COMUNE DI SCANDICCI

SCANDICCI CENTRO Srl

Project Financing “Nuovo Centro Civico e
Stazione Tramvia Veloce Firenze S.M.N. - Scandicci”

PROGETTO ESECUTIVO

8.3 - Requisiti Acustici Passivi Edificio Residenziale

rev. A 10.12.2009

Project Financing *Nuovo Centro Civico*

COMUNE DI SCANDICCI

Scandicci Centro Srl

Scandicci Centro

Progettazione Architettonica
Rogers Stirk Harbour + Partners Limited
Arch. Ernesto Bartolini

Progetto di Paesaggio
Erika Skabar - Architettura del Paesaggio
Arch. Erika Skabar

Computi metrici Architettonico
Studio Associato Zingoni
Arch. Silvia Zingoni
Arch. Carlo Zingoni
Geom. Massimo Zingoni

Progettazione strutturale
POLITECNICA Soc. Coop.
Ing. Andrea Dal Cerro

Progettazione impianti meccanici e prevenzione incendi
POLITECNICA Soc. Coop.
Ing. Marcello Gusso

Progettazione idraulica
POLITECNICA Soc. Coop.
Ing. Giovanni Romiti

Progettazione impianti elettrici
POLITECNICA Soc. Coop.
Ing. Enea Sermasi

Consulenza geologica
GEOTECNO Studio Associato
Dott. Marco Vanacore

Consulenza acustica
POLITECNICA Soc. Coop.
Ing. Sergio Luzzi

Sicurezza in fase di progettazione
Ing. Massimo Ceccotti

Consulenza storico archeologica
Arch. Miranda Ferrara

Project Financing "Nuovo Centro Civico e Stazione Tramvia Veloce Firenze S.M.N. – Scandicci"

PROGETTO ESECUTIVO

8.3 REQUISITI ACUSTICI PASSIVI EDIFICIO RESIDENZIALE

rev. A 10.12.2009

POLITECNICA Soc. Coop.
Ing. Sergio Luzzi

INDICE

1. NATURA E DESCRIZIONE DELL'INCARICO

La presente relazione ha per oggetto la valutazione previsionale sul Progetto Esecutivo delle prestazioni acustiche di partizioni edilizie, finalizzata alla verifica del rispetto dei limiti fissati dal D.P.C.M. 5/12/1997.

Il D.P.C.M. 5/12/97 "*Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*" determina i valori limite relativi ai requisiti acustici passivi in opera dei componenti degli edifici (facciate, partizioni orizzontali e verticali) ed i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne nel rispetto del concetto di difesa passiva dei cittadini dal rumore introdotto dalla Legge 447 del 26/10/1995 "*Legge quadro sull'inquinamento acustico*" .

1.1 Descrizione dell'intervento edilizio

L'intervento in esame riguarda nello specifico la valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi relativi all'Edificio R adibito a Commercio (piano terra) e Residenze (piani da 1 a 6).

Tale edificio rientra nella realizzazione di un Nuovo Centro Civico e Stazione della Tramvia Veloce Firenze S.M.N. a Scandicci (FI).

Gli edifici oggetto della valutazione dei requisiti acustici passivi (v. **figura 1.1**) sono:

- Edificio R adibito a residenze e commercio;
- Edificio D adibito a uffici e commercio;
- Edificio C adibito a centro culturale e commercio.

