Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU

Dipartimento per lo Sport
Presidenza del Consiglio dei Ministri

Comune di Toano
Provincia di Reggio Emilia

REALIZZAZIONE SPOGLIATOI, CAMPO DA CALCIO E TENNIS
CENTRO SPORTIVO 'TOANO SPORT PARK' - CUP F78E25000180006
PNRR - M5C2 INVESTIMENTO 3.1 "SPORT E INCLUSIONE SOCIALE"
FINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA – NEXT GENERATION EU

PROGETTO ESECUTIVO

Centro Sportivo 'Toano Sport Park'

Via Matilde di Canossa, 42010 Toano (RE)

Committente
Comune di Toano
Corso Trieste n. 65, 42010 Toano (RE)

RUP
Geom. Erica Bondi

progettista architettonico e coordinamento gruppo specialisti
Architetto Enrico Franzoni
Piazza Cavicchioni, 5
42020 Albinea (RE)

collaboratori
Arch. Nicoletta Manzotti, Arch. Mia Zanni
Arch. Susanna Mattioli, Arch. Piera Scarano

progettista strutturale
Ingegnere Martina Malagoli

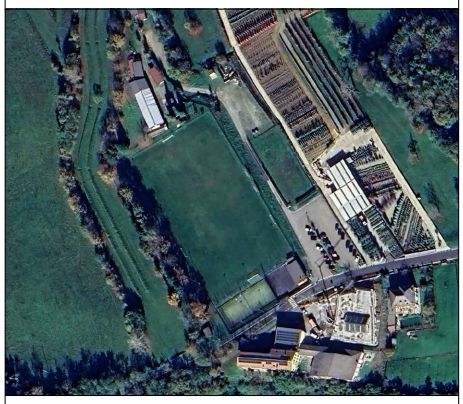
progetto impianti
Termoprogetti
P.I. Sergio Cantoni

progettista impianti elettrici e impianti speciali
P.I. Cristian Bazzoli

R.16

Relazione sui requisiti acustici passivi

10/09/2025
Protocollo 24/25



RESPONSABILE DEL PROGETTO:

ENRICO FRANZONI ARCHITETTO 2421 ORDINE DI REGGIO E

COMMITTENTE

A/R	DATA	DESCRIZIONE	SCALA	ELABORAZIONE
A				
B				
C				
D				
E				
F				
G				

A TERMINE DI LEGGE E' VIETATO RIPRODURRE E COMUNICARE A TERZI IL CONTENUTO DEL PRESENTE ELABORATO. SI RICONOSCONO AUTORIZZATI SOLO GLI ELABORATI CON TIMBRO E FIRMA IN ORIGINALE DEL RESPONSABILE DEL PROGETTO. IL PRESENTE PROGETTO E' DI PROPRIETA' ESCLUSIVA DI FRANZONI STUDIO PIAZZA CAVICCHIONI, 5 - 42020 ALBINEA (RE).

FRANZONI STUDIO
architecture smart technology

Piazza E. Cavicchioni, 5
42020 Albinea - Reggio Emilia
p.i. 02601890359 tel.-fax 0522347470
info@franzonistudio.com www.franzonistudio.com
enrico.franzoni@archiworldpec.it

0	01/12/2025	Revisione 0	L.PAR	L.PAR	E.MOR
Rev.	**Data**	**Descrizione**	**Preparazione**	**Controllo**	**Approvazione**

Morlini Engineering
di dott. ing. Emanuele Morlini
Via Fratelli Cervi, 6
42124 Reggio Emilia (RE)
tel. +39 0522 937330 cell. +39 335 6481119
e-mail: info@morlini.com
web site: www.morlini.com

Comune di Toano

Corso Trieste, 65 - 42010 Toano (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."*

Realizzazione spogliatoi, campo da calcio e tennis centro sportivo 'TOANO SPORT PARK"

Via Matilde di Canossa
42010 Toano (RE)

Certificato n. REB-2259-IT20

Progetto	Unità / Area	Disciplina	Tipo Doc.	Progressivo	Foglio	Revisione
					1 / 73	**0**

Documento di proprietà Morlini Engineering: riproduzione, circolazione ed uso vietati senza espresso consenso della Società

SOMMARIO

1. Introduzione ... 3
1.1 Requisiti acustici passivi degli edifici (D.P.C.M. 05/12/1997) ... 6
1.2 Criteri Ambientali Minimi (Decreto 23 Giugno 2022) ... 9
1.3 Quadro normativo ... 13
1.4 Definizioni ... 16
2. Valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi ... 19
2.1 Isolamento acustico di facciata ... 19
2.1.1 Analisi previsionale (potere fonoisolante, parete perimetrale) ... 21
2.1.2 Analisi previsionale (isolamento acustico di facciata, caso A) ... 22
2.1.3 Analisi previsionale (isolamento acustico di facciata, caso B) ... 25
2.2 Impianti tecnologici ... 28
3. Indicazioni di corretta posa in opera architettoniche e impiantistiche ... 32
3.1 Isolamento di facciata ... 32
3.1.1 Sistema vetro-serramento (corretta posa in opera di un giunto in luce) ... 34
3.1.2 Sistema vetro-serramento (corretta posa in opera di un giunto in battuta) ... 35
3.2 Impianti tecnologici a funzionamento continuo ... 36
3.2.1 Impianti aeraulici ... 38
3.3 Impianti tecnologici a funzionamento discontinuo ... 44
4. Conclusioni ... 53
4.1 Condizioni di calcolo ... 53
4.2 Stima previsionale del rispetto dei valori limite ... 55
5. Schede di valutazione (software previsionale Echo 8.4.18) ... 60
6. Schede tecniche e/o certificazioni ... 63

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 alla realizzazione dei nuovi spazi destinati del Centro Sportivo "Toano Sport Park", da ubicarsi a Toano (RE), in via Matilde di Canossa.

Si illustrano di seguito elaborati progettuali (prospetti e piante) illustrativi dei previsti nuovi interventi edilizi oggetto della presente analisi.

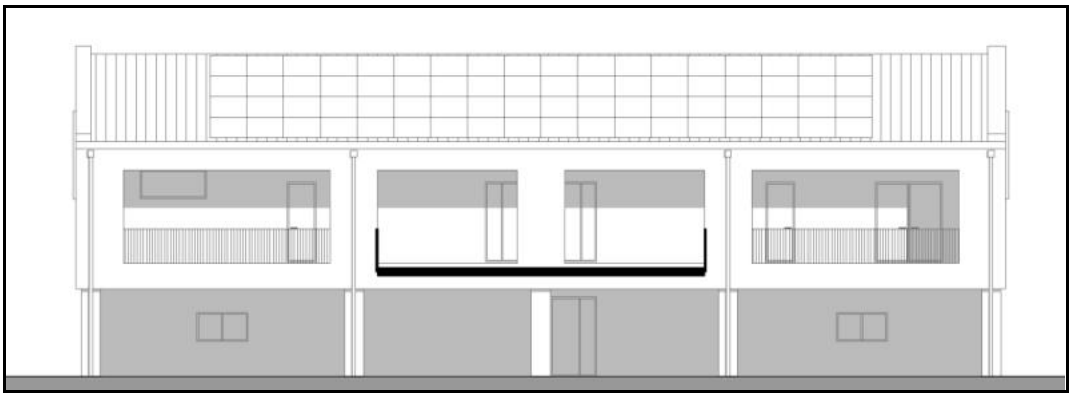


Figura 1: elaborati progettuali (prospetti sud-ovest)

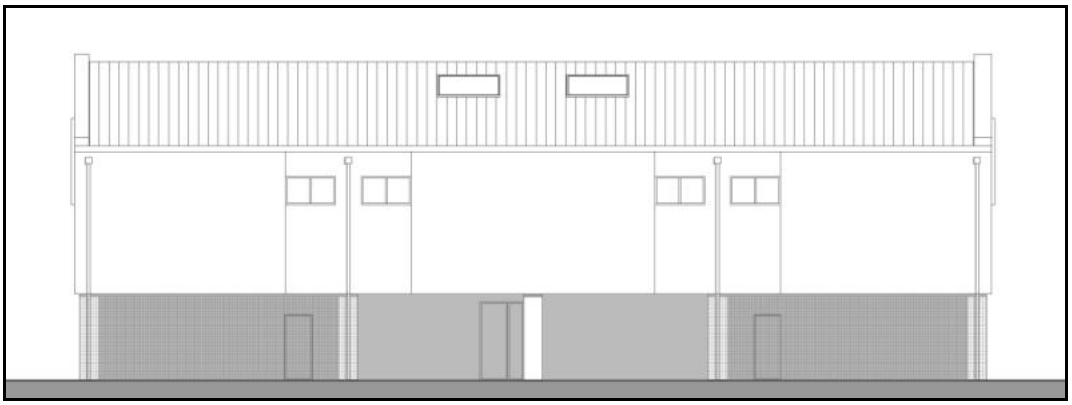


Figura 2: elaborati progettuali (prospetti nord-est)

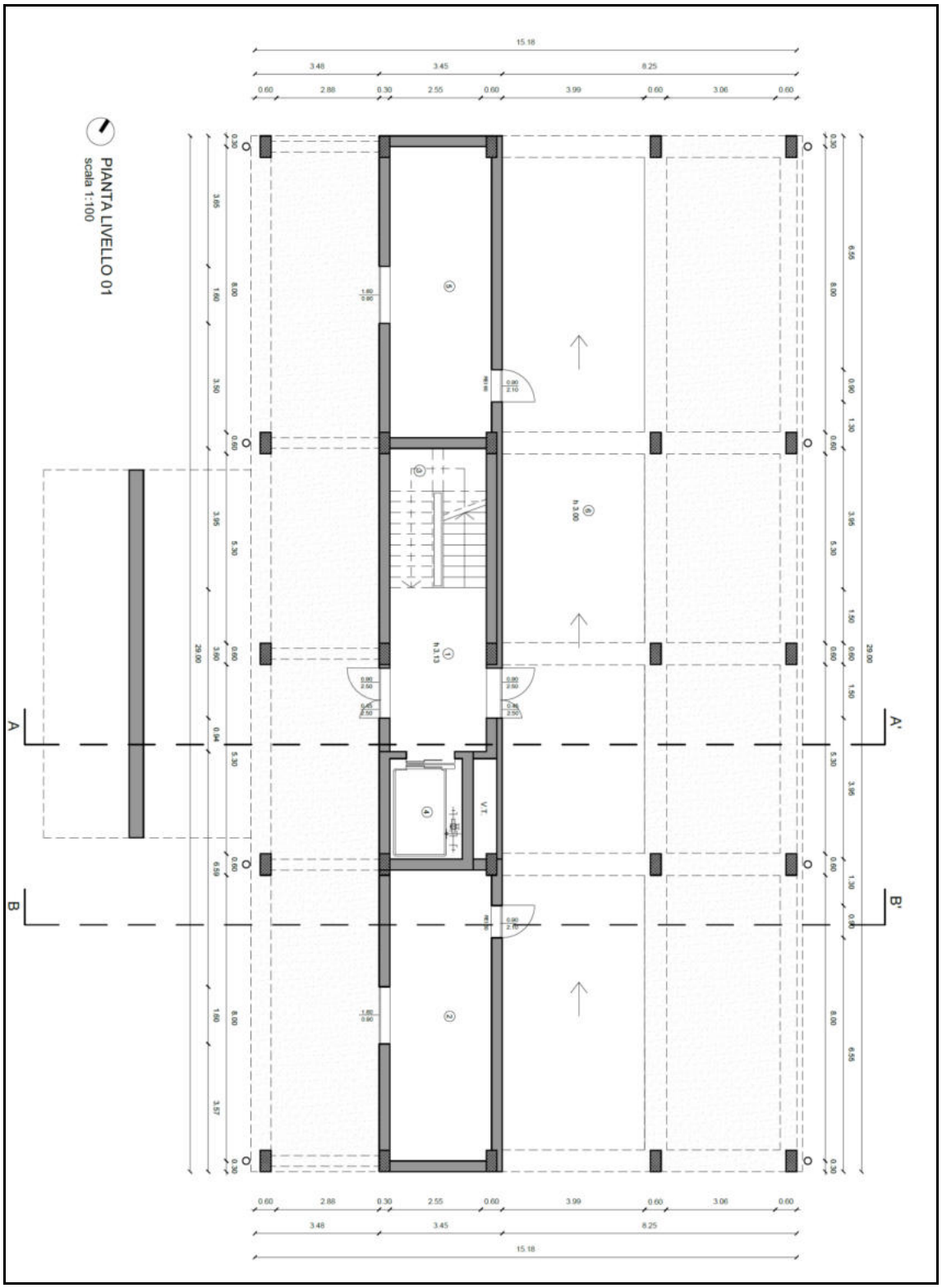


Figura 3: elaborati progettuali (pianta livelloo 01)

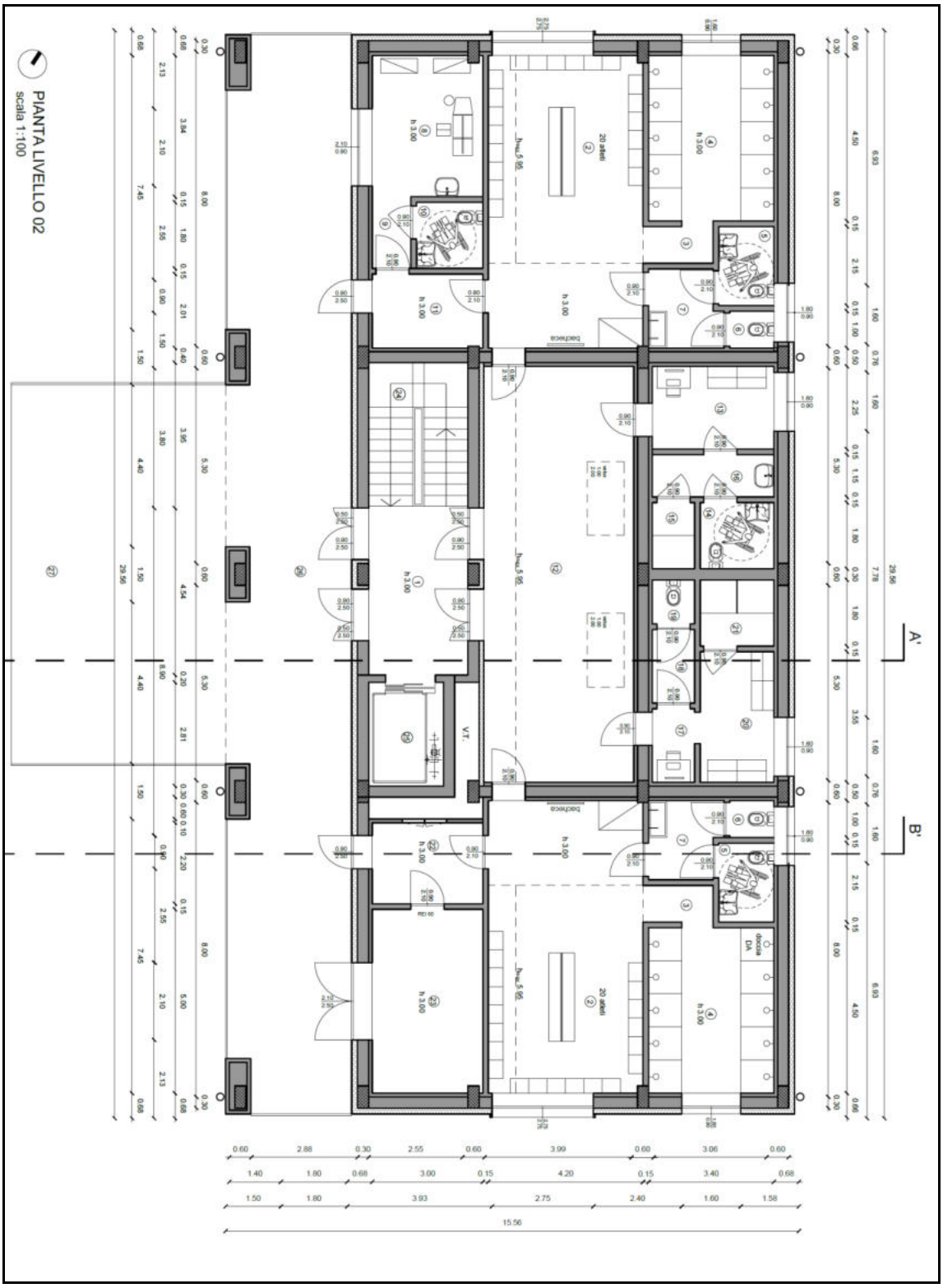


Figura 4: elaborati progettuali (pianta livello 02)

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.

