



PNRR-M4C1-I1.1 RIQUALIFICAZIONE E MESSA IN SICUREZZA NIDO SOLE

CODICE INTERVENTO: A_29601
CUP_J88I22000420001

PROGETTO ESECUTIVO

(ai sensi dell'articolo 23 comma 3 Dlgs 18 aprile 2016, n. 50)

R.06 - RELAZIONE ACUSTICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI

Responsabile Unico del Procedimento
Arch. Elena Melloni



Progettista
Ing. Carlo Lazzaretti

Coordinamento della Sicurezza in progettazione
Ing. Ermanno Pancioli



Rev.	Data	Descrizione	Preparazione	Controllo	Approvazione
0.1	13/06/2023	Revisione 0.1	L.PAR	L.PAR	E.MOR
0	13/06/2023	Revisione 0	L.PAR	L.PAR	E.MOR



Morlini Engineering

di dott. ing. Emanuele Morlini
 Via Fratelli Cervi, 6
 42124 Reggio Emilia (RE)
 tel. +39 335 6481119
 e-mail: info@morlini.com
 web site: www.morlini.com

Studio LSA

Via del Chionso, 28/A – 42124 Reggio Emilia (RE)







Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 recante la "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" e del 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."







Intervento di riqualificazione Asilo "Sole"
Via Caravaggio, 2 – 42122 Reggio Emilia (RE)

Progetto	Unità / Area	Disciplina	Tipo Doc.	Progressivo	Foglio	Revisione
					1 / 64	0

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	   DATA: 13/06/2023

SOMMARIO

1.	Introduzione.....	3
1.1	Requisiti acustici passivi degli edifici (D.P.C.M. 05/12/1997)	7
1.2	Criteri Ambientali Minimi (Decreto 23 Giugno 2022)	10
1.3	Quadro normativo	19
1.4	Definizioni	22
2.	Valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi	25
2.1	Isolamento acustico di facciata.....	25
2.1.1	Analisi previsionale (potere fonoisolante, parete perimetrale esistente).....	27
2.1.2	Analisi previsionale (isolamento acustico di facciata, caso A)	28
2.1.3	Analisi previsionale (isolamento acustico di facciata, caso B)	31
2.2	Indicatori di comfort acustico	34
2.2.1	Tempo di riverberazione.....	34
2.2.2	Speech Transmission Index (STI).....	36
2.2.3	Analisi previsionale (tempo di riverberazione, <i>sezione oasi</i>).....	39
3.	Interventi volti al rispetto dei requisiti acustici passivi degli edifici	43
3.1	Isolamento di facciata.....	43
4.	Conclusioni.....	47
4.1	Condizioni di calcolo (prescrizioni architettoniche).....	47
4.2	Stima previsionale del rispetto dei valori limite	48
5.	Schede di valutazione (software previsionale Echo 8.3.1.4)	53
6.	Schede tecniche e/o certificazioni	60

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 “Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici”	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo “Sole” – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

1. Introduzione





Il presente studio consiste nella valutazione previsionale del rispetto degli indici indicati all’interno del D.P.C.M. 05/12/1997 recante la *“Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”* e del 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”*, relativamente all’intervento di riqualificazione dell’Asilo “Sole” di Reggio Emilia (RE), in via Caravaggio.

Si riporta di seguito quanto indicato all’interno del Decreto 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”*, al paragrafo 2.4.11, in cui sono sintetizzati anche i precedenti chiarimenti offerti dal Ministero in tema di requisiti acustici passivi applicati alle ristrutturazioni.

Tale Decreto, pubblicato in Gazzetta Ufficiale il 06/08/2022, entra in vigore 120 giorni dopo la sua pubblicazione e si propone come nuova revisione del precedente Decreto del 11/10/2017.

“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.

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 “Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici”	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo “Sole” – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

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.”





Si riporta, inoltre, la risposta del Ministero della Transizione Ecologica in merito alla richiesta di parere relativo all’applicabilità dei limiti previsti dal D.P.C.M. 05/12/1997 “Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici” e D.M. 11/10/2017 “Criteri Ambientali Minimi” nel caso di edifici pubblici.

“Il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997 stabilisce i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, al fine di ridurre l’esposizione umana al rumore.

Secondo tale decreto gli edifici, compresi quelli relativi all’edilizia pubblica, ai fini dell’analisi dei requisiti acustici passivi, sono suddivisi e classificati in funzione della loro destinazione d’uso in: edifici adibiti a residenza o assimilabili, edifici adibiti ad uffici o assimilabili, edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili, edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili, edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili, edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili ed edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili.

Le disposizioni introdotte dal Decreto ministeriale 11 ottobre 2017, vale a dire i c.d. Criteri Ambientali Minimi (CAM), trovano applicazione nell’ambito dell’affidamento di appalti pubblici per servizi di progettazione e lavori di ristrutturazione, nuova costruzione e manutenzione e fanno parte integrante del Piano di azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della pubblica amministrazione.

Pertanto, per l’applicazione di quanto previsto dal Decreto ministeriale 11 ottobre 2017, devono essere sempre fatti salvi i requisiti di legge di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997.

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

Nei casi in cui il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997 ed il Decreto ministeriale 11 ottobre 2017 prevedano il raggiungimento di prestazioni differenti per lo stesso indicatore, sono da considerarsi, quali valori da conseguire, quelli che prevedano le prestazioni più stringenti tra i due."

Il progetto prevede opere di consolidamento della muratura, la sostituzione dei serramenti e la posa di nuovi controsoffitti.

Ai sensi di quanto sopra esposto in merito alla tipologia degli interventi e considerata la futura destinazione d'uso dell'edificio valgono le considerazioni sotto elencate.

- Sarà verificato il rispetto degli indici per l'isolamento di facciata, in ambienti tipo per i quali sussiste il mezzo tecnico necessario al rispetto del limite di legge (o al miglioramento della situazione esistente).
- Sarà verificato in casi tipo il rispetto del tempo di riverberazione e degli indici di intelligibilità, in ambienti tipo per i quali sussiste il mezzo tecnico necessario al rispetto del limite di legge (o al miglioramento della situazione esistente).

Si illustrano di seguito elaborati progettuali (prospetti e pianta del piano terreno) illustrativi del previsto nuovo insediamento.

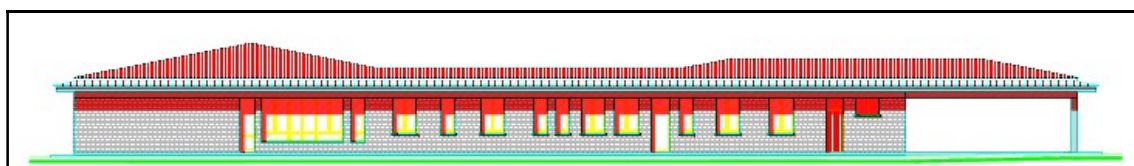


Figura 1: elaborati progettuali (prospetto sud)

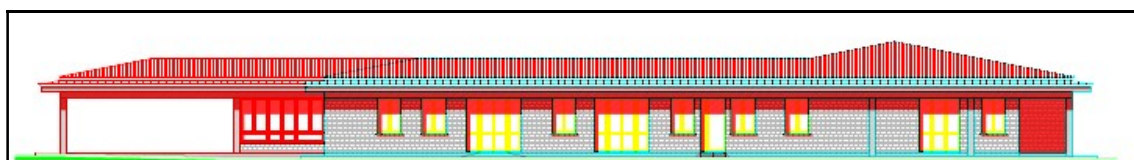






Figura 2: elaborati progettuali (prospetto nord)

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

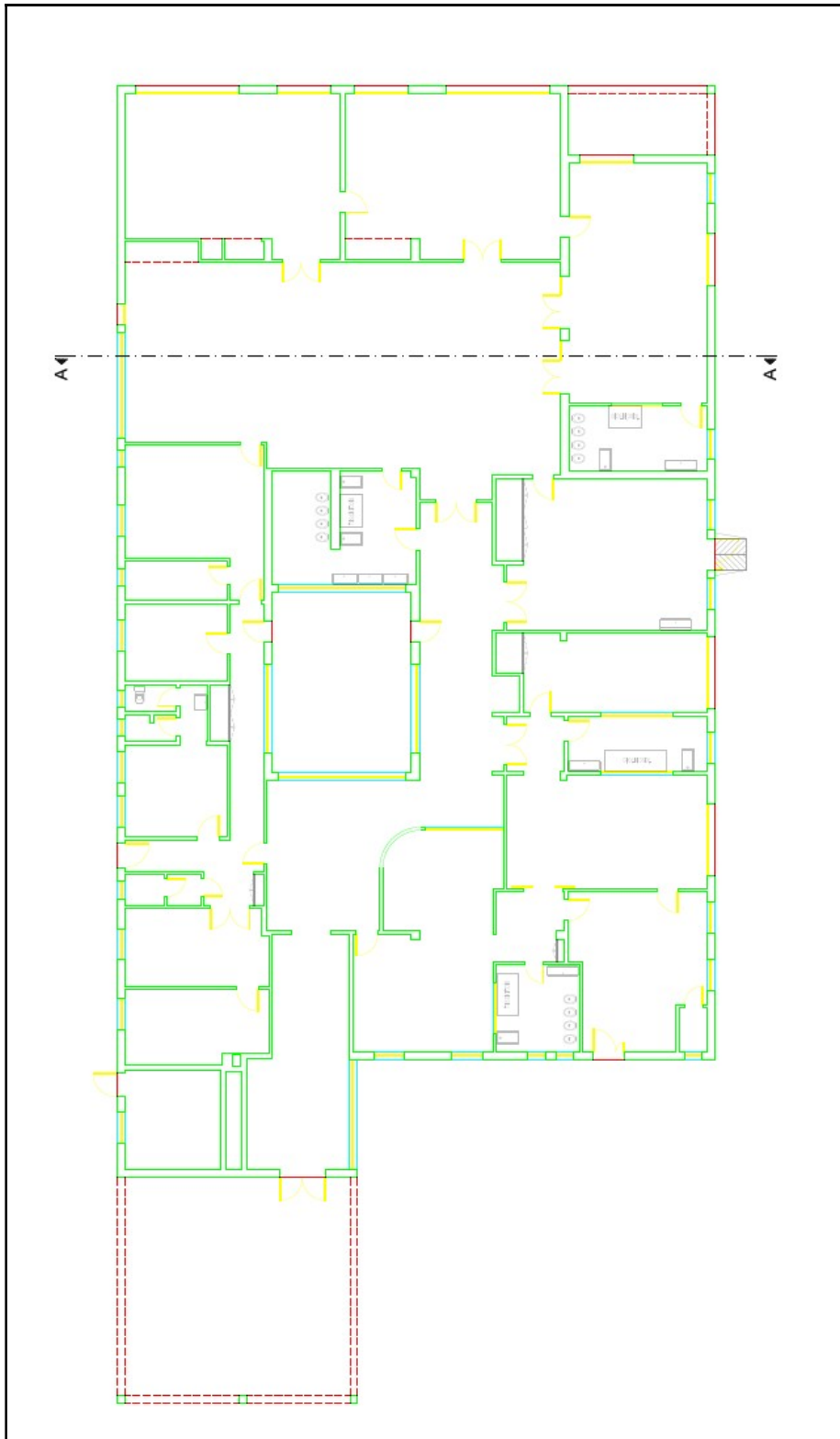






Figura 3: elaborati progettuali (pianta piano terreno)

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	   DATA: 13/06/2023

1.1 Requisiti acustici passivi degli edifici (D.P.C.M. 05/12/1997)

La normativa in materia di determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici, dei requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore, è regolata attualmente dal D.P.C.M. 05/12/1997 "Requisiti acustici passivi degli edifici".

Per ogni tipologia di rumore il D.P.C.M. 05/12/1997 indica il descrittore da utilizzare ed i valori limite da rispettare in opera, a fine lavori, in funzione della destinazione d'uso, secondo la classificazione della tabella A del suddetto Decreto.

Tabella 1: D.P.C.M. 05/12/1997 (tabella A)

Categoria / Destinazione d'uso	Descrizione
A	edifici adibiti a residenza o assimilabili
B	edifici adibiti ad uffici e assimilabili
C	edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
D	edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
E	edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili
F	edifici adibiti ad attività ricreative o di culto ed assimilabili
G	edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

Nota: risulta evidenziata in colore viola la categoria di appartenenza per l'intervento in esame.

In particolare, il Decreto individua le prescrizioni per:

- isolamento dai rumori aerei tra differenti unità immobiliari (TV, radio, voci, ecc.);
- isolamento dai rumori provenienti dall'esterno (isolamento di facciata);
- isolamento dai rumori da impatto (calpestio, ecc.);
- isolamento dai rumori degli impianti a funzionamento discontinuo e continuo;
- tempo di riverbero di aule e palestre scolastiche.





 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

Tabella 2: D.P.C.M. 05/12/1997 (descrizione parametri)

	Descrittore	
Isolamento dai rumori aerei	R'_w	L'indice di potere fonoisolante apparente R'_w indica in sostanza "quanti dB è in grado di eliminare la partizione": pertanto più il valore di R'_w è alto, migliore è la prestazione di isolamento.
Isolamento dai rumori esterni	$D_{2m,nT,w}$	Anche l'indice di isolamento acustico di facciata ($D_{2m,nT,w}$) indica in sostanza "quanti dB" è in grado di eliminare la facciata: alti valori di $D_{2m,nT,w}$ indicano migliori prestazioni di isolamento.
Isolamento dai rumori da impatto	$L'_{n,w}$	L'indice di livello di rumore da calpestio ($L'_{n,w}$) si valuta azionando una macchina per il calpestio nell'ambiente disturbante e misurando il livello di rumore percepito nell'ambiente disturbato. Più basso è il valore di $L'_{n,w}$ migliori sono le prestazioni di isolamento.
Rumori impianti a funzionamento discontinuo	L_{ASmax}	Il parametro dipende dal "picco massimo" di rumore emesso da un impianto. Il DPCM 05/12/1997 considera impianti a funzionamento discontinuo: ascensori, scarichi idraulici, bagni, servizi igienici e rubinetteria.
Rumori impianti a funzionamento continuo	L_{Aeq}	Il parametro dipende dal "livello costante" di rumore emesso dall'impianto: il DPCM 05/12/1997 considera come impianti a funzionamento continuo gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento.
Tempo di riverbero	T	Il tempo di riverberazione (T) è il tempo necessario perché un suono decada di 60 dB all'interno di un locale: varia con la frequenza considerata.

