

CONSORZIO CEVEDALE - BASSANO

con sede in

Piazza Giacomo Matteotti n. 8, Cernusco sul Naviglio (MI)

Città di Cernusco sul Naviglio

Provincia di Milano

PIANO ATTUATIVO

m1_3 Via Cavedale, Cernusco sul Naviglio

E28

Progetto requisiti acustici - Relazione tecnica



Ubistudio srl

Via Paullo, 4-20135 Milano

02.5456591 / 819

info@ubistudio.it - www.ubistudio.it

Arch. Alessandro Ali - *Responsabile di progetto*

Arch. Danilo Ercoli e Arch. Maddalena Lama

Consulenti

Studio Latis architetti - *progetto architettonico edificio pubblico*

L&S Studio Tecnico S.r.l. - *computi, progetto strutture / impianti / sottoservizi*

Ing. Bruno Cabbizzosu - *progettazione impianti elettrici*

Ing. Alessandro Marzi - *acustica edificio pubblico*

Arch. Walter Torriani - *prevenzione incendi edificio pubblico*

Dott. Geol. Marco Parmigiani - *progetto di invarianza idraulica e idrologica /*

relazione geologica e geotecnica edificio pubblico

Geom. Marco Perego - *rilievo e catasto*

Ing. Francesca Sirtori - *studio di mobilità*

Ing. Sebastiano Gatto - *valutazione previsionale clima acustico*

Dott. Forestale Enrico Pozzi - *impianto di irrigazione*

Febbraio 2025



CONSULENTE

Ing. Alessandro Marzi

CF: MRZLSN81R06B201N – P.IVA: 02321260180

Piazza E. Filiberto, 3 – 27100 Pavia

Tel/Fax: +39.0382.530060 – Mob: +39.333.4680203

e-mail: a.marzi@aemmestudio.net

*Iscrizione all'Albo dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pavia n. 2773
Tecnico Competente in Acustica Ambientale decr. n. 3394/12 Reg. Lombardia ai sensi della L447/95
Tecnico Certificatore Energetico n. 9475 Reg. Lombardia ai sensi della DGR VIII/8745*

DOCUMENTO

RELAZIONE TECNICA

**VALUTAZIONE PREVISIONALE DEI
REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI**

[ai sensi della Legge 447/1995]

[in conformità con il D.P.C.M. 05/12/1997]

PROGETTO:	PIANO ATTUATIVO m1-3, nuovo Padiglione Multifunzione
UBICAZIONE:	Via Cevedale, 3 – Cernusco sul Naviglio

Relaz. n.

RT2419-01

Rev.

00

Pag. n.

39 compresa la presente

Data

15 mag 2024

COMMITTENTE

CONSORZIO CEVEDALE - BASSANO

Piazza Giacomo Matteotti, 8 – 20063 Cernusco sul Naviglio (MI)

SOMMARIO:

1	PREMESSA	4
2	INQUADRAMENTO LEGISLATIVO E NORMATIVO	5
2.1	Riferimenti legislativi.....	5
2.2	Riferimenti normativi.....	5
2.3	Disamina normativa e verifiche di legge	5
3	IDENTIFICAZIONE DELL'AREA E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	10
3.1	Progetto e distribuzione funzionale.....	10
3.2	Impianti tecnologici.....	11
4	CALCOLO DEI REQUISITI ACUSTICI DI PROGETTO	12
4.1	Considerazioni generali.....	12
4.2	Incertezza dei modelli di calcolo utilizzati	12
4.3	Prestazioni di isolamento acustico dei singoli componenti.....	12
5	VERIFICHE DI LEGGE (D.P.C.M. 05/12/1997)	13
5.1	Valutazione indice di isolamento acustico di facciata.....	13
5.2	Valutazione rumorosità impianti a funzionamento continuo	17
5.3	Valutazione rumorosità impianti a funzionamento discontinuo.....	24
5.4	Valutazione delle caratteristiche acustiche interne	25
6	PRESCRIZIONI DI POSA IN OPERA	36
6.1	Serramenti e infissi.....	36
6.2	Pareti e contropareti interne ed esterne.....	37
6.3	Copertura lignea.....	37
6.4	Impianti meccanici.....	38
6.5	Impianto idricosanitario	39
7	CONCLUSIONI	39

ALLEGATI:

- ALLEGATO 1: Tavole di progetto
- ALLEGATO 2: Schede di calcolo dei singoli elementi verificati / certificati di laboratorio
- ALLEGATO 3: Schede di calcolo previsionale dei requisiti acustici passivi
- ALLEGATO 4: Schede tecniche principali prodotti e sistemi
- ALLEGATO 5: Copia conforme all'originale - TCA

1 PREMESSA

Nel presente documento vengono calcolati analiticamente i requisiti acustici passivi relativi al progetto di nuova costruzione del Padiglione Multifunzionale che vedrà la luce in Via Cevedale n.3 nel Comune di Cernusco sul Naviglio, nell'ambito del Piano Attuativo m1-3.

I calcoli sono effettuati ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997. Inoltre, trattandosi di un intervento pubblico, è necessario seguire i dettami del D.M. 23/06/2022 (recente aggiornamento del D.M. 11/10/2017, il cosiddetto "Decreto C.A.M." sui Criteri Ambientali Minimi, in vigore dal 04/12/2022), come da criterio esposto al Paragrafo 2.4.11 "Prestazioni e comfort acustici". In particolare, nel caso in cui i sopracitati decreti 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.

La relazione è stata stilata sulla base del progetto e delle indicazioni riguardanti stratigrafie e materiali costruttivi forniti dai progettisti, per mezzo della seguente documentazione:

- Tavole architettoniche generali di progetto (piante, prospetti e sezioni);
- Abaco delle stratigrafie opache e trasparenti;
- Progetto impianti meccanici e idrosanitari;

I risultati dei calcoli potranno essere ritenuti validi solo se, in fase di costruzione dell'edificio, verranno utilizzati i materiali e i componenti edilizi indicati nella presente relazione o materiali equivalenti. Inoltre, ogni modifica degli apparecchi murari e dei componenti (es. scassi, tracce per passaggio impianti, modifiche dei serramenti, delle bocchette di aerazione o dei cassonetti degli avvolgibili) e la mancata esecuzione del montaggio a regola d'arte rendono altresì inattendibili i valori calcolati e sollevano lo scrivente da ogni responsabilità.

Il relatore della presente relazione, Ing. Alessandro Marzi, è in possesso della qualifica di cui all'art. 2, commi 6 e 7 della Legge 447/95, per lo svolgimento dell'attività di "Tecnico Competente" nel campo dell'acustica ambientale (cfr. Allegato 5 – Copia conforme all'originale - TCA).

L'attività è stata svolta in collaborazione con i seguenti professionisti:

- Ing. Giorgia Bernardi, iscritta all'ordine degli Ingegneri della Provincia di Pavia al n. 3886 e all' Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica (ENTECA) al n. 11768.
- Dott. Luca Lavit, Dottore in Fisica.

2 INQUADRAMENTO LEGISLATIVO E NORMATIVO

2.1 RIFERIMENTI LEGISLATIVI

Le fonti legislative di riferimento per la stesura della presente relazione sono le seguenti:

- **Legge n. 447, 26/10/1995** “Legge quadro sull’inquinamento acustico”;
- **D.P.C.M del 05/12/1997** “Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”;
- **D.M. 23/06/2022** “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”.

2.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

- **UNI EN 12354, 2017** “Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti”
Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti;
Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti;
Parte 3: Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall’esterno per via aerea.
- **Rapporto Tecnico UNI TR 11175, 2021** “Acustica in edilizia - Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici”
Parte 1: Applicazione delle norme tecniche alla tipologia costruttiva nazionale;
Parte 2: Dati di ingresso per il modello di calcolo.
- **UNI EN ISO 717, 2013/2021** “Acustica - Valutazione dell’isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio”
Parte 1: Isolamento acustico per via aerea;
Parte 2: Isolamento dal rumore di calpestio;
- **UNI 11367, 2023** “Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera”;
- **UNI 11532-2:2020** “Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati - Metodi di progettazione e tecniche di valutazione” – Parte 2: settore scolastico.

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

2.3 DISAMINA NORMATIVA E VERIFICHE DI LEGGE

Il D.P.C.M. 5/12/1997 è un decreto attuativo della Legge 447 del 1995, il quale definisce i valori (minimi o massimi) che devono possedere gli edifici in merito a:

- Isolamento dai rumori tra differenti unità immobiliari;
- Isolamento dai rumori esterni;
- Isolamento dai rumori di calpestio;

- Isolamento dai rumori di impianti a funzionamento continuo;
- Isolamento dai rumori di impianti a funzionamento discontinuo.

Sono servizi a funzionamento discontinuo gli ascensori, gli scarichi idraulici, i bagni, i servizi igienici e la rubinetteria; sono servizi a funzionamento continuo gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento. Il Decreto definisce la classificazione degli ambienti abitativi ed i relativi requisiti acustici passivi come riportato in Tabella 1 e in Tabella 2.

Tabella 1 – Classificazione delle diverse tipologie di edifici

CATEGORIE DI EDIFICI	DESTINAZIONE D'USO VARIE TIPOLOGIE
Categoria A	edifici adibiti a residenza o assimilabili
Categoria B	edifici adibiti ad uffici o assimilabili
Categoria C	edifici adibiti ad alberghi, pensioni
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

Tabella 2 – Valori limite dei requisiti acustici passivi per le varie categorie di edifici – DPCM 05/12/1997

CATEGORIE DI EDIFICI	PARAMETRI [dB]				
	R _w	D _{2m,nT,w}	L' _{n,w}	L _{ASmax}	L _{Aeq}
Cat. D	≥ 55	≥ 45	≤ 58	≤ 35	≤ 25
Cat. A, C	≥ 50	≥ 40	≤ 63	≤ 35	≤ 35
Cat. E	≥ 50	≥ 48	≤ 58	≤ 35	≤ 25
Cat. B, G, F	≥ 50	≥ 42	≤ 55	≤ 35	≤ 35

Si ritiene utile precisare che:

- R_w (Indice di potere fonoisolante apparente)
è il valore **minimo** di isolamento al rumore tra differenti unità immobiliari
- D_{2m,nT,w} (Indice di isolamento acustico di facciata)
è il valore **minimo** di isolamento dai rumori provenienti dall'esterno
- L'_{n,w} (Indice di livello di rumore di calpestio di solai)
è il valore **massimo** di rumore di calpestio percepito
- L_{ASmax} (Livello massimo di pressione sonora ponderata A con costante di tempo slow)
è il valore **massimo** di rumore per gli impianti a funzionamento discontinuo
- L_{Aeq} (Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A)
è il valore **massimo** di rumore per gli impianti a funzionamento continuo

A livello generale la destinazione d'uso è certamente assimilabile a quella ricreativa, ma dal punto di vista della normativa acustica è stata applicata una più specifica attribuzione dei vari spazi. Nel caso in esame gli ambienti dell'edificio oggetto di intervento ricadono nelle Categorie B ed F.

Il D.M. 23/06/2022 al paragrafo 2.4.11 impone il rispetto di ulteriori limiti. In particolare, prescrive il rispetto almeno della Classe II ai sensi della norma UNI 11367:2023. I limiti della Classe II sono riassunti nella tabella seguente.

Tabella 3 – Valori limite per classi di edificio - UNI 11367:2023

CLASSE	PARAMETRI [dB]				
	R' _w	D _{2m,nT,w}	L' _{n,w}	LAS _{max}	LA _{eq}
I	≥ 56	≥ 43	≤ 53	≤ 30	≤ 25
II	≥ 53	≥ 40	≤ 58	≤ 33	≤ 28
III	≥ 50	≥ 37	≤ 63	≤ 37	≤ 32
IV	≥ 45	≥ 32	≤ 68	≤ 42	≤ 37

Quindi, si richiede che siano rispettati i limiti previsti dalla “prestazione buona” delle partizioni divisorie tra i vari ambienti e gli spazi ad uso comune/connettivo, che siano collegati tra loro mediante porte, come riportato nel Prospetto B.1, Appendice B della UNI 11367:2023.

N.B. Tuttavia, la norma intende come “spazi ad uso comune e connettivi” quegli ambienti posti a separazione tra diverse unità immobiliari, condizione che nel presente progetto non si verifica mai.

Tabella 4 – Prospetto B.1 Appendice B - UNI 11367:2010

CLASSE	Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi D _{nT,w} [dB]	
	Ospedali e scuole	Altre destinazioni d'uso
Prestazione ottima	≥ 34	≥ 40
Prestazione buona	≥ 30	≥ 36
Prestazione di base	≥ 27	≥ 32
Prestazione modesta	≥ 23	≥ 28

Per quanto riguarda il rumore dovuto agli impianti a funzionamento continuo, il DPCM 05/12/1997 prevede soltanto la verifica all'interno di ambienti diversi da quelli nel quale il rumore si origina; ciò viene ribadito dalla norma UNI 11367:2023 (richiamata dal Decreto CAM "D.M. 23/06/2022") che cita "...devono essere considerati gli impianti a funzionamento continuo, misurati in ambienti diversi da quelli in cui il suono si origina. In tale categoria non rientrano le misure dei livelli di rumore dovuto all'impianto di ventilazione/condizionamento ad aria che serve le camere stesse". In tal senso, restano esclusi gli impianti meccanici posti dentro gli ambienti serviti (fan coils, impianti canalizzati etc..). Tuttavia, poiché è importante garantire le condizioni di comfort per un edificio di nuova realizzazione destinato a spazio polifunzionale, per la rumorosità degli impianti ad aria si fa riferimento alla norma tecnica più recente contenente disposizioni in materia, ossia la UNI 11532-2:2020. Tale norma specifica al Paragrafo 4.6, Prospetto 8, i valori di riferimento del rumore dovuto ad impianti a funzionamento continuo (quali terminali di impianti HVAC, fan coils etc..) a servizio dell'ambiente in cui viene effettuata la verifica.

Tabella 5 - Prospetto 8 - UNI 11532-2:2020 (impianti a funzionamento continuo)

DESTINAZIONE D'USO	L _{ic, int} [dB(A)]	NC
Aule e biblioteche < 250 m ³	≤ 34	≤ 25
Aule e biblioteche ≥ 250 m ³	≤ 38	≤ 30
Ufficio singolo	≤ 35	≤ 25
Ambienti espositivi, spazi di studio	≤ 45	≤ 35
Palestre, piscine, uffici amministrativi, laboratori, aree aperte al pubblico, mense, corridoi, reception/area desk (bidelleria)	≤ 45	≤ 35

Per quanto riguarda le caratteristiche acustiche interne degli ambienti si fa riferimento all'Appendice C della UNI 11367:2023, in cui viene richiesto il rispetto di alcuni requisiti per ambienti per i quali il comfort acustico riveste un'importanza fondamentale (aule scolastiche, ambienti espositivi, sale da conferenza, mense, ambienti sportivi etc..). Nel caso in esame ricadono in tale categoria gli ambienti raggruppati in Categoria F (ricreativi).

In particolare, si calcola il tempo di riverberazione ottimale "T_{ott}" mediante le seguenti espressioni in funzione del volume (in m³) dell'ambiente:

$$T_{ott} = 0.32 \lg(V) + 0.03 \text{ [sec]} \text{ (ambiente non occupato adibito al parlato)}$$

$$T_{ott} = 1.27 \lg(V) - 2.49 \text{ [sec]} \text{ (ambiente non occupato adibito ad attività sportive)}$$

Quindi si richiede il rispetto di due verifiche:

- $T_{500-1000 \text{ Hz}} \leq T_{ott}$ (valore medio nel range 500-1000 Hz)
- $T_{250-4000 \text{ Hz}} \leq 1.2 * T_{ott}$ (per ciascuna banda nel range 250-4000 Hz)

Ulteriormente si fa riferimento ai descrittori acustici C₅₀ ("chiarezza") e STI ("Speech Transmission Index") con i valori di riferimento riportati nel Prospetto C.1 della UNI 11367:2023.

Tabella 6 - Prospetto C.1 Appendice C - UNI 11367:2010

TIPOLOGIA AMBIENTE	C ₅₀ [dB]	STI [dB]
Ambienti adibiti al parlato	≥ 0	≥ 0.6
Ambienti adibiti ad attività sportive	≥ -2	≥ 0.5

Si ritiene utile una verifica del tempo di riverberazione e dello STI per tutti e tre gli ambienti di Categoria F presenti, ossia "Sala 1", "Sala 2" e "Sala 3".

Come anticipato in premessa, incrociando le richieste dei due decreti, si assumono per ciascun parametro i limiti più stringenti. I requisiti da rispettare sono sintetizzati nella seguente tabella.

Tabella 7 – Valori limite per edifici di Categoria B ed F secondo D.P.C.M. 05/12/1997 e D.M. 23/06/2022

REQUISITO	PRESTAZIONE	RIF. DI LEGGE
Isolamento acustico di facciata (D_{2m,nT,w})	≥ 42 dB (Categoria B) ≥ 42 dB (Categoria F)	D.P.C.M. 05/12/97 D.P.C.M. 05/12/97
Impianti a funzionamento discontinuo (L_{id})	≤ 33 dB (Categoria B) ≤ 33 dB (Categoria F)	UNI 11367 – Classe II
Impianti a funzionamento continuo (L_{ic}) in ambienti diversi da quegli in cui il rumore si origina	≤ 28 dB (Categoria B) ≤ 28 dB (Categoria F)	UNI 11367 – Classe II UNI 11367 – Classe II
Impianti a funzionamento continuo (L_{ic}) negli stessi ambienti in cui il rumore si origina ⁽¹⁾	≤ 35 dB (Categoria B) ≤ 45 dB (Categoria F)	UNI 11532-2 UNI 11532-2
Descrittore del tempo di riverberazione (T)	<u>Categoria F:</u> - T _{500-1000 Hz} ≤ T _{ott} (valore medio nel range 500-1000 Hz) - T _{250-4000 Hz} ≤ 1.2*T _{ott} (per ciascuna banda nel range 250-4000 Hz)	UNI 11367 – Appendice C, Paragrafo C.3
Descrittore dell'intelligibilità del parlato (STI, C₅₀)	<u>Categoria F:</u> - C ₅₀ ≥ 0 (parlato) - STI ≥ 0.6 (parlato)	UNI 11367 – Appendice C, Prospetto C.1

(1) Applicazione della norma UNI11532-2 per limite non cogente, ma solo ai fini del comfort

3 IDENTIFICAZIONE DELL'AREA E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'immagine seguente mostra l'ubicazione dell'area di intervento, posta nella parte Nord del Comune di Cernusco sul Naviglio, un'area a carattere prevalentemente residenziale.