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.

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.

1.2 Criteri Ambientali Minimi (Decreto 23 Giugno 2022)

Si riporta di seguito quanto indicato all'interno 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*", 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.

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_{ic}, L_{id}) 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.

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".

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 26ottobre 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).*"

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 :2023 "*Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Parte 5: Livelli sonori dovuti agli impianti*".
- 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 :2024 "*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 :2024 "*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*".

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 :2024 "*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 :2023 "*Acustica in edilizia – Classificazione acustica delle unità immobiliari – Procedura di valutazione e verifica in opera*".

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*".

Norme tecniche per la misura in opera dei requisiti acustici passivi

- UNI EN ISO 16283-1 :2018 "*Acustica – Misure in opera dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Parte 1: Isolamento acustico per via aerea*".
- UNI EN ISO 16283-2 :2020 "*Acustica – Misure in opera dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Parte 2: Isolamento dal rumore di calpestio*".
- UNI EN ISO 16283-3 :2016 "*Acustica – Misure in opera dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Parte 3: Isolamento acustico di facciata*".
- UNI EN ISO 16032 :2024 "*Acustica – Misurazione del livello di pressione sonora di impianti tecnici in edifici – Metodo tecnico progettuale*".
- UNI EN ISO 10052:2021 "*Acustica – Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea, del rumore da calpestio e della rumorosità degli impianti – Metodo di controllo*".
- UNI 8199 :2016 "*Acustica in edilizia – Collaudo acustico di impianti a servizio di unità immobiliari – Linee guida contrattuali e modalità di misurazione all'interno degli ambienti serviti*".
- UNI EN ISO 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 :2021 "*Acustica – Misurazione dei parametri acustici degli ambienti - Parte 3: Open plan*".
- EN 60268-16 :2011 "*Sound system equipment – Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index*".

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.

- 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.

- 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.

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:

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

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

La norma UNI 11175-1 :2024 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 dell'ambiente abitativo, secondo la relazione generale:

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

- 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).

2.1.1 Analisi previsionale (potere fonoisolante, parete perimetrale)

Nella tabella successiva si descrive la tipologia di parete perimetrale prevista per l'intervento in esame.

Descrizione (interno → esterno)		Spessore	Densità
1	Intonaco interno	15 mm	≥ ~1400 kg/m^3
2	Laterizio forato	8 cm	≥ 775 kg/m^3
3	Muratura in laterizio alveolato	30 cm	≥ ~870 kg/m^3
4	Cappotto (collante)	6 mm	≥ ~500 kg/m^3
5	Cappotto (isolamento)	14 cm	≥ ~24 kg/m^3
6	Intonaco plastico per cappotto	6 mm	≥ 500 kg/m^3

Tabella 7: analisi previsionale (stratigrafia, parete perimetrale)

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 complessivo relativo alla stratigrafia in esame è, in previsione, pari a 53,1 dB (software previsionale ANIT Echo 8.4.18).

La formula utilizzata per il calcolo della prestazione della tamponatura base in laterizio è, in modo cautelativo, quella indicata nella norma UNI EN ISO 11175-1 :2024 per le "*partizioni monostrato in elementi di laterizio forati, aventi percentuale di foratura non superiore al 65% e caratterizzati da fori distribuiti pressoché uniformemente sulla faccia dell'elemento, posati con giunti orizzontali e verticali di malta*".

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

L'analisi previsionale dell'isolamento acustico di facciata è condotta sull'ambiente *area fisioterapia*, in relazione alla condizione peggiorativa associata ad una più ridotta volumetria, come illustrato nella figura successiva (partizione esterna in esame evidenziata in colore giallo).

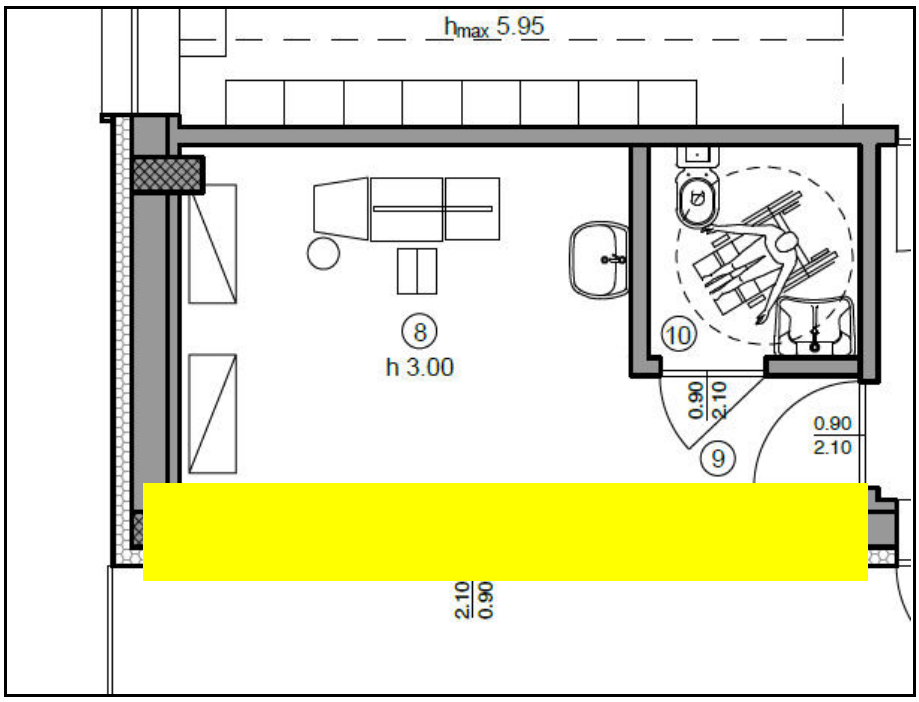


Figura 5: elaborati progettuali (analisi previsionale isolamento di facciata, caso A)

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

- S superficie complessiva facciata: 20,23 m^2;
- S_O superficie complessiva parte opaca: 14,65 m^2;
- S_P superficie complessiva vetro-serramento: 1,89 m^2;
- V volume complessivo dell'ambiente ricevente: 34,50 m^3.

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 dell'ambiente abitativo, secondo la relazione

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

- V: è il volume dell'ambiente ricevente;
- S: è l'area totale della facciata, vista dall'interno;
- ΔLfs: 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 pari o superiore a 41 dB per i complessi vetro-serramento (comprensivi degli eventuali elementi oscuranti e/o dei cassonetti coprirullo) e per le porte esterne.
Tale valore risulta 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.

La norma UNI 11175-1 :2024 riporta che "*il contributo della trasmissione laterale è normalmente 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*".
Si inserisce in ogni caso nel calcolo, a favore di sicurezza, 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.

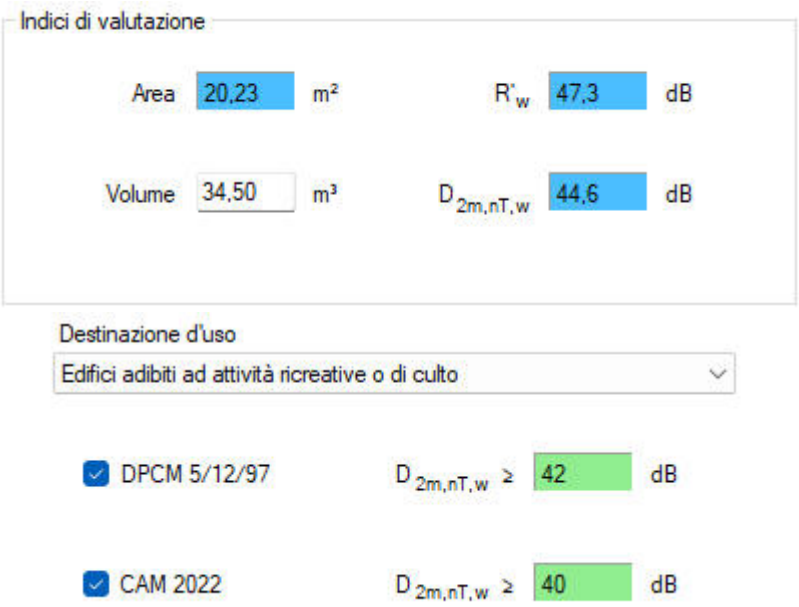


Figura 6: analisi previsionale (isolamento acustico di facciata, caso A)

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 44,6 dB, calcolato con il software ANIT Echo versione 8.4.18 (report in allegato).

Tale valore risulta superiore (risultato conforme) sia al limite di legge di 42 dB per gli edifici associati alla categoria F, adibiti ad attività ricreative e/o assimilabili, ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "*Requisiti acustici passivi degli edifici*", che al limite di 40 dB, ai sensi della norma UNI 11367 (*classe II*), come indicato al Decreto 23 giugno 2022 "*Criteri Ambientali Minimi*".

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

L'analisi previsionale dell'isolamento acustico di facciata è condotta sull'ambiente *spogliatoio 20 atleti*, che presenta la condizione cautelativa di un serramento di elevate dimensioni, come illustrato nella figura successiva (partizione esterna in esame evidenziata in colore giallo).

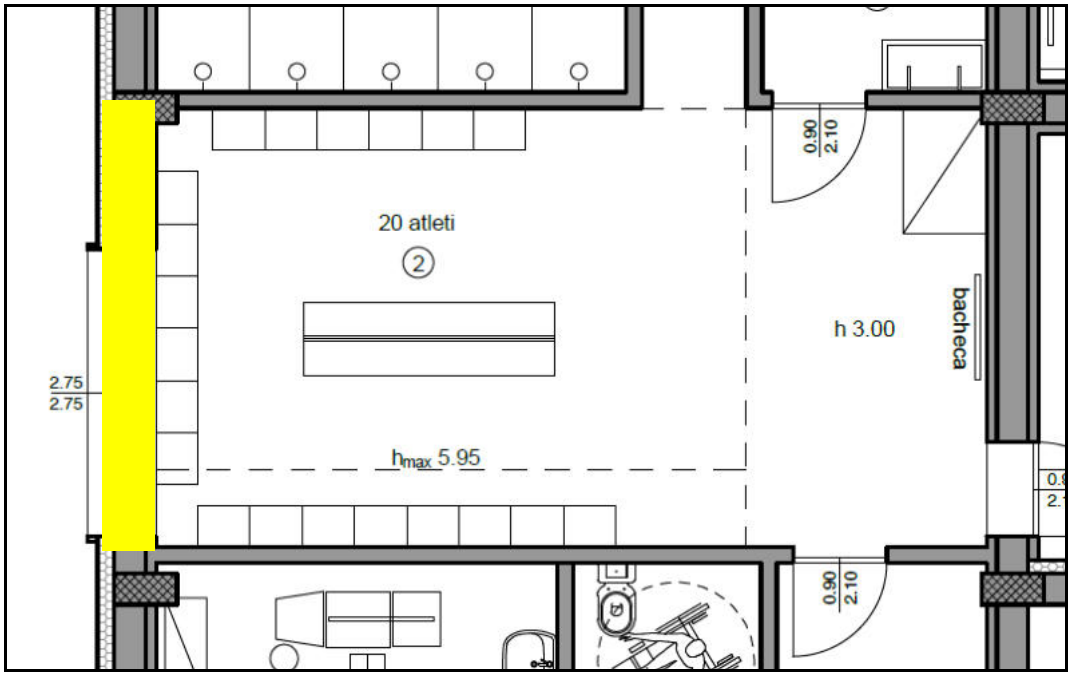


Figura 7: elaborati progettuali (analisi previsionale isolamento di facciata caso B)

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

- S superficie complessiva facciata: ≥ 11,96 m^2;
- S_O superficie complessiva parte opaca: ≥ 4,40 m^2;
- S_V superficie complessiva vetro-serramento: 7,56 m^2;
- V volume complessivo dell'ambiente ricevente: ≥ 100,20 m^3.

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 dell'ambiente abitativo, secondo la relazione

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

- V: è il volume dell'ambiente ricevente;
- S: è l'area totale della facciata, vista dall'interno;
- ΔLfs: 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 pari o superiore a 41 dB per i complessi vetro-serramento (comprensivi degli eventuali elementi oscuranti e/o dei cassonetti coprirullo) e per le porte esterne.
Tale valore risulta 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.

La norma UNI 11175-1 :2024 riporta che "*il contributo della trasmissione laterale è normalmente 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*".
Si inserisce in ogni caso nel calcolo, a favore di sicurezza, 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.

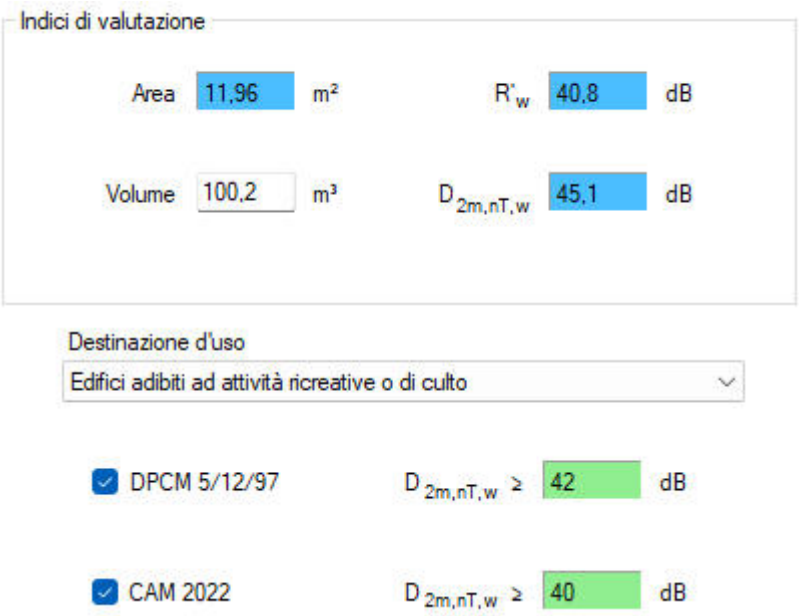


Figura 8: analisi previsionale (isolamento acustico di facciata, caso B)

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 45,1 dB, calcolato con il software ANIT Echo versione 8.4.18 (report in allegato).

Tale valore risulta superiore (risultato conforme) sia al limite di legge di 42 dB per gli edifici associati alla categoria F, adibiti ad attività ricreative e/o assimilabili, ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 "*Requisiti acustici passivi degli edifici*", che al limite di 40 dB, ai sensi della norma UNI 11367 (*classe II*), come indicato al Decreto 23 giugno 2022 "*Criteri Ambientali Minimi*".

2.2 Impianti tecnologici

Le caratteristiche di protezione acustica che caratterizzano gli elementi costruttivi di qualunque immobile non sono sufficienti a definire il comportamento delle varie parti dell'edificio stesso a costruzione ultimata; i valori che si registrano in opera sono, in realtà, diversi da quelli che si misurano in laboratorio.

Le prestazioni acustiche degli elementi edilizi sono in larga misura condizionate da una corretta esecuzione: la perfetta continuità degli elementi, sotto il profilo della tenuta all'aria e la realizzazione di collegamenti elastici sono, ad esempio, alcune delle caratteristiche che favoriscono l'isolamento in opera, senza contare che differenti caratteristiche dimensionali, in ambienti delimitati da elementi costruttivi che presentano analoghe proprietà isolanti, danno luogo a diversi gradi di protezione acustica.