- I valori di R'_w sono valori minimi consentiti e riferiti ad "elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari".
- I limiti $D_{2m,nT,w}$ sono valori minimi consentiti, riguardano i singoli ambienti abitativi (non l'intera facciata della U.I.) e non dipendono dal rumore esterno all'edificio; anche le falde dei tetti dei sottotetti abitabili devono quindi rispettare i limiti del D.P.C.M. 05/12/1997.
- I limiti di $L'_{n,w}$ sono valori massimi consentiti.
- I limiti di L_{ASmax} e L_{Aeq} sono valori massimi consentiti ed il disturbo deve essere misurato in ambienti diversi da quello in cui il rumore si origina.
- I limiti per il tempo di riverberazione, che riguardano solo aule e palestre scolastiche, sono quelli riportati nella Circolare del Ministero dei lavori pubblici n. 3150 del 22 maggio 1967, recante i criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici.









 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

Tabella 3: D.P.C.M. 05/12/1997 (tabella B)

Categorie	Parametri				
	R' _w	D _{2m,nT,w}	L' _{n,w}	L _{ASmax}	L _{Aeq}
1. D	55	45	58	35	25
2. A C	50	40	63	35	35
3. E	50	48	58	35	25
4. B F G	50	42	55	35	35

- Il D.P.C.M. 05/12/1997, come indicato all'art. 1, comma 1, "in attuazione dell'art. 3, comma 1, lettera e), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, 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".
- All'art. 2, comma 1, dello stesso D.P.C.M. 05/12/1997 "ai fini dell'applicazione del presente decreto, gli ambienti abitativi di cui all'art. 2, comma 1, lettera b), della legge 26 ottobre 1995, n. 447", ovvero gli "ambienti interni ad un edificio destinati alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzati per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive (...)" "sono distinti nelle categorie indicate nella tabella A".
- Alla luce di questa definizione si può sostenere che non ci sia la necessità di rispettare i requisiti acustici passivi per ambienti destinati alla permanenza di persone per periodi estremamente ridotti, quali possono essere i servizi (cucine, bagni, ripostigli, ecc.).
- Infine, il D.P.C.M. nel richiamare i valori limite si riferisce ad unità immobiliari distinte: nella presente trattazione si assume come definizione di unità l'interpretazione più comune del D.M. 02/01/98: "l'unità immobiliare è costituita da una porzione (..) che (..) presenta potenzialità di autonomia funzionale e reddituale".

Nota: risulta evidenziata in colore viola la categoria di appartenenza ed i requisiti applicabili all'intervento in esame.

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

1.2 Criteri Ambientali Minimi (Decreto 23 Giugno 2022)

Si riporta di seguito quanto indicato all'interno del Decreto 22 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", al paragrafo 2.4.11 "Prestazioni e Comfort Acustici".





"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 di ospedali e case di cura soddisfano il livello di "prestazione superiore" riportato nel prospetto A.1 dell'Appendice A di tale norma e rispettano, inoltre, i valori caratterizzati come "prestazione buona" nel prospetto B.1 dell'Appendice B di tale norma.

Le scuole soddisfano almeno i valori di riferimento di requisiti acustici passivi e comfort acustico interno indicati nella UNI 11532-2.

Gli ambienti interni, ad esclusione delle scuole, rispettano i valori indicati nell'appendice C della UNI 11367.

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.

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

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."

"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."

Il Decreto 23/06/2022 richiama per le scuole la UNI 11532-2 :2020:

- la norma definisce le prestazioni di comfort interno per tempo di riverberazione (T), chiarezza (C50), Speech Transmission Index (STI), livello rumore impianti e altri parametri;
- per i requisiti acustici (R'_w , $D_{2m,nT,w}$, $D_{nT,w}$, $L'_{n,w}$, L_{jc} , L_{jd}) la UNI 11532-2 indica come limiti il livello di "prestazione superiore" dell'Appendice A "Ospedali e scuole" della UNI 11367 e i valori di "prestazione buona" nell'Appendice B "Isolamento acustico tra ambienti comuni e ambienti abitativi" della stessa norma; sono gli stessi limiti indicato dal Decreto C.A.M. per ospedali e case di cura.





 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

Tabella 4: UNI 11367 (indici di valutazione)

Classe	Indici di valutazione				
	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	L'_{nw}	L_{ic}	L_{id}
I	≥ 43	≥ 56	≤ 53	≤ 25	≤ 30
II	≥ 40	≥ 53	≤ 58	≤ 28	≤ 33
III	≥ 37	≥ 50	≤ 63	≤ 32	≤ 37
IV	≥ 32	≥ 45	≤ 68	≤ 37	≤ 42

Tabella 5: UNI 11367 (appendice A, prospetto A.1)

Descrittore	Prestazione base	Prestazione superiore
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$	38	43
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti di differenti unità immobiliari R'_w	50	56
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato tra ambienti di differenti unità immobiliari L'_{nw}	63	53
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, L_{ic} in ambienti diversi da quelli di installazione	32	28
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, L_{id} in ambienti diversi da quelli di installazione	39	34
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare $D_{nT,w}$	50	55
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare $D_{nT,w}$	45	50
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato tra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare L'_{nw}	63	53

Nota: risultano evidenziati in colore viola i requisiti applicabili per l'intervento in esame.

Come indicato all'interno della UNI 11367 :2023 "Le prescrizioni di isolamento acustico normalizzato di partizioni tra ambienti adiacenti o sovrapposti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$, indicate nel prospetto A.1 sono riferite ad elementi tecnici di separazione tra ambienti contigui e collegati da spazi distributivi comuni di una stessa U.I. (esempio: aule di una stessa sezione o ala di un edificio scolastico, camere di degenza di uno stesso reparto ospedaliero, ambulatori di uno stesso servizio sanitario, eccetera).

Nel caso, invece, di ambienti adiacenti o sovrapposti non collegati tra loro da spazi distributivi comuni, per all'interno della stessa Unità Immobiliare, viene valutato il parametro del potere fonoisolante apparente R'_w ".









 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

Tabella 6: UNI 11367 (appendice B, prospetto B.1)

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

- Il D.P.C.M. 05/12/1997, come indicato all'art. 1, comma 1, "in attuazione dell'art. 3, comma 1, lettera e), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, 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".
- All'art. 2, comma 1, dello stesso D.P.C.M. 05/12/1997 "ai fini dell'applicazione del presente decreto, gli ambienti abitativi di cui all'art. 2, comma 1, lettera b), della legge 26 ottobre 1995, n. 447", ovvero gli "ambienti interni ad un edificio destinati alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzati per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive (...)" "sono distinti nelle categorie indicate nella tabella A".
 Alla luce di questa definizione si può sostenere che non ci sia la necessità di rispettare i requisiti acustici passivi per ambienti destinati alla permanenza di persone per periodi estremamente ridotti, quali possono essere i servizi (cucine, bagni, ripostigli, ecc.).
 Infine, il D.P.C.M. nel richiamare i valori limite si riferisce ad unità immobiliari distinte: nella presente trattazione si assume come definizione di unità l'interpretazione più comune del D.M. 02/01/98: "l'unità immobiliare è costituita da una porzione (..) che (..) presenta potenzialità di autonomia funzionale e reddituale".

Come indicato all'interno della UNI 11367 :2023 "I valori di riferimento indicati nel prospetto B.1 non si applicano nel caso di partizioni dotate di accessi o aperture verso spazi distributivi interni orizzontali o verticali destinati esclusivamente al transito degli utenti di una stessa unità immobiliare (corridoi, anditi, passaggi, eccetera)."

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

All'interno della norma UNI 11532-2 :2020 "Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – Parte 2: Settore scolastico" sono individuati i valori limite da rispettare negli ambienti scolastici per parametri quali il tempo di riverbero (T), lo Speech Transmission Index (STI), la chiarezza (C50) ed il rumore degli impianti: il documento specifica inoltre come effettuare le verifiche in opera considerando l'incertezza di misura.

La suddetta norma è richiamata nel Decreto C.A.M. e, pertanto, le prescrizioni della parte 2 si applicano agli appalti degli edifici scolastici.

Nelle tabelle successive si illustrano le diverse categorie degli ambienti scolastici, definite sulla base delle attività svolte, con i relativi obiettivi qualitativi e modalità di intervento al fine di ottenere i valori di riferimento da calcolarsi sulla base delle dimensioni.

Tabella 7: UNI 11532-2 :2020 (prospetto 1)

Categoria	Attività in ambiente	Modalità di intervento
A1	Musica	Obiettivo raggiunto con progettazione integrata di geometrie, arredo, controllo del rumore residuo
A2	Parlato / conferenza	
A3	Lezione / comunicazione come parlato / conferenza (aule grandi) / interazione insegnante studente	
A4	Lezione / comunicazione (incluse aule speciali)	
A5	Sport	
A6	Aree e spazi non destinati all'apprendimento e biblioteche	Obiettivo raggiunto con assorbimento acustico ed il controllo del rumore residuo





 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023





Tabella 8: UNI 11532-2 :2020 (prospetto 2)

Categoria	Descrizione dell'utilizzo	Obiettivo qualitativo	Esempi
A1	Musica. Prevalentemente rappresentazioni musicali.	Buona acustica per musica non amplificata; ammessa limitata comprensione del parlato.	Aule per musica con musica suonata e canto.
A2	Parlato. Conferenze, Presentazioni parlate dove si ha un oratore frontale	Elevato grado di intelligibilità del parlato.	Aule didattiche, aule magne.
A3	A3.1 Ambienti della categoria A2 per persone che hanno problemi o deficit uditivi o parlano una lingua diversa ovvero aule speciali	Elevato grado di intelligibilità del parlato anche per persone con deficit uditivi o non madrelingua oppure con differenze linguistiche.	Aule didattiche, aule magne.
	A3.2 Parlato. Comunicazione con la presenza contemporanea di più persone parlanti nell'aula.	Elevato grado di intelligibilità del parlato anche con più oratori contemporaneamente.	Aule didattiche, aule per colloqui, aule per seminari, aule per gruppi di studio o di lavoro, laboratori, uffici amministrativi, aule insegnanti e similari.
A4	Più persone parlanti nella stanza (come A3.2) e destinate a persone con particolari necessità (aule speciali). Escluse aule speciali di volume superiore a 500 mc oppure per l'utilizzo musicale.	Elevato grado di intelligibilità del parlato con più oratori contemporaneamente e per persone con deficit uditivi o non madrelingua oppure con differenze linguistiche.	Aule didattiche, aule per colloqui, aule per seminari, aule per gruppi di studio o di lavoro, laboratori, uffici amministrativi, aula insegnanti e similari. Ambienti per le videoconferenze.
A5	Sport: piscine palestre e similari.	Comunicazione verbale possibile ma a distanze brevi.	Palestre, piscine per utilizzo come ambienti sportivi in generale.

Tabella 9: UNI 11532-2 :2020 (prospetto 3)

Categoria	Descrizione dell'utilizzo	Esempi
A6.1	Spazi senza permanenza.	Vani scala.
A6.2	Spazi con permanenza ridotta.	Spogliatoi, palestre e similari.
A6.3	Ambienti per la permanenza a lungo termine e/o di collegamento.	Ambienti espositivi con interattività oppure sorgente di rumore elevata (multimedia, arti visive e suoni, eccetera). Spazi di studio, spazi / corridoi per attività didattiche alternative / ricreative, in scuole di ogni ordine e grado. Laboratori, biblioteche.
A6.4	Ambienti con necessità di riduzione del rumore di confort dell'ambiente.	Reception / Area desk (bidelleria) con postazione di lavoro fissa. Laboratorio con postazione di lavoro fissa, mense in scuole di ogni ordine e grado. Aree distribuzione nelle mense.
A6.5	Ambienti con particolari necessità di riduzione del rumore e di confort dell'ambiente.	Sale da pranzo. Aule e spogliatoi nelle scuole materne e nido.

Nota: risulta evidenziata in colore viola la categoria di appartenenza ed i requisiti applicabili all'intervento in esame.

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

Valori di riferimento dei descrittori delle prestazioni acustiche degli elementi edilizi

I valori di riferimento per i descrittori R'_w , $D_{nT,w}$, $D_{2m,nT,w}$, L'_{nw} , L_{ic} e L_{id} sono riportati nella norma UNI 11367 :2023, al prospetto A.1 nella colonna prestazione superiore e nel prospetto B.1 nella colonna prestazione buona.

I valori misurati, determinati in accordo con i metodi di verifica descritti al punto 6, prima di essere confrontati con i valori di riferimento, dovranno essere corretti con l'incertezza di misura come specificato nel suddetto riferimento normativo.

Valori di riferimento per il descrittore STI





Il descrittore si applica alle categoria A.1, A.2, A.3 ed A.4 del prospetto 1 della norma UNI 11532-2 :2020; in alternativa allo STI può essere il descrittore C_{50} , solo per ambienti aventi volume < 250 mc.

I valori di riferimento per STI sono indicati al prospetto 4 della norma UNI 11532-2 e sono riferiti ad ambiente arredato e con la presenza di due persone al massimo (tecnici rivelatori).

Tabella 10: UNI 11532-2 :2020 (prospetto 4)

	< 250 mc	> 250 mc
Senza impianto di amplificazione o con impianto spento	$\geq 0,55$ con segnale di emissione ad 1 m in asse alla sorgente pari a 60 dB(A)	$\geq 0,50$ con segnale di emissione ad 1 m in asse alla sorgente pari a 70 dB(A)
Con impianto di amplificazione	$\geq 0,60$ con segnale di emissione come in normali condizioni d'uso dell'impianto di amplificazione	

I valori misurati, determinati in accordo con i metodi di verifica, prima di essere confrontati con i valori di riferimento, dovranno essere corretti con l'incertezza di misura come specificato nella norma UNI 11367.

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	  

Il tempo di riverberazione ottimale T_{ott} corrispondente ad un'occupazione convenzionale pari all'80% ad eccezione della categoria A5, è determinato in relazione alla destinazione d'uso specifica dell'ambiente considerato ad al suo volume, attraverso le formule di calcolo riportate nel prospetto 6 della norma UNI 11532-2 :2020.