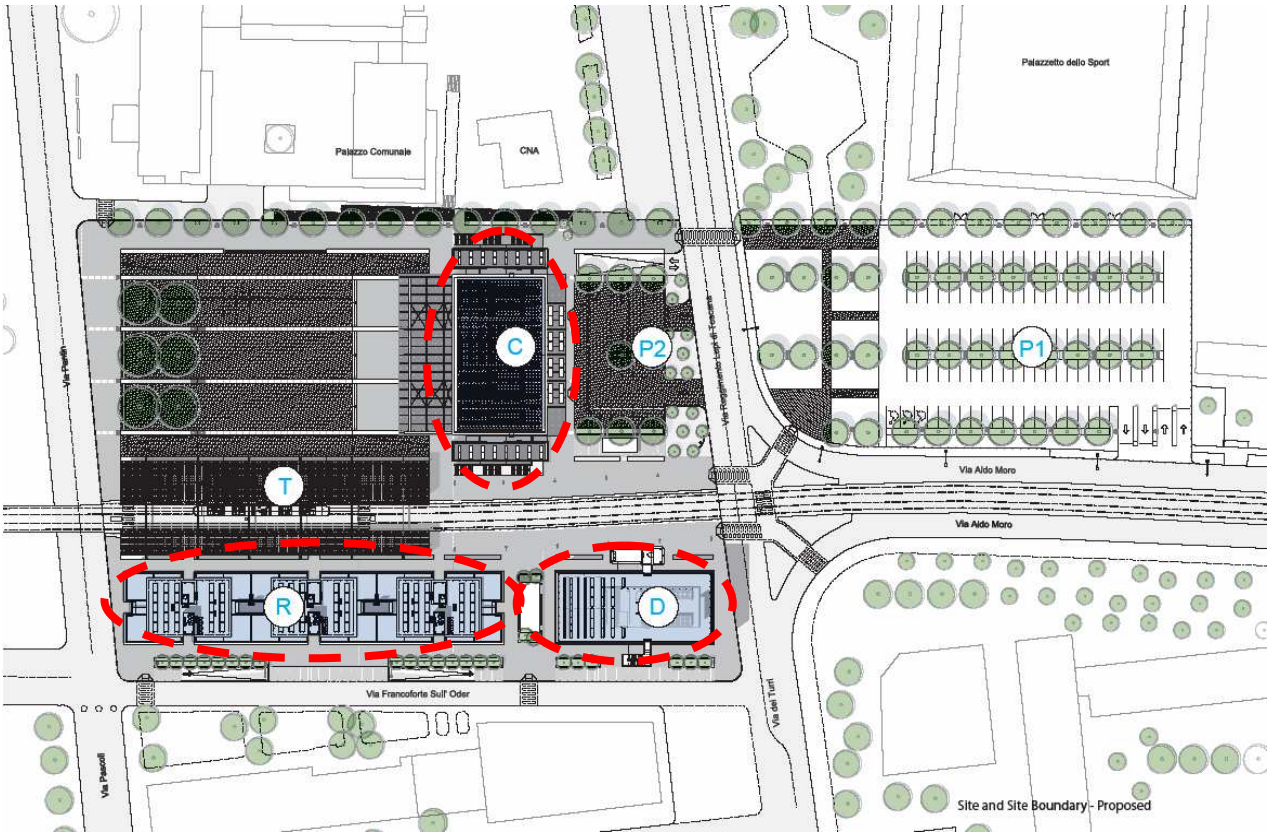


Figura 1.1 – Indicazione degli edifici oggetto della presente valutazione

1.1.1 Edificio R

L'edificio R è costituito da un piano interrato e da 6 piani fuori terra compreso un attico.

Il piano interrato è adibito a parcheggi auto (v. **figura 1.2**), il piano terra è adibito a negozi (v. **figura 1.3**) e, infine, i restanti 5 piani più l'attico sono adibiti a residenze con differente tipologia di alloggi e superficie (v. **figura 1.4** e **1.5**).