Figura 1 – Ortofoto area di intervento nuovo Padiglione Multifunzione.

3.1 PROGETTO E DISTRIBUZIONE FUNZIONALE

Il progetto prevede la costruzione di un fabbricato di un piano fuori terra che avrà la funzione di padiglione multifunzionale, nell'ambito del Piano Attuativo M1-3. All'interno del padiglione sono previsti tre ambienti ad uso ricreativo e un ufficio.

Nel seguito si riporta la pianta del piano terra e una sezione

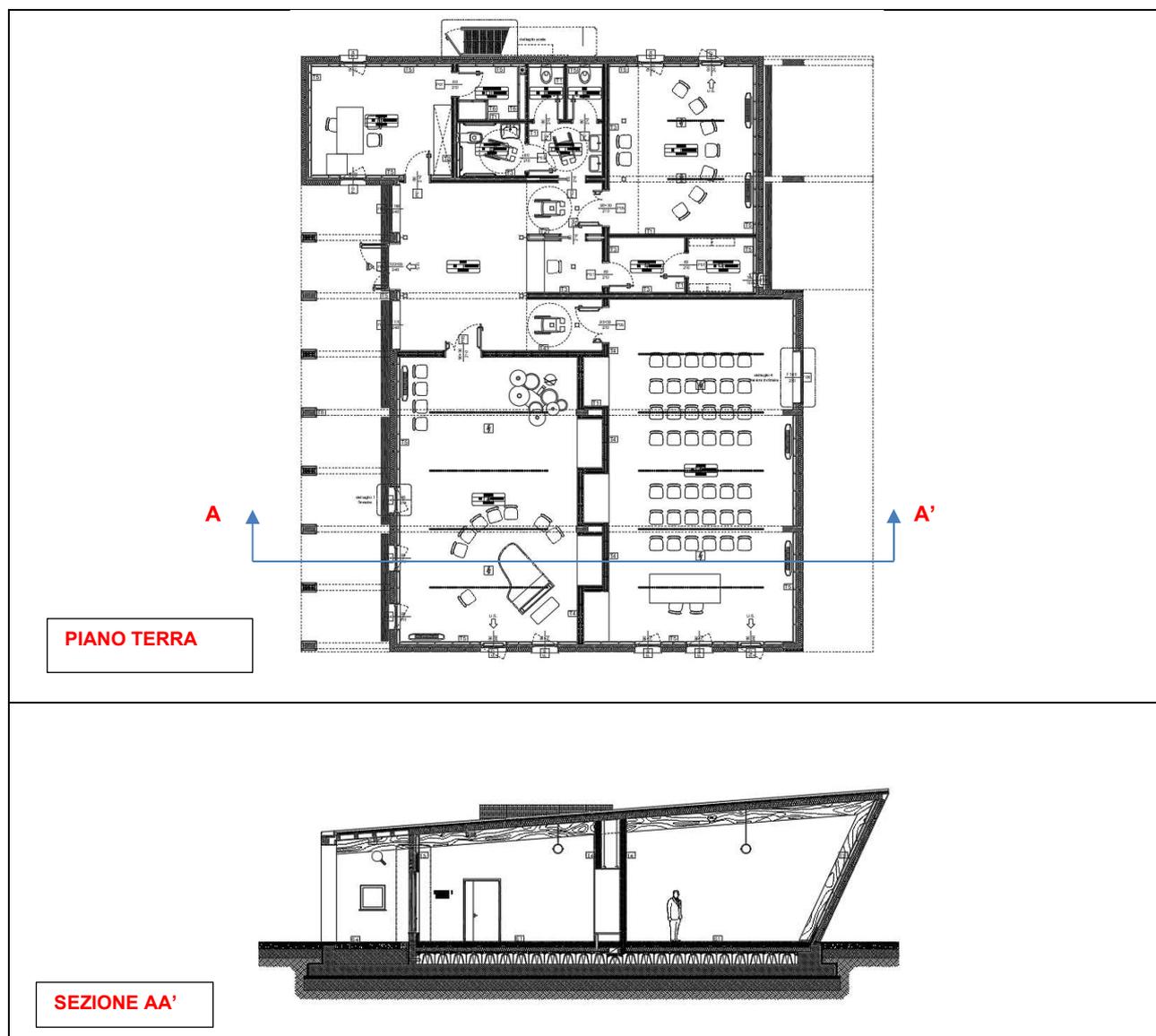


Figura 2 – Stralcio planimetrico piano terra e sezione AA'

3.2 IMPIANTI TECNOLOGICI

Dal punto di vista impiantistico, il progetto prevede:

- N.1 UTA posta in copertura;
- N.1 VRF posto in copertura.

I servizi di riscaldamento e raffrescamento in ambiente sono effettuati da ventilconvettori a basamento. Specifiche tecniche delle macchine prese come spunto nei calcoli sono riportate in Allegato 4.

4 CALCOLO DEI REQUISITI ACUSTICI DI PROGETTO

4.1 CONSIDERAZIONI GENERALI

I calcoli sono stati eseguiti mediante impiego dei seguenti software/strumenti tecnici:

- “Echo” v. 8.4 e “SonidoPRO” v.1.5.5 (progettazione acustica a partire dai singoli elementi in conformità al D.P.C.M. 5/121997 e ai sensi UNI EN ISO 12354-1-2-3);
- “Insul” v. 9.0 (progettazione acustica elementi leggeri).

Le verifiche di legge sono state condotte sugli elementi considerati significativi per l'intervento in esame, con riferimento agli ambienti destinati a permanenza di persone: tali elementi sono indicati in Allegato 1. Inizialmente, è stato calcolato il valore di isolamento dei singoli componenti delle strutture: la stratigrafia dei materiali utilizzati ed il valore nominale calcolato degli indici sono riportati in Allegato 2. Quindi, per ogni tipologia di requisito da verificare, è stato calcolato il valore dell'indice in opera, da confrontare con i limiti da normativa (cfr. Allegato 3).

4.2 INCERTEZZA DEI MODELLI DI CALCOLO UTILIZZATI

L'accuratezza della previsione tramite i modelli previsti dal pacchetto di norme UNI EN 12354 (parti 1, 2, 3) dipende da molti fattori: l'accuratezza dei dati di ingresso, l'adattabilità della situazione al modello, il tipo di prodotti e giunti implicati, la geometria della situazione e la mano d'opera. Non è pertanto possibile specificare l'accuratezza delle previsioni in generale per tutti i tipi di situazioni ed applicazioni; tuttavia, si possono fornire alcune indicazioni a riguardo (le indicazioni riportate di seguito sono state estratte dalle norme UNI EN 12354 parte 1, 2 e 3).

4.2.1 Isolamento acustico dal rumore proveniente dall'esterno per via aerea

La valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto all'assorbimento equivalente a partire dagli elementi che costituiscono la facciata è mediamente corretto; l'indice di valutazione evidenzia uno scostamento tipo di circa 1.5 dB. Si presume che la valutazione del potere fonoisolante apparente di una facciata a partire dai suoi elementi costitutivi abbia come minimo lo stesso livello di accuratezza.

Tipologia modello di calcolo utilizzato nella presente relazione: MODELLO SEMPLIFICATO. Accuratezza del modello di calcolo (Uc): ± 2 dB.

4.3 PRESTAZIONI DI ISOLAMENTO ACUSTICO DEI SINGOLI COMPONENTI

La valutazione della prestazione di isolamento fornita dai singoli componenti può essere effettuata ricorrendo a:

- certificati di laboratorio;
- correlazioni specifiche (rapporti di prove condotte su componenti edilizi analoghi);
- relazioni generali (formulazioni empiriche contenute nel codice di calcolo).

Nel progetto in esame sono stati utilizzati gli algoritmi e/o le relazioni generali empiriche implementati nei software: nelle tabelle seguenti si riportano i singoli componenti costituenti gli elementi di facciata considerati nei calcoli previsionali, con il relativo parametro R_w . I calcoli dei singoli elementi sono riportati in Allegato 2. Si precisa quanto segue:

- Per quanto riguarda la parete vs esterno M1, il calcolo è stato effettuato considerando le strutture metalliche del cappotto e della controparete distanziate dal corpo centrale in legno della parete di circa 5 mm.

Tabella 8 – Singoli componenti verticali considerati nei calcoli

COMPONENTI VERTICALI				
CODICE	DESCRIZIONE	SPESSORE TOTALE [mm]	MASSA SUPERFICIALE [kg/m ²]	$R_w (+\Delta R_w)$ [dB]
M1	Parete vs esterno	313	84.0	32 (+32.0) ⁽¹⁾ (+6.0) ⁽²⁾

(1) Valore ottenuto con il contributo della controparete interna

(2) Valore ottenuto con il contributo della controparete esterna

Tabella 9 – Singoli componenti orizzontali considerati nei calcoli

COMPONENTI ORIZZONTALI				
CODICE	DESCRIZIONE	SPESSORE TOTALE [mm]	MASSA SUPERFICIALE [kg/m ²]	$R_w (+\Delta R_w)$ [dB]
S1	Copertura	332	66	48

5 VERIFICHE DI LEGGE (D.P.C.M. 05/12/1997)

5.1 VALUTAZIONE INDICE DI ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA

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

L'indice di isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT,w}$) per edifici di Categoria B ed F così come classificati dal D.P.C.M. 05/12/97 e dal D.M. 23/06/2022 dovrà essere:

$$D_{2m,nT,w} \geq 42 \text{ dB (categorie B ed F)}$$

5.1.1 Metodo di calcolo

Per i calcoli sono state utilizzate le seguenti relazioni matematiche:

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

dove:

- R'_w è l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente di facciata;
 ΔL_{fs} è il termine correttivo che identifica l'influenza della forma della facciata;
 V è il volume interno del locale;
 T_0 è il tempo di riverberazione di riferimento, assunto pari a 0.5 s;
 S_{tot} è la superficie di facciata vista dall'interno.

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

dove:

- R_{wi} è l'indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento (i) in dB;
 S_{fs} è l'area dell'elemento (i), in m²;
 $D_{ne,wi}$ è l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto all'assorbimento equivalente del "piccolo elemento" (i), in dB;
 K è la correzione relativa al contributo della trasmissione laterale pari a 0, per elementi di facciata non connessi e pari a 2 per elementi di facciata pesanti con giunti rigidi.

Nel caso di ambienti ad angolo, l'isolamento acustico di facciata può essere calcolato mediante le seguenti formule:

$$D_{2m,nT,w1} = -10 \log_{10} \left(10^{-\frac{D_{2m,nT,w11}}{10}} + 10^{-\frac{D_{2m,nT,w22} + \Delta D_{21}}{10}} \right)$$
$$D_{2m,nT,w2} = -10 \log_{10} \left(10^{-\frac{D_{2m,nT,w22}}{10}} + 10^{-\frac{D_{2m,nT,w11} + \Delta D_{12}}{10}} \right)$$
$$D_{2m,nT,w} = -10 \log_{10} \left(10^{-\frac{D_{2m,nT,w1}}{10}} + 10^{-\frac{D_{2m,nT,w2}}{10}} \right)$$

Dove:

- $D_{2m,nT,w1}$ è l'indice di valutazione dell'isolamento dell'intera facciata con l'altoparlante in posizione 1;
 $D_{2m,nT,w2}$ è l'indice di valutazione dell'isolamento dell'intera facciata con l'altoparlante in posizione 2;
 $D_{2m,nT,w11}$ è l'indice di valutazione dell'isolamento di facciata del solo lato 1 con l'altoparlante in posizione 1;
 $D_{2m,nT,w122}$ è l'indice di valutazione dell'isolamento di facciata del solo lato 2 con l'altoparlante in posizione 2;

- ΔD_{21} è l'attenuazione dovuta allo spigolo dell'edificio o alla diversa distanza sorgente-facciata per il lato 2 con l'altoparlante in posizione 1;
 ΔD_{12} è l'attenuazione dovuta allo spigolo dell'edificio o alla diversa distanza sorgente-facciata per il lato 1 con l'altoparlante in posizione 2;
 $D_{2m,nT,w}$ è l'indice di valutazione dell'isolamento di facciata complessivo.

Per l'attenuazione ΔD_{FL} , possono essere utilizzati i valori riportati nel Prospetto 3 della norma UNI 11175-1.

Tabella 10 - Prospetto 3, norma UNI 11175-1

PIANO	$\Delta D_{12b} = \Delta D_{21b}$ Posizione 1b o 2b	$\Delta D_{12a} = \Delta D_{21a}$ Posizione 1a o 2a
Terra	15	0
Primo	12	2
Secondo	12	Non prevista
Terzo	11	Non prevista

5.1.2 Calcolo dell'indice di isolamento acustico di facciata $D_{2m,nT,w}$

Nelle pareti di facciata i serramenti, oltre agli eventuali "piccoli elementi" (cassonetti, bocchette di aerazione ecc.), rappresentano il "punto debole" da cui passa il rumore. Al momento della stesura del presente documento, la committenza non ha ancora indicato la precisa tipologia di infissi (marca e modello) che intenderà installare: pertanto in questa sede si forniranno soltanto le prestazioni minime necessario al rispetto dei requisiti acustici. L'indice di potere fonoisolante deve essere certificato dal fornitore dei serramenti mediante prove di laboratorio conformi alla normativa tecnica vigente (Norma UNI EN ISO 140-3 o più recenti norme UNI EN ISO 10140). A tale proposito, si ricorda che è sempre opportuno disporre dei certificati di laboratorio relativi ai dimensionali effettivi. In mancanza di tali dati, le regole di estrapolazione delle prestazioni di fonoisolamento di sistemi aventi dimensioni differenti da quella standard sono indicate nel prospetto B.3 della norma UNI EN 14351-1 "Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali - Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e/o di tenuta al fumo".

Tabella 11 – Regole di estrapolazione per diverse dimensioni di finestre (Prospetto B.3 UNI EN 14351-1)

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 m ²	R_w e $R_w + C_T$ secondo il punto B.2 o il punto B.3
dal +50% al +100% dell'area complessiva del provino	2,7 m ² < area complessiva ≤ 3,6 m ²	R_w e $R_w + C_T$ corretti di -1 dB
dal +100% al +150% dell'area complessiva del provino	3,6 m ² < area complessiva ≤ 4,6 m ²	R_w e $R_w + C_T$ corretti di -2 dB
>+150% dell'area complessiva del provino	4,6 m ² < area complessiva	R_w e $R_w + C_T$ 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 m × 1,48 m.		

In base a quanto sopra esposto, si applicano, qualora necessario, le relative penalizzazioni. Nel seguito si riportano i tipologici considerati nei calcoli, che per il caso in esame non necessitano penalizzazioni dovute ai dimensionali:

- Tipologia F04: 90x210 cm
- Tipologia F07: 90x240 cm

I calcoli sono stati eseguiti tenendo conto dei seguenti dati:

- $D_{2m,nT,w}$ minimo (uffici e ricreativi) = 42 dB (D.P.C.M. 15/12/1997);
- R_{Si} giunti sigillati ≥ 58 dB (UNI EN ISO 12354:2017)
- Termine correttivo forma facciata ΔL_{fs} (presenza di balconi, aggetti, logge, terrazze etc);
- Termine correttivo trasmissioni laterali: $K=2$ (a favore di sicurezza, considerando sempre collegamenti rigidi di facciata).

A parità di geometria dei vari ambienti, le verifiche di facciata sono state effettuate per gli ambienti con superfici finestrate maggiori, mentre laddove le superfici di facciata erano simili, sono stati verificati gli ambienti con volume inferiore, per i quali il calcolo risulta conservativo.

L'ubicazione delle postazioni esaminate è evidenziata nelle planimetrie in Allegato 1.

Il calcolo dell'isolamento acustico di facciata $D_{2m,nT,w}$ per gli ambienti considerati è riportato nelle seguenti tabelle.

Tabella 12 – Valori di $D_{2m,nT,w}$ calcolati per i vari ambienti analizzati

EDIFICIO POLIFUNZIONALE - Via Cevedale, 3 - Cernusco sul Naviglio (MI)			
AMBIENTE ⁽¹⁾		Sala 2	Ufficio
$D_{2m,nT,w}$ minimo di legge	dB	42	42
Superficie locale	m ²	58.50	17.65
Altezza locale	m	3.92	3.67
Volume locale	m ³	236.40	64.78
Larghezza facciata	m	15.75	8.47
Dati serramenti	m ²	9.72	1.89
	cod.	N.4 F04 N.1 F07	N.1 F04
Dati parete opaca 1	m ²	49.78	28.56
	cod.	M1	M1
	dB	32(+32)(+6)	32(+32)(+6)
Dati parete opaca 2	m ²	58.50	17.60
	cod.	S1	S1
	dB	48.0	48.0
Sup. tot. facciata	m ²	118.00	48.05
ΔL_{fs}	dB	-1	0
K	dB	2	2

R_w minimo serramento	dB	F04=35 F07=32	34
Penalizzazione serram.		0	0
R_w effettivo serramento (corretto)	dB	F04=35 F07=32	34
R_w effettivo serramento utilizzato nel calcolo⁽²⁾	dB	F04=35 F07=35	35
D_{2m,nT,w} calcolato	dB	43.9	45.9

(1) Nel caso l'ambiente in esame abbia elementi di facciata con esposizione su più fronti, le superfici opache e/o trasparenti riportate in tabella sono soltanto quelle considerate nei calcoli.

(2) Valore che tiene conto della eventuale penalizzazione dovuta ai dimensionali.

