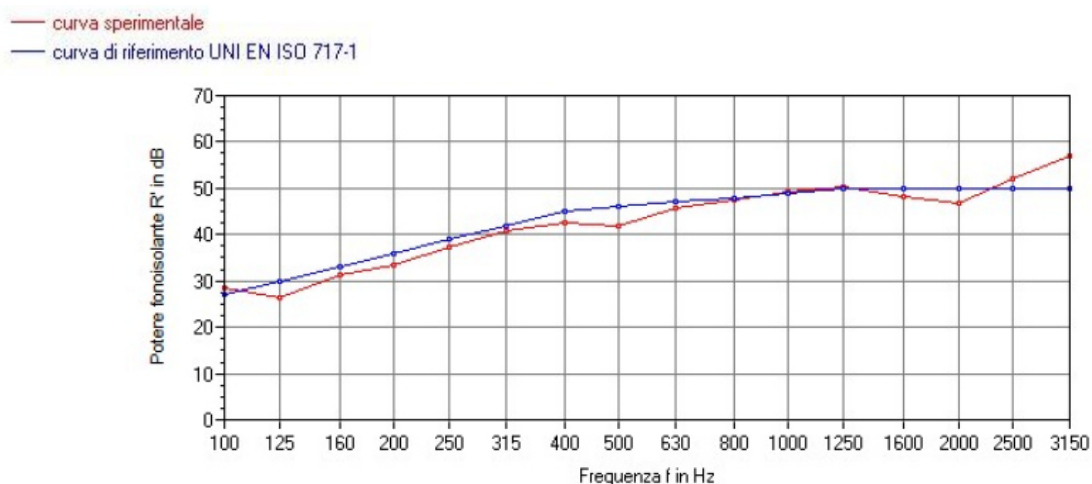


Figura 16 – Potere fonoisolante apparente per bande di terzo d'ottava per la facciata 1 (D2m,nT,w=48,0 dB)

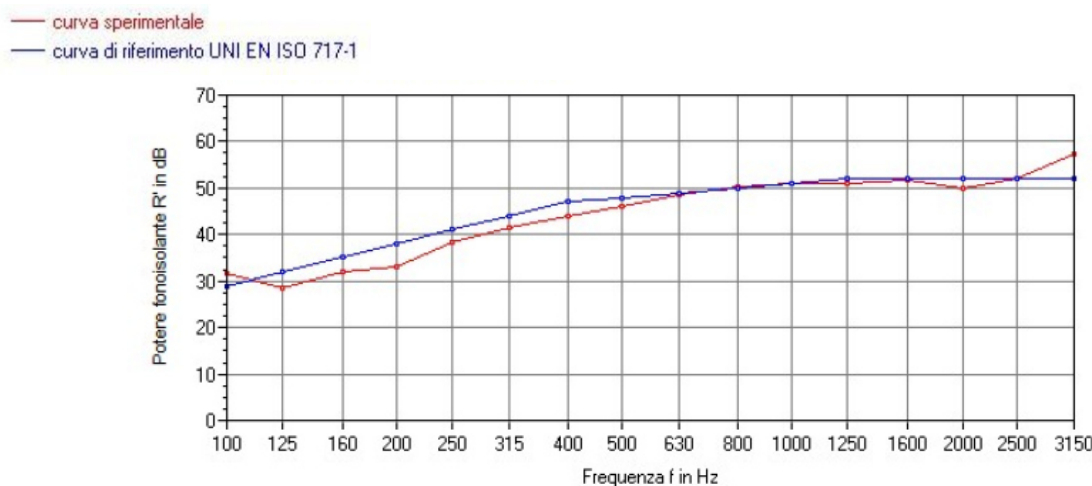
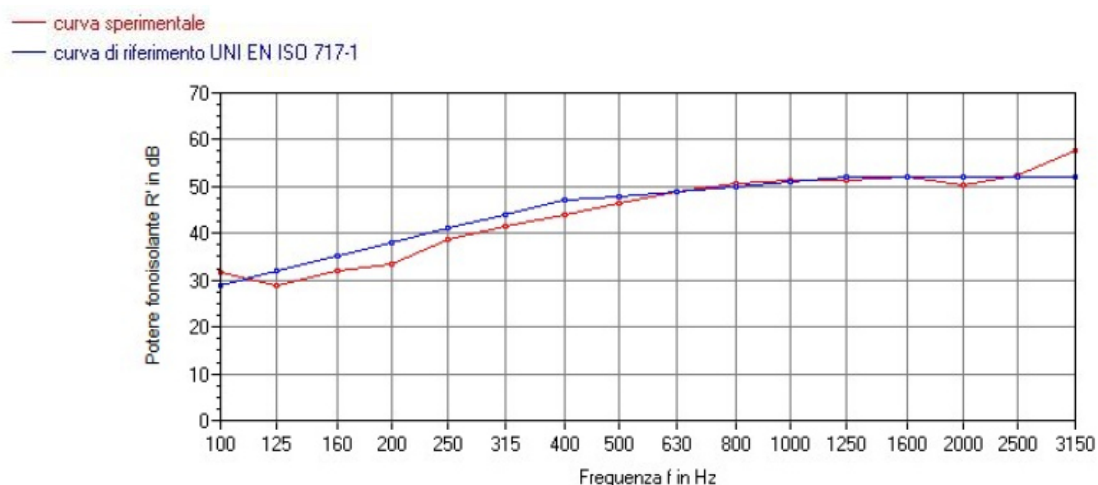
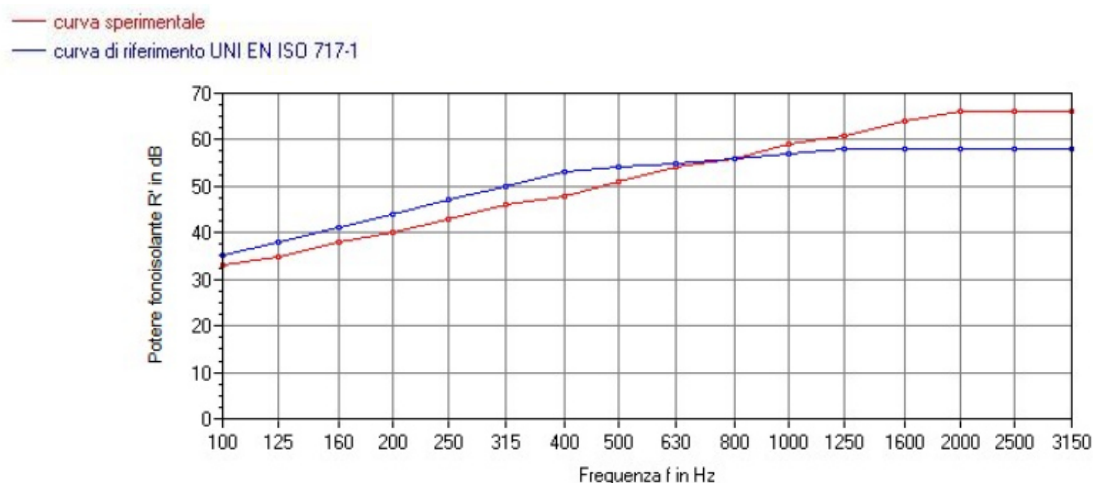


Figura 17 – Potere fonoisolante apparente per bande di terzo d'ottava per la facciata 2 (D2m,nT,w=49,0 dB)



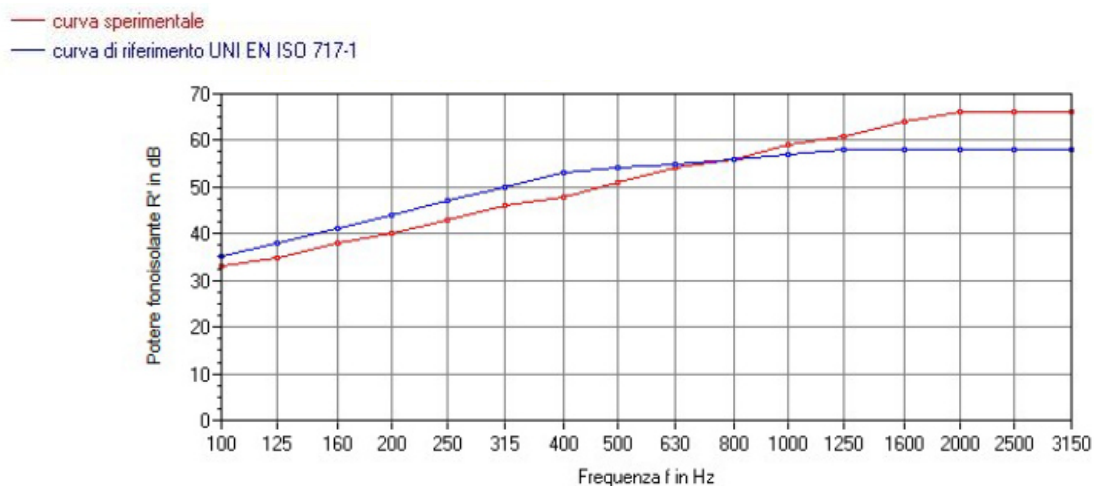
Frequenza (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
R' curva sperimentale terzo di ottava (dB)	31,7	28,7	32,2	33,5	38,6	41,5	44,1	46,4	48,8	50,6	51,3	51,3	51,9	50,3	52,3	57,7
R' curva di riferimento terzo di ottava (dB)	29	32	35	38	41	44	47	48	49	50	51	52	52	52	52	52

Figura 18 – Potere fonoisolante apparente per bande di terzo d'ottava per la facciata 3 (D2m,nT,w=48,0 dB)



Frequenza (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
R' curva sperimentale terzo di ottava (dB)	33,0	35,0	38,0	40,0	43,0	46,0	48,0	51,0	54,0	56,0	59,0	61,0	64,0	66,0	66,0	66,0
R' curva di riferimento terzo di ottava (dB)	35	38	41	44	47	50	53	54	55	56	57	58	58	58	58	58

Figura 19 – Potere fonoisolante apparente per bande di terzo d'ottava per la facciata 4 (D2m,nT,w=52,0 dB)



Frequenza (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
R' curva sperimentale terzo di ottava (dB)	33,0	35,0	38,0	40,0	43,0	46,0	48,0	51,0	54,0	56,0	59,0	61,0	64,0	66,0	66,0	66,0
R' curva di riferimento terzo di ottava (dB)	35	38	41	44	47	50	53	54	55	56	57	58	58	58	58	58

Figura 20 – Potere fonoisolante apparente per bande di terzo d'ottava per la facciata 5 (D2m,nT,w=52,0 dB)

Isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare ($D_{nT,w}$)

Per gli edifici adibiti ad edifici scolastici le prescrizioni per l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente delle partizioni orizzontali e verticali fra ambienti di differenti unità immobiliari è $R'w \geq 50$ dB (sia per gli edifici di categoria E), che diviene pari a $R'w \geq 56$ dB se l'edificio così come previsti dal DM 23 giugno 2022, deve rispettare i limiti imposti nell'Appendice A della norma UNI 11367.

Tale indice si riferisce a misurazioni effettuate in opera e tiene conto non solo del potere fonoisolante delle pareti ma anche dell'incidenza delle strutture laterali. La verifica dell'indice di valutazione del potere fonoisolante $R'w$ permette di ridurre il rumore trasmesso attraverso pareti e solai ad un ambiente diverso da quello in cui si è prodotto il suono.

Per gli ambienti appartenenti, come nel caso in oggetto, alla stessa unità immobiliare si deve, invece, rispettare il requisito dell'isolamento acustico normalizzato $D_{nT,w}$ maggiore o uguale a 50 dB per garantire all'interno degli ambienti una prestazione superiore.

L'isolamento acustico normalizzato ($D_{nT,w}$) rispetto al tempo di riverberazione di ambienti completamente o parzialmente affiancati o sovrapposti si stima attraverso la seguente formula:

$$D_{nT,w} = R'w + X \text{ [dB]}$$

Dove:

X è un termine di riferimento pari a 4 dB per ambienti ricevanti con volume inferiore di $80m^3$. Per ambienti ricevanti con volume compreso tra $80m^3$ e $250m^3$, il termine X si ricava dalla seguente formula:

$$X = 10 \log \left(\frac{V_2}{31,25} \right) \text{ [dB]}$$

Nelle planimetrie seguenti, si riportano al piano terra e al piano primo le partizioni che sono state verificate tra ambienti adiacenti della stessa unità.

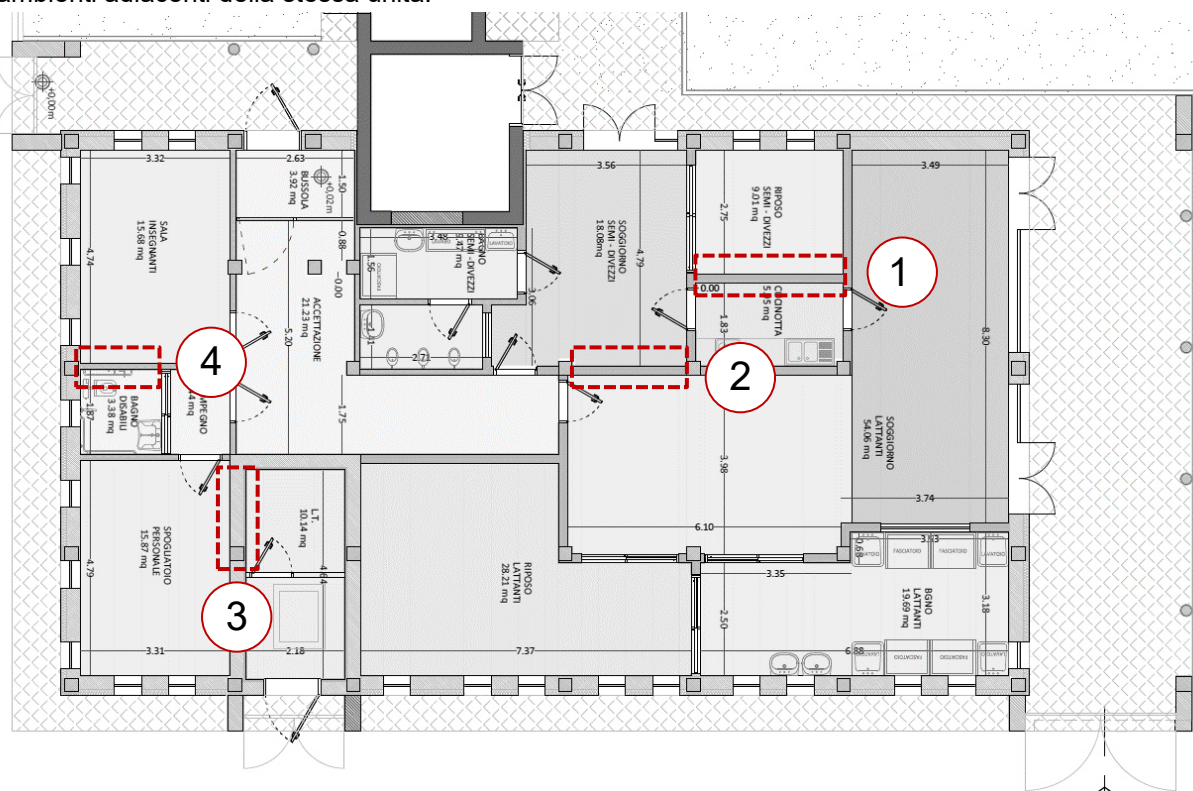


Figura 21 – Planimetria di progetto del piano terra con indicazione delle pareti verificate per l'isolamento tra unità adiacenti

RISULTATI

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva degli ambienti analizzati ed i risultati dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato delle partizioni interne appartenenti alla stessa unità ($D_{n,T,w}$) calcolato:

D	Pia no	Ambiente sorgente	Ambiente ricevente	Tipo divisorio	Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato delle partizioni interne appartenenti alla stessa unità $D_{n,T,w}$ [dB]
1	PT	Cucinotta	Riposo semi-divezzi	Parete a secco	56,0
2	PT	Soggiorno semi-divezzi	Soggiorno lattanti	Parete a secco	56,0
3	PT	Locale tecnico	Spogliatoio	Parete a secco	55,0
4	PT	Bagno	Sala insegnanti	Parete a secco	52,0

Date le prescrizioni sopra riportate, tutti gli ambienti adiacenti appartenenti alla stessa unità immobiliare analizzati all'interno di questo studio rispettano il requisito dell'isolamento acustico normalizzato $D_{n,T,w}$ maggiore o uguale a 50 dB così come richiesto dalla UNI 11367 (Appendice A).

Isolamento acustico normalizzato di partizioni rispetto ad ambienti ad uso comune o collettivo $D_{n,T,w}$ (dB)

Di seguito si riportano le partizioni verificate che collegano ambienti abitativi nei confronti di ambienti ad uso comune o collettivo dell'edificio collegati mediante accessi o aperture.

1. Facciata Soggiorno Semi-divezzi – AMBIENTE COMUNE (piano terra)

Caratterizzato dai seguenti elementi:

- a) Parete divisoria interna P1 Rw=57 dB
- b) Serramento interno porta (vetro+telaio) Rw=33 dB

2. Facciata Riposo lattanti – AMBIENTE COMUNE (piano terra)

Caratterizzato dai seguenti elementi:

- c) Parete divisoria interna P1 Rw=57 dB

3. Facciata Sala insegnanti – AMBIENTE COMUNE (piano terra)

Caratterizzato dai seguenti elementi:

- d) Parete divisoria interna P2 Rw=51 dB
- e) Serramento interno porta (vetro+telaio) Rw=33 dB

Nella planimetria seguente, si riportano al piano primo le partizioni che sono state verificate tra ambienti adiacenti della stessa unità.