La possibilità di effettuare una valutazione delle prestazioni acustiche degli elementi costruttivi è condizionata dall'acquisizione di criteri, tendenzialmente approssimati, che possono costituire anche gli strumenti per la formulazione di richieste specifiche.
Inoltre, le condizioni di isolamento acustico che si verificano in opera tra due ambienti diversi o tra un locale particolarmente rumoroso con l'ambiente esterno, separati da un elemento costruttivo, non dipendono esclusivamente dal valore raggiunto dal potere fonoisolante del singolo elemento di separazione.

Vari fattori tendono, infatti, a ridurre le capacità isolanti degli elementi costruttivi rispetto ai corrispettivi valori rilevati in laboratorio: le modalità di esecuzione, la trasmissione indiretta dell'energia sonora, la presenza di passaggi tecnologici ed altre cause possono abbassare in modo anche consistente le prestazioni acustiche a costruzione ultimata.

Gli impianti sono classificati, a seconda delle modalità temporali di funzionamento, come di seguito elencato.

- Servizi a funzionamento discontinuo: impianti fissi il cui livello sonoro emesso non sia costante nel tempo e risulti caratterizzato da brevi periodi di funzionamento rispetto al tempo di inattività durante l'arco di una giornata.

  Rientrano in questa tipologia gli impianti sanitari (scarichi idraulici, bagni, servizi igienici, rubinetteria), gli ascensori, i montacarichi e le chiusure automatiche, il cui parametro di riferimento è L_{ASmax}, (livello massimo di pressione sonora con ponderazione A, misurato con costante di tempo slow).
- Servizi a funzionamento continuo: impianti fissi il cui livello sonoro emesso nel tempo risulti essenzialmente costante.

  Rientrano in questa tipologia gli impianti di riscaldamento, climatizzazione, ricambio d'aria, estrazione forzata, il cui parametro di riferimento è L_{Aeq} (livello continuo equivalente di pressione sonora con ponderazione A).

I valori limite di tali parametri cambiano in funzione della destinazione d'uso dell'edificio.

La misura è eseguita nell'ambiente con livello di rumore più elevato e diverso da quello in cui si trova la sorgente: infatti, i limiti imposti dal D.P.C.M. 05/12/1997 non sono riferiti agli impianti, ma al rumore che propagano nell'edificio.

L'analisi previsionale della rumorosità indotta internamente agli ambienti dagli impianti ha come riferimento la norma UNI EN 12354-5 :2023 "*Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Parte 5: Livelli sonori dovuti agli impianti*", la cui applicazione risulta di particolare complessità data la difficoltà nel reperire in modo esaustivo i dati necessari alla computazione.

Come indicato all'interno del suddetto riferimento normativo " … *This document describes calculation models to estimate the sound of pressure level in buildings due to service equipment. As for the field measurements documents (EN ISO 16032 for the engineering method and EN ISO 10052 for the survey method), it covers sanitary installations, mechanical ventilation, heating and cooling, service equipment, lifts, rubbish chutes, boilers, blowers, pumps and other auxiliary services equipment, and motor driven car park outdoors, but can also be applied to others equipment (source) and sound transmission through the building. The same equipment can be composed of different airborne and/or structure borne sources at different locations in the building; the standard gives some information on these sources and how they can be characterized. However, models of the equipment itself are out of the scope of this standard.*

This document describes the principles of the calculation methods, lists the relevant input and output quantities, and defines its applications and restrictions. The model given are applicable to calculations in frequency bands. It is intended for acoustical experts and provides the framework for the development of application documents and tools for other users in the field of building constructions, considering local circumstances.

The calculation models described use the most general approach for engineering purposes, with a link to measurable input quantities that specify the performance of building elements and equipment. However, it is important for users to be aware that other calculation models also exist, each with their own applicability and restrictions.

The models are based on experience with predictions for dwellings and offices; they could also be used for other types of buildings provided the dimensions are not too different from those in dwellings."

"*In general, a mixture of airborne and structure-borne sound transmission causes the sound level in a room due to service equipment. Which of those is dominant, depend on the type of equipment and installation as well as on the type of building construction.*

Furthermore, service equipment and installations often consist of several sound sources and several connection points between installation and building structure. This makes a general prediction rather complicated."

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, spogliatoi, eccetera).

In linea generale, occorre prestare attenzione alla scelta delle sorgenti tecnologiche destinate al trattamento dell'aria, alla climatizzazione ed alla produzione di acqua calda sanitaria, sia per quanto riguarda i valori di potenza sonora associati alle macchine, che per il loro posizionamento.

Più in particolare, sarà prevista la posa di silenziatori opportunamente dimensionati lungo le canalizzazioni di mandata e ripresa aria ambiente delle unità di trattamento aria presenti, nonché la posa di giunti elastomerici e/o supporti antivibranti, al fine di ottenere il disaccoppiamento degli impianti dalle partizioni strutturali ed evitare la conseguente propagazione di vibrazioni.

Ai fini di una corretta progettazione del rumore da impianti sono illustrate prescrizioni generali ed indicazioni di corretta posa in opera all'interno dei paragrafi 3.2 e 3.3.

3. Indicazioni di corretta posa in opera architettoniche e impiantistiche

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.

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 (esempi con relativa scheda tecnica sono riportati in allegato).
- 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 e esterno con silicone: è da preferire la realizzazione della mazzetta esterna rispetto alla posa in luce.

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 la posa deve avvenire secondo quanto indicato nello standard normativo UNI 11673-1:2017 "*Posa in opera di serramenti*".

In particolare, il potere fonoisolante del sistema vetro-serramento deve essere sempre certificato dal fornitore mediante i risultati di prove di laboratorio conformi alla normativa tecnica vigente (serie UNI ES ISO 10140).

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

È 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 superficie similare (non inferiore al 50%) rispetto ai serramenti di progetto.
Se tale condizione non risultasse rispettata, occorrerebbe considerare i coefficienti correttivi riportati nella seguente tabella (allegato B della UNI EN 14351-1 :2016 "*Finestre e porte - Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali - Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali*"), che devono essere sommati alle prestazioni acustiche prescritte per i serramenti previsti.

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 ≤ 2,7 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 m^2 < overall area ≤ 3,6 m^2	R_W and $R_W + C_{tr}$ corrected by -1 dB
+100% to 150% of test specimen overall area	3,6 m^2 < overall area ≤ 4,6 m^2	R_W and $R_W + C_{tr}$ corrected by -2 dB
> +150% of test specimen overall area	4,6 m^2 < 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 8: accorgimenti costruttivi (coefficienti correttivi UNI EN 14351-1 allegato B)

In sede esecutiva, la D.L. dovrà richiedere la fornitura di serramenti con telai tali da ricreare le condizioni di prova in laboratorio del serramento medesimo.
Qualora questo non venga soddisfatto, i certificati di misura non saranno ritenuti validi e, pertanto, per validare la scelta di un serramento si renderà necessaria una misura di isolamento di facciata in opera durante le fasi di cantiere.

3.1.1 Sistema vetro-serramento (corretta posa in opera di un giunto in luce)

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.
- Si effettua la sigillatura della parte interna del giunto con sigillante.
- Si effettua la sigillatura della piccola fuga che rimane tra la muratura e il serramento sulla parte esterna del giunto con sigillante.

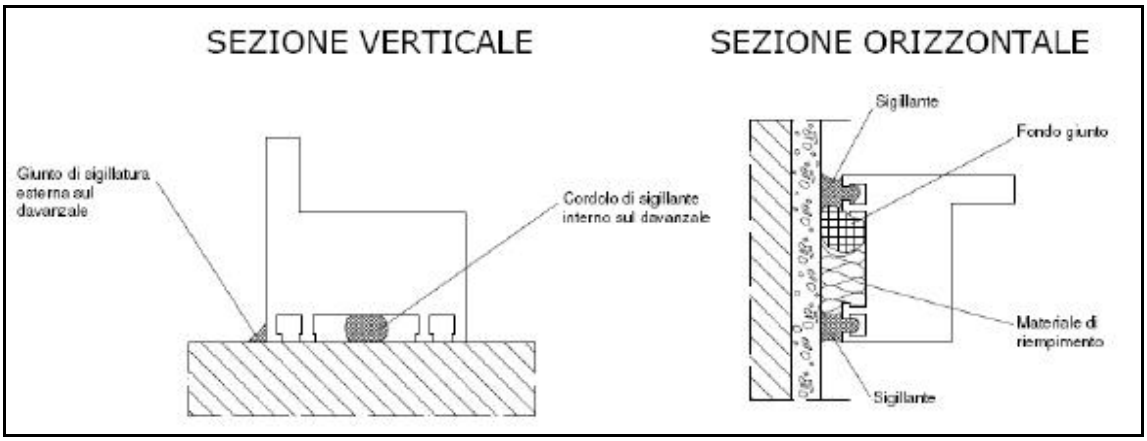


Figura 9: accorgimenti costruttivi (corretta sigillatura del giunto in luce)

3.1.2 Sistema vetro-serramento (corretta posa in opera di un giunto in battuta)

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

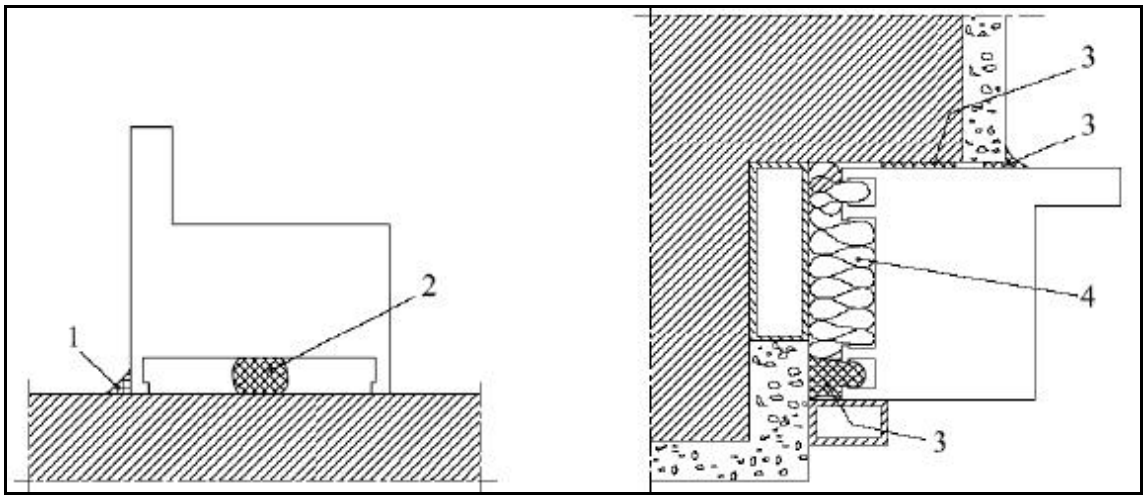


Figura 10: accorgimenti costruttivi (corretta sigillatura del giunto in battuta)

3.2 Impianti tecnologici a funzionamento continuo

Per impianti a funzionamento continuo si intendono gli impianti di riscaldamento, aerazione e/o condizionamento, nonché quello elettrico, seppur quest'ultimo in misura minore per quanto riguarda il contributo di rumorosità associato.

La trasmissione dei rumori per questa tipologia di impianti avviene sia per via aerea, sia per il propagarsi delle vibrazioni trasmesse direttamente alle partizioni su cui si poggiano le macchine stesse e/o alla rete delle tubazioni.

Negli impianti di riscaldamento le principali sorgenti di rumorosità sono costituite dalle sorgenti (bruciatori, caldaia, unità di trattamento aria, pompe di calore. pompe di circolazione, eccetera), nonché dai collegamenti alla struttura muraria dell'impianto di distribuzione, dove si generano vibrazioni che si trasmettono alle tamponature, mentre il rumore causato dalle sorgenti durante le varie fasi di esercizio viene trasmesso per via aerea

Le vibrazioni si trasmettono a distanza anche lungo le tubazioni dell'impianto: pertanto, gli impianti medesimi devono essere disaccoppiati dalla base di posa mediante opportuni supporti antivibranti.
Analogamente pompe e camini devono essere collegati alle tubazioni e alla canna fumaria (da alloggiarsi di preferenza in un apposito cavedio tecnico) con appositi manicotti elastici.

La criticità nel controllo del rumore degli impianti è rappresentata, in particolare, dalla possibilità che i vari condotti dell'aria ove presenti e/o in comune a più ambienti possano favorire la trasmissione del rumore, creando ponti acustici.

Al fine di evitare questo problema deve essere studiato attentamente il percorso delle canalizzazioni, in modo tale che non attraversino in serie gli ambienti, come indicato nella figura successiva in riferimento alla condizione critica rappresentata dalla presenza di aule scolastiche distinte.

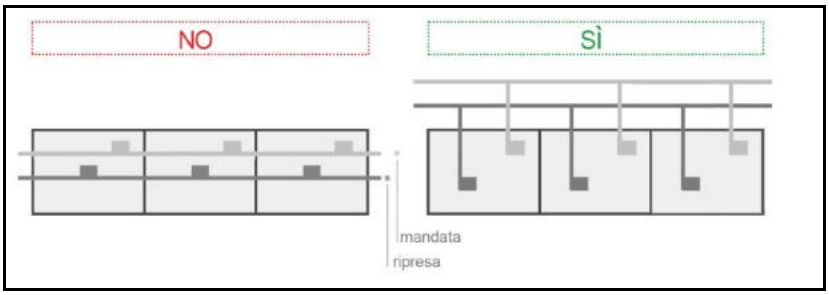


Figura 11: accorgimenti costruttivi (coretto posizionamento delle canalizzazioni tra ambienti distinti)

Questi inconvenienti possono essere evitati prolungando il percorso dei canali che entrano ed escono dagli ambienti, nonché posizionando i raccordi e gli snodi dei condotti in locali meno sensibili come gli spazi di circolazione e/o valutando l'installazione di silenziatori sulle canalizzazioni di mandata e ripresa aria.

È importante, in quanto di difficile correzione in corso d'opera, prestare attenzione a:

- posizionamento delle unità di trattamento aria, unità di ventilazione e/o unità di recupero calore;
- controsoffitti comunicanti;
- sigillatura perimetrale di partizioni e controsoffitti;
- griglie di mandata e ripresa, sulle quali risulta necessario installare silenziatori aventi opportuno dimensionamento;
- terminali comunicanti tra più ambienti / attraversamento canalizzazioni.

Alcuni accorgimenti:

- le partizioni tra ambienti sensibili devono continuare oltre il controsoffitto fino al solaio strutturale al fine di prevenire il passaggio del rumore attraverso il plenum del controsoffitto;
- le canalizzazioni devono essere rivestite da strati fonoisolanti.

Gli accorgimenti riportati si rendono necessari per garantire, in via previsionale, il rispetto dei valori limite indicati all'interno del D.P.C.M. 05/12/1997: tali valori, non stimabili univocamente in via previsionale, dovranno essere confermati a lavori ultimati con le misurazioni di collaudo previste dalla vigente normativa in materia.

3.2.1 Impianti aeraulici

Gli impianti aeraulici possono essere di tre tipi: con trattamento centralizzato della portata d'aria totale (*impianti a tutt'aria*), con trattamento centrale della sola aria esterna di rinnovo e trattamento finale locale (*impianti misti*) e con solo trattamento locale.

- Negli impianti a tutt'aria si demanda all'aria trattata centralmente dall'U.T.A. il controllo sia delle condizioni termo-igrometriche dell'ambiente (temperatura e umidità relativa) sia dei parametri di qualità dell'aria (attraverso il ricambio e la filtrazione).