Dai risultati del calcolo emerge che il **valore minimo R_w per i serramenti è pari a 35 dB**.

5.2 VALUTAZIONE RUMOROSITÀ IMPIANTI A FUNZIONAMENTO CONTINUO

Il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A degli impianti a funzionamento continuo LAeq per edifici di Categoria B ed F così come classificati dal D.P.C.M. 05/12/97 e dal D.M. 23/06/2022 dovrà essere:

$$L_{ic} \leq 28 \text{ dB(A) (categoria B e F)}$$

Il suddetto limite si applica all'interno di ambienti diversi da quelli in cui il rumore si origina. Per tale ragione non rientra nelle verifiche la rumorosità dovuta ai fan coils installati nei vari ambienti. Come precisato al Paragrafo 2.3, la norma sembrerebbe escludere da ogni verifica anche gli impianti canalizzati, come ad esempio l'UTA che sono canalizzati verso i vari ambienti serviti.

Come anticipato in precedenza, si ritiene tuttavia che per garantire un livello di comfort adeguato agli utenti sia necessario che tali impianti non siano troppo rumorosi prendendo come riferimento i valori indicati dalla norma tecnica UNI 11532-2 del 2020. Tale norma, sebbene pensata per il settore scolastico, contiene indicazioni più aggiornate per il rumore di fondo dovuto a impianti a livello continuo interni all'ambiente ($L_{ic, int}$). Gli ambienti polifunzionali del caso in esame sono assimilabili a "Ambienti espositivi e spazi di studio".

Tabella 13 - Valori di riferimento per $L_{ic, int}$ e NC. Estratto dalla norma UNI 11532-2, prospetto 8.

DESTINAZIONE D'USO	PARAMETRI	
	$L_{ic, int}$ dB(A)	NC
Aule e biblioteche < 250 m ³	≤ 34	≤ 25
Aule e biblioteche ≥ 250 m ³	≤ 38	≤ 30
Ufficio singolo	≤ 35	≤ 25
Ambienti espositivi, spazi di studio	≤ 45	≤ 35
Palestre, piscine, uffici amministrativi, laboratori, aree aperte al pubblico, mense, corridoi, reception/area desk (bidelleria)	≤ 45	≤ 35

Al fine di confrontare i valori in ambiente con il limite di 45 dB(A) della norma tecnica è stato eseguito un calcolo elemento per elemento sull'impianto aeraulico. Partendo dalla macchina UTA, posta nel terrazzamento, si sono così calcolati i valori di potenza sonora emessi nei locali dai terminali dell'impianto di areazione tenendo in considerazione i valori di attenuazione e rigenerazione rumorosa di ogni componente.

Come sorgente è stato utilizzato uno spettro sonoro tipico di macchine UTA di portata 4200 mc/h, desunto da schede tecniche di macchine tipo.

Nel seguito sono riportati i valori di potenza sonora stimati per i canali di mandata e ripresa di ciascun ambiente. Successivamente, a partire da tali valori, sono stati calcolati i livelli di pressione sonora in ambiente.

SALA 1

Tabella 14 – Canale di mandata per l'ambiente "Sala 1"

ELEMENTO	PROPRIETÀ		Bande di ottava (Hz)								Lw	
			63	125	250	500	1K	2K	4K	8K		
UTA	Sorgente	Lw	66	65	67	70	73	74	67	74	79.9 dB	
1	CONDOTTO RETTILINEO	900 mm x 600 mm x 1 m	Att	-1	-1	0	0	0	0	0	0	
			Rig	0	0	2	2	1	0	0	0	
2	CAMBIO DI SEZIONE	900 mm x 600 mm / Ø 1170 mm	Att	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
			Rig	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	DIRAMAZIONE	900 mm x 500 mm / 800 mm x 500 mm	Att	0	0	0	0	0	0	0	0	
			Rig	0	0	22	22	21	19	12	0	
4	CONDOTTO RETTILINEO	800 mm x 500 mm x 1 m	Att	-1	-1	0	0	0	0	0	0	
			Rig	0	0	6	6	5	3	0	0	
5	DIRAMAZIONE	800 mm x 500 mm / 600 mm x 200 mm	Att	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	
			Rig	0	0	23	23	22	20	13	1	
6	FLESSIBILE	Ø 160 mm x 1 m	Att	-5	-8	-12	-29	-28	-27	-31	-18	
			Rig	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	BOCCHETTA	600 mm x 200 mm	Att	-14	-8	-4	-1	0	0	0	0	
			Rig	0	0	0	0	0	0	0	0	
Potenza sonora in uscita			Lw	35	36	39	28	33	35	24	44	46.8 dB
Potenza in uscita (ponderata A)				9	20	30	25	33	36	25	43	44.6 dB(A)

Tabella 15 – Canale di ripresa per l'ambiente "Sala 1"

ELEMENTO	PROPRIETÀ		Bande di ottava (Hz)								Lw
			63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	
UTA	Sorgente	Lw	66	65	67	70	73	74	67	74	79.9 dB
1	CONDOTTO RETTILINEO	900 mm x 400 mm x 0.2 m Att Rig	0 0	0 0	0 10	0 10	0 9	0 7	0 0	0 0	
2	CAMBIO DI SEZIONE	900 mm x 400 mm / Ø 1170 mm Att Rig	-1 0	-1 0	-1 0	-1 0	-1 0	-1 0	-1 0	-1 0	
3	DIRAMAZIONE	900 mm x 400 mm / 600 mm x 400 mm Att Rig	0 0	0 0	0 27	0 27	0 26	0 24	0 17	0 5	
4	CURVA	600 mm x 400 mm Att Rig	0 0	0 0	-1 26	-8 26	-6 25	-3 23	-3 16	-3 4	
5	CONDOTTO RETTILINEO	600 mm x 400 mm x 4.5 m Att Rig	-2 0	-3 0	-1 16	-1 16	-1 15	-1 13	-1 6	-1 0	
6	SILENZIATORE	600 mm x 400 mm x 1 m Att Rig	-5 0	-10 0	-18 0	-33 0	-43 0	-43 0	-34 0	-27 0	
7	CAMBIO DI SEZIONE	600 mm x 400 mm / 800 mm x 200 mm Att Rig	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	
8	CURVA	800 mm x 200 mm Att Rig	0 0	0 0	0 33	-1 33	-7 32	-7 30	-4 23	-3 11	
9	CONDOTTO RETTILINEO	800 mm x 200 mm x 3.3 m Att Rig	-2 0	-2 0	-2 23	-1 23	-1 22	-1 20	-1 13	-1 1	
10	DIRAMAZIONE	800 mm x 200 mm / 300 mm x 200 mm Att Rig	-8 0	-8 0	-8 40	-8 40	-8 39	-8 37	-8 30	-8 18	
11	CONDOTTO RETTILINEO	300 mm x 200 mm x 4.15 m Att Rig	-2 0	-3 0	-2 0	-1 0	-1 0	-1 0	-1 0	-1 0	
12	CURVA	300 mm x 200 mm Att Rig	0 0	0 0	0 8	-1 8	-7 7	-7 5	-4 0	-3 0	
13	CONDOTTO RETTILINEO	300 mm x 200 mm x 0.5 m Att Rig	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	
14	CURVA	300 mm x 200 mm Att Rig	0 0	0 0	0 8	-1 8	-7 7	-7 5	-4 0	-3 0	
15	BOCCHETTA	400 mm x 200 mm Att Rig	-14 15	-9 19	-4 20	-2 20	0 16	0 12	0 6	0 0	
Potenza sonora in uscita		Lw	31	28	35	36	25	23	22	23	39.8 dB
Potenza in uscita (ponderata A)			5	12	26	32	25	24	23	22	35.0 dB(A)

SALA 2

Tabella 16 – Canale di mandata per l'ambiente "Sala 2"

ELEMENTO	PROPRIETÀ		Bande di ottava (Hz)								Lw
			63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	
UTA	Sorgente	Lw	66	65	67	70	73	74	67	74	79.9 dB
1	CONDOTTO RETTILINEO	900 mm x 600 mm x 1 m	Att -1 Rig 0	-1 0	0 2	0 2	0 1	0 0	0 0	0 0	
2	CAMBIO DI SEZIONE	900 mm x 600 mm / Ø 1170 mm	Att -1 Rig 0	-1 0							
3	DIRAMAZIONE	900 mm x 500 mm / 800 mm x 500 mm	Att 0 Rig 0	0 0	0 22	0 22	0 21	0 19	0 12	0 0	
4	CONDOTTO RETTILINEO	800 mm x 500 mm x 1 m	Att -1 Rig 0	-1 0	0 6	0 6	0 5	0 3	0 0	0 0	
5	DIRAMAZIONE	800 mm x 500 mm / 600 mm x 200 mm	Att -11 Rig 0	-11 0	-11 23	-11 23	-11 22	-11 20	-11 13	-11 1	
6	CONDOTTO RETTILINEO	800 mm x 500 mm x 1.7 m	Att -1 Rig 0	-1 0	-1 3	0 3	0 2	0 0	0 0	0 0	
7	DIRAMAZIONE	800 mm x 500 mm / 350 mm x 350 mm	Att -4 Rig 0	-4 0	-4 20	-4 20	-4 19	-4 17	-4 10	-4 0	
8	CURVA	350 mm x 300 mm	Att 0 Rig 0	0 0	0 18	-1 18	-2 17	-3 15	-3 8	-3 0	
9	CONDOTTO RETTILINEO	350 mm x 300 mm x 2.5 m	Att -1 Rig 0	-2 0	-1 8	-1 8	-1 7	-1 5	-1 0	-1 0	
10	SILENZIATORE	350 mm x 300 mm x 1 m	Att -5 Rig 0	-10 0	-18 0	-33 0	-43 0	-43 0	-34 0	-27 0	
11	CURVA	350 mm x 300 mm	Att 0 Rig 0	0 0	-1 18	-8 18	-6 17	-3 15	-3 8	-3 0	
12	CONDOTTO RETTILINEO	350 mm x 300 mm x 2.4 m	Att -1 Rig 0	-2 0	-1 8	-1 8	-1 7	-1 5	-1 0	-1 0	
13	CAMBIO DI SEZIONE	350 mm x 300 mm / Ø 300 mm	Att 0 Rig 0	0 0							
14	MICROFORATO ⁽¹⁾	Ø 300 mm / Ø 300 mm	Att -6 Rig 0	-6 0							
Potenza sonora in uscita		Lw	35	28	23	12	11	9	6	18	36.3 dB
Potenza in uscita (ponderata A)			9	12	15	9	11	10	7	17	21.2 dB(A)

- (1) L'elemento "MICROFORATO" si riferisce a uno spezzone di un quarto del tubo microforato terminale della mandata. Tale divisione in quarti è stata operata per rappresentare più adeguatamente la distribuzione di sorgenti in ambiente rispetto al caso puntiforme.

Tabella 17 – Canale di ripresa per l'ambiente "Sala 2"

ELEMENTO	PROPRIETÀ		Bande di ottava (Hz)								Lw	
			63	125	250	500	1K	2K	4K	8K		
UTA	Sorgente	Lw	66	65	67	70	73	74	67	74	79.9 dB	
1	CONDOTTO RETTILINEO	900 mm x 400 mm x 0.2 m	Att 0 Rig 0	0 0	0 10	0 10	0 9	0 7	0 0	0 0		
2	CAMBIO DI SEZIONE	900 mm x 400 mm / Ø 1170 mm	Att -1 Rig 0	-1 0								
3	DIRAMAZIONE	900 mm x 400 mm / 600 mm x 400 mm	Att 0 Rig 0	0 0	0 27	0 27	0 26	0 24	0 17	0 5		
4	CURVA	600 mm x 400 mm	Att 0 Rig 0	0 0	-1 26	-8 26	-6 25	-3 23	-3 16	-3 4		
5	CONDOTTO RETTILINEO	600 mm x 400 mm x 4.5 m	Att -2 Rig 0	-3 0	-1 16	-1 16	-1 15	-1 13	-1 6	-1 0		
6	SILENZIATORE		Att -5 Rig 0	-10 0	-18 0	-33 0	-43 0	-43 0	-34 0	-27 0		
7	CAMBIO DI SEZIONE	600 mm x 400 mm / 800 mm x 200 mm	Att 0 Rig 0	0 0								
8	CURVA	800 mm x 200 mm	Att 0 Rig 0	0 0	0 33	-1 33	-7 32	-7 30	-4 23	-3 11		
9	CONDOTTO RETTILINEO	800 mm x 200 mm x 3.3 m	Att -2 Rig 0	-2 0	-2 23	-1 23	-1 22	-1 20	-1 13	-1 1		
10	DIRAMAZIONE	800 mm x 200 mm / 800 mm x 200 mm	Att 0 Rig 0	0 0	0 40	0 40	0 39	0 37	0 30	0 18		
11	CONDOTTO RETTILINEO	800 mm x 200 mm x 3.46 m	Att -2 Rig 0	-2 0	-2 23	-1 23	-1 22	-1 20	-1 13	-1 1		
12	CURVA	800 mm x 200 mm	Att 0 Rig 0	0 0	0 33	-1 33	-7 32	-7 30	-4 23	-3 11		
13	CONDOTTO RETTILINEO	800 mm x 200 mm x 4 m	Att -2 Rig 0	-3 0	-2 23	-1 23	-1 22	-1 20	-1 13	-1 1		
14	CURVA	800 mm x 200 mm	Att 0 Rig 0	0 0	0 33	-1 33	-7 32	-7 30	-4 23	-3 11		
15	CONDOTTO RETTILINEO	800 mm x 200 mm x 1 m	Att 0 Rig 0	-1 0	0 23	0 23	0 22	0 20	0 13	0 1		
16	Dir sala 2/3	800 mm x 200 mm / Ø 210 mm	Att -8 Rig 0	-8 0	-8 40	-8 40	-8 39	-8 37	-8 30	-8 0		
17	CONDOTTO RETTILINEO	Ø 210 mm x 1 m	Att 0 Rig 0	0 0	0 9	0 9	0 8	0 6	0 0	0 0		
18	BOCCHETTA	800 mm x 150 mm	Att -13 Rig 9	-8 11	-4 11	-1 8	0 4	0 0	0 0	0 0		
Potenza sonora in uscita			Lw	30	26	37	40	39	37	30	21	45.0 dB
Potenza in uscita (ponderata A)				4	10	29	37	39	38	31	20	43.5 dB(A)

AOO CERNUSCO SUL NAVIGLIO
 Protocollo Arrivo N. 14704/2025 del 17-03-2025
 Allegato 1 - Class. 6.1 - Copia Del Documento Firmato Digitalmente

SALA 3

Tabella 18 – Canale di mandata per l'ambiente "Sala 3"

ELEMENTO	PROPRIETÀ		Bande di ottava (Hz)								Lw	
			63	125	250	500	1K	2K	4K	8K		
UTA	Sorgente	Lw	66	65	67	70	73	74	67	74	79.9 dB	
1	CONDOTTO RETTILINEO	900 mm x 600 mm x 1 m	Att -1 Rig 0	-1 0	0 2	0 2	0 1	0 0	0 0	0 0		
2	CAMBIO DI SEZIONE	900 mm x 600 mm / Ø 1170 mm	Att -1 Rig 0	-1 0								
3	DIRAMAZIONE	900 mm x 500 mm / 800 mm x 350 mm	Att 0 Rig 0	0 0	0 22	0 22	0 21	0 19	0 12	0 0		
4	CONDOTTO RETTILINEO	800 mm x 350 mm x 1 m	Att -1 Rig 0	-1 0	0 12	0 12	0 11	0 9	0 2	0 0		
5	DIRAMAZIONE	800 mm x 350 mm / 600 mm x 350 mm	Att -11 Rig 0	-11 0	-11 29	-11 29	-11 28	-11 26	-11 19	-11 7		
6	CONDOTTO RETTILINEO	600 mm x 350 mm x 1.7 m	Att -1 Rig 0	-1 0	-1 16	-1 16	0 15	0 13	0 6	0 0		
7	DIRAMAZIONE	800 mm x 350 mm / 350 mm x 350 mm	Att -3 Rig 0	-3 0	-3 27	-3 27	-3 26	-3 24	-3 17	-3 5		
8	CURVA	350 mm x 350 mm	Att 0 Rig 0	0 0	-1 23	-8 23	-6 22	-3 20	-3 13	-3 1		
9	CONDOTTO RETTILINEO	350 mm x 350 mm x 2.7 m	Att -1 Rig 0	-2 0	-1 13	-1 13	-1 12	-1 10	-1 3	-1 0		
10	SILENZIATORE	350 mm x 350 mm x 1 m	Att -3 Rig 0	-6 0	-12 0	-22 0	-28 0	-27 0	-16 0	-9 0		
11	CURVA	350 mm x 350 mm	Att 0 Rig 0	0 0	-1 23	-8 23	-6 22	-3 20	-3 13	-3 1		
12	CONDOTTO RETTILINEO	350 mm x 350 mm x 1.2 m	Att -1 Rig 0	-1 0	-1 13	0 13	0 12	0 10	0 3	0 0		
13	CAMBIO DI SEZIONE	350 mm x 350 mm / Ø 350 mm	Att 0 Rig 0	0 0								
14	MICROFORATO ⁽¹⁾	Ø 350 mm / Ø 350 mm	Att -6 Rig 0	-6 0								
Potenza sonora in uscita			Lw	39	34	30	18	17	21	24	37	42.6 dB
Potenza in uscita (ponderata A)				13	18	21	15	17	22	25	36	37.1 dB(A)

- (1) L'elemento "MICROFORATO" si riferisce a uno spezzone di un quarto del tubo microforato terminale della mandata. Tale divisione in quarti è stata operata per rappresentare più adeguatamente la distribuzione di sorgenti in ambiente rispetto al caso puntiforme.

