



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

Finanziamento dell'Unione europea - NextGenerationEU. Intervento finanziato con l'avviso n 48038 del 02/12/2021 del PNRR Missione 4: Istruzione e Ricerca Componente 1 - Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione:dagli asili nido alla università Intervento 1.2 "Piano di estensione del tempo pieno e mense".

I punti di vista e le opinioni espresse sono tuttavia solo quelli degli autori e non riflettono necessariamente quelli dell'Unione europea e della Commissione europea. Né l'Unione europea né la Commissione europea possono essere ritenute responsabili per essi.



WeProject s.r.l.

Management for urban development

Via Valtellina, 6
20159 Milano
tel +39 02 48002752
mobile +39 3666274380
i.bresciani@weproject.it
www.weproject.it

P. IVA 07077100969



COMMITTENTE

COMUNE DI PALOSCO
Provincia di Bergamo

DESCRIZIONE

REALIZZAZIONE DELLA NUOVA MENSA A SERVIZIO
DELLA SCUOLA PRIMARIA "SUOR VITAROSA ZORZA" E
DELLA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO "F.LLI
TERZI" - PALOSCO (BG)
Progetto definitivo - esecutivo

DATA Gennaio 2023	ALLEGATO RA	CONTENUTO ALLEGATO Relazione Acustica
SCALA		

RISERVATO AGLI UFFICI	IL COMMITTENTE Comune di Palosco (BG)
-----------------------	--

I PROGETTISTI

Ing. Ilaria Bresciani
TEAM DI PROGETTAZIONE:
Ing. Matteo Bertoni
Ing. Marie Fiocco

Ing. Silvia Rossi
Ing. Zeudi Bergomi
Ing. Sergio Consolandi

Ing. Sergio Consolandi
firmato

Documento firmato digitalmente ai sensi del T.U. 445/2000 e del D.Lgs. 82/2005 e
rispettive norme collegate, sostituisce il documento cartaceo e la firma autografa.

A NORMA DI LEGGE QUESTO DOCUMENTO E' DI PROPRIETA' ESCLUSIVA DI **Weproject s.r.l.**
NESSUNA SUA PARTE POTRA' ESSERE UTILIZZATA, RIPRODOTTA O CEDUTA A TERZI SENZA ESPlicita AUTORIZZAZIONE

Legge n°447/1995, D.P.C.M. 05.12.1997

Elaborato: **RP**

Valutazione Previsionale Requisiti Acustici Passivi

Intervento:

Nuova mensa scolastica in Palosco BG

Il tecnico

Consolandi Ing.Sergio

T.C.A. ENTECA n°1646

Decreto Regione Lombardia n°005874 del 10.06.2010

Documento firmato digitalmente ai sensi dell'art.21 D.Lgs. 82/2005 e
s.m.i.. Sostituisce il documento cartaceo e la firma autografa

Firmato

Ing.Consolandi Sergio

Progettazione Impianti Elettrici e Termici
Salute e Sicurezza sul Lavoro
Antincendio
Acustica



Tel.0374 83199 - e-mail: ing.consolandi@gmail.com

Via Alda Merini, 14 - 26029 Soncino CR

Rev. n.:	Data:	Motivo:
Rev. n.:	Data:	Motivo:
Rev. n.:	Data:	Motivo:
Rev. n.:	Data:	Motivo:
Commessa n.: 22-101	Rev. n.: 1.00	Data: genn 23
		Motivo: emissione documento

Riferimento File: 22-101-021 AC Palosco (Recuperato).docx

20-110 VPRAP.dot

Sommario

1.	Premessa	4
2.	Oggetto dell'intervento	4
3.	Norme di riferimento per la progettazione	6
3.1.	Software utilizzato	7
4.	Parametri di riferimento nazionali	9
5.	Parametri di riferimento per contratti pubblici.....	10
5.1.	Indici da applicare per C.A.M.....	10
5.2.	Riferimenti normativi d'ambito -Edilizia scolastica-.....	13
5.2.1.	STI / C50	16
5.2.2.	T60	18
6.	Sintesi degli Indici di progetto	20
7.	Indici prestazione edificio	21
7.1.	R'w	21
7.2.	DnT,w.....	21
7.3.	D2m,nT,w.....	22
7.4.	L'n.w.....	22
7.5.	Laeq Lamax / Lic Lid	23
8.	Norme di riferimento per esecuzione lavori	24
9.	Norme di riferimento per le verifiche in opera	25
10.	Pompa di calore.....	26
10.1.	Rumore verso vicini	26
10.2.	Rumore verso l'interno della scuola.....	31
11.	Analisi dei parametri acustici	33
11.1.	Facciate 33	
11.1.1.	Serramenti.....	34
11.1.	Facciate superiori di copertura.....	35
11.2.	Chiusure verticali verso locali comuni.....	35
11.1.	Chiusure verticali verso abiti differenti	35
11.2.	Solai tra ambienti	35
11.3.	Impianti tecnologici	36
12.	Precisazioni importanti.....	44
12.1.	Dati utilizzati	44
12.2.	Varianti	44
13.	Tecniche di posa in opera	45
13.1.	Componenti del sistema	45
13.2.	Posa del materiale "anticlapestio"	45
13.3.	Appoggio a pavimento del muro di confine tra unità diverse.....	49
13.4.	Desolidarizzazione e isolamento acustico laterale dei muri	52
13.5.	Isolamento acustico del Massetto, "pavimento galleggiante"	52
13.5.1.	Impianto di riscaldamento a pavimento.....	54
13.6.	Desolidarizzazione e isolamento acustico del pavimento	55
13.7.	Esecuzione dei giunti di dilatazione	56
13.8.	Posa del massetto galleggiante	58
13.9.	Isolamento acustico dei battiscopa	59
13.10.	Isolamento acustico degli ostacoli	63
13.11.	Isolamento acustico delle tubazioni	64
13.11.1.	Ricoprimento delle tubazioni affioranti	65
13.12.	Isolamento delle soglie	66
13.13.	Desolidarizzazione parete esterna	67
14.	Situazioni in opera da evitare	67
14.1.	Costruzioni in Laterizio.....	67
14.2.	Costruzioni in legno	68
15.	Casi particolari	69
15.1.	Tetti in legno.....	69

15.2. Pavimenti-rivestimenti in legno	70
15.3. Isolamento terrazze	71
16. Posa dei serramenti	72

1. Premessa

La presente relazione viene redatta ai sensi della sopraccitata normativa allo scopo di verificare ed eventualmente modificare le tipologie edilizie, le strutture, i componenti previsti per l'intervento in oggetto.

La progettazione dei requisiti acustici passivi, è a livello di progettazione definitiva ed esecutiva, ossia ha la finalità di determinare le tipologie costruttive necessarie e gli obiettivi da perseguire sulla rumorosità degli impianti per il rispetto di tutti i limiti vigenti, fornendo indicazioni di messa in opera.

Il relatore della presente è in possesso della qualifica di cui all'art. 2, commi 6 e 7 della L. 447/95, per lo svolgimento dell'attività di "Tecnico Competente" nel campo dell'acustica ambientale, come evidenziato nelle aree destinate alla sottoscrizione del documento.

La presente valutazione è stata condotta sulla base dei dati disponibili al momento della redazione. Maggiore dettaglio potrà essere sviluppato con successivo approfondimento relativo a layout e arredo degli spazi mensa.

La presente valutazione non considera gli impianti della zona cucina, in quanto non oggetto del presente progetto, ma costituente lotto funzionale separato.

2. Oggetto dell'intervento

L'oggetto dello studio è costituito da nuova mensa con cucina. Nell'edificio sono presenti due ambiti ben differenti acusticamente: la mensa consumazione pasti. Sono poi presenti locali accessori WC non di permanenza e privi di requisiti. Vi è poi la cucina che è un ambito lavorativo ove non ha concettualmente senso applicare i requisiti passivi e i criteri di acustica degli ambienti, poiché locali destinati a "produzione", nello specifico di pasti.

L'edificio è suddiviso in locali frequentati ed utilizzati dagli alunni, mensa e WC, locali con destinazione produzione pasti e servizi. Analizzeremo solo il locale mensa.

La struttura è in tipologia edilizia in telaio c.a. e muratura.

Al momento non è disponibile studio clima acustico per l'intervento.

La zona di edificazione è comunque zona protetta, Classe I esterna a zone di rispetto strale, all'interno di consolidato tessuto di area residenziale.



3. Norme di riferimento per la progettazione

Nell'ambito Nazionale è di riferimento il D.P.C.M. 05.12.1997 "determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici". Dopo il D.P.C.M. sono stati pubblicati documenti, circolari di chiarimento dello stesso, ma nessuna norma lo ha mai abrogato o superato.

Il Decreto ha la finalità di definire i limiti di isolamento acustico per tutti gli edifici con destinazione d'uso diversa da quella produttiva, al fine di prevenire il disturbo percepito all'interno degli ambienti abitativi per rumori provenienti dall'esterno dell'edificio, ma anche da rumori provocati all'interno dello stesso tra diverse unità immobiliari e/o dagli impianti a servizio.

Il decreto si applica sia in ambito del contratto privato sia pubblico.

All'interno del contratto di appalto di enti pubblici o con partecipazione di finanziamento pubblico, oltre al D.P.C.M.05.12.1997 si applica anche il D.M.23.06.2002 "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". Tale decreto ministeriale non impone di per sé requisiti, ma rende obbligatoria l'applicazione di norme UNI specifiche, in particolare UNI11367, UNII11532-X.

Applicando i C.A.M. è d'obbligo adottare il requisito più restrittivo dato dalle due norme quando in contrasto tra loro.

In fase di progettazione sono state seguite valutazioni secondo i metodi previsionali indicati nelle seguenti norme tecniche.

- UNI EN ISO 12354-1: 2017 Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti.
- UNI EN ISO 12354-2: 2017 Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Isolamento acustico al calpestio tra ambienti.
- UNI EN ISO 12354-3: 2017 Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Isolamento acustico dal rumore proveniente dall'esterno per via aerea.
- UNI EN ISO 12354-4: 2017 Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Trasmissione del rumore interno all'esterno.
- UNI EN 12354-5: 2009 Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Livelli sonori dovuti agli impianti tecnici.
- UNI EN 12354-6: 2006 Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Assorbimento acustico in ambienti chiusi.

- UNI 11175-1: 2021 Acustica in edilizia - Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Parte 1: Applicazione delle norme tecniche alla tipologia costruttiva nazionale.
- UNI 11175-2: 2021 Acustica in edilizia - Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Parte 2: dati di ingresso per il modello di calcolo.

3.1. Software utilizzato

Trattandosi di calcoli complessi è stato utilizzato uno specifico software di calcolo:

- Edilclima EC704 nella sua versione aggiornata 4.22.23 della casa software Edilclima S.r.l. di Borgomanero NO.

Il software permette la verifica dei requisiti acustici passivi sia tramite i parametri del DPCM 5.12.1997, sia in ottemperanza alla UNI 11367 per quanto concerne i parametri:

- $R'w$: di pareti separanti unità o ambiti.
- $L'n$: indice di calpestio normalizzato tra unità e/o locali.
- $D2m,nT,w$: indice di facciata normalizzato al tempo di riverberazione.
- DnT,w : indice isolamento per via aerea di separazioni tra ambiti differenti.

Sempre mediante software sono ricavati che d descrittori di qualità acustica degli ambienti interni all'edificio:

- T60 tempo di riverberazione
- STI speech transmission index.
- C50 indice chiarezza del parlato. in alternativa o a completamento di STI.

Tali parametri vengono sempre calcolati in riferimento alle specifiche norme UNI.

I calcoli permettono di verificare la conformità o meno degli ambienti. Qualora gli ambienti necessitino di correzioni vengono informati i progettisti architettonici per le necessarie modifiche a geometrie e/o superfici.

I valori invece di rumorosità degli impianti non sono simulabili mediante software.

Per alcuni parametri da calcolare quali $L_{pu,c}$ ovvero:

- terminali riscaldamento / raffrescamento all'interno dell'ambiente di utilizzo,
- ventilazione meccanica in ambiente,

non avendo a disposizione strumenti software che possano implementare tali verifiche e calcoli, si è proceduto con autonoma programmazione di foglio di calcolo realizzato con comuni software non commerciali liberamente distribuiti.

In materia di LASmax ovvero Lid rumorosità impianti a servizio discontinuo impianti di:

- scarichi acque nere WC, lavelli, docce etc. comprese le colonne di scarico verticali,
- adduzione acqua calda, fredda, erogazioni rubinetti, soffioni, etc.,

- ascensori, elevatori e similari,

sono state implementate mitigazioni acustiche dettate dall'esperienza di casi similari (contropareti, rivestimenti tubazioni, appesantimenti, etc.) per casi e situazioni positivamente collaudati nel passato.

Relativamente al parametro LAeq ovvero Lic per impianti a servizio continuo:

- elementi terminali di riscaldamento, raffrescamento ricambio d'aria per macchine non contenute all'interno dell'ambiente oggetto di misurazione, etc.,
- pompe di circolazione di fluidi vettori, circolazione di fluidi vettori nelle tubazioni, etc..

sono sempre state implementate mitigazioni acustiche dettate dall'esperienza di casi similari (contropareti, rivestimenti tubazioni, appesantimenti, etc.) per casi e situazioni positivamente collaudati nel passato.

4. Parametri di riferimento nazionali

In attuazione dell'art. 3, comma 1, lettera e) della Legge 447/95, con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 5 dicembre 1997, sono stati determinati i requisiti delle sorgenti sonore interne agli edifici e i requisiti acustici passivi degli edifici.

La classificazione degli edifici è definita in relazione alla destinazione d'uso dell'immobile e precisamente:

Categoria	Ambito applicazione
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 e assimilabili
F	Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili
G	Edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

ove per ciascuna categoria sono definiti i valori minimi di isolamento per le partizioni verticali e orizzontali, mentre si definiscono i valori massimi di rumore ammissibili per gli impianti ad uso continuo e discontinuo a servizio dell'immobile.

I parametri considerati sono:

- $R'w$ Indice del potere fonoisolante apparente: si riferisce all'isolamento per via aerea di elementi di separazione tra due distinte unità abitative.
- $D2m,nT,w$ Indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata: si riferisce all'isolamento per via aerea delle facciate degli immobili.
- $L'n,w$ Indice di valutazione del livello apparente normalizzato di rumore da calpestio di solai: si riferisce all'isolamento al rumore da calpestio di una partizione orizzontale.
- LAS_{max} Livello massimo di pressione sonora, ponderata A con costante di tempo "Slow" per la valutazione della rumorosità degli impianti ad uso discontinuo.
- LA_{eq} Livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderata A per i servizi ad uso continuo.

I valori di riferimento, Tabella 2, in funzione della classe di destinazione d'uso sono:

Tabella 2. Valori di riferimento

Categoria dell'edificio	PARAMETRI				
	$R'w$	$D2m,nT,w$	$L'n,w$	LAS_{max}	LA_{eq}
D	55	45	58	35	25
A, C	50	40	63	35	35
E	50	48	58	35	25
B, F, G	50	42	55	35	35

5. Parametri di riferimento per contratti pubblici

Per i contratti di tipo pubblico il legislatore ha imposto ulteriori criteri da rispettare oltre al DPCM 05.12.1997. In particolare ha reso obbligatorio il rispetto delle norme UNI che vengono aggiornate in relazione al progresso tecnico e alle ricerche in materia.

Tale aspetto è contenuto nel decreto C.A.M. che rende di fatto obbligatorio l'uso delle:

- UNI 11367 Classificazione Acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera.
- UNI 11532-1 Acustica in edilizia - Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati. Requisiti generali.
- UNI 11532-2 Acustica in edilizia - Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati. Settore scolastico.

In realtà le norme UNI citate sono strettamente connesse con altre norme sempre relative all'acustica che devono essere necessariamente applicate per poter rispettare quelle esplicitamente citate. Di fatto il decreto C.A.M. ha reso obbligatoria e non più volontaria l'applicazione delle norme UNI del settore acustico per lo sviluppo dei progetti in ambito pubblico.

Tale decreto impone:

“Fatti salvi i requisiti di legge di cui al DPCM05.12.97[...], 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.”

5.1. Indici da applicare per C.A.M.

Il Decreto C.A.M. richiede, per ogni descrittore la prestazione relative alla Classe II, come riportato nei prospetti della UNI11367, valore che già deve considerare l'incertezza di misura.

Inoltre subentra una componente mai contemplata in decreti precedenti, ovvero l'isolamento tra ambienti abitativi ed ambienti accessori di uso comune. Tutti i valori sono riportati in Tabella 3.

Tabella 3. Valori di riferimento

CLASSE	INDICI DI VALUTAZIONE				
	Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata D2m,nTw dB	Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari R'w dB	Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari L'nw dB	Livello sonoro Corretto immesso da impianti a funzionamento continuo Lic dB(A)	Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo Lid dB(A)
I	≥ 43	≥ 56	≤53	≤25	≤30
II	≥ 40	≥ 53	≤58	≤28	≤33
III	≥ 37	≥ 50	≤63	≤32	≤37
IV	≥ 32	≥ 45	≤68	≤37	≤42

Livello prestazionale	Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi DnT,w ([dB]	
	Ospedali e Scuole	Altre destinazioni d'uso
Prestazione ottima I	≥ 34	≥40
Prestazione buona II	≥30	≥36
Prestazione di base III	≥27	≥32
Prestazione modesta IV	≥23	≥28

Per le attività ospedaliere, casa di cura, scuole si applicano anche i seguenti requisiti:

	Prestazione di base	Prestazione superiore
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata D2m,nT,w [dB]	38	43
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari R'w [dB]	50	56
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari L'nw [dB]	63	53
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo Lic in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	32	28
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo Lid in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	39	34
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliari DnT,w [dB]	50	55

	Prestazione di base	Prestazione superiore
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni <i>i</i> fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliari DnT,w [dB]	45	50
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare L'nw [dB]	63	53

Per le attività ricettive si applicano anche i requisiti della tabella seguente:

Livello prestazionale	Indice di Valutazione	
	Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di porzioni verticali e orizzontali fra ambienti della stessa unità immobiliare Dnt,w[dB]	Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti della stessa unità immobiliare L'nw[dB]
Prestazione ottima I	≥ 56	≤ 53
Prestazione buona II	≥ 53	≤ 58
Prestazione di base III	≥ 50	≤ 63
Prestazione modesta IV	≥ 45	≤ 68

DIFFERENZE NORMA TECNICA UNI 11367 - D.P.C.M. 5.12.1997

Le norme tecniche ed il D.P.C.M. testé descritti, entrano in conflitto sui valori limite di alcuni descrittori. Si ritiene di dover adottare i valori più restrittivi. Si riporta in Tabella 4 la comparazione dei valori limite e quindi in Tabella 5 i valori limite da rispettare, e quindi in Tabella 6 i valori da soddisfare per la rumorosità degli impianti tecnologici.

Tabella 4. Valori limite

Rif. Legislativo		D _{2m,nT,w} dB	R' _w dB	L' _{n,w} dB
Norma UNI 11367	Classe II	≥ 40	≥ 53	≤ 58
D.P.C.M. 5.12.1997	Cat. E	48	50	58

Tabella 5. Valori limite da rispettare

OBIETTIVI DA PERSEGUIRE	D _{2m,nT,w} dB	R' _w dB	L' _{n,w} dB
Edilizia Scolastica	48	50	≤ 58

Tabella 6. Valori limite da rispettare per gli impianti tecnologici

Rumore prodotto dagli impianti tecnologici	Norma UNI 11367		D.P.C.M. 5.12.1997		Caratteristica più restrittiva	
	Descrittore	Classe II	Descrittore	Limite	UNI 11367	D.P.C.M. 5.12.1997
	Lic Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo [dB(A)]	≤ 28	LAeq per i servizi a funzionamento continuo	25	Descrittori differenti con significato differente – devono essere tutti soddisfatti	
	Lid Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo [dB(A)]	≤ 33	LAm_{ax} con costante di tempo slow per i servizi a funzionamento discontinuo	35		

5.2. Riferimenti normativi d'ambito -Edilizia scolastica-

UNI 11532-2 relativa agli edifici a destinazione scolastica.

Ad oggi questa è l'unica norma italiana a disposizione e pertanto si ritiene di assumerla a riferimento anche per quelle funzioni non specificatamente scolastiche ma comunque assimilabili.

In questo ambito, nel prospetto 1 della UNI 11532-2 vengono individuate 6 categorie funzionali:

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

successivamente dettagliate nel prospetto 2 (per le Categorie dalla A1 alla A5):

Categoria	Descrizione utilizzo	Obiettivo qualitativo	Esempi
A1	Musica. Prevalentemente rappresentazioni musicali.	Buona acustica per musica non amplificata; ammissa limitata comprensione del parlato.	Aule per la musica con musica suonata e canto.
A2	Parlato/conferenze. Presentazioni parlate dove si ha un oratore frontale.	Elevato grado di intellegibilità del parlato.	Aule didattiche, Aule magne.

Categoria	Descrizione utilizzo	Obiettivo qualitativo	Esempi
A3	A3.1 Ambienti della categoria A2 per persone che hanno problemi di deficit uditivi o parlano una lingua diversa ovvero aule speciali.	Elevato grado di intellegibilità del parlato anche per persone con deficit uditivo o non madrelingua oppure con differenze linguistiche.	Aule didattiche, Aule magne.
	A3.2 Parlati. Comunicazione con la presenza di più persone parlanti nell'aula.	Elevato grado di intellegibilità del parlato anche con più oratori contemporaneamente.	Aule didattiche, aule per colloqui, aule per seminari, aule per gruppi di studio o di lavoro, laboratori, uffici amministrativi, aula insegnanti e similari.
A4	Più persone parlanti nella stanza (come Categoria A3.2) e destinate a persone con particolari necessità (aule speciali).	Elevato grado di intellegibilità del parlato con più oratori contemporaneamente, e per persone con deficit uditivi o non madrelingua oppure con differenze linguistiche.	Aule didattiche, aule per colloqui, aule per seminari, aule per gruppi di studio o di lavoro, laboratori, uffici amministrativi, aula insegnanti e similari.
	Escluse aula speciale di volume superiore a 500 mc, oppure per utilizzo musicale.		Ambienti per le videoconferenze.
A5	Sport: piscine e palestre e similari.	Comunicazione verbale possibile ma a distanze brevi.	Palestre e piscine per utilizzo come ambienti sportivi in generale.

e nel prospetto 3 (per la Categoria A6):

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

Per ciascuna delle Categorie descritte sopra (dalla A1 alla A5), nel prospetto 6 viene individuato il valore di Tempo di riverberazione ottimale Tott:

Categoria		
A1	$T_{ott, A1} = (0,45\log V + 0,07)$	$30 \text{ mc} \leq V \leq 1000 \text{ mc}$
A2	$T_{ott, A2} = (0,37\log V - 0,14)^1$	$50 \text{ mc} \leq V \leq 5000 \text{ mc}$
A3	$T_{ott, A3} = (0,32\log V - 0,17)^1$	$30 \text{ mc} \leq V \leq 5000 \text{ mc}$

A4	$T_{\text{ott, A4}} = (0,26 \log V - 0,14)^1$	$30 \text{ mc} \leq V \leq 500 \text{ mc}$
	$T_{\text{ott, A5}} = (0,75 \log V - 1,00)^2$	$200 \text{ mc} \leq V < 10000 \text{ mc}$
A5	$T_{\text{ott, A5}} = 2,00^2$	$V \geq 10000 \text{ mc}$

1 Ambiente arredato e occupato all'80%

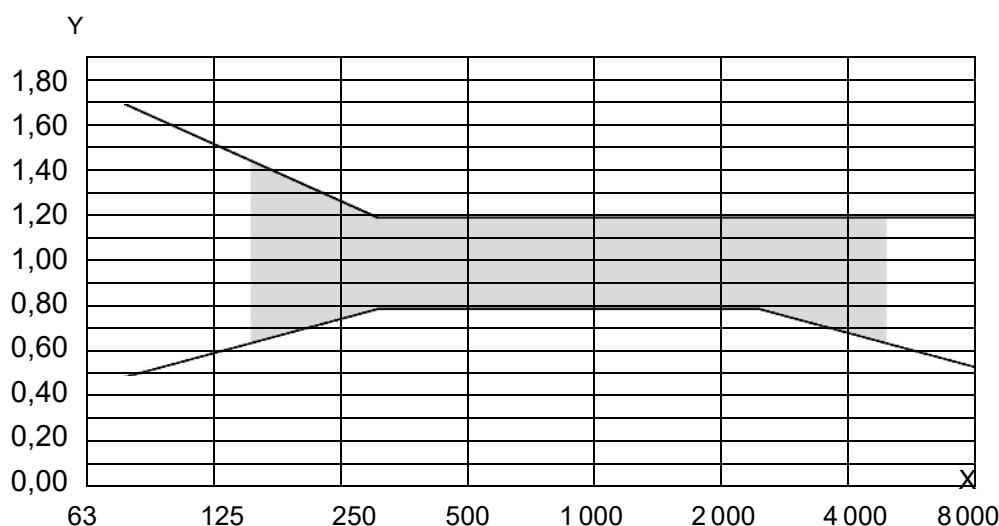
2 Ambiente arredato e non occupato

Dove

V = volume dell'ambiente [mc]

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

Il valore di Tempo di riverberazione di progetto dovrà essere compreso nell'intervallo di conformità.



Dove:

$X f$ = frequenza [Hz]

$Y T/T_{\text{ott}}$ = tempo di riverberazione dipendente dalla frequenza T rispetto al tempo di riverberazione desiderato T_{ott} [adimensionale]

Per le Categorie dalla A1 alla A4 l'intervallo di conformità del tempo di riverberazione T , dipendente dalla frequenza nella bande di ottava tra 125 Hz e 4000 Hz, rispetto al tempo di riverberazione T_{ott} , è mostrato nella figura riportata sopra.

Per la categoria A5 si considerano solo le bande d'ottava tra 250 Hz e 2000 Hz

Per la Categoriea A6, la verifica viene condotta non sul tempo di riverberazione ottimale T_{ott} ma sul rapporto A/V .

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

Dove

A = Area di assorbimento equivalente [mq] V = Volume dell'ambiente [mc]

H = altezza dell'ambiente [h]

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

In ambienti a doppia altezza, h si riferisce all'altezza media. L'altezza media dell'ambiente può essere calcolata dividendo il volume dello spazio per l'area netta in pianta dell'ambiente.

5.2.1. STI / C50

L'indice di trasmissione del parlato "Speech Transmisison Index" STI è la grandezza fisica che rappresenta la qualità della trasmissione del parlato in relazione all'intellegibilità.

Lo STI è una grandezza che esprime la qualità della trasmissione del parlato in termini di intellegibilità, relativa ad un percorso acustico o elettro-acustico, tra un parlatore e un ascoltatore.

All'origine dell'indice vi è il concetto secondo il quale nell'involuppo dell'intensità del parlato, le fluttuazioni temporali (modulazioni) derivano dalla separazione acustica di frasi, parole e fenomeni. Le fluttuazioni lente corrispondono alle parole e alle frasi, mentre le fluttuazioni veloci coincidono con i singoli fenomeni all'interno delle parole.

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

L'analisi si basa su 7 segnali di rumore rosa portati, uno per ognuna delle bande di ottava da 125 Hz a 8kHz, che sono modulati sinusoidalmente in intensità con 14 frequenze di modulazione, ad intervalli di un terzo di ottava da 0,63 Hz fino a 12,5 Hz e alla massima modulazione

possibile (si ottiene un totale di $7 \times 14 = 98$ segnali di prova indipendenti della durata di circa 10 s l'uno)

Il fattore di riduzione della profondità di modulazione mt,f può essere determinato con tre differenti metodi di calcolo:

- 1- Metodo di calcolo A – Risposta all'impulso e rapporto segnale-rumore. Con l'ausilio di software di simulazione si può determinare la risposta all'impulso nei diversi punti della sala.
- 2- Metodo di calcolo B – Campo riverberato diffuso con contributo del suono diretto trascurabile. Assumendo l'ipotesi di un campo riverberato perfettamente diffuso e disagregando il contributo del suono diretto, cioè considerando il ricevitore ad una distanza molto oltre la distanza critica (di almeno 5 volte), si determinano i 98 valori di fattore di riduzione della profondità di modulazione mt,f .
- 3- Metodo di calcolo C – Campo riverberato diffuso e contributo del suono diretto. Assumendo l'ipotesi di un campo riverberante perfettamente diffuso e considerando il contributo del suono diretto, si determinano i 98 valori di fattore di riduzione della profondità di modulazione mt,f .