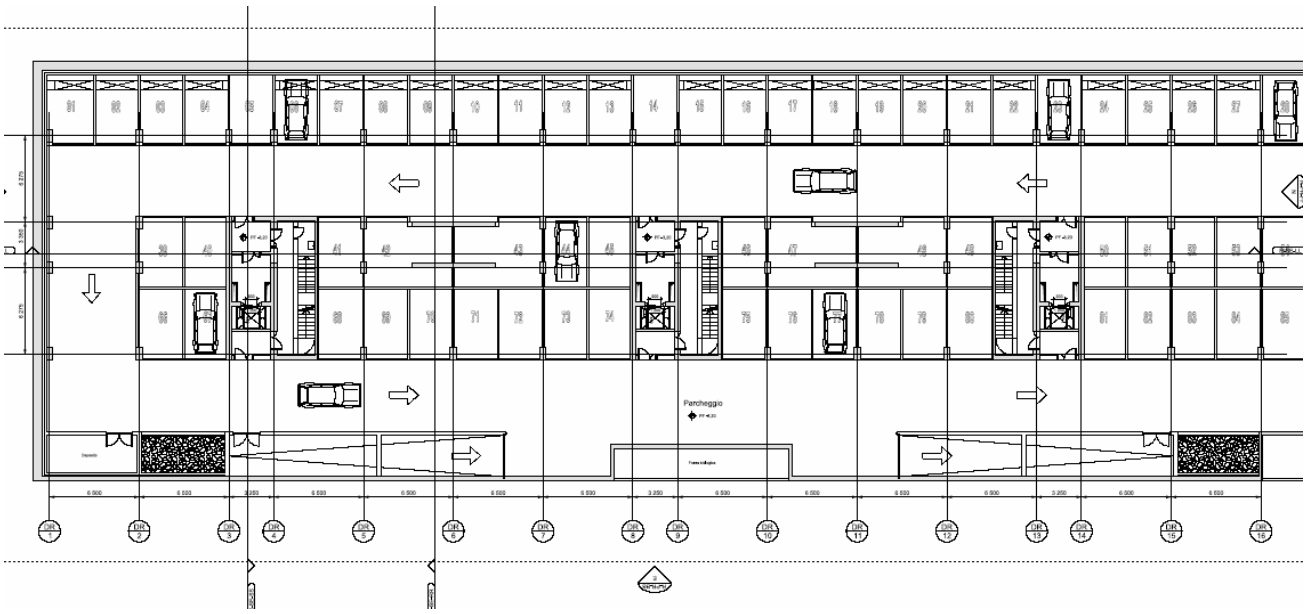


Figura 1.2 – Piano interrato dell'Edificio R

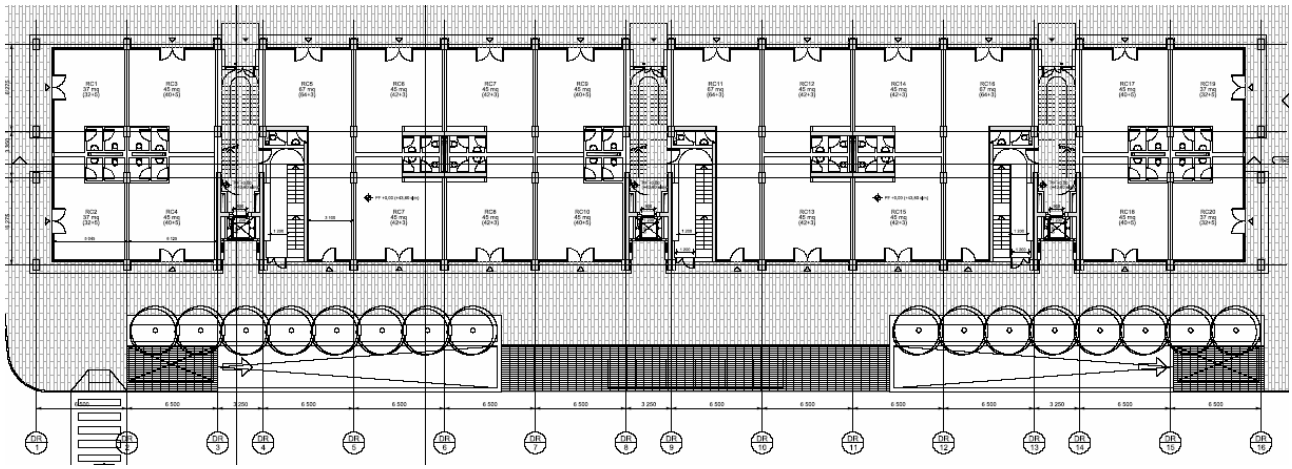


Figura 1.3 – Piano terra dell'Edificio R

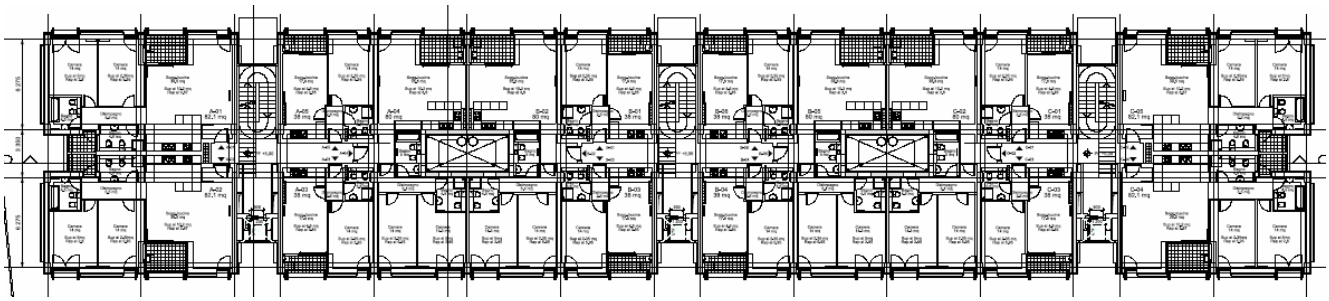


Figura 1.4 – Piano dal 1 al 5dell'Edificio R

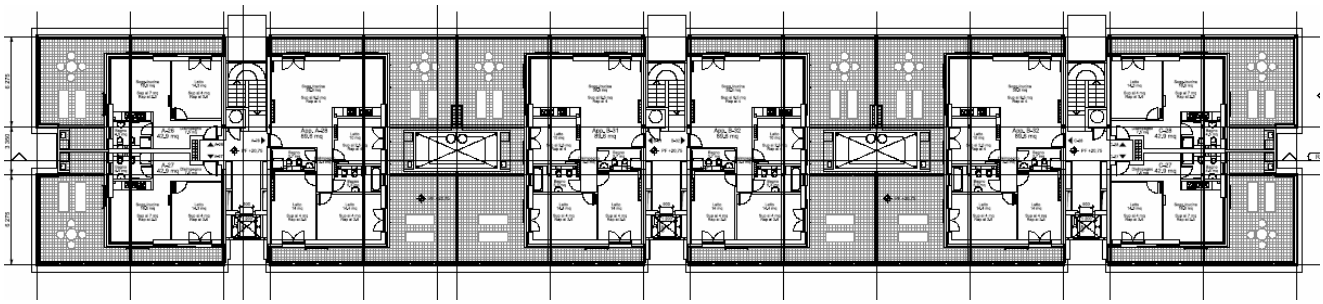


Figura 1.5 – Piano attico dell'Edificio R

2. QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

2.1 Legislazione Nazionale

- Legge n° 447 del 26.10.1995 "*Legge quadro sull'inquinamento acustico*".
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 "*Determinazione dei requisiti acustici degli edifici*".

2.2 Norme tecniche

- UNI TR 11175 (ed. 2005) "*Acustica in edilizia. Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale*".
- UNI EN 12354-1 (ed. novembre 2002) "*Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei componenti. Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti*".
- UNI EN 12354-2 (ed. novembre 2002) "*Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei componenti. Isolamento acustico al calpestio tra ambienti*".
- UNI EN 12354-3 (ed. novembre 2002) "*Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei componenti. Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea*".
- UNI EN 12354-6 (ed. marzo 2006) "*Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Assorbimento acustico in ambienti chiusi*".
- UNI EN ISO 717-1 (ed. dicembre 1997) "*Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento acustico per via aerea*".
- UNI EN ISO 717-2 (ed. dicembre 1997) "*Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento del rumore di calpestio*".
- UNI EN 12207 (ed. luglio 2000) "*Finestre e porte* – Permeabilità all'aria - Classificazione".
- UNI EN 12431 (ed. 2000) "Isolanti termici per edilizia – Determinazione dello spessore degli isolanti per pavimenti galleggianti".
- UNI EN 14351-1 (ed. 2006) "*Finestre e porte - Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali - Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e/o di tenuta al fumo*".