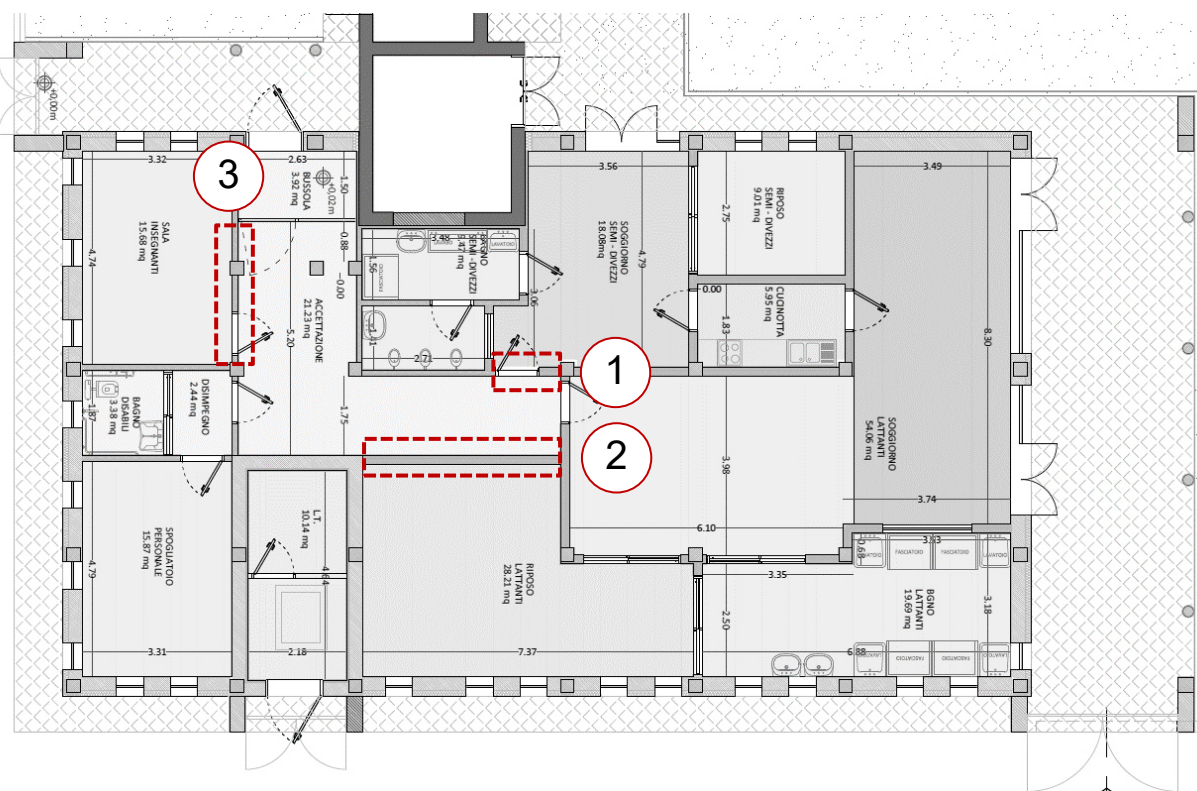


Figura 22 – Planimetria di progetto del piano terra con indicazione delle pareti verificate rispetto l'isolamento con gli ambienti comuni

RISULTATI

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva degli ambienti analizzati ed i risultati dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato delle partizioni interne rispetto ad ambienti ad uso comune ($D_{nT,w}$) calcolato:

D	Piano	Ambiente sorgente	Ambiente ricevente	Tipo divisorio	Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato delle partizioni interne verificate nei confronti di ambienti ad uso comune o collettivo $D_{nT,w}$ [dB]
1	PT	ambiente comune	Soggiorno Semi-divezzi	Parete a secco	38,0
2	PT	ambiente comune	Riposo lattanti	Parete a secco	57,0
2	PT	ambiente comune	Sala insegnanti	Parete a secco	42,0

Tutti gli ambienti adiacenti ad aree di uso comune analizzati all'interno di questo studio rispettano il requisito dell'isolamento acustico normalizzato $D_{nT,w}$ maggiore o uguale a 30 dB così come richiesto dalla UNI 11367 (Appendice B).

Verifica del Tempo di riverberazione (RT)

Il DECRETO 23 giugno 2022 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi", gli ambienti interni degli edifici di nuova costruzione devono essere idonei al raggiungimento dei valori indicati per i descrittori acustici riportati nella norma UNI 11532-2 "Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – metodi di progettazione e tecniche di valutazione. Parte 2: Settore scolastico".

Nel prospetto 1 della UNI 11532, invece, vengono descritti i metodi di calcolo e quali descrittori devono essere utilizzati in base alla destinazione d'uso, nel caso specifico di un ambiente dedicato ad un edificio scolastico sono valutati per gli ambienti compresi fra la categoria A1 e la Categoria A4 sia il tempo di riverberazione (RT) sia l'indice di Intelligibilità del parlato (STI) e per gli ambienti di categoria A6 (da A6.2 "spazi con permanenza ridotta" a A6.5 "sale da pranzo, aule e spogliatoi nelle scuole materne e nido" il valore del rapporto A/V poiché il valore ottimale del tempo di riverberazione è in funzione dell'area di assorbimento (A) e delle caratteristiche geometriche dell'ambiente (V e h).

Il tempo di riverberazione ottimale T_{ott} , corrisponde ad un'occupazione convenzionale dell'ambiente pari all'80% ad eccezione della categoria A5.

Ai fini della UNI 11532-2 (2020) per gli ambienti appartenenti alla Categoria A6, i valori di riferimento sono sempre considerati nello stato arredato e non occupato.

Il metodo previsionale raccomandato per il calcolo del tempo di riverberazione dalla UNI 11532 Parte 1, la quale rimanda alla descrizione del calcolo stesso riportata nella norma UNI 12354-6, la quale ne indica anche l'incertezza.

In seguito, si riporta la formula descritta dalla UNI EN 12354-6 la quale determina il tempo di riverberazione dall'area di assorbimento equivalente, calcolata secondo il punto 4.3, dal volume dell'ambiente vuoto chiuso e dalla parte di elementi:

$$T = \frac{55,3}{c_o} \frac{V(1 - \varphi)}{A} [s]$$

Dove:

c_o è la velocità del suono in aria, in metri al secondo.

Per la tipologia degli ambienti, in accordo con la UNI 11532 si definisce un tempo di riverberazione ottimale che costituisce uno dei parametri di influenza per la stima del rumore presente all'interno dei locali. Si osserva che il ricondurre il tempo di riverberazione a livelli "ottimali" implica che:

- è garantito un adeguato livello di intelligibilità degli ambienti in funzione della destinazione d'uso
- si riduce il rumore tipico presente nei locali
- si aumenta il comfort acustico e generale della qualità di vita degli insegnanti e degli alunni

I valori di riferimento sono i seguenti e sono stati definiti così come stabilito dalla UNI 11532 in relazione alle loro dimensioni ed in funzione della destinazione d'uso A3.2.

a) Tempo di riverberazione medio per Sala insegnanti $T < 0,53$ s

Di seguito si riportano i valori massimi del rapporto A/V che deve essere garantito all'interno degli ambienti A6.5 della scuola nella banda compresa fra 250 Hz e 2000 Hz, dato il volume dell'ambiente.

Destinazione ambiente	CAT.	T_{ott}	Valore riferimento UNI 11532-2	Intervallo di frequenza [Hz]		A/V ≥
				da	a	
Soggiorno lattanti	A6.5	-	$A/V \geq [1,47 + 4,69 \cdot \log(h/1 \text{ m})]^{-1}$	250	2000	0,27
Riposo lattanti	A6.5	-	$A/V \geq [1,47 + 4,69 \cdot \log(h/1 \text{ m})]^{-1}$	250	2000	0,27
Sala insegnanti	A3.2	0,53	$T_{ott} = (0,32 \cdot \log(V) - 0,17)$	250	2000	-

I requisiti indicati determinano, quindi, un trattamento acustico da realizzare: questo consiste nell'inserimento negli ambienti di elementi fonoassorbenti caratterizzati dall'indice di assorbimento acustico α_w per ridurre il tempo di riverberazione ai valori ottimali indicati, come previsto da progetto.

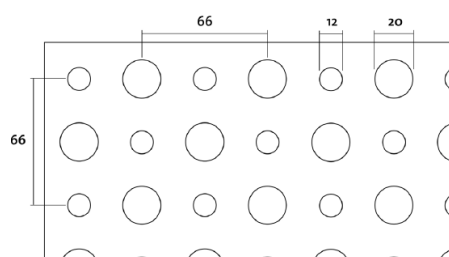
Di seguito si riportano, le caratteristiche del trattamento fonoassorbente utilizzato all'interno degli ambienti ed il valore del Tempo di Riverberazione calcolato all'interno degli spazi, secondo i dettami della UNI EN 12354-6.

Il trattamento fonoassorbente a soffitto (tipo Gyproc Gypton Point 80 Activ'Air/Rigitone Edge 12-20/66 Acetiv'Air) è composto da uno strato di lana di roccia, la facciata a vista è costituita dal pannello in cartongesso forato (percentuale di foratura almeno il 19 %), posa con pendini ed intercapedine.

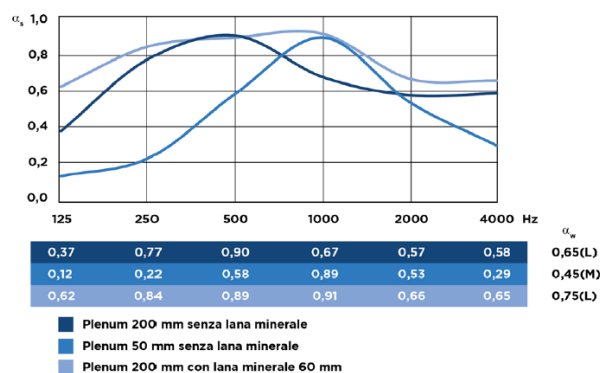
Il controsoffitto fonoassorbente dovrà garantire un coefficiente di assorbimento acustico pari a α_w : 0,75.

Di seguito si riportano un dettaglio applicativo dell'elemento ed il coefficiente di assorbimento del materiale considerato.

Il controsoffitto fonoassorbente dovrà garantire un coefficiente di assorbimento acustico pari a α_w : 0,75.



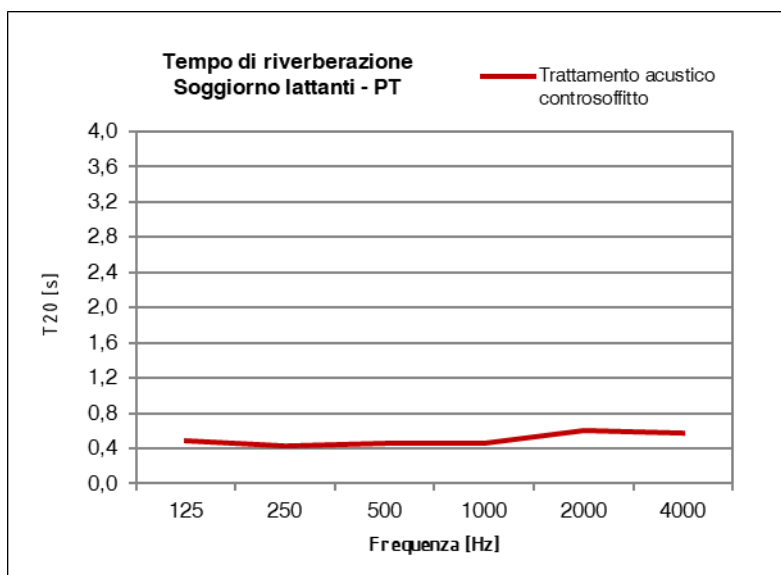
Dettaglio del pannello fonoassorbente a controsoffitto



Coefficiente di assorbimento pannello fonoassorbente

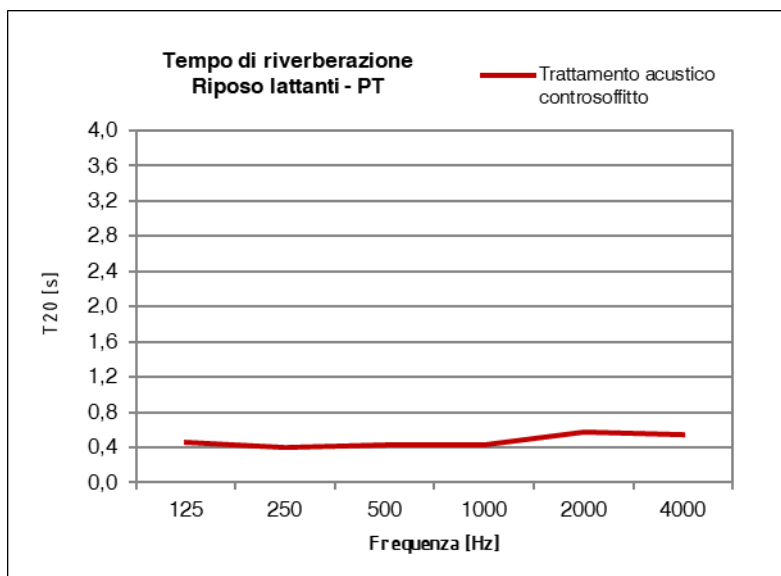
Di seguito si riportano le analisi dei tempi di riverberazione all'interno degli ambienti scelti e i mq minimi delle superfici da trattare.

Piano Terra: Soggiorno lattanti		
Caratteristiche dell'ambiente	Superficie [m ²]	α_w [-]
Trattamento a soffitto	54,0	0,75
Pavimento	54,0	
Parete 1:		
Intonaco	24,9	
Serramento vetrato	6,6	
Parete 2:		
Cartongesso	18,3	
Serramento vetrato	2,0	
Porta	9,2	
Parete 3:		
Cartongesso	23,1	
Porta	3,8	
Parete 4:		
Intonaco	10,5	
Cartongesso	19,1	
Caratteristiche acustiche		
Tempo di riverberazione media 500-1000 Hz	0,49	[s]



Tempo di riverberazione RT – Soggiorno lattanti

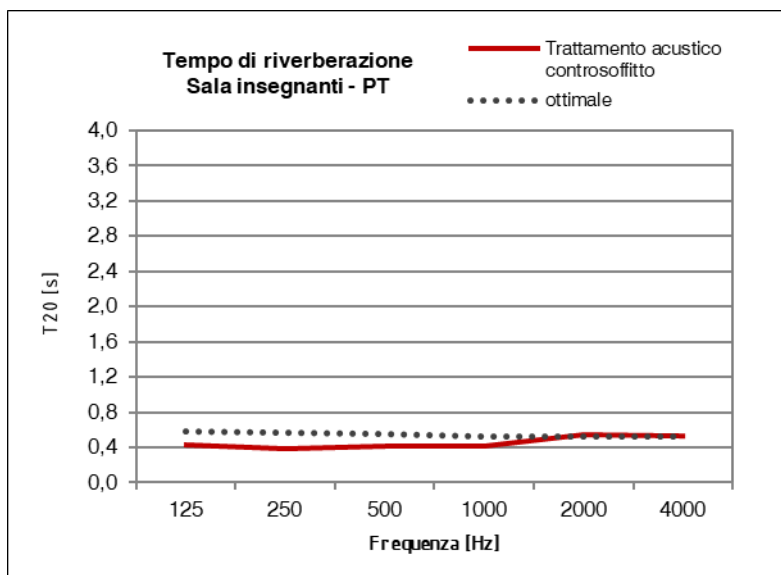
Piano Terra: Soggiorno semi-divezzi		
Caratteristiche dell'ambiente	Superficie [m ²]	α_w [-]
Trattamento a soffitto	28,2	0,75
Pavimento	28,2	
Parete 1:		
Intonaco	18,5	
Serramento vetrato	3,6	
Parete 2:		
Intonaco	14,2	
Parete 3:		
Cartongesso	17,5	
Porta	4,6	
Parete 4:		
Cartongesso	9,6	
Porta	4,6	
Caratteristiche acustiche		
Tempo di riverberazione media 500-1000 Hz	0,46	[s]



Tempo di riverberazione RT – Soggiorno semi-divezzi

Relazione requisiti acustici e rispetto criterio 2.4.11 DM n.256 - Progetto di fattibilità tecnico-economica

Piano Terra: Sala insegnanti		
Caratteristiche dell'ambiente	Superficie [m ²]	α_w [-]
Trattamento a soffitto	14,7	0,75
Pavimento	14,7	
Parete 1:		
Intonaco	8,5	
Serramento vetrato	1,4	
Parete 2:		
Intonaco	12,0	
Serramento vetrato	2,2	
Parete 3:		
Cartongesso	9,9	
Parete 4:		
Cartongesso	12,3	
Porta	1,9	
Caratteristiche acustiche		
Tempo di riverberazione media 500-1000 Hz	0,44	[s]
Tempo di riverberazione T_{ott}	0,53	[s]



Tempo di riverberazione RT – Sala insegnanti

In tutti gli ambienti considerati e sopra riportati, dato il trattamento fonoassorbente previsto a soffitto, il tempo di riverberazione calcolato rispetta i valori minimi imposti dalla UNI 11532-2 (2020) per i differenti ambienti dell'edificio scolastico.

Di seguito si riporta la tabella con le verifiche effettuate del rapporto A/V in tutti gli ambienti appartenenti alla Categoria A.6:

Ambiente	mq	Cat.	TR	A/V rif	A/V			
					250	500	1000	2000
Soggiorno lattanti	54,0	A6.5	0,49	0,27	0,33	0,37	0,35	0,35
Riposo lattanti	28,2	A6.5	0,46	0,27	0,35	0,40	0,37	0,37

Come si evince dalla Tabella sopra riportata in tutti gli ambienti valutati il rapporto A/V è maggiore al rapporto definito per ciascun ambiente in funzione della destinazione d'uso e del volume dell'ambiente stesso così come prescritto dalla UNI 11532-2.

Di seguito si riporta la tabella con le verifiche effettuate del T_{ott} nell'ambiente appartenente alla Categoria A.3:

Ambiente	mq	Cat.	T_{ott}	TR
Sala insegnanti	15,7	A3.2	0,53	0,44

Come si evince dalla Tabella sopra riportata nell'ambiente valutato il tempo di riverberazione ottimale è maggiore rispetto al valore ottenuto in seguito all'inserimento del trattamento acustico in funzione della destinazione d'uso e del volume dell'ambiente stesso così come prescritto dalla UNI 11532-2.

Valutazione dell'indice di trasmissione del parlato (STI)

L'indice di Trasmissione del Parlato (STI) è una grandezza che esprime la qualità della trasmissione del parlato in termini di intelligibilità, relativa ad un percorso acustico o elettro-acustico tra un parlatore ed un ascoltatore.

Al fine di ottenere un'elevata intelligibilità, la conservazione dell'involuppo dell'intensità tra parlatore ed ascoltatore è considerata di massima importanza. Il deterioramento dell'involuppo, infatti, corrisponde alla riduzione della profondità di modulazione per una o più frequenze di modulazione. Lo STI determina il grado di tale deterioramento a causa di distorsioni come il rumore, la riverberazione e l'eco, tramite una funzione di trasferimento della modulazione.

Per il calcolo dell'indice STI si assume, per ogni singolo ambiente, il valore del tempo di riverberazione (RT) calcolato all'interno dei differenti spazi e come livello di rumore all'ascoltatore il valore massimo ammesso dovuto alla rumorosità degli impianti a funzionamento continuo ($L_{Aeq}=25$ dB(A) ed il livello del parlato nella posizione dell'ascoltatore uguale a voce maschile con $L_{Aeq}=60$ dB(A) ad 1m (sforzo normale maschile secondo ISO 9921). Il calcolo è stato effettuato ai sensi della norma UNI 11532-1 (2018) secondo il metodo di calcolo B – Appendice A – campo riverberato diffuso con contributo del suono diretto trascurabile.

Di seguito si riportano, per gli ambienti presi a riferimento, i valori dell'indice di intelligibilità del parlato e la relativa fascia di giudizio:

Categoria	Ambiente	Indice STI calcolato	Fascia di giudizio
A6.5	Soggiorno lattanti	0,70	BUONO
A6.5	Riposo lattanti	0,72	BUONO
A3.2	Sala insegnanti	0,72	BUONO

*Ambienti di categorie non soggette al calcolo dello STI, si è deciso di valutare ugualmente gli ambienti al fine di garantire un'intelligibilità del parlato a tutti gli ambienti.

In tutti gli ambienti analizzati, il valore dell'indice STI risulta $\geq 0,5$, ovvero conforme alla fascia di giudizio accettabile ed al valore minimo richiesto dalla normativa (UNI 11532) per ambienti con volumi corrispondenti a quelli oggetto di analisi.