Le prestazioni del percorso di trasmissione – quindi – vengono quantificate mediante la quantificazione della funzione di trasferimento della modulazione per le 7 bande di ottava da 125 Hz a 8 kHz ottenendo i 98 valori di fattore di riduzione della profondità di modulazione m per ogni posizione d'ascolto.

I valori di m vengono poi corretti per tenere conto degli effetti di mascheramento uditivo, cioè la riduzione della sensibilità uditiva dovuta a suoni più forti nella banda contigua a più bassa frequenza e della soglia assoluta di ricezione.

Entrambi gli effetti sono considerati come un rumore immaginario che comporta un decremento dell'effettivo rapporto segnale/rumore e quindi una riduzione della profondità di modulazione.

Vista la complessità delle relazioni e la loro articolazione, per una descrizione precisa del metodo di calcolo si rimanda alle citate norme tecniche di riferimento.

I valori di STI sono riportati nel prospetto 4 della UNI 11532-2 e si applicano alle Categorie A1, A2, A3 e A4.

	< 250m ³	≥ 250m ³
Senza impianto amplificazione o con impianto spento	≥ 0,55	≥ 0,50
	con segnale di emissione ad 1 m in asse alla sorgente pari a 60 dB(A)	con segnale di emissione ad 1 m in asse alla sorgente pari a 60 dB(A)
Con impianto amplificazione	≥ 0,55	
	con segnale di emissione in normali condizioni d'uso impianto di amplificazione	

I valori di STI sono riferiti ad ambiente arredato e con la presenza di due persone al massimo.

Per ambienti di dimensioni inferiori a 250 mc in alternativa allo STI può essere utilizzato in descrittore C50.

Per concludere, il prospetto 1 della UNI 11532-1 riporta la relazione tra STI e qualità della comprensione del parlato in accordo con la CEI EN 60268-16:

Valori di STI	Qualità del parlato in accordo con la CEI EN 60268-16
0,00 <STI ≤0,30	Pessimo
0,30 <STI ≤0,45	Scarso
0,45 <STI ≤0,60	Accettabile
0,60 <STI ≤0,75	Buono
0,75 <STI ≤1,00	Eccellente

5.2.2. T60

Per tempo di riverberazione si intende il tempo, in secondi, impiegato dal suono per attenuarsi di 60 dB dopo che la sorgente ha cessato di emetterlo. Il tempo di riverberazione aumenta all'aumentare del volume dell'ambiente e diminuisce all'aumentare del fonoassorbimento.

L'assorbimento fornito da un materiale ad una data frequenza è dato dalla superficie da

$$a = S\alpha$$

dove:

a = assorbimento [mq sabine]

S = superficie [mq]

α = coefficiente di assorbimento [adimensionale]

L'assorbimento totale in un locale ad una data frequenza è la somma degli assorbimenti, a quella frequenza, di tutti i materiali in esso presenti.

$$A = \sum S\alpha = \sum a$$

dove:

A = assorbimento totale [mq sabine]

S = superficie [mq]

α = coefficiente di assorbimento [adimensionale]

a = assorbimento di ogni materiale [mq sabine]

I tempi di riverberazione per ogni banda di frequenza possono essere calcolati con la formula di Sabine

$$T60 = 0,163 * V / A$$

T60 = tempo di riverberazione [s]

V = volume dell'ambiente [mc]

A = assorbimento totale [mq sabine]

0,163 = costante di tempo [s/m]

Il valore di assorbimento α di un materiale varia con la frequenza.

Per confrontare gli assorbimenti forniti dai vari materiali all'interno della gamma del parlato si utilizza α_w (o α_{medio}) il quale è dato da:

$$\alpha_w = (\alpha_{250} + \alpha_{500} + \alpha_{1000} + \alpha_{2000}) / 4$$

α = coefficiente di assorbimento [adimensionale]

6. Sintesi degli Indici di progetto

L'intervento oggetto della presente valutazione comprende quindi:

Indice	applicabile	non applicabile
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata D2m,nT,w [dB]	X	≥ 48dB
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari R'w [dB]		X
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari L'nw [dB]		X
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo Lic in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	X	≤ 28dBA
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo Lid in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	X	≤ 34dBA
Rumorosità prodotta da impianti tecnologici a funzionamento continuo Laeq [dB(A)]	X	≤ 25dBA
Rumorosità prodotta da impianti tecnologici a funzionamento discontinuo LASmax [dB(A)]	X	≤ 35dBA
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliari DnT,w [dB]		X
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni i fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliari DnT,w [dB]	X	≥ 50dB
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare L'nw [dB]		X
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi DnT,w [dB]	X	≥ 30dB
Speech Transmission Index STI []	X	(*)
Indice di chiarezza C50 []	X	(*)
Tempo di riverbero T60 [s]	X	(*)

(*) in relazione allo specifico ambiente

7. Indici prestazione edificio

7.1. R'_w

Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente di partizioni R'_w .

Valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori.

L'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'_w di una partizione è una grandezza che esprime la quantità di energia sonora trasmessa dalla parete nelle reali condizioni di utilizzo. Tale grandezza tiene conto, oltre che della trasmissione diretta attraverso la parete, anche di eventuali percorsi di trasmissione aerea del suono e dei percorsi di trasmissione per fiancheggiamento dovuti alle strutture laterali.

Il modello di calcolo può essere semplificato alla seguente procedura, stanti anche le condizioni relativamente ripetibili nel contesto costruttivo italiano.

$$R'_w = R_w + 10 \log \left(1 + 10^{\frac{R_{ijw} - R_{Ddw}}{10}} \right) \text{ [dB]}$$

R_{ijw} = potere fonoisolante per trasmissione attraverso i percorsi laterali i-j

R_{Ddw} = potere fonoisolante per trasmissione attraverso il percorso diretto D-d

$$R_{ijw} = \frac{R_i + R_j}{2} + \Delta R_{ij} + K_{ij} + 10 \log \frac{S}{l_0 l_{ij}} \text{ [dB]}$$

R_i e R_j = potere fonoisolante delle due strutture i e j coinvolte [dB]

ΔR_{ij} = valore di incremento potere fonoisolante di eventuali strati di rivestimento [dB] K_{ij} =
indice di riduzione delle vibrazioni, caratteristico del giunto tra le strutture

S = superficie di separazione [mq] l_0 = 1 m

l_{ij} = lunghezza della giunzione [m]

7.2. $D_{nT,w}$

Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverbero $D_{nT,w}$.

È correlato al valore di R'_w mediante la relazione:

$$D_{nT,w} = R'_w + 10 \log \left(0,32 \frac{V}{S_s} \right) \text{ [dB]}$$

R'_w = potere fonoisolante apparente [dB]

V = volume dell'ambiente ricevente [mc]

S_s = area dell'elemento di separazione [mq]

7.3. D_{2m,nT,w}

L'isolamento acustico standardizzato di facciata D_{2m,nT,w} è una grandezza che esprime le prestazioni acustiche delle chiusure perimetrali dell'edificio.

Il metodo di calcolo è di seguito riportato

$$D_{2m,nT} = R' + \Delta L_{fs} + 10 \log \frac{V}{6T_0 S} \text{ [dB]}$$

R'= potere fonoisolante apparente di facciata [dB]

ΔL_{fs} = differenza di livello per forma di facciata [dB]

V= Volume dell'ambiente ricevente [m³]

T₀= Tempo di riverberazione di riferimento (=0,5 s)

S= Superficie della facciata vista dall'interno [m²]

$$R' = -10 \log \left(\sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} 10^{\frac{R_i}{10}} + \frac{A_0}{S} \sum_{j=1}^p 10^{\frac{D_{n,e,j}}{10}} \right) \text{ [dB]}$$

R_i= Potere fonoisolante degli elementi normali di facciata [dB]

D_{n,e,j}= Isolamento acustico dei piccoli elementi di facciata [dB]

S= Superficie della facciata vista dall'interno [m²]

K= Correzione per trasmissione laterale di facciata [dB]

(K=2 per elementi pesanti con giunti rigidi; K=0 per elementi non connessi)

$$\Delta L_{fs} = L_{1,2m} - L_{1,s} + 3 \text{ [dB]}$$

L_{1,2m}= Livello equivalente di pressione sonora 2 metri davanti alla facciata [dB]

L_{1,s}= Livello equivalente di pressione sonora sul piano della facciata [dB]

Qualora in facciata fossero presenti elementi vetrati, il relativo indice di valutazione del potere fonoisolante viene calcolato come di seguito:

$$R_w = 12 \log m' + 17 \text{ [dB]}$$

m'= massa superficiale del vetro [kg/m²]

Per vetrate con R_w<35dB il contributo del telaio può essere trascurato, pur di considerare l'area del vetro uguale all'intera superficie del serramento; per valori superiori di R_w, l'indice di valutazione del vetro deve essere diminuito di un valore che dipende dalla classe di permeabilità all'aria del serramento.

7.4. L'n,w

Livello di rumore da calpestio di solai normalizzato L'n,w.

Il livello di rumore da calpestio di solai normalizzato L'n,w indica l'isolamento acustico ai rumori impattivi.

Il metodo di calcolo è di seguito riportato.

$$L'_{n,w} = L_{n,w} - \Delta L_w + K \text{ [dB]}$$

$L_{n,w}$ = indice di valutazione del livello normalizzato di rumore da calpestio (da dati sperimentali o da calcolo) [dB]

ΔL_w = riduzione del livello per presenza di pavimenti galleggianti [dB]

K= incremento del livello per trasmissione sonora laterale

(in funzione della massa superficiale degli elementi strutturali) [dB]

7.5. Laeq Lamax / Lic Lid

Rumore prodotto dagli impianti tecnologici.

Per quanto riguarda la rumorosità degli impianti dell'edificio allo stato attuale non sono codificati né normati metodi standardizzati per il calcolo della loro rumorosità.

Quando prescritto è frutto di esperienza e di collaudi realizzati nel passato con esito positivo in casistiche similari.

Si definiscono servizi a funzionamento discontinuo:

- gli ascensori,
- gli scarichi idraulici,
- i bagni,
- i servizi igienici,
- la rubinetteria.

Sono invece servizi a funzionamento continuo gli impianti:

- di riscaldamento,
- di aerazione,
- di condizionamento,
- le centrali termiche ed i loro accessori.

Le prestazioni relative al DPCM 05.12.97 in merito agli impianti non sono né identici né confrontabili con le prestazioni richieste dalla UNI11367, poiché i descrittori sia degli impianti a funzionamento continuo che discontinuo vengono definiti in modo diverso.

In caso quindi di applicabilità di entrambi i metodi di valutazione, devono essere valutati entrambi i descrittori per ciascuna tipologia di rumore impiantistico.

N.B.: è da sottolineare che i valori di rumorosità impianti vengono valutati per impianti non appartenenti all'unità immobiliare, ma sono relativi alle unità confinanti o ai servizi comuni a più unità.

8. Norme di riferimento per esecuzione lavori

L'esecuzione dei lavori dovrà essere eseguita a regola d'arte e da personale qualificato con direzione lavori qualificata per garantire una corretta posa in opera dei materiali.

L'esecuzione a regola d'arte coincide con il rispetto delle norme tecniche ad oggi vigenti, qui sotto elencate.

Esse rappresentano lo stato dell'arte in materia di corretta posa in opera dei diversi elementi di progetto dal punto di vista dell'acustica.

- UNI 11516:2013 Indicazioni di posa in opera dei sistemi di pavimentazione galleggiante per l'isolamento acustico (Posa massetti galleggianti).
- UNI 11296:2018 Acustica in edilizia - Posa in opera di serramenti e altri componenti di facciata - Criteri finalizzati all'ottimizzazione dell'isolamento acustico di facciata dal rumore esterno.
- UNI 11673-1:2017 Posa in opera di serramenti - Parte 1: Requisiti e criteri di verifica della progettazione.
- UNI 11424:2015 Gessi - Sistemi costruttivi non portanti di lastre di gesso rivestito (cartongesso) su orditure metalliche - Posa in opera.

All'esecutore dell'opera è prescritto l'integrale rispetto delle norme sopra citate.

Al direttore lavori è demandato il compito di vigilare sulla corretta esecuzione dei lavori nel rispetto delle norme sopra citate da parte dell'impresa.

9. Norme di riferimento per le verifiche in opera

Terminati i lavori possono essere eseguite verifiche di collaudo in opera di quanto realizzato.

In tale ambito sono applicabili le seguenti norme:

- UNI EN ISO 16283 parte 1: 2018 Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Parte 1: Isolamento acustico per via aerea.
- UNI EN ISO 16283 parte 2: 2020 Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Parte 2: Isolamento dal rumore di calpestio.
- UNI EN ISO 16283 parte 3: 2016 Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Parte 3: Isolamento acustico di facciata.
- UNI EN ISO 717-1: 2021 Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Isolamento acustico per via aerea.
- UNI EN ISO 717-2: 2021 Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Isolamento del rumore di calpestio.
- UNI EN ISO 16032: 2005 Misurazione del livello di pressione sonora di Impianti tecnici in edifici – Metodo tecnico progettuale.
- UNI EN ISO 10052: 2010 Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea del rumore da calpestio e della rumorosità degli impianti - Metodo di controllo.
- UNI 8199: 2016 Collaudo acustico di Impianti a servizio di unità immobiliari – Linee guida contrattuali e modalità di misurazione all'interno degli ambienti serviti.

10. Pompa di calore

La pompa di calore è un elemento impiantistico da trattare con particolare cura.

Sussistono infatti due problematiche specifiche:

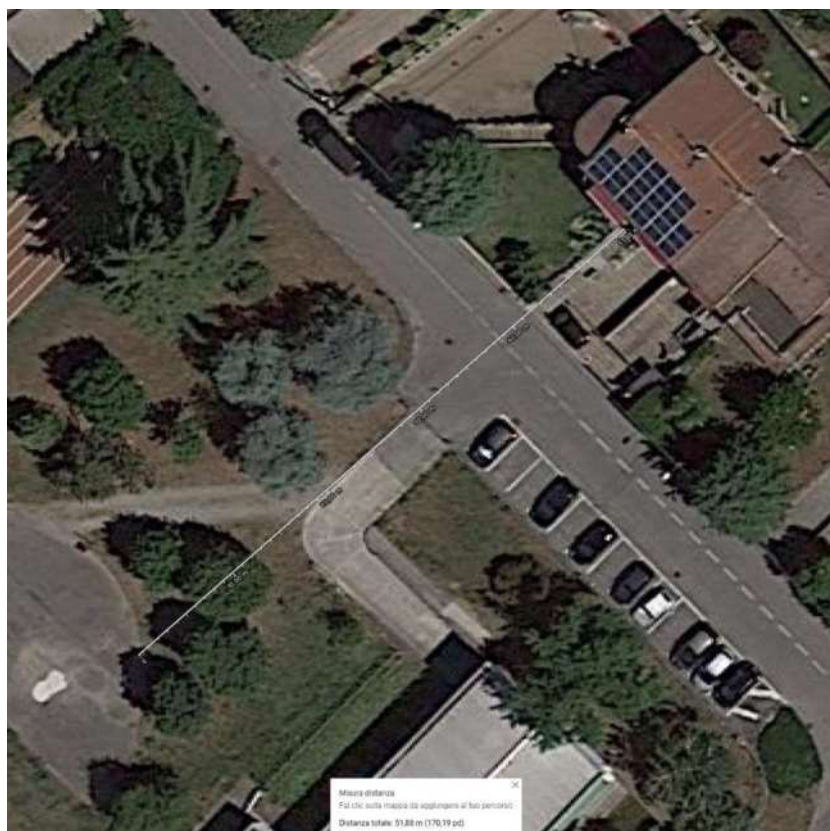
- 1- Rumorosità verso i vicini
- 2- Rumorosità verso l'interno dell'edificio

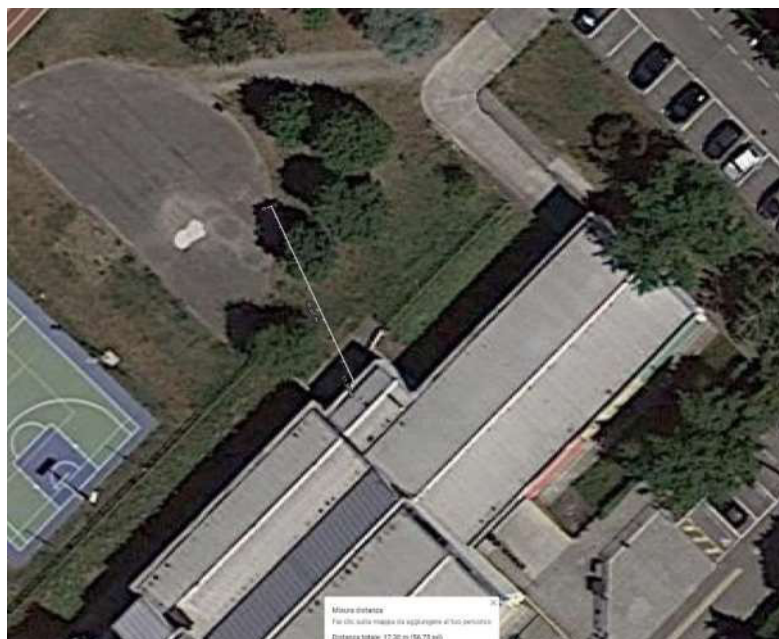
10.1. Rumore verso vicini

La pompa di calore viene posizionata in copertura. In particolare vengono posizionate due macchine dello stesso modello.

I recettori sono a:

- NE 50m (diurno notturno)
- SE 20m (solo diurno -scuola)
- NW 40m (diurno notturno)





I dati di targa non sono chiari:

▪ Compressore tipo		Scroll DC inverter
▪ Numero di compressori		1
▪ Ventilatore Tipo		Elicoidale
▪ Ventilatore Tipo di motore		Dc Inverter
▪ Ventilatore Prevalenza statica massima	Pa	30
▪ Portata Aria Raffreddamento max	m ³ /min	110
▪ Livello di pressione sonora in Raffreddamento Nom	dB(A)	57
▪ Livello di pressione sonora in Riscaldamento Nom	dB(A)	57
▪ Livello di potenza sonora Max	dB(A)	81 Raff 84 Risc
▪ Dimensioni LxAxP	mm	950x1380x330
▪ Peso	kg	115
▪ Refrigerante		R410A
▪ Refrigerante Carica	kg	3,5

In particolare vi sono dati contrastanti relativamente alla pressione sonora ed al livello di massima potenza irradiata, Lw 84dB(A) x 2 macchine oltre all'UTA.

Data: 16-01-2023



Offerta N°: 0014-23

Cliente: STUDIO CONSOLANDI

Riferimento: MENSA PALOSCO (BG)

Rif. Unità': REC 5.000 mc/h

UNITA' TIPO: HPS-FLEX 80									
LIVELLO POTENZA SONORA UTA									
Banda di ottava (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Tot. dBA
Lw asp. (mandata) [dB]	71	74	70	68	63	63	61	59	71
Lw mandata [dB]	72	79	74	76	76	77	73	68	82
Lw asp. (ripresa) [dB]	70	74	70	68	64	63	61	59	71
Lw mandata (ripresa) [dB]	71	78	74	76	77	77	74	68	82
Lw irradiata [dB]	0	64	52	46	48	46	48	32	55



Per l'UTA si tiene conto di 55dB(A) di potenza irradiata.

Le griglie verso l'esterno sono dotate di silenziatori.

Viene effettuata simulazione numerica con software IMMI.

Dati di ingresso

- 2 PDC con Lw pari a 84 dBA

- 1 UTA con potenza sonora

irradiata pari a 55 dBA

griglia di espulsione aria esterna con 82,5 dBA

griglia di aspirazione aria esterna con 70,8 dBA

Le due griglie dotate di silenziatore con L pari a 900 mm, con riduzione di livello sonoro come da scheda tecnica.

- Barriera in copertura altezza 2,5m dal piano di appoggio della copertura (1,5 metro rispetto al parapetto) nella posizione indicata nel dwg allegato.
- Macchina ventilazione a schermo delle pompe di calore.

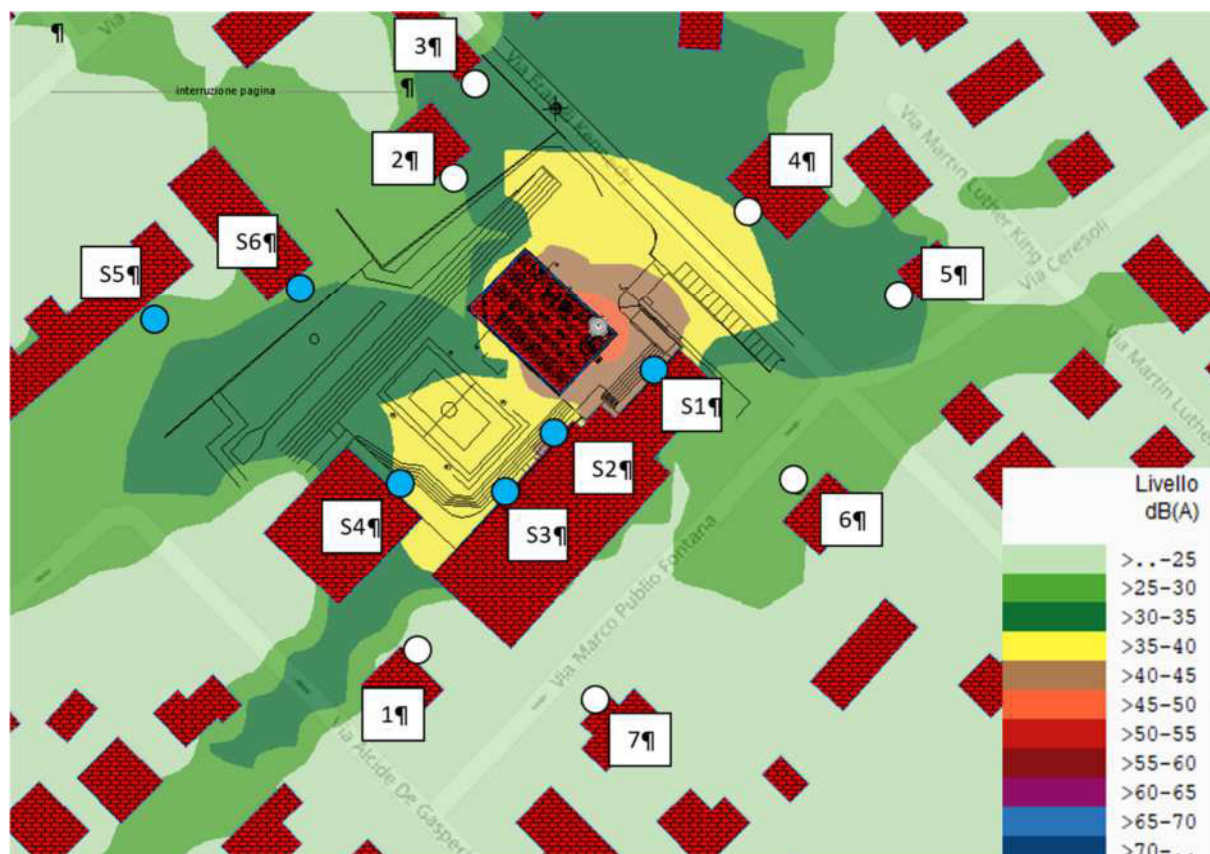
Livelli previsti ai ricettori terzi

Ricettore	1,5 metri	4,5 metri	7,5 metri
1	22,5	28,7	34,0
2	29,6	34,8	38,6
3	32,6	33,2	35,6
4	34,9	35,8	36,7
5	30,9	31,3	31,8
6	26,3	28,3	32,6
7	23,1	25,5	29,6

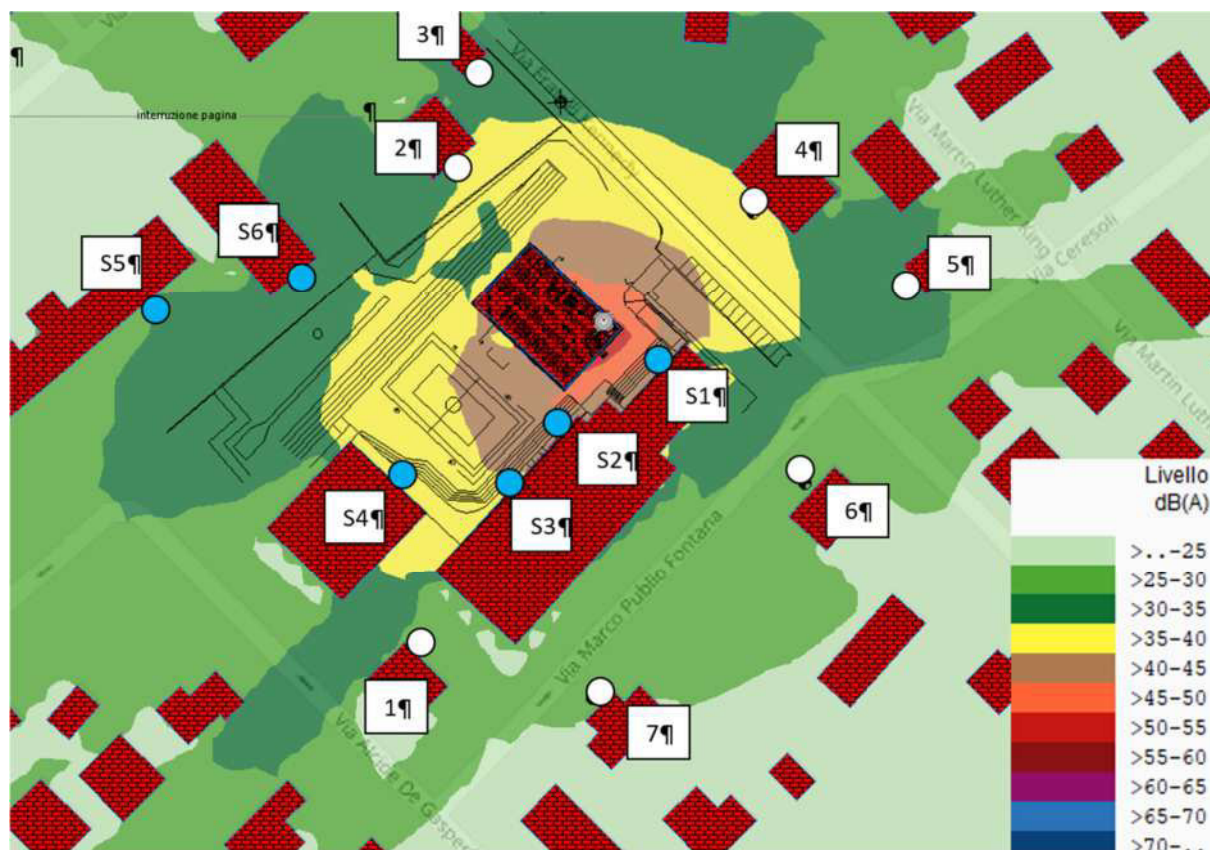
Livelli previsti nei confronti della scuola

Ricettore	1,5 metri	4,5 metri
S1	42,3	43,4
S2	42,4	43,3
S3	38,7	39,2
S4	35,2	36,8
S5	29,6	30,1
S6	29,7	32,9

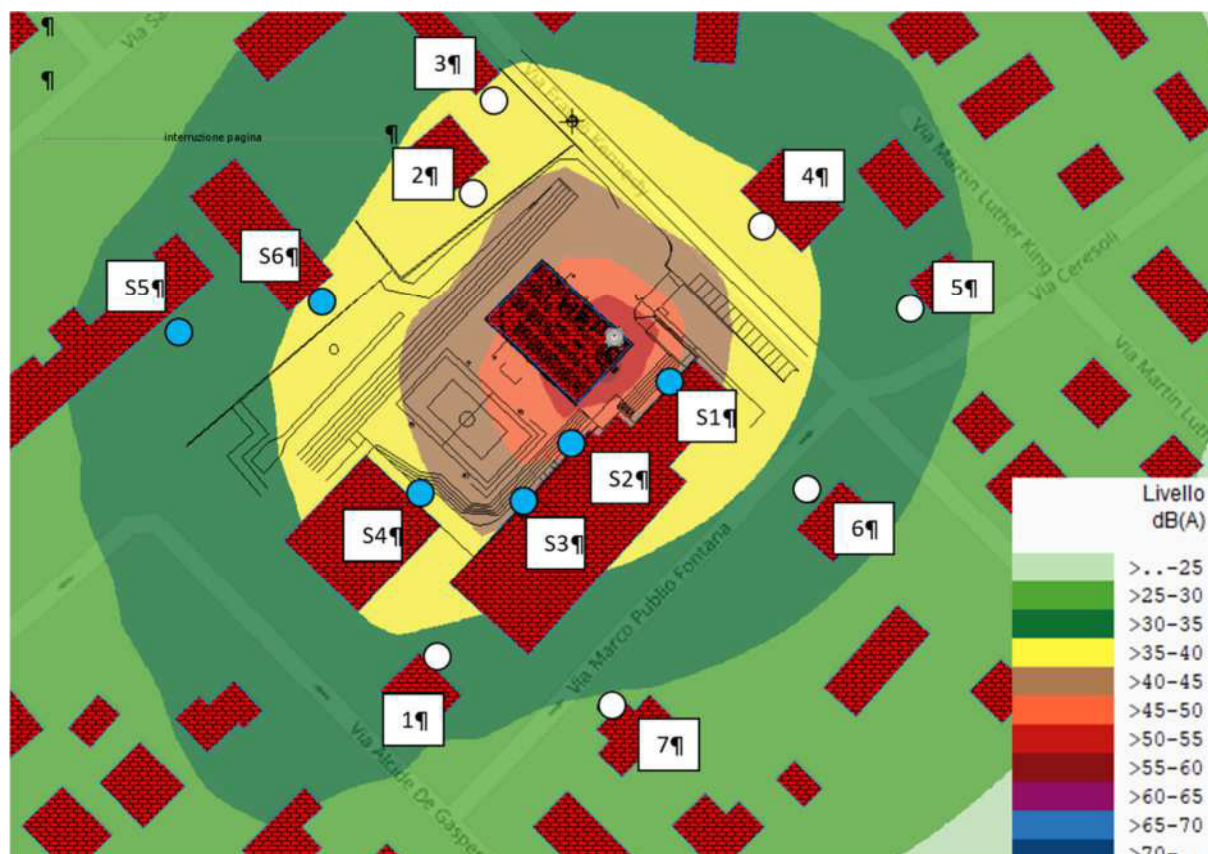
Isolivello alla quota di 1,5m dal livello del piano campagna



Isolivello alla quota di 4,5m dal livello del piano campagna



Isolivello alla quota di 4,5m dal livello del piano campagna



Con le mitigazioni previste in progetto la rumorosità ai recettori esterni all'ambito scolastico è <40dBA nelle peggiori condizioni di funzionamento delle macchine. Nessun disturbo oltre la normale tollerabilità è quindi arrecato, non potendosi applicare il criterio differenziale (limite dell'applicabilità differenziale notturno).