  La portata d'aria elaborata comprende in genere una quota di aria esterna di rinnovo e una quota di aria di ricircolo, salvo i casi in cui questo sia esplicitamente vietato dalle normative.
- Negli impianti misti, l'U.T.A. tratta sola aria esterna per controllare l'umidità relativa e la qualità dell'aria, mentre il controllo di temperatura è demandato alle unità terminali poste in ambiente.
- Negli impianti con solo trattamento locale, il ricambio d'aria e il controllo di temperatura ambiente sono gestiti direttamente dalle unità terminali.

  Si tratta, quindi, di una soluzione più semplice delle precedenti dal punto di vista della realizzazione e dei costi iniziali, in quanto non prevede né le unità di trattamento aria, né le reti aerauliche.

Nei primi due casi la gestione del comfort interno (temperatura, umidità, qualità dell'aria) risulta più efficace e permette di monitorare contemporaneamente più ambienti, mentre gli impianti con solo trattamento locale sono limitati ad una gestione puntuale per singolo ambiente e/o stanza, nonché meno conveniente dal punto di vista estetico.

Negli impianti a tutt'aria o misti sono generalmente presenti due ventilatori.

- Ventilatore di mandata: preleva l'aria dall'esterno (o da una sezione di miscela, nel caso di impianti con ricircolo) e la fa passare attraverso i vari stadi di riscaldamento / raffrescamento, umidificazione / deumidificazione e filtrazione presenti nell'unità, inviandola alla rete di mandata.
- Ventilatore di ripresa: è collegato alla rete di estrazione dell'aria dai vari locali, che espelle infine l'aria esausta verso l'esterno.

  In molti casi, fra la sezione di mandata e quella di ripresa dell'U.T.A. è inserito un recuperatore di energia termica, con lo scopo di ridurre il fabbisogno energetico dovuto al trattamento termoigrometrico dell'aria di rinnovo.

Gli impianti a tutt'aria sono generalmente utilizzati in ambienti a elevato tasso di occupazione, quali cinema, teatri, sale conferenze, aule universitarie, supermercati e impianti sportivi, nonché nei casi in cui è necessario garantire un controllo spinto della contaminazione dell'aria (ospedali, camere bianche, eccetera).

- Per questi impianti la portata d'aria è generalmente determinata in base ai carichi termici e assume valori tipicamente compresi fra 3 e 8 volumi / ora, di cui 1-2 volumi di aria esterna e i restanti di aria di ricircolo dell'aria ambiente.
- Valori di portata ancora più alti (12-15 volumi / ora) sono richiesti, ad esempio, in ambienti ospedalieri a elevata intensità di cura, come reparti operatori o di terapia intensiva.

<u>Per impostare correttamente la progettazione acustica di un impianto aeraulico occorre considerare tutte le modalità di generazione del rumore nei sistemi di trattamento e distribuzione dell'aria e valutare la trasmissione di energia vibroacustica sia per via solida che per via aerea</u>.

La sorgente primaria è costituita dal ventilatore: parte della potenza acustica prodotta è irradiata direttamente dalla cassa del ventilatore, parte è trasmessa alla rete aeraulica; le sorgenti secondarie sono dovute principalmente al deflusso dell'aria nei condotti e, in misura minore, alla trasmissione sonora attraverso le pareti dei condotti.

Il ventilatore, come tutte le macchine rotanti, genera nel funzionamento vibrazioni, che possono propagarsi alle strutture edilizie e alla rete aeraulica: l'intervento più semplice consiste nel ridurre la trasmissione delle vibrazioni generate dalla rotazione del ventilatore.

Nel caso delle UTA il gruppo motore-ventilatore è montato su un telaio di supporto, che deve sempre essere collegato alla struttura dell'U.T.A. tramite supporti antivibranti.
Inoltre, si raccomanda che la stessa unità (così come le unità di sola ventilazione) siano disaccoppiate dalle strutture sottostanti con l'interposizione di uno strato di materiale resiliente.
Un altro accorgimento utile è quello di realizzare il collegamento fra ventilatore e condotti aeraulici attraverso un giunto elastico, costituito ad esempio da un tessuto impermeabile all'aria, al fine di evitare che le vibrazioni generate dalla rotazione del ventilatore siano trasmesse al condotto.

La rete di distribuzione dell'aria è sede di ulteriori fenomeni acustici, che possono essere importanti quanto la generazione iniziale dovuta al ventilatore quali, in particolare, le rigenerazioni del rumore aerodinamico, dovuti ai deflussi turbolenti che si verificano in particolare in punti singolari del condotto quali curve, diramazioni, serrande e diffusori.

Al fine di limitare tali fenomeni è importante agire su due fronti, ovvero limitare la velocità di deflusso dell'aria nei condotti e curare sia il tracciato della rete, sia la realizzazione dei suddetti elementi singolari: per intervenire sulla velocità dell'aria è comune aumentare la sezione della condotta.
Per avere un'idea di quanto influisca sull'emissione acustica la velocità dell'aria, si consideri che una riduzione di velocità del 20% determina una diminuzione del livello di rumore dell'ordine di 5 dB, e di circa 8 dB se la riduzione di velocità è del 30%.

Riguardo al tracciato della rete, sono da preferire curve ad ampio raggio e sono da evitare le strozzature troppo accentuate e le brusche variazioni di sezione, che andrebbero piuttosto realizzate con raccordi progressivi, da prevedere anche per le diramazioni.

Un adeguato dimensionamento dei volumi tecnici, dei cavedi e dei controsoffitti sono, infatti, condizioni essenziali per il corretto funzionamento degli impianti con evidenti ripercussioni sulle prestazioni termotecniche, energetiche ed acustiche, nonché sulla possibilità di una efficace manutenzione dei vari componenti di impianto.

Dai valori indicati alla tabella successiva emerge che è buona prassi, nella rete di mandata, prevedere valori di velocità decrescenti quando si procede dal ramo principale (direttamente accoppiato all'U.T.A.) verso i rami secondari ed i terminali cui sono collegati i diffusori; analogamente, per la rete di estrazione, le velocità saranno crescenti dai rami periferici verso il ramo principale collegato alla sezione di ripresa dell'U.T.A.

Questa scelta presenta una duplice utilità: riduce il rischio di emissione di rumore aerodinamico nei rami più vicini ai diffusori e, quindi, agli spazi occupati e realizza un andamento della pressione statica nella rete più favorevole per un corretto bilanciamento delle portate ai terminali.

Utenza	Residenziale	Terziario	Industriale
Presa aria esterna	2,5	2,5	2,5
Bocca premente ventilatore	7	8	10
Condotto principale	4	6	8
Condotti secondari	3	4	5
Tronchi terminali	2,5	3	4

Figura 12: impianti aeraulici (valori massimi consigliati velocità aria reti mandata, fonte *saint-gobain.com*)

Un ulteriore accorgimento per migliorare le prestazioni dei diffusori e ridurre l'immissione di potenza acustica in ambiente è dotare il diffusore stesso di un plenum, ovvero di un volume in cui l'aria proveniente dal condotto riduce la propria velocità trasformando la pressione dinamica in pressione statica: il plenum, come il tratto terminale del condotto, può essere rivestito di materiale fonoassorbente.

Le tipologie costruttive per i condotti di distribuzione dell'aria sono essenzialmente tre:

- la condotta metallica che, per migliorare la resa acustica ed evitare perdite termiche, può essere isolata esternamente con materiale in lana minerale;
- la condotta preisolata e autoportante realizzata a partire da pannelli in materiale schiumoso (PIR/PUR).
- la condotta preisolata autoportante realizzata a partire da pannelli in lana di vetro tipo *Isover CLIMAVER A2 neto*.

al punto di vista delle prestazioni acustiche le tre tipologie si caratterizzano in termini di potere fonoisolante e di assorbimento acustico, da cui deriva una più o meno apprezzabile attenuazione del livello di pressione sonora per unità di lunghezza.

La figura successiva, riferita a un condotto rettangolare di sezione 300x400 mm, fornisce per le tre suddette tipologie i valori di coefficiente di assorbimento acustico α e di attenuazione (dB /5 metri) nelle bande di ottava comprese fra 125 Hz e 2 kHz.

Canale metallico Isolato esternamente

[Hz]	125	250	500	1000	2000
Assorbimento acustico (α)	0,03	0,03	0,05	0,05	0,03
ΔL(dB/5m)	0,5	0,5	1	1	0,5

Condotto autoportante PUR

[Hz]	125	250	500	1000	2000
Assorbimento acustico (α)	0,02	0,01	0,02	0,13	0,19
ΔL(dB/5m)	0,5	0,5	1	1	0,5

Condotta autoportante Isover CLIMAVER® A2 neto

[Hz]	125	250	500	1000	2000
Assorbimento acustico (α)	0,025	0,6	0,65	0,95	01
ΔL(dB/5m)	8,8	29	33	57	61

Figura 13: impianti aeraulici (proprietà acustiche dei condotti, fonte *saint-gobain.com*)

Le condotte realizzate in materiale a cellule chiuse (metalliche e preisolate in PIR/PUR), essendo materiali rigidi, trasmettono energia vibroacustica: occorre prestare particolare attenzione non solo alla fase progettuale ma anche a quella di installazione che dovrà essere accuratamente rifinita e prevede l'uso di antivibranti e soluzioni di smorzamento delle vibrazioni.

L'assorbimento acustico è quel fenomeno per cui parte dell'energia acustica che colpisce una superficie viene assorbita trasformandosi in calore.
Pertanto, α rappresenta la quantità di energia incidente che tale materiale è in grado di assorbire; è adimensionale e in materiali porosi come la lana di vetro dipende da vari parametri:

- resistenza al flusso d'aria;
- frequenza sonora;
- porosità (volume dell'aria/volume totale);
- tortuosità (geometria della struttura del materiale);
- spessore.

Guardando al caso specifico delle condotte aerauliche, quando l'onda sonora incontra la parete interna della condotta si presentano i seguenti fenomeni:

- una parte dell'energia incidente viene riflessa e continuerà a scorrere all'interno della condotta;
- una parte viene assorbita e trasformata in calore;
- una parte viene trasmessa verso l'esterno della condotta.

3.3 Impianti tecnologici a funzionamento discontinuo

Per servizi a funzionamento discontinuo si intendono scarichi, ascensori, eccetera; particolare attenzione dovrà essere fatta agli scarichi, generalmente causa principale del mancato rispetto di tali limiti.

Un'adeguata progettazione nell'ubicazione degli scarichi e, soprattutto, l'impiego di materiali specifici, sono essenziali per la concreta riduzione del rumore derivante dall'uso delle condotte.
La costruzione di una protezione in muratura intorno agli scarichi, pur se di consistente spessore, non è sufficiente ad assorbire adeguatamente e da sola il rumore prodotto durante il passaggio delle acque.

L'attenuazione dell'onda sonora nelle pareti dei tubi dipende essenzialmente da due fattori: la struttura molecolare ed il peso superficiale del materiale.
I suoni propagati nei solidi sono provocati da un colpo, quale ad esempio l'urto dell'acqua contro le pareti del tubo, soprattutto nelle colonne di scarico verticali in corrispondenza di una curva o di una braga; il suono si propaga dal punto colpito a tutto il tubo, mentre la vibrazione subita dal tubo genera una ulteriore onda acustica.

La posa della condotta per l'evacuazione delle acque di scarico deve rispettare due principi fondamentali: evitare ogni contrazione alla tubazione ed evitare ogni ostacolo alla dilatazione longitudinale.
Le tubazioni saranno sostenute con bracciali a vite, con interposta una guarnizione insonorizzante in gomma, perfettamente adattati alla circonferenza dei tubi e ancorati alla parete per mezzo di tasselli.

Le condotte suscettibili di essere soggette a pressioni di scarico devono essere garantite contro ogni sfilamento ed ogni disassamento con l'aiuto di bracciali di bloccaggio (punti fissi).

Visto che la rumorosità dell'evacuazione delle acque dipende prevalentemente dal tracciato delle condotte, è importante ridurre i rumori di scarico e limitare i punti di urto.
Per questa ragione, le colonne di scarico devono essere deviate progressivamente e non con un cambiamento brusco di direzione, non favorevole dal punto di vista dell'insonorizzazione.
Inoltre, occorre dimensionare le condotte d'evacuazione in maniera da permettere una circolazione d'aria congiuntamente allo scorrimento delle acque residue; per lo stesso motivo, i bracciali devono essere muniti di una guarnizione.

Nel caso di condotte incassate, bisogna badare che i suddetti bracciali non siano fissati alla parete del cavedio, ma al muro portante; in più, gli attraversamenti dei muri e dei soffitti devono permettere un certo gioco.
Gli attraversamenti delle solette devono, a loro volta, essere a tenuta di umidità e isolati contro il rumore.

In sintesi, per limitare i rumori aerei generati nei canali e le vibrazioni trasmesse dai canali alle strutture è possibile intervenire con i seguenti accorgimenti:

- utilizzare tubazioni di tipo silenziato (ad esempio prodotti stratificati o di massa elevata);
- rivestire i tubi non silenziati (ed eventualmente anche quelli silenziati) con materiale fonoisolanti;
- inserire le tubazioni in cavedi impiantistici;
- inserire nei cavedi materiale fonoimpedente;
- fasciare i canali con materiale "elastico" e/o fonoimpedente nei punti in cui il tubo entra in contatto con le strutture edilizie (attraversamenti a parete o solaio);
- utilizzare collari di tipo silenziato.

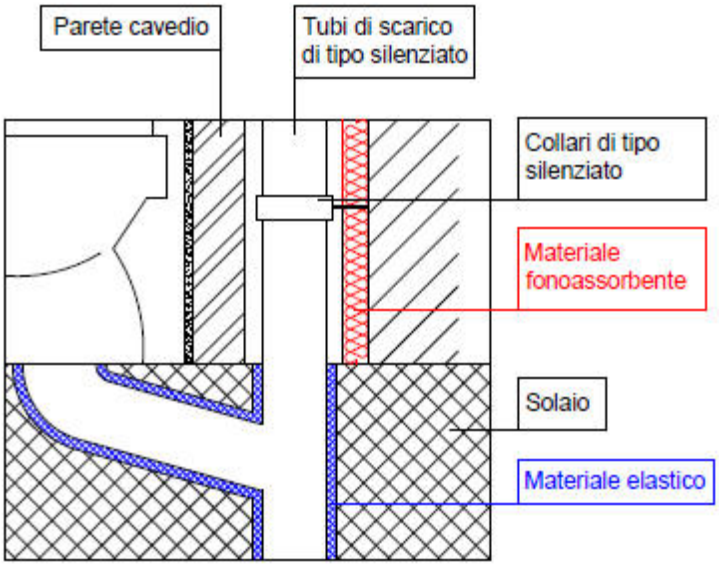


Figura 14: accorgimenti costruttivi (indicazioni generali per l'isolamento dei canali di scarico)

Inoltre, per ridurre le generazione di rumori lungo il canale, è opportuno evitare variazioni di direzione di 90° (da verticale a orizzontale) al piede della colonna, realizzando raccordi con due curve a 45° e un tubo intermedio, di lunghezza pari almeno a 2 volte il diametro della tubazione.

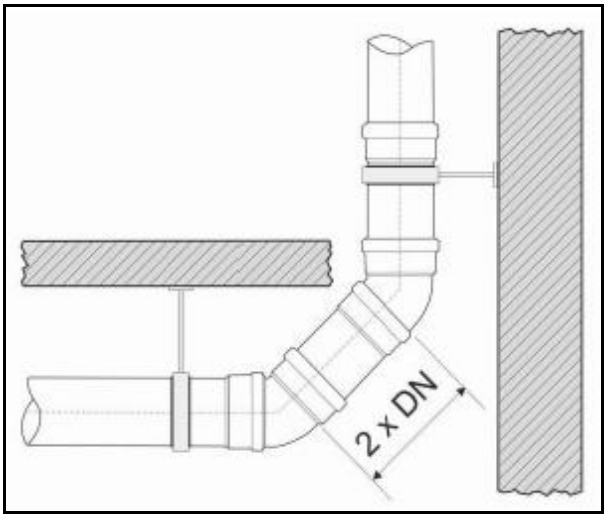


Figura 15: accorgimenti costruttivi (corretta angolazione raccordi, fonte ANIT)

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

Per limitare la trasmissione di rumori aerei si raccomanda l'utilizzo di sistemi di scarico caratterizzati da adeguate prestazioni fonoisolanti inseriti in appositi cavedi impiantistici, che devono essere previsti fin dal progetto preliminare.