Tabella 11: UNI 11532-2 :2020 (prospetto 6)

Categoria	Ambiente occupato all'80%	
A1	$T_{ott,A1} = (0,45 \log V + 0,07)$	$30 \text{ mc} \leq V < 1000 \text{ mc}$
A2	$T_{ott,A2} = (0,37 \log V - 0,14)$	$30 \text{ mc} \leq V < 5000 \text{ mc}$
A3	$T_{ott,A3} = (0,32 \log V - 0,17)$	$30 \text{ mc} \leq V < 5000 \text{ mc}$
A4	$T_{ott,A4} = (0,26 \log V - 0,14)$	$30 \text{ mc} \leq V < 500 \text{ mc}$
Categoria	Ambiente non occupato	
A5	$T_{ott,A5} = (0,75 \log V - 1,00)$	$200 \text{ mc} \leq V < 10000 \text{ mc}$
	$T_{ott,A5} = 2,00$	$V \geq 10000 \text{ mc}$

Per le persone con problemi uditivi o disturbi legati alla concentrazione o attenzione, il tempo di riverberazione deve essere conforme alla categoria A3.1 o A4: nel caso di aule multifunzione (A2, A3 e A4), il tempo di riverberazione deve soddisfare i valori più restrittivi tra quelli per le categorie considerate.

Per gli ambienti appartenenti alla categoria A6, i valori di riferimento sono sempre considerati allo stato arredato e non occupato.

Il valore ottimale del tempo di riverberazione è in funzione dell'area di assorbimento (A) e della caratteristiche generiche dell'ambiente (V e h), come indicato nella tabella successiva.





 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	  

I valori di riferimento per il rapporto A/V richiesto per le categorie A6.2, A6.3, A6.4 e A6.5 si applicano nelle singole ottave da 250 Hz a 2000 Hz senza considerare l'assorbimento acustico delle persone.

Tabella 12: UNI 11532-2 :2020 (prospetto 7)

Categoria	Per altezza dell'ambiente $h \leq 2,5$ m Rapporto A/V in mq/mc	Per altezza dell'ambiente $h < 2,5$ m Rapporto A/V in mq/mc
A6.1	Nessuna richiesta	
A6.2	$A/V \geq 0,15$	$A/V \geq [4,80 + 4,69 \log(h/1)]^{-1}$
A6.3	$A/V \geq 0,20$	$A/V \geq [3,13 + 4,69 \log(h/1)]^{-1}$
A6.4	$A/V \geq 0,25$	$A/V \geq [2,13 + 4,69 \log(h/1)]^{-1}$
A6.5	$A/V \geq 0,30$	$A/V \geq [1,47 + 4,69 \log(h/1)]^{-1}$





Nota: risulta evidenziata in colore viola la categoria di appartenenza ed i requisiti applicabili all'intervento in esame.

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	   DATA: 13/06/2023

1.3 Quadro normativo

Norme tecniche per la progettazione dei requisiti acustici passivi

- UNI EN 12354-1 :2017 "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".
- UNI EN 12354-2 :2017 "Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti" .
- UNI EN 12354-3 :2017 "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" .
- UNI EN 12354-4 :2017 "Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Parte 4: Trasmissione del rumore interno all'esterno".
- UNI EN 12354-5 :2009 "Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Parte 5: Livelli sonori dovuti agli impianti tecnici".
- UNI EN 12354-6 :2006 "Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi".
- UNI 11175-1 :2021 "Acustica in edilizia - Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Parte 1: Applicazione delle norme tecniche alla tipologia costruttiva nazionale".
- UNI 11175-2 :2021 "Acustica in edilizia - Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Parte 2: dati di ingresso per il modello di calcolo".
- UNI 11532-1:2018 "Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – Parte 1: Requisiti generali".
- UNI 11532-2: 2020 "Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – Parte 2: Settore scolastico".

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 “Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici”	REV. 0.1
	Intervento riqualificazione Asilo “Sole” – Reggio Emilia (RE)	   DATA: 13/06/2023

Norme tecniche per la posa in opera di sistemi costruttivi





- UNI 11516 :2013 “Indicazioni di posa in opera dei sistemi di pavimentazione galleggiante per l’isolamento acustico”.
- UNI 11296 :2018 “Acustica in edilizia – Posa in opera di serramenti e altri componenti di facciata - Criteri finalizzati all’ottimizzazione dell’isolamento acustico di facciata dal rumore esterno”.

Norme tecniche per la classificazione acustica delle unità immobiliari

- UNI 11367 :2010 “Acustica in edilizia – Classificazione acustica delle unità immobiliari – Procedura di valutazione e verifica in opera”.
- UNI 11367 :2023 “Acustica in edilizia – Classificazione acustica delle unità immobiliari – Procedura di valutazione e verifica in opera”.
- UNI 11444 :2012 “Acustica in edilizia – Classificazione acustica delle unità immobiliari – Linee guida per la selezione delle unità immobiliari in edifici con caratteristiche non seriali”.





Calcolo degli indici di valutazione

- UNI EN ISO 717-1 :2021 “Acustica – Valutazione dell’isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Parte 1: Isolamento acustico per via aerea “.
- UNI EN ISO 717-2 :2021 “Acustica – Valutazione dell’isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Parte 2: Isolamento dal rumore di calpestio“.

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

Norme tecniche per la misura in opera dei requisiti acustici passivi

- UNI EN ISO 16283-1 :2018 *"Misure in opera dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Parte 1: Isolamento acustico per via aerea"*.
- UNI EN ISO 16283-2 :2018 *"Misure in opera dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Parte 2: Isolamento dal rumore di calpestio"*.
- UNI EN ISO 16283-3 :2016 *"Misure in opera dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Parte 3: Isolamento acustico di facciata"*.
- UNI EN ISO 16032 :2005 *"Misurazione del livello di pressione sonora di impianti tecnici in edifici – Metodo tecnico progettuale"*.
- UNI EN ISO 10052:2010 *"Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea, del rumore da calpestio e della rumorosità degli impianti – Metodo di controllo"*.
- UNI 8199 :2016 *"Collaudo acustico di impianti a servizio di unità immobiliari – Linee guida contrattuali e modalità di misurazione all'interno degli ambienti serviti"*.
- UNI EN ISO 3382-1 :2009 *"Acustica – Misurazione dei parametri acustici degli ambienti - Parte 1: Sale da spettacolo"*.
- UNI EN ISO 3382-2 :2008 *"Acustica – Misurazione dei parametri acustici degli ambienti - Parte 2: Tempo di riverberazione negli ambienti ordinari"*.
- UNI EN ISO 3382-3 :2012 *"Acustica – Misurazione dei parametri acustici degli ambienti - Parte 3: Open space"*.
- EN 60268-16 :2011 *"Sound system equipment – Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index"*.

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	  





1.4 Definizioni

- Ambiente abitativo: porzione di unità immobiliare completamente delimitata destinata al soggiorno e alla permanenza di persone per lo svolgimento di attività e funzioni caratterizzanti la destinazione d'uso.
- Ambiente accessorio o di servizio: porzione di unità immobiliare (se di utilizzo individuale) o di sistema edilizio (se di utilizzo comune o collettivo) con funzione diversa da quella abitativa ovvero non destinato allo svolgimento di attività e funzioni caratterizzanti la destinazione d'uso.





Sono ambienti accessori gli spazi completamente o parzialmente delimitati destinati al collegamento degli ambienti abitativi ed alla distribuzione orizzontale e verticale all'interno del sistema edilizio, nonché gli spazi destinati a deposito, immagazzinamento e rimessaggio.

Sono ambienti di servizio gli spazi completamente delimitati destinati ad ospitare elementi tecnici connessi con il sistema edilizio, (per esempio vani ascensore, vani scala, ecc), e quelli specializzati a fornire servizi richiesti da particolari attività degli utenti, quali i servizi igienici, i locali tecnici degli edifici, i ripostigli anche interni all'unità abitativa, eccetera.





- Ambiente verificabile acusticamente: ambiente abitativo di dimensioni sufficienti a consentire l'allestimento di misurazioni in conformità ai procedimenti di prova e valutazione descritti nelle pertinenti parti della serie UNI EN ISO 717 per la determinazione dei livelli prestazionali in opera.
- Edificio: sistema edilizio costituito dalle strutture esterne che delimitano uno spazio di volume definito, dalle strutture interne che ripartiscono detto volume e da tutti gli impianti, dispositivi tecnologici ed eventuali arredi che si trovano al suo interno. La superficie esterna che delimita un edificio può confinare con tutti o alcuni di questi elementi: l'ambiente esterno, il terreno, altri edifici. L'edificio può essere composto da una o più unità immobiliari.
- Facciata: chiusura di un ambiente che delimita lo spazio interno da quello esterno; può essere orizzontale, verticale o inclinata ed essere caratterizzata dalla compresenza di elementi opachi e trasparenti, con o senza elementi per impianti e sistemi di oscuramento, ventilazione, sicurezza, o altre attrezzature esterne.

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	  

- Indice di valutazione dell'isolamento acustico per via aerea negli edifici: numero unico di valutazione della grandezza descrittiva dell'isolamento acustico per via aerea negli edifici, grandezza determinata in conformità alla UNI EN ISO 717-1 :2021.
- Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio negli edifici: numero unico di valutazione della grandezza descrittiva del livello di rumore di calpestio negli edifici, grandezza determinata in conformità alla UNI EN ISO 717-2 :2021.
- Isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione: differenza tra le medie spaziotemporali dei livelli di pressione sonora prodotti in due ambienti da una sorgente posta in uno degli stessi, normalizzato rispetto al valore di riferimento del tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente.
Questa grandezza è determinata in conformità alla UNI EN ISO 16283-1 :2018.
- Isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione: differenza tra il livello di pressione sonora all'esterno alla distanza di 2 m dalla facciata e la media spazio-temporale del livello di pressione sonora nell'ambiente ricevente, normalizzato rispetto al valore del tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente, in conformità alla UNI EN ISO 16283-1:2018.
- Impianto a funzionamento continuo: impianto il cui livello sonoro emesso nel tempo sia essenzialmente costante; rientrano in questa tipologia gli impianti di climatizzazione, di ricambio d'aria, di estrazione forzata e similari.
- Impianto a funzionamento discontinuo: impianti fissi il cui livello sonoro emesso non sia costante nel tempo e caratterizzato da brevi periodi di funzionamento rispetto al tempo di inattività durante l'arco di una giornata; rientrano in questa tipologia gli impianti sanitari, di scarico, gli ascensori, i montacarichi e le chiusure automatiche.
- Intervento edilizio: ogni lavorazione o opera che modifichi in tutto o in parte un edificio esistente o che porti alla realizzazione di una nuova costruzione.
- Partizione: insieme degli elementi tecnici orizzontali e verticali del sistema edilizio aventi funzione di dividere ed articolare gli spazi interni del sistema edilizio stesso delimitando le diverse unità immobiliari e gli ambienti accessori e di servizio di uso comune o collettivo.

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	  

- Ristrutturazione edilizia: opere di revisione parziale o totale dell'edificio esistente anche con variazione di forma o di sagoma, o di volume, o di superficie e risanamento conservativo con o senza opere e variazione di destinazione d'uso. Sono interventi di ristrutturazione edilizia anche le opere di demolizione e ricostruzione integrale ("*con stessa volumetria e sagoma di quello preesistente*") o, comunque, le opere che portano alla realizzazione di un immobile in tutto o in parte differente dall'originale.
- Sistema edilizio: insieme strutturato di unità ambientali e di unità tecnologiche.
- Unità immobiliare, UI: porzione di fabbricato, o un fabbricato, o un insieme di fabbricati ovvero un'area che, nello stato in cui si trova e secondo l'utilizzo locale, presenta potenzialità di autonomia funzionale e reddituale.
- Verifica acustica: verifica strumentale delle prestazioni acustiche degli elementi tecnici di un edificio, da eseguire in opera, nel rispetto delle vigenti normative tecniche, negli ambienti verificabili acusticamente delle varie unità immobiliari dell'edificio stesso.

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

2. Valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi

2.1 Isolamento acustico di facciata

Con il termine *facciata* si intende la totalità della superficie esterna di un ambiente, composta da elementi differenti quali pareti, porte, finestre, porzioni del tetto, sistemi di aerazione: la trasmissione sonora complessiva è il risultato dei singoli contributi (per ipotesi considerati indipendenti) dovuti a tali elementi.

Per l'isolamento acustico delle facciate è necessario determinare l'indice $D_{2m,nT,w}$ funzione dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente (R'_w) della facciata che è calcolato sulla base dei valori dell'indice di valutazione del potere fonoisolante (R_w) dei singoli elementi che la costituiscono (elementi opachi e serramenti) e sulla base degli indici di isolamento acustico ($D_{new,i}$) dei piccoli elementi presenti su di essa.

Sarà necessario, inoltre, considerare la forma della facciata, l'assorbimento acustico delle eventuali superfici sottobalcone e l'incidenza delle onde sonore: la direzione dell'onda sonora incidente sulla facciata si caratterizza mediante l'altezza definita dalla intersezione tra la linea di veduta dalla sorgente ed il piano di facciata.





Il potere fonoisolante apparente R'_w di facciata, per un campo sonoro incidente diffuso, è calcolato sommando la potenza sonora trasmessa in modo diretto - con il contributo dovuto alla trasmissione laterale.

Per partizioni composte è necessaria la conoscenza contemporanea degli indici di valutazione R_w del potere fonoisolante relativi alla parte opaca di superficie (tamponature e infissi) e degli indici D_{nw} di isolamento acustico per i piccoli elementi presenti (bocchette di ventilazione, prese d'aria).

Si ricava il valore complessivo di R'_w attraverso la formula:

$$R'_w = - 10 \log \left[\sum_i S_i/S 10^{-(R_{iw}/10)} + \sum_i A_0/S 10^{-(D_{inw}/10)} \right] - K \quad [\text{dB}]$$

dove A_0 assume il valore di 10 m^2 e K rappresenta il contributo associato alla trasmissione laterale

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	  





La norma UNI 11175-1 :2021 riporta che il contributo della trasmissione laterale è solitamente trascurabile: se però elementi di facciata rigidi e pesanti (quali calcestruzzo o mattoni) sono collegati rigidamente ad altri elementi rigidi all'interno dell'ambiente ricevente, come pavimenti o pareti divisorie, la trasmissione laterale può contribuire alla trasmissione sonora totale.

Questo potrebbe diventare rilevante se sono richiesti elevati requisiti di isolamento dal rumore e, di conseguenza, a favore di sicurezza, nei casi che comportano la presenza di elementi rigidi, si può considerare la trasmissione laterale in maniera "globale" diminuendo il potere fonoisolante di un fattore correttivo $K = 2$ dB, altrimenti $K = 0$.

L'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione dipende dal potere fonoisolante, dall'influenza della forma esterna della facciata e dalla dimensione degli ambiente abitativo, secondo la relazione generale:

$$D_{2m,nT,w} = R' + \Delta L_{fs} + 10 \log (V/6T_0S) \quad [dB]$$

- V: è il volume dell'ambiente ricevente;
- S: è l'area totale della facciata, vista dall'interno;
- ΔL_{fs} : è l'influenza dovuta alla forma della facciata;
- T_0 : è il tempo di riverberazione di riferimento (per abitazioni 0,5 secondi).