Alla scuola la condizione più gravosa è di 46,5dB ovvero < 50dBA di applicabilità criterio differenziale diurno (la scuola non è operativa di notte).

Qualora si volesse maggiormente tutelare l'ambito scolastico, si può prevedere una barriera più alta in direzione dell'edificio scolastico.

10.2. Rumore verso l'interno della scuola

Relativamente al rumore verso l'interno della scuola, la struttura leggera certamente non aiuta il contenimento delle vibrazioni e del rumore.

La macchina ha peso di circa 100+100kg e base circa 40x100cm x 2.

Al fine di contenere le vibrazioni, dato il carattere estremamente leggero della copertura sono da prevedersi le seguenti misure:

- 1- Basamento in cls spessore 25cm densità 2'650kg/m³ per una estensione non inferiore a 3x3m². Al centro verrà posizionata la macchina, lateralmente verranno ancorate le barriere assorbenti riflettenti.

Il peso del basamento circa 20 volte superiore al peso della macchina ne garantirà lo smorzamento delle vibrazioni.

La platea di cls dovrà essere separata dal solaio sottostante mediante strato di gomma riciclata dello spessore minimo di 12-15mm come desolidarizzante.

- 2- La macchina pompa di calore verrà appoggiata al basamento mediante piedini antivibranti in dotazione.

11. Analisi dei parametri acustici

11.1. Facciate

Obiettivo: $D_{2m,Tw} \geq 48$ dB per DPCM97

Le facciate rappresentano la protezione verso l'ambiente esterno. Esse sono costituite sia dalle pareti verticali con serramenti che dalla copertura nel caso di unità abitative poste all'ultimo piano.

Le pareti perimetrali si compongono di una parte opaca, la muratura, e della porzione con serramento.

Entrambi i componenti sono di fondamentale importanza perché la loro combinazione, in relazione alla geometria dell'ambiente confinato, determinano l'isolamento acustico dell'intera facciata.

Non essendo possibile modificare le geometrie degli ambienti o le dimensioni dei serramenti (elementi di maggior indebolimento), l'unica via per arrivare al soddisfacimento dell'indice dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione ($D_{2m,nT,w}$), è quella di lavorare sull'intero serramento grazie alla determinazione del valore di Potere Fonoisolante R_w dell'intero blocco serramento, sistema oscurante compreso.

Tale valore è ottenibile solo dopo aver determinato il comportamento acustico della parte opaca ed averlo combinato con le geometrie dell'ambiente (proporzioni geometriche: larghezza, profondità ed altezza).

La dipendenza dalle proporzioni geometriche è il fattore che determina necessità differenti di Potere Fonoisolante R_w dei blocchi serramento tra ambienti differenti, oltre al tempo di riverberazione dell'ambiente e legato alla futura destinazione d'uso (camera, cucina, soggiorno, ecc....).

Si riporta, in specifico allegato, l'analisi del comportamento acustico delle parti opache, e quindi l'identificazione della caratteristica acustica dell'intero blocco serramento.

Per i dettagli si veda la relazione di calcolo.

La presenza di pilastri non inficia la prestazione acustica qualora inglobati in modo corretto nella muratura, in quanto il loro peso è maggiore della muratura stessa.

Tipologia elementi:

- 1- M1 struttura pesante in laterizio con cappotto in lana di roccia verso esterno. R_w stimato come da relazione di calcolo. Impianti in traccia.

Vista la tipologia di struttura e la localizzazione i requisiti passivi di facciata non hanno significato, purtuttavia sono obbligo di norma DPCM97 e vanno rispettati.

11.1.1. Serramenti

Si ricorda che i valori di R_w , ovvero valore minimo necessario di isolamento dell'intero serramento, si riferiscono all'intero sistema serramento, sistema oscurante, guarnizioni, chiusure, tenute ecc., e non alla sola porzione vetrata.

La necessità di Potere Fonoisolante R_w del serramento rappresenta la caratteristica acustica che l'intero blocco serramento, comprensivo di telaio, vetri, cassonetto per tapparelle, ovvero di tutti i componenti, deve avere per soddisfare l'isolamento acustico di facciata.

Dovranno essere forniti i certificati acustici di prova dei serramenti scelti che attestino il potere fonoisolante dell'intero serramento, composto da telaio, falso telaio, vetro, guarnizione e qualsiasi altro elemento che componga il serramento. Il certificato dovrà essere rilasciato da laboratorio riconosciuto e presentato per intero.

Inoltre si richieda alla ditta fornitrice dei serramenti di indicare eventuali accorgimenti di posa necessari al fine di non inficiare il valore R_w dichiarato nei certificati acustici; accorgimenti quali velette realizzate in un certo modo, spallette, siliconature...

N.B. le stratigrafie vetrate non sono il blocco serramento. Ovvero le stratigrafie vetrate, una volta inserite nei telai, tendono a perdere isolamento acustico fino al raggiungimento del comportamento acustico del telaio.

Ecco perché il certificato acustico dei serramenti deve contemplare l'intero blocco serramento, dovrà riferirsi ad un serramento a doppio battente e, se possibile, ad una portafinestra a doppio battente. In ogni caso dovrà contemplare il sistema oscurante.

La richiesta del certificato di laboratorio per intero è legata essenzialmente al fatto che si prende atto di come è stato posato il serramento durante la prova di laboratorio, ovvero quali accorgimenti sono stati adottati nella posa del serramento per ottenere il valore certificato. Ciò permetterà di comprendere le sostanziali differenze tra laboratorio ed opera e di determinare quindi gli accorgimenti necessari in cantiere per far lavorare al meglio il manufatto.

Per semplificare le operazioni di reperimento e approvazione materiali, tutti i serramenti sono stati posti con:

- **prestazione $R_w \geq 38\text{dB}$ per area WC, cucina, spogliatoi -privi di requisito.**
- **prestazione $R_w \geq 44\text{dB}$ per area mensa.**

La classificazione normalizzata per la tenuta all'aria, del serramento, espressa in termini di portata d'aria che filtra attraverso 1 m² di serramento ad una pressione statica di 100 Pa, dovrà essere di classe 4 secondo la norma UNI EN 12207:2017.

Si vedano le specifiche di posa dei serramenti.

11.1. Facciate superiori di copertura

Obiettivo: $D_{2mnTw} \geq 48$ dB per DPCM

Relativamente alle coperture abbiamo la copertura in predalle, con cappotto in lana roccia. Per i dettagli si veda la relazione di calcolo.

La presenza di travi non inficia la prestazione acustica qualora inglobati in modo corretto nella muratura, in quanto il loro peso è maggiore della muratura stessa.

11.2. Chiusure verticali verso locali comuni

Obiettivo: $D_{2mnTw} \geq 30$ dB per scuole

Tale parametro è introdotto dalla UNI11367.

Non presenti.

11.1. Chiusure verticali verso abiti differenti

Obiettivo: $D_{2mnTw} \geq 50$ dB per scuole

Tale parametro è introdotto dalla UNI11367.

Si separano i locali WC dall'ambiente mensa, i locali Cucina dall'ambiente mensa.

Per i pacchetti divisorii in cartongesso sono stati utilizzati elementi a 4 / 5 lastre con prestazione R_w 63dB certificata dal produttore del sistema.

Su tale parete con prestazione acustica testata sono poi state montate intercapedini (sempre costipate in lana di roccia) ove necessario per il passaggio impianti. La prestazione quindi di 63dB è da ritenersi conservativa.

Si veda in proposto la relazione di calcolo.

11.2. Solai tra ambienti

Obiettivo: $R'_w \geq 53$ dB per residenziale

Tale parametro più restrittivo rispetto ai 50dB è introdotto dalla UNI11367.

Non sono presenti casi.

Obiettivo: $L'_{nw} \leq 58$ dB per residenziale

Tale parametro più restrittivo rispetto ai 50dB è introdotto dalla UNI11367.

Nel caso specifico si parla di calpestio incrociato.

Si applica tra locali accessori e mensa, non in direzione contraria.

All'interno dei locali accessori è necessario ricavare pavimento galleggiante, come da pacchetti della relazione di calcolo.

Si rammenta sempre la posa a regola d'arte secondo:

- norma Tecnica - UNI 11516: 2013 Indicazioni di posa in opera dei sistemi di pavimentazione galleggiante per l'isolamento acustico (Posa massetti galleggianti)
- norma Tecnica UNI 11424:2015 Gessi - Sistemi costruttivi non portanti di lastre di gesso rivestito (cartongesso) su orditure metalliche - Posa in opera I solai, in latero cemento, saranno conservati e consolidati in estradosso.

11.3. Impianti tecnologici

Obiettivo per impianti uso continuo: $Lic \leq 28\text{dBA}$ e $LAeq \leq 25\text{dBA}$ per residenziale

Obiettivo per impianti uso discontinuo: $Lid \leq 33\text{dBA}$ e $LASMAX \leq 35\text{dBA}$ per residenziale

Nell'attuale configurazione impiantistica abbiamo:

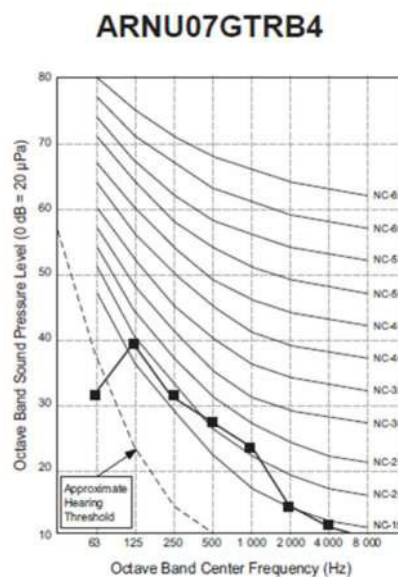
1. Riscaldamento con raffrescamento impianto VRF a cassette interne
2. Sistemi di distribuzione acqua sanitaria.
3. VMC con mandata a canali per tutto l'anno mediante recuperatori di calore.
4. Scarico WC.

1-

Relativamente all'impianto VRF ci si occupa della rumorosità interna.

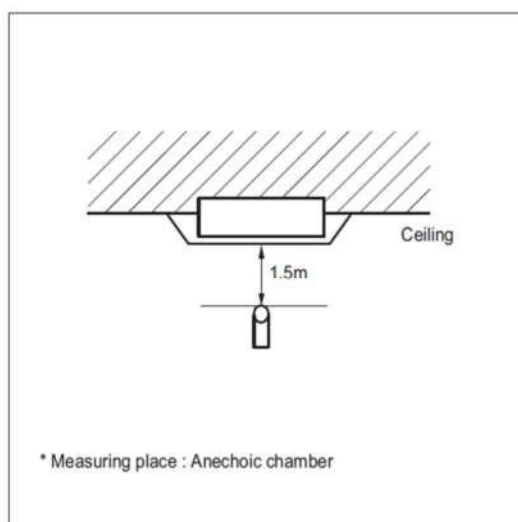
Esaminiamo unicamente la situazione della mensa, locale occupato.

Le cassette presenti sono le LG ARNU07:



Come si evince dal grafico Noise Criteria le stesse sono al di sotto dei 25dBA.

Altra info utile si ottiene dalla seguente pagina del data sheet:



Note

- 1.Sound measured at some distance away from the center of the unit.
- 2.Data is valid at free field condition.
- 3.Reference accoustic pressure 0dB = 20μPa.
- 4.Data is valid at nominal operation condition.
Refer to the Model Specifications for nominal conditions(Power source and Ambient temperature, etc)
- 5.Sound levels can be increased in accordance with installation and operating conditions. (Static pressure mode, used air guide, Room target temperature setting, etc)
- 6.Sound level will vary depending on a range of factors such as the construction(acoustic absorption coefficient) of particular room in which the equipment is installed.
- 7.Sound pressure level is measured on the rated condition in the anechoic rooms by ISO 3745 standard.
Therefore, these values can be increased owing to ambient conditions during operation.

Model	Sound Pressure Levels [dB(A)]		
	H	M	L
ARNU05GTRB4	29	27	26
ARNU07GTRB4	29	27	26
ARNU09GTRB4	30	29	27
ARNU12GTRB4	32	30	27
ARNU15GTQB4	36	34	32
ARNU18GTQB4	37	35	34
ARNU21GTQB4	40	38	34

Dove si nota che la taglia 7 alla minima velocità a 1,5m di distanza da 26dB come rumorosità. Nella ordinaria gestione della mensa è ipotizzabile che le macchine lavorino al minimo della velocità essendo i terminali appositamente sovradimensionati.

Ciò significa che al di sotto delle cassette, in corrispondenza verticale, si superano di poco i 25dBA.

Ne risulterebbe una media ponderata nell'intero locale mensa sicuramente al di sotto dei 25dBA, ovvero all'interno del parametro più restrittivo (in realtà i 25dBA non sono previsti per rumore generato nello stesso ambiente da terminali).

2-

Relativamente alla distribuzione idrosanitaria si raccomanda:

- Di posizionare i collettori all'interno di pareti di interne agli alloggi. **È vietato posizionare i collettori all'interno di pareti con prestazione acustica (divisori tra alloggi, divisori verso parti comuni, pareti esterne, etc.) in quanto degradano irrimediabilmente la prestazione.**
- Di installare ammortizzatore colpo d'ariete su ciascun collettore, sia sulla calda che sulla fredda (es.Caleffi serie 525).

- Utilizzare tutte tubazioni pre-isolate sia per la calda che per la fredda, avendo cura di isolare eventuali giunzioni. Ciò garantisce la disgiunzione sia da eventuale posa sotto-muratura sottopavimento, sia all'interno di strutture ingesso.

Sono chiaramente identificate le strutture ove possono passare gli impianti, di conseguenza tubazioni idrauliche con relativi erogatori.

Ove non previsto, qualora necessario, dovrà essere formata specifica contro parete aggiuntiva per passaggio impianti.

3-

Le macchine di ricambio dell'aria sono concentrate sulla copertura.

Non sono soggette a trasmissione vibrazioni essendo posizionate su piedini antivibranti e specifica piastra cls di ripartizione dei pesi.

I dati di potenza irradiata dai ventilatori nei canali nei canali sono i seguenti:

LIVELLO POTENZA SONORA								
Mandata	84.5 dB			Mandata	82.5 dB(A)			
Aspirazione	77.3 dB			Aspirazione	70.9 dB(A)			
LIVELLO POTENZA SONORA, BANDA DI OTTAVA								
F [Hz] - dB	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Mandata-Lw4	71	78	74	76	77	77	73	68
Aspirazione-Lw7	70	74	70	68	64	63	61	59
Mandata-Lw(A)4	45	62	66	73	77	78	75	67
Aspirazione-Lw(A)7	44	57	61	65	64	64	62	58

- SLL / SLM (l=100 mm)

P [mm]	Bande d'ottava [Hz]							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
600	4	7	12	20	28	28	21	23
900	5	9	16	30	39	39	31	26
1200	6	12	23	40	51	51	41	29
1500	8	15	26	43	53	53	45	32
1800	9	17	30	47	55	55	49	36
2100	11	20	35	55	55	55	55	43
2400	12	23	40	55	55	55	55	47

Utilizzando i dati Lw(A) in mandata, con il silenziatore evidenziato Tecnoventil SLM 900x900 1500mm di lunghezza, si ottiene:

Ventilante												
Dati Ventilatore, [dB]			63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Lw	Lw (A)
			45,0	62,0	66,0	73,0	77,0	78,0	75,0	67,0	82,4 dB	82,8 dB
Silenziatore a valle UTA Tecnoventil SLM 1500L 900x900												
Attenuazione Silenziatore, [dB]			63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz		
			8,0	15,0	26,0	43,0	53,0	53,0	45,0	32,0	56,6 dB	
Rumore Autogenerato, [dB]			6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	15,0 dB	
Rumore in uscita, [dB]			37,0	47,0	40,0	30,0	24,1	25,1	30,0	35,0	48,5 dB	39,5 dB

La potenza irradiata non in un solo punto, ma lungo tutti i canali microforati. A favore di sicurezza consideriamo concentrato in un punto:

Potenza di targa:	39,5 [dB] Lwb - potenza della sorgente										
Distanza dalla sorgente:	4 [m] d - distanza dalla sorgente										
Fattore di Direttività:	2 Q - fattore di direttività										
Superficie totale locale:	1110 [mq] S - pareti, pavimento, solaio										
				Coefficienti di letteratura α_i							
		Tipologia Rivestimento	Superficie	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz		
Rivestimento 1:	18	Linoleum a pavimento	385,0mq	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	
Rivestimento 2:	7	Intonaco grezzo	240,0mq	0,02	0,03	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03	
Rivestimento 3:	3	Cartongesso	100,0mq	0,29	0,10	0,05	0,04	0,07	0,09	0,09	
Rivestimento 4:	1	Controsoffitto in fibra minerale (25 mm su	385,0mq	0,25	0,80	0,80	0,90	0,90	0,99	0,99	
Rivestimento 5:	0	--	0,0mq	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Rivestimento 6:	0	--	0,0mq	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Rivestimento 7:	0	--	0,0mq	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Rivestimento 8:	0	--	0,0mq	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Rivestimento 9:	0	--	0,0mq	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Rivestimento 10:	0	--	0,0mq	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		Valore di A per contributo pareti:	A1-n =	137,8	336,8	334,2	374,1	374,7	405,1		
		Valore di α_i per contributo pareti:	0,295	0,124	0,303	0,301	0,337	0,338	0,365		
</											

Essendo i canali sospesi a circa 3,5m da terra, già a poca distanza dal punto più sfavorevole del canale abbiamo una pressione sonora decisamente inferiore ai 25dBA, nel rispetto di tutti i parametri citati. Essendo un calcolo a tutto favore di sicurezza, si trascurerà questo contributo.

Per la canalizzazione di ripresa, non si ripetono i conti, ma si utilizzeranno i medesimi presidi, essendo la ripresa meno rumorosa della mandata.

Tutte le canalizzazioni sono progettate nel rispetto della velocità massima dell'aria non superare a 4m/s per evitare autogenerazione di rumore.

Particolare attenzione dovrà essere posta alla foratura dei canali induttivi allo scopo di non autogenerare rumore. Si consiglia una portata non superiore a 75m³/h al metro lineare con fori opportunamente calibrati, di diametro ampio, in aggiunta a quelli necessari a creare l'effetto induttivo dei canali.

4-

Scarichi

Nel caso di specie gli scarichi verranno realizzati esclusivamente al piano terreno, con passaggio sottopavimento e mai in parete.

Si raccomandano comunque sempre curve a 45° e mai a 90°.

Le cassette di scarico dell'acqua dovranno essere esterne o disposte all'interno di specifica intercapedine. Le cassette saranno affiancate di materiale resiliente per non sollecitare a vibrazione gli elementi in cui sono inserite.



Qualora l'incasso, con l'eventuale formazione di ulteriore contro parete non fosse possibile, le cassette dovranno restare esterne.

I materiali utilizzati per le colonne di scarico e ventilazione interne all'edificio dovranno essere del tipo Valsir Silere, installati non semplicemente sottotraccia se in muratura, ma fissati alla muratura con appositi collari, secondo le indicazioni del costruttore.

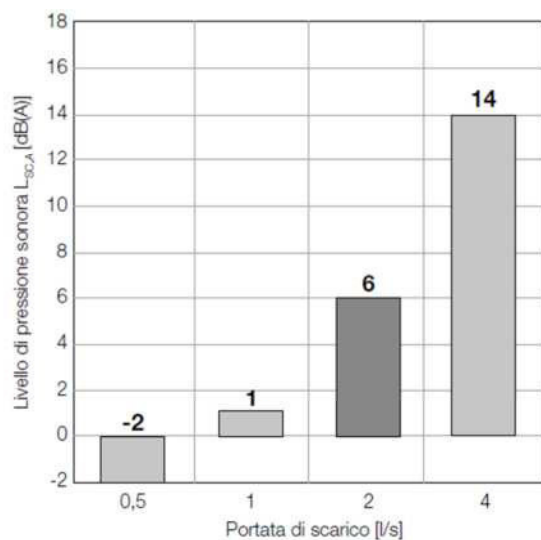
Le tubazioni dovranno poi essere rivestite per tutta la lunghezza e circonferenza o:

- da lana di roccia alta densità (60-100kg/mc) per uno spessore non inferiore 3cm.
- Da materiale a cellule chiuse dello spessore minimo di 10mm ("calza acustica").

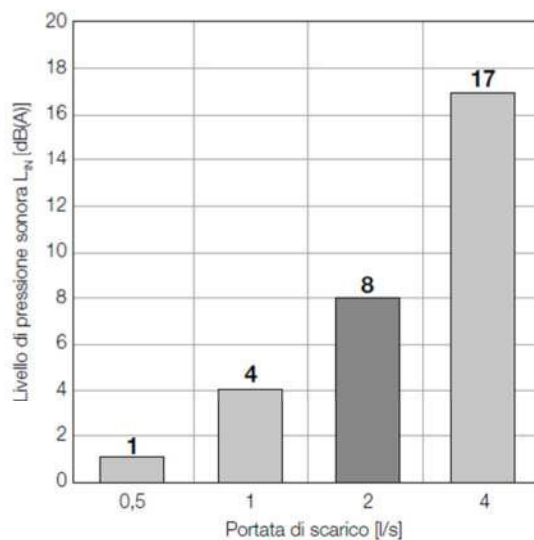
Tubi e raccordi fonoassorbenti ad innesto per condotte di scarico all'interno dei fabbricati con guarnizione di tenuta in elastomero della serie Silere. Costituiti da materiale omogeneo e realizzati in polipropilene con carica minerale, densità del materiale di 1,6 kg/m³, colore grigio chiaro (RAL 7035).

Il sistema di scarico avrà un livello sonoro L_{sc,A} di 6 dB(A) misurato alla portata di 2 l/s per un sistema De 110x5,6 secondo la norma EN 14366 e certificato dall'istituto Fraunhofer Institut Für Bauphysik di Stoccarda (P-BA 223/2006).

Livelli di pressione sonora $L_{SC,A}$ in
accordo a EN 14366 del tubo Silere®

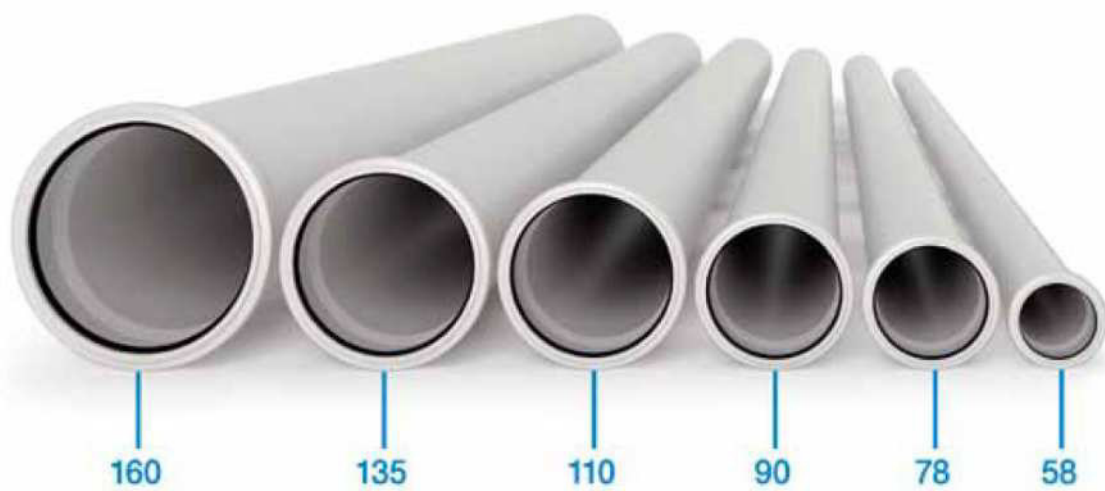


Livelli di pressione sonora L_{IN} in
accordo a DIN 4109 del tubo Silere®



Certificato P-BA 221/2006 secondo EN 14366.
Certificato P-BA 222/2006 secondo DIN 4109.







Lo scarico sarà rivestito con una guaina antivibrazione in polietilene estruso a cellule chiuse dello spessore di 8-10 mm.

Il fissaggio tra loro di vari tubi di scarico, protetti dalla guaina suddetta, sarà fasciato con nastro autoadesivo tipo di tipo pesante con adesivo di elevata qualità e durevole nel tempo.

12. Precisazioni importanti.

La presente relazione è stata redatta allo scopo di verificare che le strutture edificande possano potenzialmente raggiungere i parametri acustici di Legge, in merito ai requisiti acustici passivi. Il raggiungimento di tali requisiti deve però impegnare il progettista architettonico, il committente, il costruttore, tutte le ditte impegnate all'esecuzione di opere e impianti, nonché il direttore lavori per il raggiungimento dell'obiettivo, in quanto è necessario adottare provvedimenti correttivi.