Rumore degli impianti tecnologici

Tutti gli impianti tecnologici a funzionamento continuo e discontinuo dovranno essere realizzati in conformità alle prescrizioni del DPCM 5 dicembre 1997, nel rispetto dei requisiti minimi seguenti:

- $L_{Amax} \leq 35 \text{ dB}$
- $L_{Aeq} \leq 25 \text{ dB(A)}$

Ciò significa che gli impianti a funzionamento continuo e discontinuo potranno generare, negli ambienti diversi da quelli in cui si trovano, un livello di rumore pari al massimo a 25 dB(A) in un ambiente diverso da dove il rumore è generato, secondo il DPCM 5/12/1997.

Per impianti a funzionamento discontinuo si intendono:

- scarichi idraulici
- bagni e servizi igienici
- rubinetterie

Per impianti a funzionamento continuo si intendono:

- impianti di riscaldamento
- impianti di aerazione
- impianti di condizionamento

I requisiti acustici minimi che devono, inoltre, essere rispettati per gli edifici scolastici, così come stabilito dalla UNI 11367 sono pari a:

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

(UNI 11367-Prestazione buona – APPENDICE A) $L_{ic} < 28 \text{ dB(A)}$

- Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, in ambienti diversi da quelli di installazione dB(A)

(UNI 11367-Prestazione buona – APPENDICE A) $L_{id} < 34 \text{ dB(A)}$

Verifica acustica delle opere in progetto

Le verifiche effettuate si basano su dati forniti dai produttori degli impianti; per i calcoli si considerano:

- le prestazioni di isolamento acustico offerto dalle strutture verticali e orizzontali con un opportuno isolamento per riportarle entro i limiti fissati dal D.P.C.M. 5/12/97 e DM 23 giugno 2022, come definito dai capitoli specifici nella presente relazione,
- le prescrizioni sul rumore degli impianti tecnologici (a funzionamento continuo e discontinuo)
- le informazioni in merito alle dimensioni degli ambienti, alla destinazione d'uso e alle caratteristiche acustiche dei materiali.

L'approccio più efficace prevede l'adozione di tutte le prescrizioni necessarie e l'inserimento di dispositivi in grado di attenuare il rumore prodotto dalle unità tecnologiche e trasportato dall'aria all'interno attraverso le reti aerauliche in ambiente, individuando il dispositivo più idoneo, tenendo conto sia delle esigenze aerauliche, sia della posizione e del tipo di ambiente considerato.

Infine, per la presente valutazione previsionale ci si riferisce in particolare agli impianti a funzionamento continuo in relazione alla loro specifica tipologia e posizione che sarà dettagliata nei capitoli successivi. Nei paragrafi seguenti verranno valutati di volta in volta gli ambienti considerati.

Infine, per le valutazioni, sono stati considerati gli ambienti più critici dell'intero immobile, in modo che fossero rappresentativi di tutte le tipologie presenti nell'edificio.

Valutazione acustica degli impianti a funzionamento discontinuo

I rumori causati all'interno dalle tubazioni e gli scarichi degli impianti igienico-sanitari, dai collettori di distribuzione, etc. sia per caduta o scorrimento, sia per urto dell'acqua sulle pareti della tubazione stessa, saranno trattati al capitolo relativo alle prescrizioni da adottare per la riduzione del rumore (prevalentemente trasmesso, per il tema in oggetto, per via strutturale).

Riduzione del rumore trasmesso dagli impianti a funzionamento discontinuo (idrico-sanitari)

Gli impianti tecnologici a funzionamento discontinuo dovranno essere realizzati in conformità alle prescrizioni del D.P.C.M. sopra citato, nel rispetto dei requisiti minimi quali:

- $L_{A_{Smax}} \leq 35 \text{ dB}$

Ovvero, gli impianti a funzionamento discontinuo dovranno rispettare il livello sonoro massimo corretto, in ambienti diversi da quelli di installazione

(UNI 11367-Prestazione buona – APPENDICE A)

$L_{id} = 34 \text{ dB(A)}$

Ciò significa che gli impianti a funzionamento discontinuo potranno generare, negli ambienti diversi da quelli in cui si trovano, un livello di rumore pari al massimo a 35 dB(A). In sostanza si tratta, quindi, di garantire che il "picco massimo di rumore" emesso dall'impianto sia al di sotto del limite di legge.

Per impianti a funzionamento discontinuo si intendono:

- scarichi idraulici
- bagni e servizi igienici
- rubinetterie

Impianti a funzionamento discontinuo: idrico-sanitari

La norma che spiega come calcolare analiticamente quale potrà essere il rumore emesso da un impianto è la UNI EN 12354 – 5 (2009): "*Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Livelli sonori dovuti agli impianti tecnici*".

Il modello è ben applicabile agli impianti di ventilazione, ma per gli impianti di scarico è particolarmente complesso. Richiede dati di ingresso difficilmente reperibili. Per la valutazione del rumore degli scarichi ci si basa prevalentemente su indicazioni di corretta posa in opera dei sistemi costruttivi.

In generale si possono controllare i rumori degli scarichi riducendo al minimo la trasmissione dei rumori aerei e da vibrazioni. Per controllare i rumori generati dagli scarichi occorre seguire vari accorgimenti:

Il primo è la semplice indicazione di evitare, per quanto possibile, di posizionare i canali di scarico in prossimità di ambienti particolarmente sensibili quali camere da letto o altri ambienti abitativi. Nel caso del progetto in analisi in entrambi i casi gli scarichi sono stati collocati in pareti non direttamente esposte ad ambienti con permanenza continuativa di persone.

I rumori causati all'interno di una tubazione di scarico, sia per caduta o scorrimento, sia per urto dell'acqua sulle pareti della tubazione stessa, possono trasmettersi sia per via indiretta che per via diretta tramite il fissaggio della tubazione (vedi Figura 23).

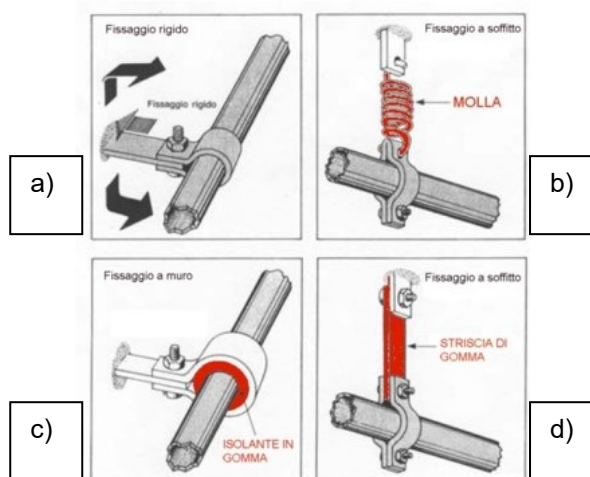


Figura 23 - Tipologie di fissaggio delle tubazioni: a) fissaggio rigido (scorretto); b) c) d) fissaggi corretti con materiale disaccoppiamento

È opportuno quindi, così come riportato in Figura 24 e Figura 25:

1. Utilizzare sistemi di scarico di tipo silenziato;
2. Inserire l'impianto in appositi cavedi impiantistici;
3. Eliminare tutti i possibili collegamenti rigidi tra canali e strutture edili.

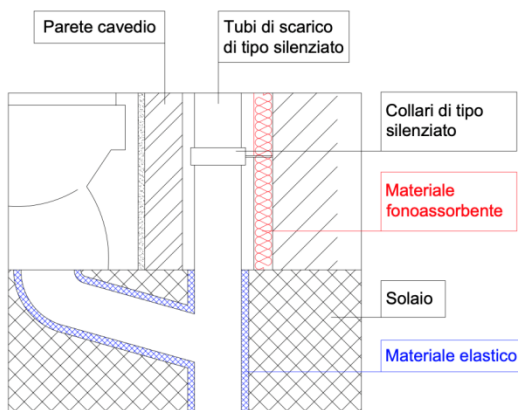


Figura 24 – Indicazione degli accorgimenti da adottare

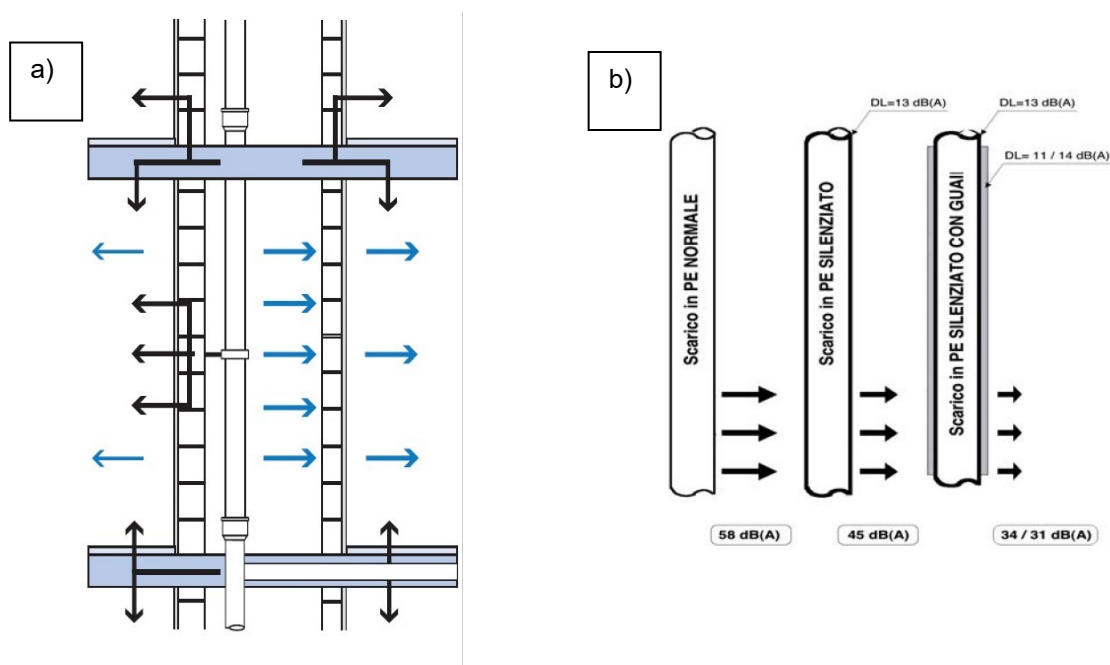


Figura 25 – a) Trasmissione dei rumori attraverso l'impianto di scarico; b) Confronto prestazionale fra i diversi materiali in commercio (tubazioni di scarico)

Inoltre, si dovrà prevedere, in fase di montaggio dei sanitari, la messa in opera di elementi antivibranti in gomma o materiali equivalenti. Le eventuali cassette di scarico per WC incassate nei muri dei bagni, andranno invece isolate mediante il posizionamento di feltro in lana minerale ISOVER PAR 45 tra la cassetta ed il paramento murario retrostante, così come per tutti i tubi di scarico si dovrà frapporre rispetto alla muratura retrostante un materiale fonoassorbente (tipo feltro in lana minerale ISOVER PAR 45).

Poi, per ridurre la generazione di rumori lungo il canale, è opportuno evitare variazioni di direzione di 90° (da verticale a orizzontale) al piede della colonna, verranno perciò realizzati raccordi con due curve a 45° e un tubo intermedio, di lunghezza pari almeno a 2 volte il diametro della tubazione, così come riportato a Figura 26.

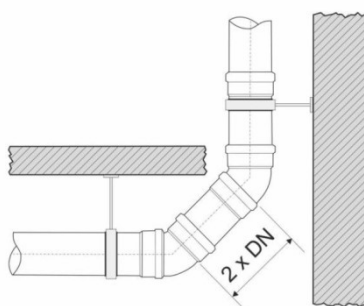


Figura 26 – Indicazione degli accorgimenti da adottare sulle variazioni di direzione del condotto

Oltre al rumore dello scarico WC sarà possibile limitare drasticamente il rumore della ricarica delle cassette utilizzando apposite **cassette di tipo silenziato**.

Per limitare la trasmissione da vibrazione, quindi, il sistema di scarico deve inoltre essere desolidarizzato dalle strutture murarie. **Le tubazioni saranno rivestite con materiale elastico resiliente in corrispondenza di tutti i punti di contatto, anche lungo il tratto che collega i sanitari alla colonna principale.**

Infine, prevista l'interposizione di uno strato di materiale elastico tra l'apparecchio sanitario e la struttura muraria così come riportato in Figura 27.

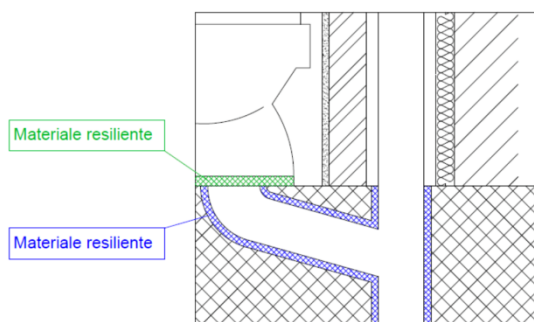


Figura 27 – Indicazione della corretta interposizione degli elementi disaccoppianti

N.B. PRESCRIZIONI TUBAZIONI ed IMPIANTI:

Dovranno pertanto essere isolate acusticamente tutte le tubazioni impiantistiche, sia per via aerea sia per via strutturale, mediante l'utilizzo di specifici accorgimenti e materiali, ed interponendo degli elementi resilienti ad elevato fattore di smorzamento.

Si prescrive inoltre l'utilizzo di tubi e raccordi insonorizzati tipo Geberit Silent, Blu Phon (Faraplan) o Raupiano Plus (Rehau).

Al fine di limitare il disturbo presso gli ambienti adiacenti all'unità immobiliare, determinato dal funzionamento degli apparecchi sanitari, occorrerà dimensionare lo spessore delle pareti, in considerazione del fatto di dover integrare i passaggi impiantistici nelle murature (impianti idraulici, scatole di derivazione etc.).

Occorrerà inoltre prevedere, in fase di montaggio dei sanitari, la messa in opera di elementi antivibranti in gomma o materiali equivalenti. Le eventuali cassette di scarico per WC incassate nei muri dei bagni, andranno invece isolate mediante il posizionamento di feltro in lana minerale ISOVER PAR 45 tra la cassetta ed il paramento murario retrostante.

La valutazione acustica degli impianti a funzionamento continuo: rumore prodotto dagli impianti tecnologici

La previsione del rumore prodotto dai nuovi impianti di climatizzazione a servizio degli ambienti previsti in ampliamento è effettuata sulla base delle informazioni delle macchine da collocarsi negli ambienti indicati nella documentazione fornita: la tipologia ed il posizionamento delle macchine sono estratte dalle tavole architettoniche e impiantistiche in relazione alle seguenti informazioni:

- planimetrie e sezioni architettoniche
- ubicazione in pianta delle macchine e degli impianti

Le immagini seguenti indicano, evidenziate con riquadro rosso, le sorgenti di rumore presenti nei locali tecnici e al primo piano sul lato nord.

- Figura 28 – Piano terra, sorgenti di rumore ventilazione meccanica;
- Figura 29 – Piano terra, sorgenti di rumore climatizzazione;
- Figura 30 – Piano copertura, sorgenti di rumore.