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	  

2.1.1 Analisi previsionale (potere fonoisolante, parete perimetrale esistente)

Nella tabella successiva si descrive la tipologia di parete perimetrale esistente esaminata per l'intervento oggetto di studio.





Descrizione (interno → esterno)		Spessore	Densità
1	Intonaco di calce e sabbia	10 cm	≥ 1400 kg/m ³
2	Muratura in mattoni semipieni doppi testa	25 cm	≥ 1400 kg/m ³

Tabella 13: analisi previsionale (stratigrafia, parete perimetrale esistente)

Nota: i valori relativi alle densità (superficiali e volumetriche) considerati nella tabella precedente, sono tratti da fonti bibliografiche, certificazioni e/o documentazione tecnica associata al progetto.

Il potere fonoisolante relativo alla stratigrafia in esame è, in previsione, pari a 54,0 dB (software ANIT Echo versione 8.3.1.4, come riportato in allegato).

La formula utilizzata per il calcolo delle prestazioni della tamponatura base in laterizio è, in modo cautelativo, quella indicata nella norma UNI EN ISO 11175-1 :2021 per le "partizioni monostrato in elementi di laterizio forati, aventi percentuali di foratura non superiore al 65% e caratterizzati da fori distribuiti pressoché uniformemente sulla faccia dell'elemento, posati con giunti orizzontali e verticali riempiti di malta".

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

2.1.2 Analisi previsionale (isolamento acustico di facciata, caso A)

L'analisi previsionale dell'isolamento acustico di facciata è condotta sull'ambiente scolastico tipo *sezione medi*, in relazione alla condizione peggiorativa associata alla presenza di serramenti di elevate dimensioni, come illustrato nella figura successiva (partizione esterna in esame evidenziata in contorno rosso tratteggiato).

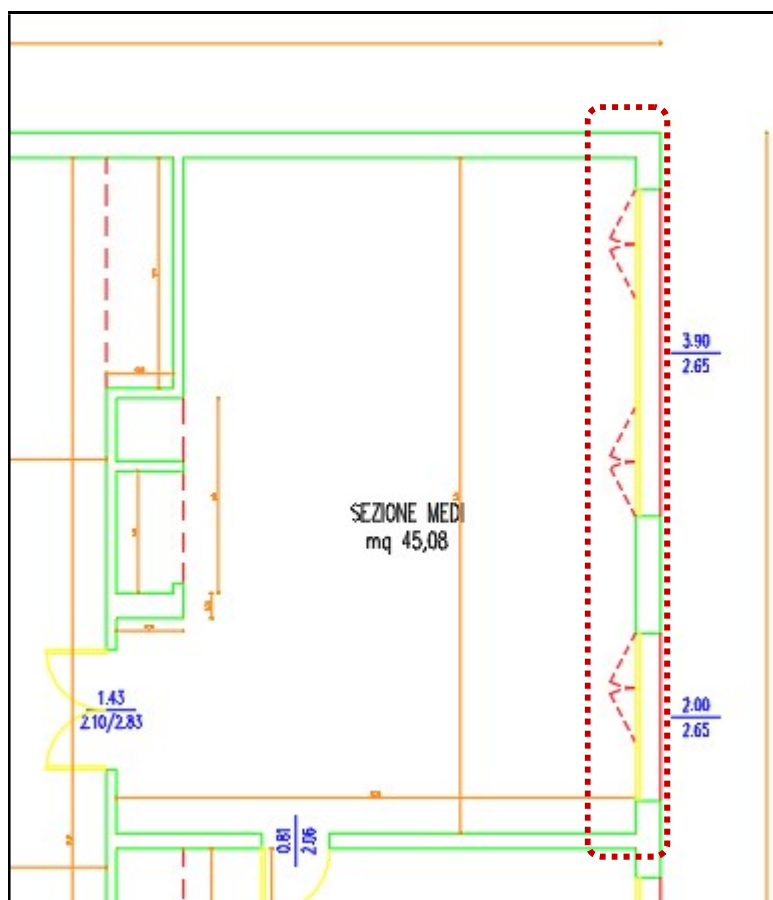






Figura 4: elaborati progettuali (analisi previsionale isolamento di facciata, caso A)

Caratteristiche superficiali e volumetriche della facciata in esame (caso A):

- S superficie complessiva facciata: 24,21 m²;
- S₀ superficie complessiva parte opaca: 8,58 m²;
- S_v superficie complessiva vetro-serramento: 15,63 m²;
- V volume complessivo dell'ambiente ricevente: 128,47 m³.

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	  

Come specificato all'interno del paragrafo 2.1, l'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione dipende dal potere fonoisolante, dall'influenza della forma esterna della facciata e dalla dimensione degli ambiente abitativo, secondo la relazione

$$D_{2m,nT,w} = R' + \Delta L_{fs} + 10 \log (V/6T_0S)$$

ove:





- V: è il volume dell'ambiente ricevente;
- S: è l'area totale della facciata, vista dall'interno;
- ΔL_{fs} : è l'influenza dovuta alla forma della facciata;
- T_0 : è il tempo di riverberazione di riferimento (per abitazioni 0,5 secondi).

Nei calcoli successivi, si considera un valore di potere fonoisolante per i complessi vetro-serramento (comprensivi degli eventuali elementi oscuranti e/o cassonetti coprirullo) pari o superiore a 47 dB per gli ambienti *sezione medi, sezione oasi e zona pranzo*, pari o superiore a 46 dB per i restanti locali.

Tali valori risultano essere prescrizione da riportare nel capitolato dell'opera.

I serramenti dovranno garantire una classe di permeabilità all'aria 4, ai sensi di quanto indicato nella norma UNI EN 12207: 2017 "Finestre e porte - Permeabilità all'aria - Classificazione": la posa dovrà tenere conto di quanto indicato nell'appendice J della norma UNI EN ISO 10140-1 :2021 in merito al potere fonoisolante R_s dei materiali di sigillatura.

Se nella partizione oggetto di analisi risultasse necessaria l'installazione di una presa d'aria per la ventilazione, questa dovrà essere necessariamente di tipologia silenziata, con valori prestazionali di $D_{n,e,w}$ indicativi non inferiori a 53 dB e in ogni caso, tali da garantire il valore di potere fonoisolante per l'intero complesso vetro serramento sopra indicato.

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

La norma UNI 11175-1 :2021 riporta che "il contributo della trasmissione laterale è solitamente trascurabile. Tuttavia, se elementi rigidi, come ad esempio setti in cemento o pareti in mattoni, sono collegati ad altri elementi rigidi all'interno della stanza ricevente, come solai o pareti divisorie, le trasmissioni laterali possono contribuire generalmente alla trasmissione del suono. Questo potrebbe diventare rilevante nel caso in cui siano richiesti alti requisiti di isolamento. Tuttavia, nella maggior parte dei casi non è necessario calcolare il contributo della trasmissione laterale".

In ogni caso, a favore di sicurezza, si inserisce nel calcolo il termine correttivo $K = 2$.

Non risultano nel caso in esame applicabili attenuazioni dovute alla presenza di balconi, logge esterne e/o altri elementi schermanti.

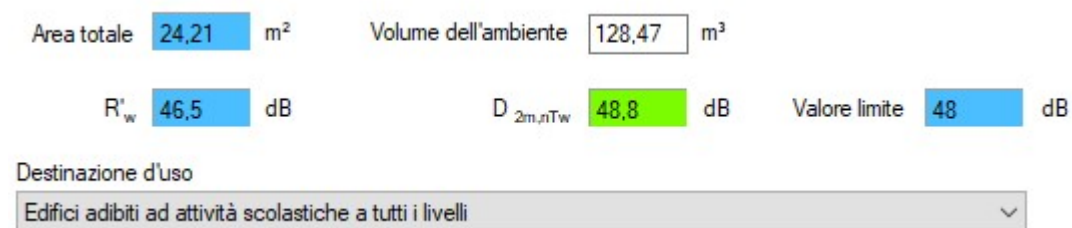






Figura 5: analisi previsionale (isolamento acustico di facciata, caso A)

Il valore ottenuto per l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, a 2 metri di distanza dalla facciata ($D_{2m,nT,w}$), è pari a 48,8 dB, calcolato con il software ANIT Echo (versione 8.3.1.4).

Tale valore risulta superiore (risultato conforme) sia al limite di legge di 48 dB per gli edifici associati alla categoria E, adibiti ad attività scolastiche e/o assimilabili, ai sensi del D.P.C.M. 05/12/19917 "Requisiti acustici passivi degli edifici", che al limite di 43 dB, indicato all'interno del prospetto A.1 della norma UNI 11367 (prestazione superiore) ai sensi Decreto 23 Giugno 2022 "Criteri Ambientali Minimi".

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

2.1.3 Analisi previsionale (isolamento acustico di facciata, caso B)

L'analisi previsionale dell'isolamento acustico di facciata è condotta sull'ambiente *ufficio*, che presenta la condizione peggiorativa associata ad una più ridotta volumetria interna, come illustrato nella figura successiva (partizione esterna in esame evidenziata in contorno rosso tratteggiato).

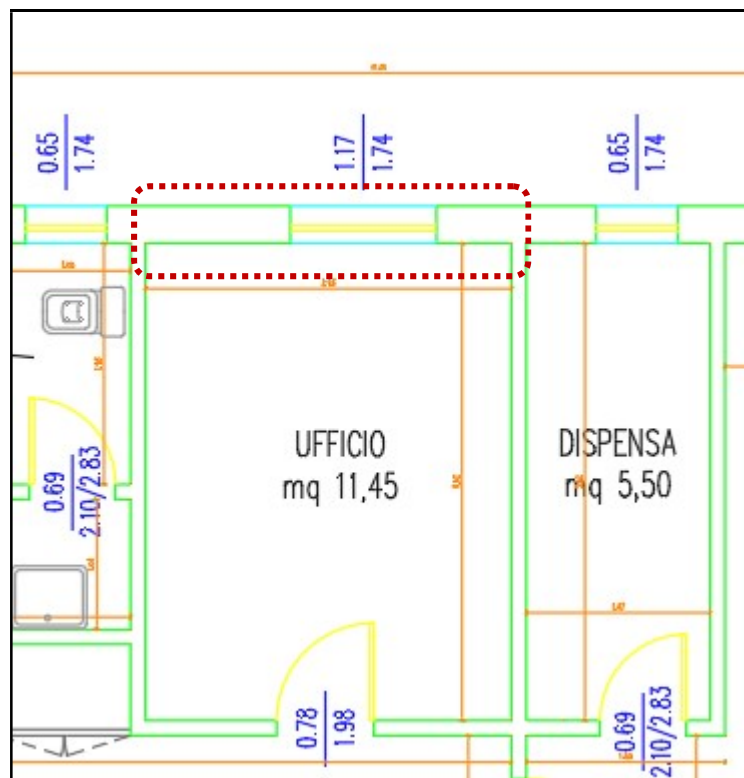






Figura 6: elaborati progettuali (analisi previsionale isolamento di facciata, caso B)

Caratteristiche superficiali e volumetriche della facciata in esame (caso B):

- S superficie complessiva facciata: 8,79 m²;
- S_0 superficie complessiva parte opaca: 6,76 m²;
- S_v superficie complessiva vetro-serramento: 2,03 m²;
- V volume complessivo dell'ambiente ricevente: 32,63 m³.

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	  

Come specificato all'interno del paragrafo 2.1, l'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione dipende dal potere fonoisolante, dall'influenza della forma esterna della facciata e dalla dimensione degli ambiente abitativo, secondo la relazione

$$D_{2m,nT,w} = R' + \Delta L_{fs} + 10 \log (V/6T_0S)$$

ove:





- V: è il volume dell'ambiente ricevente;
- S: è l'area totale della facciata, vista dall'interno;
- ΔL_{fs} : è l'influenza dovuta alla forma della facciata;
- T_0 : è il tempo di riverberazione di riferimento (per abitazioni 0,5 secondi).

Nei calcoli successivi, si considera un valore di potere fonoisolante per i complessi vetro-serramento (comprensivi degli eventuali elementi oscuranti e/o cassonetti coprirullo) pari o superiore a 47 dB per gli ambienti *sezione medi, sezione oasi e zona pranzo*, pari o superiore a 46 dB per i restanti locali.

Tali valori risultano essere prescrizione da riportare nel capitolato dell'opera.

I serramenti dovranno garantire una classe di permeabilità all'aria 4, ai sensi di quanto indicato nella norma UNI EN 12207: 2017 "Finestre e porte - Permeabilità all'aria - Classificazione": la posa dovrà tenere conto di quanto indicato nell'appendice J della norma UNI EN ISO 10140-1 :2021 in merito al potere fonoisolante R_s dei materiali di sigillatura.

Se nella partizione oggetto di analisi risultasse necessaria l'installazione di una presa d'aria per la ventilazione, questa dovrà essere necessariamente di tipologia silenziata, con valori prestazionali di $D_{n,e,w}$ indicativi non inferiori a 53 dB e in ogni caso, tali da garantire il valore di potere fonoisolante per l'intero complesso vetro serramento sopra indicato.

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	   DATA: 13/06/2023

La norma UNI 11175-1 :2021 riporta che *"il contributo della trasmissione laterale è solitamente trascurabile. Tuttavia, se elementi rigidi, come ad esempio setti in cemento o pareti in mattoni, sono collegati ad altri elementi rigidi all'interno della stanza ricevente, come solai o pareti divisorie, le trasmissioni laterali possono contribuire generalmente alla trasmissione del suono. Questo potrebbe diventare rilevante nel caso in cui siano richiesti alti requisiti di isolamento. Tuttavia, nella maggior parte dei casi non è necessario calcolare il contributo della trasmissione laterale".*

In ogni caso, a favore di sicurezza, si inserisce nel calcolo il termine correttivo $K = 2$.

Non risultano nel caso in esame applicabili attenuazioni dovute alla presenza di balconi, logge esterne e/o altri elementi schermanti.