12.1. Dati utilizzati

In assenza di dati forniti da costruttore delle opere o forniti dal progettista o dall'azienda che prefabbricherà la struttura, sono stati assunti, in modo conservativo, dati di letteratura.

Le prestazioni dei serramenti e dei cassonetti sono dati imposti di progetto.

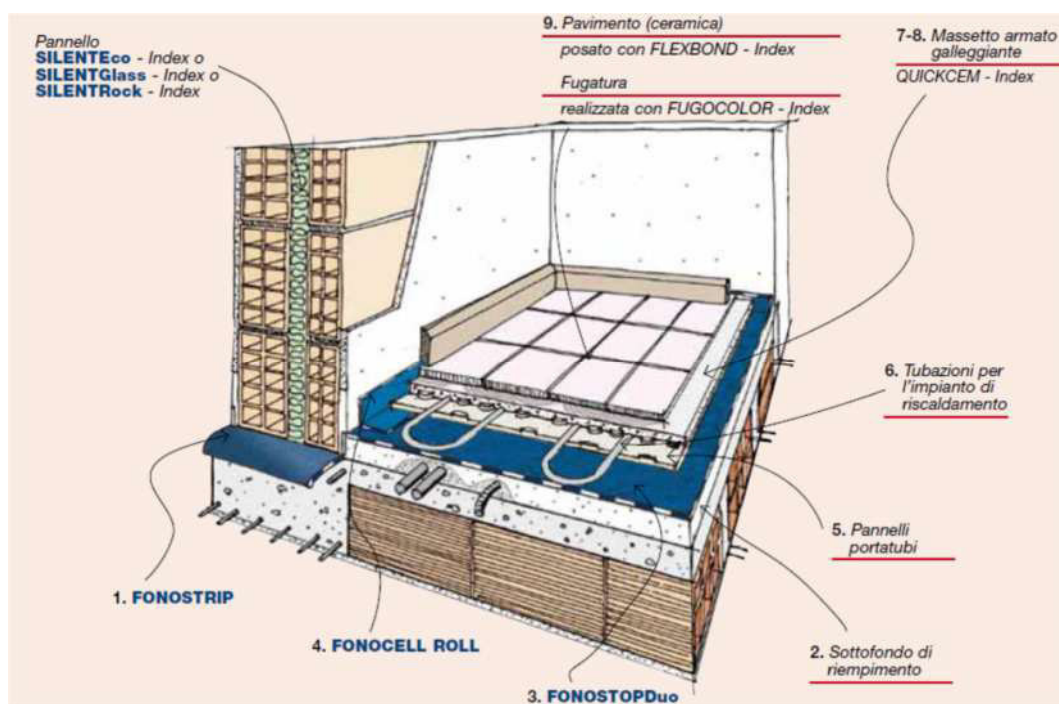
12.2. Varianti

Varianti al progetto richiedono una rivalutazione dei parametri acustici.

I calcoli realizzati infatti sono specifici e puntuali, non possono essere ritenuti validi in caso di cambiamento, anche solo geometrico, degli ambienti. Gli stessi infatti contengono parametri importanti riguardanti le dimensioni degli ambienti.

13. Tecniche di posa in opera

A seguire sono riportate le indicazioni per una corretta posa in opera delle murature e dei materiali fono-isolanti, secondo le indicazioni delle norme vigenti e le regole di buona tecnica.



13.1. Componenti del sistema

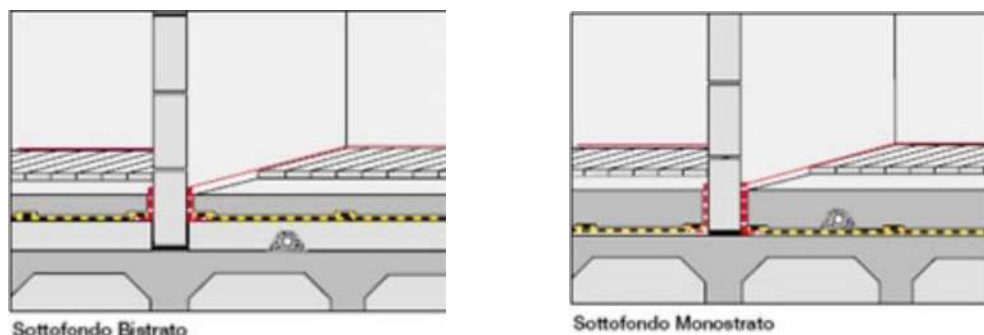
I componenti del “Sistema Sottofondo Anticalpestio” sono:

- I premiscelati leggeri e isolanti per massetti e sottofondi da posizionare sopra lo strato resistente.
- Materassini acustici per posa sopra solaio portante e sotto pavimento “galleggiante”.
- Fascia perimetrale verticale contro muratura, resa continua al materassino orizzontale.
- Fascia di collegamento ad angolo retto tra materassino orizzontale e fascia perimetrale verticale.
- Materassini ad elevate prestazioni per posa sotto parete divisoria di unità acusticamente separate.

13.2. Posa del materiale “anticlapestio”

La soluzione al rumore di calpestio si basa sulla tecnica del “pavimento galleggiante” attraverso l'interposizione di un materassino acustico tra il massetto e la struttura sottostante. Gli accessori del sistema sono la fascia perimetrale, lungo il perimetro del locale per la completa de-solidarizzazione dai tavolati, e la fascia taglia-muro, sotto le partizioni verticali per ridurre la trasmissione della rumorosità per fiancheggiamento. In relazione agli spessori disponibili dell'intero pacchetto sottofondo, il sistema potrà essere mono-strato o bistrato.

È necessaria per garantire calpestio incrociato tra ambienti.



Sottofondo Bistrato (per spessori superiori a 12cm)

Il sistema si compone di un primo strato di alleggerimento/isolamento che permette di inglobare tutta l'impiantistica esistente così da preparare un piano ideale per la successiva stesa del materassino acustico (debitamente sovrapposto e nastrato alle estremità dei teli). Verificata l'assoluta integrità dello strato elastico e la completa de-solidarizzazione delle strutture, si procede con la posa del massetto di finitura (spessore minimo 6cm).

Questa è la tipologia di posa prevista e a regola d'arte.

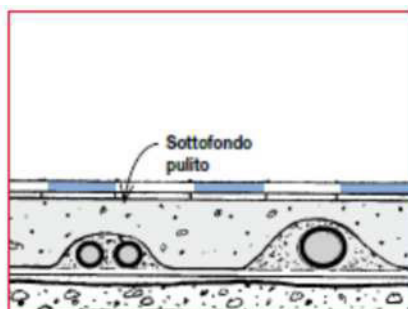
Sottofondo Monostrato (per spessori inferiori a 12cm)

Lo strato isolante va steso sul solaio, avendo cura di posizionare correttamente le sovrapposizioni tra i teli e di realizzare un'ideale fasciatura delle eventuali tubazioni attraversanti. Di seguito si procede con la posa dell'impiantistica ed il getto del massetto di finitura direttamente sul materassino acustico.

Tale tipologia di posa è assolutamente vietata.

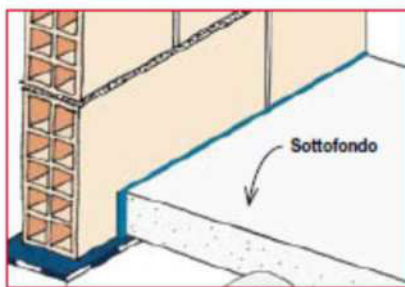
Il materiale resiliente deve essere posato su superficie piana -ben rasata e priva di bugne, affossamenti, imperfezioni della superficie- e ben pulita -scopata e spazzolata prima della posa-. Già il mancato rispetto di queste condizioni preclude il risultato finale, in quanto lo strato non aderisce compiutamente al massetto di fondo.

Consigliato INDEX Fonostop duo.

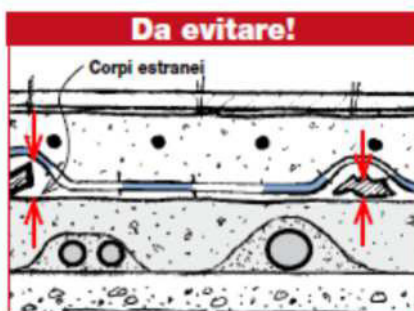


È necessario posare un massetto di livellamento sopra gli impianti per dare uno strato di posa liscio, livellato ed omogeneo per il materiale resiliente.

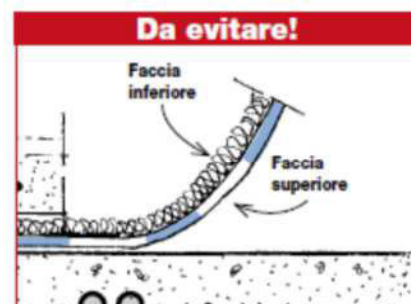
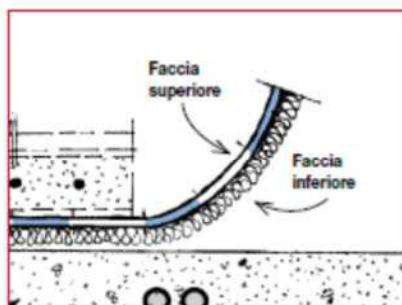
Il massetto impianti dovrà essere steso a copertura integrale di tutti gli impianti per uno spessore adeguato, utilizzando materiali alleggeriti - porizzati per spessori non inferiori a 10-12cm, avendo cura di interporre preventivamente su tutte le pareti dei locali la fascia di disgiunzione, come indicato.



Assolutamente vietato l'appoggio dello strato resiliente in modo irregolare, su superficie non piane e levigate. L'esempio seguente compromette in modo significativo il risultato finale.



Il materiale resiliente deve essere posato con la parte continua lato superiore, mentre la parte porosa deve essere sul lato inferiore. La posa con materassino al contrario è assolutamente vietata!

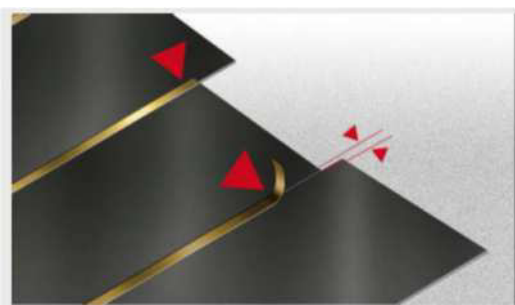
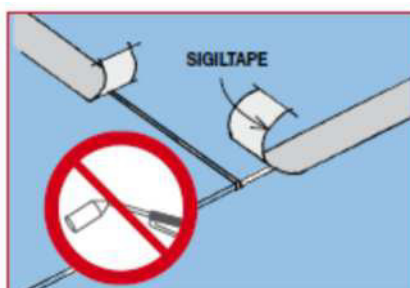
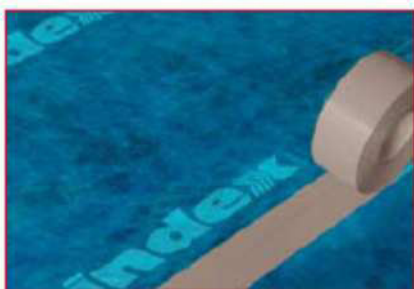
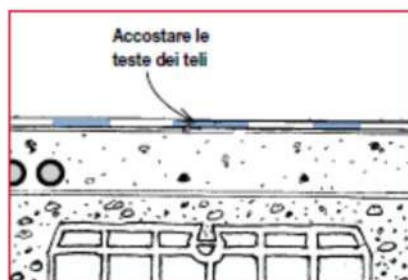
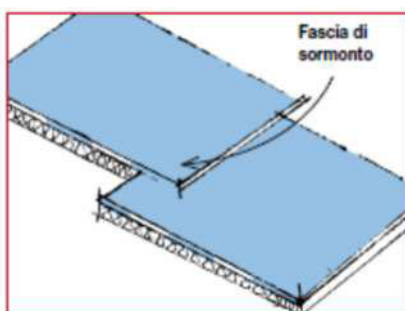


Il materassino deve essere sapientemente e correttamente posato, avendo cura di sovrapporre la fascia superiore ed accostare con molta precisione (o al limite sovrapporre per alcuni millimetri) lo strato resiliente. Le fasce laterali devono sempre essere sormontate e nastrate per evitare che durante il getto del massetto superiore la malta si inserisca negli interstizi, causando ponte termico.

Un accostamento realizzato con imperizia o negligenza è molto frequentemente causa di importanti ponti acustici che possono addirittura vanificare l'effetto positivo dell'intero strato fono-isolante.

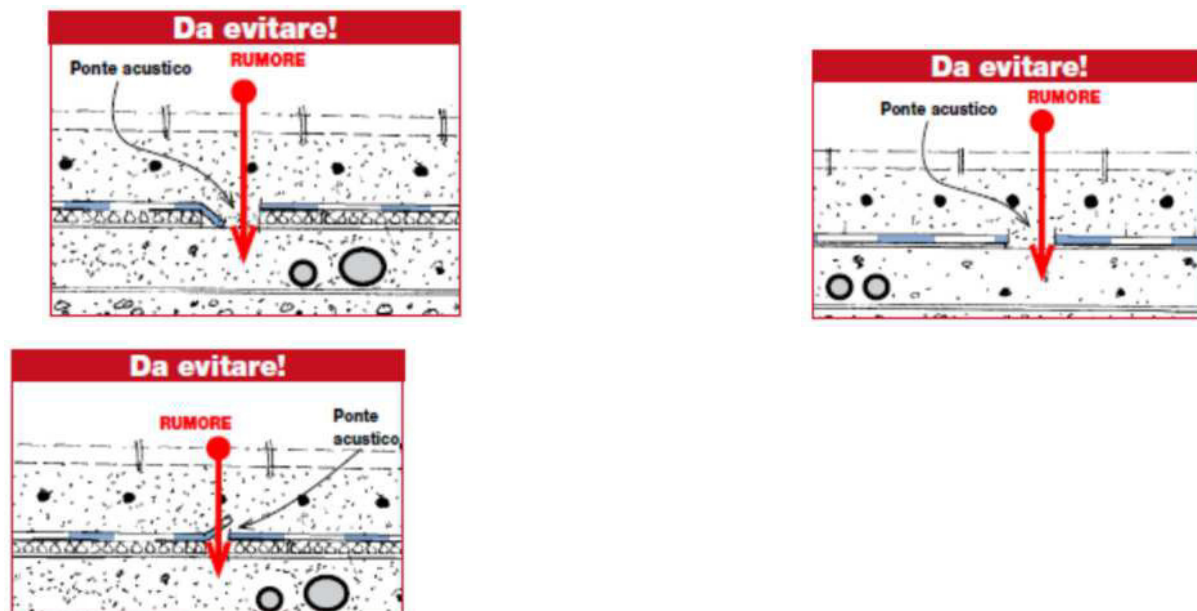
È prescritto l'utilizzo di idonei nastri di tipo adeguatamente resistente dal punto di vista meccanico, di adeguata pesantezza e con fascia adesiva munita di collante idoneo per il materiale da unire. Si consiglia INDEX Sigiltape.

È consigliato il taglio delle nastrature con le forbici e non con i taglierini allo scopo di non danneggiare lo strato fono-isolante.



ATTENZIONE!! Quando si utilizzano biadesivi tra gli strati è comunque sempre consigliabile rivestire la giunzione superiore con nastro, in modo da minimizzare il rischio di infiltrazioni di massa cementizia durante la posa del massetto galleggiante.

Devono essere assolutamente evitate le situazioni di errato sormonto, spazio vuoto, mancanza di materiale resiliente sotto il massetto galleggiante! Situazioni di questo genere penalizzano molto fortemente il risultato finale. A seguire sono illustrate situazioni da evitare in modo assoluto, sicuramente non rispondenti a regole di buona tecnica in quanto corrispondono a formazione di importanti ponti acustici.



N.B.: il getto del massetto dovrà procedere o parallelamente alle linee di sovrapposizione del materiale resiliente o nel verso della sovrapposizione, MAI nel senso inverso allo scopo di minimizzare la possibilità di inserimento della malta sotto lo strato stesso con conseguente formazione di ponti termici.

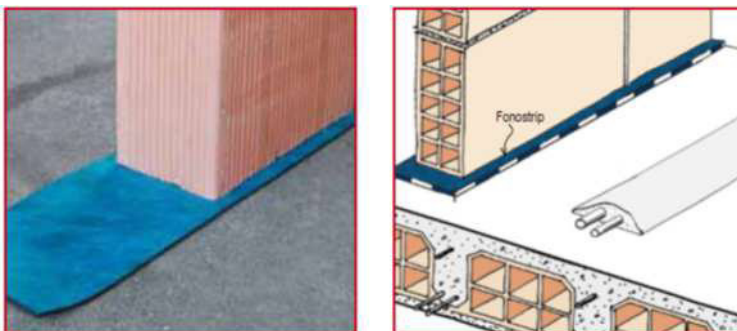
Qui a seguire l'immagine di una posa adeguata del materassino per isolamento a calpestio sopra cui dovrà essere posato il massetto galleggiante.



13.3. Appoggio a pavimento del muro di confine tra unità diverse

Nell'immagine qui sotto è illustrata la modalità di posa del materiale resiliente da utilizzare alla base della muratura di confine tra unità diverse, tra stanze da separare acusticamente. Tale materiale dovrà essere reso continuo con il "materassino anticalpestio" e con la relativa fascia perimetrale.

La parete di separazione verrà appoggiata sul solaio portante, dopo la predisposizione delle strisce fono-isolanti. Prima fase di posa. Consigliato INDEX Fonostrip.



Assolutamente vietato l'appoggio diretto a pavimento della parete di separazione tra diverse unità.

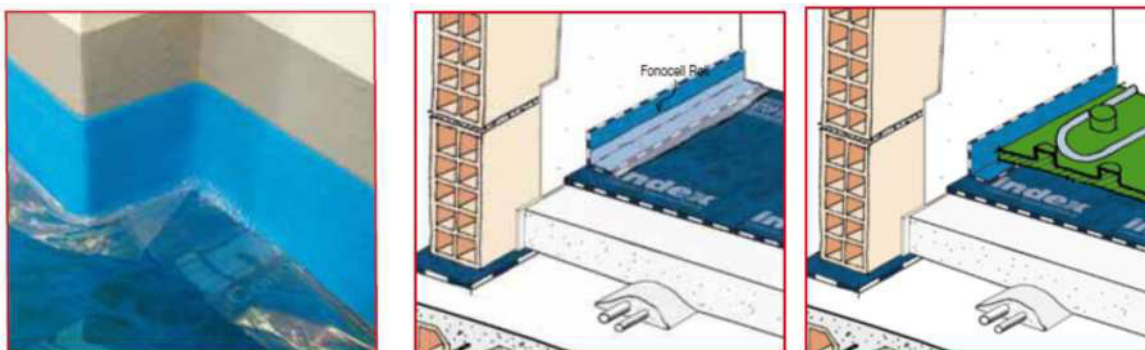


La seconda fase di posa è illustrata nell'immagine seguente e consiste nella stesura del massetto di livellamento degli impianti. Si consiglia cemento di tipo alleggerito.



La terza fase consiste nella posa dell'isolante acustico, tappetino in materiale resiliente, con attenzione ad angoli, eliminazione dei ponti acustici per trasmissione laterale, etc..

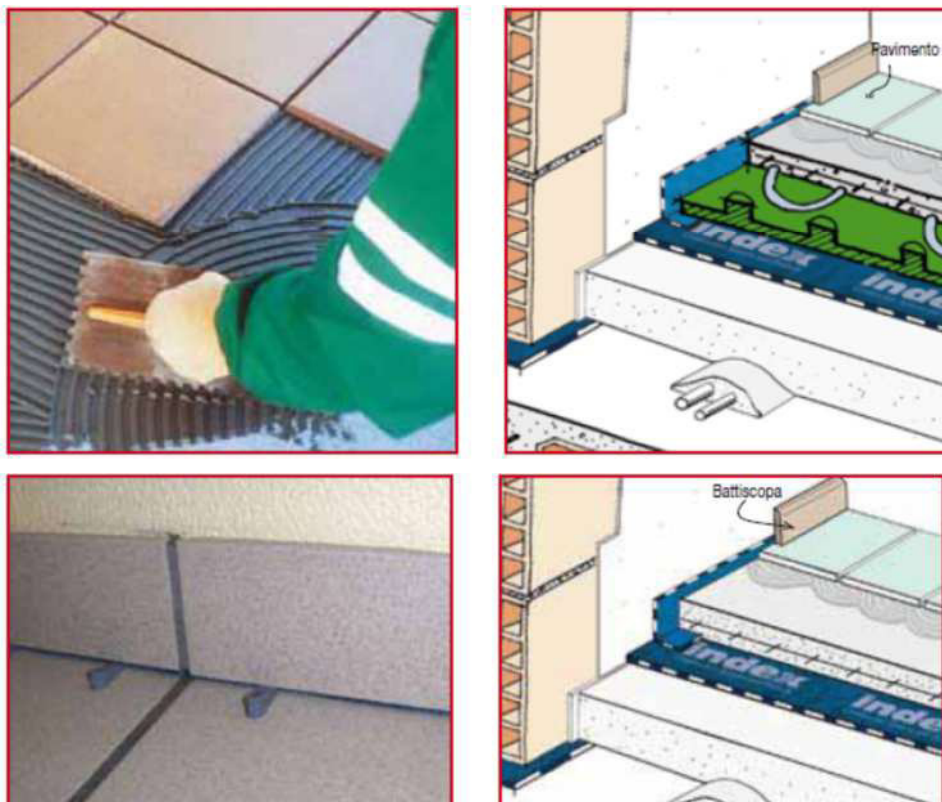




La quarta fase è il getto del massetto galleggiante, nel rispetto delle prescrizioni della presente relazione tecnica.



Ultima fase la posa della pavimentazione e del relativo battiscopa, nel rispetto delle prescrizioni della presente relazione.

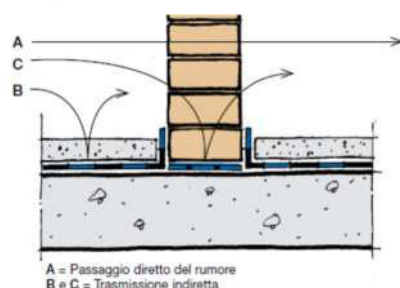
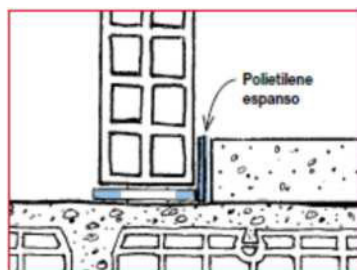


13.4. Desolidarizzazione e isolamento acustico laterale dei muri

Molto importante per la buona riuscita dell'isolamento acustico dell'immobile è la desolidarizzazione del battiscopa e degli eventuali elementi di rivestimento della parte inferiore delle murature interne.

La posa secondo norme di buona tecnica prevede l'inserimento tra parete e massetto principale di una fascia perimetrale incollata alla parete realizzata in materiale a celle chiuse (es. polietilene espanso) delle spessore non inferiore a 3-5mm, che deve essere posato prima del getto del pavimento galleggiante e che **deve emergere** da questo di **almeno 2-3cm lungo tutto il perimetro del locale**.

La fascia perimetrale inoltre deve essere ben aderente e sovrapposta al materiale installato sotto la muratura. I metodi di posa e giunzione sono illustrati precedentemente.



Il mancato rispetto di queste condizioni comporta la formazione di ponti acustici, come si può facilmente evincere dall'illustrazione successiva. Tali ponti acustici vanificano in gran parte le misure di isolamento acustico adottate per le murature e il pavimento galleggiante. La tecnica di posa del materiale isolante per desolidarizzare le pareti è fondamentale per raggiungere le prestazioni acustiche del calcolo previsionale. Una non corretta posa può comportare scostamenti importanti rispetto al calcolo effettuato, anche di 10-20dB.



13.5. Isolamento acustico del Massetto, “pavimento galleggiante”

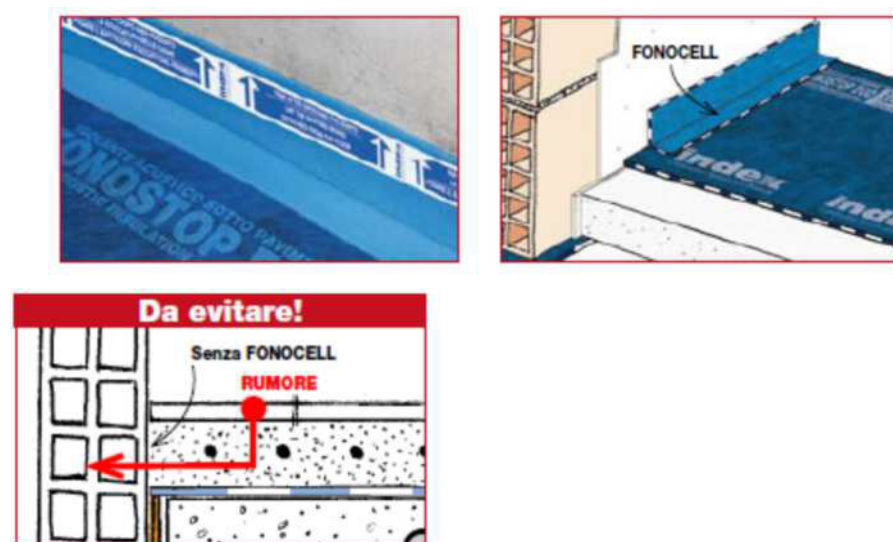
Prima della posa del massetto o pavimento galleggiante finale è necessario intonacare pareti e s per poter far meglio aderire tutti gli elementi dell'isolamento acustico agli elementi orizzontali e verticali. Tra massetto principale e galleggiante è infatti previsto il posizionamento del “materassino” acustico in

materiale resiliente. Elemento fondamentale ed inscindibile rispetto a tale componente è la fascia perimetrale da installare lungo **TUTTE le pareti del locale e dell'edificio** ed anche **in corrispondenza di tutte le porte, di tutte le portefinestre** di transito da un locale a quello limitrofo o dal locale all'esterno, o dal locale ai vani comuni.

Il massetto superiore o, "pavimento galleggiante", deve essere posato solo dopo aver garantito TUTTE le condizioni di posa sopra descritte.

La fascia perimetrale deve aderire perfettamente sia al materiale resiliente che alla parete e quindi si consiglia la posa o con nastro biadesivo adatto o la posa diretta di materiale specificatamente previsto per tale posa di tipo pre-sagomato ed autoadesivo, essendo l'aderenza fondamentale per la buona riuscita dell'operazione di isolamento acustico. Una cattiva aderenza infatti può permettere alla malta di penetrare tra gli strati fono-isolanti piegandoli e provocando la formazione di ponti acustici anche importanti che possono vanificare lo sforzo fatto in cantiere per raggiungere gli obiettivi dell'isolamento acustico.

!!!ATTENZIONE. La fascia perimetrale installata per disgiungere il massetto principale dalle pareti di confine deve essere ben sovrapposto e aderente sia al "materassino acustico", che alla fascia perimetrale del massetto galleggiante.



La mancata posa della fascia perimetrale del massetto galleggiante porta inevitabilmente alla formazione di importanti ponti acustici che vanificano le precauzioni adottate tramite la fascia laterale del massetto principale e il "tappetino acustico".

Qui di seguito alcune immagini relative alla corretta posa dell'isolante acustico perimetrale.

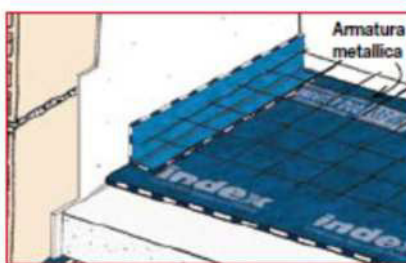
Esempio di materiale appositamente pre-sagomato (INDEX Fonocell Angle).