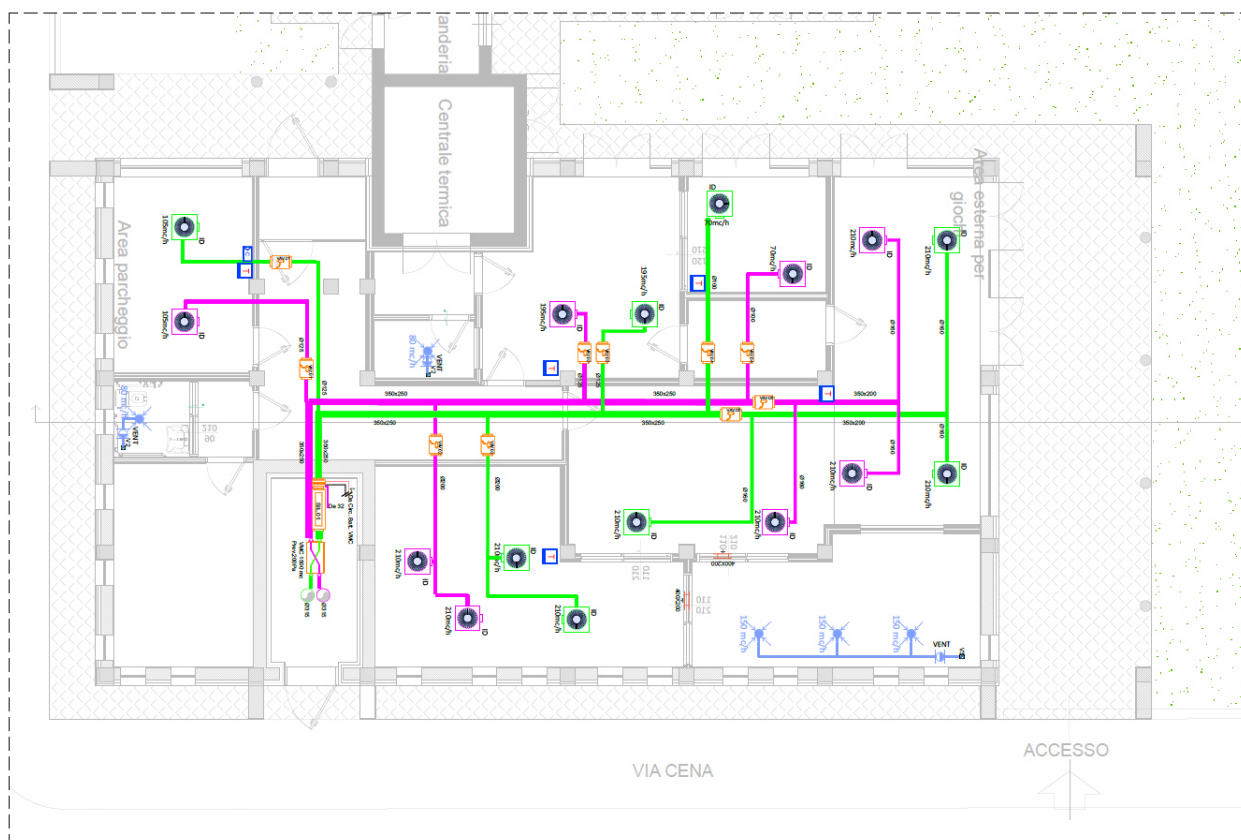


Figura 28 – Piano terra, sorgenti di rumore ventilazione meccanica

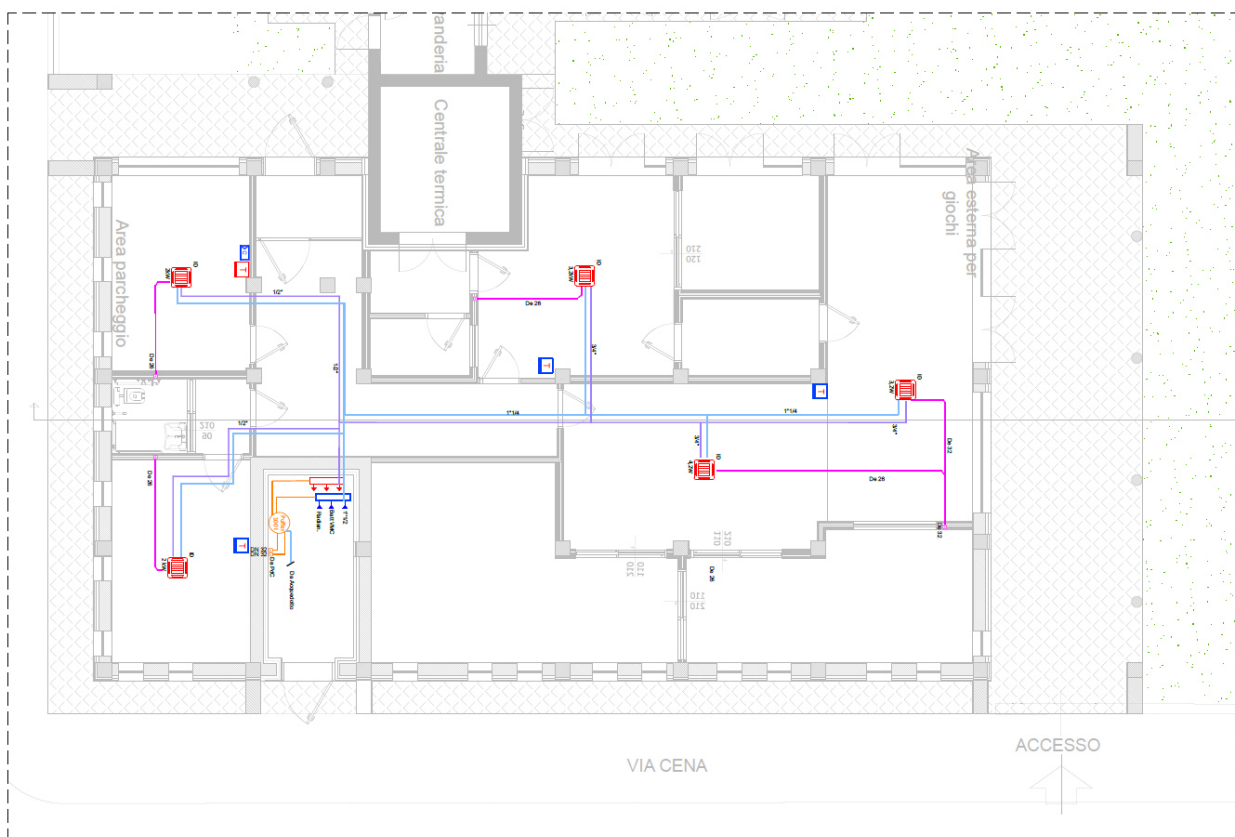


Figura 29 – Piano terra, sorgenti di rumore climatizzazione

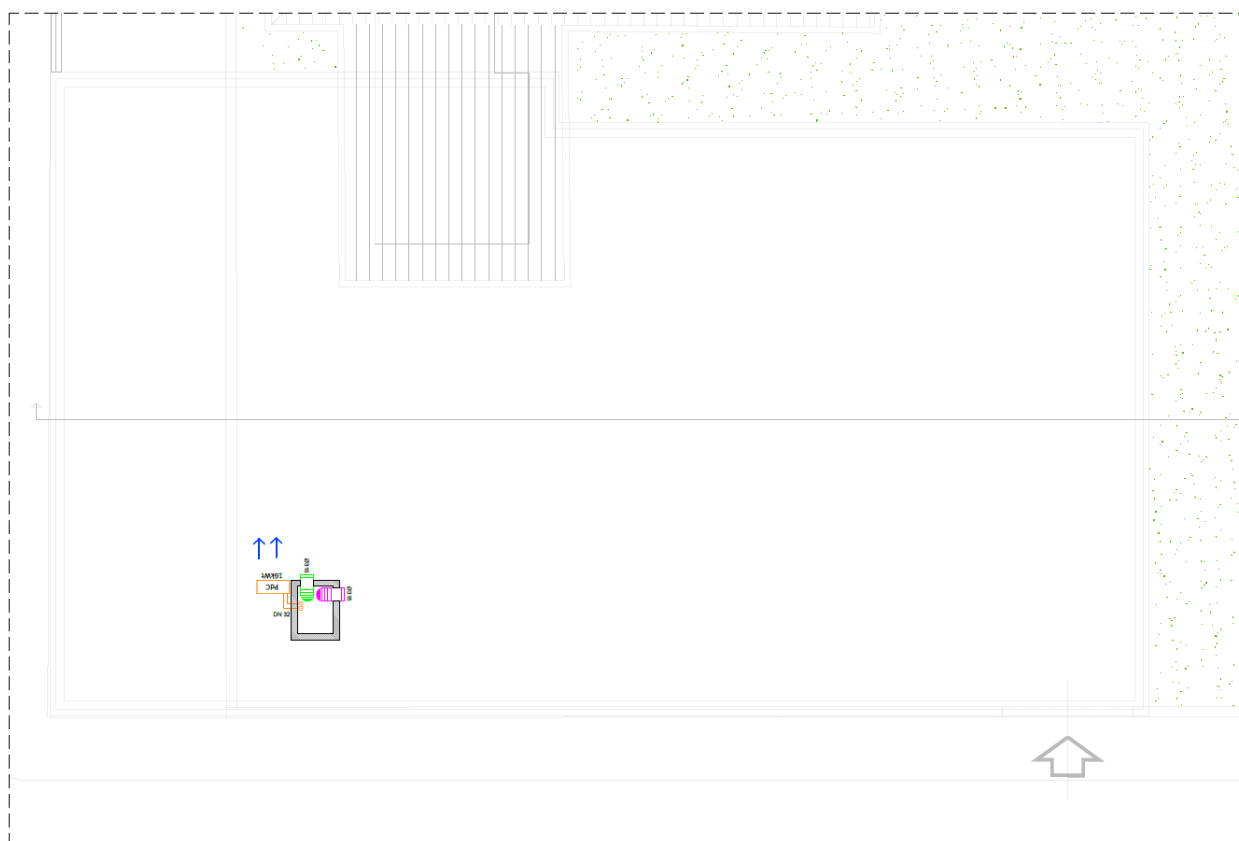


Figura 30 – Piano copertura, sorgenti di rumore

Le unità tecnologiche previste a progetto sono:

Tabella 3 - Macchine per la ventilazione e climatizzazione dell'aria

ID	Tipologia	Marca/Modello
ID	Unità con motore del ventilatore AC per montaggio a soffitto	Marca tipo Daikin Modello FWF-BT/BF
VMC	Ventilazione con recupero di calore	Marca tipo Daikin Modello VAM-J8 (1500)
PDC	Pompa di calore	Marca tipo Daikin Modello Altherma 3M

In relazione alle stime del rumore riportate nella presente relazione, si precisa che:

1. se non indicata a progetto, l'identificativo della macchina (marca e modello) riportato sia in allegato, sia nei paragrafi seguenti, è indicativo della macchina "tipo" utilizzata quale base per i calcoli.
2. Tutte le unità descritte devono, laddove esplicitamente definite, rispettare le prescrizioni acustiche riportate.
3. Non si valuta in termini quantitativi (ma dovrà essere determinato da parte dell'appaltatore, se non risultasse trascurabile) il rumore autogenerato dai componenti aeraulici quali serrande, regolatori di portata, transizioni ed altre fonti secondarie di rumore.

Premesso che la valutazione della rumorosità prodotta dagli impianti a funzionamento continuo, ai fini del rispetto del DPCM 5/12/1997 deve essere effettuata in ambiente diverso da quello di posizione della macchina, saranno considerate le caratteristiche di emissione sonora delle unità tecnologiche (Unità di ventilazione) e degli elementi che costituiscono l'impianto aeraulico (bocchette di aerazione, distribuzione) negli ambienti maggiormente critici rispetto alla posizione della macchina stessa.

Successivamente, così come richiesto dall'Allegato A della UNI 11367 verrà anche valutato il livello di rumore complessivo all'interno degli ambienti prodotto dagli impianti a funzionamento continuo e tali valori saranno confrontati con il limite imposto dalla tabella Prospetto A.1 dell'Appendice A.

Premessa alla valutazione del rumore presente negli ambienti consiste nella definizione del tempo di riverberazione dei locali, come esplicitato nel prossimo paragrafo.

Il tempo di riverberazione degli ambienti

Per la valutazione degli ambienti si considera il tempo di riverberazione determinato a calcolo e riportato nei paragrafi specifici. Si ricorda che il ricondurre il tempo di riverberazione a livelli "ottimali" (secondo le indicazioni contenute nei disposti legislativi e normativi) implica che:

- è garantito un adeguato livello di intelligibilità degli ambienti in funzione della destinazione d'uso;
- si riduce il rumore presente negli ambienti;
- si aumenta il comfort acustico e generale della qualità di vita degli insegnanti e degli alunni.

I valori calcolati sono indicati in Tabella 4.

Tabella 4 - Tempo di riverberazione degli ambienti valutati

Ambiente	Superficie in pianta	Altezza	Volume	Tempo di riverberazione
	[m ²]	[m]	[m ³]	[s]
Sala insegnanti	28,2	3,0	84,5	0,46
Riposo lattanti	15,7	3,0	47,1	0,44

Sorgenti di rumore e componenti aeraulici

Gli impianti, come detto, sono collocati all'interno dei locali tecnici, nei controsoffitti e all'esterno del complesso scolastico: le macchine più significative dal punto di vista delle emissioni sonore sono riportate negli schemi seguenti, che riportano le descrizioni generiche e alcune tra le caratteristiche meccaniche e acustiche.

Le schede delle stesse sono riportate inoltre nell'allegato B alla presente relazione.

Unità con motore del ventilatore AC per montaggio a soffitto ID W

La tabella indica le caratteristiche generali e dimensionali dell'unità prevista a progetto, desunte della documentazione fornita e utilizzati per il calcolo.

Caratteristiche generali

Unità	Tipo Daikin Modello FWF-BT/BF	
ID	ID 2kW / ID 3,2kW / ID 4,2W /	
portata aria mandata m ³ /h	468 / 660	m ³ /h
<p>Schema costruttivo</p> 		

Caratteristiche acustiche

Potenza sonora	Livello globale
	L _{w,A}
Potenza sonora L _{WA} dB(A) (modalità Altissima)	44,0 / 50,0
Pressione sonora	Livello globale
	L _{p,A}
Pressione sonora L _{WA} dB(A) (modalità Altissima)	31,0 / 40,0

Di seguito si riportano in planimetria le sorgenti di rumore:

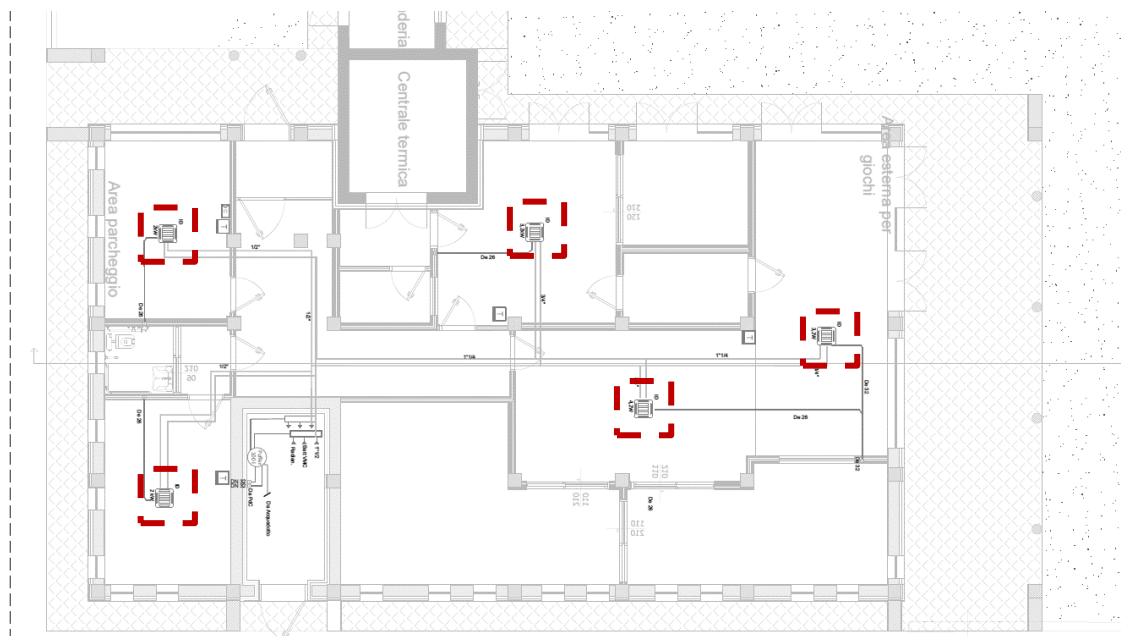


Figura 31 – Piano terra, sorgenti di rumore FWF-BT/BF

Ventilazione con recupero di calore VMC 1500

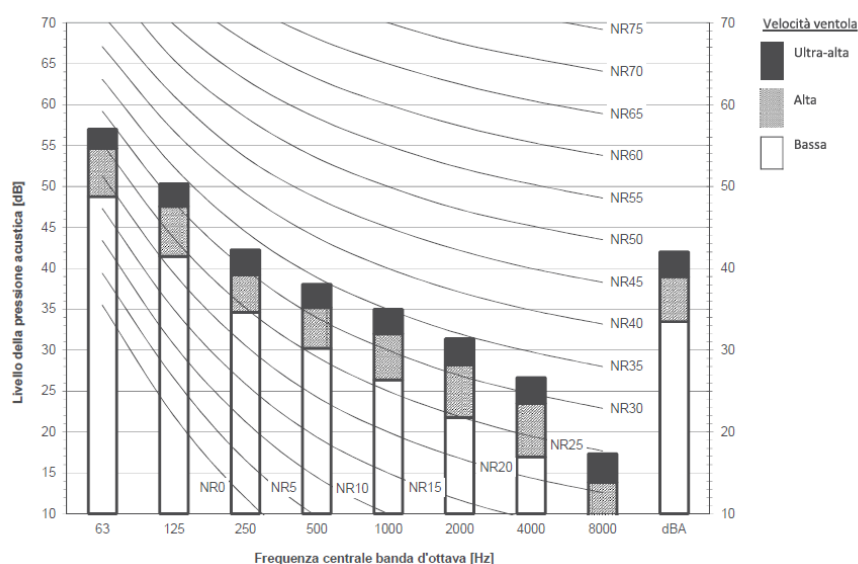
La tabella indica le caratteristiche generali e dimensionali dell'unità prevista a progetto, desunte dalla documentazione fornita e utilizzati per il calcolo.

Caratteristiche generali

Unità	Tipo Daikin Modello VAM-J8	
ID	Vmc	
portata aria mandata m³/h	1500	m³/h
Schema costruttivo		
		

Caratteristiche acustiche

Potenza sonora	Livello globale
	L_{w,A}
Potenza sonora L _{WA} dB(A)	62,0



Potenza sonora	Velocità	Frequenza [Hz]								Livello globale Lw,A
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Mandata	Altissima	74,0	74,0	81,0	76,0	70,0	75,0	68,0	65,0	80,0
Presa d'aria esterna	Altissima	78,0	76,0	70,0	57,0	56,0	52,0	45,0	36,0	65,0
Ripresa	Altissima	78,0	76,0	70,0	58,0	56,0	53,0	46,0	36,0	65,0
Espulsione	Altissima	74,0	75,0	82,0	77,0	72,0	76,0	70,0	67,0	81,0
Involucro	Altissima	77,0	66,0	65,0	59,0	51,0	53,0	47,0	39,0	62,0

I livelli di potenza sonora attribuiti ai canali di mandata e ripresa sono determinati secondo le indicazioni fornite dal costruttore. Le voci qui riportate sono dedotte secondo quanto specificato:

- "MANDATA" (bocca di mandata/lato mandata): è un livello di potenza sonora LwA, espressa in dB/dB(A) per bande di ottava intera. Il dato si calcola dalla voce della scheda del costruttore "SWL in uscita aria"
- "PRESA ARIA ESTERNA" (bocca di ingresso aria/lato mandata): è un livello di potenza sonora LwA, espressa in dB/dB(A) per bande di ottava intera. Il dato si deduce dalla voce della scheda del costruttore "SWL in entrata aria"
- "ESPULSIONE" (bocca di espulsione aria/lato ripresa): è un livello di potenza sonora LwA, espressa in dB/dB(A) per bande di ottava intera. Il dato si deduce dalla sezione della voce del costruttore "SWL in uscita aria"
- "RIPRESA" (bocca di ingresso aria/lato ripresa): è un livello di potenza sonora LwA, espressa in dB/dB(A) per bande di ottava intera. Il dato si calcola dalla voce della scheda del costruttore "SWL in entrata aria"
- "INVOLUCRO" è un livello di potenza sonora LwA, espressa in come livello globale pesato A dB(A). Si deduce dallo spettro di potenza sonora relativa alla voce "SWL attraverso carpenteria"

Il livello di potenza attribuito all'involucro è calcolato sulle ipotesi di chiusura ad alto potere fonoisolante, come indicato al capitolo di prescrizioni generali per la macchina.

La posizione dei punti di emissioni verso l'ambiente esterno sono riportati nell'immagine seguente:

Relazione requisiti acustici e rispetto criterio 2.4.11 DM n.256 - Progetto di fattibilità tecnico-economica

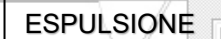


Figura 32 – Locale tecnico piano terra: recuperatore di calore VMC 1500 emissioni esterne in copertura

Pompa di calore PDC

La tabella indica le caratteristiche generali e dimensionali dell'unità prevista a progetto, desunte dalla documentazione fornita e utilizzati per il calcolo.

Caratteristiche generali

Unità	Tipo Daikin Modello Altherma 3M	
ID	PDC	
Schema costruttivo		
		

Caratteristiche acustiche

Potenza sonora	Livello globale
	L_w,A
Potenza sonora L _{WA} dB(A)	62,0

I livelli di potenza sonora attribuiti all'unità sono determinati secondo le indicazioni fornite dal costruttore.

Il livello di potenza attribuito all'involucro è calcolato sulle ipotesi di chiusura ad alto potere fonoisolante, come indicato al capitolo di prescrizioni generali per la macchina.