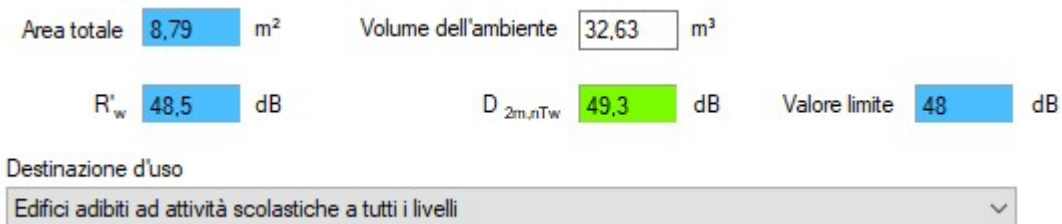






Figura 7: analisi previsionale (isolamento acustico di facciata, caso B)

Il valore ottenuto per l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, a 2 metri di distanza dalla facciata ($D_{2m,nT,w}$), è pari a 49,3 dB, calcolato con il software ANIT Echo (versione 8.3.1.4).

Tale valore risulta superiore (risultato conforme) sia al limite di legge di 48 dB per gli edifici associati alla categoria E, adibiti ad attività scolastiche e/o assimilabili, ai sensi del D.P.C.M. 05/12/19917 "Requisiti acustici passivi degli edifici", che al limite di 43 dB, indicato all'interno del prospetto A.1 della norma UNI 11367 (prestazione superiore) ai sensi Decreto 23 Giugno 2022 "Criteri Ambientali Minimi".

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 “Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici”	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo “Sole” – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

2.2 Indicatori di comfort acustico

La progettazione acustica delle aule scolastiche è finalizzata al raggiungimento di condizioni associate ad una buona intelligibilità del parlato.

Per intelligibilità del parlato si intende la percentuale di parole o frasi correttamente comprese da un ascoltatore rispetto alla totalità delle frasi pronunciate da un parlatore. Il fine è quello di ridurre da un lato lo sforzo vocale degli insegnanti e dall’altro di migliorare l’attenzione e l’apprendimento degli studenti.

In Italia la nuova norma UNI 11532-2 :2020 introduce i requisiti da considerare in fase di progettazione e di verifica nelle scuole.





La norma è volontaria per gli edifici privati, ma ha carattere cogente per gli edifici pubblici, in quanto richiamata dal 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*”.

2.2.1 Tempo di riverberazione

Si assume convenzionalmente come durata dell’onda sonora e si definisce tempo di riverberazione τ_{60} , il tempo necessario affinché la densità energetica esistente nella sala si sia ridotta di 60 dB (un milione di volte) rispetto al valore iniziale di regime.

Il tempo di riverberazione fornisce dunque un indice dell’apporto di energia delle onde riflesse: se tale tempo è lungo, l’apporto di energia delle onde riflesse è notevole e risulta elevata (a parità di energia emessa dalla sorgente) la densità energetica a regime, che contribuisce a rendere la sala *sonora*.

Se invece il tempo di riverberazione è breve, la densità energetica a regime è ridotta e la sala risulta *sorda*.





 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

Ammesse una perfetta diffusione dell'onda sonora da parte delle pareti e l'uniformità della distribuzione della densità energetica nella sala, è possibile giungere per via teorica ad un calcolo del tempo di riverberazione τ_{60} secondo due modelli basati su ipotesi differenti: la prima, ammessa da Sabine, suppone che l'assorbimento di energia sonora da parte delle pareti sia continuo nel tempo; la seconda, ammessa da Eyring, suppone invece che questo assorbimento avvenga in modo discontinuo.

$$\text{Formula di Sabine } \tau_{60,S} = \frac{0,16 V}{\sum S_i a_i} \quad \text{Formula di Eyring } \tau_{60,E} = \frac{0,07 V}{S \log \frac{1}{1 - a_m}}$$

Il valore ottimale del tempo di riverberazione τ_{60} è dedotto dall'esperienza, dipende dal volume della sala ed è diverso a seconda che si tratti della parola o della musica ed è dell'ordine del secondo.

Data la variabilità del coefficiente di assorbimento con la frequenza, anche la riverberazione varierà al variare della frequenza.

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

2.2.2 Speech Trasmission Index (STI)

Il principale indicatore di performance per l'acustica delle aule scolastiche è lo Speech Transmission Index (STI), che quantifica l'effetto combinato di rumore di fondo e di riverberazione sulla riduzione dell'intelligibilità di parlato, con o senza sistemi di amplificazione sonora.

Il parametro si ottiene tramite una procedura con la quale si determina la riduzione dell'indice di modulazione di un segnale di test che riflette le caratteristiche del parlato continuo, dalla sua emissione alla sua ricezione.

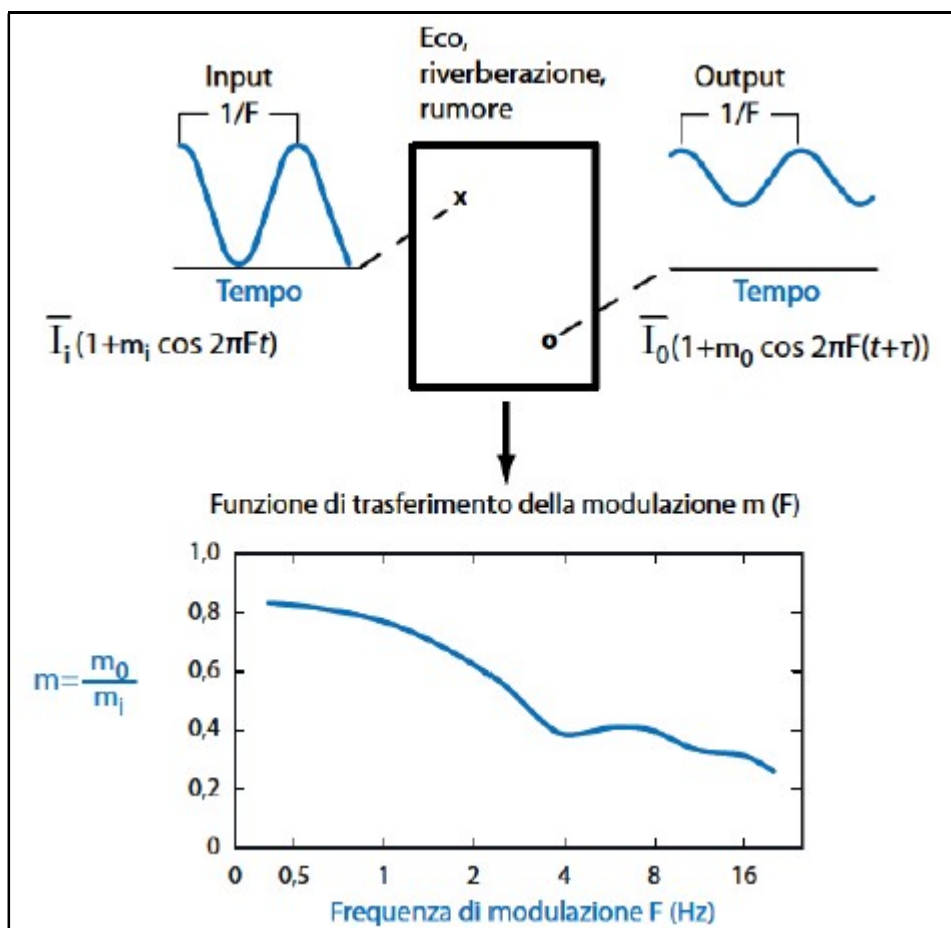






Figura 8: STI (riduzione dell'indice di modulazione di un segnale di test indicativo del parlato continuo)

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

L'indice può assumere valore tra 0 e 1 ed è stato correlato a scale soggettive di intelligibilità, riferita a persone adulte.

Valutazione di intelligibilità	STI [-]
Eccellente	> 0,75
Buono	0,60 – 0,75
Discreto	0,45 – 0,60
Scadente	0,30 – 0,45
Pessimo	< 0,30

Figura 9: STI (scala di valutazione dell'intelligibilità)

I valori del fattore di riduzione dell'indice di modulazione $m_{f,F}$ si possono ottenere da misure indipendenti del rapporto segnale-rumore e della risposta all'impulso dell'ambiente, attraverso la seguente equazione:

$$m_{f,F} = \frac{\int_0^{\infty} e^{-j2\pi Ft} p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p^2(t) dt} \cdot \frac{1}{(1 + 10^{-(S/N)_f/10})}$$





dove:

- $p(t)$ è la risposta all'impulso misurata in assenza di rumore [Pa];
- S/N_f è il rapporto segnale rumore, ovvero la differenza fra il livello del segnale e quello del rumore nella banda f considerata;
- F è la frequenza di modulazione [Hz].

Facendo riferimento ad un campo sonoro diffuso, per distanze molto maggiori della distanza critica, l'indice di modulazione si può ottenere dalla seguente equazione:

$$m_{f,F} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{2\pi \cdot F \cdot T_f}{13,8}\right)^2}} \cdot \frac{1}{1 + 10^{\frac{(S/N)_f}{10}}}$$

dove T_f è il tempo di riverberazione in secondi alla frequenza f .

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	  

Per l'indice STI si considerano 7 bande di ottava (frequenza f), da 125 Hz a 8000 Hz, e 14 frequenze di modulazione F , comprese tra 0,63 e 12,5 Hz, in intervalli di un terzo d'ottava. Si ottengono in questo modo 98 (7×4) valori dell'indice di modulazione m che vengono infine sintetizzati nell'indice STI.





Il parametro, oltre che dal rumore e dalla riverberazione, dipende dalle caratteristiche di emissione della voce umana, in particolare dall'intensità di emissione, variabile a seconda dello sforzo vocale del parlatore, dalla direttività della sorgente del parlatore e da altri fattori di natura linguistica (struttura grammaticale della lingua) e semantica (senso generale del messaggio parlato).

L'approccio seguito dalla norma UNI 11532-2 è quello di considerare uno sforzo vocale dell'insegnante "normale", secondo la classificazione data dalla norma ANSI 3.5, per ambienti sotto 250 m³ (corrispondente ad un livello L_{Aeq} pari a 60 dBA a 1 m dall'insegnante), fino a "elevato", per ambienti sopra i 250 m³, con o senza sistemi di amplificazione (corrispondente a 70 dBA).

L'aula viene così progettata in modo che, garantendo tempi di riverberazione e livelli di rumore dagli impianti e ambientale raccomandati dalla norma, si ottengano valori di STI che garantiscano buone condizioni di comprensione del parlato.

Se da un lato il rumore generato dagli impianti e il rumore ambientale esterno possono essere stimati in fase di progettazione, il rumore legato all'attività scolastica viene trascurato in fase sia di progetto che di collaudo.

I livelli di rumore all'interno degli ambienti scolastici vengono controllati indirettamente attraverso la progettazione di strutture di facciata e di partizioni interne con adeguato potere fonoisolante e, direttamente, attraverso il controllo del rumore generato dalle componenti impiantistiche.

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

2.2.3 Analisi previsionale (tempo di riverberazione, sezione oasi)

L'ambiente oggetto di analisi si individua nell'ambiente tipo *sezione oasi*.

Ai fini dei calcoli, si è provveduto alla creazione di un modello tridimensionale, utilizzato come interfaccia per operare una previsione numerica della riverberazione, tramite l'ausilio del software previsionale ANIT Echo versione 8.3.1.4 (che recepisce le norme UNI 12354-6 e UNI 11532).

Come correzione acustica per gli ambiente ad uso scolastico, comune e/o lavorativo si prevede la posa di un controsoffitto in pannelli in lana di roccia tipo *Rockfon Ekla* aventi classe A di assorbimento acustico ed i coefficienti minimi riportati nella tabella successiva.

Tabella 14: analisi previsionale (coefficienti di assorbimento pannelli fonoassorbenti)

Coefficients di assorbimento tipo <i>Rockfon Ekla</i>					
125 Hz	125 Hz	125 Hz	125 Hz	125 Hz	125 Hz
0,60	0,90	1	0,95	1	1

Tabella 15: analisi previsionale (superfici di assorbimento, ambiente *sezione oasi*)

Superficie	Materiali	Superficie
Pavimento	Pavimentazione rigida	46,97 mq
Controsoffitto	Pannelli in lana di roccia tipo <i>Rockfon Ekla</i>	46,97 mq
Pareti laterali	Intonaco	64,32 mq
Serramenti	Vetro	15,64 mq
Porte	Finitura metallo e/o plastica	5,72 mq
Volume		133,86 mq





 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

Tabella 16: analisi previsionale (coefficienti di assorbimento, ambiente *sezione oasis*)

Materiale	Coefficienti di assorbimento α_p					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Gres / piastrelle	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
Rockfon Ekla	0,60	0,90	1	0,95	1	1
Intonaco	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
Vetro doppio	0,28	0,20	0,11	0,06	0,03	0,02
Finitura metallo e/o plastica	0,05	0,08	0,10	0,10	0,07	0,02

Nota: i coefficienti di assorbimento acustico considerati in modo cautelativo ai fini delle analisi sono ricavati da schede tecniche e/o certificazioni fornite dalla case produttrici, dai valori riportati all'interno dei riferimenti normativi UNI 11523-2 e UNI EN 12354-6, dall'archivio del software previsionale Echo e/o in analogia con materiali simili nel caso di indisponibilità.

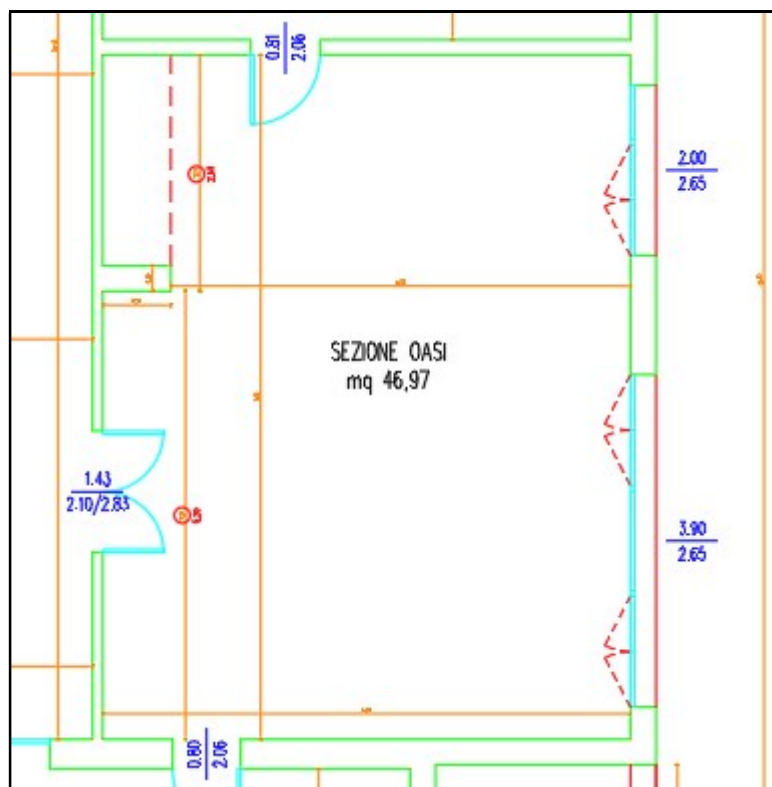






Figura 10: elaborati progettuali (pianta piano terra, ambiente *sezione oasis*)





 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

Si presentano di seguito i risultati della valutazione in termini di tempo di riverberazione, ottenuti attraverso la creazione del modello tridimensionale tramite l'impiego di software previsionale ANIT Echo versione 8.3.1.4.