Esempio di materiale apposito da sagomare (INDEX Fonocell).



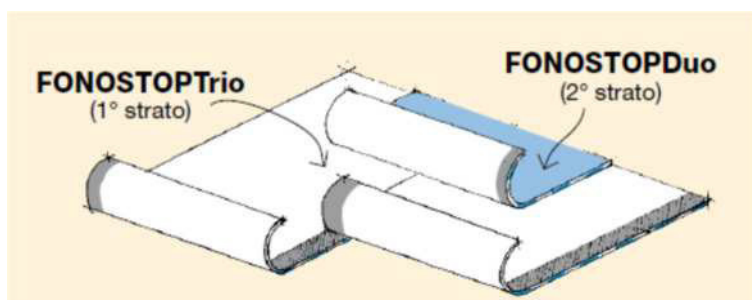
Relativamente alla tipologia e modalità di posa del massetto galleggiante è sempre buona norma utilizzare una rete a maglia fine 5x5cm o 10x10cm all'interno del massetto, allo scopo di minimizzare le fratture dello stesso.



Qui sotto la classica condizione da evitare.



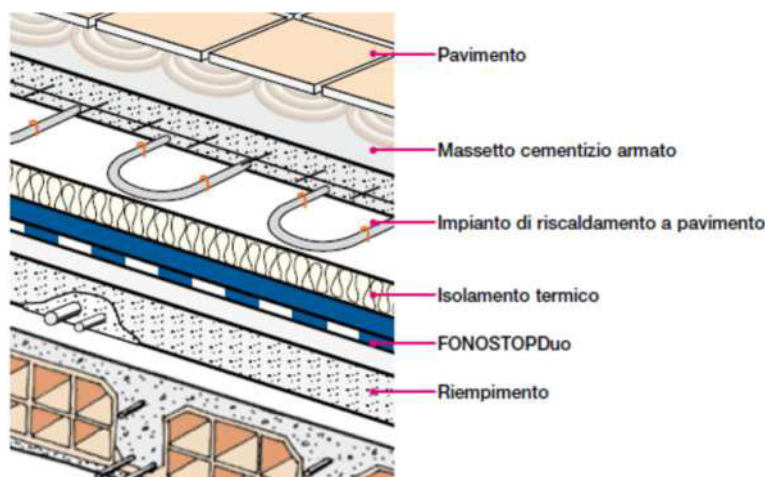
Nel caso di posa di doppio strato fono-isolante ne è consigliata la posa con giunti disassati.



13.5.1. Impianto di riscaldamento a pavimento

In questo caso la parte di pavimento galleggiante coincide con il massetto dell'impianto di riscaldamento a pavimento che congloba le tubazioni dell'impianto stesso.

L'isolante termo-riflettente sotto le tubazioni sarà posato appena sopra l'isolante acustico.



13.6. Desolidarizzazione e isolamento acustico del pavimento

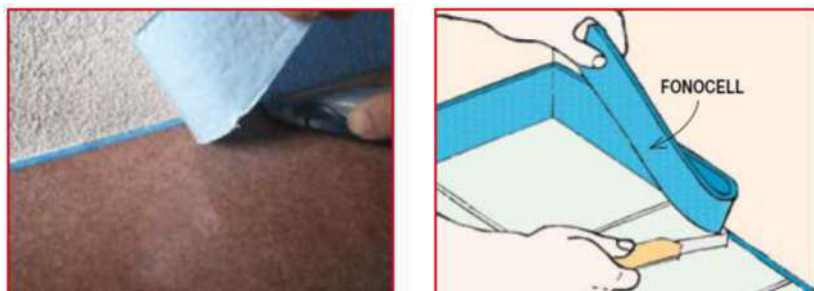
Il pavimento, allo stesso modo del massetto galleggiante, deve essere posato desolidarizzato dalle pareti perimetrali e divisorie mediante la fascia perimetrale ed i giunti di dilatazione che devono attraversare completamente anche lo strato della pavimentazione, pena la formazione di ponti acustici rilevanti.

Si veda il particolare seguente.



Una volta terminata la posa della pavimentazione è necessario rimuovere con un taglierino la porzione in eccesso della fascia perimetrale.

ATTENZIONE!!! La rimozione della fascia perimetrale non deve essere eccessiva, ovvero non deve assolutamente mai andare al di sotto del livello più alto della piastrella, deve anzi restare leggermente più alta (1-2mm). Porre quindi particolare attenzione all'inclinazione e posizionamento del taglierino durante le operazioni.



Una scorretta posa della pavimentazione con fascia laterale troppo bassa e senza una completa desolidarizzazione della pavimentazione può comportare penalizzazioni sino a 10-20dB a seconda dell'estensione e dei casi. **MAI** rifilare le fasce perimetrali ed i giunti alla quota del massetto!!



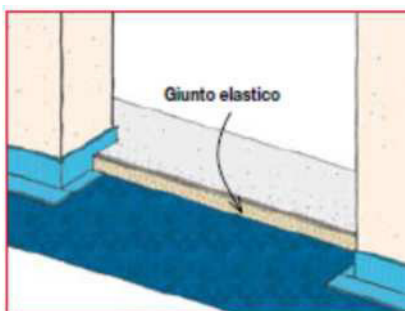
13.7. Esecuzione dei giunti di dilatazione

Anche i giunti di dilatazione previsti nel pavimento assolvono un'importanza notevole nel controllo della propagazione del rumore.

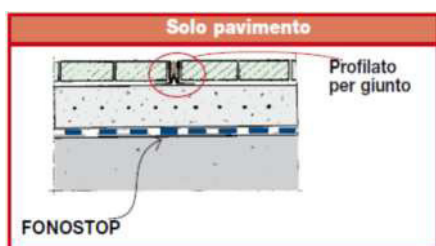
TUTTE le pavimentazioni e TUTTI i massetti devono essere desolidatizzati (ovvero staccati mediante fascia perimetrale) dagli elementi fissi della costruzione (pareti, pilastri, travi, spalline delle porte, tubazioni passanti, etc.) mediante giunzioni adeguate realizzata con materiale idoneo per fascia perimetrale di spessore non inferiore a 3-5mm installata per TUTTA l'altezza del massetto galleggiante con una piccola sporgenza di 2-3cm da rifilare successivamente. La sporgenza serve per desolidarizzare anche il pavimento a piastrelle, parquet, etc., nonché per garantire pure lo "stacco" con la fascia battiscopa in legno o altro materiale.



Giunto di dilatazione del solo pavimento



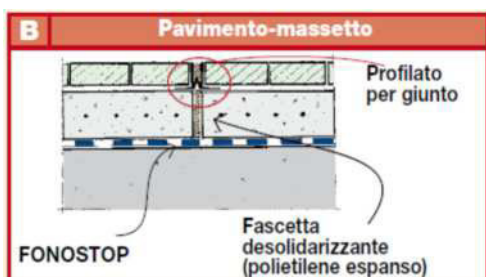
Elemento per giunto a pavimento



Giunto di dilatazione pavimento-massetto galleggiante.

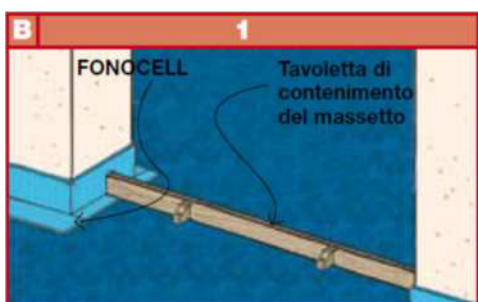


Oltre al profilo per i giunti della pavimentazione, è necessario anche posare elementi di giunzione del massetto galleggiante, come se fosse una fascia perimetrale contro parete del locale.

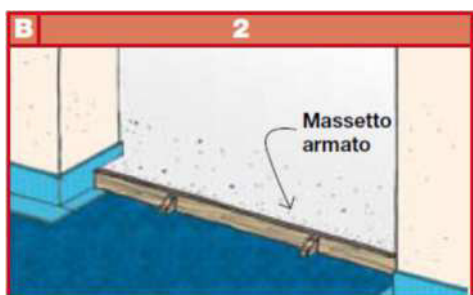


Le fasi per la posa del giunto di dilatazione pavimento massetto sono le seguenti. Si dà l'esempio della posa in corrispondenza di una porta.

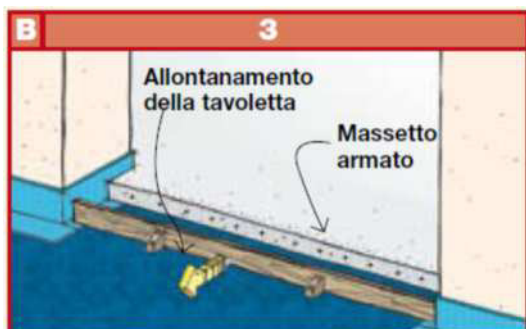
- 1- Si inserisce una tavoletta di legno per il contenimento del getto prima che lo stesso avvenga, in modo da poter realizzare una interruzione netta, dritta, liscia e lineare del getto in corrispondenza del punto in cui si poserà il giunto. La tavoletta avrà elementi inchiodati che le impediscono di ribaltarsi durante il getto.



- 2- Si realizza il getto nella parte prevista.



- 3- Si allontana la tavola in legno di contenimento del getto per poi posare la fascia desolidarizzante di disgiunzione dei due massetti. N.B.: il getto, anche se non maturo completamente, deve avere la consistenza per non cadere e/o deformarsi una volta tolta la tavoletta di contenimento.



- 4- A questo punto si prosegue con il getto nel locale a fianco.



ATTENZIONE!!! Nel caso di impianti di riscaldamento a pavimento, i giunti previsti per la rottura del massetto, dovranno essere realizzati come le fasce perimetrali e/o di giunzione dei massetti, avendo cura di:

- Minimizzare i tubi passanti il giunto (prendere precisi accordi con il progettista termotecnico).
- Avvolgere molto bene i tubi all'interno del materiale fono-assorbente, badando che non restino interstizi di aria o penetrabili alla malta tra tubazione e che i tubi siano avvolti e ben ricoperti in modo ben aderente dal materiale isolante per almeno 10-15cm per lato rispetto alla giunzione.

13.8. Posa del massetto galleggiante

La posa del massetto da parte dell'impresa edile è un momento importante, in quanto una posa affrettata, eseguita con personale privo dei fondamentali della posa corretta può compromettere il risultato finale dell'isolamento acustico. Nel posare il massetto galleggiante è infatti necessario accertarsi sempre che:

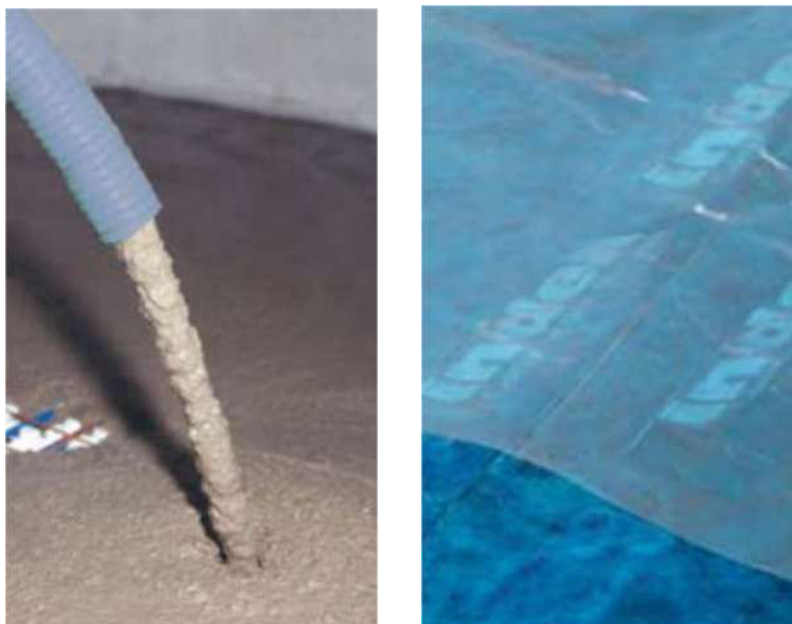
- L'isolamento acustico installato resti al proprio posto e non si scomponga, non si sollevi non formi bolle, rigonfiamenti, non si laceri o strappi etc..
- Le porzioni di isolante acustico orizzontale sormontate non si scollino e che il nastro adesivo di giunzione resti ben aderente durante tutte le fasi di posa.
- Che le fasce perimetrali restino ben aderenti e non si scollino né dall'isolante orizzontale né dalla parete, non si formino rigonfiamenti, bolle di aria, strappi, squarci nel materiale durante tutte le fasi di posa.

Nel caso di problematiche sopra descritte è necessario arrestare immediatamente la posa del massetto e intervenire per ripristinare il punto singolare secondo regola d'arte, prima di proseguire nuovamente con la posa del massetto.

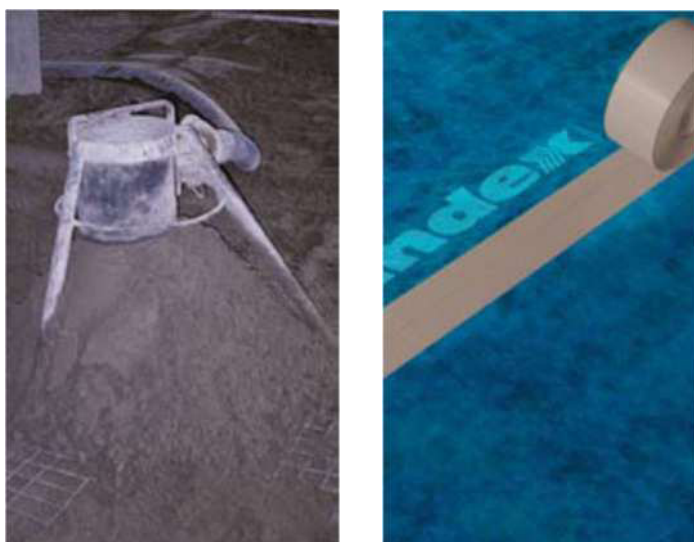
Come da immagini seguenti possono essere presenti sostanzialmente due casi di getto di massetto, classificato secondo UNI9417:

- 1- Massetto con materiale "liquido" corrispondente alle classi S3 Semifluida, S4 Fluida, S5 Superfluida.
- 2- Massetto con "sabbia e cemento" corrispondente alle classi S1 Umida, S2 Plastica secondo UNI9417.

Nel primo caso consigliabile utilizzare al di sopra dell'isolante acustico una barriera in foglio di PVC/Polietilene allo scopo di minimizzare la possibilità di infiltrazione del massetto liquidi sotto le giunte dell'isolante acustico.



Nel secondo caso si ritiene sufficiente la sigillatura dei giunti di sovrapposizione dell'isolante acustico con l'apposito nastro lungo i punti di raccordo al di sopra del materiale stesso.

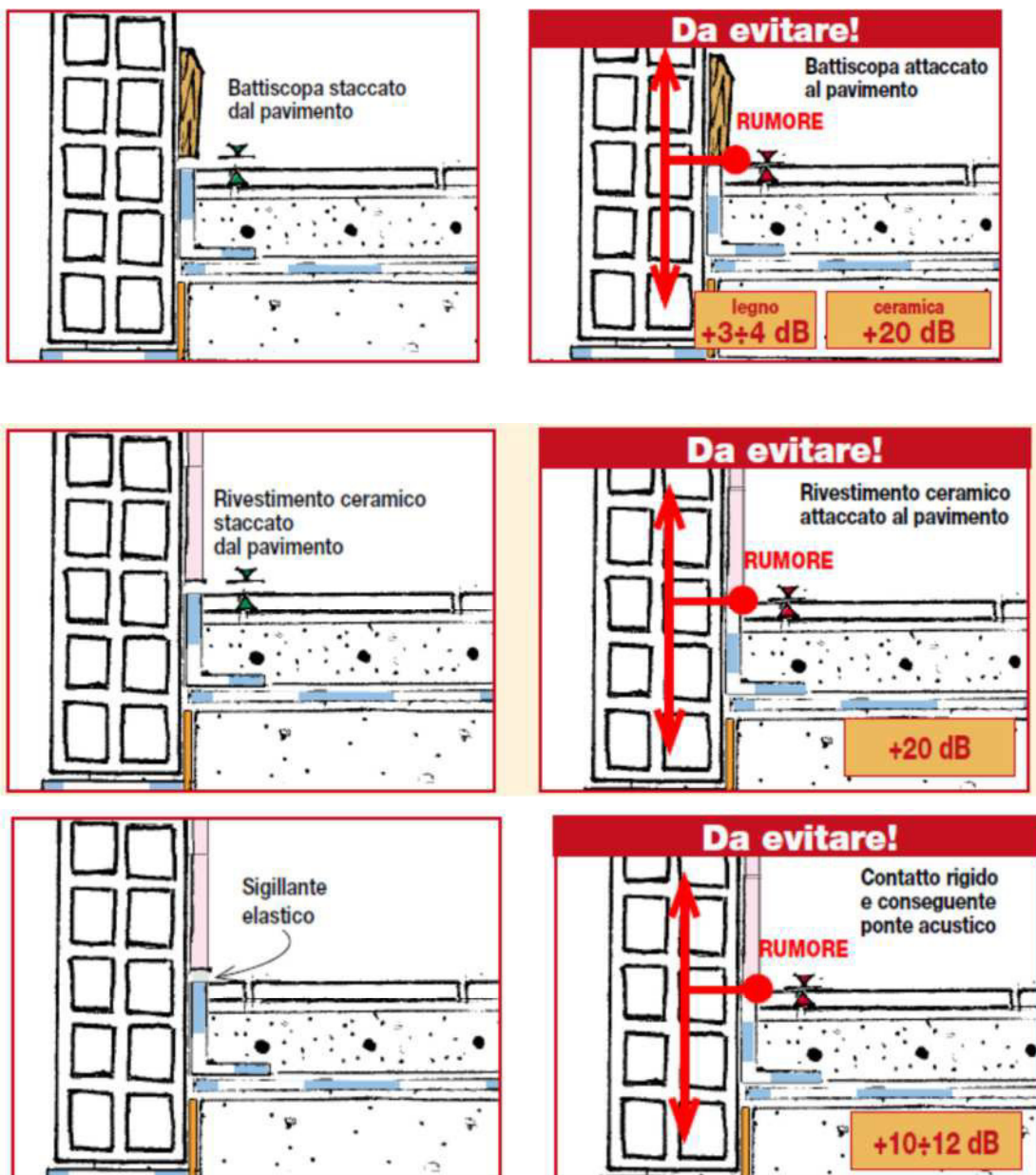


13.9. Isolamento acustico dei battiscopa

Anche la tecnica di posa del materiale isolante per desolidarizzare i battiscopa è fondamentale per raggiungere le prestazioni acustiche del calcolo previsionale. Una non corretta posa dei battiscopa può comportare scostamenti importanti rispetto al calcolo previsionale effettuato, anche di 5-6dB.

I battiscopa devono sempre essere ancorati direttamente alla rispettiva parete, desolidarizzati dalla pavimentazione. Se non lo sono vanificano gran parte del lavoro fatto per realizzare il massetto e pavimento galleggiante.

La posa sarà tanto più facilitata quanto più accurata sarà stata la rifinitura in taglio della fascia perimetrale. Il suo taglio lineare e con la corretta eccedenza permetterà di posare lo zoccolino battiscopa aderente alla parete perimetrale e staccato il giusto rispetto alla pavimentazione, in modo da evitare in modo assoluto i ponti acustici.



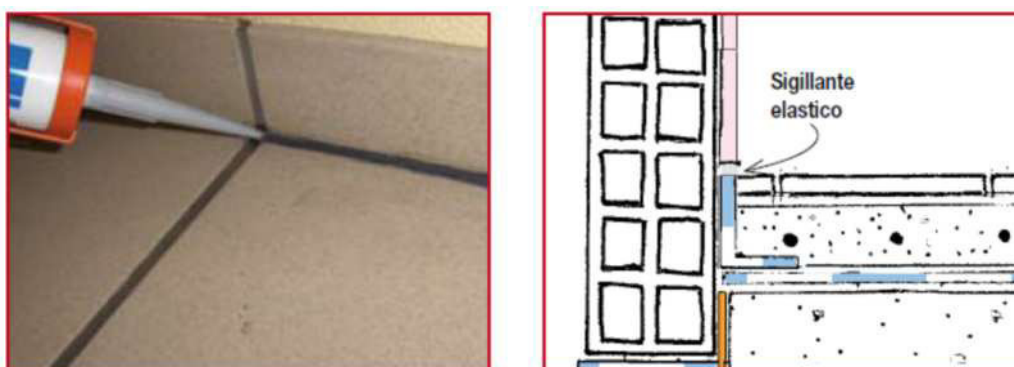
Una non corretta ed accorta posa del battiscopa contribuirà ancora a penalizzare il risultato del collaudo in opera per l'inevitabile formazione di ponti acustici.

Le possibili alternative per una corretta posa del battiscopa possono essere:

- 1- Posa con cunei distanziatori. Lo spazio vuoto può poi essere riempito con materiale isolante acusticamente (es. siliconici), sigillatura elastica.
- 2- Posa con apposite bandelle adesive distanziatrici.
- 3- Posa con appositi profili distanziatori.



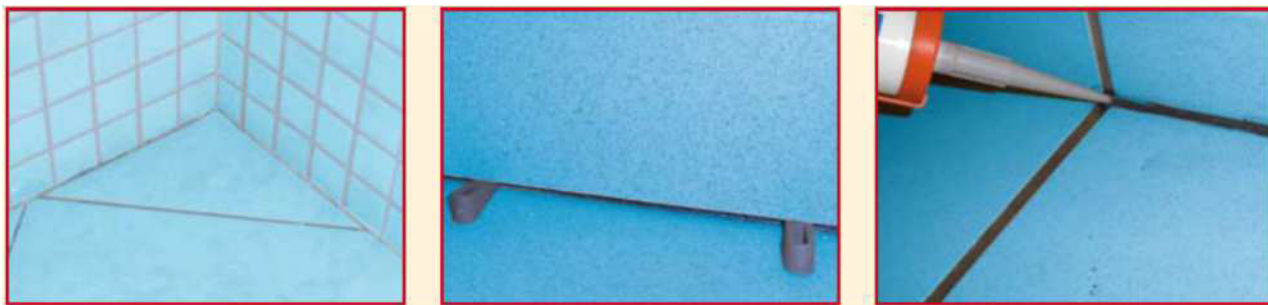
Esempio di sigillatura elastica dell'interstizio di disaccoppiamento.



Qui di seguito esempi di posa scorretta. Lo zoccolino battiscopa è posizionato a diretto contatto con la pavimentazione, senza distacco né interposizione di giunti di dilatazione; ne consegue la presenza di un ponte acustico.



Nel caso di bagni, cucine con piastrelle ceramiche a parete è necessario disaccoppiare acusticamente le piastrelle a pavimento da quelle a parete. La metodologia è analoga a quella che si utilizza per la desolarizzazione dei battiscopa. Qui sotto sono indicate le possibili fasi lavorative per il taglio del ponte acustico tra piastrelle a pavimento e a parete che devono essere disgiunte. Lo spazio può poi essere colmato con sigillante elastico.

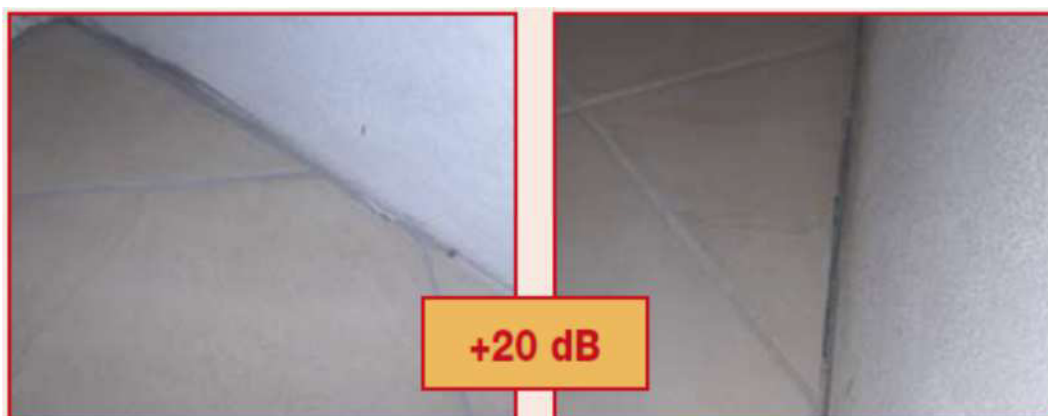


Qui di seguito esempi di posa scorretta.

Esempio di rivestimento con piastrelle a parete non disaccoppiato con il rivestimento delle piastrelle a pavimento; c'è continuità e quindi ponte acustico tra le piastrelle a pavimento e quelle posate a parete. Le penalizzazioni sono sensibili soprattutto sull'indice $L_{n,w}$.



Esempio di rivestimento con piastrelle posate e rigidamente connesse alla muratura perimetrale la stanza senza interporre la fascia di disaccoppiamento per l'eliminazione del ponte acustico; c'è continuità e quindi ponte acustico tra le piastrelle a pavimento e la parete. Le penalizzazioni sono sensibili soprattutto sull'indice $L_{n,w}$.



13.10. Isolamento acustico degli ostacoli

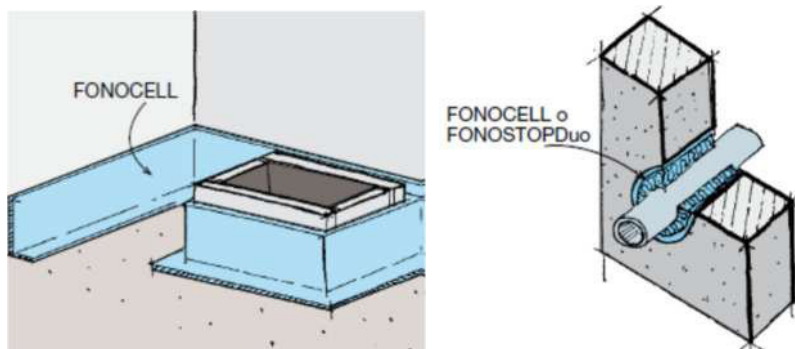
Come per le tubazioni, i battiscopa e gli elementi perimetrali, anche per tutti gli ostacoli ha una notevole importanza la desolidarizzare della parte “transitante”, allo scopo di “tagliare” in modo efficace il ponte acustico.

Anche per questa casistica è necessario far utilizzo di materiale fono-isolante adeguato posato secondo le buone regole dell'arte.

Qui di seguito vi sono alcuni esempi di corretta posa di materiale fono-assorbente attorno ad ostacoli tipici quali piatti doccia, vasche da bagno scarico WC a pavimento. Medesimo trattamento DEVE essere riservato ai pilastri.



Qui a seguire l'esempio di desolidarizzazione di un cavedio passante in un ambiente, di attraversamento di pareti con tubazioni.

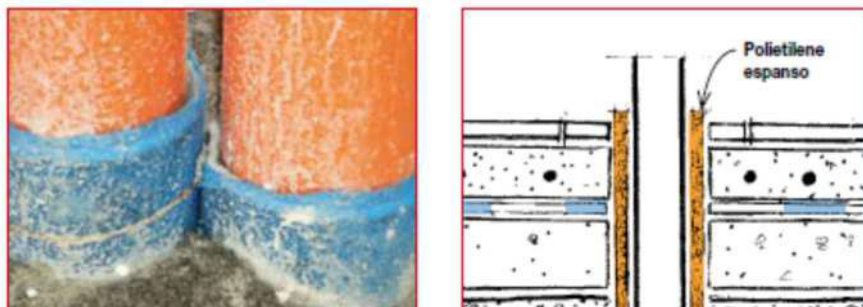


13.11.Isolamento acustico delle tubazioni

All'interno degli edifici le tubazioni che creano i ponti acustici più critici sono quelle di scarico.

Si prescrive l'utilizzo delle tubazioni Valsir tipo Silere® per tutte le tubazioni verticali sino all'uscita dall'edificio, comprese le tubazioni della ventilazione dello scarico.