La posizione dei punti di emissioni verso l'ambiente esterno sono riportati nell'immagine seguente:

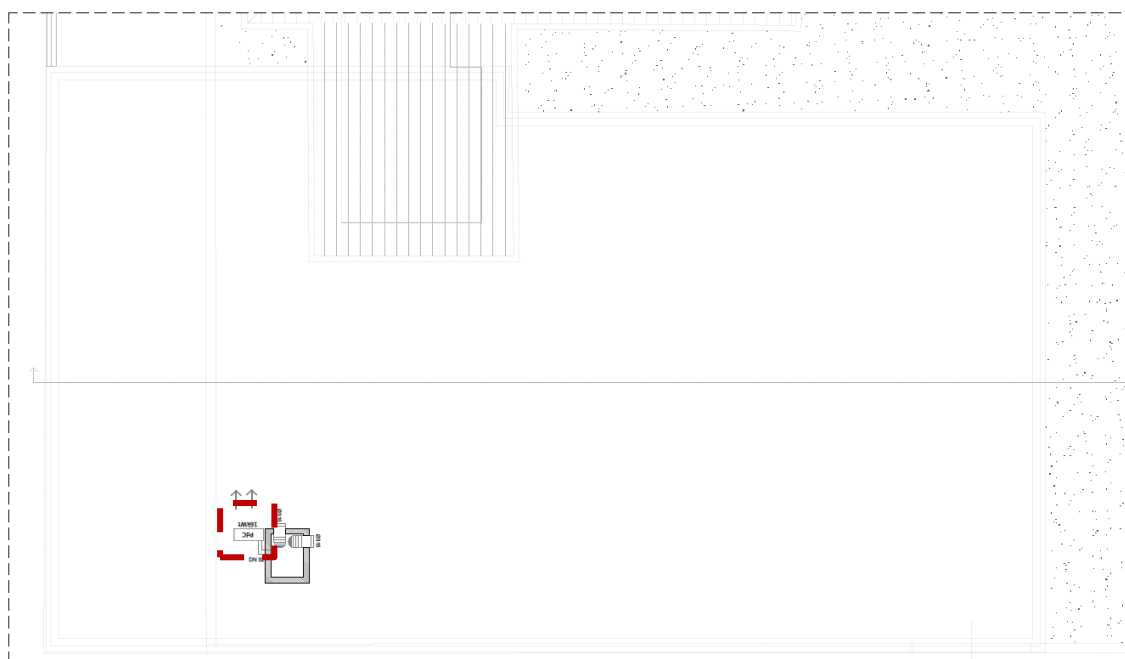


Figura 33 – Piano copertura, sorgenti di rumore Pompa di calore Altherma 3M

Silenziatori

Recuperatore di calore

Unità

OGGETTO

VMC

Tipo Daikin Modello VAM-J8 1500 mc/h

Silenziatore dissipativo su CANALE di MANDATA

In relazione al progetto indicato, si ipotizza l'inserimento di un silenziatore rettangolare dissipativo a setti con le caratteristiche massimali desunte dal produttore ed indicate di seguito.

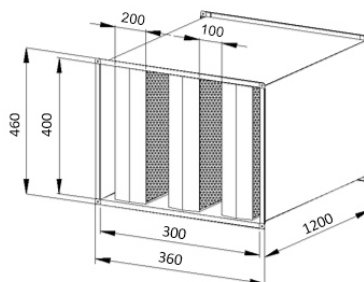


Figura 34 - Tipo di silenziatore, VAM-J8 - CANALE di MANDATA

Il silenziatore definito, inserito a valle dei ventilatori sul canale di mandata, deve avere un livello di potenza sonora massimo del rumore autogenerato, per la portata $Q = 1.500 \text{ m}^3/\text{h}$, pari a $L_{wA} = 33 \text{ dB(A)}$.

Tale requisito determina un'attenuazione, comprensiva del rumore autogenerato, pari a 28 dB.

I silenziatori in questione sono isolati acusticamente, realizzati in acciaio zincato e contenenti materiale fonoassorbente, la determinazione delle perdite di carico in relazione al ventilatore non è oggetto di questa valutazione.

Di seguito si riportano le specifiche acustiche estratte dai dati tecnici forniti dal produttore espresse come valori di attenuazione espressa in bande di ottava.

Tipo Tecnoventil SETTO/IS 200/100	Attenuazione senza rumore autogenerato									
	[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
SILENZIATORE H=400mm, B= 300mm, L=1.200n	[dB]	6	12	23	40	51	51	41	29	28 dB(A)

Nota

SILENZIATORE (Tipo) / H=400mm, B= 300mm, L=1.200mm / Q=1.500 m³/h, / v=3,0m / LwA=33 dB(A)

Figura 35 - Silenziatore VAM-J8 1500 - Canale di mandata

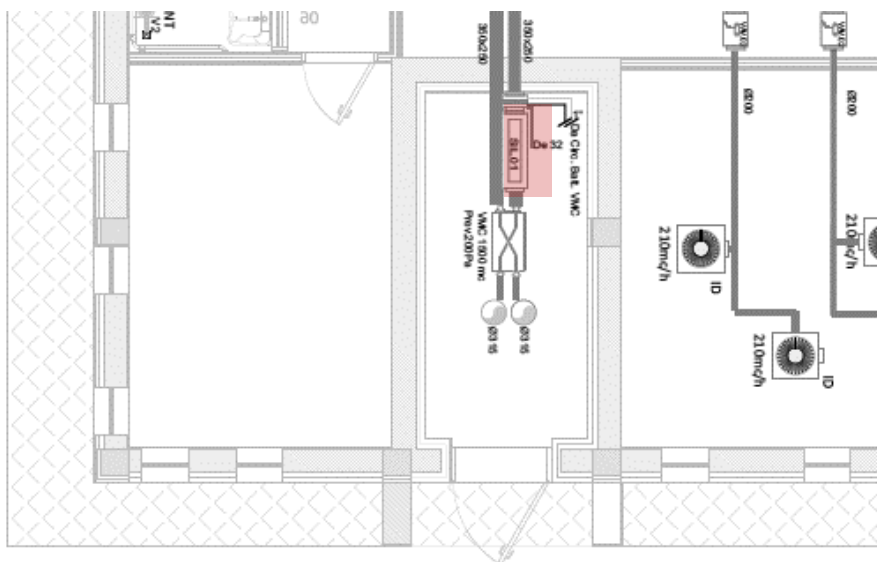


Figura 36 - Posizione Silenziatore VAM-J8 1500 - Canale di mandata

Recuperatore di calore

Unità

OGGETTO

In relazione al progetto indicato, si ipotizza l'inserimento di un silenziatore rettangolare dissipativo a setti con le caratteristiche massimali desunte dal produttore ed indicate di seguito.

VMC

Tipo Daikin Modello VAM-J8 1500 mc/h

Silenziatore dissipativo su CANALE di RIPRESA

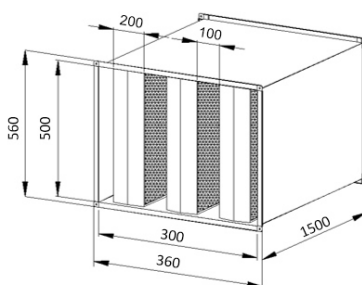


Figura 37 - Tipo di silenziatore, VAM-J8 - CANALE di RIPRESA

Il silenziatore definito, inserito a valle dei ventilatori sul canale di ripresa, deve avere un livello di potenza sonora massimo del rumore autogenerato, per la portata $Q = 1.500 \text{ m}^3/\text{h}$, pari a $L_{wA} = 34 \text{ dB(A)}$.

Tale requisito determina un'attenuazione, comprensiva del rumore autogenerato, pari a 18 dB.

I silenzianti in questione sono isolati acusticamente, realizzati in acciaio zincato e contenenti materiale fonoassorbente, la determinazione delle perdite di carico in relazione al ventilatore non è oggetto di questa valutazione.

Di seguito si riportano le specifiche acustiche estratte dai dati tecnici forniti dal produttore espresse come valori di attenuazione espressa in bande di ottava.

Tipo Tecnoventil SETTO/IS 200/100	Attenuazione senza rumore autogenerato									
	[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
SILENZIATORE H=500mm, B= 300mm, L=1.500m	[dB]	8	15	26	43	53	53	45	32	18 dB(A)

Nota

SILENZIATORE (Tipo) / H=500mm, B= 300mm, L=1.500mm / Q=1.500 m³/h, / v=3,0m / LwA=34 dB(A)

Figura 38 - Silenziatore VAM-J8 1500 - Canale di ripresa

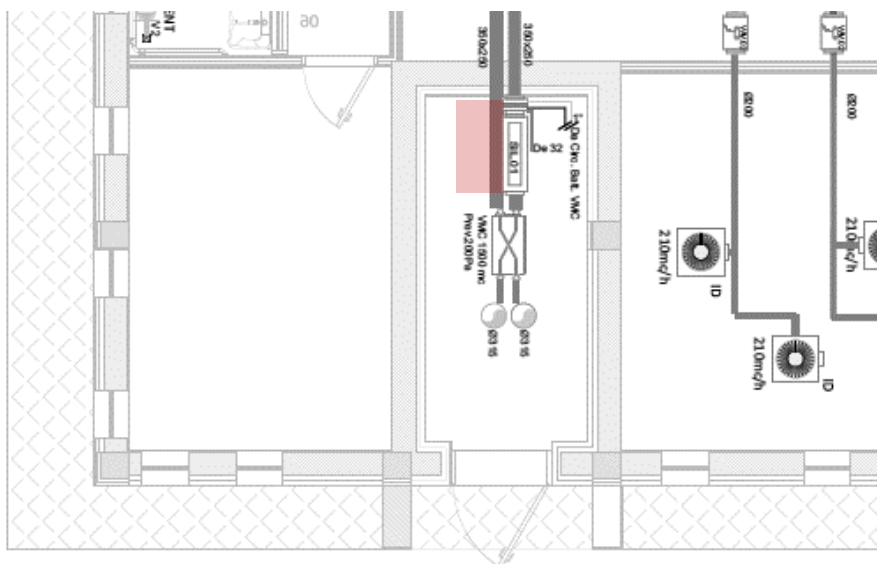


Figura 39 - Posizione Silenziatore VAM-J8 1500 - Canale di ripresa

Prescrizioni da adottare per minimizzare le emissioni di rumore e vibrazione

Si descrivono in questa parte del documento gli interventi e le soluzioni tecniche atte a minimizzare, dove possibile, le emissioni di rumore immesso dagli impianti tecnologici verso gli ambienti di vita, che integrano le misure per il controllo del rumore definite per le singole macchine.

Si indicano quindi le seguenti prescrizioni da adottare:

- Prescrizioni specifiche per l'impianto di ventilazione: sorgenti sonore (es isolamento acustico dell'involucro);
- Prescrizioni specifiche per l'impianto di ventilazione: componenti aeraulici (es. regolatori di portata, terminali d'ambiente);

E le seguenti prescrizioni generali:

- Riduzione del rumore trasmesso per via aerea dagli impianti tecnologici;
- Riduzione del rumore trasmesso per via strutturale dagli impianti tecnologici;

Per le valutazioni di rumore in ambiente interno si considerano attuate tutte le prescrizioni, specifiche e generali, relative alla rumorosità delle macchine descritte nel presente documento.

Locale tecnico: riduzione del rumore trasmesso per via aerea prodotto dalle macchine

Il locale tecnico, come descritto nella documentazione fornita, è collocato al piano terra, gli ambienti che ospita le diverse sorgenti di rumore sono:

- Recuperatore di calore

Le immagini seguenti indicano, evidenziate con riquadro rosso, le sorgenti di rumore presenti nel locale tecnico.

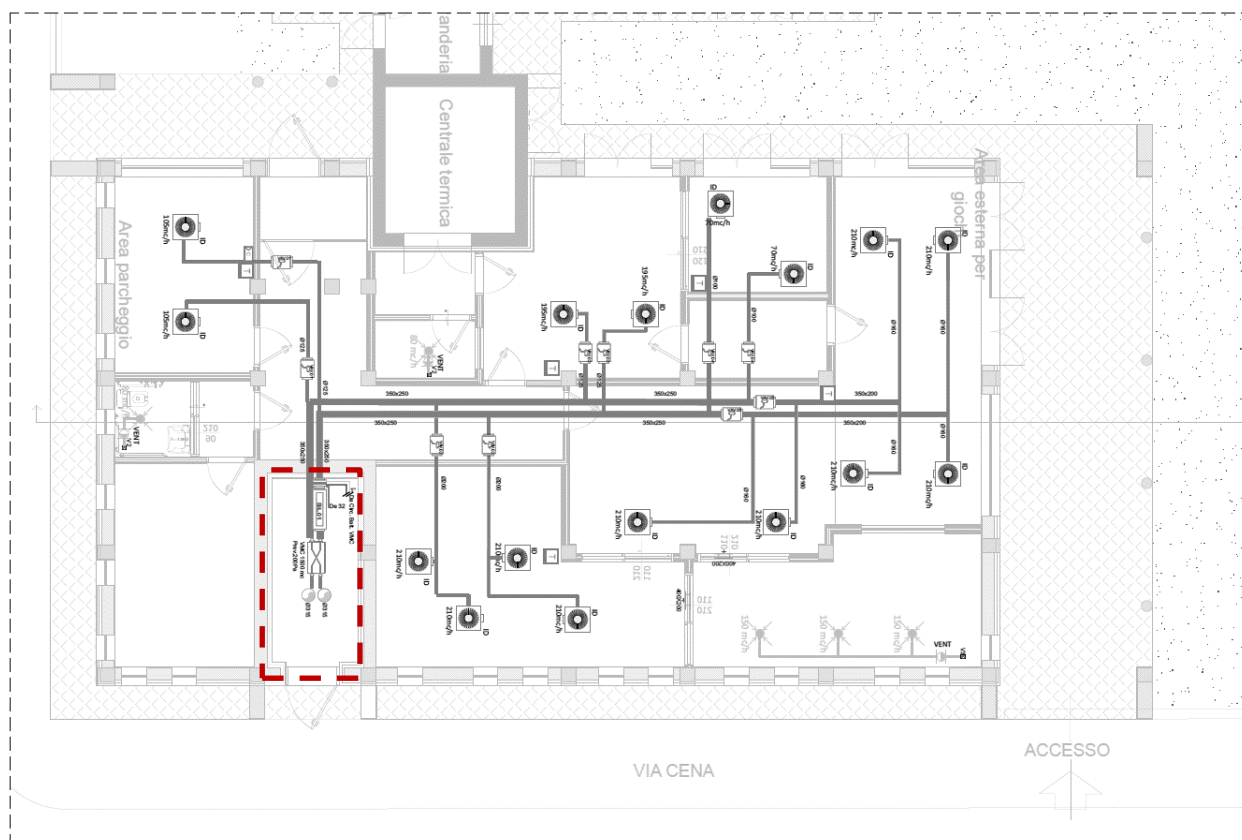


Figura 40 – Piano terra, locale tecnico e sorgenti di rumore

Gli ambienti che ospitano le unità di ventilazione per la prossimità con gli ambienti di vita adiacenti rappresentato potenziali sorgenti di disturbo sia per via aerea che per via strutturale.

In merito alla componente di rumore per via strutturale (prodotta dalla vibrazione delle macchine) si riportano le indicazioni generali al paragrafo *"Riduzione del rumore trasmesso per via strutturale prodotto dalle macchine"*.

In merito alla componente di rumore per via aerea, per ridurre il rumore verso l'esterno, tenuto conto degli aspetti seguenti:

- degli ingombri e degli agganci delle macchine presenti,
- delle interferenze con tubazioni e passaggi
- delle distanze minime da rispettare per i requisiti termici delle macchine
- delle distanze minime da rispettare tra le unità presenti
- e tenuto conto delle dimensioni del locale tecnico stesso,

Nei locali tecnici indicati in elenco, si definisce un **trattamento fonoassorbente a parete e/o a soffitto, per ridurre l'effetto delle superfici riflettenti, con pannelli in materiale poroso (tipo lana minerale provvista di velo-vetro) avente spessore 75 mm e densità almeno pari a 70 Kg/m³**. Il beneficio apportato dal punto di vista acustico è significativo considerato il rumore delle unità indicate. Di seguito si riporta la percentuale di superficie da trattare con pannelli fonoassorbenti.

Si considera da attuarsi il trattamento di almeno il 50% della superficie totale delle partizioni (pareti e soffitto) e con un coefficiente di assorbimento acustico uguale o maggiore a $\alpha=0.90$.

- Superficie soffitto e pareti locale tecnico piano terra

- **Percentuale di trattamento acustico minima (pareti e/o soffitto) = 30% da distribuire a parete e/o soffitto**

In merito all'isolamento acustico richiesto delle partizioni (pareti) tale aspetto è affrontato nel documento di verifica dei Requisiti acustici passivi ai sensi del DPCM 5/12/1997.

Nel locale tecnico indicati in elenco, è definita una prestazione di isolamento acustico complessiva delle pareti verso gli ambienti limitrofi, pari ai seguenti valori

Rw, parete = M5, 53dB

Tali valori di isolamento acustico rendono trascurabile la componente di rumore per via aerea prodotta dalle unità tecnologiche presenti negli ambienti in oggetto rispetto agli ambienti attigui.

Riduzione del rumore trasmesso per via strutturale prodotto dalle macchine (unità di ventilazione e climatizzazione posizionate nei locali tecnici)

Per ridurre le trasmissioni di rumore per via solida, tutte le unità e le macchine solidamente fissate alle strutture dell'edificio (sia presenti nei locali tecnici, sia nei cavedi) dovranno essere provviste di giunti antivibranti da interporre tra le staffe / profilati di appoggio della macchina e la base per ridurre la trasmissione delle vibrazioni ai locali inferiori.

Nello specifico è indicata la presenza di un antivibrante (generalmente in elastomero di neoprene sugli appoggi della macchina) ed in particolare si evidenzia l'importanza **della presenza di una base antivibrante per eliminare le vibrazioni che dal telaio della macchina si trasmettono al pavimento**. Tale dispositivo è generalmente fornito dal produttore dell'impianto ed è generalmente costituito da profilati a C adattati alle dimensioni della macchina e fissati a pavimento mediante strati di materiali gommosi correttamente dimensionati in funzione del peso della macchina ed in funzione dello spettro di emissione della stessa (Figura 41).

Dovrà essere effettuato a cura dell'Appaltatore il calcolo del corretto antivibrante da posizionarsi al di sotto delle macchine al fine di garantire la riduzione della trasmissione per via solida dalla macchina agli ambienti attigui in ciascuna banda di interesse a seconda dello spettro di emissione della macchina scelta, del tipo di solaio realizzato e della posizione della macchina.

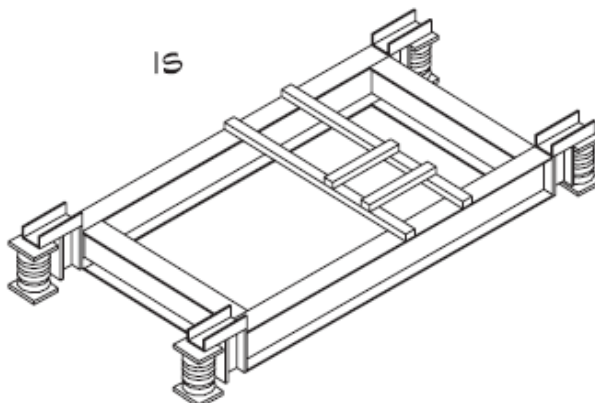


Figura 41 - Base antivibrante per macchine

La riduzione delle vibrazioni può altrimenti essere ridotta posizionando piedinature o strisce elastiche antivibranti alla base della macchina, anch'esse opportunamente dimensionate in funzione delle caratteristiche dell'impianto (Figura 42). Si applicano, quindi, i giunti antivibranti alla base delle guide di supporto.

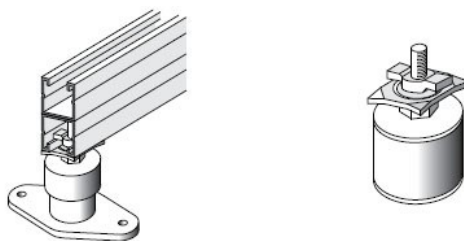


Figura 42 - Piedinature antivibranti alla base del telaio dei ventilatori

In relazione alle macchine di ventilazione, per evitare la propagazione delle vibrazioni e dei colpi provocati dai ventilatori in accensione nel normale funzionamento, **i canali della macchina devono essere fissati mediante giunti formati da flange di connessione disaccoppiate rispetto ai canali ed al corpo della macchina**. Il disaccoppiamento deve essere realizzato mediante interposizione di materiale elastico antivibrante (esempio di giunto flessibile commerciale è raffigurato in Figura 43).