Tabella 19 – Canale di ripresa per l'ambiente "Sala 3"

ELEMENTO	PROPRIETÀ		Bande di ottava (Hz)								Lw	
			63	125	250	500	1K	2K	4K	8K		
UTA	Sorgente	Lw	66	65	67	70	73	74	67	74	79.9 dB	
1	CONDOTTO RETTILINEO	900 mm x 400 mm x 0.2 m	Att Rig	0 0	0 10	0 10	0 9	0 7	0 0	0 0		
2	CAMBIO DI SEZIONE	900 mm x 400 mm / Ø 1170 mm	Att Rig	-1 0								
3	DIRAMAZIONE	900 mm x 400 mm / 600 mm x 400 mm	Att Rig	0 0	0 27	0 27	0 26	0 24	0 17	0 5		
4	CURVA	600 mm x 400 mm	Att Rig	0 0	0 26	-1 26	-8 25	-6 23	-3 16	-3 4		
5	CONDOTTO RETTILINEO	600 mm x 400 mm x 4.5 m	Att Rig	-2 0	-3 0	-1 16	-1 16	-1 15	-1 13	-1 6		
6	SILENZIATORE	600 mm x 400 mm x 1m	Att Rig	-5 0	-10 0	-18 0	-33 0	-43 0	-43 0	-34 0		
7	CAMBIO DI SEZIONE	600 mm x 400 mm / 800 mm x 200 mm	Att Rig	0 0								
8	CURVA	800 mm x 200 mm	Att Rig	0 0	0 33	0 33	-1 32	-7 30	-7 23	-4 11		
9	CONDOTTO RETTILINEO	800 mm x 200 mm x 3.3 m	Att Rig	-2 0	-2 0	-2 23	-1 23	-1 22	-1 20	-1 13		
10	DIRAMAZIONE	800 mm x 200 mm / 800 mm x 200 mm	Att Rig	0 0	0 40	0 40	0 39	0 37	0 30	0 18		
11	CONDOTTO RETTILINEO	800 mm x 200 mm x 3.46 m	Att Rig	-2 0	-2 0	-2 23	-1 23	-1 22	-1 20	-1 13		
12	CURVA	800 mm x 200 mm	Att Rig	0 0	0 33	0 33	-1 32	-7 30	-7 23	-4 11		
13	CONDOTTO RETTILINEO	800 mm x 200 mm x 4 m	Att Rig	-2 0	-3 0	-2 23	-1 23	-1 22	-1 20	-1 13		
14	CURVA	800 mm x 200 mm	Att Rig	0 0	0 33	0 33	-1 32	-7 30	-7 23	-4 11		
15	CONDOTTO RETTILINEO	800 mm x 200 mm x 1 m	Att Rig	0 0	-1 0	0 23	0 23	0 22	0 20	0 13		
16	Dir sala 2/3	800 mm x 200 mm / Ø 210 mm	Att Rig	-7 0	-7 0	-7 37	-7 37	-7 36	-7 34	-7 27		
17	CONDOTTO RETTILINEO	Ø 210 mm x 1 m	Att Rig	0 0	0 11	0 11	0 11	0 10	0 8	0 1		
18	BOCCHETTA	800 mm x 150 mm	Att Rig	-13 9	-8 11	-4 11	-1 8	0 4	0 0	0 0		
Potenza sonora in uscita			Lw	31	27	35	37	36	34	28	22	42.7 dB
Potenza in uscita (ponderata A)				4	11	27	34	36	36	29	21	40.8 dB(A)

Le specifiche tecniche dei componenti utilizzati sono illustrate in Allegato 4.

Per quanto riguarda i silenziatori si forniscono le seguenti indicazioni di massima:

- **Canale di ripresa** (comune per tutte e tre le sale): è stato ipotizzato un silenziatore di dimensioni AxBxL = 600 mm x 400 mm x 1 m, con setti larghi 200 mm e distanziati tra loro 100 mm;
- **Canale di mandata - Sala 2:** è stato ipotizzato un silenziatore di dimensioni AxBxL = 350 mm x 350 mm x 1 m, con setti larghi 200 mm e distanziati tra loro 150 mm;

- **Canale di mandata - Sala 3:** è stato ipotizzato un silenziatore di dimensioni $A \times B \times L = 300 \text{ mm} \times 350 \text{ mm} \times 1 \text{ m}$, con setti larghi 200 mm e distanziati tra loro 100 mm.

Sia i silenziatori sia i flessibili fonoassorbenti dovranno avere prestazioni acustiche uguali o superiori a quelle indicate nelle precedenti tabelle. Per entrambi si faccia riferimento alle tabelle di sintesi in Allegato 4.

Successivamente è stato calcolato il livello di pressione sonora in ambiente, tenendo conto sia della componente riverberata (calcolata in funzione del coefficiente di fonoassorbimento delle superfici interne all'ambiente) sia di quella diretta (dipendente dalla distanza tra terminali di areazione e un punto, assunto per semplicità a centro ambiente). I risultati, con confronto con il limite normativo, sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 20 – Livelli di pressione sonora stimati in ambiente per gli impianti a funzionamento continuo

	L _{ic,int} dB(A)		
	Sala 1	Sala 2	Sala 3
	37.1	34.0	33.7
UNI 11532-2:2020	≤ 45	≤ 45	≤ 45
VERIFICA	✓	✓	✓

5.3 VALUTAZIONE RUMOROSITÀ IMPIANTI A FUNZIONAMENTO DISCONTINUO

Il livello massimo di pressione sonora ponderato A con costante di tempo *slow* degli impianti a funzionamento discontinuo L_{id} per edifici di Categoria B ed F così come classificati dal D.P.C.M. 05/12/97 e dal D.M. 23/06/2022 dovrà essere:

$$L_{id} \leq 33 \text{ dB(A)} \text{ (categoria B e F)}$$

Dal momento che non è possibile effettuare calcoli analitici per questa tipologia di impianti, nel seguito si riportano una serie di prescrizioni progettuali. L'esito finale favorevole dipenderà dalla messa in atto di tali indicazioni unitamente al rispetto della posa in opera secondo la regola dell'arte, come indicato al Paragrafo 6.6.

5.3.1 Rete di distribuzione

I diametri dei tubi di distribuzione orizzontale e verticale dovranno essere dimensionati di modo da essere idonei alle portate richieste (UNI EN 12056). In fase di progettazione nella rete di distribuzione dell'acqua è opportuno prevedere una velocità del fluido non superiore a 2.5 m/s, adottando di conseguenza idonee sezioni per le tubazioni. Dovrà essere realizzata una corretta ventilazione delle colonne di scarico di modo da favorire lo scorrimento dello scarico e di conseguenza diminuire la rumorosità. Nella rete di distribuzione dovranno essere previsti sistemi per l'attenuazione del "colpo d'ariete", come ad esempio ammortizzatori per il colpo d'ariete e tratti di tubazione verticali prima dell'allacciamento ai rubinetti.

5.3.2 Tipologia di tubazioni e sanitari

Si richiede di adottare canali di scarico di tipo silenziato a bassi livelli di rumorosità. Si richiede di utilizzare tubazioni per le quali venga certificato dal produttore un livello di rumorosità, misurato in laboratorio (EN 14366), pari o inferiore a 15 dB(A) per un flusso d'acqua di 4 l/s (del tipo VALSIR SILER o similari). Le cassette WC installate dovranno essere di tipo silenziato e dotate di sistemi di carico a basso livello di rumorosità (ad esempio galleggianti con funzionamento a magnete).

5.4 VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE ACUSTICHE INTERNE

La UNI 11367:2023 appendice C fornisce i valori ottimali del tempo di riverberazione medio fra 500 Hz e 1000 Hz, ricavabile, per gli ambienti non occupati e adibiti al parlato, dalla seguente espressione:

$$T_{ott} = 0.32 \log(V) + 0.03 \text{ [sec]}$$

dove:

V è il volume dell'ambiente in metri cubi.

La norma suggerisce che i risultati ottenuti dalle misurazioni di tempo di riverberazione T, ad ambiente non occupato, rispettino il seguente criterio in tutte le bande di ottava comprese fra 250 Hz e 4000 Hz:

$$T \leq 1.2 T_{ott}$$

Sono stati inoltre valutati i parametri STI e C_{50} per i quali la norma suggerisce, per ambienti adibiti al parlato, i seguenti valori:

- STI ≥ 0.6
- $C_{50} \geq 0$

I calcoli sono stati eseguiti mediante impiego dei seguenti software/strumenti tecnici:

- "CATT Acoustic v9.1e" software per la modellazione acustica degli ambienti interni.

5.4.1 "Sala 1"

Il calcolo del tempo di riverberazione per l'ambiente "Sala 1" è stato effettuato mediante il tool di calcolo CATT Acoustic, in quanto il soffitto irregolare costituito da travi in legno lamellare rendeva meno accurato un calcolo manuale con formula di Sabine.

Sono stati valutati due scenari:

- Scenario 1: simulazione con finiture di progetto;
- Scenario 2: rivestimento della perlina a soffitto con pannelli fonoassorbenti.

La valutazione è stata effettuata nell'ipotesi cautelativa di ambiente non arredato.

Di seguito si riportano una vista 3D, le caratteristiche geometriche, i coefficienti di assorbimento acustico impiegati e i risultati dei calcoli nei due scenari.

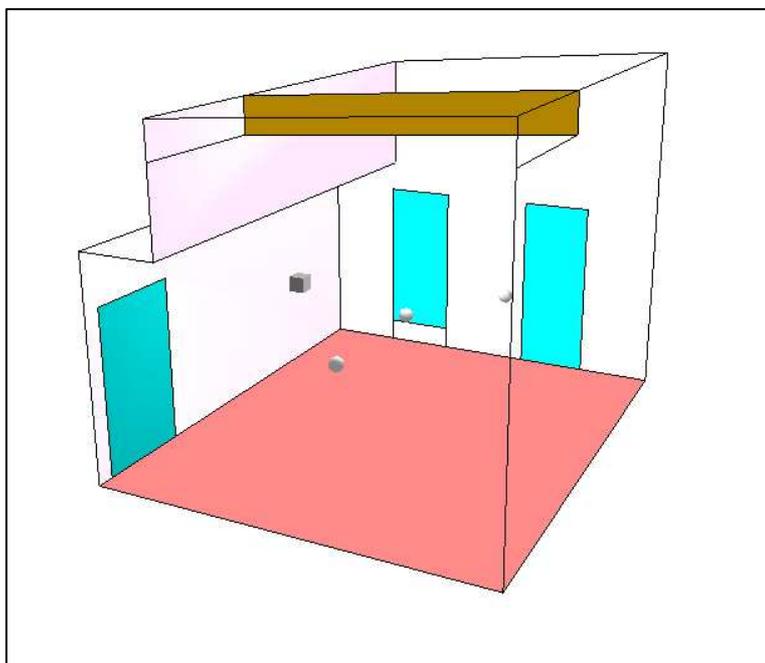


Figura 3 – Vista 3D “Sala 1”

Tabella 21 - Caratteristiche generali dell'ambiente

Spazio multiuso P1	
SUPERFICIE	27.96 m ²
VOLUME	116.6 m ³
H MEDIA	4.46 m
T_{OTT}	0.69 s
T_{≤ 1.2 T_{OTT}}	0.83 s

Tabella 22 - Caratteristiche acustiche dell'ambiente – SCENARIO 1

Sala_1	α (coefficienti di assorbimento acustico)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Pavimento ceramica	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Travi in legno	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
Copertura in legno	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
Cartongesso	0.20	0.12	0.10	0.07	0.07	0.07
Finestre	0.35	0.25	0.18	0.12	0.06	0.04
Porta in legno	0.14	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08

Tabella 23 - Stima del tempo di riverbero - SCENARIO 1

Tempo di riverbero [sec]					
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1.25	1.37	1.54	1.94	1.84	1.51

Tabella 24 - Confronto con i limiti normativi UNI 11367:2023 – SCENARIO 1

	Tempo di riverbero [sec]					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
	1.25	1.37	1.54	1.94	1.84	1.51
1.2*T _{ott}	-	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
VERIFICA	-	✗	✗	✗	✗	✗

Nel caso dello scenario 1 la verifica del tempo di riverbero non risulta rispettata. Si rende quindi necessario il rivestimento della perlina in legno con pannelli fonoassorbenti (scenario 2). A tale scopo è stato ipotizzato l'impiego di pannelli fonoassorbenti del tipo "Celenit L2AB/A2" in adesione con $\Delta h=125$ mm. La scheda del prodotto è riportata in Allegato 4.

Tabella 25 - Caratteristiche acustiche dell'ambiente – SCENARIO 2

Spazio multiuso P1	α (coefficienti di assorbimento acustico)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Pavimento ceramica	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Travi in legno	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
Cartongesso	0.20	0.12	0.10	0.07	0.07	0.07
Finestre	0.35	0.25	0.18	0.12	0.06	0.04
Porta in legno	0.14	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08
Celenit L2AB/A2 125mm	0.70	0.99	0.99	0.99	0.90	0.80

Tabella 26 - Stima del tempo di riverbero - SCENARIO 2

Tempo di riverbero [sec]					
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
0.46	0.53	0.68	0.74	0.77	0.72

Tabella 27 - Confronto con i limiti normativi UNI 11367:2023 – SCENARIO 2

	Tempo di riverbero [sec]					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
	0.46	0.53	0.68	0.74	0.77	0.72
1.2*T _{ott}	-	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
VERIFICA	-	✓	✓	✓	✓	✓

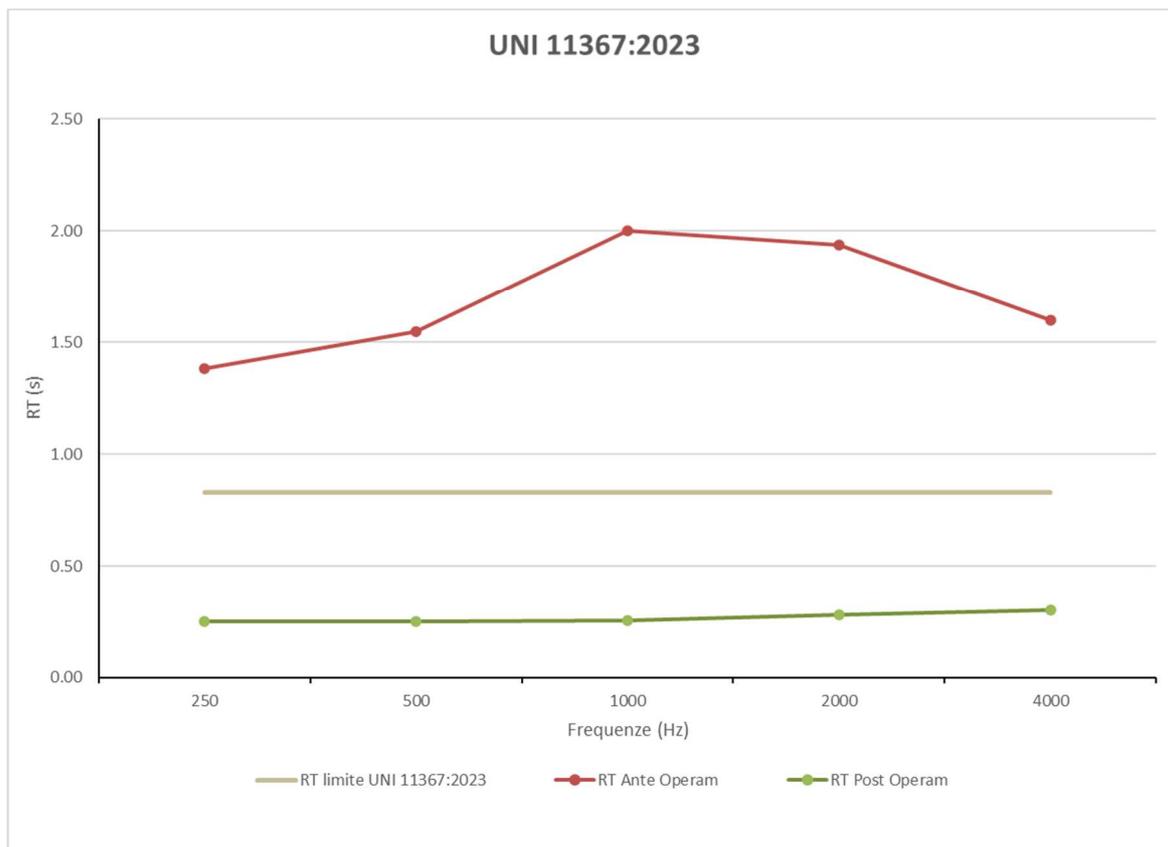


Figura 4 - Confronto Scenario 1 e Scenario 2 con limiti normativi

Per lo Scenario 2 sono stati calcolati poi i parametri di STI e C50.

Per il parametro STI è stato considerato il seguente rumore di fondo dovuto all'impianto di climatizzazione.

Tabella 28 - Valori di pressione sonora Lp [dB] del rumore di fondo della "Sala 1"

Rumore di fondo "Sala 1"					
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
27.5	29.3	23.8	23.4	25.7	16.6

Tabella 29 - Confronto con i limiti normativi UNI 11367:2023 – SCENARIO 2

	STI					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
	0.80	0.76	0.74	0.75	0.72	0.74
UNI 11367:2023	≥ 0.60	≥ 0.60	≥ 0.60	≥ 0.60	≥ 0.60	≥ 0.60
VERIFICA	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tabella 30 - Confronto con i limiti normativi UNI 11367:2023 – SCENARIO 2

	C ₅₀					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
	9.8	7.0	5.0	6.0	5.0	5.6
UNI 11367:2023	≥ 0	≥ 0	≥ 0	≥ 0	≥ 0	≥ 0
VERIFICA	✓	✓	✓	✓	✓	✓

5.4.2 “Sala_2”

Il calcolo del tempo di riverberazione, dello STI e C₅₀ per l’ambiente “Sala_2” sono stati effettuati mediante il tool di calcolo CATT Acoustic.

Per il tempo di riverberazione sono stati valutati i due seguenti scenari:

- Scenario 1: simulazione con finiture di progetto;
- Scenario 2: rivestimento della perlina a soffitto con pannelli fonoassorbenti.