Tale accorgimento non è però sufficiente quando la tubazione viene posata direttamente a contatto con la muratura dell'edificio. È quindi necessario rivestire tutte le tubazioni di scarico, sia verticali che orizzontali, con materiale fono-isolante (es.lana minerale densità $\geq 80\text{kg/m}^3$) per uno spessore minimo di 2cm. Il materiale deve aderire molto bene alla tubazione (si consiglia di utilizzare nastro biadesivo o materiale appositamente previsto per tale tipo di utilizzo) e non deve avere interstizi né spazi sul giunto longitudinale, che come al solito dovrà essere ben chiuso mediante nastratura.



Si noti nelle figure precedenti e successive come, in corrispondenza dell'attraversamento di fasce perimetrali o nel passaggio parallelo alle fasce perimetrali di desolidarizzazione, TUTTE le tubazioni siano sempre circondate completamente lungo TUTTA la circonferenza dal materiale fono-isolante per tutta l'altezza de "massetto galleggiante" e del sovrastante pavimento.



Devono essere assolutamente evitate situazioni illustrate nella figura seguente, in quanto costituiscono un forte ponte termiche che vanifica gli interventi di bonifica realizzati negli altri punti dell'edificio.



13.11.1. Ricoprimento delle tubazioni affioranti

In talune condizioni, quando l'organizzazione del cantiere non prevede precocemente le problematiche relative alla progettazione acustica e/o la realizzazione degli interventi di mitigazione dei ponti acustici, è necessario intervenire a tamponare condizioni non volute, quali tipicamente ad esempio le situazioni delle tubazioni di scarico o di impianti in genere affioranti rispetto al massetto di ricoprimento degli stessi. La situazione tipica è delle tubazioni di scarico, in quanto di maggiori dimensioni e costrette anche a mantenere una specifica pendenza.



Premesso che tali situazioni DEVONO essere assolutamente evitate, in quanto compromettono in modo significativo i risultati in opera dell'isolamento acustico rispetto alla valutazione previsionale effettuata, si danno indicazioni per mitigare quanto più possibile gli effetti degli inevitabili ponti acustici che ne derivano quando la programmazione del cantiere non è riuscita ad evitarle.

In questo caso, avendo carenza di spessore per realizzare il pavimento galleggiante, è necessario procedere in sequenza a realizzare:

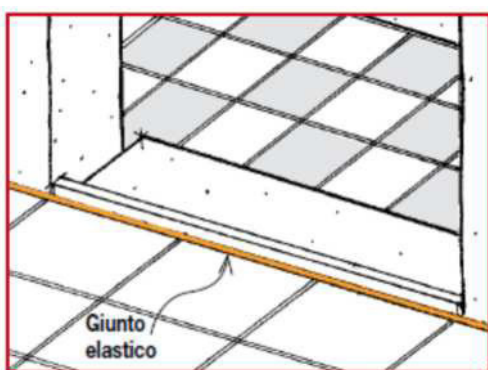
- 1- Adeguato ricoprimento delle tubazioni con malta, avendo cura di posizionare la malta in continuità alla superficie sottostante, garantendo (per la posa del materiale resiliente "tappetino acustico"):
 - Assenza di scalini e dislivelli.
 - Un ampio e adeguato raggio di curvatura del guscio in malta a ricoprimento delle tubazioni.
 - Una superficie liscia e pulita.
- 2- Posa del tappetino acustico avendo ben cura di farlo aderire alle superficie anche e soprattutto quando curva.

- 3- Formazione di eventuali rifilature a regola d'arte del materiale fono-isolante steso quando necessarie ad evitare interstizi vuoti, discontinuità o situazioni singolari.
- 4- Posa del massetto di ricoprimento avendo cura di armarlo, mai scendendo al di sotto dei 3cm di spessore, utilizzando additivi per aumentarne la resistenza meccanica.

13.12.Isolamento delle soglie

Tutte le soglie sulle portefinestre, porte verso locali esterni / confinanti devono essere isolate acusticamente mediante giunto elastico a tutta altezza del massetto (come sopra specificato), con il fine di tagliare il ponte acustico riducendo quanto più possibile la trasmissione del rumore.

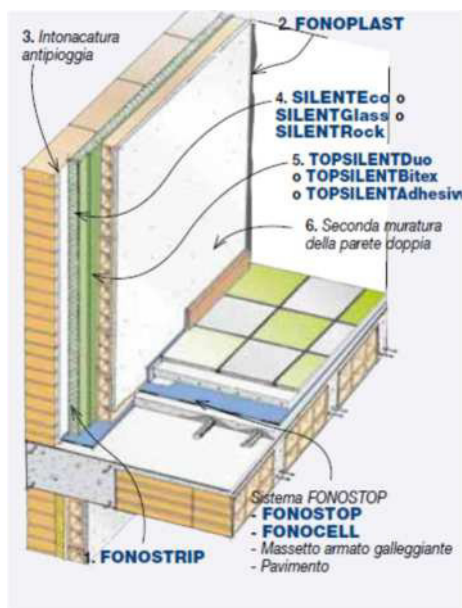
Il giunto dovrà essere per quanto possibile allineato alla fascia di desolidarizzazione interna alla parete e comunque con questa sempre continua e mai interrotta.



L'assenza del giunto elastico introduce un forte ponte acustico che potrebbe compromettere la buona riuscita dell'opera di isolamento acustico e dando in opera significativi scostamenti rispetto ai calcoli previsionali.



13.13.Desoldarizzazione parete esterna

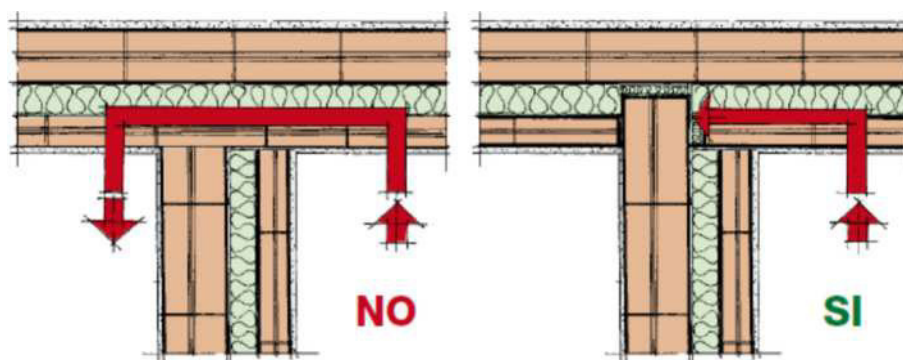


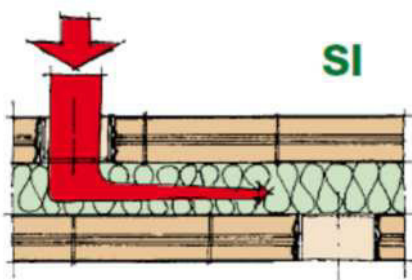
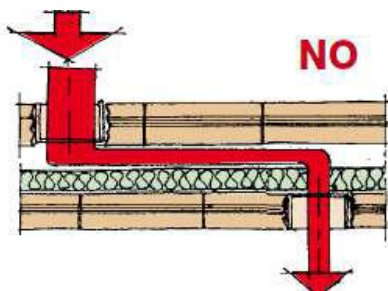
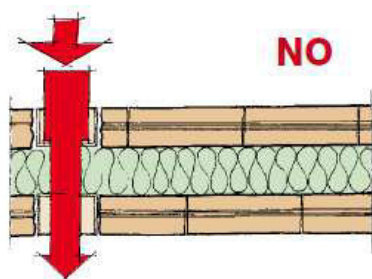
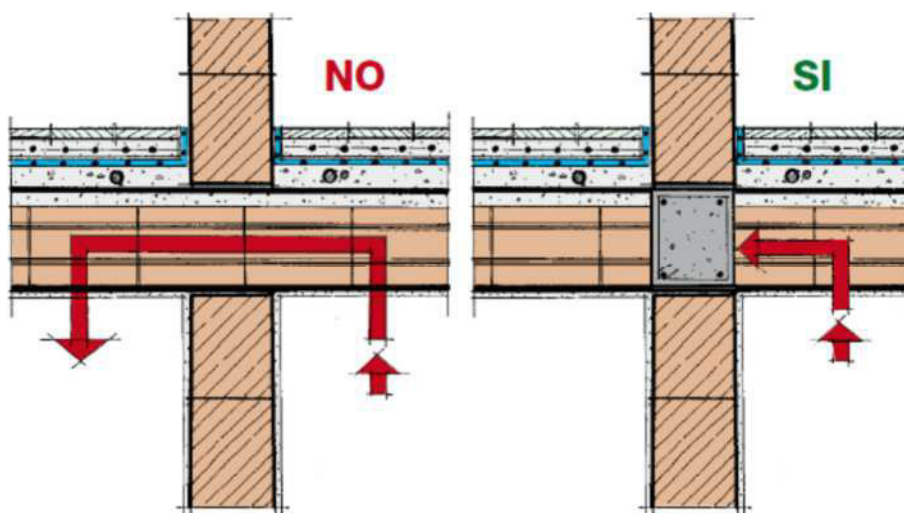
14. Situazioni in opera da evitare

In opera la posa delle partizioni è fondamentale per mantenere la separazione acustica degli ambienti. In particolare possono divenire rilevanti le trasmissioni laterali del rumore. Tali trasmissioni a livello previsionale sono stimate in relazione a ponti acustici predefiniti. Se tali ponti acustici nella realtà sono diversi, saranno diversi anche i risultati ottenuti nel collaudo in opera.

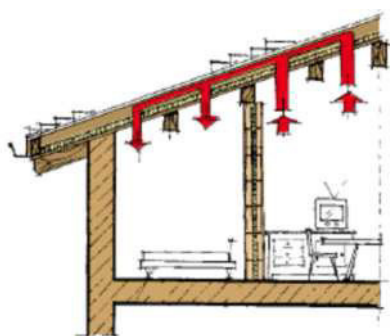
Alcuni esempi di situazioni tipiche da evitare.

14.1. Costruzioni in Laterizio



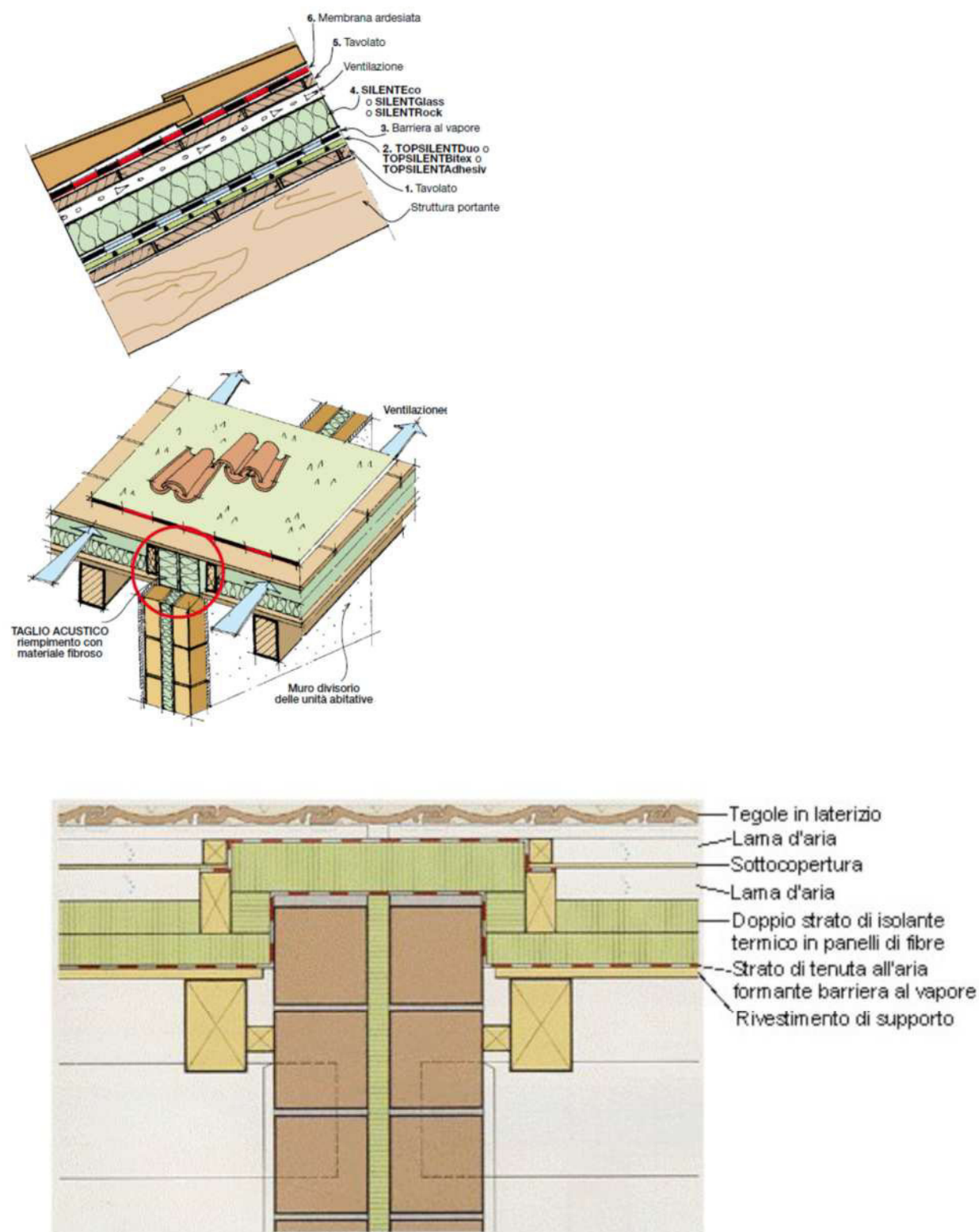


14.2. Costruzioni in legno

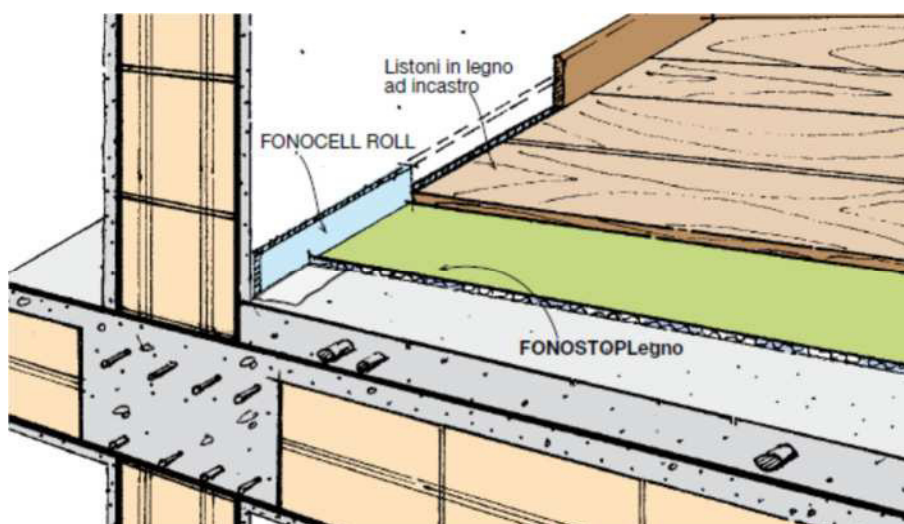
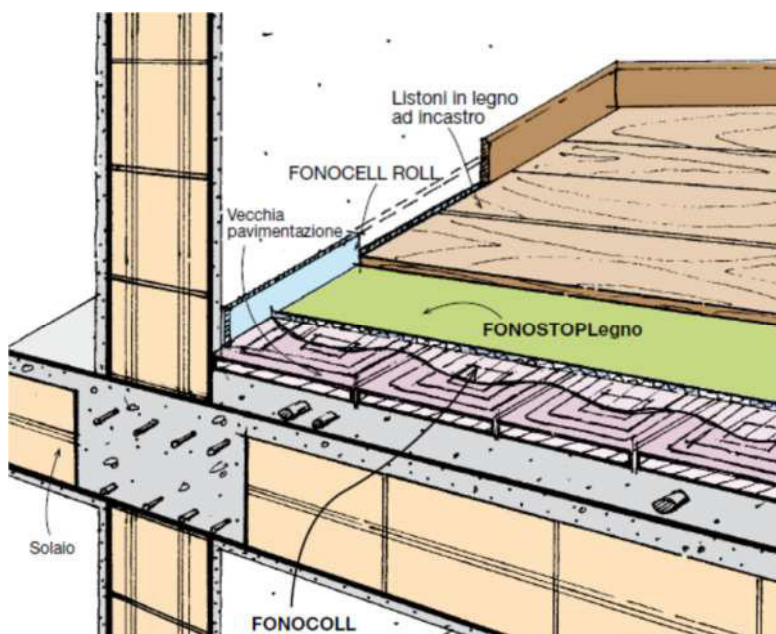


15. Casi particolari

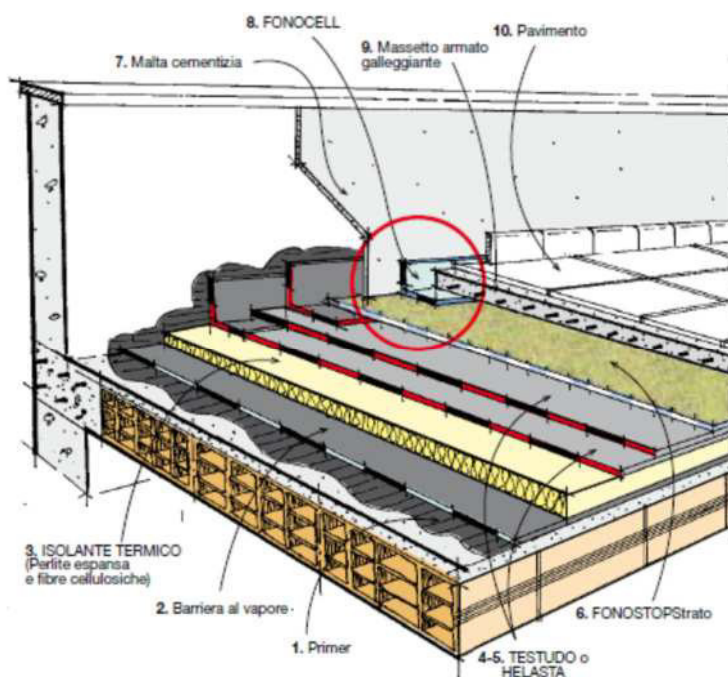
15.1. Tetti in legno



15.2. Pavimenti-rivestimenti in legno



15.3. Isolamento terrazze



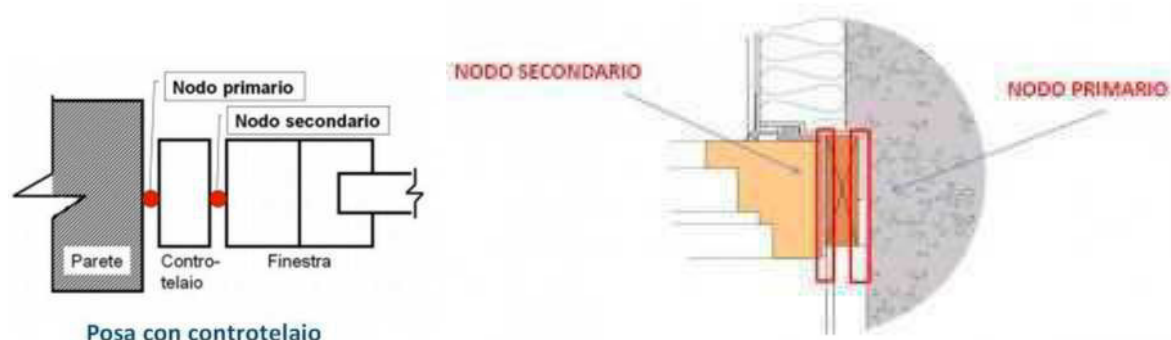
Lo strato di elemento di disgiunzione laterale INDEX Fonocell dovrà essere installato solamente dopo la posa dell'impermeabilizzazione e dello strato superiore di malta.

16. Posa dei serramenti

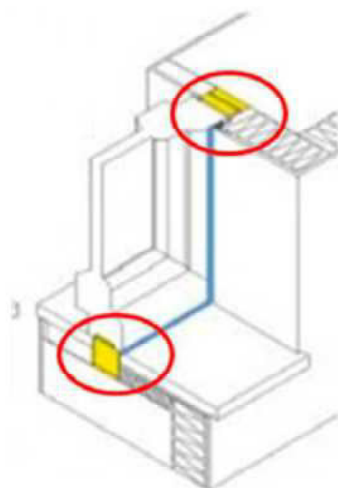
La classificazione normalizzata per la tenuta all'aria, del serramento, espressa in termini di portata d'aria che filtra attraverso 1 m² di serramento ad una pressione statica di 100 Pa, dovrà essere di classe 4 secondo la norma UNI EN 12207:2017.

Il sistema serramento è fondamentalmente costituito e caratterizzato da 3 elementi:

- 1 Serramento con cassonetto e/o zanzariera (se prevista)
- 2 Controtelaio
- 3 Posa in opera



Affinché i valori prestazionali dell'elemento posato si avvicinino quanto più a quelli dell'elemento finestrato certificato è importante che si studino attentamente i due nodi di posa, quello primario, tra muratura e controtelaio e quello secondario, tra controtelaio e serramento (telaio fisso e anta). Solo una cura meticolosa di tutti gli aspetti sopra descritti porterà il serramento a non essere sempre l'elemento debole del sistema.



Pertanto oltre a seguire le indicazioni fornite dalle norme si raccomanda di prestare particolare attenzione:

- Alla realizzazione del NODO PRIMARIO controtelaio-muratura, il cui vuoto con la muratura va riempito con malta non solo nei punti di zancatura ma ovunque al fine di non creare dei ponti acustici tra esterno ed interno.

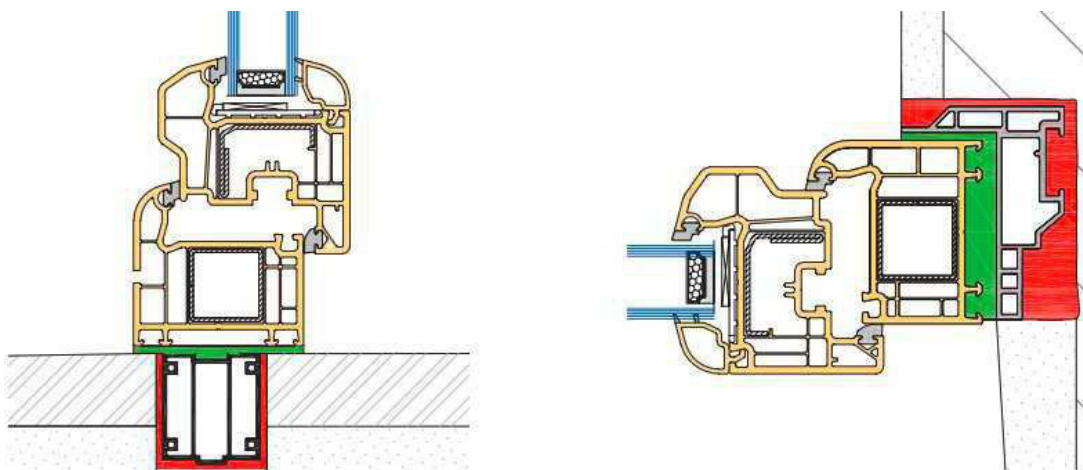
- Alla realizzazione del NODO SECONDARIO controtelaio-serramento. Nelle fessure oltre a schiumare è consigliato inserire del polietilene reticolato fisicamente oppure nastri termoespandenti tipo nastro sigillante Sto-Fugendichtband della ditta STO Italia srl o affini e quindi procedere col coprifilo. In ogni caso sono preferiti sigillanti a basso modulo elastico (schiume poliuretaniche di tipo flessibile).
- In particolare si ricorda che deve essere prestata particolare attenzione alla tenuta del giunto tra parete e controtelaio e del giunto tra controtelaio e telaio fisso, utilizzando materiali di sigillatura e riempimento caratterizzati da un valore del potere fonoisolante Rst almeno pari a 58 dB; si raccomandano a titolo di esempio le schiume acustiche Pattex "PF200", Saratoga "Termoacustica" e Soudal "Flexifoam Gum", oltre ai nastri espandenti Soudal "Soudaband Pro MF1" ed Hanno "Hannoband 3E-UA".

Si riportano a seguire alcune indicazioni di posa per i serramenti, si rimanda comunque alla norma Tecnica di posa UNI 11296: 2018 Acustica in edilizia - Posa in opera di serramenti e altri componenti di facciata - Criteri finalizzati all'ottimizzazione dell'isolamento acustico di facciata dal rumore esterno, per ogni ulteriore chiarimento.

Si rimarca l'importanza di segnalare in fase contrattuale col posatore dei serramenti le seguenti 2 norme di posa: UNI 11296: 2018 e UNI 11673-1:2017.

- La progettazione della posa in opera deve essere eseguita secondo quanto riportato nella UNI 11673-1 e deve garantire che l'interfaccia con il vano non sia causa di peggioramento delle prestazioni di prodotto dichiarate e non si generino degradi funzionali.
- La corretta posa in opera di un serramento richiede lo studio e l'esecuzione di alcuni elementi di dettaglio che sono fondamentali per l'ottenimento delle prestazioni di isolamento acustico richieste. Queste considerazioni rimangono valide sia nel caso di nuovi interventi sia di sostituzione di serramenti sull'esistente.
- Ai fini acustici è di primaria importanza la corretta realizzazione dei giunti di interfaccia serramento-vano. Nell'esaminare i possibili tipi di giunto fonoisolante è opportuno tenere presente che la pressione acustica sui bordi del serramento può essere maggiore di quella al centro dell'elemento. Le geometrie adottate nella progettazione dei sistemi di installazione hanno rilevanza nell'ottenimento delle prestazioni di isolamento acustico del sistema.
- Per funzionare bene ed offrire prestazioni termoacustiche il giunto di posa deve essere:
 - resistente agli agenti atmosferici
 - elastico
 - meccanicamente robusto
 - isolante sia dal punto di vista termico che acustico
 - in grado di regolare il flusso di vapore.

- Si evidenzia che i giunti di posa che vengono coinvolti, e che devono essere verificati, sono due:
- il giunto primario tra vano murario e controtelaio (in rosso) 2. il giunto secondario tra controtelaio e telaio (in verde)
- L'adozione di chiusure oscuranti con cassonetto può compromettere l'isolamento acustico di facciata, se presenti ponti acustici in corrispondenza del giunto d'installazione (vano - cassonetto) e/o tra serramento e cassonetto.



Schematizzazione del giunto primario e secondario nella posa del serramento esterno



Regione Lombardia

Giunta Regionale
DIREZIONE GENERALE AMBIENTE, ENERGIA E RETI
PREVENZIONE INQUINAMENTO ATMOSFERICO
PROTEZIONE ARIA E PREVENZIONE INQUINAMENTI FISICI

Protocollo T1.2010.0011602 del 16/06/2010
Firmato digitalmente da GIAN LUCA GURRIERI

Egr. Sig.

CONSOLANDI SERGIO MATTEO
Piazza C. Fondulo, 15
26029 SONCINO (CR)

TC 1269

Oggetto : Decreto del 10 giugno 2010, n. 5874, avente per oggetto: Valutazione delle domande presentate alla Regione Lombardia per il riconoscimento della figura professionale di "tecnico competente" nel campo dell'acustica ambientale, ai sensi dell'articolo 2, commi 6 e 7, della Legge 447/95.

Si trasmette, in allegato, copia conforme all'originale del decreto indicato in oggetto, con il quale Lei è stato riconosciuto "tecnico competente" in acustica ambientale.

Distinti saluti.