Figura 43 - Esempio di giunto flessibile commerciale

Infine, si ricorda che i canali dell'aria, qualora dovessero essere appesi al solaio o fissati alle pareti è necessario considerare supporti e giunti antivibranti.

I capitoli seguenti forniscono i risultati delle previsioni dei livelli di rumore sul territorio e in corrispondenza dei ricettori sensibili basati sui calcoli effettuati mediante il programma CadnaA.

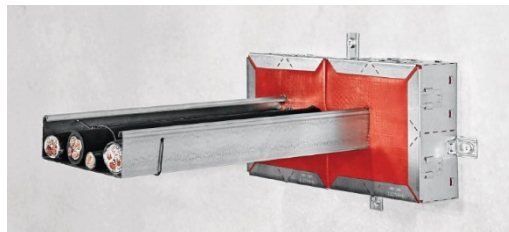
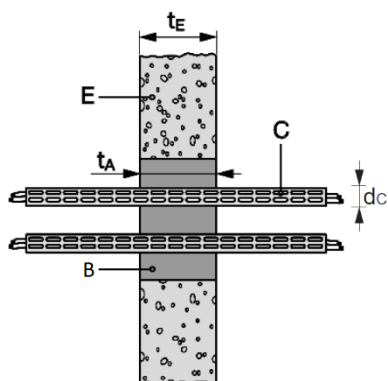
L'appaltatore dovrà, in base alla macchina fornita, dare evidenza numerica dell'attenuazione garantita dal sistema antivibrante scelto (molle, massa inerziali etc.) in funzione delle caratteristiche di emissione di vibrazione della macchina.

Rumore per via aerea: attraversamenti di condotti, tubazioni e canaline

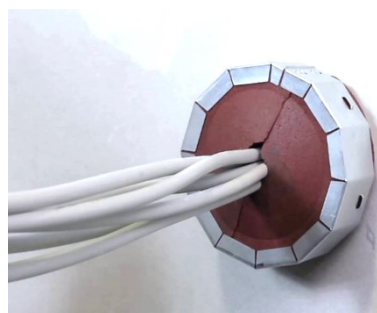
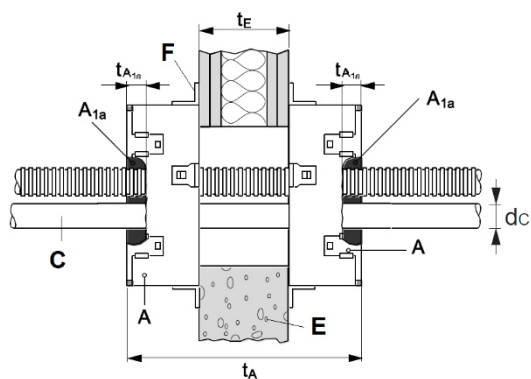
In relazione ai canali, alle tubazioni che attraversano le partizioni si raccomanda che siano attuate le indicazioni riportate nella Figura 44 (esempi di ripristino del potere fonoisolante negli attraversamenti mediante sigillante acrilico tipo HILTI mastice di colmaggio antifluoco CFS-FIL oppure Mattone Antifluoco CFS-BL, sia a parete, sia per i solai).

Il potere fonoisolante minimo della sola compartimentazione attraverso mastice di colmaggio CFS-FIL o attraverso mattone antifluoco CFS-BL deve garantire un valore minimo pari a $R_w = 46$ dB, in grado di garantire il potere fonoisolante complessivo della partizione (murature e /o solai).

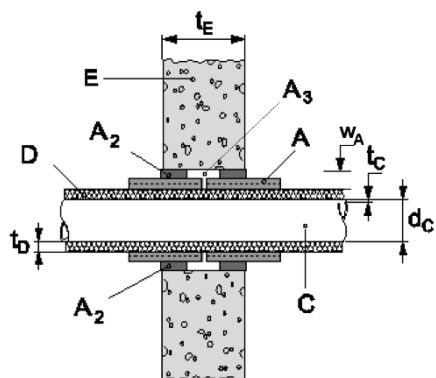
Parete: canalina portacavi



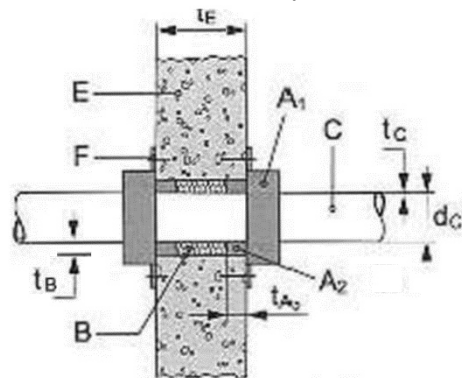
Parete: cavi, tubi elettrici



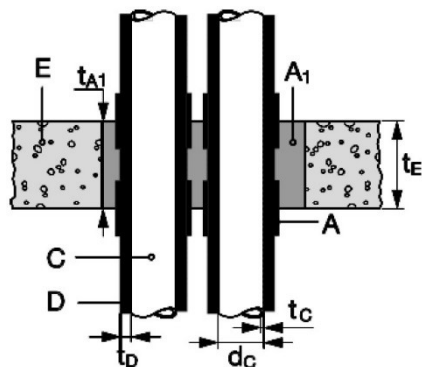
Parete: tubi meccanici in acciaio con elastomero



Parete: tubi meccanici in plastica



Solaio: tubi meccanici in acciaio con elastomero



Solaio: tubi meccanici in plastica

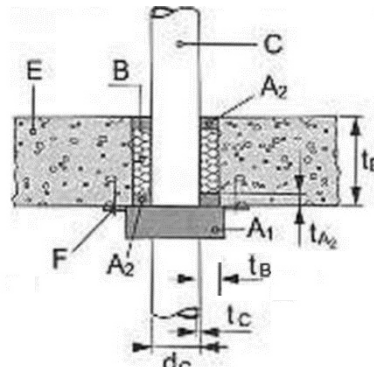
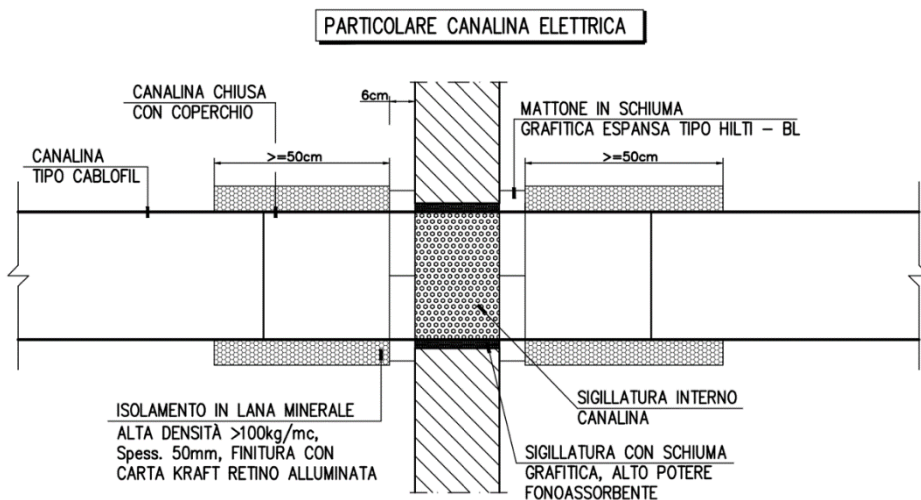
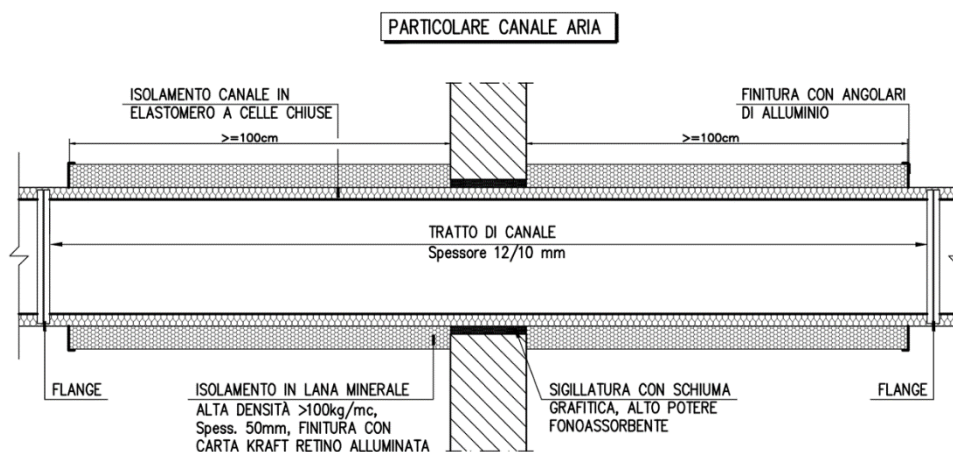


Figura 44 - Ripristino del potere fonoisolante in corrispondenza degli attraversamenti



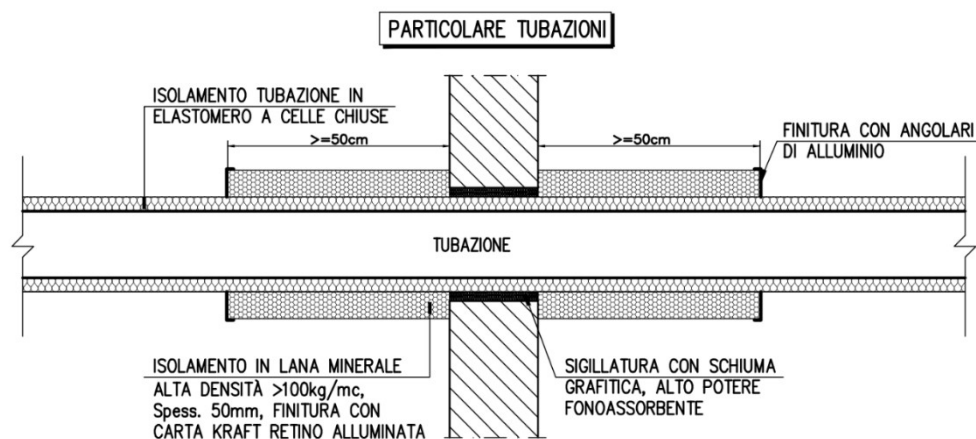


Figura 45 : Attraversamenti di partizioni: interventi per il mantenimento dell'isolamento acustico

Rumore per via aerea: TERMINALI d'AMBIENTE (Diffusori di mandata/ griglie di ripresa)

Il rumore autogenerato dai terminali d'ambiente è funzione del numero complessivo, delle dimensioni geometriche (larghezza, altezza o diametro per canali circolari).

Il rumore si riduce se sono rispettate le seguenti prescrizioni:

- Le bocchette di mandata e ripresa a soffitto devono essere posizionate ad una **distanza dagli spigoli e vertici almeno pari a 70 cm** per evitare incrementi del livello sonoro che a priori possono essere ridotti;
- Il rumore generato da terminali d'ambiente deve essere controllato per il rispetto dei vincoli legislativi: tutte le bocchette di immissione ed estrazione aria dovranno garantire un livello di potenza sonora massima alla velocità nominale di funzionamento (carico nominale di progetto). Tale livello massimo ammissibile deve essere garantito tenendo conto anche del rumore indotto dal ventilatore e dal rumore generato dagli elementi aeraulici presenti lungo il condotto.

La prescrizione di cui al punto 2 si traduce, per tutti gli ambienti, nell'adozione delle seguenti prescrizioni:

- In merito alle bocchette (diffusori mandata e griglie di ripresa) alla portata nominale tali componenti devono avere una potenza sonora del rumore autogenerato complessivo L_{Aw} inferiore a 20 dB(A) sulla singola bocchetta.

Rumore per via aerea: Riduzione del rumore autogenerato dai componenti aeraulici

La presente parte del documento affronta gli aspetti inerenti al miglioramento del comfort acustico complessivo mediante l'inserimento di condotti flessibili fonoassorbenti da applicare a monte dei terminali d'ambiente.

Unità di applicazione:

- 1 **VMC recuperatore di calore 1500 mc/h (tra canale di mandata e ripresa con terminale d'ambiente);**
- 2 **VENT valvola di ventilazione per ripresa aria (bagni);**

Tale soluzione, ove applicabile, produce un duplice beneficio:

1. riduzione del rumore autogenerato da componenti aeraulici quali derivazioni, transizioni, serrande oppure regolatori di portata;
2. riduzione del rumore dovuto agli attraversamenti dai canali del rumore prodotto dalla macchina stessa.

Laddove la connessione tra terminali d'ambiente e canali preveda diramazioni (rettangolari, quadrate o flessibili) deve essere considerato l'inserimento di un segmento di canale flessibile fonoassorbente.

Il segmento di canale da inserire a valle del terminale d'ambiente deve essere di una lunghezza minima di 1,0 m del diametro adatto a seconda delle diverse diramazioni delle unità interne canalizzate.

Tali canali, inoltre, dovranno essere appesi al solaio o fissati alle pareti mediante supporti e giunti antivibranti. Sarà importante seguire le prescrizioni di montaggio fornite dai produttori delle macchine. I raccordi tra i segmenti dei condotti dovranno essere dotati di tenute in gomma per evitare la trasmissione delle vibrazioni per via solida ai condotti stessi.

- **Canali flessibili fonoassorbenti:** per tutte le unità previste i canali di aspirazione e di mandata dell'aria verso l'ambiente devono essere costituiti da un tratto non inferiore a 0,5 m di canale fonoassorbente realizzati in doppia parete in alluminio, perforati internamente (Figura 46) e con rivestimento in lana minerale da 25 mm e densità maggiore di 16 Kg/m³, tipo SONODEC 25. Valgono le indicazioni di montaggio indicate al paragrafo "*Prescrizioni per la minimizzazione del rumore per i componenti del circuito aeraulico*". L'attenuazione minima da garantire per tale componente aeraulico è superiore a 7 dB per metro lineare, alla frequenza di 500 Hz.



Canale tipo Sonodec 25
 Condotto interno: alluminio forato
 Isolante acustico: lana minerale, sp.25mm,
 densità minima 16 kg/m²
 Condotto esterno: alluminio

Attenuazione condotto flessibile fonoassorbente
CANALI Aspirazione e mandata (diam. 150mm / Lungh. 1.000mm)

Frequenza	Hz	63	125	250	500	1'000	2'000	4'000	8'000
Attenuazione	dB	0,0	17	22	22	27	19	14	0,0

Figura 46 - Canali flessibili fonoassorbenti da applicare ai canali di mandata e ripresa

Si prescrive inoltre che:

- i condotti flessibili devono avere il minor numero di curve possibili: devono essere evitate curve in prossimità delle macchine (dove la velocità dell'aria è maggiore) e in generale i tratti in curva devono essere realizzati con raggi di curvatura minimi (da evitare le curve a 180°);
- i canali devono essere appesi al solaio o fissati alle pareti mediante supporti e giunti antivibranti;
- Tutti i canali devono essere rivestiti con fibra minerale (spessore 50mm) accoppiata a strato di carta Kraft allumino-retinata.

Calcolo del rumore complessivo negli ambienti

Il calcolo del livello di rumore si basa sui metodi di calcolo e la valutazione deve rispettare

- i limiti imposti di cui alla Tabella B del DPCM del 5 dicembre 1997
- i limiti imposti nell'Appendice A della norma UNI 11367

Nel presente capitolo, dopo aver richiamato le ipotesi alla base della stima del rumore e illustrato il metodo di calcolo, si valutano gli ambienti della scuola secondo i requisiti normativi imposti.

Ricordando che il descrittore acustico indicato dal DPCM 5/12/1997 è, per gli impianti a funzionamento continuo, il livello equivalente di rumore pesato $A_{L_{Aeq}}$ e, per gli impianti a funzionamento discontinuo, il livello massimo di rumore con costante di tempo SLOW, il livello è valutato in un ambiente diverso rispetto a quello in cui viene generato.

La valutazione secondo il metodo contenuto nella norma UNI 11367 si basa sul livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, anche nell'ambiente di installazione, L_{ic} è dato dalla formula:

$$L_{ic} = L_{Aeq} + K_1 + K_2$$

Dove:

L_{Aeq} è il livello continuo equivalente del rumore ambientale indotto dall'impianto in funzione in dB(A)

K_1 è il termine di correzione del rumore residuo

K_2 $-10\lg(T/T_0)$, è il termine di normalizzazione rispetto al tempo di riverberazione

Si precisa che il termine K_1 è, ai fini della presente stima, assunto uguale a 0 dB e K_2 è calcolato sulla base del tempo di riverberazione stimato in ciascun ambiente.

Il livello di rumore corretto indotto dagli impianti a funzionamento discontinuo L_{id} è dato dalla formula:

$$L_{id} = L_{ASmax} + K_2$$

Dove:

L_{ASmax} è il livello massimo di pressione sonora del rumore ambientale rilevato con pesatura temporale "SLOW", indotto dall'impianto in funzione in dB(A)

K_2 $-10\lg(T/T_0)$ è il termine di normalizzazione rispetto al tempo di riverberazione

Valutazione del livello di rumore indotto dagli impianti a funzionamento discontinuo

La norma UNI 11367 (APPENDICE A) per un ambiente con "Prestazione buona" definisce un livello di pressione sonora $L_{id} < 34\text{dB(A)}$ ovvero per il DPCM 5/12/97 $L_{ASmax} < 35\text{dB(A)}$: il livello di rumore corretto indotto dagli impianti a funzionamento discontinuo L_{id} è, ai fini della presente stima e a seguito dell'adozione delle prescrizioni generali di cui ai paragrafi "Indicazioni di corretta posa degli impianti idrico sanitari" e relativi, assunto come trascurabile al fine di assicurare il rispetto dei limiti imposti dalla normativa.

Valutazione del livello di rumore indotto dagli impianti a funzionamento continuo

La norma UNI 11367 (APPENDICE A) per un ambiente con "Prestazione buona" definisce un livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, nello stesso ambiente di installazione L_{ic} deve essere inferiore a 28dB(A).

Il DPCM del 5 dicembre 1997 assume come riferimento il limite di 25 dB(A) per gli ambienti in categoria E: edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;

In questo caso, il rumore deve essere misurato in ambienti diversi da quello in cui il rumore viene generato. Si considera ai fini della valutazione il parametro più restrittivo.

- Premesso che si considerano attuate tutte le prescrizioni specifiche da realizzare per le seguenti macchine (sorgenti di rumore per via aerea e strutturale)
- Tenuto conto, laddove esplicitamente indicate, delle prescrizioni generali da adottare in relazione ai seguenti
- Componenti del circuito aeraulico (griglie, diffusori, serrande)
- Componenti dell'impianto fluido-meccanico (collettori, servizi igienici, etc.)
- Tenuto conto del potere fonoisolante garantito dal requisito richiesto delle partizioni orizzontali e verticali del fabbricato.

- Tenuto conto dei livelli di potenza sonora massimi determinati per i singoli impianti, così come precedentemente riportato

In merito al livello di pressione sonora immesso dall'impianto di ventilazione, i risultati in ogni ambiente sono riportati di seguito e valutati in rapporto al requisito richiesto.

- livello di attenuazione del silenziatore dissipativo come descritto dal paragrafo "Silenziatori"
- non è oggetto di valutazione il rumore autogenerato di regolatori e serrande, sarà onere dell'appaltatore in funzione della macchina scelta verificare i livelli massimi della macchina e verificare che tutti i componenti soddisfino il livello massimo richiesto;
- Terminali d'ambiente (bocchette, griglie di ripresa, canale microforati) potenza sonora massima di $L_w(A)$ pari a 20dB(A).