La valutazione è stata effettuata nell’ipotesi cautelativa di ambiente non arredato.

Di seguito si riportano una vista 3D, le caratteristiche geometriche, i coefficienti di assorbimento acustico impiegati e i risultati dei calcoli nei due scenari.

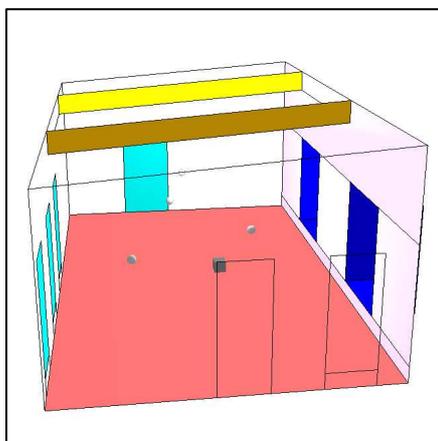


Figura 5 – Vista 3D “Sala_2”

Tabella 31 - Caratteristiche generali dell’ambiente

Sala Meeting	
SUPERFICIE	58.5 m ²
VOLUME	236.4 m ³
H MEDIA	3.93 m
T_{OTT}	0.79 s
T_{≤ 1.2 T_{OTT}}	0.95 s

Tabella 32 - Caratteristiche acustiche dell'ambiente – SCENARIO 1

Sala conferenze PR	α (coefficienti di assorbimento acustico)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Pavimento ceramica	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Travi in legno	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
Copertura in legno	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
Cartongesso	0.20	0.12	0.10	0.07	0.07	0.07
Finestre	0.35	0.25	0.18	0.12	0.06	0.04
Porta in legno	0.14	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08

Tabella 33 - Stima del tempo di riverbero - SCENARIO 1

Tempo di riverbero [sec]					
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1.67	1.71	1.96	2.37	2.27	1.79

Tabella 34 - Confronto con i limiti normativi UNI 11367:2023 – SCENARIO 1

	Tempo di riverbero [sec]					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
	1.67	1.71	1.96	2.37	2.27	1.79
1.2*T _{ott}	-	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
VERIFICA	-	x	x	x	x	x

Nel caso dello scenario 1 la verifica del tempo di riverbero non risulta rispettata. Si rende quindi necessario il rivestimento della perlina in legno con pannelli fonoassorbenti (scenario 2). A tale scopo è stato ipotizzato l'impiego di pannelli fonoassorbenti del tipo "Celenit L2AB/A2" in adesione con $\Delta h=125$ mm. La scheda del prodotto è riportata in Allegato 4.

Tabella 35 - Caratteristiche acustiche dell'ambiente – SCENARIO 2

Sala conferenze PR	α (coefficienti di assorbimento acustico)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Pavimento ceramica	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Travi in legno	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
Cartongesso	0.20	0.12	0.10	0.07	0.07	0.07
Finestre	0.35	0.25	0.18	0.12	0.06	0.04
Porta in legno	0.14	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08
Celenit L2AB/A2 125mm	0.70	0.99	0.99	0.99	0.90	0.80

Tabella 36 - Stima del tempo di riverbero - SCENARIO 2

Tempo di riverbero [sec]					
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
0.51	0.55	0.73	0.85	0.87	0.80

Tabella 37 - Confronto con i limiti normativi UNI 11367:2023 – SCENARIO 2

	Tempo di riverbero [sec]					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
	0.51	0.55	0.73	0.85	0.87	0.80
1.2*T _{ott}	-	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
VERIFICA	-	✓	✓	✓	✓	✓

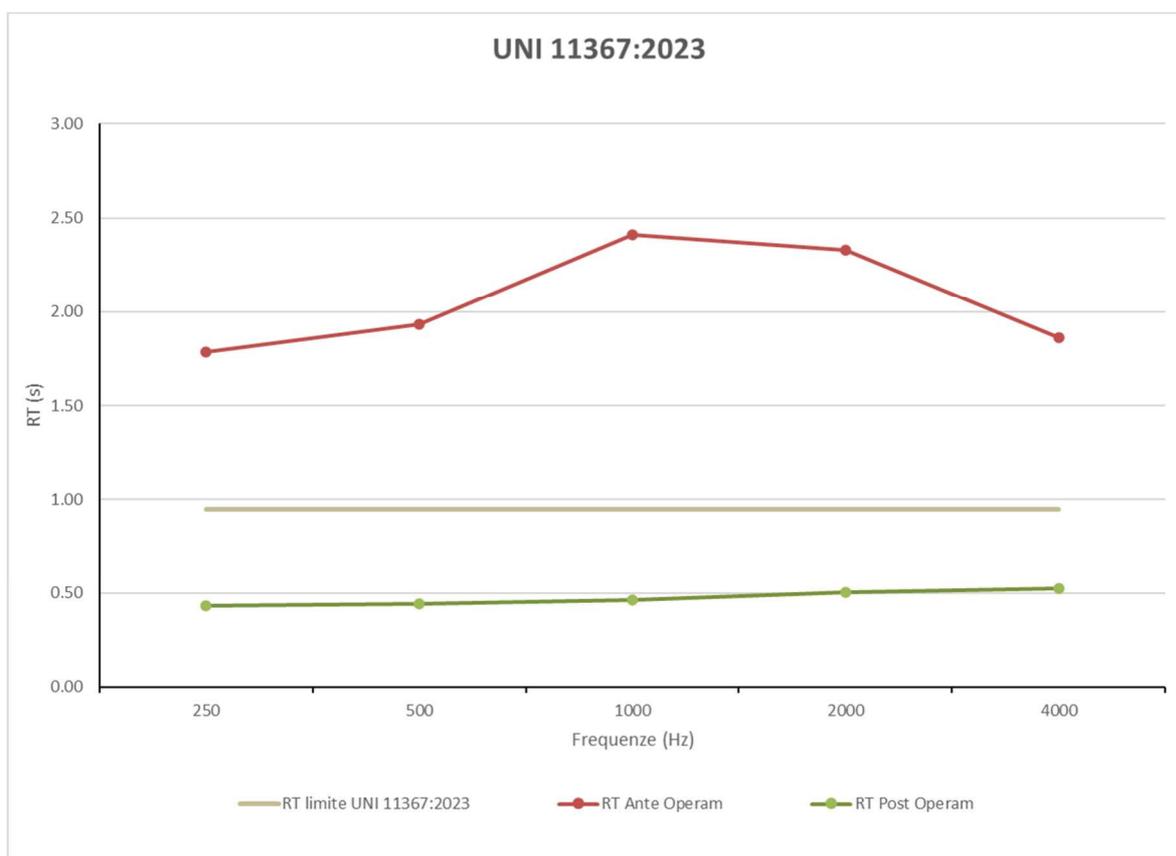


Figura 6 - Confronto Scenario 1 e Scenario 2 con limiti normativi

Per lo Scenario 2 sono stati calcolati poi i parametri di STI e C50.

Per il parametro STI è stato considerato il seguente rumore di fondo dovuto all'impianto di climatizzazione.

Tabella 38 - Valori di pressione sonora L_p [dB] del rumore di fondo della "Sala 2"

Rumore di fondo "Sala 2"					
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
19.1	27.6	30.0	29.6	28.0	21.5

Tabella 39 - Confronto con i limiti normativi UNI 11367:2023 – SCENARIO 2

	STI					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
	0.78	0.78	0.74	0.72	0.69	0.70
UNI 11367:2023	≥ 0.60					
VERIFICA	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tabella 40 - Confronto con i limiti normativi UNI 11367:2023 – SCENARIO 2

	C_{50}					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
	7.2	7.9	6	5.3	3.7	4.7
UNI 11367:2023	≥ 0					
VERIFICA	✓	✓	✓	✓	✓	✓

5.4.3 "Sala_3"

Il calcolo del tempo di riverberazione, dello STI e C_{50} per l'ambiente "Sala_2" sono stati effettuati mediante il tool di calcolo CATT Acoustic.

Per il tempo di riverberazione sono stati valutati i due seguenti scenari:

- Scenario 1: simulazione con finiture di progetto;
- Scenario 2: rivestimento della perlina a soffitto con pannelli fonoassorbenti.

La valutazione è stata effettuata nell'ipotesi cautelativa di ambiente non arredato.

Di seguito si riportano una vista 3D, le caratteristiche geometriche, i coefficienti di assorbimento acustico impiegati e i risultati dei calcoli nei due scenari.

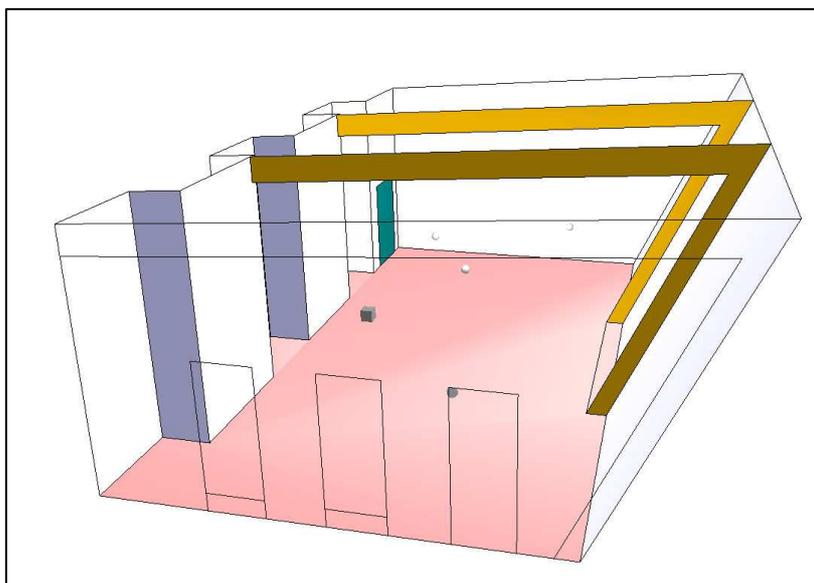


Figura 7 – Vista 3D “Sala_3”

Tabella 41 - Caratteristiche generali dell'ambiente

Sala Meeting	
SUPERFICIE	77.4 m ²
VOLUME	413.6 m ³
H MEDIA	4.61 m
T_{OTT}	0.87 s
T_S ≤ 1.2 T_{OTT}	1.04 s

Tabella 42 - Caratteristiche acustiche dell'ambiente – SCENARIO 1

Sala conferenze PR	α (coefficienti di assorbimento acustico)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Pavimento ceramica	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Travi in legno	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
Copertura in legno	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
Cartongesso	0.20	0.12	0.10	0.07	0.07	0.07
Finestre	0.35	0.25	0.18	0.12	0.06	0.04
Porta in legno	0.14	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08

Tabella 43 - Stima del tempo di riverbero - SCENARIO 1

Tempo di riverbero [sec]					
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1.90	2.07	2.23	2.74	2.50	1.94

Tabella 44 - Confronto con i limiti normativi UNI 11367:2023 – SCENARIO 1

	Tempo di riverbero [sec]					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
		1.91	2.07	2.23	2.74	2.50
1.2*T _{ott}	-	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
VERIFICA	-	x	x	x	x	x

Nel caso dello scenario 1 la verifica del tempo di riverbero non risulta rispettata. Si rende quindi necessario il rivestimento della perlina in legno con pannelli fonoassorbenti (scenario 2). A tale scopo è stato ipotizzato l'impiego di pannelli fonoassorbenti del tipo "Celenit L2AB/A2" in adesione con $\Delta h=125$ mm. La scheda del prodotto è riportata in Allegato 4.

Tabella 45 - Caratteristiche acustiche dell'ambiente – SCENARIO 2

Sala conferenze PR	α (coefficienti di assorbimento acustico)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Pavimento ceramica	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Travi in legno	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
Cartongesso	0.20	0.12	0.10	0.07	0.07	0.07
Finestre	0.35	0.25	0.18	0.12	0.06	0.04
Porta in legno	0.14	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08
Celenit L2AB/A2 125mm	0.70	0.99	0.99	0.99	0.90	0.80

Tabella 46 - Stima del tempo di riverbero - SCENARIO 2

Tempo di riverbero [sec]					
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
0.50	0.58	0.69	0.73	0.68	0.64

Tabella 47 - Confronto con i limiti normativi UNI 11367:2023 – SCENARIO 2

	Tempo di riverbero [sec]					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
		0.50	0.58	0.69	0.73	0.68
1.2*T _{ott}	-	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
VERIFICA	-	✓	✓	✓	✓	✓

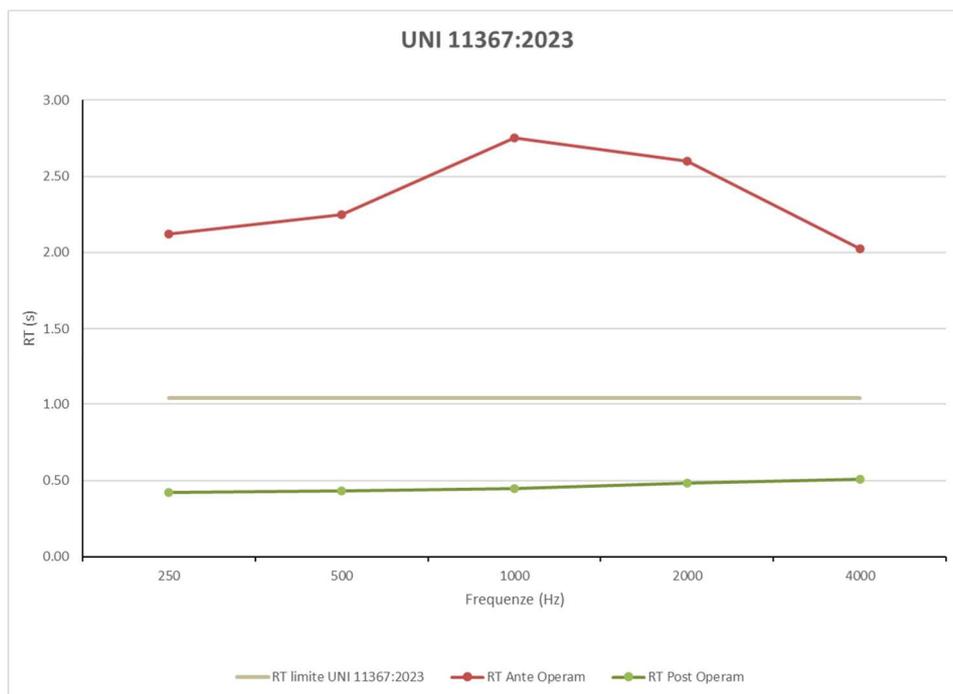


Figura 8 - Confronto Scenario 1 e Scenario 2 con limiti normativi

Per lo Scenario 2 sono stati calcolati poi i parametri di STI e C50.

Per il parametro STI è stato considerato il seguente rumore di fondo dovuto all'impianto di climatizzazione.

Tabella 48 - Valori di pressione sonora Lp [dB] del rumore di fondo della "Sala 3"

Rumore di fondo "Sala 3"					
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
25.7	26.4	27.4	26.6	25.1	20.0

Tabella 49 - Confronto con i limiti normativi UNI 11367:2023 – SCENARIO 2

	STI					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
	0.78	0.79	0.84	0.85	0.79	0.80
UNI 11367:2023	≥ 0.60	≥ 0.60	≥ 0.60	≥ 0.60	≥ 0.60	≥ 0.60
VERIFICA	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tabella 50 - Confronto con i limiti normativi UNI 11367:2023 – SCENARIO 2

	C50					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
	7.7	7.6	9.4	10.5	7.0	8.1
UNI 11367:2023	≥ 0	≥ 0	≥ 0	≥ 0	≥ 0	≥ 0
VERIFICA	✓	✓	✓	✓	✓	✓

6 PRESCRIZIONI DI POSA IN OPERA

In linea generale l'Appaltatore dovrà rispettare le modalità di posa indicate nelle schede tecniche dei prodotti una volta approvati dalla DL.

6.1 SERRAMENTI E INFISSI

Il fornitore dei serramenti inoltre dovrà indicare tutte le prescrizioni di corretta posa in opera dei propri sistemi. Tali prescrizioni dovranno essere conformi alla posa in opera adottata per le prove di laboratorio. Si dovrà porre particolare attenzione alle modalità di montaggio del serramento, in corrispondenza dell'attacco del serramento agli elementi perimetrali al fine di non vanificare l'isolamento acustico complessivo. Si raccomanda:

- di realizzare con attenzione la spalla del serramento, al fine di "coprire" la zona in cui il falso telaio si ancora alla muratura (cfr. Figura 9).
- di prestare particolare cura alla messa in opera dei falsi telai, il cui vuoto con la muratura va riempito con malta cementizia elastica non solo nei punti di zancatura, ma ovunque, al fine di non creare dei ponti acustici tra esterno ed interno. Le fessure dovranno essere sigillate con schiuma poliuretanicca elastica avente valore di $RST,w \geq 60$ dB (ai sensi della UNI 11296:2018), previa posa di un adeguato fondogiunto; inoltre, si raccomanda di sigillare gli spazi con polietilene reticolato fisicamente oppure guaine auto espandenti (tipo nastro sigillante o guaine precomprese) e quindi procedere col coprifilo. Il potere fonoisolante R_s del sigillante deve essere misurato secondo la UNI EN ISO 10140-1, appendice J. Si prescrive infine che i giunti sul perimetro del serramento non dovranno superare i 20 mm. Si raccomanda in ogni caso di consultare i fornitori dei serramenti per determinare la corretta messa in opera.
- di prestare particolare cura alle portefinestre, in quanto presentano spesso punti deboli legati al numero di cerniere e alla chiusura del lato inferiore (battente a terra in alluminio che presenta uno scarso abbattimento acustico, in particolare ad alte frequenze, dovuto alle caratteristiche acustiche del materiale).