IL DIRIGENTE

GIAN LUCA GURRIERI

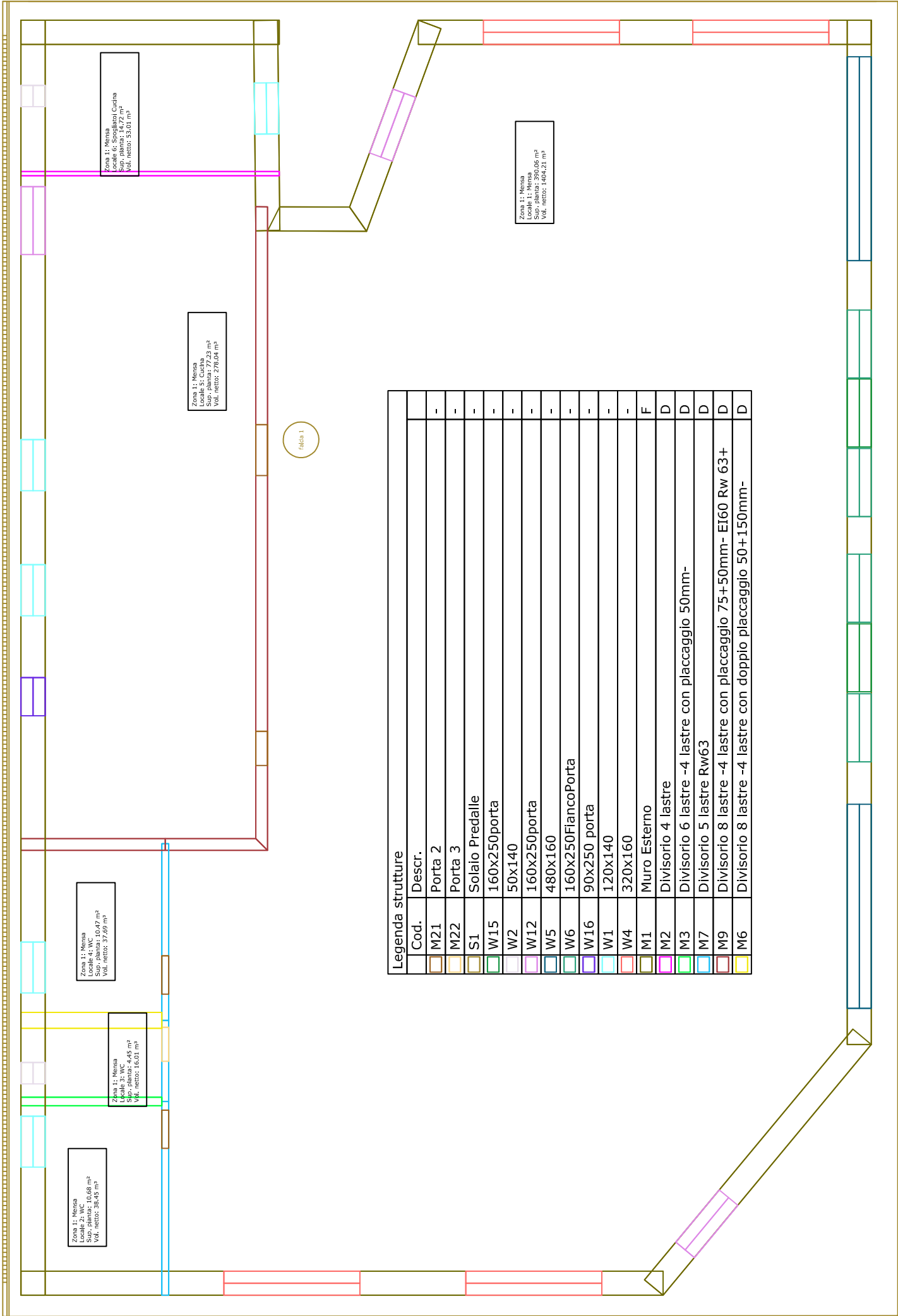
Allegati:

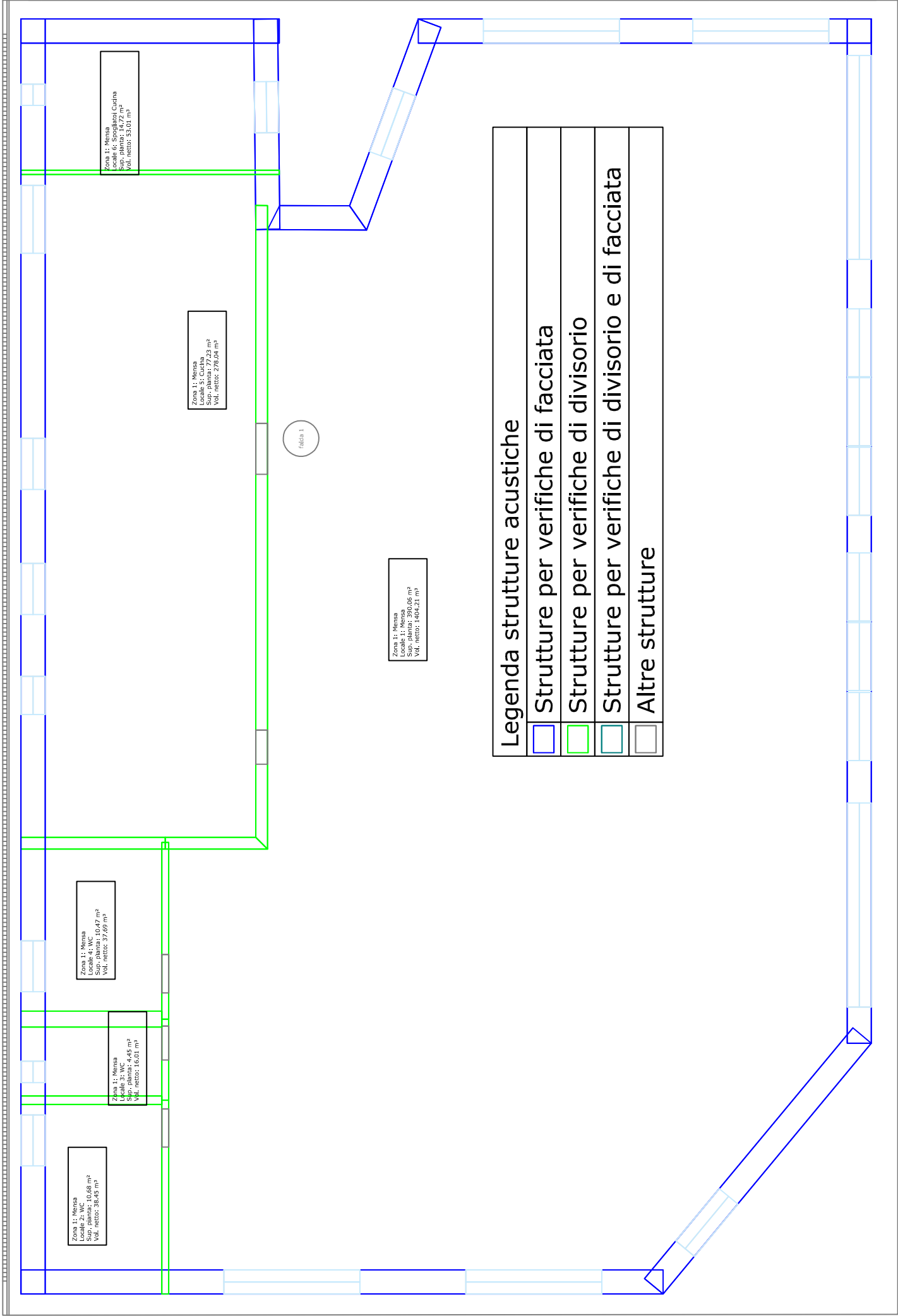
decreto "tecnico competente"





Firma autografa sostituita con indicazione a stampa del nominativo del soggetto responsabile ai sensi del D.Lgs. 39/93 art. 3 c. 2.

Referente per l'istruttoria della pratica: ENRICO POZZI - Tel. 02/6765.5067

PROTEZIONE ARIA E PREVENZIONE INQUINAMENTI FISICI
Via Taramelli, 12 – 20124 Milano – e-mail: ambiente@pec.regione.lombardia.it
Tel. 02/6765.5461 Fax. 02/6765.4406





Legenda strutture acustiche	
	Strutture per verifiche di facciata
	Strutture per verifiche di divisorio
	Strutture per verifiche di divisorio e di facciata
	Altre strutture

RELAZIONE TECNICA

Requisiti acustici passivi

EDIFICIO ***Mensa Scuola Palosco***

INDIRIZZO ***Via Kennedy***

COMMITTENTE ***Comune di Palosco***

Rif. ***22-101-101 AC Palosco.E0401***
Software di calcolo Edilclima EC704 versione 4.22.23

Ing.Sergio Consolandi - 26029 Soncino CR
ing.consolandi@gmail.com - tel.0374 83 199

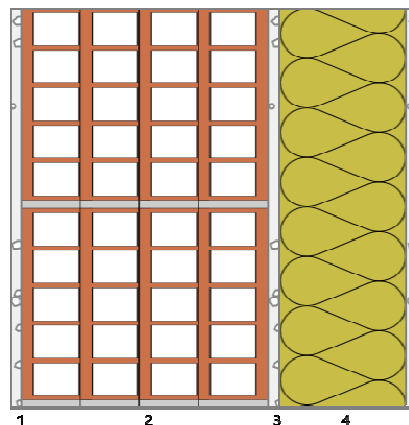
CARATTERISTICHE ACUSTICHE DEI COMPONENTI

Strutture opache, finestre e piccoli elementi

Descrizione del componente: *Muro Esterno*

Codice: *M1*

Tipo struttura *Struttura portante*
 Massa superficiale *378,5* kg/m²
 Spessore totale *568,0* mm



Potere fonoisolante:

Rw *55,7* dB
 C *-2,1* - Ctr *-7,5* -
 Valori *Frequenza*
 Origine dei dati *Calcolo previsionale*
 Tipologia *Parete monostrato*
 Tipo di calcolo *Analitico*
 Metodo di calcolo *Sharp*

Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	M.V.
1	<i>Intonaco di cemento e sabbia</i>	<i>15,00</i>	<i>1800</i>
2	<i>Poroton P800 35 - 35Px25Lx19H dritto</i>	<i>350,00</i>	<i>850</i>
3	<i>Intonaco di cemento e sabbia</i>	<i>15,00</i>	<i>1800</i>
4	<i>Pannello in lana di roccia</i>	<i>180,00</i>	<i>70</i>
5	<i>Malta di calce o di calce e cemento</i>	<i>8,00</i>	<i>1800</i>

Legenda simboli

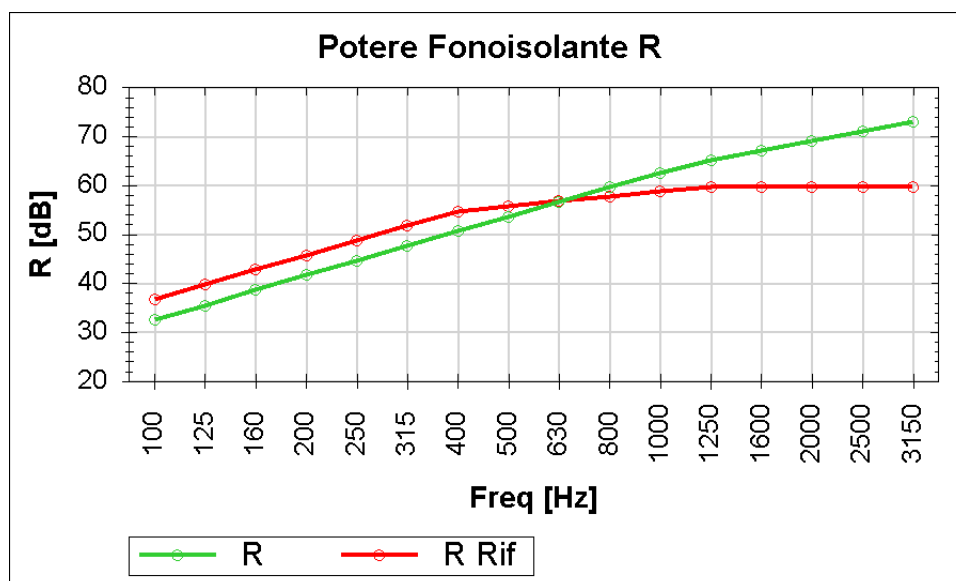
s Spessore mm
 M.V. Massa volumica kg/m³

Dati di input aggiuntivi per il calcolo previsionale:

Spessore totale della struttura *568* mm
 Densità della struttura *666,37* kg/m³
 Modulo di Young *5400* MPa
 Rapporto di Poisson *0,25* -
 Fattore di perdita *0,015* -

Potere Fonoisolante R:

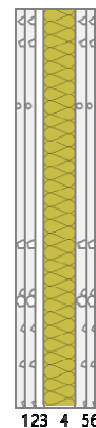
100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
<i>32,6</i>	<i>35,4</i>	<i>38,6</i>	<i>41,6</i>	<i>44,5</i>	<i>47,5</i>	<i>50,6</i>	<i>53,5</i>	<i>56,6</i>	<i>59,6</i>	<i>62,6</i>	<i>65,0</i>	<i>67,2</i>	<i>69,2</i>	<i>71,1</i>	<i>73,1</i>



Descrizione del componente: *Divisorio 4 lastre*

Codice: *M2*

Tipo struttura *Struttura portante*
 Massa superficiale *46,6* kg/m²
 Spessore totale *100,0* mm



Potere fonoisolante:

Rw *42,2* dB
 C *-2,7* - Ctr *-4,5* -
 Valori *Frequenza*
 Origine dei dati *Dati noti*

Stratigrafia:

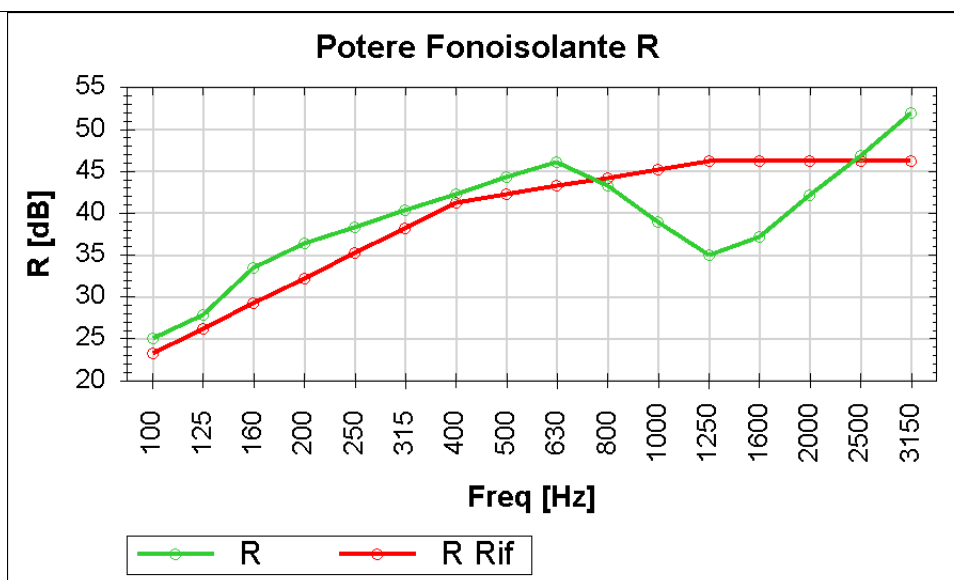
N.	Descrizione strato	s	M.V.
<i>1</i>	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
<i>2</i>	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
<i>3</i>	<i>Intercapedine non ventilata Av<500 mm²/m</i>	<i>10,00</i>	<i>-</i>
<i>4</i>	<i>Pannello in lana di roccia</i>	<i>40,00</i>	<i>40</i>
<i>5</i>	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
<i>6</i>	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>

Legenda simboli

s Spessore mm
 M.V. Massa volumica kg/m³

Potere Fonoisolante R:

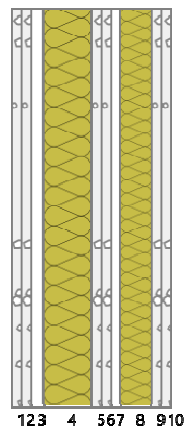
100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
<i>25,1</i>	<i>27,7</i>	<i>33,5</i>	<i>36,3</i>	<i>38,2</i>	<i>40,3</i>	<i>42,3</i>	<i>44,3</i>	<i>46,1</i>	<i>43,3</i>	<i>39,0</i>	<i>35,0</i>	<i>37,1</i>	<i>42,1</i>	<i>46,9</i>	<i>51,9</i>



Descrizione del componente: *Divisorio 6 lastre -4 lastre con placcaggio 50mm-*

Codice: *M3*

Tipo struttura *Struttura portante*
 Massa superficiale *71,5* kg/m²
 Spessore totale *200,0* mm



Potere fonoisolante:

Rw *60,0* dB
 C *-3,0* - Ctr *-3,0* -
 Valori *Indice unico*
 Origine dei dati *Dati noti*

Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	M.V.
<i>1</i>	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
<i>2</i>	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
<i>3</i>	<i>Intercapedine non ventilata Av<500 mm²/m</i>	<i>15,00</i>	<i>-</i>
<i>4</i>	<i>Pannello in lana di roccia</i>	<i>60,00</i>	<i>40</i>
<i>5</i>	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
<i>6</i>	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
<i>7</i>	<i>Intercapedine non ventilata Av<500 mm²/m</i>	<i>10,00</i>	<i>-</i>
<i>8</i>	<i>Pannello in lana di roccia</i>	<i>40,00</i>	<i>40</i>
<i>9</i>	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
<i>10</i>	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>

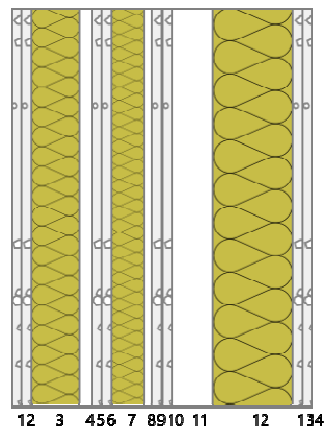
Legenda simboli

s Spessore mm
 M.V. Massa volumica kg/m³

Descrizione del componente: *Divisorio 8 lastre -4 lastre con doppio placcaggio 50+150mm-*

Codice: *M6*

Tipo struttura *Struttura portante*
 Massa superficiale *98,0* kg/m²
 Spessore totale *375,0* mm



Potere fonoisolante:

Rw *60,0* dB
 C *-3,0* - Ctr *-6,0* -
 Valori *Indice unico*
 Origine dei dati *Dati noti*

Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	M.V.
<i>1</i>	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
<i>2</i>	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
<i>3</i>	<i>Pannello in lana di roccia</i>	<i>60,00</i>	<i>40</i>
<i>4</i>	<i>Intercapedine non ventilata Av<500 mm²/m</i>	<i>15,00</i>	<i>-</i>
<i>5</i>	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
<i>6</i>	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
<i>7</i>	<i>Pannello in lana di roccia</i>	<i>40,00</i>	<i>40</i>
<i>8</i>	<i>Intercapedine non ventilata Av<500 mm²/m</i>	<i>10,00</i>	<i>-</i>
<i>9</i>	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
<i>10</i>	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
<i>11</i>	<i>Intercapedine non ventilata Av<500 mm²/m</i>	<i>50,00</i>	<i>-</i>
<i>12</i>	<i>Pannello in lana di roccia</i>	<i>100,00</i>	<i>40</i>
<i>13</i>	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
<i>14</i>	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>

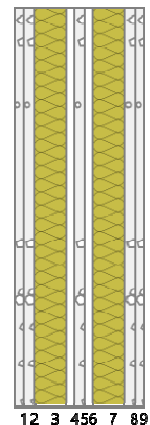
Legenda simboli

s Spessore mm
 M.V. Massa volumica kg/m³

Descrizione del componente: *Divisorio 5 lastre Rw63*

Codice: *M7*

Tipo struttura *Struttura portante*
 Massa superficiale *59,4* kg/m²
 Spessore totale *162,5* mm



Potere fonoisolante:

Rw *60,1* dB
 C *-4,1* - Ctr *-11,1* -
 Valori *Frequenza*
 Origine dei dati *Dati noti*

Stratigrafia:

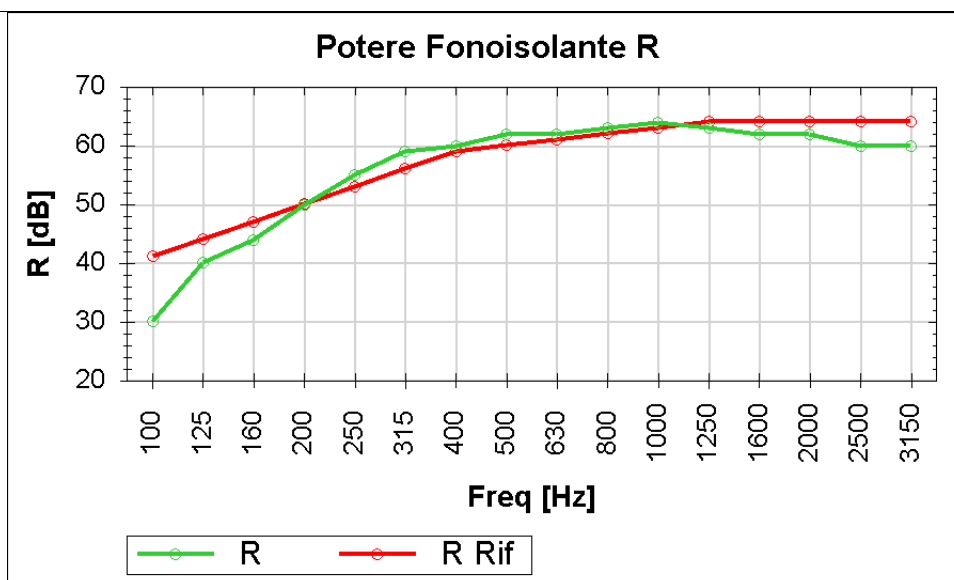
N.	Descrizione strato	s	M.V.
1	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
2	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
3	<i>Pannello in lana di roccia</i>	<i>40,00</i>	<i>40</i>
4	<i>Intercapedine non ventilata Av<500 mm²/m</i>	<i>10,00</i>	<i>-</i>
5	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
6	<i>Intercapedine non ventilata Av<500 mm²/m</i>	<i>10,00</i>	<i>-</i>
7	<i>Pannello in lana di roccia</i>	<i>40,00</i>	<i>40</i>
8	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
9	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>

Legenda simboli

s Spessore mm
 M.V. Massa volumica kg/m³

Potere Fonoisolante R:

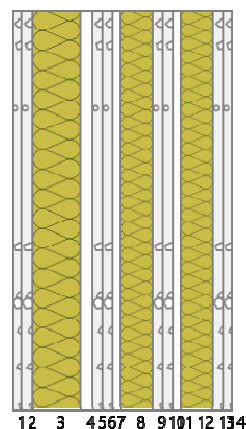
100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
<i>30,0</i>	<i>40,0</i>	<i>44,0</i>	<i>50,0</i>	<i>55,0</i>	<i>59,0</i>	<i>60,0</i>	<i>62,0</i>	<i>62,0</i>	<i>63,0</i>	<i>64,0</i>	<i>63,0</i>	<i>62,0</i>	<i>62,0</i>	<i>60,0</i>	<i>60,0</i>



Descrizione del componente: *Divisorio 8 lastre -4 lastre con placcaggio 75+50mm- EI60 Rw 63+*

Codice: *M9*

Tipo struttura *Struttura portante*
Massa superficiale *95,6* kg/m²
Spessore totale *275,0* mm



Potere fonoisolante:

Rw *65,7* dB
C *-4,8* - Ctr *-10,8* -
Valori *Frequenza*
Origine dei dati *Dati noti*

Stratigrafia:

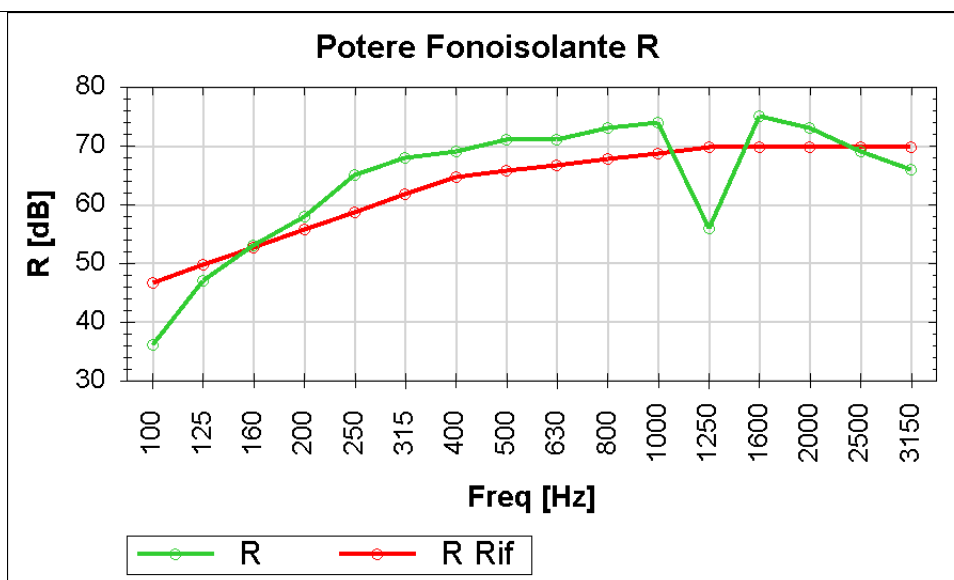
N.	Descrizione strato	s	M.V.
1	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
2	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
3	<i>Pannello in lana di roccia</i>	<i>60,00</i>	<i>40</i>
4	<i>Intercapedine non ventilata Av<500 mm²/m</i>	<i>15,00</i>	<i>-</i>
5	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
6	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
7	<i>Intercapedine non ventilata Av<500 mm²/m</i>	<i>10,00</i>	<i>-</i>
8	<i>Pannello in lana di roccia</i>	<i>40,00</i>	<i>40</i>
9	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
10	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
11	<i>Intercapedine non ventilata Av<500 mm²/m</i>	<i>10,00</i>	<i>-</i>
12	<i>Pannello in lana di roccia</i>	<i>40,00</i>	<i>40</i>
13	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>
14	<i>Cartongesso in lastre</i>	<i>12,50</i>	<i>900</i>

Legenda simboli

s Spessore mm
M.V. Massa volumica kg/m³

Potere Fonoisolante R:

100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
<i>36,0</i>	<i>47,0</i>	<i>53,0</i>	<i>58,0</i>	<i>65,0</i>	<i>68,0</i>	<i>69,0</i>	<i>71,0</i>	<i>71,0</i>	<i>73,0</i>	<i>74,0</i>	<i>56,0</i>	<i>75,0</i>	<i>73,0</i>	<i>69,0</i>	<i>66,0</i>



Descrizione del componente: *Porta 2*

Codice: *M21*

Tipo struttura *Struttura portante*
 Massa superficiale *22,5* kg/m²
 Spessore totale *50,0* mm



1

Potere fonoisolante:

Rw *47,0* dB
 C *-1,0* - Ctr *-3,0* -
 Valori *Indice unico*
 Origine dei dati *Dati noti*

Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	M.V.
<i>1</i>	<i>Legno di abete flusso perpend. alle fibre</i>	<i>50,00</i>	<i>450</i>

Legenda simboli

s Spessore mm
 M.V. Massa volumica kg/m³

Descrizione del componente: *Porta 3*

Codice: *M22*

Tipo struttura *Struttura portante*
 Massa superficiale *36,0* kg/m²
 Spessore totale *80,0* mm



Potere fonoisolante:

Rw *49,0* dB
 C *-1,0* - Ctr *-3,0* -
 Valori *Indice unico*
 Origine dei dati *Dati noti*

Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	M.V.
<i>1</i>	<i>Legno di abete flusso perpend. alle fibre</i>	<i>80,00</i>	<i>450</i>