Ambienti maggiormente critici - Livello indotto dagli impianti a funzionamento continuo (DPCM 9/12/97)

Piano	Ambiente	Mandata	Ripresa	LAeq
	nome	dB(A)	dB(A)	dB(A)
PT	Sala insegnanti	21,8	22,8	25,0
PT	Riposo lattanti	22,0	20,4	24,3
Livello globale LAeq ((DPCM 9/12/97))				25,0
Livello corretto Lic ((UNI11367:2010))				28,0

Il rumore complessivo, valutato al centro degli ambienti indicati, equivalente alla somma del rumore prodotto dalle bocchette di mandata e ripresa è sempre inferiore o uguale al livello limite di legge, pari a 25 dB(A) se consideriamo il rispetto normativo del DPCM 5/12/1997 ed i 28 dB(A) se consideriamo il livello di rumore corretto indotto dagli impianti a funzionamento continuo come definito dalla UNI 11367.

Conclusioni

I sottoscritti Arch. Chiara Devecchi e Ing. Paolo Onali, tecnici competenti in acustica ambientale hanno effettuato le verifiche delle prestazioni acustiche del progetto d'intervento che prevede l'ampliamento della scuola asilo nido sita nel Comune di Brandizzo.

Nella Tabella 5 seguente si riassumono i requisiti acustici minimi richiesti (indice di valutazione R_w) per le partizioni verticali, ai fini del rispetto delle prescrizioni del D.P.C.M del 5/12/97 e del DM n.256 del giugno 2022.

Tabella 5 - Requisiti acustici minimi degli elementi costruttivi

Partizione	Prestazione calcolata in base alla stratigrafia di progetto
Parete perimetrale M1	Potere fonoisolante $R_w=55$ dB
Parete verso centrale termica esistente M2	Potere fonoisolante $R_w=55$ dB
Parete verso centrale termica M5	Potere fonoisolante $R_w=53$ dB
Parete perimetrale M6	Potere fonoisolante $R_w=55$ dB
Parete divisoria interna	Potere fonoisolante $R_w=57$ dB
Parete divisoria interna	Potere fonoisolante $R_w=51$ dB
Serramento vetrato interno (vetro+telaio)	Potere fonoisolante $R_w=37$ dB
Serramento vetrato esterno APRIBILE (vetro+telaio)	Potere fonoisolante $R_w=43$ dB
Serramento vetrato esterno PORTA (vetro+telaio)	Potere fonoisolante $R_w=46$ dB
Serramento vetrato esterno FISSO (vetro+telaio)	Potere fonoisolante $R_w=48$ dB
Solaio di copertura S1	Potere fonoisolante $R_w=56$ dB
Porta interna opaca	Potere fonoisolante $R_w=33$ dB

La Tabella 6 riporta il dettaglio della verifica effettuata con indicazione del valore minimo riscontrati nel rispetto dei requisiti imposti dal Decreto DPCM 5/12/1997.

Tabella 6 – Risultati delle verifiche effettuate sugli elementi costruttivi

ISOLAMENTO STANDARDIZZATO DI FACCIATA			
Tipologia partizione	di	Tipologia di requisito	Valore D.P.C.M. 5/12/97 [dB]
			Cat. E/A Attività scolastiche o assimilabili
Soggiorno lattanti		Isolamento standardizzato di facciata	48 (-2;-6) ≥ 48
Riposo lattanti		Isolamento standardizzato di facciata	49 (-2;-6) ≥ 48
Sala insegnanti		Isolamento standardizzato di facciata	48 (-1;-5) ≥ 48
Soggiorno lattanti		Isolamento standardizzato di facciata	52 (-2;-7) ≥ 48
Sala insegnanti		Isolamento standardizzato di facciata	52 (-2;-7) ≥ 48

(*) secondo le stratigrafie considerate

Tutte le facciate oggetto di analisi rispettano i limiti imposti dalla normativa.

La Tabella 7 riporta il dettaglio della verifica effettuata con indicazione del valore minimo riscontrati nel rispetto dei requisiti imposti dal DM n.256 del giugno 2022 e dalla UNI 11367 Appendice A (prestazione superiore).

*Tabella 7 – Risultati delle verifiche effettuate sugli elementi costruttivi **

D	Pia no	Ambiente sorgente	Ambiente ricevente	Tipo divisorio	Valori stimati [dB]	Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato delle partizioni interne appartenenti alla stessa unità $D_{nT,w}$ [dB]
1	PT	Cucinotta	Riposo semi- divezzi	Parete a secco	56,0	≥ 50
2	PT	Soggiorno semi-divezzi	Soggiorno lattanti	Parete a secco	56,0	≥ 50
3	PT	Locale tecnico	Spogliatoio	Parete a secco	55,0	≥ 50
4	PT	Bagno	Sala insegnanti	Parete a secco	53,0	≥ 50

(*) secondo le stratigrafie considerate

La Tabella 8 riporta il dettaglio della verifica effettuata con indicazione del valore minimo riscontrati nel rispetto dei requisiti imposti dal DM n.256 del giugno 2022 e dalla UNI 11367 Appendice A (prestazione superiore).

*Tabella 8 – Risultati delle verifiche effettuate sugli elementi costruttivi **

ISOLAMENTO ACUSTICO NORMALIZZATO DI PARTIZIONI RISPETTO AD AMBIENTI AD USO COMUNE O COLLETTIVO $D_{nT,w}$ (DB)			
Tipologia di partizione	Tipologia di requisito	Valori stimati [dB]	Valore Appendice A UNI 11367
			Prestazione superiore
Soggiorno Semi-divezzi	Isolamento normalizzato di partizione	38,0	≥ 30
Riposo lattanti	Isolamento normalizzato di partizione	57,0	≥ 30
Sala insegnanti	Isolamento normalizzato di partizione	42,0	≥ 30

(*) secondo le stratigrafie considerate

In entrambi i casi tutte le partizioni interne rispettano i limiti imposti dalla normativa.

La Tabella 9 riporta il dettaglio del materiale fonoassorbente da inserire nei diversi ambienti al fine di rispettare i valori stabiliti dalla UNI 11532 in termini di Tempo di Riverberazione (RT) e Indice di Intelligibilità del parlato (STI).

Tabella 9 – Risultati tempo di riverberazione

Destinazione ambiente	CAT.	Valore riferimento UNI 11532-2	A/V				TR
			250	500	1000	2000	
Soggiorno lattanti	A6.5	0,27	0,33	0,37	0,35	0,35	0,49
Riposo lattanti	A6.5	0,27	0,35	0,40	0,37	0,37	0,46

Tabella 10 – Risultati tempo di riverberazione

Destinazione ambiente	mq	Cat.	T _{ott}	TR
Sala insegnanti	15,7	A3.2	0,53	0,44

Per quanto riguarda gli impianti tecnologici, si ricorda che, gli **impianti a funzionamento discontinuo**, in generale si possono controllare i rumori degli scarichi riducendo al minimo la trasmissione dei rumori aerei e da vibrazioni: occorre seguire vari accorgimenti riportati in dettaglio nei paragrafi precedenti.

Nei capitoli specifici sono, infatti, stati specificati tutti gli accorgimenti per desolidarizzare i condotti dalle strutture ed evitare la trasmissione per via solida e per via aerea dovuta ai condotti degli impianti idrico-sanitario:

- Utilizzare sistemi di scarico di tipo silenziato
- Inserire l'impianto in appositi cavedi impiantistici
- Eliminare tutti i possibili collegamenti rigidi tra canali e strutture edili
- Evitare variazioni di direzione di 90°
- Disaccoppiare mediante elementi fonoassorbenti e smorzanti le cassette ed i paramenti retrostanti
- Utilizzare apposite cassette di tipo silenziato
- Interporre uno strato di materiale elastico tra l'apparecchio sanitario e la struttura muraria

Per quanto riguarda la **rumorosità degli impianti a funzionamento continuo**, i livelli di potenza sonora attribuiti alle unità di ventilazione meccanica

sono stati prescritte le caratteristiche acustiche e geometriche massimali dei silenziatori.

Inoltre, per i componenti aeraulici sono definite tutte le misure di controllo del rumore relative ai canali microforati, alle bocchette ed alle griglie di aspirazione e dai condotti al fine di garantire i requisiti richiesti, ossia:

- un livello massimo pari a 25 dB(A) al centro dell'ambiente diverso da quello in cui la macchina è collocata

un livello massimo pari a $L_{ic}=28$ dB(A) ovvero un livello di rumore corretto rispetto al rumore residuo ed al tempo di riverberazione.

Se verranno rispettate tutte le prescrizioni riportate i livelli a centro ambiente ricevente (adiacente a quello in cui il rumore viene generato) risulteranno inferiori o uguali a 25 dB(A) così come prescritto dalla normativa DPCM 5/12/1997 e si rispetteranno i 28 dB(A) considerando il livello di rumore corretto rispetto al rumore residuo ed al tempo di riverberazione.

Se si attueranno tutti gli accorgimenti prestabiliti al fine di disaccoppiare gli elementi dal punto di vista della trasmissione per via solida si garantisce che non ci sarà trasmissione nelle unità adiacenti e che nei locali più esposti diversi da quelli in cui il rumore discontinuo sarà generato i livelli di rumore a centro stanza saranno inferiori ai 35 dB(A) richiesti dalla normativa DPCM 5/12/1997 ed inferiori ai 34 dB(A) se consideriamo il L_{id} ovvero il livello di rumore corretto rispetto al tempo di riverberazione indotto dagli impianti a funzionamento discontinuo.

A seguito della valutazione acustica del progetto in epigrafe, eseguiti tutti gli accorgimenti prestabiliti al fine di disaccoppiare gli elementi dal punto di vista della trasmissione per via solida, si dichiara che le opere, se realizzate a regola d'arte nel rispetto delle indicazioni fornite e delle prescrizioni dei produttori, sono conformi alla normativa vigente in termini di requisiti acustici passivi degli edifici poiché rispettano i limiti prestabiliti in relazione alla categoria di appartenenza.

- Allegato A** Elaborati grafici di progetto
Allegato B Schede tecniche delle macchine
Allegato C Determine dirigenziali Tecnico Competente in Acustica

Torino, 20 agosto 2024



Chiara Devecchi

Arch. Chiara Devecchi

Tecnico competente in acustica ambientale
Regione Piemonte Determina Dirigenziale
n.222/DB 10,04 del 14 luglio 2011)

Paolo Onali

Ing. Paolo Onali
(Tecnico competente in acustica ambientale
Regione Piemonte Determina Dirigenziale
n.143/DB 10,13 del 15 aprile 2014)

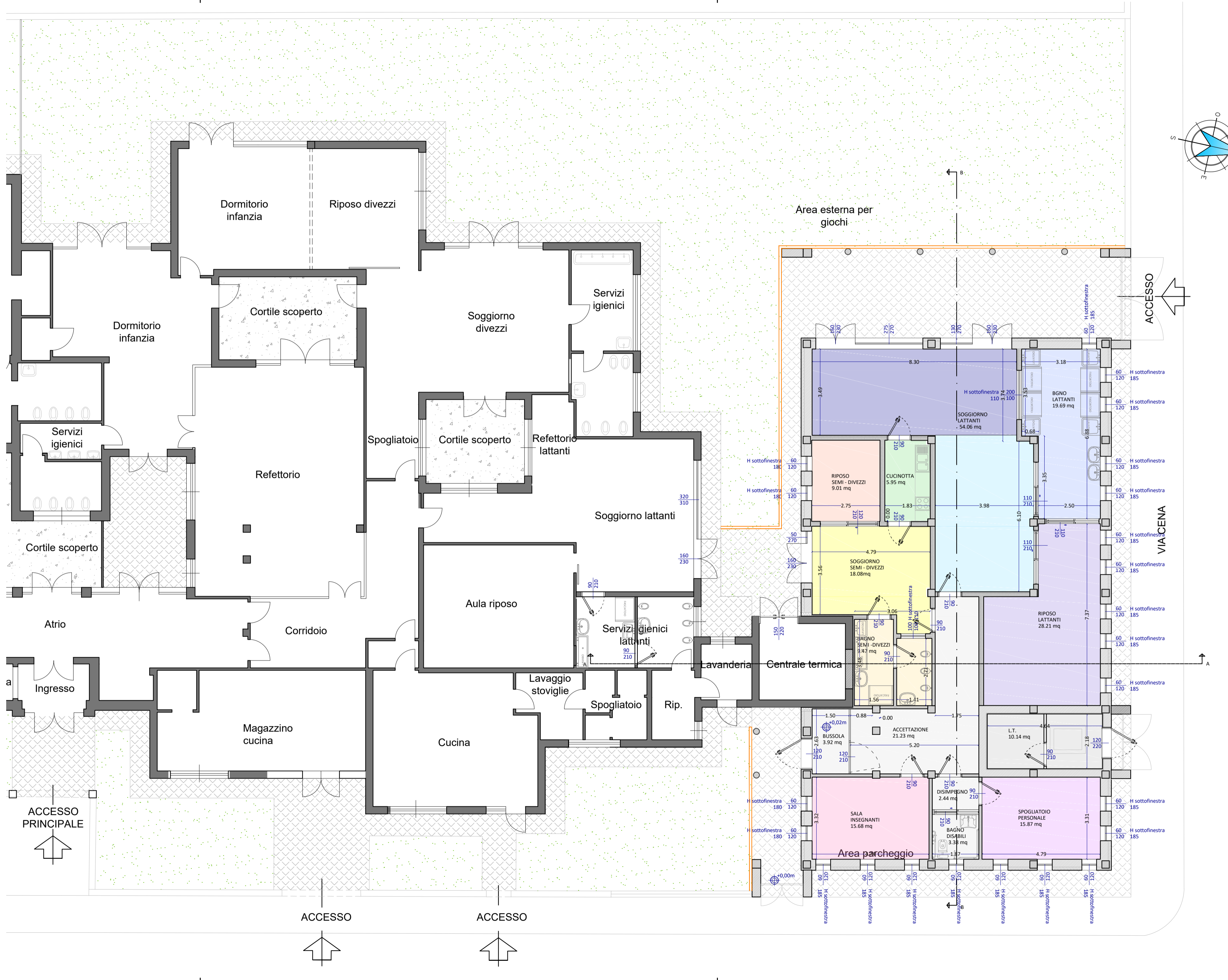


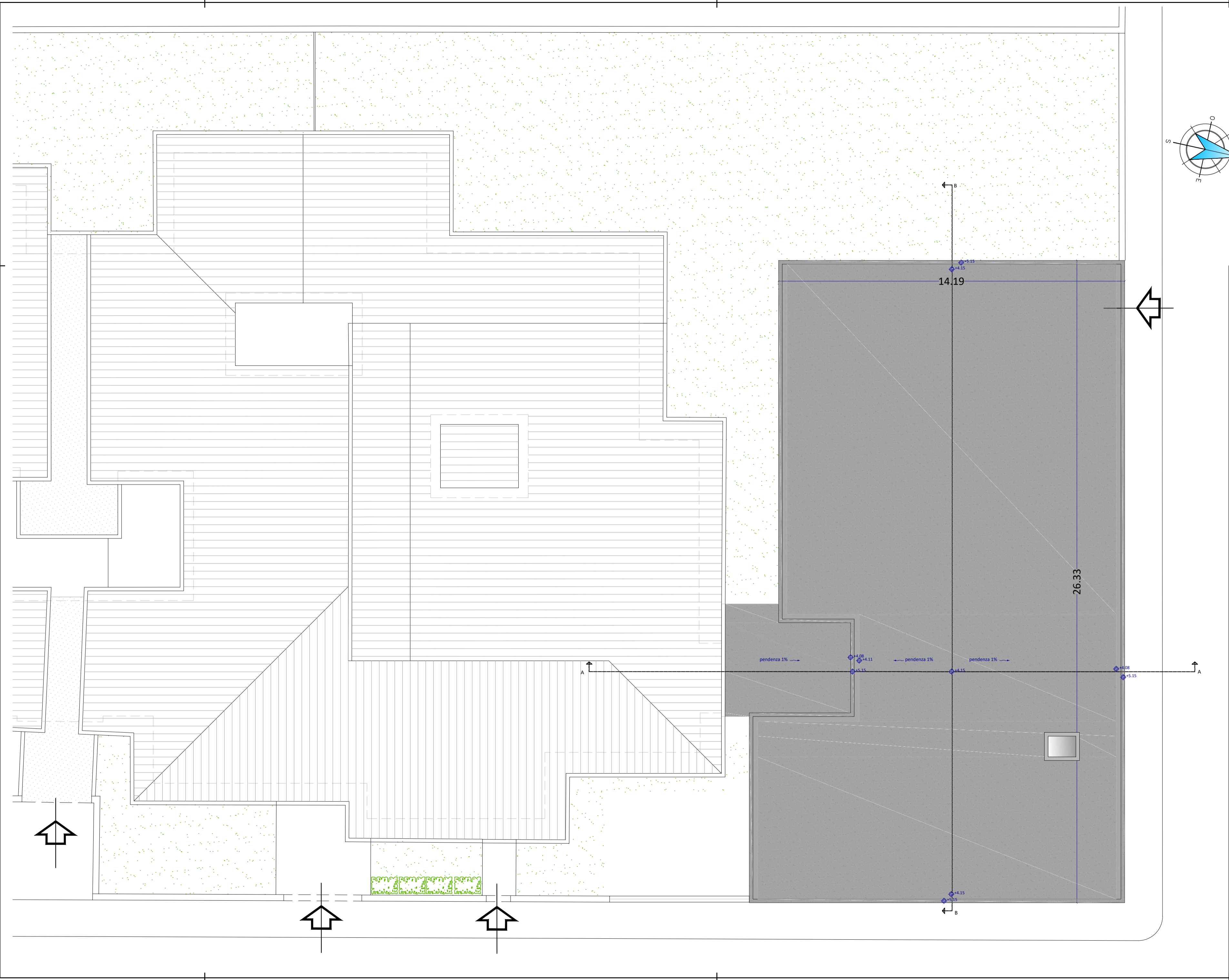
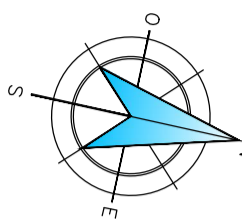
Asilo Pajetta - Brandizzo

Via Morandi, Brandizzo (TO)

ALLEGATO A

Elaborati grafici di progetto





Asilo Pajetta - Brandizzo

Via Morandi, Brandizzo (TO)