Sono infatti da evitare scassi realizzati in cantiere nelle pareti di separazione tra differenti unità immobiliari, che comporterebbero, oltre alla percezione del rumore degli impianti, anche un decremento della prestazione fonoisolante della parete stessa.

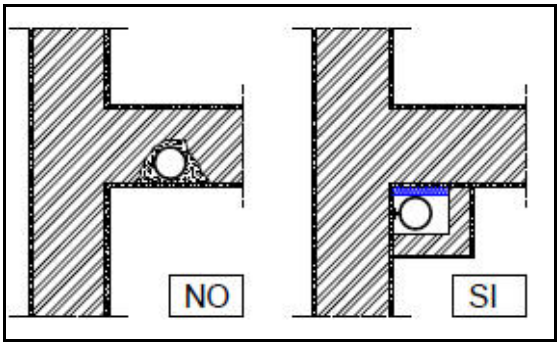


Figura 16: accorgimenti costruttivi (corretto posizionamento cavedi impiantistici, fonte ANIT)

All'interno dei cavedi è opportuno inserire del materiale fonoassorbente (ad es. feltri in fibra minerale) per limitare possibili fenomeni di risonanza; le pareti dei cavedi possono essere realizzate con laterizi, blocchi, sistemi a secco o altre tecnologie.

Il progettista dovrà stimare la prestazione fonoisolante di tali partizioni in base al tipo di sistema di scarico utilizzato e al risultato che vuole ottenere in opera.

Nel caso gli impianti inseriti in uno scasso nella parete esterna, i tubi di scarico devono essere fasciati con materiale elastico e posizionati sul lato esterno della partizione.

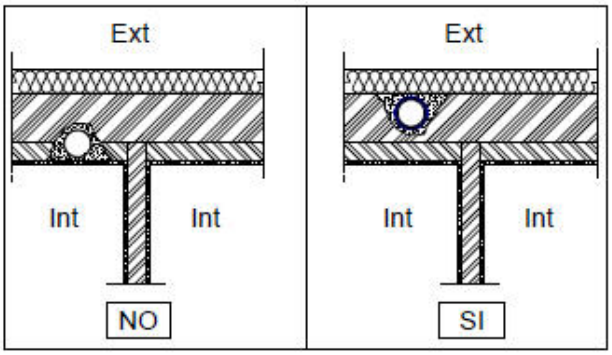


Figura 17: accorgimenti costruttivi posizionamento impianti in parete perimetrale, fonte ANIT)

Per limitare la trasmissione di vibrazioni il sistema di scarico deve essere desolidarizzato dalle strutture murarie.

Le tubazioni devono essere rivestite con materiale elastico resiliente in corrispondenza di tutti i punti di contatto, anche lungo il tratto che collega i sanitari alla colonna principale.

Inoltre, è opportuno prevedere l'interposizione di uno strato di materiale elastico tra l'apparecchio sanitario e la struttura muraria, sia nel contatto a pavimento, sia nel contatto a parete nel caso di sanitario sospeso.

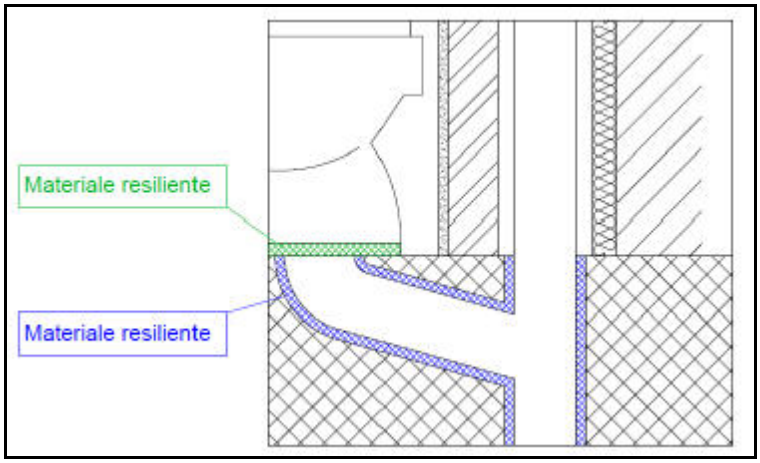


Figura 18: accorgimenti costruttivi (riduzione vibrazioni in impianti sanitari, fonte ANIT)

Esistono in commercio differenti tipologie di materiali elastici; alcuni servono solo per desolidarizzare gli elementi mentre altri, di tipo multistrato e caratterizzati da una massa superficiale superiore, possono incrementare la prestazione fonoisolante del sistema, contribuendo a limitare anche la trasmissione di rumori aerei.

Le cassette di scarico dei WC incassate nella muratura sono fonte di rumori fastidiosi ed è opportuno sostituirle con cassette esterne meno rumorose impiegando apparecchiature insonorizzate esistenti in commercio.

La colonna di scarico deve essere inserita di preferenza, come già indicato, in cavedi appositi, prevedendo l'uso di attacchi alle pareti, isolati con collari di gomma o con fasce di materiale fonoimpedente, evitando di posizionarli sui muri confinanti con camere da letto o di soggiorno.

Figura 19: accorgimenti costruttivi (esempio cassetta silenziata da incasso, fonte *bampi.it*)

I collari di collegamento devono essere di tipo silenziato (in grado di smorzare le vibrazioni); In alternativa si dovrà interporre tra tubazione e collare uno strato di materiale elastico.

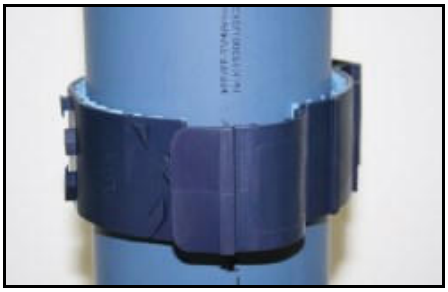


Figura 20: accorgimenti costruttivi (collare silenziato, fonte *bampi.it*)

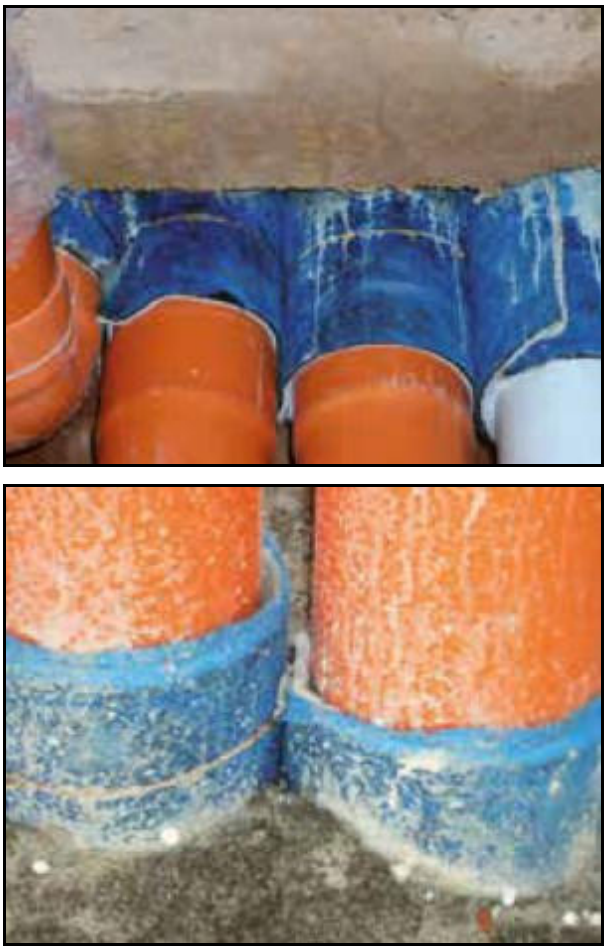


Figura 21: accorgimenti costruttivi (rivestimento impianti nel passaggio solai, fonde *indexspa.it*)

Figura 22: accorgimenti costruttivi (isolamento acustico di una tubazione di scarico, fonde *indexspa.it*)

Figura 23: accorgimenti costruttivi (isolamento acustico curva tubazione di scarico, fonte *indexspa.it*)

Figura 24: accorgimenti costruttivi (particolari isolamento acustico tubazioni, fonte *indexspa.it*)

La rumorosità della rubinetteria in fase di apertura aumenta con l'aumentare della velocità e della pressione dell'acqua per cui è opportuna l'installazione di un riduttore di pressione all'entrata di ogni unità abitativa; ma anche la brusca chiusura può generare un "colpo d'ariete" rumoroso che può essere ridotto con opportuni ammortizzatori installati sui tratti lunghi delle tubazioni.

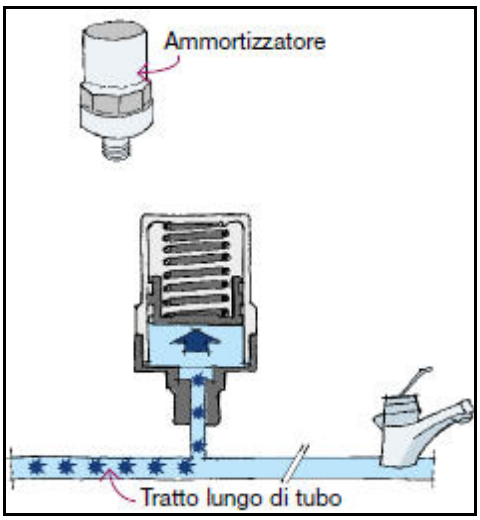


Figura 25: accorgimenti costruttivi (ammortizzatore colpi d'ariete, fonte *indexspa.it*)

L'inserimento di un manicotto elastico fra tubazione e rubinetto associato ad un rompigetto aeratore installato sul rubinetto come pure un opportuno disegno della sezione del rubinetto, priva di spigoli vivi, unita ad una chiusura progressiva, più efficace degli ammortizzatori, contribuiscono a ridurre entrambi i problemi.

La rumorosità dei lavelli in acciaio delle cucine va ridotta con pannelli antirombo incollati sul retro degli stessi.

Gli accorgimenti riportati si rendono necessari per garantire, in via previsionale, il rispetto dei valori limite indicati all'interno del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23/06/2022.
Tali valori, non stimabili univocamente in via previsionale, dovranno essere confermati a lavori ultimati con le misurazioni di collaudo previste dalla vigente normativa in materia.

4. Conclusioni

4.1 Condizioni di calcolo

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 pari o superiore a 41 dB per i complessi vetro-serramento (comprensivi degli eventuali elementi oscuranti e/o dei cassonetti coprirullo) e per le porte esterne.

Tale valore risulta essere prescrizione da riportare nel capitolato dell'opera.

Impianti a funzionamento continuo

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, spogliatoi, eccetera).

In linea generale, occorre prestare attenzione alla scelta delle sorgenti tecnologiche destinate al trattamento dell'aria, alla climatizzazione ed alla produzione di acqua calda sanitaria, sia per quanto riguarda i valori di potenza sonora associati alle macchine, che per il loro posizionamento.

Più in particolare, sarà prevista la posa di silenziatori opportunamente dimensionati lungo le canalizzazioni di mandata e ripresa aria ambiente delle unità di trattamento aria presenti, nonché la posa di giunti elastomerici e/o supporti antivibranti, al fine di ottenere il disaccoppiamento degli impianti dalle partizioni strutturali ed evitare la conseguente propagazione di vibrazioni.

La trasmissione dei rumori avviene sia per via aerea (con particolare riferimento sia per il propagarsi delle vibrazioni trasmesse direttamente alle partizioni su cui si poggiano le macchine stesse e/o alla rete delle tubazioni.

Le vibrazioni si trasmettono a distanza anche lungo le tubazioni dell'impianto: pertanto, gli impianti medesimi saranno disaccoppiati dalla base di posa mediante opportuni supporti antivibranti per evitare connessioni dirette con le partizioni orizzontali e verticali. Analogamente, canalizzazioni ubicate internamente ai controsoffitti o ai locali dovranno essere disaccoppiate dalle strutture attraverso giunti antivibranti e/o soluzioni similari.

Ai fini di una corretta progettazione del rumore da impianti sono illustrate prescrizioni generali ed indicazioni di corretta posa in opera all'interno dei paragrafi 3.2 e 3.3.

4.2 Stima previsionale del rispetto dei valori limite

Come in precedenza introdotto, 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.).

I valori calcolabili, in previsione e fermo restando le prescrizioni progettuali riportate, risultano rispettare i limiti per l'isolamento di facciata, 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 8.4.18.0, 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 11175-1 :2024 "*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 :2024 "*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*".
- 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.
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 :2023 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 ai paragrafi 3.2 e 3.3.

<u>La scelta degli ambienti e/o delle partizioni oggetto di analisi è stata condotta in modo prudenziale, 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)</u>.

Per ogni analisi sono stati introdotti opportuni coefficienti di cautela, con particolare riferimento al calcolo del potere fonoisolante delle stratigrafie, all'inserimento dei coefficienti correttivi, considerando opzioni differenti al fine di valutare l'influenza degli stessi sul risultato finale.

Per tali motivi i risultati ottenuti per gli indici di riferimento possono ritenersi estensibili all'intero edificio.