2.3 Campo di applicazione e contenuti del D.P.C.M. 5/12/1997

Il D.P.C.M. 5/12/97 si applica agli ambienti abitativi.

La Legge 26 ottobre 1995, n. 447 all'art. 2, comma 1, lettera b) definisce **ambiente abitativo** *ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane*.

Il D.P.C.M. 5/12/1997 classifica gli ambienti abitativi in sette differenti categorie, riportate nella seguente tabella, allegata al decreto stesso, dove in rosso sono evidenziate le classificazioni che si possono ritrovare nell'unità immobiliare oggetto di valutazione:

Tab. A (DPCM 05/12/97) **Classificazione degli edifici in funzione della destinazione d'uso**
❑ **Cat. A: edifici adibiti a residenza o assimilabili**
❑ Cat. B: edifici adibiti ad uffici e assimilabili
❑ Cat. C: edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
❑ Cat. D: edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
❑ Cat. E: edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
❑ Cat. F: edifici adibiti ad attività ricreative o di culto e assimilabili
❑ **Cat. G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili**

Tabella 2.1 – Classificazione degli edifici in funzione della destinazione d'uso

Gli indici di valutazione che caratterizzano i requisiti acustici passivi degli edifici sono:

a) l'indice del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti (R'_w) da calcolare secondo la norma UNI EN 12354-1:2002;

b) l'indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT,w}$) da calcolare secondo la norma UNI EN 12354-3:2002;

c) l'indice del livello di rumore di calpestio di solai, normalizzato ($L'_{n,w}$) da calcolare secondo la procedura descritta dalla norma UNI EN 12354-2:2002.

Si ricorda che il DPCM 05/12/97 chiarisce che R'_w si riferisce ad elementi di separazione fra distinte unità immobiliari.

L'art. 2 del D.M. 2/01/1998 (Catasto dei fabbricati) definisce l'unità immobiliare come "una porzione di fabbricato, o un fabbricato, o un insieme di fabbricati, ovvero un'area che (…) presenta potenzialità di autonomia funzionale e reddituale".

La tabella che segue, allegata al decreto stesso, riporta i valori limite delle grandezze appena definite. Sono evidenziati i valori di riferimento per la destinazione d'uso dei locali in esame.

Tab. B (DPCM 05/12/97) **Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici**					
Categorie di cui alla Tab. A	**Parametri**				
	R'_w (*)	***$D_{2m,nT,w}$***	***$L'_{n,w}$***	***L_{ASmax}***	***L_{Aeq}***
1. D	55	45	58	35	25
2. A, C	**50**	**40**	**63**	**35**	**35**
3. E	50	48	58	35	25
4. B, F, G	**50**	**42**	**55**	**35**	**35**
(*) Valori di R'_w riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari.					

Tabella 2.2 – Parametri che caratterizzano i requisiti acustici passivi degli edifici

Alla luce di quanto sopra esposto, per l'edificio oggetto di valutazione sono state effettuate le verifiche dei seguenti requisiti passivi: potere fonoisolante apparente di partizioni verticali ed orizzontali (R'_w), livello di rumore di calpestio normalizzato di solai ($L'_{n,w}$) e isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT,w}$) in diversi scenari campione, scelti, ai fini cautelativi, tra quelli più penalizzati dal punto di vista acustico e rappresentativi dell'intero edificio.
I valori limite con i quali sono stati confrontati sono riportati nella tabella che segue.