ALLEGATO B

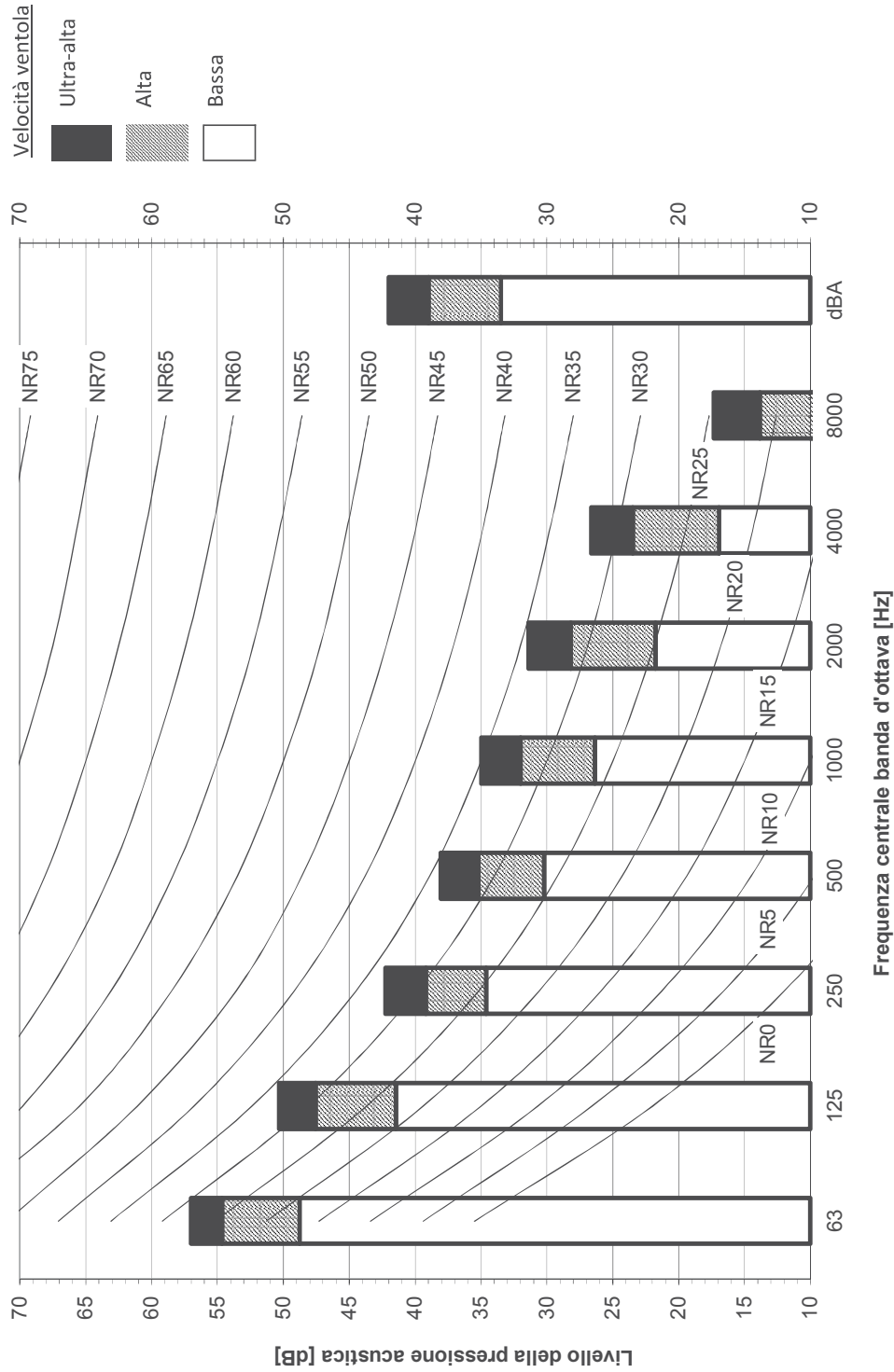
Schede tecniche macchine

2 Specifications

1 - 1 VAM-J8

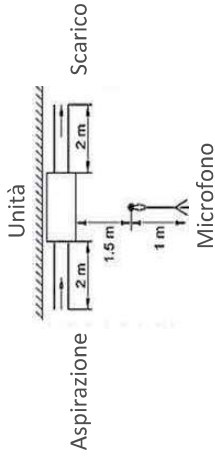
2

Specifiche tecniche					VAM350J8	VAM500J8	VAM650J8	VAM800J8
Pressione esterna				Pa	90,0			
Perdita di carico interna				Pa	106 (3)	155 (3)	196 (3)	166 (3)
Efficienza ventilatori				%	43,0 (6)		41,9 (6)	41,1 (6)
Specifiche tecniche					VAM1000J8	VAM1500J8	VAM2000J8	
Potenza assorbita - 50Hz	Modalità scambio di calore	Nom.	Altissima	kW	0,416 (1)	0,548 (1)	0,833 (1)	
			Alta	kW	0,307 (1)	0,384 (1)	0,614 (1)	
			Bassa	kW	0,137 (1)	0,191 (1)	0,273 (1)	
	Modalità bypass	Nom.	Altissima	kW	0,417 (1)	0,525 (1)	0,835 (1)	
			Alta	kW	0,300 (1)	0,350 (1)	0,600 (1)	
			Bassa	kW	0,119 (1)	0,156 (1)	0,239 (1)	
Rivestimento	Materiale				Lamiera in acciaio zincato			
Insulation material				Closed cell				
Dimensioni	Unità	Altezza	mm	368	731			
		Width	mm	1.354				
		Depth	mm	1.172				
Peso	Unità	kg			76,5	160		
Ventilatore	Tipo				Ventilatore Sirocco			
	Air flow rate - 50Hz	Heat exchange mode	Altissima	m³/h	1.000 (1)	1.500 (1)	2.000 (1)	
			Alta	m³/h	850 (1)	1.275 (1)	1.700 (1)	
			Low	m³/h	550 (1)	825 (1)	1.100 (1)	
		Bypass mode	Altissima	m³/h	1.000 (1)	1.500 (1)	2.000 (1)	
			Alta	m³/h	850 (1)	1.275 (1)	1.700 (1)	
			Low	m³/h	550 (1)	825 (1)	1.100 (1)	
	Prevalenza - 50Hz	Massima	Pa	170 (1)	200 (1)	170 (1)		
		Altissima	Pa	90,0 (1)				
		High	Pa	70,0 (1)				
		Bassa	Pa	50,0 (1)				
Motore ventilatore	Quantità				2	4		
	Altissima				%	79,6 (1)	83,2 (1)	79,6 (1)
	Alta				%	81,8 (1)	84,8 (1)	81,8 (1)
Bassa				%	86,1 (1)	88,1 (1)	86,1 (1)	
Efficienza di scambio di entalpia - 50Hz	Raffrescamento	Altissima	%	62,6 (1)	68,9 (1)	62,6 (1)		
		Alta	%	66,4 (1)	71,8 (1)	66,4 (1)		
		Bassa	%	74,0 (1)	77,5 (1)	74,0 (1)		
	Riscaldamento	Altissima	%	68,6 (1)	73,8 (1)	68,6 (1)		
		Alta	%	71,7 (1)	76,1 (1)	71,7 (1)		
		Bassa	%	77,9 (1)	80,8 (1)	77,9 (1)		
Operation range	Min.	°CDB			-10 (2)			
	Max.	°CDB			46			
	Relative humidity	%			80% max			
Operation range	Around unit			°CDB	0°C~40°CBS, UR pari o inferiore all'80%			
Livello di pressione sonora - 50Hz	Modalità scambio di calore	Altissima	dBA	42,0 (1)				45,0 (1)
		Alta	dBA	38,5 (1)	39,0 (1)	41,5 (1)		
	di calore	Bassa	dBA	32,5 (1)	33,5 (1)	36,0 (1)		
		Altissima	dBA	42,5 (1)	42,0 (1)	45,0 (1)		
	bypass	Alta	dBA	40,0 (1)	39,0 (1)	41,0 (1)		
		Bassa	dBA	32,5 (1)				35,0 (1)
Tipo di scambiatore di calore				Scambiatore di calore totale (calore sensibile + calore latente) aria-aria a flusso incrociato				
Heat exchange element				Carta ignifuga con trattamento speciale				
Filtro aria		Tipo			Multidirectional fibrous fleeces (G3)			
Diametro canalizzazione di raccordo				mm	250	2x250		
Operation mode				Modalità scambio di calore, modalità bypass, modalità fresh-up				
Dispositivi di sicurezza		Descrizione	01	Fusibile				
Sistemi di comando				BRC1D52 / BRC1E53A7 / BRC1E53B7 / BRC1E53C7 / BRC1H52W/S/K / BRC1H82W/S				
				BRC301B61				
Generale				Daikin Europe N.V.				
		Dati Fornitore/Costruttore						
		Descrizione prodotto	Model identifier	VAM1000J8VEB	VAM1500J8VEB	VAM2000J8VEB		
Tipo di prodotto				UVNR bidirezionale / Vedi nota 3				
Tipo di azionamento				azionamento a velocità variabile				
Sistema a recupero di calore				a recupero				
Thermal efficiency				%	73 (4)	77 (4)	73 (4)	
Potenza sonora (Lwa)				dB	61	62	65	
Portata nominale				m³/s	0,278	0,417	0,556	
Potenza elettrica assorbita effettiva				kW	0,409	0,475	0,817	
Potenza interna specifica dei ventilatori				W/(m³/s)	972 (3)	721 (3)	972 (3)	



Note

- I dati sono validi in condizioni di campo libero.
- I dati sono validi in condizioni di funzionamento nominale.
- dBA = Livello di pressione acustica ponderata A (scala A secondo la norma CEI).
- Pressione acustica di riferimento 0 dB = 20 µPa



FWF-BT/BF



FWF-BT/BF				02	03	04	05	02	03	04	05
				2 tubi				4 tubi			
Capacità di raffreddamento	Capacità totale	Altissima	kW	2,0	3,2	4,2	5,2	2,0	2,7	3,5	4,5
		Alta	kW	1,7	2,8	3,3	4,0	1,7	2,3	2,8	3,5
		Bassa	kW	1,5	2,5		2,9	1,4	1,8		2,6
	Capacità sensibile	Altissima	kW	1,5	2,0	2,8	3,5	1,5	1,7	2,4	3,3
		Alta	kW	1,3	1,7	2,1	2,7	1,3		1,7	2,3
		Bassa	kW	1,1	1,4		1,8	1,1	1,0		1,5
Capacità di riscaldamento	2 tubi	Altissima	kW	2,9	4,0	5,4	6,7	-			
		Alta	kW	2,6	3,4	4,1	5,3	-			
		Bassa	kW	2,3	2,8		3,6	-			
	4 tubi	Altissima	kW	-				3,9	3,8	4,9	6,1
		Alta	kW	-				3,1	3,3	3,9	4,8
		Bassa	kW	-				2,3	2,8		3,5
Potenza assorbita	Altissima	W	74		90	118	74		94	121	
	Alta	W	67		70	89	67	62	74	93	
	Bassa	W	60		55	62	60	55		66	
Dimensioni	Unità	Altezza	mm	285							
		Larghezza	mm	575							
		Profondità	mm	575							
Peso	Unità		kg	19				20			
Ventilatore	Tipo	Ventilatore turbo									
	Quantità	1									
	Portata d'aria	Alta	m³/h	468	660	876	468	438	618	822	
		Bassa	m³/h	318		420	318	300		390	
Livello di potenza sonora	Altissima	dBA	44	50	55	44	46	52	57		
	Alta	dBA	40	44	49	40	42	46	51		
Livello di pressione sonora	Altissima	dBA	31	40	45	31	33	42	47		
	Alta	dBA	27	33	39	27	29	35	41		
Attacchi tubazioni	Scarico	DE	mm	VP20 (diam. esterno 26 / diam. interno 20)							
Alimentazione	Fase/Frequenza/Tensione	Hz/V		1~/50/220-440							
Sistemi di controllo	Telecomando infrarossi			BRC7E530 / BRC7E531							
	Telecomando con cavo			BRC315D7							

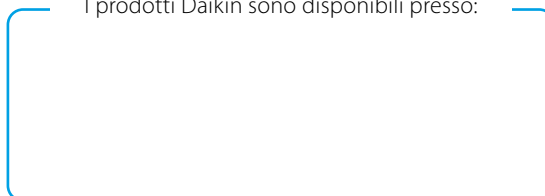
(1) Raffreddamento: temp. acqua in ingresso evaporatore 12°C; temperatura acqua in uscita evaporatore 7°C; temperatura aria esterna 35°C; funzionamento a pieno carico.

Daikin Air Conditioning Italy S.p.A. non si assume responsabilità per eventuali errori o inesattezze nel contenuto di questo prospetto e si riserva il diritto di apportare ai suoi prodotti, in qualunque momento e senza preavviso, eventuali modifiche ritenute opportune per qualsiasi esigenza di carattere tecnico o commerciale.

DAIKIN AIR CONDITIONING ITALY S.p.A.

Via Ripamonti, 85 - 20141 Milano - Tel. (02) 51619.1 R.A. - Fax (02) 51619222
www.daikin.it

I prodotti Daikin sono disponibili presso:



Daikin Altherma 3 M

Sistema monoblocco aria-acqua **reversibile** che fornisce **riscaldamento e raffrescamento**, ideale per gli spazi interni che presentano uno spazio limitato

- › Collegamento cartuccia WLAN (opzionale)
- › Possibilità di combinazione con serbatoi dell'acqua calda sanitaria
- › Pompa di calore aria-acqua per riscaldamento e raffrescamento
- › Unità monoblocco tutto in uno, componenti idraulici inclusi
- › Per il riscaldamento supplementare è disponibile un riscaldatore elettrico di riserva da 3 kW integrato opzionale o un kit di riscaldamento di riserva separato
- › Disponibile nella versione monofase e trifase



011-IW0423 → 426

Unità singola				EBLA	09D(3)V3/DW1	11D(3)V3/DW1	14D(3)V3/DW1	16D(3)V3/DW1
Capacità di riscaldamento	Nom.			kW	9,37 (1) / 9,00 (2)	10,6 (1) / 9,82 (2)	12,0 (1) / 12,5 (2)	16,0 (1) / 16,0 (2)
Potenza assorbita	Riscaldamento	Nom.		kW	1,91 (1) / 2,43 (2)	2,18 (1) / 2,68 (2)	2,46 (1) / 3,42 (2)	3,53 (1) / 4,56 (2)
COP					4,91 (1) / 3,71 (2)	4,83 (1) / 3,66 (2)	4,87 (1) / 3,64 (2)	4,53 (1) / 3,51 (2)
Capacità di raffrescamento	Nom.			kW	9,35 (3) / 9,10 (4)	11,6 (3) / 11,5 (4)	12,8 (3) / 12,7 (4)	14,0 (3) / 15,3 (4)
Potenza assorbita	Raffrescamento	Nom.		kW	2,79 (3) / 1,71 (4)	3,56 (3) / 2,17 (4)	4,06 (3) / 2,51 (4)	4,58 (3) / 3,24 (4)
EER					3,35 (3) / 5,34 (4)	3,26 (3) / 5,31 (4)	3,16 (3) / 5,04 (4)	3,06 (3) / 4,74 (4)
SEER					5,62 (5)	5,79 (5)	5,71 (5)	5,59 (5)
Riscaldamento ambiente	Uscita acqua con condizioni climatiche medie 55 °C	Generale	ηs (efficienza stagionale per il riscaldamento di ambienti)		135	132	134	132
			SCOP		3,44	3,37	3,42	3,37
			Classe eff. stag. risc. ambienti		A++			
	Uscita acqua con condizioni climatiche medie 35 °C	Generale	ηs (efficienza stagionale per il riscaldamento di ambienti)		190	186	185	
			SCOP		4,82	4,73	4,70	4,69
			Classe eff. stag. risc. ambienti		A+++			
Pannellatura	Colore				Argento			
	Materiale				Lamiera d'acciaio zincato verniciata con polvere poliestere			
Dimensioni	Unità	AltezzaxLarghezzaxProfondità		mm	870 x 1380 x 460			
Peso	Unità			kg	DV3/DW1: 147, D3V3/D3W1: 149			
Compressore	Quantità				1			
	Tipo				Compressore ermetico tipo Swing			
Campo di funzionamento	Riscaldamento	T. esterna	Min.~Max.	°C	DV3/DW1: -25 ~ 25, D3V3/D3W1: -25 ~ 35			
		Lato acqua	Min.~Max.	°C	DV3/DW1: 9 ~ 60, D3V3/D3W1: 15 ~ 60			
Campo di funzionamento	Raffrescamento	T. esterna	Min.~Max.	°C	10 ~ 43			
		Lato acqua	Min.~Max.	°C	5 ~ 22			
Campo di funzionamento	Acqua calda sanitaria	T. esterna	Min.~Max.	°C	-25 ~ 35			
		Lato acqua	Min.~Max.	°C	25 ~ 55			
Refrigerante	Tipo				R-32			
	GWP				675,0			
	Carica			kg	3,80			
	Carica			TCO2Eq	2,57			
	Controllo				Valvola di espansione			
Livello di potenza sonora (5)	Riscaldamento	Nom.		dBA	62			
Alimentazione	Nome/Fase/Frequenza/Tensione			Hz/V	V3/1~/50/230 - W1/3~/50/400			
Corrente	Fusibili consigliati			A	32/16			

(1) Ta BS/BU 7 °C/6 °C - LWC 35 °C (DT=5 °C) - (2) Ta BS/BU 7 °C/6 °C - LWC 45 °C (Dt=5 °C) | (3) Raffrescamento: EW 12 °C; LW 7 °C; temperatura esterna: 35 °C/BS (4) Raffrescamento: EW 23 °C; LW 18 °C; temperatura esterna: 35 °C/BS | (5) Secondo la norma EN14825. Questo prodotto contiene gas fluorurati a effetto serra.

Asilo Pajetta - Brandizzo

Via Morandi, Brandizzo (TO)

ALLEGATO C

Determine dirigenziali Tecnico
Competente in Acustica Ambientale



REGIONE
PIEMONTE

Direzione Ambiente

Risanamento Acustico, Elettromagnetico ed Atmosferico

carla.contardi@regione.piemonte.it

Data 15 LUG. 2011

Protocollo 12833 /DB10.04

Classificazione 13.90.20

Egr. Sig. 201

DEVECCHI Chiara

Via Michelangelo Buonarroti 62

10088 - VOLPIANO (TO)

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

Si comunica che con determinazione dirigenziale n. 222/DB10.04 del 14/7/2011 allegata, la domanda da Lei presentata ai sensi dell'art.2, comma 7, della L. 26/10/1995 n. 447 è stata accolta. Detta determinazione sarà pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte unitamente al cinquantottesimo elenco di Tecnici riconosciuti.

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

Distinti saluti.

Il Dirigente del Settore

(ing. Carla CONTARDI)

referente:
Baudino/Rosso
Tel. 011/4324678-4479

Lettera accoglimento domanda tecnico competente in acustica

Data ...23 APR. 2014

Protocollo ...5653 /DB10.13

Classificazione 13.90.20/TC/9/2014A

Egr. Sig.
ONALI Paolo
Via Garibaldi 31
10122 - TORINO (TO)

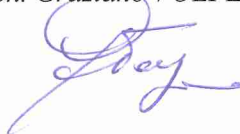
Oggetto: L. 447/1995 - Attività di tecnico competente in acustica ambientale.

Si comunica che con determinazione dirigenziale n. 143/DB10.13 del 15/4/2014 allegata, la domanda da Lei presentata ai sensi dell'art.2, comma 7, della L. 26/10/1995 n. 447 è stata accolta. Detta determinazione sarà pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte unitamente al sessantanovesimo elenco di Tecnici riconosciuti.

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

Distinti saluti.

Il Dirigente del Settore
(arch. Graziano VOLPE)



referente:
Roberta BAUDINO/Carla ROSSO
Tel. 011/4324679-0114324479

Lettera accoglimento domanda tecnici competenti in acustica ambientale