Tabella 9: riepilogo risultati (tabella comparativa valori limite legge / risultati analisi teorica)

Indice / Requisito	Valore linite D.P.C.M. 05/12/1997	Valore previsionale di calcolo
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ (caso A)	$D_{2m,nT,w} \geq 42$ dB	**$D_{2m,nT,w}$ = 44,6 dB** valore conforme
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ (caso B)	$D_{2m,nT,w} \geq 42$ dB	**$D_{2m,nT,w}$ = 45,1 dB** valore conforme

Tabella 10: riepilogo risultati (tabella comparativa valori limite legge / risultati analisi teorica)

Indice / Requisito	Valore limite C.A.M. UNI 13367 (classe II)	Valore previsionale di calcolo
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ (caso A)	$D_{2m,nT,w} \geq 40$ dB	**$D_{2m,nT,w}$ = 44,6 dB** valore conforme
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ (caso B)	$D_{2m,nT,w} \geq 40$ dB	**$D_{2m,nT,w}$ = 45,1 dB** valore conforme

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), 01/12/2024

dott. ing. Emanuele Morlini *(*)*

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

Firmato digitalmente da: Morlini Emanuele
Data: 01/12/2025 18:38:41

(*)
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
iscritto all'albo telematico dei Consulenti Tecnici del Tribunale di Reggio Emilia (D.L. 18 ottobre 2012, n. 179) sotto il n.15 dal 28/02/2024
certificato CERTing+ Advanced n. REB-2259-IT2 rilasciato il 30/04/2020

(**)
iscritto all'Ordine degli Ingegneri della provincia di Reggio Emilia, sotto il n. 1593

5. Schede di valutazione (software previsionale Echo 8.4.18)

CALCOLO ISOLAMENTO FACCIATE

VpRAP Toano Sport Park - analisi facciata caso A

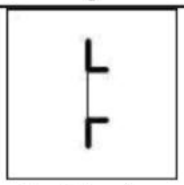
Dati geometrici

Volume dell'ambiente [m³]	34,50
Superficie della facciata [m²]	20,23

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R_w/ D_{new} [dB]	ΔR_w esterno [dB]	ΔR_w interno [dB]
1	VpRAP Centro Sportivo Toano - perimetrale	18,34	53,1	0,0	0,0
2	VpRAP - serramento certificato 41 dB	1,89	41,0	-	-

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	$\alpha \leq 0,3$

Risultati

R'_w [dB]	47,3
$D_{2m,nT,w}$ [dB]	44,6

Destinazione d'uso	Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto
$D_{2m,nT,w}$ minimo DPCM 5/12/97 [dB]	42,0
Verifica limite DPCM 5/12/97	✓
$D_{2m,nT,w}$ minimo CAM 2022 [dB]	40,0
Verifica limite CAM 2022	✓

Calcoli eseguiti con il software ECHO 8.4.18

VpRAP Toano Sport Park - analisi facciata caso B

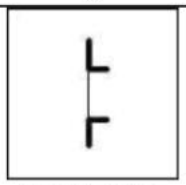
Dati geometrici

Volume dell'ambiente [m³]	100,20
Superficie della facciata [m²]	11,96

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R_w/ D_{new} [dB]	ΔR_w esterno [dB]	ΔR_w interno [dB]
1	VpRAP Centro Sportivo Toano - perimetrale	4,40	53,1	0,0	0,0
2	VpRAP - serramento certificato 41 dB	7,56	41,0	-	-

Correzioni

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

Risultati

R'_w [dB]	40,8
$D_{2m,nT,w}$ [dB]	45,1

Destinazione d'uso	Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto
$D_{2m,nT,w}$ minimo DPCM 5/12/97 [dB]	42,0
Verifica limite DPCM 5/12/97	✓
$D_{2m,nT,w}$ minimo CAM 2022 [dB]	40,0
Verifica limite CAM 2022	✓

Calcoli eseguiti con il software ECHO 8.4.18

Analisi potere fonoisolante (parete perimetrale)

Descrizione (interno → esterno)		Spessore	Densità
1	Intonaco interno	15 mm	≥ ~1400 kg/m^3
2	Laterizio forato	8 cm	≥ 775 kg/m^3
3	Muratura in laterizio alveolato	30 cm	≥ ~870 kg/m^3
4	Cappotto (collante)	6 mm	≥ ~500 kg/m^3
5	Cappotto (isolamento)	14 cm	≥ ~24 kg/m^3
6	Intonaco plastico per cappotto	6 mm	≥ 500 kg/m^3

Tabella 11: analisi previsionale (stratigrafia, parete perimetrale)

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 complessivo relativo alla stratigrafia in esame è, in previsione, pari a 53,1 dB (software previsionale ANIT Echo 8.4.18).

La formula utilizzata per il calcolo della prestazione della tamponatura base in laterizio è, in modo cautelativo, quella indicata nella norma UNI EN ISO 11175-1 :2024 per le "*partizioni monostrato in elementi di laterizio forati, aventi percentuale di foratura non superiore al 65% e caratterizzati da fori distribuiti pressoché uniformemente sulla faccia dell'elemento, posati con giunti orizzontali e verticali di malta*".

Massa superficiale m' 344,0 kg/m² Rw 53,1 dB

Tipo di elemento
Partizioni orizzontali e pareti di tipo massivo singole o doppie, realizzate con materiali in uso in Italia. Nel caso di pareti doppie, l'intercapedine deve essere vuota e di spessore ≤ 5 cm. Per pareti doppie con intercapedine vuota di spessore > 5 cm, o con intercapedine riempita (anche parzialmente) di materiale fonoassorbente, i risultati risultano cautelativi
Partizioni monostrato in elementi di laterizio forati, aventi percentuale di foratura non superiore al 65% e caratterizzati da fori distribuiti pressoché uniformemente sulla faccia dell'elemento, posati con giunti orizzontali e verticali di malta

Campo di validità [kg/m²]	Rw [dB]
m' > 80	50,7
80 < m' ≤ 250	50,7
250 < m' ≤ 380	53,1
m' > 380	51,9

Figura 26: analisi previsionale (potere fonoisolante, parete perimetrale)

6. Schede tecniche e/o certificazioni

FINSTRAL

FIN-Window
Classic-line 90
PVC-PVC

Anta dall'estetica tradizionale con bordi smussati.

Nell'immagine: esecuzione a due ante, all'esterno e all'interno PVC castagno 13

Sempre perfette.
I plus di questa finestra Finstral.

Profili in PVC di elevata qualità
Il telaio è composto da un profilo in PVC saldato negli angoli e altamente performante: isola perfettamente, è di facile manutenzione e duraturo. Dato che non utilizziamo schiume espanse, la finestra è sempre riciclabile al 100%.

Il miglior vetro
Produciamo direttamente i vetri isolanti, utilizzando il miglior vetro in commercio e distanziali ad elevato isolamento termico saldati negli angoli. Eccellenti prestazioni isolanti, massima trasmissione luminosa, estetica curata in ogni dettaglio: questo è lo standard Finstral.

Incollato anziché spessorato
In Finstral incolliamo sempre il vetro al profilo dell'anta. La tecnica dell'incollaggio conferisce maggiore stabilità al serramento e ne migliora la funzionalità. L'utilizzo è più confortevole e la finestra richiede una manutenzione minima.

I profili più sottili
Queste finestre hanno i profili più sottili della loro categoria: per sfruttare al meglio la luce naturale negli ambienti interni e godere di una vista più ampia, senza rinunciare all'isolamento termico.

Elevati standard di sicurezza
Finstral fissa gli standard più elevati del settore grazie alla dotazione di serie con quattro scontri di sicurezza con nottolini a fungo. La guarnizione mediana e vetri sempre incollati al profilo dell'anta rendono ancora più difficoltosi i tentativi di scasso. Sono disponibili anche ulteriori dotazioni di sicurezza.

Sempre in buone mani
Dallo sviluppo prodotti alla realizzazione dei profili, dalla produzione del vetro isolante all'assemblaggio della finestra, fino alla consegna puntuale e alla posa eseguita da professionisti certificati: per fare in modo che ogni cosa sia perfetta, ci occupiamo di tutto noi.

Raffinate superfici in PVC
Solo in Finstral le superfici dei profili in PVC colorati in massa – goffrate o satinate – sono sempre compattate, per una manutenzione semplice e una pulizia ancora più facile. Il decoro legno viene termosaldato al profilo, senza ricorrere all'uso di pellicole adesive.

Sempre guarnizione mediana
La guarnizione mediana coestrusa al nasello in PVC protegge la ferramenta da umidità e polvere. Il nasello fornisce protezione antieffrazione aggiuntiva, rendendo più difficoltoso l'accesso alla ferramenta e il sollevamento dell'anta.

© 9/2022
FINSTRAL
codice articolo 67-4006-10-02

Figura 27: scheda tecnica (esempio serramento tipo in PVC, fonte *finstral.com*)

L'esterno
La facciata.

Il centro
Il nucleo.

Sempre *un'estetica* personalizzata.

Materiale
- PVC (policloruro di vinile), tutti i profili principali con spessore delle pareti esterne in classe A secondo EN 12608-1, profili di colore chiaro (bianco, bianco perla) con resistenza all'invecchiamento e stabilità del colore per la zona climatica S (clima rigido) secondo EN 12608-1, profili chiari con resistenza all'impatto mediante massa cadente classe II secondo EN 12608-1

Colore/superficie
Colori profili
- extraliscio (superficie compattata con micropori ridotti, di facile pulizia): bianco
- satinatura (impressa direttamente senza pellicole adesive, profilo colorato in massa): bianco, bianco perla, grigio seta, grigio
- goffratura (impressa direttamente senza pellicole adesive, profilo colorato in massa): bianco, bianco perla
- decoro legno (termosaldato al profilo, goffratura, profilo colorato in massa in tonalità marrone simile): castagno, rovere, noce chiaro

Colori guarnizione vetro
- grigio chiaro per colori profilo bianco, bianco perla, grigio seta
- nero per colori profilo grigio, noce
- in tinta per colori profilo castagno, rovere
- opzionale nero

Forma dei profili
Profondità telaio
- 90 mm
- 108 mm (all'interno telaio e anta complanari)

Vista esterna
- Classic-line
- spessore profili anta: 31 mm

Nodo centrale
- nodo centrale standard con ingombro di 146 mm
- nodo centrale sottile con ingombro di 127 mm

Dettagli di stile
Listelli
- listello incollato Classic (con distanziale vetro) nello stesso colore dei profili
- listello incollato in stile (con distanziale vetro) nello stesso colore dei profili
- listello interno al vetro (9, 18 o 26 mm)

Pannelli (per campi fissi)
- pannello liscio, fresato e bugnato (negli stessi colori dei profili)
- pannello in vetro smaltato (8 colori)
- pannello in ceramica (12 decori)

Elementi decorativi
- profilo ed elemento decorativo in tinta con il serramento

Sempre *una protezione* affidabile.

Intrusioni
Protezione antieffrazione standard
- 4 nottolini a fungo di ottima qualità

Sicurezza aggiuntiva
- nottolini a fungo lungo tutto il perimetro, distanza massima 85 cm o minore
- vetro di sicurezza Multiprotect fino a classe P5A
- maniglia con chiave, maniglia con pulsante o maniglia di sicurezza a pressione
- placca antiperforazione per quadro maniglia
- sensore di sorveglianza elettronica
- ferramenta testata con classe di sicurezza RC 2

Sole/calore
Vetri a controllo solare
- Mediterran 2: U_g 1,1 W/m²K, g 0,48, LT 0,74
- Mediterran 3: U_g 0,6 W/m²K, g 0,44, LT 0,67
- Sun-Control 2: U_g 1,1 W/m²K, g 0,38, LT 0,72
- Sun-Control 3: U_g 0,6 W/m²K, g 0,36, LT 0,66
- Sun-Block 2: U_g 1,1 W/m²K, g 0,28, LT 0,60
- Sun-Block 3: U_g 0,6 W/m²K, g 0,26, LT 0,54

Ulteriori soluzioni oscuranti
- avvolgibile
- ombreggiante in tessuto
- frangisole
- persiana
- persiana scorrevole
- persiana scorrevole a libro

Sguardi indiscreti
- vetri ornamentali (14 design)

Insetti
- zanzariera fissa nello stesso colore dei profili
- zanzariera con apertura ad anta nello stesso colore dei profili
- zanzariera a scorrimento orizzontale o verticale nello stesso colore dei profili
- zanzariera plissettata nello stesso colore dei profili

Sempre *un isolamento* ottimale.

Caldo/freddo
Telaio
- profilo pluricamera in PVC termoisolante
- valore U_f 1,0 W/m²K

Vetro isolante
- con gas argon
- bordi del vetro leggermente sfilettati
- controllo qualità di ogni lastra tramite scanner elettronico
- marchi di qualità RAL e CEKAL per doppi e tripli vetri isolanti

Doppio vetro basso-emissivo
- il nostro standard Plus-Valor 2: U_g 1,1 W/m²K, g 0,65, LT 0,82
- distanziale vetro termoisolato e saldato negli angoli in colore nero, bianco grigiastro o marrone chiaro

Triplo vetro basso-emissivo
- innovativo vetro altamente performante Max-Valor 3: U_g 0,6 W/m²K, g 0,60, LT 0,77
- il miglior vetro in Europa: isolamento termico e guadagno energetico massimi, trasparenza massima, tonalità neutra
- distanziale vetro termoisolato e saldato negli angoli, in colore nero
- percentuale di riflesso del vetro molto bassa (meno del 15%)

Valori d'isolamento termico

misura finestra ad 1 anta secondo norma per calcolo U_w 1,23 x 1,48 m:
- valore U_w per doppio vetro: U_w 1,1 W/m²K
- valore massimo per triplo vetro: U_w 0,73 W/m²K

misura finestra a 2 ante con montante mobile secondo norma per calcolo U_w 1,23 x 1,48 m:
- valore U_w per doppio vetro: U_w 1,2 W/m²K
- valore massimo per triplo vetro: U_w 0,85 W/m²K

Rumore
Componenti fonoisolanti
- profili perfettamente aderenti tra loro
- guarnizioni coestruse
- vetro e profili incollati anziché spessorati
- certificato ift disponibile

Isolamento acustico

valori R_w calcolati per finestre/porte ad un'anta, superficie elemento fino a 2,7 m²:
- R_w standard: 32 (-2;-6) dB
- R_w valore massimo: 45 (-1;-3) dB

Tenuta
Tenuta ermetica
- angoli saldati
- guarnizioni robuste e ben aderenti
- il nasello in PVC protegge la ferramenta

Tenuta all'acqua
- classe 9A per finestre ad un'anta e a due ante secondo EN 12208 per le dimensioni standard 1,23 x 1,48 m

Permeabilità all'aria
- classe 4 per finestre ad un'anta e a due ante secondo EN 12207 per le dimensioni standard 1,23 x 1,48 m

Resistenza al carico del vento
- classe C5 / B5 per finestre ad un'anta
- classe C3 / B3 per finestre a due ante con montante mobile
- dimensioni standard 1,23 x 1,48 m secondo EN 12210

Sempre *un'applicazione* adatta.

Tipo di posa
Nuova costruzione/ ristrutturazione
- posa in due fasi: si intonaca il controtelaio termoisolato FIN-Fix nella muratura già in cantiere durante la fase di costruzione al grezzo, mentre l'inserimento dei serramenti veri e propri nel controtelaio avviene solo nella fase di costruzione finale, quando l'intonaco è asciutto (consigliata da Finstral)
- posa in una fase: il serramento viene posato direttamente su muratura e intonacato

Sostituzione serramenti
- posa con rivestimento completo del vecchio telaio: si adattano le misure del vecchio telaio e lo si riveste con il nuovo, durata: 2 ore per finestra (consigliata da Finstral)
- rimuovere la vecchia finestra dal controtelaio e inserire la nuova finestra
- rimuovere completamente il vecchio telaio e intonacare direttamente il nuovo telaio nella muratura

Qualità della sigillatura
Applicazioni affidabili
- raccolta di oltre 700 disegni applicativi per tutta Europa, più di 300 approvati dall'Istituto ift Rosenheim (nell'area tecnica del nostro sito alla voce "Applicazioni" da scaricare o da richiedere a Finstral)

Standard di posa attuali
- nei corsi obbligatori per posatori di prodotti Finstral viene spiegato come impiegare moderni materiali isolanti
- tutti i nostri partner sono formati da noi; i rivenditori Finstral con posa certificata dall'Istituto ift sono contraddistinti da questo simbolo:

FINSTRAL
ift Institut für Fenstertechnik Rosenheim
professionisti della posa certificata

© 9/2022
FINSTRAL

FIN-Window
Classic-line
90
PVC-PVC

2 / 7

Figura 28: scheda tecnica (esempio serramento tipo in PVC, fonte *finstral.com*)

FINSTRAL

FIN-Window
Classic-line 77
PVC-PVC

Anta dall'estetica tradizionale con bordi smussati.

Nell'immagine: esecuzione a due ante, all'esterno e all'interno PVC castagno 13

Sempre perfette.
I plus di questa finestra Finstral.

Profili in PVC di elevata qualità
Il telaio è composto da un profilo in PVC saldato negli angoli e altamente performante: isola perfettamente, è di facile manutenzione e duraturo. Dato che non utilizziamo schiume espanse, la finestra è sempre riciclabile al 100%.

Il miglior vetro
Produciamo direttamente i vetri isolanti, utilizzando il miglior vetro in commercio e distanziali ad elevato isolamento termico saldati negli angoli. Eccellenti prestazioni isolanti, massima trasmissione luminosa, estetica curata in ogni dettaglio: questo è lo standard Finstral.

Incollato anziché spessorato
In Finstral incolliamo sempre il vetro al profilo dell'anta. La tecnica dell'incollaggio conferisce maggiore stabilità al serramento e ne migliora la funzionalità. L'utilizzo è più confortevole e la finestra richiede una manutenzione minima.

I profili più sottili
Queste finestre hanno i profili più sottili della loro categoria: per sfruttare al meglio la luce naturale negli ambienti interni e godere di una vista più ampia, senza rinunciare all'isolamento termico.