Componente edilizio	**Parametro**	**Valore limite**
Facciata residenze	$D_{2m,nT,w}$	40 dB
Facciata negozi	$D_{2m,nT,w}$	42 dB
Solaio residenze/residenze	$L'_{n,w}$	63 dB
	R'_w	50 dB
Solaio residenze/negozi	$L'_{n,w}$	63 dB
	R'_w	50 dB
Solaio negozio/garage	R'_w	50 dB
Parete di divisione tra alloggi	R'_w	50 dB
Parete di divisione tra negozi	R'_w	50 dB
Parete di divisione tra alloggi e ambienti comuni	R'_w (requisito non cogente)	40 dB

Tabella 2.3 – Parametri e relativi valori limite da confrontare con i requisiti calcolati per l'edificio in esame

Si precisa che la scelta del valore limite riportato in tabella alla voce "solaio residenze/negozi" si riferisce all'indice di valutazione del rumore da calpestio relativo al solaio tra le residenze poste al piano primo e le attività commerciali poste al piano terra.
Seguendo l'interpretazione proposta dallo schema di Regolamento Edilizio Tipo dell'Emilia Romagna, ma anche secondo l'orientamento comune, si prende come riferimento il valore limite dell'ambiente disturbante (nel caso del rumore da calpestio l'ambiente sovrastante) che nel caso in esame risulta essere quello delle residenze ($L'_{n,w} \leq 63$ dB).

3. METODI DI CALCOLO PREVISIONALE

Il D.P.C.M. 5/12/97 prescrive che le prestazioni di isolamento acustico dei componenti siano assicurate in opera: in altri termini nella fase di progettazione è necessario disporre di un metodo di calcolo analitico che consenta di prevedere con sufficiente approssimazione tali prestazioni a partire dalle caratteristiche acustiche dei singoli elementi che compongono l'edificio; queste sono normalmente rilevabili dalle certificazioni di laboratorio fornite dai produttori dei vari componenti edilizi (pareti, solai, serramenti, ecc.), oppure dai dati reperibili in letteratura, e dipendono in buona parte dalle modalità costruttive e di montaggio che si ritiene di dover adottare.
La serie di norme UNI EN ISO 12354: 2001 (*Acustica edilizia, stima delle prestazioni acustiche degli edifici a partire dalla prestazioni dei componenti*), e la UNI TR 11175: 2005 (*Acustica in edilizia - Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale*) riportano metodi di calcolo utilizzabili per tale valutazione.

Occorre evidenziare che l'attendibilità dei metodi di calcolo è strettamente vincolata:

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

3.1 Calcolo previsionale dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente tra ambienti adiacenti (R'$_w$)

Il potere *fonoisolante apparente R'* di una partizione è una grandezza espressa in funzione della frequenza (terzi d'ottava) che esprime il potere fonoisolante degli elementi di separazione tra diverse unità abitative considerando i contributi di:

- trasmissione diretta attraverso la parete (τ_d)
- percorsi di trasmissione per fiancheggiamento dovuti alle strutture laterali (τ_f)
- eventuali percorsi di trasmissione aerea del suono (τ_e e τ_s)
- piccoli elementi posti nella partizione (prese d'aria, ecc.)
- sistemi in grado di trasmettere il suono per via aerea (condotti di ventilazione con uscite negli ambienti separati).

Sotto le ipotesi esemplificative secondo cui i percorsi di trasmissione strutturale del suono sono tra di loro indipendenti, e il contributo che si origina sulla parete opposta a quella di separazione, che si trasmette lateralmente e giunge all'ambiente ricevente (percorsi di trasmissione di ordine superiore

al secondo) può essere trascurato, il potere fonoisolante per un generico percorso *i-j* si calcola con la relazione

$$R_{ij} = \frac{R_i + R_j}{2} + \Delta R_{ij} + K_{ij} + 10 \cdot \log \frac{S}{l_0 l_{ij}} \quad \text{(dB)}$$

ed il *potere fonoisolante apparente R'* si calcola con la relazione

$$R' = 10 \cdot \log \tau' = -10 \cdot \log \left(\tau_d + \sum_{f=1}^{n} \tau_f + \sum_{e=1}^{m} \tau_e + \sum_{s=1}^{k} \tau_s \right) \quad \text{(dB)}$$

Dai valori di *R'* espressi in funzione della frequenza si passa all'indice di valutazione R'_w delle partizione attraverso un'apposita procedura normalizzata.

3.2 Calcolo previsionale dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT,w}$)

L'isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ è una grandezza che esprime la quantità di energia sonora trasmessa dalla parete perimetrale dell'unità abitativa.