Il tempo di riverberazione (media 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz) ad ambiente non occupato risulta, in previsione, pari a 0,4 secondi, inferiore (valore conforme) al limite di 1,2 s indicato nella Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 3150 del 22/05/1967.



Figura 11: analisi previsionale (media RT secondo D.P.C.M. 05/12/1997, sezione oasi)

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

Ai sensi di quanto indicato all'interno della norma UN 11532-2 :2020, richiamata all'interno del Decreto 23 Giugno 2022, per gli ambienti appartenenti alle categoria A6.5 (sale da pranzo) si verifica che il rapporto A/V sia superiore ad un valore minimo, per frequenze comprese tra 250 Hz e 2 kHz).

Tabella 17: analisi previsionale (rapporto A/V secondo UNI 11532-2, ambiente sezione oasi)

Categoria	Per altezza dell'ambiente $h \leq 2,5$ m rapporto A/V in mq/mc	Per altezza dell'ambiente $h > 2,5$ m rapporto A/V in mq/mc
A6.5	$A/V \geq 0,30$	$A/V \geq [1,47 + 4,69 \log(h/1)]^{-1} = 0,28$

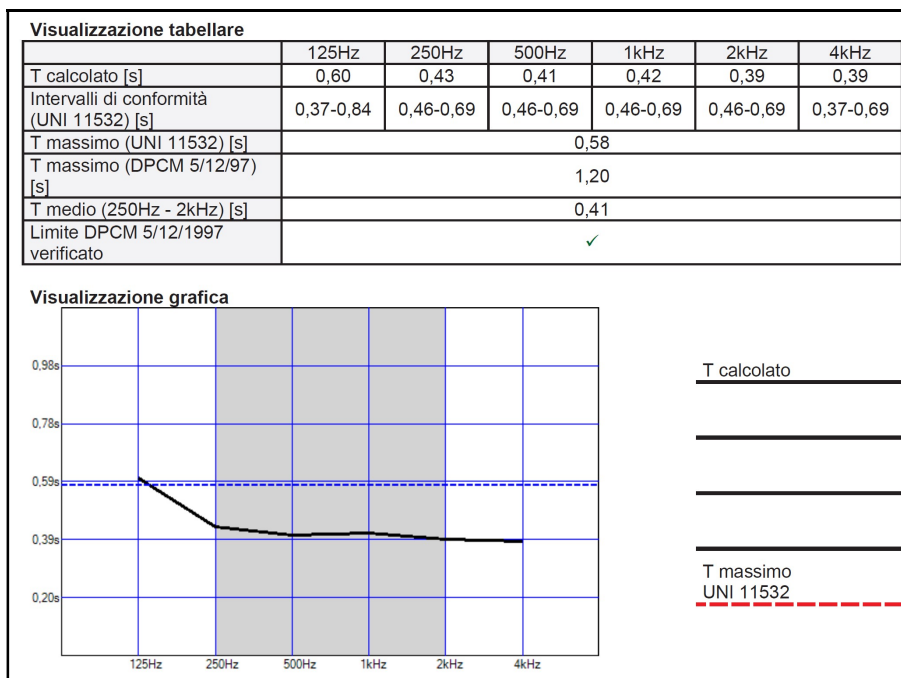






Figura 12: analisi previsionale (verifica conformità secondo UNI 11532-2, sezione oasi)

I valori del rapporto A/V per le frequenze comprese tra 250 Hz e 2 kHz risultano, in previsione, superiori al valore limite calcolato come da della norma UNI 11532-2 :2020 richiamata all'interno del Decreto 23/06/2022 "Criteri Ambientali Minimi" (risultato conforme).

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	   DATA: 13/06/2023

3. Interventi volti al rispetto dei requisiti acustici passivi degli edifici

3.1 Isolamento di facciata

I serramenti contribuiscono in maniera determinante all'isolamento complessivo della facciata: questi elementi dovranno essere installati in opera in modo da evitare il passaggio dell'aria (e quindi dei rumori) lungo il perimetro.





L'indice di potere fonoisolante dei serramenti deve essere certificato dal fornitore degli stessi mediante i risultati di prove di laboratorio conformi alla normativa tecnica vigente (UNI ES ISO 10140): la prova deve riguardare l'intero serramento (telaio + vetro).

Nel caso in cui i serramenti siano dotati di cassonetto tale prova dovrà, invece, riguardare l'intero sistema monoblocco (telaio + vetro + cassonetto) con avvolgibile alzato (finestra non oscurata); in alternativa, sarà possibile considerare separatamente i certificati di finestre e cassonetti.

Il fornitore dei serramenti indica tutte le prescrizioni di corretta posa in opera dei propri sistemi, che devono risultare conformi a quanto indicato per la corrispondente posa in opera nelle prove di laboratorio.

Le prestazioni in opera dei serramenti dipendono, oltre che dalle caratteristiche intrinseche, dalla qualità dei vari componenti che lo costituiscono, dalla qualità del loro assemblaggio, dalla qualità del montaggio sul muro e da quella del muro medesimo.

- Estrema cura viene raccomandata nella realizzazione e nella posa delle guarnizioni, che devono essere prive di rotture e, per quanto possibile, continue lungo tutto il perimetro del serramento, con particolare attenzione alla realizzazione degli angoli.
- Tra falso telaio e telaio si raccomanda l'interposizione di materiale fibroso fonoimpedente o, in alternativa, l'utilizzo di schiume che riempiano completamente l'intercapedine.
- Occorre minimizzare l'esposizione del falso telaio e garantire che sia protetto da materiale isolante sufficiente ad evitare perdite di prestazione.
- Il telaio fisso deve essere giuntato sul perimetro interno ed esterno utilizzando silicone: è da preferire la realizzazione della mazzetta esterna rispetto alla posa in luce.

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	   DATA: 13/06/2023

Si ritiene necessario effettuare la scelta dei serramenti sulla base di certificazioni di laboratorio eseguite su un campione avente la stessa tipologia di apertura, lo stesso numero di ante e una superficie simile (non inferiore al 50%) dei serramenti di progetto.

Se la condizione sulla dimensione non risulta rispettata occorre considerare i coefficienti correttivi riportati nella seguente tabella (allegato B della UNI EN 14351-1 :2016), che devono essere sommati alle prestazioni acustiche richieste per i serramenti:





Window size range		Sound insulation value for window
Test results (see B.2) for test specimen of any size	Tabulated values (see B.3) *	
-100% to 50% of test specimen overall area	overall area $\leq 2,7 \text{ m}^2$	R_w and $R_w + C_{tr}$ according to B.2 or B.3
+50% to 100% of test specimen overall area	$2,7 \text{ m}^2 < \text{overall area} \leq 3,6 \text{ m}^2$	R_w and $R_w + C_{tr}$ corrected by -1 dB
+100% to 150% of test specimen overall area	$3,6 \text{ m}^2 < \text{overall area} \leq 4,6 \text{ m}^2$	R_w and $R_w + C_{tr}$ corrected by -2 dB
> +150% of test specimen overall area	$4,6 \text{ m}^2 < \text{overall area}$	R_w and $R_w + C_{tr}$ corrected by -3 dB
* The area intervals indicated for tabulated values are identical to the intervals for test results according to B.2 using the recommended test specimen size 1,23 m x 1,48 m		

Tabella 18: accorgimenti costruttivi (coefficienti correttivi UNI EN 14351-1 allegato B)

In sede esecutiva, la D.L. deve richiedere la fornitura di serramenti con telai tali da ricreare le condizioni di prova in laboratorio del serramento medesimo.

Se ciò non dovesse essere soddisfatto i certificati di misura non saranno ritenuti validi e, quindi, per validare la scelta di un serramento darà necessaria una misura di isolamento di facciata in opera durante le fasi di cantiere.

La posa del serramento deve avvenire secondo la normativa UNI 11673-1:2017 "Posa in opera di serramenti"; si riportano di seguito esempi di corretta posa con giunto in luce e giunto in battuta di un generico telaio.

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

Il giunto per la posa del telaio in luce e costituito dai seguenti componenti messi in opera nell'ordine sotto riportato:

- si applica un cordolo sigillante sulle tre spallette di battuta del vano finestra e sul davanzale, avendo cura di raccordarli;
- una volta inserito e fissato il telaio del serramento all'interno del vano murario, occorre eseguire l'operazione di riempimento del giunto con materiale espandente;
- effettuare la sigillatura della parte interna del giunto con sigillante;
- effettuare la sigillatura della piccola fuga che rimane tra la muratura e il serramento sulla parte esterna del giunto con sigillante.

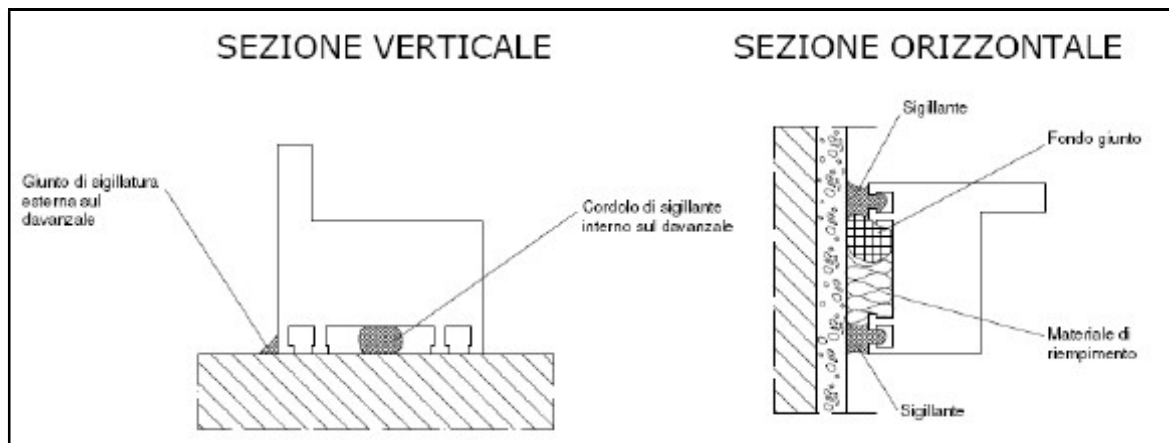






Figura 13: accorgimenti costruttivi (corretta sigillatura del giunto in luce)

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	  

Ai fini dell'isolamento acustico un giunto in battuta funziona meglio di un giunto in luce, soprattutto se il giunto non è stato realizzato correttamente.

Per la creazione del giunto a battuta su spalletta a centro muro o a mazzetta si riportano i componenti da utilizzare e la successione delle operazioni da effettuare al fine di ottenere un giunto efficacemente sigillato e coibentato:

- si applica un cordolo sigillante sulle tre spallette di battuta del vano finestra e sul davanzale, avendo cura di raccordarli;
- una volta inserito e fissato il telaio del serramento all'interno del vano murario, occorre eseguire l'operazione di riempimento del giunto con materiale espandente;
- effettuare la sigillatura della parte interna del giunto con sigillante;
- effettuare la sigillatura della piccola fuga che rimane tra la muratura e il serramento sulla parte esterna del giunto con sigillante.

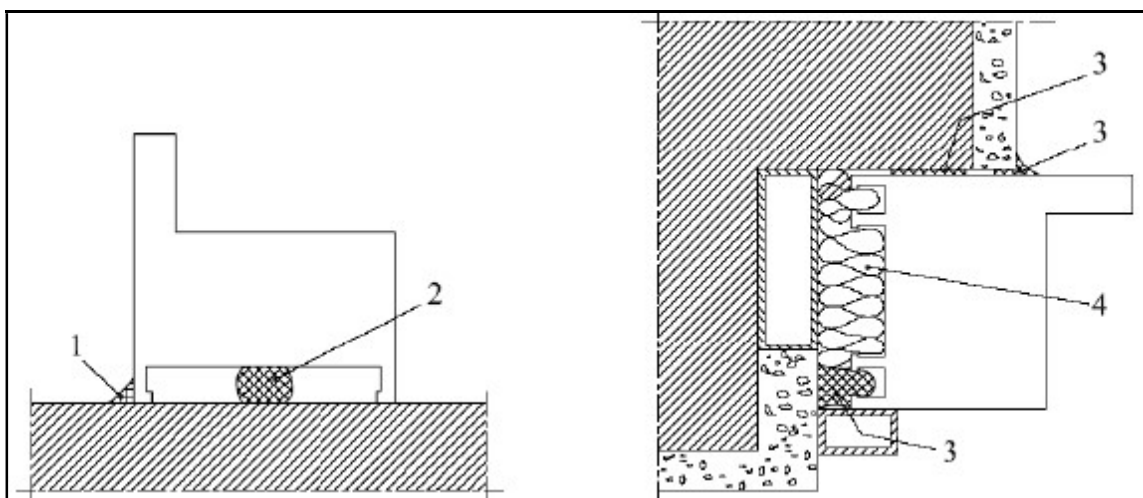






Figura 14: accorgimenti costruttivi (corretta sigillatura del giunto in battuta)

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

4. Conclusioni

4.1 Condizioni di calcolo (prescrizioni architettoniche)

La presente relazione si basa su condizioni di progetto che costituiscono specifica prescrizione per la realizzazione dell'opera, come indicato ai capitoli precedenti, cui si rimanda per i necessari approfondimenti.

Isolamento di facciata





- Nei calcoli è stato considerato un valore di potere fonoisolante per i complessi vetro-serramento (comprensivi degli eventuali elementi oscuranti e/o cassonetti coprirullo) pari o superiore a 47 dB per gli ambienti *sezione medi*, *sezione oasi* e *zona pranzo*, pari o superiore a 46 dB per i restanti locali.

Tali valori risultano essere prescrizione da riportare nel capitolato dell'opera.

I serramenti dovranno garantire una classe di permeabilità all'aria 4, ai sensi di quanto indicato nella norma UNI EN 12207: 2017 "Finestre e porte - Permeabilità all'aria - Classificazione": la posa dovrà tenere conto di quanto indicato nell'appendice J della norma UNI EN ISO 10140-1 :2021 in merito al potere fonoisolante R_s dei materiali di sigillatura.