Elevati standard di sicurezza
Finstral fissa gli standard più elevati del settore grazie alla dotazione di serie con quattro scontri di sicurezza con nottolini a fungo. La guarnizione mediana e vetri sempre incollati al profilo dell'anta rendono ancora più difficoltosi i tentativi di scasso. Sono disponibili anche ulteriori dotazioni di sicurezza.

Sempre in buone mani
Dallo sviluppo prodotti alla realizzazione dei profili, dalla produzione del vetro isolante all'assemblaggio della finestra, fino alla consegna puntuale e alla posa eseguita da professionisti certificati: per fare in modo che ogni cosa sia perfetta, ci occupiamo di tutto noi.

Raffinate superfici in PVC
Solo in Finstral le superfici dei profili in PVC colorati in massa – goffrate o satinate – sono sempre compattate, per una manutenzione semplice e una pulizia ancora più facile. Il decoro legno viene termosaldato al profilo, senza ricorrere all'uso di pellicole adesive.

Sempre guarnizione mediana
La guarnizione mediana coestrusa al nasello in PVC protegge la ferramenta da umidità e polvere. Il nasello fornisce protezione antieffrazione aggiuntiva, rendendo più difficoltoso l'accesso alla ferramenta e il sollevamento dell'anta.

© 9/2022
FINSTRAL
codice articolo 67-4005-10-02

Figura 29: scheda tecnica (esempio serramento tipo in PVC, fonte *finstral.com*)

L'esterno
La facciata.

Il centro
Il nucleo.

Sempre *un'estetica* personalizzata.

Materiale
- PVC (policloruro di vinile), tutti i profili principali con spessore delle pareti esterne in classe A secondo EN 12608-1, profili di colore chiaro (bianco, bianco perla) con resistenza all'invecchiamento e stabilità del colore per la zona climatica S (clima rigido) secondo EN 12608-1, profili chiari con resistenza all'impatto mediante massa cadente classe II secondo EN 12608-1

Colore/superficie
Colori profili
- extraliscio (superficie compattata con micropori ridotti, di facile pulizia): bianco
- satinatura (impressa direttamente senza pellicole adesive, profilo colorato in massa): bianco, bianco perla, grigio seta, grigio
- goffratura (impressa direttamente senza pellicole adesive, profilo colorato in massa): bianco, bianco perla
- decoro legno (termosaldato al profilo, goffratura, profilo colorato in massa in tonalità marrone simile): castagno, rovere, noce chiaro

Colori guarnizione vetro
- grigio chiaro per colori profilo bianco, bianco perla, grigio seta
- nero per colori profilo grigio, noce
- in tinta per colori profilo castagno, rovere
- opzionale nero

Forma dei profili
Profondità telaio
- 77 mm
- 95 mm (all'interno telaio e anta complanari)

Vista esterna
- spessore profili anta: 31 mm

Nodo centrale
- nodo centrale standard con ingombro di 146 mm
- nodo centrale sottile con ingombro di 127 mm

Dettagli di stile
Listelli
- listello incollato Classic (con distanziale vetro) nello stesso colore dei profili
- listello incollato in stile (con distanziale vetro) nello stesso colore dei profili
- listello interno al vetro (9, 18 o 26 mm)

Pannelli (per campi fissi)
- pannello liscio, fresato e bugnato (negli stessi colori dei profili)
- pannello in vetro smaltato (8 colori)
- pannello in ceramica (12 decori)

Elementi decorativi
- profilo ed elemento decorativo in tinta con il serramento

Sempre *una protezione* affidabile.

Intrusioni
Protezione antieffrazione standard
- 4 nottolini a fungo di ottima qualità

Sicurezza aggiuntiva
- nottolini a fungo lungo tutto il perimetro, distanza massima 85 cm o minore
- vetro di sicurezza Multiprotect fino a classe P5A
- maniglia con chiave, maniglia con pulsante o maniglia di sicurezza a pressione
- placca antiperforazione per quadro maniglia
- sensore di sorveglianza elettronica
- ferramenta testata con classe di sicurezza RC 2

Sole/calore
Vetri a controllo solare
- Mediterran 2: U_g 1,1 W/m²K, g 0,48, LT 0,74
- Mediterran 3: U_g 0,6 W/m²K, g 0,44, LT 0,67
- Sun-Control 2: U_g 1,1 W/m²K, g 0,38, LT 0,72
- Sun-Control 3: U_g 0,6 W/m²K, g 0,36, LT 0,66
- Sun-Block 2: U_g 1,1 W/m²K, g 0,28, LT 0,60
- Sun-Block 3: U_g 0,6 W/m²K, g 0,26, LT 0,54

Ulteriori soluzioni oscuranti
- avvolgibile
- ombreggiante in tessuto
- frangisole
- persiana
- persiana scorrevole
- persiana scorrevole a libro

Sguardi indiscreti
- vetri ornamentali (14 design)

Insetti
- zanzariera fissa nello stesso colore dei profili
- zanzariera con apertura ad anta nello stesso colore dei profili
- zanzariera a scorrimento orizzontale o verticale nello stesso colore dei profili
- zanzariera plissettata nello stesso colore dei profili

Sempre *un isolamento* ottimale.

Caldo/freddo
Telaio
- profilo pluricamera in PVC termoisolante
- valore U_f 1,1 W/m²K

Vetro isolante
- con gas argon
- bordi del vetro leggermente sfilettati
- controllo qualità di ogni lastra tramite scanner elettronico
- marchi di qualità RAL e CEKAL per doppi e tripli vetri isolanti

Doppio vetro basso-emissivo
- il nostro standard Plus-Valor 2: U_g 1,1 W/m²K, g 0,65, LT 0,82
- distanziale vetro termoisolato e saldato negli angoli in colore nero, bianco grigiastro o marrone chiaro

Triplo vetro basso-emissivo
- innovativo vetro altamente performante Max-Valor 3: U_g 0,6 W/m²K, g 0,60, LT 0,77
- il miglior vetro in Europa: isolamento termico e guadagno energetico massimi, trasparenza massima, tonalità neutra
- distanziale vetro termoisolato e saldato negli angoli, in colore nero
- percentuale di riflesso del vetro molto bassa (meno del 15%)

Valori d'isolamento termico

misura finestra ad 1 anta secondo norma per calcolo U_w 1,23 x 1,48 m:
- valore U_w per doppio vetro: U_w 1,2 W/m²K
- valore massimo per triplo vetro: U_w 0,75 W/m²K

misura finestra a 2 ante con montante mobile secondo norma per calcolo U_w 1,23 x 1,48 m:
- valore U_w per doppio vetro: U_w 1,2 W/m²K
- valore massimo per triplo vetro: U_w 0,85 W/m²K

Rumore
Componenti fonoisolanti
- profili perfettamente aderenti tra loro
- guarnizioni coestruse
- vetro e profili incollati anziché spessorati
- certificato ift disponibile

Isolamento acustico

valori R_w calcolati per finestre/porte ad un'anta, superficie elemento fino a 2,7 m²:
- R_w standard: 32 (-2;-6) dB
- R_w valore massimo: 45 (-1;-3) dB

Tenuta
Tenuta ermetica
- angoli saldati
- guarnizioni robuste e ben aderenti
- il nasello in PVC protegge la ferramenta

Tenuta all'acqua
- classe 9A per finestre ad un'anta e a due ante secondo EN 12208 per le dimensioni standard 1,23 x 1,48 m

Permeabilità all'aria
- classe 4 per finestre ad un'anta e a due ante secondo EN 12207 per le dimensioni standard 1,23 x 1,48 m

Resistenza al carico del vento
- classe C5 / B5 per finestre ad un'anta
- classe C3 / B3 per finestre a due ante con montante mobile
- dimensioni standard 1,23 x 1,48 m secondo EN 12210

Sempre *un'applicazione* adatta.

Tipo di posa
Nuova costruzione/ ristrutturazione
- posa in due fasi: si intonaca il controtelaio termoisolato FIN-Fix nella muratura già in cantiere durante la fase di costruzione al grezzo, mentre l'inserimento dei serramenti veri e propri nel controtelaio avviene solo nella fase di costruzione finale, quando l'intonaco è asciutto (consigliata da Finstral)
- posa in una fase: il serramento viene posato direttamente su muratura e intonacato

Sostituzione serramenti
- posa con rivestimento completo del vecchio telaio: si adattano le misure del vecchio telaio e lo si riveste con il nuovo, durata: 2 ore per finestra (consigliata da Finstral)
- rimuovere la vecchia finestra dal controtelaio e inserire la nuova finestra
- rimuovere completamente il vecchio telaio e intonacare direttamente il nuovo telaio nella muratura

Qualità della sigillatura
Applicazioni affidabili
- raccolta di oltre 700 disegni applicativi per tutta Europa, più di 300 approvati dall'Istituto ift Rosenheim (nell'area tecnica del nostro sito alla voce "Applicazioni" da scaricare o da richiedere a Finstral)

Standard di posa attuali
- nei corsi obbligatori per posatori di prodotti Finstral viene spiegato come impiegare moderni materiali isolanti
- tutti i nostri partner sono formati da noi; i rivenditori Finstral con posa certificata dall'Istituto ift sono contraddistinti da questo simbolo:

FINSTRAL
ift Institut für Fenstertechnik Rosenheim
professionisti della posa certificata

© 9/2022
FINSTRAL

FIN-Window
Classic-line
77
PVC-PVC

2 / 8

Figura 30: scheda tecnica (esempio serramento tipo in PVC, fonte *finstral.com*)

FINSTRAL

FIN-Slide
Step-line 160
PVC-PVC

Porta-finestra alzante scorrevole dall'estetica tradizionale.

Nell'immagine: porta scorrevole ad un'anta, all'esterno e all'interno PVC grigio 06

Sempre perfetta.
I plus di questa porta scorrevole Finstral.

Profili in PVC rinforzati in acciaio
Il nucleo è costituito da un profilo in PVC rinforzato in acciaio, saldato negli angoli e altamente performante: isola perfettamente, è di facile manutenzione e duraturo. Dato che non utilizziamo schiume espanse, il serramento è sempre riciclabile al 100%.

Il miglior vetro
Produciamo direttamente i vetri isolanti, utilizzando il miglior vetro in commercio e distanziali ad elevato isolamento termico saldati negli angoli. Eccellenti prestazioni isolanti, massima trasmissione luminosa, estetica curata in ogni dettaglio: questo è lo standard Finstral.

Sempre senza barriere
Con un'altezza che non supera i 2 cm la soglia ribassata delle porte-finestre alzanti scorrevoli FIN-Slide è tra le più basse sul mercato.

I profili più sottili
Questa porta scorrevole ha i profili più sottili della sua categoria: per sfruttare al meglio la luce naturale negli ambienti interni e godere di una vista più ampia, senza rinunciare all'isolamento termico.

Elevati standard di sicurezza
Protezione antieffrazione assicurata da almeno due scontri di sicurezza. Vetro ed anta saldamente incollati tra di loro rendono ancora più difficoltosi i tentativi di scasso. Sono disponibili ulteriori dotazioni di sicurezza.

Sempre facili da pulire
Non avendo scanalature profonde dove si accumula lo sporco, le nostre soglie sono particolarmente facili da pulire.

Raffinate superfici in PVC
Solo in Finstral le superfici dei profili in PVC colorati in massa – goffrate o satinate – sono sempre compattate, per una manutenzione semplice e una pulizia ancora più facile. Il decoro legno viene termosaldato al profilo, senza ricorrere all'uso di pellicole adesive.

Sempre in buone mani
Dallo sviluppo prodotti alla realizzazione dei profili, dalla produzione del vetro isolante all'assemblaggio della finestra, fino alla consegna puntuale e alla posa eseguita da professionisti certificati: per fare in modo che ogni cosa sia perfetta, ci occupiamo di tutto noi.

© 10/2023

codice articolo 67-4001-90-02

FINSTRAL

Figura 31: scheda tecnica (esempio serramento tipo in PVC, fonte *finstral.com*)

L'esterno
La facciata.

Il centro
Il nucleo.

Sempre *un'estetica* personalizzata.

Materiale
- PVC (policloruro di vinile), tutti i profili principali con spessore delle pareti esterne in classe A secondo EN 12608-1, profili di colore chiaro (bianco, bianco perla) con resistenza all'invecchiamento e stabilità del colore per la zona climatica S (clima rigido) secondo EN 12608-1, profili chiari con resistenza all'impatto mediante massa cadente classe II secondo EN 12608-1

Colore/superficie
Colori profili
- extraliscio (superficie compattata con micropori ridotti, di facile pulizia): bianco
- satinatura (impressa direttamente senza pellicole adesive, profilo colorato in massa): bianco, bianco perla, grigio seta, grigio
- goffratura (impressa direttamente senza pellicole adesive, profilo colorato in massa): bianco, bianco perla
- decoro legno (termosaldato al profilo, goffratura, profilo colorato in massa in tonalità marrone simile): castagno, rovere, noce chiaro

Colori guarnizione vetro
- grigio chiaro per colori profilo bianco, bianco perla, grigio seta
- nero per colori profilo grigio, noce
- in tinta per colori profilo castagno, rovere
- opzionale nero

Forma dei profili
Profondità telaio
- 160 mm

Vista esterna
- Step-line
- spessore profili anta: 80 mm

Nodo centrale
- senza montante mobile

Sempre *una protezione* affidabile.

Intrusioni
Protezione antieffrazione standard
- 2 perni di chiusura di alta qualità, da un'altezza anta di 2371 mm 3 perni

Sicurezza aggiuntiva
- gancio di sicurezza agganciato nella soglia sul nodo centrale
- vetro di sicurezza Multiprotect fino a classe P5A
- maniglia con chiave
- set di maniglie con chiave
- sensore di sorveglianza elettronica
- ferramenta testata con classe di sicurezza RC 2

Sole/calore
Vetri a controllo solare
- Mediterran 2: U_g 1,1 W/m²K, g 0,48, LT 0,74
- Mediterran 3: U_g 0,6 W/m²K, g 0,44, LT 0,67
- Sun-Control 2: U_g 1,1 W/m²K, g 0,38, LT 0,72
- Sun-Control 3: U_g 0,6 W/m²K, g 0,36, LT 0,66
- Sun-Block 2: U_g 1,1 W/m²K, g 0,28, LT 0,60
- Sun-Block 3: U_g 0,6 W/m²K, g 0,26, LT 0,54

Ulteriori soluzioni oscuranti
- avvolgibile
- ombreggiante in tessuto
- frangisole
- persiana scorrevole
- persiana scorrevole a libro

Sguardi indiscreti
- vetri ornamentali (14 design)

Insetti
- zanzariera avvolgibile a scorrimento orizzontale nello stesso colore dei profili

Sempre *un isolamento* ottimale.