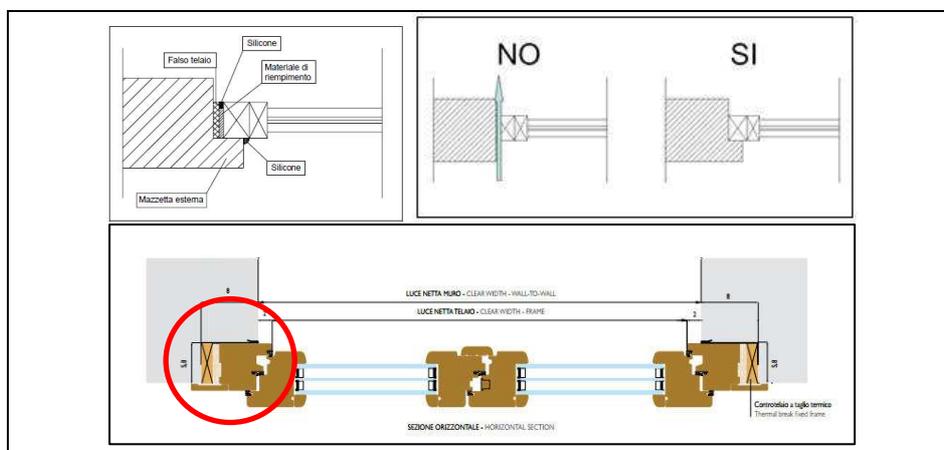


Figura 9 – Indicazioni di corretta posa in opera del serramento

I serramenti dovranno garantire le seguenti ulteriori certificazioni:

- Permeabilità all'aria: CLASSE 4 (EN 1026 – UNI EN 12207);
- Tenuta all'acqua: CLASSE E900 (EN 1027 – UNI EN 12208);
- Resistenza all'acqua: CLASSE C5 (EN 12211 – UNI EN 12210).

6.2 PARETI E CONTROPARETI INTERNE ED ESTERNE

Si precisa che i valori degli indici di potere fonoisolante R_w calcolati sono riferiti a pareti correttamente posate, integre, senza tracce elettriche e senza interruzioni in intercapedine dovute a tubazioni idriche. Si ricorda, a titolo esemplificativo, che una traccia elettrica lungo tutta la parete può ridurre del 10% ca. il potere fonoisolante. Si raccomanda pertanto di prestare particolare attenzione a ridurre al minimo gli scassi nelle partizioni e, ad esempio, evitare il posizionamento, se possibile, di cassette elettriche, quadri elettrici e collettori sulle pareti divisorie tra differenti unità immobiliari. In caso contrario, le cassette elettriche non devono contrapposte, bensì sfalsate di almeno 40 cm; per quanto riguarda quadri e collettori si può pensare invece di rivestire gli stessi con materiale flessibile e fonoimpedente. I suddetti dettagli dovranno essere approfonditi accuratamente in fase di progetto esecutivo.

Dal momento che nel progetto è prevista la posa di contropareti e pareti con sistemi a secco, si raccomanda quanto segue:

- Le guide metalliche devono essere fissate alle strutture (solai e muri perimetrali) mediante tasselli, previa interposizione di un nastro di disgiunzione monoadesivo.
- Le lastre in cartongesso devono essere applicate a giunti sfalsati. In corrispondenza degli spigoli le teste delle lastre devono essere alternate.
- Le lastre di cartongesso devono essere mantenute staccate dai solai strutturali di circa 5 mm. La sigillatura dovrà essere eseguita con stucco elastico o silicone.
- Per le pareti esterne, si consiglia di staccare di ca. 5 mm le guide metalliche delle contropareti dalla muratura principale.

6.3 COPERTURA LIGNEA

Il progetto prevede una copertura di tipo lignea con doppio assito. Al fine di contenere le trasmissioni sonore per via strutturale, tra ambienti adiacenti, attraverso la copertura stessa, risulta necessario effettuare un'interruzione della prima perlina in corrispondenza della parete divisoria (che divide, ad esempio, il divisorio tra Sala 2 e Sala 3).

A titolo esemplificativo si riporta nel seguito un dettaglio strutturale generico di una "copertura tipo" molto simile a quella in esame, in cui si evidenzia il taglio della perlina. In fase di progetto esecutivo questo dettaglio dovrà essere specificato in maniera accurata al fine di consentire all'impresa esecutrice la corretta realizzazione. A tale scopo, si precisa come anche la stratigrafia del divisorio tra ambienti adiacenti sia stata selezionata in modo da rispondere a buoni standard di isolamento, laddove non vi sia coerenza normativa nel prescrivere un valore limite: come per gli impianti aeraulici, tuttavia, si ritiene di fondamentale importanza la cura di questo aspetto al fine di garantire gli standard di comfort minimi richiesti per un edificio di nuova realizzazione di destinazione d'uso "spazio polifunzionale".

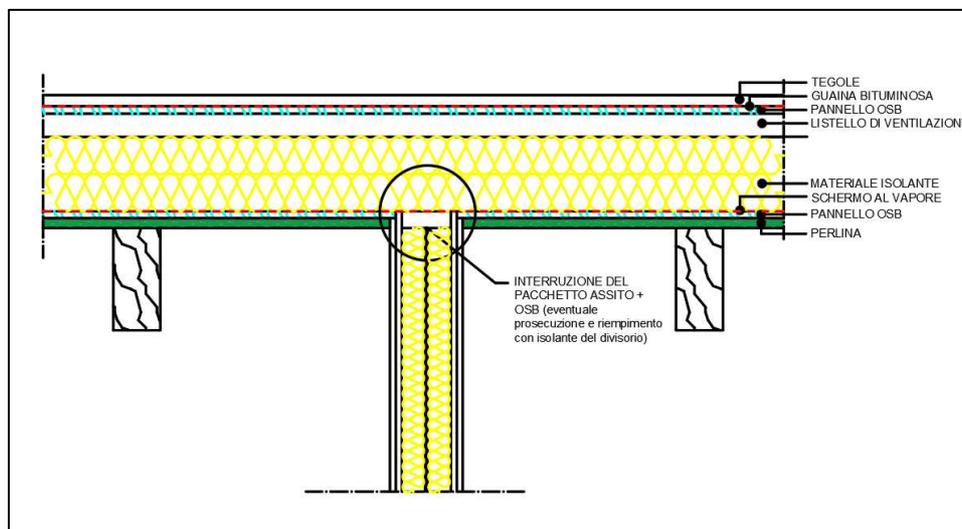


Figura 10 – Esempio di particolare costruttivo con interruzione della perlina in copertura

6.4 IMPIANTI MECCANICI

Al fine di contenere la trasmissione di rumore per via strutturale è necessario adottare le seguenti indicazioni:

- Le macchine e le pompe devono essere isolate dalle strutture di appoggio/ancoraggio mediante idonei sistemi antivibranti scelti in relazione al carico e alla frequenza eccitante da tagliare. Impiegare supporti antivibranti per le macchine pensili a controsoffitto, supporti a molla (se forniti con le macchine) oppure materassini antivibranti in fibre e granuli di gomma SBR ed EPDM.
- I canali e le tubazioni devono essere collegati alle macchine mediante giunti antivibranti.
- I canali e le tubazioni devono essere ancorati alle strutture mediante sistemi antivibranti (ad es. pendini a molla, collari antivibranti, barre rivestite con materiale elastico, etc...).
- Il rumore dovuto ai canali sarà attenuato dalla presenza di silenziatori posti sia sulle mandate che sulle riprese: al Paragrafo 5.2 e in Allegato 4 sono fornite specifiche di massima che dovranno essere dettagliatamente approfondite in fase esecutiva e in fase di gara di appalto, in funzione delle macchine che verranno scelte.
- I canali sono stati accuratamente disposti in modo tale da non attraversare mai le partizioni che dividono gli ambienti sensibili, ma sono sempre passanti dai corridoi, onde evitare il fenomeno del “cross talking”. Tuttavia, potrebbe rendersi necessario impiegare flessibili fonoassorbenti per tutti i terminali di ripresa a pavimento per scongiurare il suddetto effetto, dal momento che gli stacchi sono molto vicini tra loro.
- Tutti gli eventuali attraversamenti impiantistici in corrispondenza delle pareti divisorie, che avverranno nello spessore dei controsoffitti, dovranno essere sigillati con schiume ad alto potere fonoisolante ($R_s \geq 58$ dB).

6.5 IMPIANTO IDRICOSANITARIO

Non si segnalano particolari criticità nel progetto in esame, per cui non si rendono necessarie prescrizioni.

7 CONCLUSIONI

La presente relazione analizza le prestazioni acustiche passive delle strutture e degli impianti in relazione al progetto Piano Attuativo m1-3 del nuovo Padiglione Multifunzione sito in Via Cevedale n. 3 nel Comune di Cernusco sul Naviglio.

Sulla base dei calcoli effettuati ed esposti nei capitoli precedenti, si conclude che l'intervento rispetterà i limiti di isolamento acustici previsti dal D.P.C.M. del 05/12/1997 e dal D.M. 23/06/2022.

Tuttavia, il rispetto dei termini di legge è subordinato all'adozione di soluzioni tecnologiche previste a progetto o altre con caratteristiche analoghe, che dovranno essere approvate dalla D.L. in fase di cantiere. In particolare, si pone in evidenza quanto segue:

- installazione di serramenti con le prestazioni acustiche riportate al paragrafo 5.1.2;
- installazione di impianti meccanici con le caratteristiche di rumorosità considerate a progetto o inferiori, oltre all'inserimento di sistemi silenziati indicati al Paragrafo 5.2;
- installazione di elementi fonoassorbenti negli ambienti ricreativi con le prestazioni riportate al paragrafo 5.4;
- realizzazione di posa in opera dei vari elementi a regola d'arte e osservazione delle prescrizioni, come indicato al Capitolo 6;

Dal momento che le valutazioni illustrate all'interno del presente documento rappresentano stime di progetto e in considerazione della fondamentale importanza della posa in opera in ambito acustico, è auspicabile la presenza in cantiere di un tecnico specializzato in acustica a supporto della Direzione Lavori nelle fasi salienti di propria competenza e lo svolgimento di un collaudo acustico a costruzione ultimata, il cui esito dipenderà in modo determinante dal rispetto delle indicazioni contenute nella relazione e dall'esecuzione dei lavori secondo la regola dell'arte.

Ing. Alessandro Marzi

Tecnico Competente in Acustica Ambientale

secondo Legge 447/95 Regione Lombardia

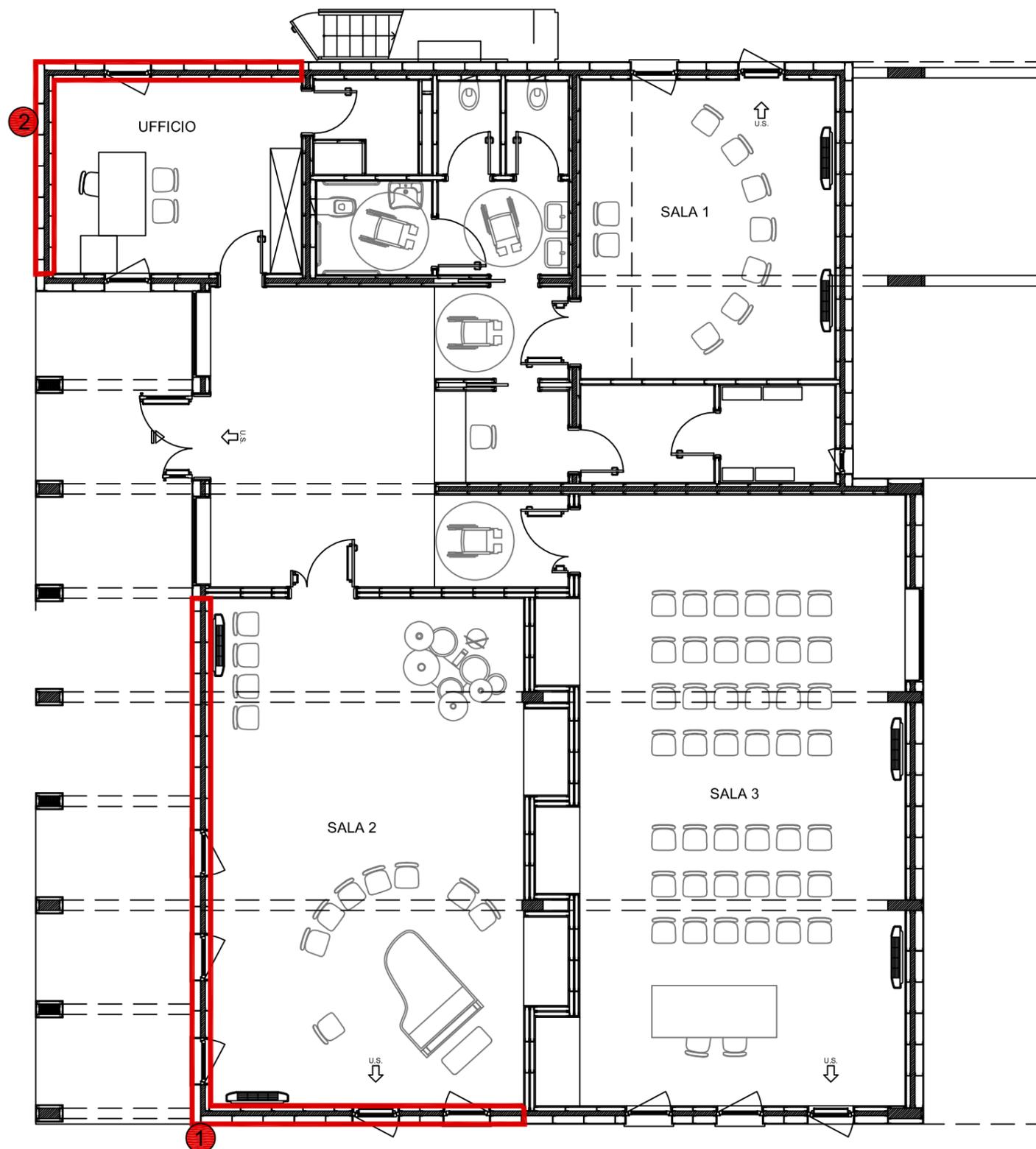
Decreto n. 3394/2012

ISCRIZIONE ENTECA n° 1916

ALLEGATO 1

TAVOLE DI PROGETTO CON INDICAZIONE DEGLI ELEMENTI OGGETTO DI VERIFICA

AOO CERNUSCO SUL NAVIGLIO
Protocollo Arrivo N. 14704/2025 del 17-03-2025
Allegato 1 - Class. 6.1 - Copia Del Documento Firmato Digitalmente



Facciata analizzata

N°	Descrizione	Indice	Valore calcolato [dB]	Limite [dB]
1	Sala 2	$D'_{2m,nf,w}$	43.9	≥ 42
2	Ufficio	$D'_{2m,nf,w}$	45.9	≥ 42

PROGETTISTA:

Ing. Alessandro Marzi
 Piazza E. Filiberto, 3 - 27100 PAVIA
 CF: MRZLSN81R06B201N - P.IVA: 02321260180



Tel/ Fax: +39.0382.530060 - Mob: +39.333.4680203
 e-mail: a.marzi@aemestudio.net
 PEC: alessandro.marzi2@ingpec.eu

COMMITTENTE:

Consorzio Cevedale-Bassano
 Piazza G. Matteotti, 8 - Cernusco sul Naviglio (MI)

PROGETTO:

VALUTAZIONE PREV. REQUISITI ACUSTICI PASSIVI:
 "Piano Attuativo m1-3 nuovo Padiglione Multifunzione"
 Via Cevedale, 3 - Cernusco sul Naviglio (MI)

TITOLO DOCUMENTO:

Planimetria - scala 1:100 - Piano terra
 Indicazione degli elementi di edificio analizzati

TAV. 01/01

Rif. RT2419-01

15/05/24
 REV. 00

ALLEGATO 2
SCHEDE DI CALCOLO DEI SINGOLI ELEMENTI VERIFICATI

AOO CERNUSCO SUL NAVIGLIO
Protocollo Arrivo N. 14704/2025 del 17-03-2025
Allegato 1 - Class. 6.1 - Copia Del Documento Firmato Digitalmente

Sound Insulation Prediction (v9.0.24)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2017

Margin of error is generally within $R_w \pm 3$ dB

- Key No. 2091

Job Name:

Job No.:

Initials:Giorgia

Date:15/05/2024

File Name:insul



Notes:



R_w 32 dB
 C -1 dB
 Ctr -3 dB

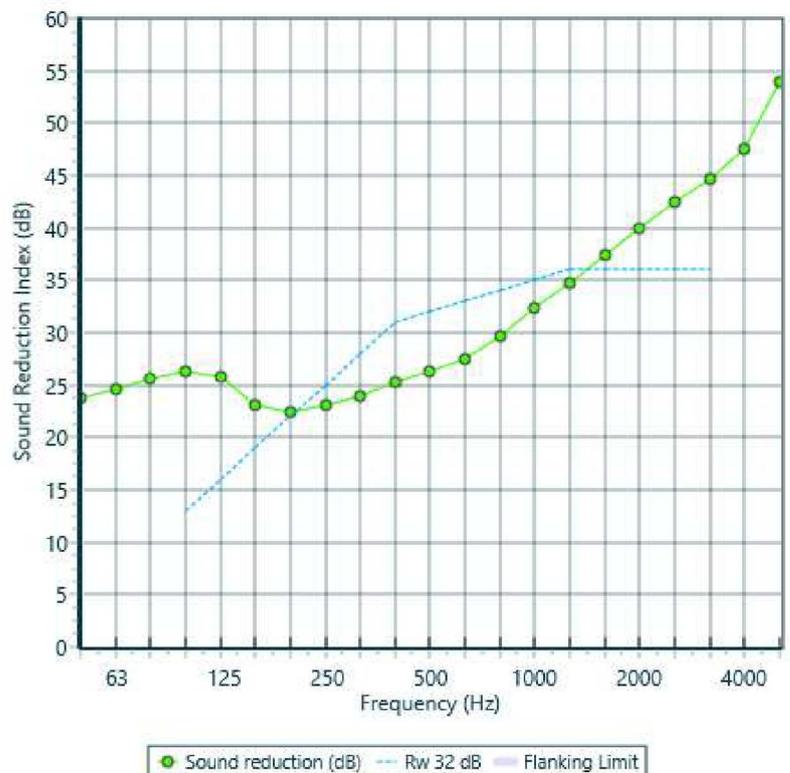
Panel Size = 2.7 m x 4.0 m

Partition surface mass = 42.3 kg/m²

System description

Panel 1 : 1 x 90 mm Parete XLAM 100mm 3s

freq.(Hz)	R(dB)	R(dB)
50	24	
63	25	25
80	26	
100	26	
125	26	25
160	23	
200	22	
250	23	23
315	24	
400	25	
500	26	26
630	28	
800	30	
1000	32	32
1250	35	
1600	37	
2000	40	39
2500	42	
3150	45	
4000	48	47
5000	54	