L'isolamento acustico offerto dalla facciata si valuta secondo l'espressione:

$$D_{2m,nT} = R_w' + \Delta L_{fs} + 10 \cdot \log \left(\frac{V}{6 T_0 S} \right) \quad \text{(dB)}$$

con

$$R_w' = 10 \log \left[\left(\sum_{i=1}^{n} \frac{S_i}{S} \cdot 10^{\frac{-R_{Wi}}{10}} \right) + \left(\sum_{i=1}^{n} \frac{A_0}{S} \cdot 10^{\frac{-D_{ne,wi}}{10}} \right) \right] - k \quad \text{(dB)}$$

con

- S_i superficie di ogni elemento costituente la facciata [m²],
- $D_{ne,wi}$ indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di piccoli elementi presenti in facciata [dB],
- *k* coefficiente correttivo che tiene conto delle trasmissioni per fiancheggiamento:
  - *0 per elementi di facciata non connessi* [dB]
  - *2 per elementi di facciata pesanti con giunti rigidi* [dB]
- V è il volume dell'ambiente ricevente [m³],
- S è l'area totale della facciata vista dall'interno [m²],
- T_0 è il tempo di riverbero di riferimento pari a 0,5 s,
- ΔL_{fs} è il fattore correttivo dovuto alla forma della facciata.

Dai valori di $D_{2m,nT}$ espressi in funzione della frequenza si passa all'indice di valutazione $D_{2m,nT,w}$ dell'isolamento acustico standardizzato della facciata attraverso l'apposita procedura normalizzata.

Per quanto riguarda i serramenti vetrati, in assenza di dati specifici, il potere fonoisolante può essere ricavato dal potere fonoisolante del pannello di vetro, in base al metodo descritto dal progetto di norma UNI EN 14351-1, allegato B (v. **Tabella 3.1**).

R_w vetro	Finestre semplici[a]		Finestre semplici scorrevoli[b]	
	R_w finestra	N° guarniz. richieste[c]	R_w finestra	N° guarniz. Richieste[c]
27	30	1	25	1
28	31	1	26	1
29	32	1	27	1
30	33	1	28	1
32	34	1	29	1
34	35	1	29	1
36	36	2	30	1
38	37	2	-	-
40	38	2	-	-

[a] Finestre semplici fisse o apribili con classe 3 di permeabilità all'aria;
[b] Finestre semplici scorrevoli con classe 2 di permeabilità all'aria;
[c] Solo finestre apribili

Tabella 3.1 - Relazione tra R_w del vetro e R_w del serramento (allegato B UNI EN 14351-1)

Qualora la dimensione dei serramenti effettivamente posti in facciata si discosti dai relativi campioni analizzati in laboratorio occorre tenere conto di un coefficiente di correzione della prestazione acustica che dipende dalla percentuale di variazione della superficie.
Tali coefficienti sono riportati nella tabella che segue tratta dall'allegato B della norma UNI EN 14351-1.

Window size range		**Sound insulation value for window**
Test results (see B.2) for test specimen of any size	**Tabulated values (see B.3)[a]**	
-100% to +50% of test specimen overall area	Overall area ≤ 2,7 m²	R_w and $R_w + C_{tr}$ according to B.2 or B.3
+50% to +100% of test specimen overall area	2,7 m² < Overall area ≤ 3,6 m²	R_w and $R_w + C_{tr}$ corrected by -1 dB
+100% to +150% of test specimen overall area	3,6 m² < Overall area ≤ 4,6 m²	R_w and $R_w + C_{tr}$ corrected by -2 dB
> +150% of test specimen overall area	4,6 m² < Overall area	R_w and $R_w + C_{tr}$ corrected by -3 dB

[a] The area intervals indicated for tabulated values are identical to the intervals for test results according to B.2 using the recommended test specimen size 1,23 m x 1,48 m.