Caldo/freddo
Telaio
- profilo pluricamera in PVC termoisolante
- valore U_f 1,6 W/m²K

Vetro isolante
- con gas argon
- bordi del vetro leggermente sfilettati
- controllo qualità di ogni lastra tramite scanner elettronico
- marchi di qualità RAL e CEKAL per doppi e tripli vetri isolanti

Doppio vetro basso-emissivo
- il nostro standard Plus-Valor 2: U_g 1,1 W/m²K, g 0,64, LT 0,81
- distanziale vetro termoisolato e saldato negli angoli in colore nero, bianco grigiastro o marrone chiaro

Triplo vetro basso-emissivo
- innovativo vetro altamente performante Max-Valor 3: U_g 0,6 W/m²K, g 0,60, LT 0,77
- il miglior vetro in Europa: isolamento termico e guadagno energetico massimi, trasparenza massima, tonalità neutra
- distanziale vetro termoisolato e saldato negli angoli, in colore nero
- percentuale di riflesso del vetro molto bassa (meno del 15%)

Valori d'isolamento termico

porta scorrevole ad un'anta con montante mobile secondo misura conforme alla norma per calcolo U_w 2,96 x 2,18 m:
- valore U_w per doppio vetro: U_w 1,3 W/m²K
- valore massimo per triplo vetro: U_w 0,81 W/m²K

porta scorrevole a due ante con montante mobile secondo misura conforme alla norma per calcolo U_w 2,96 x 2,18 m:
- valore U_w per doppio vetro: U_w 1,4 W/m²K
- valore massimo per triplo vetro: U_w 0,92 W/m²K

Rumore
Componenti fonoisolanti
- profili perfettamente aderenti tra loro
- guarnizioni di alta qualità
- vetro incollato al profilo anta anziché spessorato
- impiego di vetri fonoassorbenti
- disponibile su richiesta certificato di un organismo notificato del valore Rw, inclusi i valori dello spettro di adattamento (C; Ctr)

Isolamento acustico

valori R_w superficie elemento fino a 10 m²:
- R_w valore massimo: 43 (-1;-5) dB

Tenuta
Tenuta ermetica
- elevata tenuta nonostante la soglia ribassata priva di barriere architettoniche - il peso dell'anta permette un'ottima aderenza alla guarnizione

Tenuta all'acqua
- classe 6A per porta scorrevole ad un'anta

secondo UNI EN 12208 per dimensioni standard 4,50 x 2,25 m

Permeabilità all'aria
- classe 4 per porta scorrevole ad un'anta secondo EN 12207 per dimensioni standard 4,50 x 2,25 m

Resistenza al carico del vento
- classe C1 / B2 per porta scorrevole ad un'anta

Sempre *un'applicazione* adatta.

Tipo di posa
Nuova costruzione/ ristrutturazione
- posa in due fasi: si intonaca il controtelaio termoisolato FIN-Fix nella muratura già in cantiere, mentre l'inserimento delle porte scorrevoli nel controtelaio avviene solo verso la fine dei lavori (consigliato da Finstral)
- posa in una fase: si monta e si intonaca la porta scorrevole direttamente nella muratura

Sostituzione serramenti
- rimuovere la vecchia porta scorrevole dal controtelaio e inserire la nuova
- rimuovere completamente la vecchia porta scorrevole e intonacare direttamente la nuova nella muratura

Sigillatura
Applicazioni affidabili
- raccolta di oltre 700 disegni applicativi per tutta Europa, più di 300 approvati dall'Istituto ift Rosenheim (nell'area tecnica del nostro sito alla voce "Applicazioni" da scaricare o da richiedere a Finstral)

Standard di posa attuali
- nei corsi obbligatori per posatori di prodotti Finstral viene spiegato come impiegare moderni materiali isolanti
- tutti i nostri partner sono formati da noi; i rivenditori Finstral con posa certificata dall'Istituto ift sono contraddistinti da questo simbolo:

FINSTRAL
ift Institut für Fenstertechnik Rosenheim
professionisti della posa certificata

© 10/2023
FINSTRAL

FIN-Slide
Step-line
160
PVC-PVC

2 / 4

Figura 32: scheda tecnica (esempio serramento tipo in PVC, fonte *finstral.com*)

PLANET 50 plus

ALSISTEM

Prove fisico meccaniche su portafinestra 1500 x 2400mm

Permeabilità all'aria: **Classe 4**

Tenuta all'acqua: **Classe E 1350**

Resistenza al vento: **Classe C4**

Isolamento Acustico: **43 dB**

Valore ottenuto su una finestra 1350 x 1650mm con vetrocamera acustico 86.2/20/44.2

Uw Isolamento termico: **1.47 W/m²K** 1 anta
1.64 W/m²K 2 ante

Valori ottenuti per una finestra con dimensioni normalizzate secondo UNI EN 14351-1 (1,23m [± 25%] x 1,48m [- 25%]) con vetrocamera Ug 1,0W/m2K e psi 0,035.

Sistema in alluminio a taglio termico per serramenti a camera europea, rappresenta l'essenza dei sistemi Planet. Le nuove barrette tubolari inclinate garantiscono maggiore rigidità, resistenza e stabilità ai profili. Gamma di profili completa che comprende tutte le soluzioni tecniche ed estetiche.

Aluminium thermal break system which represents the essence of the Planet systems for eurogroove doors and windows. The new sloping tubolar bars garantee greater rigidity, strenght and stability of the profiles. Complete range of profiles that includes all styles of window and door frames in various technical and aesthetic solutions.

- Serie battente a taglio termico marcata CE
- Sezione: telaio 50mm / anta da 58mm
- Mostra architettonica nodo: laterale 91mm / centrale 143mm
- Sistema di tenuta giunto aperto o doppio battente a seconda della soluzioni
- Sistema di isolamento termico con barrette tubolari inclinate che garantiscono maggiore resistenza e stabilità
- Ferramenta SECRET a scomparsa fino a 150kg di portata

- *Thermal break casement series CE marked*
- *Section: frame 50mm / leaf from 58mm*
- *Architectural show section: lateral 91mm / central 143mm*
- *Sealing system open joint or double swing, depending on the solutions*
- *Thermal insulation system with tubular bars that garantee greater strenght and stability*
- *SECRET concealed hardware up to 150kg capacity*

Figura 33: scheda tecnica (esempio serramento tipo in alluminio, fonte *alsistem.it*)

KNAUFINSULATION

www.knaufinsulation.ch

TPS

Febbraio 2021

LANA DI ROCCIA

EN 13162 / sia 279.162
MW-EN 13162-T6-DS(T+)-WS-SDi-CP3-AF5

APPLICAZIONE

LASTRA ISOLANTE CONTRO IL CALPESTIO

Descrizione del prodotto

Lastra isolante contro il calpestio in lana di roccia ad alta densità, non infiammabile, per l'isolamento termico e acustico, idrofoba, immarcescibile, indeformabile, resistente all'invecchiamento.

Campi di applicazione

Isolamento contro il calpestio dei soffitti con elevate sollecitazioni abitative (case plurifamiliari) per la posa sotto massetti galleggianti in malta e massetti fluidi. Lastra isolante contro il calpestio sollecitabile con il peso proprio del massetto e il carico dinamico. Con uno spessore comune del massetto risulta un carico dinamico massimo ammesso di 5 kPa.

Lavorazione

Rispettare le rispettive direttive di lavorazione. Valgono inoltre le norme pertinenti e le regole riconosciute della tecnica.

PROGRAMMA DI FORNITURA

Spessore	mm	15	20	30	40
Lunghezza	mm	1200	1200	1200	1200
Larghezza	mm	625	625	625	625

Forma di fornitura: lastre impacchettate ovvero grande imballaggio (lastre impacchettate su pallet a perdere). Imballaggio: pellicola termoretraibile.
La distribuzione avviene attraverso il commercio specializzato.

CERTIFICAZIONI

Figura 34: scheda tecnica (dati tecnici pannelli tipo in lana di roccia, fonte *knaufinsulation.ch*)

KNAUFINSULATION

www.knaufinsulation.ch

TPS

Febbraio 2021

DATI TECNICI

Caratteristiche	Sigla	Descrizione / dati				Unità di misura	Norma
Reazione al fuoco	Euroclass	A1				–	EN 13501-1
Temperatura d'applicazione	–	fino a 250				°C	–
Punto di fusione della lana di roccia	–	> 1000				°C	DIN 4102-17
Densità apparente approssimativa	ρ	115				kg/m³	EN 1602
Rigidità dinamica	s'	≤ 30	≤ 25	≤ 20	≤ 20	MN/m³	EN 13162
Compressibilità	c	≤ 3				mm	EN 13162
Coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore acqueo	μ	1				–	EN 12086
Capacità termica specifica	Cp	1,03				KJ/(KgK)	EN 12524
Valore nominale della conducibilità termica	λ_D	0,034				W/mK	EN 13162
Spessore	d	15	20	30	40	mm	–
Valore nominale della resistenza termica	R_D	0,40	0,55	0,85	1,15	m²K/W	EN 13162

Knauf Insulation GmbH

Industriestrasse 30
CH-4622 Egerkingen
T: +41 62 889 19 90
F: +41 62 889 19 99
www.knaufinsulation.ch

Le indicazioni nella presente scheda tecnica rispecchiano lo stato attuale delle nostre conoscenze ed esperienze. Lo stato delle conoscenze e delle esperienze è in costante sviluppo. Vi preghiamo di accertarvi di utilizzare sempre l'edizione più recente di questa informativa. La descrizione dell'applicazione del prodotto potrebbe non tenere conto di condizioni e rapporti particolari dei singoli casi specifici. Vi invitiamo pertanto a verificare l'adeguatezza dei nostri prodotti nei casi applicativi concreti.

Versione 2021-02 / JWRs

challenge.
create.
care.

Figura 35: scheda tecnica (dati tecnici pannelli tipo in lana di roccia, fonte *knaufinsulation.ch*)

SCHEDE TECNICHE

		SILENTRock		
Tipo		**40**	**50**	**60**
Spessore		40 mm	50 mm	60 mm
Dimensione		1.0×1.2 m	1.0×1.2 m	1.0×1.2 m
Conducibilità termica λ		0.035 W/mK	0.035 W/mK	0.035 W/mK
Resistenza termica R	EN 12667	1.10 m² K/W	1.40 m² K/W	1.70 m² K/W
Assorbimento d'acqua		0.85 α_w	0.96 α_w	0.99 α_w
Densità	UNI 9947	60 kg/m³		
Rigidità dinamica	UNI EN 29052/1	$s' < 2$ MN/m³		
Resistività al flusso d'aria r		14.9 KPas/m²		
Coefficiete diffusione al vapore acqueo		μ 1		
Calore specifico		1.03 KJ/kgK		
Classificazione di reaz. al fuoco	EN 13501-1	**Euroclasse A1**		
Codice di designazione CE per l'isolamento termico	EN 13162	MW-EN13162-T4-WS-WL(P)-MU1-AW-Afr35		
Certificazioni		ITC		

VOCE DI CAPITOLATO

SILENTRock

L'isolamento acustico e termico sarà ottenuto con pannelli autoportanti, tipo SILENTRock, con densità di 60 kg/m³ dotati di una resistività al flusso d'aria r=14,9 KPas/m² e conducibilità termica λ=0,035 W/mK. Il pannello dovrà fornire anche le seguenti caratteristiche: coefficiente di diffusione al vapore acqueo: μ=1; rigidità dinamica (UNI-EN 29052-1ª): s'<2 MN/m³; calore specifico: 1,030 kJ/KgK; assorbimento acustico (a 1000 Hz): 0,85 α_w ; classe di reazione al fuoco (EN 13501-1): Euroclasse A1; codice di designazione CE per l'isolamento termico (EN 13162): MW-EN13162-T4-WS-WL(P)-MU1-AW-AFn35; dimensioni del pannello 0,60x1,00 m. Lo spessore dell'isolante sarà di .... cm.

Per visualizzare una descrizione più completa di Voce di capitolato comprensiva anche del sistema di posa consultare:
"Guida all'isolamento acustico dei fabbricati" -> sezione Voci di Capitolato

e le utilizzazioni del prodotto. Considerate le numerose possibilità d'impiego e la possibile interferenza di elementi da noi non dipendenti, non ci assumiamo responsabilità in ordine ai risultati. L'Acquirente è tenuto a stabilire sotto la propria responsabilità l'idoneità del prodotto all'impiego previsto.

I dati esposti sono dati medi indicativi relativi alla produzione attuale e possono essere cambiati e aggiornati dalla INDEX in qualsiasi momento senza preavviso e a sua disposizione. I suggerimenti e le informazioni tecniche fornite rappresentano le norme migliori conosciute riguardo le proprietà

• È POSSIBILE CONSULTARE ED EFFETTUARE IL DOWNLOAD DELLE VOCI DI CAPITOLATO SUL SITO www.indexspa.it NELLE RELATIVE SCHEDE PRODOTTO •
• PER UN CORRETTO USO DEI NOSTRI PRODOTTI CONSULTARE I CAPITOLATI TECNICI INDEX • PER ULTERIORI INFORMAZIONI O USI PARTICOLARI CONSULTARE IL NOSTRO UFFICIO TECNICO •

index
Construction Systems and Products
Via G. Rossini, 22 - 37060 Castel D'Azzano (VR) - Italy - C.P.67
T. +39 045 8546201 - F. +39 045 518390

Internet: www.indexspa.it
Informazioni Tecniche Commerciali
tecom@indexspa.it
Amministrazione e Segreteria
index@indexspa.it
Index Export Dept.
index.export@indexspa.it

TOTAL QUALITY index UNI EN ISO 9001
Environmental Management Systems index UNI EN ISO 14001
index socio del GBC Italia
ANIT Associati ANIT

6/2017™

© INDEX

Figura 36: scheda tecnica (dati tecnici pannelli tipo in lana di roccia, fonte *indexspa.it*)

HERMETIC FOAM

SCHIUMA SIGLLANTE ELASTICA AD ALTE PRESTAZIONI FONOISOLANTI

GLOVES INCLUDED

ABBATTIMENTO ACUSTICO CERTIFICATO

Abbattimento acustico fino a 63 dB, certificato dall'istituto IFT Rosenheim (ISO 10140-1).

ERMETICA ANCHE DOPO RIFILATURA

Impermeabile all'acqua e all'aria anche se rifilata dopo l'asciugatura, grazie alla struttura a celle chiuse.

DATI TECNICI

Proprietà	normativa	valore	*conversione USC*
Composizione	-	PU monocomponente	-
Colore	-	bianco	-
Tempo di formazione della pellicola 23 °C / 50% RH	-	6 - 10 min	-
Tempo di taglio 23 °C / 50% RH	-	20 - 40 min	-
Tempo necessario per completo indurimento 23 °C / 50% RH	-	60 min	-
Conduttività termica (λ)	FEICA TM1020/ EN 12667	0,030 - 0,035 W/(m·K)	*0.017 - 0.02 BTU/h·ft·°F*
Isolamento acustico delle fughe $R_{S,w}$ (ift)	EN ISO 10140-1 EN ISO 10140-2 EN ISO 717-1	10 mm: ≥ 63 (-1;-5) dB 20 mm: ≥ 62 (-1;-5) dB	- -
Fattore di resistenza al vapore d'acqua (μ)	EN 12086	36	-
Reazione al fuoco	DIN 4102-1 EN 13501-1	classe B3 classe F	- -
Resistenza termica dopo indurimento	-	-40 / +90 °C	*-40 / +194 °F*
Temperatura di applicazione (cartuccia, ambiente e supporto)	-	+5 / +35 °C	*+41 / +95 °F*
Emicode	procedura di prova GEV	EC1 plus	-
Classificazione VOC francese	ISO 16000	A+	-
Contenuto VOC	-	17,0 % - 173,3 g/L	-
Temperatura di trasporto	-	0 / +35 °C	*+32 / +95 °F*
Temperatura di stoccaggio[1]	-	+15 / +25 °C	*+59 / +77 °F*
Conservabilità[2]	-	12 mesi	-

[1]Stoccare il prodotto in posizione verticale in luogo asciutto e al coperto.
[2]Controllare la data di scadenza riportata sulla cartuccia.
Classificazione del rifiuto (2014/955/EU): 16 05 04.
Aerosol 1. Acute Tox. 4.Acute Tox. 4.Skin Irrit. 2. Eye Irrit. 2.Resp. Sens. 1. Skin Sens. 1. Carc. 2. STOT SE 3. STOT RE 2

CODICI E DIMENSIONI

CODICE	contenuto [mL]	resa [L]	*contenuto [US fl oz]*	*resa [US gal]*	cartuccia	
HERFOAM	750	40	*25.36*	*10.57*	alluminio	12

CODICE	contenuto [mL]	resa [L]	*contenuto [US fl oz]*	*resa [US gal]*	cartuccia	
HERFOAMB2	750	32	*25.36*	*8.45*	alluminio	12

Figura 37: scheda tecnica (esempio schiuma sigillante con prestazioni fonoisolanti, fonte *rothoblaas.it*)