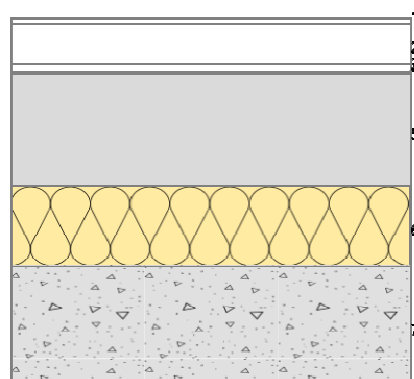
Legenda simboli

s Spessore mm
 M.V. Massa volumica kg/m³

Descrizione del componente: **Pavimento**

Codice: **P1**

Tipo struttura **Struttura portante**
 Massa superficiale **390,1** kg/m²
 Spessore totale **458,6** mm



Potere fonoisolante:

Rw **58,9** dB

C **0,0** - Ctr **0,0** -

Valori **Indice unico**

Origine dei dati **Dati noti**

Livello di pressione sonora di calpestio:

Ln,w **45,0** dB

CI **0,0** -

Valori **Indice unico**

Origine dei dati **Dati noti**

Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	M.V.
1		8,00	0
2		50,00	0
3		10,00	0
4	Barriera vapore in fogli di polietilene	0,60	920
5	Foamcem cls alleggerito per sottofondi	140,00	400
6	Polistirene espanso, estruso con pelle	100,00	35
7	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	150,00	2200

Legenda simboli

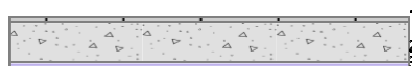
s Spessore
 M.V. Massa volumica

mm
 kg/m³

Descrizione del componente: *Pavimento - galleggiante*

Codice: *P2*

Tipo struttura *Strato aggiuntivo*
 Massa superficiale *101,1* kg/m²
 Spessore totale *68,0* mm



Potere fonoisolante:

ΔR_w *1,6* dB
 C *0,0* - Ctr *0,0* -
 Valori *Indice unico*
 Origine dei dati *Calcolo previsionale*
 Tipologia *Massetto in sabbia e cemento non a secco*
 Tipo di calcolo
 Metodo di calcolo

Livello di pressione sonora di calpestio:

$\Delta L_{n,w}$ *20,8* dB
 CI *0,0* -
 Valori *Indice unico*
 Origine dei dati *Calcolo previsionale*
 Tipologia
 Tipo di calcolo
 Metodo di calcolo

Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	M.V.
<i>1</i>	<i>Pavimento in gomma</i>	<i>8,00</i>	<i>1200</i>
<i>2</i>	<i>Sottofondo di cemento magro</i>	<i>50,00</i>	<i>1600</i>
<i>3</i>	<i>Gomma</i>	<i>10,00</i>	<i>1150</i>

Legenda simboli

s Spessore mm
 M.V. Massa volumica kg/m³

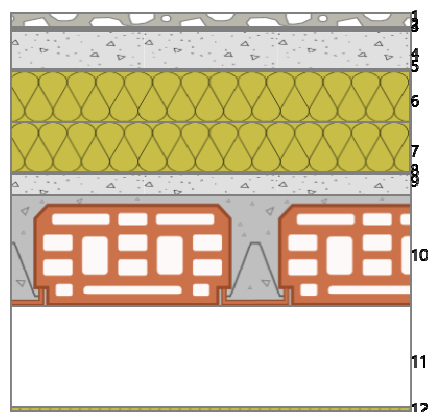
Dati di input aggiuntivi per il calcolo previsionale:

Rw del solaio di base *58,9* dB
 Massa areica del solaio di base *390,1* kg/m²
 Rigidità dinamica del supporto elastico *68,00* MN/m³
 Massa areica dello strato aggiuntivo *101,10* kg/m²

Descrizione del componente: *Solaio Predalle*

Codice: *S1*

Tipo struttura *Struttura portante*
 Massa superficiale *585,6* kg/m²
 Spessore totale *790,1* mm



Potere fonoisolante:

Rw *61,8* dB
 C *0,0* - Ctr *0,0* -
 Valori *Indice unico*
 Origine dei dati *Calcolo previsionale*
 Tipologia *Solai nudi monolitici in cemento armato*
 Tipo di calcolo *Empirico*
 Metodo di calcolo *Da bibliografia*

Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	M.V.
1	<i>Ghiaia grossa senza argilla (um. 5%)</i>	<i>30,00</i>	<i>1700</i>
2	<i>Mapelastic 2mm</i>	<i>2,00</i>	<i>2200</i>
3	<i>Mapelastic 2mm</i>	<i>2,00</i>	<i>2200</i>
4	<i>Sottofondo di cemento magro</i>	<i>75,00</i>	<i>1800</i>
5	<i>Riweга USB FlamFlex Blu Scuro Esterna lato freddo Riweга USB Classic Verde Esterna lato freddo (copertura)</i>	<i>0,46</i>	<i>350</i>
6	<i>Pannello in lana di roccia - standard (cappotto)</i>	<i>100,00</i>	<i>90</i>
7	<i>Pannello in lana di roccia - migliori prestazioni meccaniche</i>	<i>100,00</i>	<i>150</i>
8	<i>Barriera vapore in fogli di polietilene</i>	<i>0,60</i>	<i>920</i>
9	<i>Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete</i>	<i>40,00</i>	<i>2200</i>
10	<i>Blocco da solaio</i>	<i>220,00</i>	<i>1259</i>
11	<i>Intercapedine non ventilata Av<500 mm²/m</i>	<i>200,00</i>	<i>-</i>
12	<i>Fibre minerali feldspatiche - Pannello semirigido</i>	<i>20,00</i>	<i>55</i>

Legenda simboli

s Spessore mm
 M.V. Massa volumica kg/m³

Codice: *W1*

Altezza **140** cm

Rw **38,0** dB

Valori **Indice unico**

Origine dei dati **Dati noti**

Codice: W2Altezza **140** cm

Rw **38,0** dB

Valori **Indice unico**

Origine dei dati **Dati noti**

Codice: **W4**Altezza **160** cm

Rw **45,0** dB

Valori	Indice unico
--------	--------------

Origine dei dati **Dati noti**

Codice: **W5**

Altezza **160** cm

R_w **45,0** dB

Valori	Indice unico
--------	--------------

Origine dei dati **Dati noti**

Codice: **W6**

Altezza **250** cm

Rw **45,0** dB

Valori **Indice unico**

Origine dei dati **Dati noti**

Descrizione del componente: *160x250porta*

Codice: **W12**

Larghezza **160** cm

Altezza **250** cm

Potere fonoisolante:

Rw **40,0** dB

C -1,0 - Ctr -1,0 -

Valori **Indice unico**

Origine dei dati ***Dati noti***

Descrizione del componente: *160x250porta*

Codice: **W15**

Larghezza **160** cm

Altezza **250** cm

Potere fonoisolante:

Rw **40,0** dB

C **-1,0** - Ctr **-3,0** -

Valori **Indice unico**

Origine dei dati **Dati noti**

Descrizione del componente: **90x250 porta**

Codice: **W16**

Larghezza **90** cm

Altezza **250** cm

Potere fonoisolante:

Rw **40,0** dB

C ***1,0*** - Ctr - ***-3,0*** -

Valori **Indice unico**

Origine dei dati **Dati noti**

ISOLAMENTO ACUSTICO DEGLI ELEMENTI DIVISORI

secondo UNI EN 12354-1 e UNI EN 12354-2

Verifica strutture divisorie:

Cod	Zona	Descrizione verifica
1	1	Divisorio WC - Mensa

Locale sorgente:

Zona: **1** Locale: **2** Descrizione: **WC**

Locale ricevente:

Zona: **1** Locale: **1** Descrizione: **Mensa**

Strutture che compongono il divisorio:

Cod	Descrizione elemento
M7	Divisorio 5 lastre Rw63

Area complessiva elemento divisorio **14,01** m²

Strato aggiuntivo lato sorgente -

Strato aggiuntivo lato ricevente -

Isolamento del rumore per via aerea (UNI EN 12354-1):

Potere fonoisolante apparente R'w del divisorio **52,2** dB

Limite DPCM 5/12/97 **50** dB

Verifica **Positiva**

Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:

Struttura locale Sorgente	Struttura locale Ricevente	Percorso	R
		Dd	54,5
M3	M7	Fd	71,7
M3	M7	Dd lat	70,1
M1	M1	Fd	70,4
M1	M1	Ff	59,6
M1	M1	Df	70,4
P1	P1	Fd	71,8
P1	P1	Ff	62,5
P1	P1	Df	71,8
S1	S1	Fd	75,0
S1	S1	Ff	64,7
S1	S1	Df	75,0

Valori degli indici di riduzione delle vibrazioni Kij [dB]:

Struttura locale Sorgente	Struttura locale Ricevente	Percorso	Kij
M3	M7	Fd	5,74
M3	M7	Dd lat	6,87
M1	M1	Fd	9,38
M1	M1	Ff	-1,95
M1	M1	Df	9,38
P1	P1	Fd	9,50

P1	P1	Ff	-2,01
P1	P1	Df	9,50
S1	S1	Fd	11,33
S1	S1	Ff	-2,68
S1	S1	Df	11,33

Isolamento acustico al calpestio (UNI EN 12354-1):

Livello di pressione sonora di calpestio del divisorio L'n,w **45,0** dB

Limite DPCM 5/12/97 **58** dB

Verifica **Positiva**

Verifica strutture divisorie:

Cod	Zona	Descrizione verifica
2	1	Divisorio WC - Mensa

Locale sorgente:

Zona: **1** Locale: **3** Descrizione: **WC**

Locale ricevente:

Zona: **1** Locale: **1** Descrizione: **Mensa**

Strutture che compongono il divisorio:

Cod	Descrizione elemento
M7	Divisorio 5 lastre Rw63

Area complessiva elemento divisorio **5,83** m²

Strato aggiuntivo lato sorgente **-**

Strato aggiuntivo lato ricevente **-**

Isolamento del rumore per via aerea (UNI EN 12354-1):

Potere fonoisolante apparente R'w del divisorio **52,2** dB

Limite DPCM 5/12/97 **50** dB

Verifica **Positiva**

Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:

Struttura locale Sorgente	Struttura locale Ricevente	Percorso	R
		Dd	53,8
M6	M7	Fd	68,1
M6	M7	Dd lat	68,1
M3	M7	Fd	67,9
M3	M7	Dd lat	65,9
P1	P1	Fd	71,4
P1	P1	Ff	62,5
P1	P1	Df	71,4
S1	S1	Fd	74,7
S1	S1	Ff	64,7
S1	S1	Df	74,7

Valori degli indici di riduzione delle vibrazioni Kij [dB]:

Struttura locale Sorgente	Struttura locale Ricevente	Percorso	Kij
----------------------------------	-----------------------------------	-----------------	------------

M6	M7	Fd	5,97
M6	M7	Dd lat	9,03
M3	M7	Fd	5,74
M3	M7	Dd lat	6,87
P1	P1	Fd	9,50
P1	P1	Ff	-2,01
P1	P1	Df	9,50
S1	S1	Fd	11,33
S1	S1	Ff	-2,68
S1	S1	Df	11,33

Isolamento acustico al calpestio (UNI EN 12354-1):

Livello di pressione sonora di calpestio del divisorio L'n,w **45,0** dB
 Limite DPCM 5/12/97 **58** dB
 Verifica **Positiva**

Verifica strutture divisorie:

Cod	Zona	Descrizione verifica
3	1	Divisorio WC - Mensa

Locale sorgente:

Zona: **1** Locale: **4** Descrizione: **WC**

Locale ricevente:

Zona: **1** Locale: **1** Descrizione: **Mensa**

Strutture che compongono il divisorio:

Cod	Descrizione elemento
M7	Divisorio 5 lastre Rw63

Area complessiva elemento divisorio **13,73** m²
 Strato aggiuntivo lato sorgente -
 Strato aggiuntivo lato ricevente -

Isolamento del rumore per via aerea (UNI EN 12354-1):

Potere fonoisolante apparente R'w del divisorio **53,0** dB
 Limite DPCM 5/12/97 **50** dB
 Verifica **Positiva**

Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:

Struttura locale Sorgente	Struttura locale Ricevente	Percorso	R
		Dd	54,4
M9	M9	Fd	71,8
M9	M9	Ff	74,5
M9	M9	Df	71,8
M6	M7	Fd	71,8
M6	M7	Dd lat	72,1
P1	P1	Fd	71,8
P1	P1	Ff	62,5

P1	P1	Df	71,8
S1	S1	Fd	75,0
S1	S1	Ff	64,7
S1	S1	Df	75,0

Valori degli indici di riduzione delle vibrazioni Kij [dB]:

Struttura locale Sorgente	Struttura locale Ricevente	Percorso	Kij
M9	M9	Fd	5,94
M9	M9	Ff	3,03
M9	M9	Df	5,94
M6	M7	Fd	5,97
M6	M7	Dd lat	9,03
P1	P1	Fd	9,50
P1	P1	Ff	-2,01
P1	P1	Df	9,50
S1	S1	Fd	11,33
S1	S1	Ff	-2,68
S1	S1	Df	11,33

Isolamento acustico al calpestio (UNI EN 12354-1):

Livello di pressione sonora di calpestio del divisorio L'n,w **45,0** dB
 Limite DPCM 5/12/97 **58** dB
 Verifica **Positiva**

Verifica strutture divisorie:

Cod	Zona	Descrizione verifica
4	1	Divisorio Cucina - Mensa

Locale sorgente:

Zona: **1** Locale: **5** Descrizione: **Cucina**

Locale ricevente:

Zona: **1** Locale: **1** Descrizione: **Mensa**

Strutture che compongono il divisorio:

Cod	Descrizione elemento
M9	Divisorio 8 lastre -4 lastre con placcaggio 75+50mm- EI60 Rw 63+
M9	Divisorio 8 lastre -4 lastre con placcaggio 75+50mm- EI60 Rw 63+

Area complessiva elemento divisorio **59,23** m²
 Strato aggiuntivo lato sorgente -
 Strato aggiuntivo lato ricevente -

Isolamento del rumore per via aerea (UNI EN 12354-1):

Potere fonoisolante apparente R'w del divisorio **55,8** dB
 Limite DPCM 5/12/97 **50** dB
 Verifica **Positiva**

Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:

Struttura locale Sorgente	Struttura locale Ricevente	Percorso	R
---------------------------	----------------------------	----------	---

		<i>Dd</i>	<i>57,8</i>
<i>M1</i>	<i>M1</i>	<i>Dd lat</i>	<i>74,6</i>
<i>M1</i>	<i>M1</i>	<i>Df</i>	<i>76,7</i>
<i>M9</i>	<i>M7</i>	<i>Dd lat</i>	<i>77,0</i>
<i>M9</i>	<i>M7</i>	<i>Df</i>	<i>77,1</i>
<i>P1</i>	<i>P1</i>	<i>Fd</i>	<i>71,7</i>
<i>P1</i>	<i>P1</i>	<i>Ff</i>	<i>63,7</i>
<i>P1</i>	<i>P1</i>	<i>Df</i>	<i>71,7</i>
<i>S1</i>	<i>S1</i>	<i>Fd</i>	<i>74,6</i>
<i>S1</i>	<i>S1</i>	<i>Ff</i>	<i>65,5</i>
<i>S1</i>	<i>S1</i>	<i>Df</i>	<i>74,6</i>

Valori degli indici di riduzione delle vibrazioni Kij [dB]:

Struttura locale Sorgente	Struttura locale Ricevente	Percorso	Kij
<i>M1</i>	<i>M1</i>	<i>Dd lat</i>	<i>5,70</i>
<i>M1</i>	<i>M1</i>	<i>Df</i>	<i>7,74</i>
<i>M9</i>	<i>M7</i>	<i>Dd lat</i>	<i>3,03</i>
<i>M9</i>	<i>M7</i>	<i>Df</i>	<i>5,94</i>
<i>P1</i>	<i>P1</i>	<i>Fd</i>	<i>7,83</i>
<i>P1</i>	<i>P1</i>	<i>Ff</i>	<i>-0,78</i>
<i>P1</i>	<i>P1</i>	<i>Df</i>	<i>7,83</i>
<i>S1</i>	<i>S1</i>	<i>Fd</i>	<i>9,23</i>
<i>S1</i>	<i>S1</i>	<i>Ff</i>	<i>-1,87</i>
<i>S1</i>	<i>S1</i>	<i>Df</i>	<i>9,23</i>

Isolamento acustico al calpestio (UNI EN 12354-1):

Livello di pressione sonora di calpestio del divisorio L'n,w **45,0** dB
 Limite DPCM 5/12/97 **58** dB
 Verifica **Positiva**

ISOLAMENTO ACUSTICO DEGLI ELEMENTI DI FACCIATA secondo UNI EN 12354-3

Verifica strutture di facciata:

Cod	Zona	Descrizione verifica di facciata
1	1	Facciata Mensa (Ovest)

Locale ricevente:

Zona: **1** Locale: **1** Descrizione: **Mensa**

Elementi di facciata:

Cod	Descrizione elemento	Area [m ²]	ΔL_{fs} [-]	Strato aggiuntivo lato interno	Strato aggiuntivo lato esterno
M1	Muro Esterno	25,91	0	-	-

Isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ **59,3** dB

Limite DPCM 5/12/97 **48** dB

Verifica **Positiva**

Dettaglio dei percorsi di trasmissione del rumore:

Elemento di facciata: **M1 Muro Esterno**

Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	R
	Dd	48,2
M1	Df	57,5
M1	Df	57,5
P1	Dd lat	59,6
P1	Df	64,8
S1	Dd lat	62,4
S1	Df	66,5

Valori degli indici di riduzione delle vibrazioni Kij [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	Kij
M1	Df	-3,00
M1	Df	-3,00
P1	Dd lat	5,89
P1	Df	5,70
S1	Dd lat	8,58
S1	Df	5,90

Verifica strutture di facciata:

Cod	Zona	Descrizione verifica di facciata
2	1	Facciata Mensa (Sud-Ovest)

Locale ricevente:

Zona: **1** Locale: **1** Descrizione: **Mensa**

Elementi di facciata:

Cod	Descrizione elemento	Area [m ²]	ΔL_{fs} [-]	Strato aggiuntivo lato interno	Strato aggiuntivo lato esterno
M1	Muro Esterno	83,98	0	-	-

Isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ **53,0** dB

Limite DPCM 5/12/97 **48** dB

Verifica **Positiva**

Dettaglio dei percorsi di trasmissione del rumore:

Elemento di facciata: **M1 Muro Esterno**

Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	R
	Dd	46,3
M1	Df	61,7
M1	Df	61,7
P1	Dd lat	57,7
P1	Df	63,9
S1	Dd lat	60,4
S1	Df	65,5

Valori degli indici di riduzione delle vibrazioni Kij [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	Kij
M1	Df	-3,00
M1	Df	-3,00
P1	Dd lat	5,89
P1	Df	5,70
S1	Dd lat	8,58
S1	Df	5,90

Verifica strutture di facciata:

Cod	Zona	Descrizione verifica di facciata
3	1	Facciata Mensa (Sud-Est)

Locale ricevente:

Zona: **1** Locale: **1** Descrizione: **Mensa**

Elementi di facciata:

Cod	Descrizione elemento	Area [m ²]	ΔL_{fs} [-]	Strato aggiuntivo lato interno	Strato aggiuntivo lato esterno
M1	Muro Esterno	34,90	0	-	-

Isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ **59,1** dB

Limite DPCM 5/12/97 **48** dB

Verifica **Positiva**

Dettaglio dei percorsi di trasmissione del rumore:

Elemento di facciata: **M1 Muro Esterno**

Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	R
	<i>Dd</i>	<i>49,1</i>
<i>M1</i>	<i>Df</i>	<i>59,3</i>
<i>M1</i>	<i>Df</i>	<i>59,3</i>
<i>P1</i>	<i>Dd lat</i>	<i>60,6</i>
<i>P1</i>	<i>Df</i>	<i>65,3</i>
<i>S1</i>	<i>Dd lat</i>	<i>63,3</i>
<i>S1</i>	<i>Df</i>	<i>66,9</i>

Valori degli indici di riduzione delle vibrazioni Kij [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	Kij
<i>M1</i>	<i>Df</i>	<i>-3,00</i>
<i>M1</i>	<i>Df</i>	<i>-3,00</i>
<i>P1</i>	<i>Dd lat</i>	<i>5,89</i>
<i>P1</i>	<i>Df</i>	<i>5,70</i>
<i>S1</i>	<i>Dd lat</i>	<i>8,58</i>
<i>S1</i>	<i>Df</i>	<i>5,90</i>

Verifica strutture di facciata:

Cod	Zona	Descrizione verifica di facciata
<i>4</i>	<i>1</i>	<i>Facciata Mensa (Nord-Est)</i>

Locale ricevente:

Zona: *1* Locale: *1* Descrizione: *Mensa*

Elementi di facciata:

Cod	Descrizione elemento	Area [m ²]	ΔL_{fs} [-]	Strato aggiuntivo lato interno	Strato aggiuntivo lato esterno
<i>M1</i>	<i>Muro Esterno</i>	<i>16,86</i>	<i>0</i>	<i>-</i>	<i>-</i>

Isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ *59,5* dB

Limite DPCM 5/12/97 *48* dB

Verifica *Positiva*

Dettaglio dei percorsi di trasmissione del rumore:

Elemento di facciata: *M1 Muro Esterno*

Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	R
	<i>Dd</i>	<i>46,6</i>
<i>M1</i>	<i>Df</i>	<i>54,8</i>
<i>M1</i>	<i>Df</i>	<i>54,8</i>
<i>P1</i>	<i>Dd lat</i>	<i>58,6</i>
<i>P1</i>	<i>Df</i>	<i>64,6</i>
<i>S1</i>	<i>Dd lat</i>	<i>61,3</i>
<i>S1</i>	<i>Df</i>	<i>66,2</i>

Valori degli indici di riduzione delle vibrazioni Kij [dB]:

Struttura locale	Percorso	Kij
------------------	----------	-----

Ricevente		
M1	Df	-3,00
M1	Df	-3,00
P1	Dd lat	5,89
P1	Df	5,70
S1	Dd lat	8,58
S1	Df	5,90

Verifica strutture di facciata:

Cod	Zona	Descrizione verifica di facciata
5	1	Facciata Mensa (Sud-Est)

Locale ricevente:

Zona: **1** Locale: **1** Descrizione: **Mensa**

Elementi di facciata:

Cod	Descrizione elemento	Area [m ²]	ΔL_{fs} [-]	Strato aggiuntivo lato interno	Strato aggiuntivo lato esterno
M1	Muro Esterno	8,38	0	-	-

Isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ **70,1** dB

Limite DPCM 5/12/97 **48** dB

Verifica **Positiva**

Dettaglio dei percorsi di trasmissione del rumore:

Elemento di facciata: **M1 Muro Esterno**

Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	R
	Dd	55,7
M1	Df	56,4
P1	Dd lat	68,2
P1	Df	69,6
S1	Dd lat	70,9
S1	Df	71,2

Valori degli indici di riduzione delle vibrazioni Kij [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	Kij
M1	Df	-3,00
P1	Dd lat	5,89
P1	Df	5,70
S1	Dd lat	8,58
S1	Df	5,90

Verifica strutture di facciata:

Cod	Zona	Descrizione verifica di facciata
6	1	Facciata Mensa (Nord-Ovest)

Locale ricevente:

Zona: **1** Locale: **1** Descrizione: **Mensa**

Elementi di facciata:

Cod	Descrizione elemento	Area [m ²]	ΔL_{fs} [-]	Strato aggiuntivo lato interno	Strato aggiuntivo lato esterno
M1	Muro Esterno	40,89	0	-	-

Isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ **58,9** dB

Limite DPCM 5/12/97 **48** dB

Verifica **Positiva**

Dettaglio dei percorsi di trasmissione del rumore:

Elemento di facciata: **M1 Muro Esterno**

Valori del potere fonoisolante R dei percorsi di trasmissione del rumore [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	R
	Dd	49,6
M7	Dd lat	59,0
M7	Df	73,6
M1	Df	60,2
P1	Dd lat	61,1
P1	Df	65,6
S1	Dd lat	63,8
S1	Df	67,2

Valori degli indici di riduzione delle vibrazioni Kij [dB]:

Struttura locale Ricevente	Percorso	Kij
M7	Dd lat	-1,15
M7	Df	8,22
M1	Df	-3,00
P1	Dd lat	5,89
P1	Df	5,70
S1	Dd lat	8,58
S1	Df	5,90

Relazione attestante il rispetto dei Criteri Ambientali Minimi (CAM)

La presente relazione attesta il rispetto dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) di cui al Decreto ministeriale 23 giugno 2022 (che aggiorna il DM 24 dicembre 2015, il DM 11 gennaio 2017 e il DM 11 ottobre 2017).

Al Paragrafo 2.4.11 il DM 23 giugno 2022 prescrive i seguenti requisiti acustici per le gare di appalto degli edifici pubblici:

- I singoli elementi tecnici di ospedali e case di cura soddisfino il livello di "prestazione superiore" riportato nel prospetto A.1 dell'Appendice A alla norma UNI 11367 e rispettino i valori caratterizzati come "prestazione buona" nel prospetto B.1 dell'Appendice B della medesima norma.
- I valori prestazionali dei requisiti acustici passivi dei singoli elementi tecnici dell'edificio, definiti dalla norma UNI 11367, corrispondono almeno a quelli della classe II del prospetto 1 di tale norma.
- Le scuole soddisfino i valori di requisiti acustici passivi e confort acustico interno indicati nella UNI 11532-2.
- Gli ambienti interni, ad esclusione delle scuole, rispettino i valori indicati nell'Appendice C della UNI 11367.

Mensa Scuola Palosco

Categoria DCPM 5/12/97

E (Scuole)

b) Speech Transmission Index (STI), C50 e T60 degli ambienti interni:

Zona: 1 Locale: 1 Descrizione: Mensa

Frequenza [Hz]	T60 calcolato [s]	Area assorbimento calcolata [m ²]	Area assorbimento minima [m ²]	Verifica
125	0,97	232,18	296,31	-
250	0,59	383,60	296,31	Positiva
500	0,49	460,45	296,31	Positiva
1000	0,48	467,73	296,31	Positiva
2000	0,43	519,66	296,31	Positiva
4000	0,41	547,99	296,31	-

d) Verifica dei limiti "Prestazione superiore" di cui al prospetto A.1 della norma UNI 11367 (per ospedali, case di cura e scuole):

Requisiti da calcoli di progetto :

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

Zona	Cod.	Elemento tecnico	Senza Incertezza [dB]	Con Incertezza [dB]	Limite [dB]	Verifica
1	1	Facciata Mensa (Ovest)	59,3	57,8	43,0	Positiva
1	2	Facciata Mensa (Sud-Ovest)	53,0	51,5	43,0	Positiva
1	3	Facciata Mensa (Sud-Est)	59,1	57,6	43,0	Positiva
1	4	Facciata Mensa (Nord-Est)	59,5	58,0	43,0	Positiva
1	5	Facciata Mensa (Sud-Est)	70,1	68,6	43,0	Positiva
1	6	Facciata Mensa (Nord-Ovest)	58,9	57,4	43,0	Positiva

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

Zona	Cod.	Elemento tecnico	Senza Incertezza [dB]	Con Incertezza [dB]	Limite [dB]	Verifica
1	1	Divisorio WC - Mensa	52,9	50,9	50,0	Positiva

1	2	Divisorio WC - Mensa	53,4	51,4	50,0	Positiva
1	3	Divisorio WC - Mensa	53,8	51,8	50,0	Positiva
1	4	Divisorio Cucina - Mensa	56,1	54,1	50,0	Positiva

Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti della stessa unità immobiliare $L'_{n,w}$

Zona	Cod.	Elemento tecnico	Senza Incertezza [dB]	Con Incertezza [dB]	Limite [dB]	Verifica
1	1	Divisorio WC - Mensa	45,0	47,0	53,0	Positiva
1	2	Divisorio WC - Mensa	45,0	47,0	53,0	Positiva
1	3	Divisorio WC - Mensa	45,0	47,0	53,0	Positiva
1	4	Divisorio Cucina - Mensa	45,0	47,0	53,0	Positiva