Sound Insulation Prediction (v9.0.24)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2017

Margin of error is generally within $R_w \pm 3$ dB

- Key No. 2091

Job Name:

Job No.:

Date:15/05/2024

File Name:insul

Initials:Giorgia



Notes:



Rw 64 dB
 C -3 dB
 Ctr -11 dB

Mass-air-mass resonant frequency = 51 Hz

Panel Size = 2.7 m x 4.0 m

Partition surface mass = 62.6 kg/m²

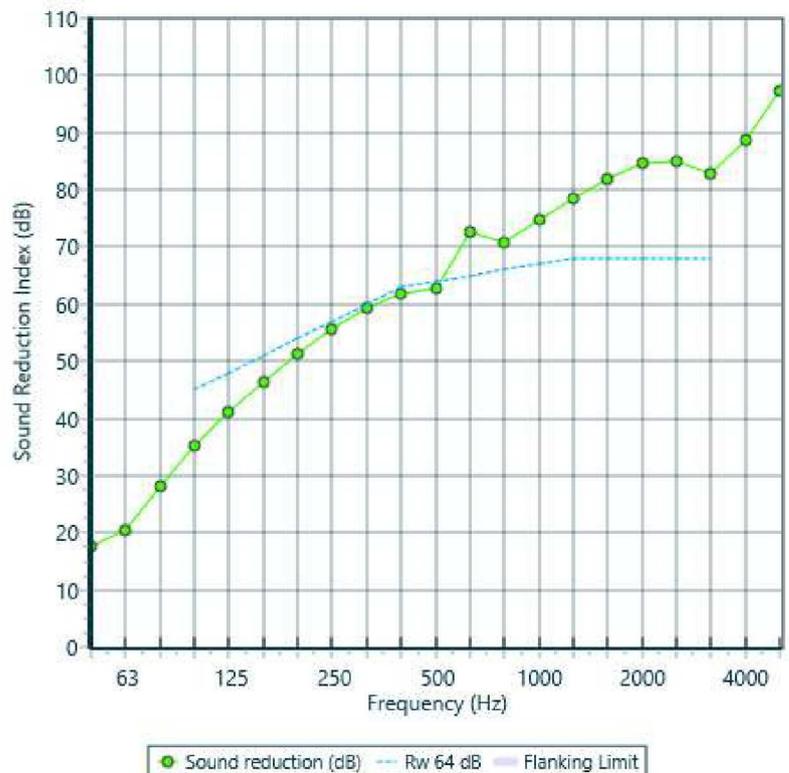
System description

Panel 1 : 1 x 90 mm Parete XLAM 100mm 3s

Frame: Right steel stud + air gap (75 mm x 45 mm), Stud spacing 600 mm; Cavity Width 80 mm, 1 x Lana di roccia (70kg/m³) Thickness 40 mm

Panel 2 : 2 x 12.5 mm Cartongesso in lastre 12.5mm

freq.(Hz)	R(dB)	R(dB)
50	17	
63	20	20
80	28	
100	35	
125	41	39
160	46	
200	51	
250	56	54
315	59	
400	62	
500	63	64
630	73	
800	71	
1000	75	74
1250	78	
1600	82	
2000	85	84
2500	85	
3150	83	
4000	89	87
5000	97	



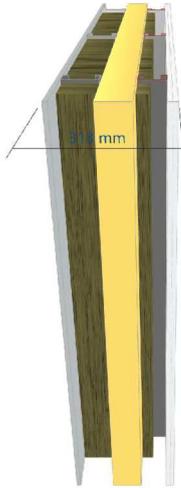
AOO CERNUSCO SUL NAVIGLIO
 Protocollo Arrivo N. 14704/2025 del 17-03-2025
 Allegato 1 - Class. 6.1 - Copia Del Documento Firmato Digitalmente

Sound Insulation Prediction (v9.0.24)



Program copyright Marshall Day Acoustics 2017
 Margin of error is generally within $R_w \pm 3$ dB
 - Key No. 2091
 Job Name:
 Job No.: Initials:Giorgia
 Date:15/05/2024
 File Name:insul

Notes:



R_w 75 dB
 C -4 dB
 Ctr -11 dB

Mass-air-mass resonant frequency = 50 Hz , 66 Hz

Panel Size = 2.7 m x 4.0 m

Partition surface mass = 84 kg/m²

System description

Panel 1 : 1 x 12.5 mm Lastra Knauf Aquapanel Outdoor

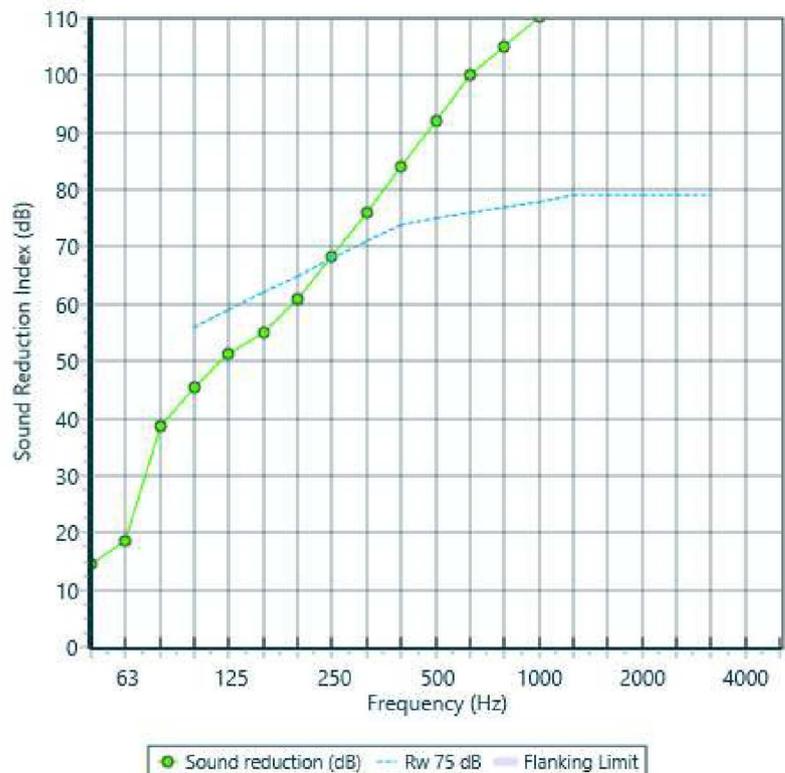
Frame: Left steel stud + air gap (1E2 mm x 45 mm), Stud spacing 600 mm ; Cavity Width 105 mm , 1 x Lana di roccia (70kg/m3) Thickness 100 mm

Panel 2 : 1 x 90 mm Parete XLAM 100mm 3s

Frame: Right steel stud + air gap (75 mm x 45 mm), Stud spacing 600 mm ; Cavity Width 80 mm , 1 x Lana di roccia (70kg/m3) Thickness 40 mm

Panel 3 : 2 x 12.5 mm Cartongesso in lastre 12.5mm

freq.(Hz)	R(dB)	R(dB)
50	15	
63	18	18
80	39	
100	45	
125	51	49
160	55	
200	61	
250	68	65
315	76	
400	84	
500	92	88
630	100	
800	105	
1000	110	108
1250	114	
1600	118	
2000	118	116
2500	113	
3150	114	
4000	123	118
5000	134	



● Sound reduction (dB) --- R_w 75 dB Flanking Limit

Sound Insulation Prediction (v9.0.24)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2017

Margin of error is generally within $R_w \pm 3$ dB

- Key No. 2091

Job Name:

Initials:Giorgia

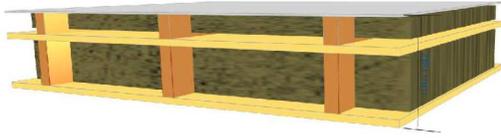
Job No.:

Date:15/05/2024

File Name:insul



Notes:



R_w 48 dB
 C -2 dB
 C_{tr} -6 dB

Mass-air-mass resonant frequency = 53 Hz , 105 Hz

Panel Size = 2.7 m x 4.0 m

Partition surface mass = 62.8 kg/m²

System description

Panel 1 : 1 x 5 mm Alluminio

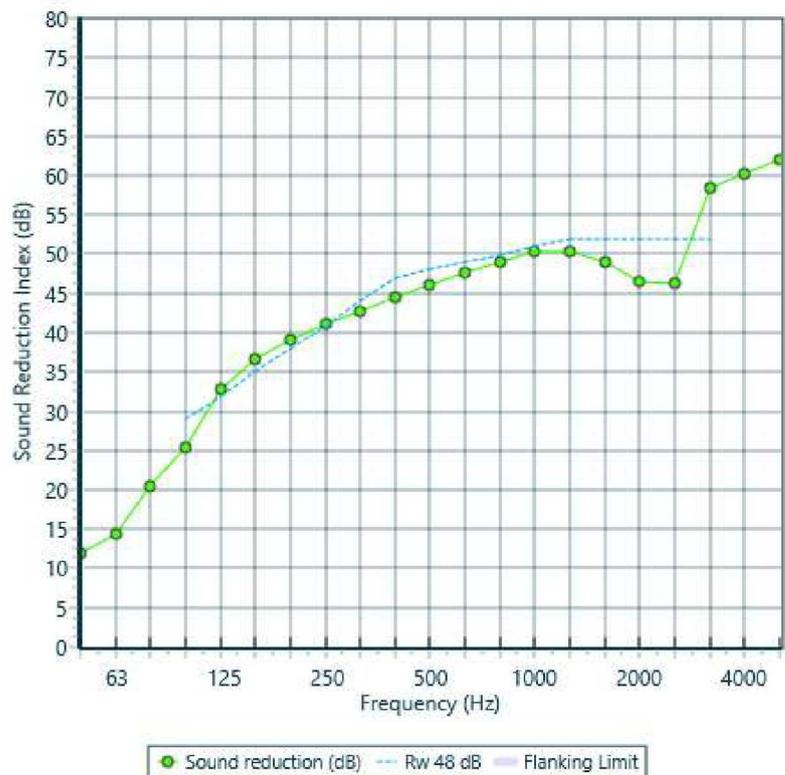
Frame: Solid Joist (75 mm x 45 mm), Stud spacing 600 mm ; Cavity Width 75 mm , 1 x Lana di roccia (140kg/m3) Thickness 60 mm

Panel 2 : 1 x 20 mm Pannello in legno di abete

Frame: Timber stud (1.6E2 mm x 45 mm), Stud spacing 600 mm ; Cavity Width 160 mm , 1 x Lana di roccia (140kg/m3) Thickness 160 mm

Panel 3 : 1 x 20 mm Pannello in legno di abete

freq.(Hz)	R(dB)	R(dB)
50	12	
63	14	14
80	20	
100	25	
125	33	29
160	37	
200	39	
250	41	41
315	43	
400	44	
500	46	46
630	48	
800	49	
1000	50	50
1250	50	
1600	49	
2000	47	47
2500	46	
3150	58	
4000	60	60
5000	62	



ALLEGATO 3

SCHEDE DI CALCOLO PREVISIONALE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

RELAZIONE PROGETTO REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

RISULTATI SINTETICI DEL PROGETTO

D_{2m,nT,w} - Isolamento acustico di facciata

	Facciate	D _{2m,nT,w} [dB]
1.1	Sala 2_SO	43.2
1.2	Sala 2_SE	45.6
1.3	Sala 2_copertura	47.1
2.1	Ufficio_NO	43.3
2.2	Ufficio_SO	67.0
2.3	Ufficio_copertura	46.7

	Facciate di ambienti d'angolo	D _{2m,nT,w} [dB]
1	Sala 2	43.9
2	Ufficio	45.9

STRUTTURE DEL PROGETTO

Struttura: Parete vs esterno

Tipo di elemento	Parete utente
Area totale [m ²]	30.31
Rw [dB]	32.0

Struttura: F04

Tipo di elemento	Serramento utente
Area totale [m ²]	5.67
Rw [dB]	35.0

Struttura: Nuovo giunto sigillato

Tipo di elemento	Schiuma e sigillante
Area totale [m ²]	18.00
Rsw [dB]	58.0

Struttura: F07

Tipo di elemento	Serramento utente
Area totale [m ²]	2.16
Rw [dB]	35.0

Struttura: Copertura

Tipo di elemento	Parete utente
Area totale [m ²]	76.10
Rw [dB]	48.0

CALCOLO DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA

Sala 2_SO

Dati geometrici

Volume dell'ambiente [m ³]	236.40
Superficie della facciata [m ²]	35.98

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m ²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	ΔR _w esterno [dB]	ΔR _w interno [dB]
1	Parete vs esterno M1	30.31	32.00	-	-
2	F04	5.67	35.00	-	-
3	Nuovo giunto sigillato	18.00	58.00	-	-

con:

Correzioni

Trasmissione laterale K [dB]	2
Forma di facciata ΔL _{fs} [dB]	-1
Tipo	 Ballatoio*
Altezza h [m]	h < 1,5 m
Assorbimento α _w	α _w ≤ 0,3

Risultati

R' _w [dB]	40.9
D _{2m,nT,w} [dB]	43.2
Categoria dell'edificio	Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto
D _{2m,nT,w} minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	42.0
Verifica limite	✓

Sala 2_SE

Dati geometrici

Volume dell'ambiente [m ³]	236.40
Superficie della facciata [m ²]	23.52

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m ²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	ΔR _w esterno [dB]	ΔR _w interno [dB]
1	Parete vs esterno M1	19.47	32.00	-	-
2	F07	2.16	35.00	-	-
3	F04	1.89	35.00	-	-
4	Nuovo giunto sigillato	12.60	58.00	-	-

con:

Correzioni

Trasmissione laterale K [dB]	2
Forma di facciata ΔL _{fs} [dB]	0
Tipo	 Facciata piana
Altezza h [m]	h < 1,5 m
Assorbimento α _w	α _w ≤ 0,3

Risultati

R' _w [dB]	40.6
D _{2m,nT,w} [dB]	45.6
Categoria dell'edificio	Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto
D _{2m,nT,w} minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	42.0
Verifica limite	✓

Sala 2_copertura

Dati geometrici

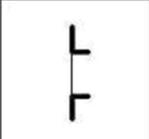
Volume dell'ambiente [m ³]	236.40
Superficie della facciata [m ²]	58.50

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m ²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	ΔR _w esterno [dB]	ΔR _w interno [dB]
1	Copertura	58.50	48.00	-	-

con:

Correzioni

Trasmissione laterale K [dB]	2
Forma di facciata ΔL _{fs} [dB]	0
Tipo	 Facciata piana
Altezza h [m]	h < 1,5 m
Assorbimento α _w	α _w ≤ 0,3

Risultati

R' _w [dB]	46.0
D _{2m,nT,w} [dB]	47.1
Categoria dell'edificio	
D _{2m,nT,w} minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	0.0
Verifica limite	✓

Ufficio_NO

Dati geometrici

Volume dell'ambiente [m ³]	64.78
Superficie della facciata [m ²]	17.47

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m ²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	ΔR _w esterno [dB]	ΔR _w interno [dB]
1	Parete vs esterno	15.58	32.00	-	-
2	F04	1.89	35.00	-	-
3	Nuovo giunto sigillato	6.00	58.00	-	-

con:

Correzioni

Trasmissione laterale K [dB]	2
Forma di facciata ΔL _{fs} [dB]	0
Tipo	 Facciata piana
Altezza h [m]	h < 1,5 m
Assorbimento α _w	α _w ≤ 0,3

Risultati

R' _w [dB]	42.6
D _{2m,nT,w} [dB]	43.3
Categoria dell'edificio	Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto
D _{2m,nT,w} minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	42.0
Verifica limite	✓

Ufficio_SO

Dati geometrici

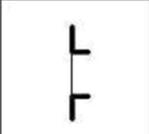
Volume dell'ambiente [m ³]	64.78
Superficie della facciata [m ²]	12.99

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m ²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	ΔR _w esterno [dB]	ΔR _w interno [dB]
1	Parete vs esterno	12.99	32.00	-	-

con:

Correzioni

Trasmissione laterale K [dB]	2
Forma di facciata ΔL _{fs} [dB]	0
Tipo	 Facciata piana
Altezza h [m]	h < 1,5 m
Assorbimento α _w	α _w ≤ 0,3

Risultati

R' _w [dB]	65.0
D _{2m,nT,w} [dB]	67.0
Categoria dell'edificio	Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto
D _{2m,nT,w} minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	42.0
Verifica limite	✓

Ufficio_copertura

Dati geometrici

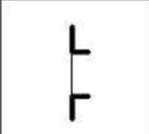
Volume dell'ambiente [m ³]	64.78
Superficie della facciata [m ²]	17.60

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m ²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]	ΔR _w esterno [dB]	ΔR _w interno [dB]
1	Copertura	17.60	48.00	-	-

con:

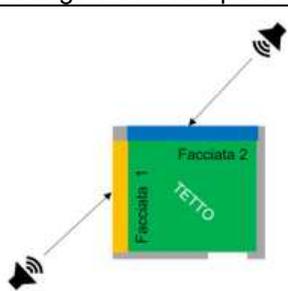
Correzioni

Trasmissione laterale K [dB]	2
Forma di facciata ΔL _{fs} [dB]	0
Tipo	 Facciata piana
Altezza h [m]	h < 1,5 m
Assorbimento α _w	α _w ≤ 0,3