Interventi di correzione acustica

- Come correzione acustica per gli ambiente ad uso scolastico, comune e/o lavorativo si prevede la posa di un controsoffitto in pannelli in lana di roccia tipo *Rockfon Ekla* aventi classe A di assorbimento acustico ed i coefficienti minimi riportati nella tabella successiva.





 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 “Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici”	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo “Sole” – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

4.2 Stima previsionale del rispetto dei valori limite

I valori calcolabili, in previsione e fermo restando le condizioni progettuali riportate, risultano rispettare i limiti di stabiliti dalla normativa vigente per l’isolamento di facciata e per il tempo di riverberazione, ai sensi di quanto indicato nel D.P.C.M. 05/12/1997 “Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici” e nel Decreto 23/06/2022 “Criteri Ambientali Minimi”.

Le analisi sono state condotte per mezzo del software previsionale ANIT Echo 8.3.1.2, che implementa i modelli di calcolo forniti dalle seguenti norme.

- UNI EN 12354-1 :2017 “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”.
- UNI EN 12354-2 :2017 “Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti” .
- UNI EN 12354-3 :2017 “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” .
- UNI EN 12354-6 :2006 “Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi”.
- UNI 11532-1:2018 “Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – Parte 1: Requisiti generali”.
- UNI 11532-2: 2020 “Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – Parte 2: Settore scolastico”.
- UNI 11175-1 :2021 “Acustica in edilizia - Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Parte 1: Applicazione delle norme tecniche alla tipologia costruttiva nazionale”.
- UNI 11175-2 :2021 “Acustica in edilizia - Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Parte 2: dati di ingresso per il modello di calcolo”.

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 “Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici”	REV. 0.1
	Intervento riqualificazione Asilo “Sole” – Reggio Emilia (RE)	   DATA: 13/06/2023

- UNI 11367 :2010 “Acustica in edilizia – Classificazione acustica delle unità immobiliari – Procedura di valutazione e verifica in opera”.
- UNI 11367 :2023 “Acustica in edilizia – Classificazione acustica delle unità immobiliari – Procedura di valutazione e verifica in opera”.

Occorre evidenziare che l'attendibilità dei metodi di calcolo è da ritenersi strettamente vincolata a quanto di seguito elencato:





- alla veridicità delle certificazioni acustiche dei componenti edilizi;
- alla effettiva utilizzazione in corso d'opera dei componenti certificati;
- alla esecuzione a regola d'arte dei componenti oggetto di valutazione (pareti, solai);
- alla corretta installazione dei serramenti (finestre, porte);
- alle incertezze insite nel modello stesso e, comunque, presenti in ogni valutazione analitica del tipo in esame.

La differenza tra i risultati di calcolo e le prestazioni raggiunte in opera dipende principalmente da fattori quali l'attendibilità dei dati di ingresso, la rappresentatività del caso reale con il modello e la corretta realizzazione dell'opera: non è possibile, pertanto, esprimere una precisione del metodo di calcolo per tutte le situazioni reali.

La norma UNI EN ISO 12354-1 :2017, all'interno dell'appendice K, propone un metodo per stimare l'incertezza dei calcoli di potere fonoisolante apparente per indici di valutazione, valida solo se i dati di ingresso sono prestazioni misurate in laboratorio e, pertanto, di difficile applicazione per la difficoltà nel reperire corretti dati di ingresso.

“I modelli di calcolo forniscono una previsione delle prestazioni misurate degli edifici, presupponendo una buona esecuzione e misurazioni molto accurate. L'accuratezza della previsione dei modelli presentati dipende da numerosi fattori: l'accuratezza dei dati di ingresso, la corrispondenza della situazione reale al modello, il tipo di elementi e giunti coinvolti, la geometria della situazione e l'esecuzione.

Di conseguenza, non è possibile specificare, in generale e per tutte le situazioni e applicazioni, il livello di accuratezza delle previsioni.

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	  

Dovranno essere raccolti dati sull'accuratezza in futuro confrontando i risultati del modello con misurazioni in opera di una varietà di edifici differenti.

Si possono tuttavia fornire alcune indicazioni.

L'esperienza prevalente nell'applicazione di simili modelli è stata finora acquisita con edifici dove gli elementi strutturali di base erano omogenei, cioè pareti di mattoni, calcestruzzo, blocchi di gesso, eccetera.

In tali situazioni la previsione dell'indice di valutazione tramite il modello dettagliato è mediamente corretta (nessun errore sistematico) con uno scarto tipo da 1,5 dB a 2,5 dB (il valore inferiore se si tiene conto di tutti gli aspetti, quello superiore in caso di situazioni complesse e se si trascura il tempo di riverberazione strutturale).

Le previsioni con il modello semplificato mostrano uno scarto tipo di circa 2 dB."

In relazione agli impianti tecnologici a funzionamento continuo e discontinuo, il modello di calcolo indicato all'interno della norma UNI EN ISO 12354-5 :2009 risulta di difficile applicazione nella sua integrità, richiedendo dati di ingresso non completamente reperibili; ai fini di una corretta progettazione del rumore da impianti sono state illustrate indicazioni di corretta posa in opera dei sistemi costruttivi nel paragrafo 3.4.

La scelta degli ambienti e/o delle partizioni oggetto di analisi è stata condotta in modo prudentiale, valutando situazioni di particolare criticità in relazione alle condizioni di applicabilità della normativa di calcolo (ad esempio, ambienti con ridotta volumetria ed elevata superficie dei serramenti sottesi nel calcolo dell'isolamento di facciata).

Per ogni analisi sono stati introdotti opportuni coefficienti di cautela, con particolare riferimento alla scelta dei giunti di collegamento tra le varie partizioni orizzontali e verticali, considerando opzioni valide differenti al fine di valutare l'influenza degli stessi sul risultato finale.

Per tale motivo i risultati ottenuti per gli indici di cui sopra possono ritenersi estensibili all'intero edificio.









 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

Tabella 19: riepilogo risultati (tabella comparativa valori limite legge / risultati analisi teorica)

Indice / Requisito	Valore limite D.P.C.M. 05/12/1997	Valore previsionale di calcolo
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ (caso A)	$D_{2m,nT,w} \geq 48$ dB	$D_{2m,nT,w} = 48,8$ dB valore conforme
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ (caso B)	$D_{2m,nT,w} \geq 48$ dB	$D_{2m,nT,w} = 49,3$ dB valore conforme
Tempo di riverberazione (Circolare 22/05/1967) ambiente <i>sezione 2 oasi</i>	$RT60 < 1,2$ s	$RT = 0,4$ s valore conforme

Tabella 20: riepilogo risultati (tabella comparativa valori limite legge / risultati analisi teorica)

Indice / Requisito	Valore limite C.A.M. UNI 13367 (prospetto A.1)	Valore previsionale di calcolo
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ (caso A)	$D_{2m,nT,w} \geq 43$ dB	$D_{2m,nT,w} = 48,8$ dB valore conforme
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ (caso B)	$D_{2m,nT,w} \geq 43$ dB	$D_{2m,nT,w} = 49,3$ dB valore conforme
Indice / Requisito	Valore limite C.A.M. UNI 11532-2 :2020	Valore previsionale di calcolo
Tempo di riverberazione ambiente <i>sezione 2 oasi</i>	$A/V \geq 0,28$ m ² /m ³	A/V (250 Hz – 2 kHz) al di sopra del valore limite valori conformi

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici"	REV. 0.1   
	Intervento riqualificazione Asilo "Sole" – Reggio Emilia (RE)	DATA: 13/06/2023

In conclusione, tenuto conto di quanto finora esposto, possiamo affermare che, fermo restando le condizioni progettuali avanti enunciate, le partizioni oggetto di analisi sono conformi, in previsione, alle prescrizioni di cui all'attuale legislazione vigente in materia.

Reggio Emilia (RE), 13/06/2023

dott. ing. Emanuele Morlini ()*

*dott. ing. Luca Parmeggiani (**)*

(*)

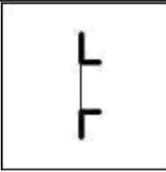
- iscritto all'Ordine degli Ingegneri della provincia di Reggio Emilia, sotto il n. 1321
- iscritto all'albo dei tecnici competenti in acustica ambientale, di cui alla Legge 26 Ottobre 1995, n. 447, secondo quanto comunicato dalla Provincia di Reggio Emilia con prot. n. 16895-02/15183 del 05 Marzo 2002
- iscritto nell'elenco nominativo Nazionale dei tecnici competenti in acustica ENTECA (D. Lgs. n. 42/2017) sotto il n. 5286 dal 10/12/2018
- iscritto all'albo dei Consulenti Tecnici del Tribunale di Reggio Emilia sotto il n. 494/124 dal 10/10/2003
- certificato n. REB-2259-IT2 il 30/04/2020



(**)

- iscritto all'Ordine degli Ingegneri della provincia di Reggio Emilia, sotto il n. 1593
- iscritto all'Elenco dei Certificatori Ecoabita
- iscritto all'Elenco dei Certificatori Energetici della Regione Emilia Romagna, sotto il n. 839

5. Schede di valutazione (software previsionale Echo 8.3.1.4)

CALCOLO DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA					
VpRAP VpCAM Asilo Sole Reggio Emilia - analisi facciata (caso A)					
Dati geometrici					
Volume dell'ambiente [m ³]	128,47				
Superficie della facciata [m ²]	24,21				
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	VpRAP - serramento certificato 47 dB	15,63	47,00	-	-
2	VpRAP Nido Sole Reggio Emilia - perimetrale	8,58	54,04	-	-
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	aw 0,3				
Risultati					
R' _w [dB]	46,5				
D _{2m,nT,w} [dB]	48,8				
Categoria dell'edificio	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli				
D _{2m,nT,w} minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	48,0				
Verifica limite	✓				
Calcoli eseguiti con il software ECHO 8.3.1					

VpRAP VpCAM Asilo Sole Reggio Emilia - analisi facciata (caso B)

Dati geometrici

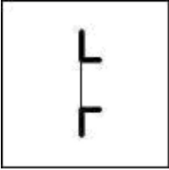
Volume dell'ambiente [m ³]	32,63
Superficie della facciata [m ²]	8,79

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	VpRAP Nido Sole Reggio Emilia - perimetrale	6,76	54,04	-	-
2	VpRAP - serramento certificato 46 dB	2,03	46,00	-	-

con:

Correzioni

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

Risultati

R' _w [dB]	48,5
D _{2m,nT,w} [dB]	49,3
Categoria dell'edificio	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli
D _{2m,nT,w} minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	48,0
Verifica limite	✓

VpRAP VpCAM Asilo Sole Reggio Emilia - analisi RT (sezione oasi)

Caratteristiche dell'ambiente

Dati geometrici

Volume dell'ambiente vuoto [m ³]	133,9
Volume netto dell'aria [m ³]	133,9

Condizioni interne

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

Area totale di assorbimento equivalente dell'aria						
	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
A [m ²]	0,05	0,16	0,32	0,54	0,91	2,20

Valori di riferimento

DPCM 5/12/1997	Edificio scolastico	Aula
	T medio (250Hz - 2kHz) [s]	1,2

UNI 11367:2010	Ambiente adibito a	Altre attività

UNI 11532-2:2020	A6 - Aree e spazi non destinati all'apprendimento A6.5 - Ambienti con particolare necessità di riduzione del rumore e di comfort nell'ambiente	Senza impianto di amplificazione o con impianto spento
	Altezza dell'ambiente [m]	2,9
	T massimo [s]	0,58
	STI minimo	-
	C50 minimo [dB]	-

Calcoli eseguiti con il software ECHO 8.3.1

7

Tempo di riverberazione

Coefficienti di assorbimento materiali/elementi

Materiale	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
Coperture rigide per pavimenti (per esempio, PVC, parquet) su pavimenti pesanti	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06
UNI 11532-2 Intonaco di calce e cemento	0,03	0,03	0,02	0,04	0,05	0,05
UNI 11532-2 Finestre (vetri doppi)	0,28	0,20	0,11	0,06	0,03	0,02
Porta (metallo)	0,05	0,08	0,10	0,10	0,07	0,02
Pannelli Rockfon Ekla	0,60	0,90	1,00	0,95	1,00	1,00

Aree assorbimento equivalenti

Materiale	Area / Nr	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
Coperture rigide per pavimenti (per esempio, PVC, parquet) su pavimenti pesanti	46,97	0,94	1,41	1,88	2,35	2,35	2,82
UNI 11532-2 Intonaco di calce e cemento	64,32	1,93	1,93	1,29	2,57	3,22	3,22
UNI 11532-2 Finestre (vetri doppi)	15,64	4,38	3,13	1,72	0,94	0,47	0,31
Porta (metallo)	5,72	0,29	0,46	0,57	0,57	0,40	0,11
Pannelli Rockfon Ekla	46,97	28,18	42,27	46,97	44,62	46,97	46,97

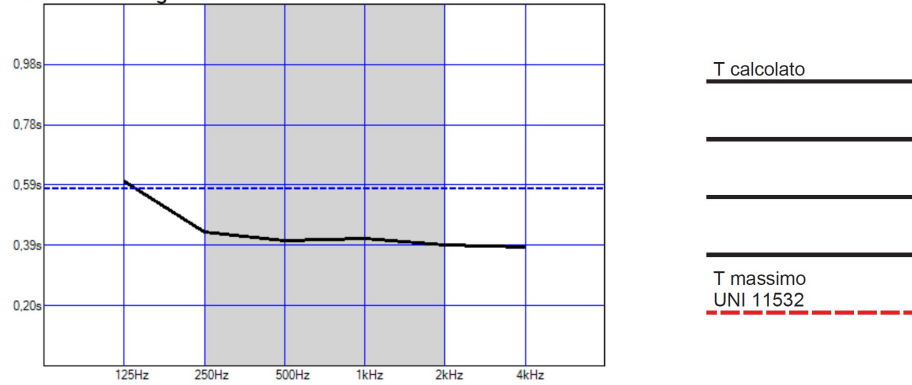
Calcoli eseguiti con il software ECHO 8.3.1

8

Visualizzazione tabellare

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
T calcolato [s]	0,60	0,43	0,41	0,42	0,39	0,39
Intervalli di conformità (UNI 11532) [s]	0,37-0,84	0,46-0,69	0,46-0,69	0,46-0,69	0,46-0,69	0,37-0,69
T massimo (UNI 11532) [s]	0,58					
T massimo (DPCM 5/12/97) [s]	1,20					
T medio (250Hz - 2kHz) [s]	0,41					
Limite DPCM 5/12/1997 verificato	✓					

Visualizzazione grafica



Calcoli eseguiti con il software ECHO 8.3.1

9

Analisi potere fonoisolante (parete perimetrale esistente)

Descrizione (interno → esterno)		Spessore	Densità
1	Intonaco di calce e sabbia	10 cm	≥ 1400 kg/m ³
2	Muratura in mattoni semipieni doppi testa	25 cm	≥ 1400 kg/m ³

Tabella 21: analisi previsionale (stratigrafia, parete perimetrale esistente)

Nota: i valori relativi alle densità (superficiali e volumetriche) considerati nella tabella precedente, sono tratti da fonti bibliografiche, certificazioni e/o documentazione tecnica associata al progetto.