Risultati

R' _w [dB]	46.0
D _{2m,nT,w} [dB]	46.7
Categoria dell'edificio	Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto
D _{2m,nT,w} minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	42.0
Verifica limite	✓

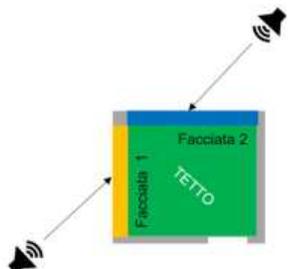
Facciate di ambienti d'angolo

Descrizione	Sala 2
Piano	Terra
Tipo di ambiente	Ambiente d'angolo con due pareti e un tetto
Posizione sorgente	

Facciate coinvolte nel calcolo	$D_{2m,nT,w}$ [dB]
Facciata 1 - Sala 2_SO	43.2
Facciata 2 - Sala 2_SE	45.6
Tetto - Sala 2_copertura	47.1

Risultati

$D_{2m,nT,w}$ [dB]	43.9
--------------------	------

Descrizione	Ufficio
Piano	Terra
Tipo di ambiente	Ambiente d'angolo con due pareti e un tetto
Posizione sorgente	

Facciate coinvolte nel calcolo	$D_{2m,nT,w}$ [dB]
Facciata 1 - Ufficio_NO	43.3
Facciata 2 - Ufficio_SO	67.0
Tetto - Ufficio_copertura	46.7

Risultati

$D_{2m,nT,w}$ [dB]	45.9
--------------------	------

AM Engineering
Ing. Alessandro Marzi

P.za E. Filiberto, 3 – 27100 PAVIA
Tel./ Fax: +39.0382.530060
Mob.: +39.333.4680203



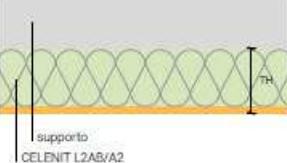
info@aemmestudio.net - PEC: alessandro.marzi2@ingpec.eu - C.F.: MRZLSN81R06B201N - P.IVA: 02321260180

ALLEGATO 4 – SCHEDE TECNICHE

AOO CERNUSCO SUL NAVIGLIO
Protocollo Arrivo N. 14704/2025 del 17-03-2025
Allegato 1 - Class. 6.1 - Copia Del Documento Firmato Digitalmente

PANNELLI FONOASSORBENTI – CELENIT L2AB/A2 125 mm

BUILDING | CONSTRUCTION
gamma CELENIT MINERAL A2



supporto
CELENIT L2AB/A2

CELENIT L2AB/A2

Assorbimento acustico

Certificato No. 333108-C
Data 20.04.2016

CELENIT L2AB/A2 125 mm, posa in aderenza

Spessore totale (TH) 125 mm

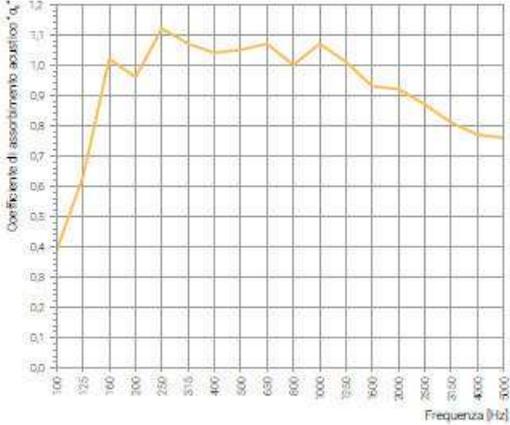
MISURA DEL COEFFICIENTE DI ASSORBIMENTO

Misura in camera riverberante del coefficiente di assorbimento acustico α_w secondo la norma UNI EN ISO 354:2003. Le prove sono state effettuate presso il laboratorio di acustica dell'Istituto Giordano (Bellaria - RN - Italia).

La verniciatura è ininfluenza sulle prestazioni di assorbimento acustico dei pannelli CELENIT come riportato nella nota tecnica dell'Istituto Giordano in data 16.07.2015. I valori di assorbimento acustico sono validi anche per i prodotti con cemento grigio.

α_w (indicatore di forma)	0,95 (L)
Classe di assorbimento	A
SAA - Sound absorption average	1,01
NRC - Noise reduction coefficient	1,00

Grafico del coefficiente di assorbimento acustico α_w



Frequenza [Hz]	α_w	α_{pnd}
100	0,39	
125	0,63	0,70
160	1,02	
200	0,96	
250	1,12	1,00
315	1,07	
400	1,04	
500	1,05	1,00
630	1,07	
800	1,00	
1000	1,07	1,00
1250	1,01	
1600	0,93	
2000	0,92	0,90
2500	0,87	
3150	0,81	
4000	0,77	0,80
5000	0,76	

I dati della presente scheda tecnica sono corretti al momento del rilascio. CELENIT S.p.A. sta migliorando continuamente i prodotti, quindi, la presente scheda tecnica può essere aggiornata senza alcun preavviso. Si prega di contattare la nostra assistenza tecnica per ottenere l'ultima versione.

2016/10 | pagina 1/1



CELENIT S.p.A.
Pannelli isolanti termici ed acustici
per un'architettura sostenibile

Sede legale:
Via Bellinghiera, 17
35019 Onara di Tombolo (PD) Italia
P.IVA/C.F.: 00211210281

Contatti:
Tel. +39.049.5993544
assistenza@celenit.com
www.celenit.com

AOO CERNUSCO SUL NAVIGLIO
Protocollo Arrivo N. 14704/2025 del 17-03-2025
Allegato 1 - Class. 6.1 - Copia Del Documento Firmato Digitalmente

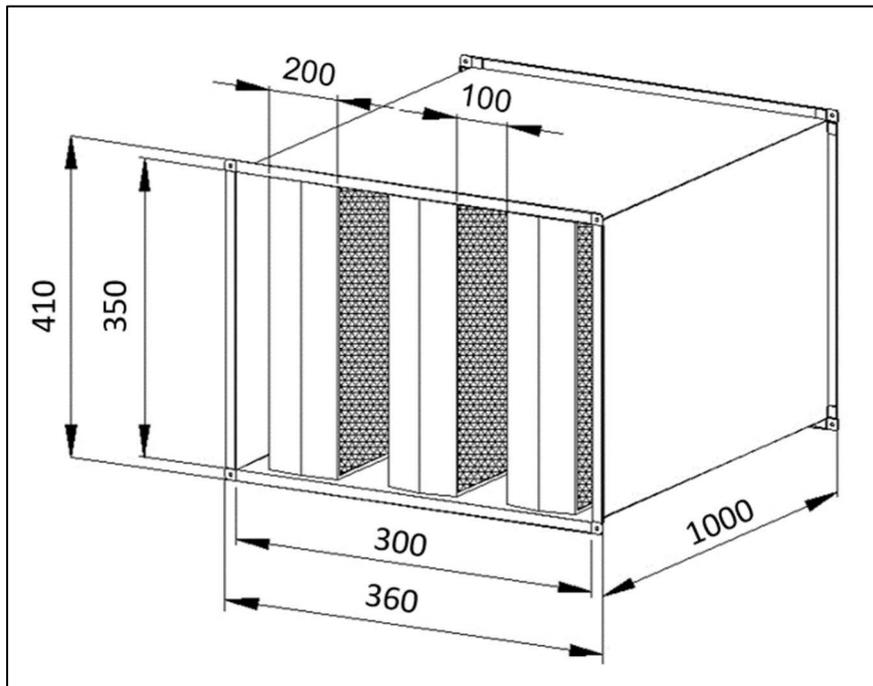
LIVELLI DI POTENZA SONORA UTA PORTATA 4200 mc/h

Portata aria standard (50 Pa)										
Grandezze	Livello di Potenza Sonora (dB)								Livello di Pressione Sonora dB(A)	Livello di Potenza Sonora dB(A)
	Bande d'ottava (Hz)									
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
SIZE 1	59	60	65	69	72	72	63	69	60	77
SIZE 2	60	61	66	70	73	73	65	70	61	77
SIZE 3	66	65	67	70	73	74	67	74	61	79
SIZE 4	67	69	67	67	72	73	67	74	60	79
SIZE 5	74	75	75	74	75	74	69	74	62	80
SIZE 6	74	75	77	79	78	76	71	73	64	83

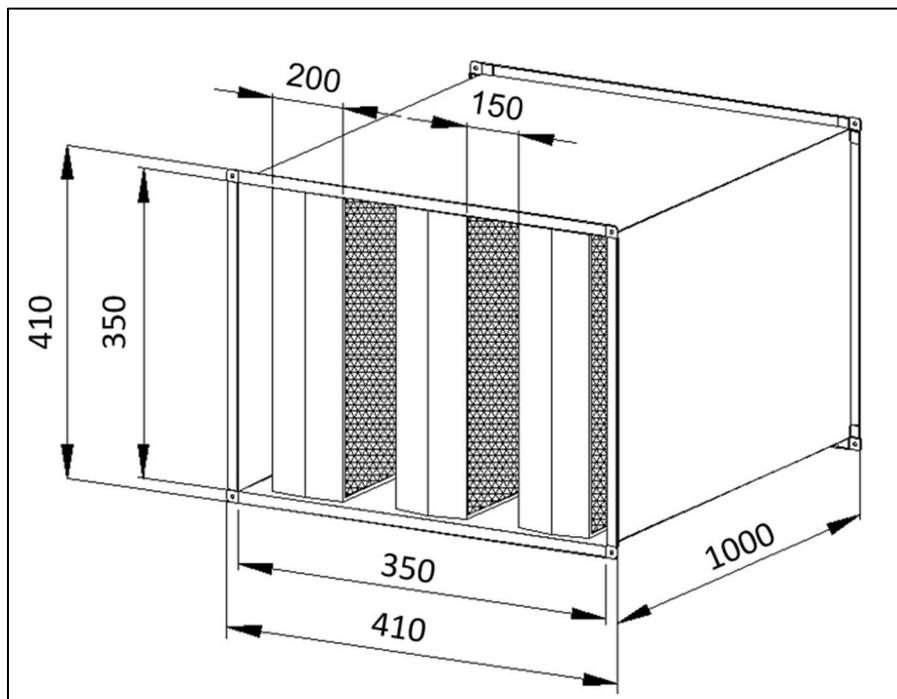
SPECIFICHE DI ISOLAMENTO DEI FLESSIBILI FONOASSORBENTI

Isolamento 25 mm		Frequenza banda d'ottava [Hz]							
Dn [mm]	L [m]	63	125	250	500	1 k	2 k	4 k	8 k
100	1	11	15	21	25	34	29	31	22
	2	13	17	22	25	43	48	31	22
	3	16	17	28	39	43	48	32	22
125	1	9	13	21	24	26	26	31	21
	2	13	13	21	26	34	37	32	24
	3	14	18	27	38	41	44	33	25
160	1	5	8	12	29	28	27	31	18
	2	14	15	17	27	35	44	36	26
	3	17	17	25	37	39	37	37	27
200	1	2	6	13	23	22	27	23	17
	2	8	11	21	26	39	29	34	20
	3	22	21	23	35	38	36	39	28

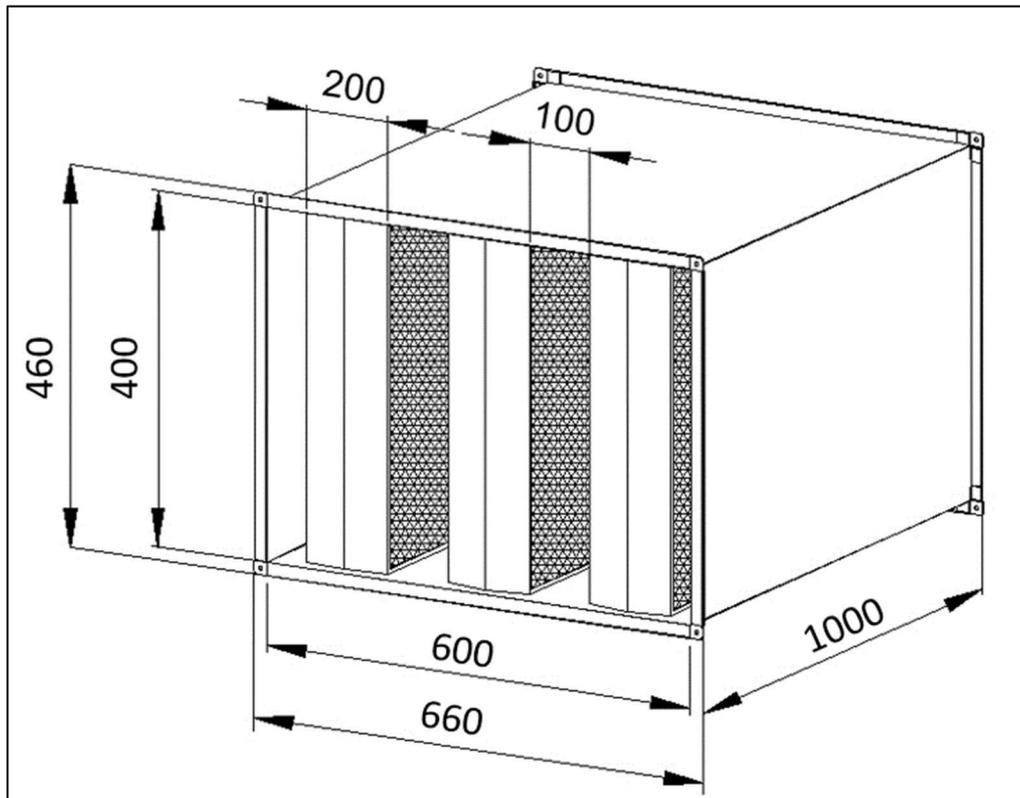
SILENZIATORI A SETTI - CANALE DI MANDATA - SALA 2



SILENZIATORI A SETTI - CANALE DI MANDATA - SALA 3



SILENZIATORI A SETTI - CANALE DI RIPRESA - SALE 2/3



ALLEGATO 5 – COPIA CONFORME TCA

 Regione Lombardia		SI RILASCIATA SENZA BOLLO PER GLI USI CONSENTITI DALLA LEGGE
<hr/>		
DECRETO N°	3394	Del 18/04/2012
Identificativo Atto n. 270		
DIREZIONE GENERALE AMBIENTE, ENERGIA E RETI		
Oggetto	RICONOSCIMENTO DELLA FIGURA PROFESSIONALE DI TECNICO COMPETENTE NEL CAMPO DELL'ACUSTICA AMBIENTALE, AI SENSI DELL'ARTICOLO 2, COMMI 6 E 7, DELLA LEGGE 447/95.	
		
		
L'atto si compone di _____ pagine di cui _____ pagine di allegati, parte integrante		Regione Lombardia La presente copia, composta di n. <u>4</u> ... fogli, è conforme all'originale depositata agli atti di questa Direzione Generale. Milano, <u>18-04-12</u>

AOO CERNUSCO SUL NAVIGLIO
Protocollo Arrivo N. 14704/2025 del 17-03-2025
Allegato 1 - Class. 6.1 - Copia Del Documento Firmato Digitalmente

ALLEGATO "A" al decreto n. 3394 del 18/04/2012

**ELENCO DEI SOGGETTI IN POSSESSO DEI REQUISITI PREVISTI ALL'ARTICOLO 2,
COMMI 6 E 7 DELLA LEGGE 447/95**

N.	COGNOME	NOME	DATA DI NASCITA	COMUNE DI RESIDENZA
1	ALBRICCI	DUILIO	09/02/1971	AZZANO SAN PAOLO (BG)
2	APPIANI	ANDREA	05/10/1974	MONZA (MB)
3	AVANZI	PAOLO	02/05/1961	PUEGNAGO SUL GARDA (BS)
4	BALASSO	MARA	01/01/1970	CUGGIONO (MI)
5	BARZAGHI	ANDREA	14/03/1970	VERANO BRIANZA (MB)
6	BARZAGHI	MARCO	26/07/1967	DESIO (MB)
7	BELLERI	PIETRO	14/01/1986	BRESCIA (BS)
8	BENEDETTI	ANNA MARIA	09/06/1977	DESENZANO DEL GARDA (BS)
9	BODINI	LUIGI	26/06/1959	MILANO (MI)
10	CALO'	SONIA	05/06/1975	PAVIA (PV)
11	CARLINI	SIMONE	06/04/1980	GONZAGA (MN)
12	CARRERA	VITTORIO IGINIO	12/08/1975	MORTARA (PV)
13	COLDESINA	DANILO	28/11/1962	VIGEVANO (PV)
14	COLOMBO	MAURO	23/02/1979	BERGAMO (BG)
15	FERRARI	FRANCESCO	24/08/1981	BESANA IN BRIANZA (MB)
16	GIGLIO	EMILIANO	28/10/1981	MILANO (MI)
17	GIUZZI	ANDREA	18/08/1977	MONTICHIARI (BS)
18	GRECCHI	MATILDE	21/08/1985	CODOGNO (LO)
19	GRUGNALETTI	DIEGO	02/08/1978	MILANO (MI)
20	MARZI	ALESSANDRO	06/10/1981	SPESA (PV)
21	MORO	FABIO	15/03/1980	ZINASCO (PV)
22	PALA	PAOLO	08/06/1987	CREMA (CR)
23	PASCALE	VIRGINIA LUISELLA	01/05/1983	VIMODRONE (MI)
24	RANCATI	STEFANO	15/11/1966	BAREGGIO (MI)
25	REZZONICO	MARCO	21/11/1969	SARONNO (VA)
26	ROMEO	GIUSEPPE	08/10/1951	GALLARATE (VA)
27	SAVIGNANO	LUCIA	11/06/1973	MILANO (MI)
28	TELI	DANIELE	12/07/1977	MELZO (MI)
29	TORRICELLI	FRANCESCO	04/01/1982	MEDA (MB)
30	ZURRA	MATTEO	09/03/1980	CAMPARADA (MB)

Regione Lombardia
La presente copia, è conforme all'originale
depositata agli atti di questa Direzione
Generale.
Milano, 13-04-12