Il potere fonoisolante relativo alla stratigrafia in esame è, in previsione, pari a 54,0 dB (software ANIT Echo versione 8.3.1.4).

La formula utilizzata per il calcolo delle prestazioni della tamponatura base in laterizio è, in modo cautelativo, quella indicata nella norma UNI EN ISO 11175-1 :2021 per le “partizioni monostrato in elementi di laterizio forati, aventi percentuali di foratura non superiore al 65% e caratterizzati da fori distribuiti pressoché uniformemente sulla faccia dell’elemento, posati con giunti orizzontali e verticali riempiti di malta”.

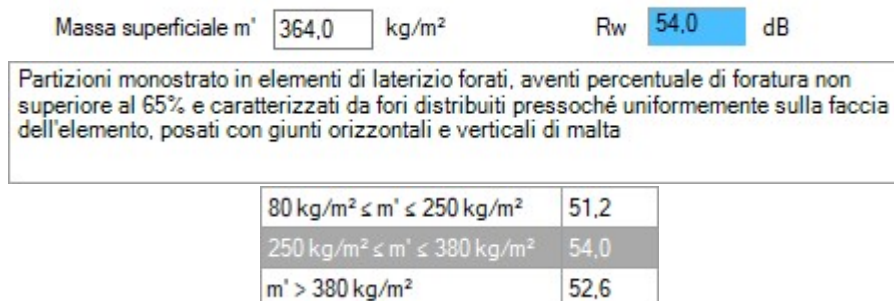




Figura 15: analisi previsionale (potere fonoisolante, parete perimetrale)



Scheda tecnica



in riferimento alla norma italiana UNI EN 771-1. Prodotto in categoria I CE



TIPOLOGIA DI BLOCCO

Blocco a facce lisce porizzato con additivi di origine naturale per la realizzazione di murature portanti secondo le NTC 2018. Conforme ai Criteri Ambientali Minimi (CAM)

Pth BIO MOD 35-25/19 (45%)

Caratteristiche del blocco

Codice		18115445	
Stabilimento di produzione		BUBANO 1	
Tipologia di muro		portante	
Spessore	cm	35	25
Lunghezza	cm	25	35
Altezza	cm	19	
Peso del blocco	kg	14,5	
Foratura	% <	45	
Densità media	Kg/mc	880	

Muratura e confezionamento sp. 35 sp. 25

Muratura mc	pezzi	n.	54,0	
	malta tradizionale	dmc	121,0	
	malta tradizionale	sacchi n.	8,1	
	peso ⁽¹⁾	kg	1000,6	
Muratura mq	pezzi	n.	18,9	13,7
	malta tradizionale	dmc	42,4	23,5
	malta tradizionale	sacchi n.	2,8	1,6
	peso ⁽¹⁾	kg	350,2	240,6
Pacco	pezzi	n.	45	
	peso	kg	653	
	pezzi per motrice	13t	810	
	pezzi per autoreno	29t	1980	

Caratteristiche meccaniche sp. 35 sp. 25

Resistenza del blocco	base ⁽²⁾	$[f_{bm} / f_{bk}]$	N/mm ²	15,4 / 14
	media (f _{bm}) e caratteristica (f _{bk})	testa ⁽²⁾	$[f_{bm} / f_{bk}]$	N/mm ²
Resistenza della muratura	a compressione ⁽³⁾	[f _c]	N/mm ²	-
	a taglio ⁽³⁾	[f _{vk}]	N/mm ²	-

Caratteristiche termiche sp. 35 sp. 25

Conducibilità termica (λ)	λ _{10dry} del blocco a secco ⁽⁴⁾	W/mK	0,145	0,206
	λ _{equi} del muro con malta trad. 12 mm ⁽⁴⁾	W/mK	0,226	0,265
	λ _{equi} del muro con malta trad. 6 mm ⁽⁴⁾	W/mK	0,178	0,218
	λ _{equi} del muro con malta term. 6 mm ⁽⁴⁾	W/mK	0,167	0,201
Trasmittanza termica (U) della muratura	con giunto di malta 12 mm trad. ⁽⁵⁾	W/mqK	0,564	0,855
	con giunto di malta 6 mm trad. ⁽⁵⁾	W/mqK	0,456	0,729
	con giunto di malta 6 mm term. ⁽⁵⁾	W/mqK	0,431	0,681
Capacità termica areica interno	⁽⁶⁾	KJ/mqK	43,25	47,19
Trasmittanza termica periodica	⁽⁶⁾	W/mqK	0,062	0,231
Sfasamento	⁽⁶⁾	ore	15,31	10,92
Attenuazione	⁽⁶⁾	-	0,110	0,270

Resistenza al fuoco sp. 35 sp. 25

	min ⁽⁷⁾	REI 240	REI 120
--	--------------------	---------	---------

Potere fonoisolante sp. 35 sp. 25


	dB ⁽⁸⁾	53	51
--	-------------------	----	----

1. Si considera lo spessore dei giunti orizzontali e verticali di malta di 12 mm continui; 2. Resistenza a compressione caratteristica dichiarata secondo le NTC 2018 e la UNI EN 771; 3. Valori di resistenza meccanica ottenibili dalla tabella 5 del capitolo 11.10 delle NTC 2018 secondo la malta utilizzata; 4. Secondo la UNI EN 1745 (valore senza maggiorazione) calcolato con malta tradizionale (λ = 0,9 W/mK) e termica (λ = 0,22 W/mK); 5. Valori termici calcolati con intonaco a base calce (λ = 0,54 W/mK) spessore 15+15 mm; 6. Valori calcolati con intonaco a base calce spessore 20+20 mm; 7. In conformità alla circolare VVF 15/02/08 e DM 16/02/07 all.D. 8. Valore calcolato con la legge della massa (20 log (M) per massa superficiale 50+400 Kg/mq e 20,5 log (M) per massa superficiale 230+400 Kg/mq) compresi gli intonaci. Calore specifico del laterizio c = 1000 J/KgK; Coeff. diffusione vapore acqueo μ = 5/10.

Tutta la documentazione compresi certificati e voci di capitolato è scaricabile al seguente link: www.wienerberger.it/servizi/download 10/01/2022

I dati inseriti nella presente scheda tecnica sono indicativi

Wienerberger SpA Unipersonale - Sede legale: 40027 Mordano (BO) fraz. Bubano, Via Ringhiera 1 - tel. 0542 56811, fax 0542 51143 - Italia@wienerberger.com - www.wienerberger.it
 Altri stabilimenti: Feltrre: 32030 Villabruna di Feltrre (BL) - Strada della Fornace 7 - tel. 0439 340411, fax 0439 42731; Gattinara: 13045 Gattinara (VC) - Via Rovasenda 79 - tel. 0163 831012, fax 0163 834086; Terni: 05100 Terni (TR) - Voc. Macchiagrossa 1/a - tel. 0744 241497, fax 0744 241517



<https://bit.ly/WienerbergerEPD>




Figura 16: scheda tecnica (blocco laterizio porizzato, fonte wienerberger.it)

6. Schede tecniche e/o certificazioni




PLANET 72 PLUS (NEO)

Serie iper termica al top della gamma Planet, propone livelli di resistenza meccanica oltre l'eccellenza. Particolarmente indicata per edifici in classe A+. Planet 72 Plus ha ottenuto la certificazione FinestraQualità dall'Agenzia CasaClima.

La dicitura **NEO** indica la possibilità di richiedere il serramento NEOciclato, cioè con alluminio e barrette prodotti da materiale rigenerato, nel rispetto dei Criteri Minimi Ambientali.

-  Permeabilità all'aria: Classe 4
-  Tenuta all'acqua: Classe E 1500
-  Resistenza al vento: Classe C5
-  Isolamento Acustico: **49 dB**
-  Resistenza all'effrazione: Classe 2
-  Isolamento termico: **0.77 W/m2K**

Figura 17: scheda tecnica (esempio tipologia serramento, fonte *alsistem.it*)



PLANET 62 UP (NEO)

Nuovo sistema a taglio termico, con sezione telaio di soli 62mm, che garantisce ottime prestazioni termoacustiche e di tenuta agli agenti atmosferici. Le **nuove barrette tubolari**, realizzate in **poliammide a bassa densità**, migliorano le prestazioni termiche del sistema, utilizzabile per ECOBONUS e SUPERBONUS. Inoltre grazie all'utilizzo di alluminio rigenerato, la serie rispetta i CAM (Criteri Ambientali Minimi)

La dicitura **NEO** indica la possibilità di richiedere il serramento NEOciclato, cioè con alluminio e barrette prodotti da materiale rigenerato, nel rispetto dei Criteri Minimi Ambientali.







-  Permeabilità all'Aria: Classe 4
-  Tenuta all'acqua: Classe E 1200
-  Resistenza al vento: Classe C4
-  Isolamento acustico: 48 dB
-  Resistenza all'effrazione: Classe 2
-  Isolamento termico: 1.21 W/m2K

Figura 18: scheda tecnica (esempio tipologia serramento, fonte *alsistem.it*)



SCHEDA TECNICA

Rockfon® Ekla®



Sounds Beautiful

Figura 19: scheda tecnica (pannelli Rockfon Ekla, fonte rockfon.it)

Rockfon® Ekla®

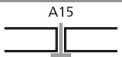
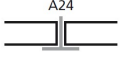
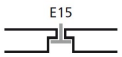
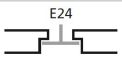
- Superficie bianca e liscia ideale per le più comuni applicazioni
- Assorbimento acustico eccezionale / Classe A
- Gamma completa di formati per opzioni di struttura di sospensione a vista o semi nascosta
- Facile da pulire, con un'aspirapolvere

Descrizione prodotto

- Pannello in lana di roccia
- Faccia a vista: velo verniciato in bianco con finitura liscia
- Faccia superiore: controvelo

Aree di applicazione

- Uffici
- Scuole
- Sport & Divertimento
- Commercio

Bordi	Dimensioni modulari (mm)	Peso (kg/m ²)	Sistema di installazione raccomandato
 A15	600 x 600 x 20	2,4	Rockfon® System T15 A™
	1200 x 600 x 20	2,4	Rockfon® System T15 A™
 A24	600 x 600 x 20	2,4	Rockfon® System T24 A™
		2,4	Rockfon® System T24 A, E ECR™
		2,4	Rockfon® System T24 A Anti-seismic™
	1200 x 600 x 20	2,4	Rockfon® System T24 A™
	1500 x 600 x 20	2,4	Rockfon® System T24 A™
	1800 x 600 x 20	2,4	Rockfon® System XL T24 A™
	2100 x 600 x 20	2,4	Rockfon® System T24 A™
 E15	1200 x 600 x 20	2,8	Rockfon® System T15 E™
		2,8	Rockfon® System Ultraline E™
	600 x 600 x 20	2,8	Rockfon® System T15 E™
		2,8	Rockfon® System Ultraline E™
		2,8	Rockfon® System Ultraline E™
 E24	600 x 600 x 20	2,8	Rockfon® System XL T24 E™
	1200 x 600 x 20	2,8	Rockfon® System T24 A, E ECR™
	1200 x 600 x 20	2,8	Rockfon® System T24 A, E ECR™

2

Figura 20: scheda tecnica (pannelli Rockfon Ekla, fonte rockfon.it)



Prestazioni

Assorbimento acustico
 α_w : 1,00 (Classe A)

Isolamento acustico laterale
 $D_{n,f,w}$ = 26 dB
 $D_{n,f,w}$ con Acoustimass = 40 dB
 Le proprietà di isolamento acustico ($D_{n,f,w}$) presenti nella scheda tecnica si riferiscono a pannelli con bordo A.



Bordi: Spessore (mm) / Pendenza di montaggio (mm)

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	α_w	Classe di assorbimento	NRC
A,E: 20 / 200	0,60	0,90	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	A	1,00

Reazione al fuoco
A1

Riflessione della luce
86%

Resistenza all'umidità e alla flessione
Fino a 100% UR (umidità relativa).
Nessuna flessione visibile con alti livelli di umidità.
C/ON

Manutenzione ordinaria
- Aspiratore

Igiene
La lana di roccia non contiene alcun elemento nutritivo e non favorisce lo sviluppo di microrganismi

Resistenza al fuoco

Ambiente
Lana di roccia completamente riciclabile
Il contenuto di riciclato dei prodotti Rockfon è compreso tra il 29% ed il 64%, in accordo alla ISO 14021
Le soluzioni Rockfon sono Cradle Certified® Silver e Bronze (dipende dal prodotto)

Impatto ambientale
Cradle-to-Gate 2.43 - 2.96 Kg di CO₂ eq. (basata sulla verifica EPD di terze parti)
Cradle-to-Grave 3.19 - 3.92 Kg di CO₂ eq. (basata sulla verifica EPD di terze parti)

Ambiente interno
Una selezione di prodotti Rockfon possiede la classificazione finlandese M1 e l'etichetta danese sulla qualità dell'aria interna per i prodotti a basse emissioni



EMISSIONS DANS L'AIR INTERIEUR

A+

A+ A B C

La classe A+, secondo l'etichetta COV francese, è valida per la maggior parte dei prodotti in gamma. In funzione del bordo, alcuni prodotti sono classificati A. Per maggiori dettagli consultare la Dichiarazione di sostenibilità del prodotto.

Risultato	Dimensioni modulari (mm)	Bordi	Con isolamento possibile Rocklux	Rapporto di prova
REI 120	600 x 600 x 20	A15 & E15	Si	vedere il fascicolo tecnico su www.rockfon.it
REI 180	600 x 600 x 20	A24 & E24	Si	vedere il fascicolo tecnico su www.rockfon.it

I metodi di prova utilizzati sono: UNI EN 1363-1:2012 e UNI EN 1365-2:2014, la classificazione di Resistenza al Fuoco è eseguita seguendo la UNI EN 13501-2:2009, in accordo con le linee guida del D.M. 16/02/2007.

Figura 21: scheda tecnica (pannelli Rockfon Ekla, fonte rockfon.it)