Tabella 3.2 – Coefficienti correttivi che tengono conto della differenza di superficie tra il serramento utilizzato in facciata e il relativo serramento analizzato in laboratorio (allegato B UNI EN 14351-1)

3.3 Calcolo previsionale dell'indice di valutazione del livello di rumore da calpestio per ambienti sovrapposti ($L'_{n,w}$)

Il *livello normalizzato di rumore da calpestio* L'_n rappresenta il livello medio di pressione sonora che si stabilisce nell'ambiente disturbato quando sul solaio di separazione tra due ambienti sovrapposti agisce una sorgente in grado di produrre un livello determinato di forza di impatto, normalizzato rispetto all'assorbimento acustico dell'ambiente disturbato.

L'indice di valutazione $L'_{n,w}$ si ottiene dall'indice del livello equivalente normalizzato di rumore da calpestio $L_{n,w}$ in base alla seguente formula:

$$L'_{n,w} = L_{n,w,eq} - \Delta L + K \quad \text{(dB)}$$

con ΔL riduzione del livello di rumore da calpestio dovuta a strati di rivestimento applicati all'intradosso o all'estradosso del solaio (ΔL = 0 in assenza di rivestimento) e K è un termine che tiene conto in maniera globale della trasmissione laterale a partire dalla massa del solaio nudo e dalla massa media delle strutture laterali.

I valori di K sono riportati nella tabella che segue.

Massa per unità di area del solaio di separazione	Massa media per unità di area degli elementi laterali omogenei non ricoperti con rivestimenti supplementari kg/m²								
kg/m²	100	150	200	250	300	350	400	450	500
100	1	0	0	0	0	0	0	0	0
150	1	1	0	0	0	0	0	0	0
200	2	1	1	0	0	0	0	0	0
250	2	1	1	1	0	0	0	0	0
300	3	2	1	1	1	0	0	0	0
350	3	2	1	1	1	1	0	0	0
400	4	2	2	1	1	1	1	0	0
450	4	3	2	2	1	1	1	1	1
500	4	3	2	2	1	1	1	1	1
600	5	4	3	2	2	1	1	1	1
700	5	4	3	3	2	2	1	1	1
800	6	4	4	3	2	2	2	1	1
900	6	5	4	3	3	2	2	2	2

Tabella 3.3 – Termine di correzione K per la trasmissione laterale, in dB

Per solai omogenei con massa superficiale *m'* fra 100 kg/m² e 600 kg/m², vale la seguente espressione per $L_{n,w}$:

$L_{n,w} = 164 - 35 \log (m')$ *(dB)*

La prestazione acustica di un rivestimento per solai (pavimento galleggiante), ΔL, è funzione della rigidità dinamica superficiale s' dello strato elastico inserito sotto la pavimentazione e dipende dalla frequenza di risonanza del sistema pavimento - strato elastico - solaio.

La rigidità dinamica superficiale dello strato è data dalla somma della rigidità superficiale s_s del materiale che costituisce la struttura dello strato elastico e della rigidità superficiale del gas racchiuso nelle cavità s_a.

Il metodo di calcolo dipende dalla posizione dello strato isolante, che può essere applicato superiormente al solaio o essere interno ad esso (pavimento galleggiante).

Nel caso di pavimenti galleggianti con massetto in calcestruzzo è possibile impiegare la seguente equazione:

$$\Delta L = 30 \lg\left(\frac{f}{f_0}\right) \text{ (dB)}$$

dove:

- f è la frequenza centrale del terzo di ottava considerato (Hz);
- f_0 è la frequenza di risonanza (Hz) ottenibile mediante la seguente equazione:

$$f_0 = 160\sqrt{\left(\frac{s'}{m'}\right)} \text{ (Hz)}$$

dove:

- s' è la rigidità dinamica dello strato elastico (MN/m^3);
- m'_1 è la massa superficiale dello strato di rivestimento (kg/m^2);

Le equazioni riportate sono valide all'interno del campo di frequenze $f_0 < f < 4f_0$.

L'indice di valutazione della riduzione di livello di rumore da calpestio può essere calcolato in base alle formule sopra riportate, utilizzando come valore della frequenza il valore di 500 Hz.

3.4 Impianti tecnologici a funzionamento continuo e discontinuo

Gli impianti tecnologici causano rumori di tipo aereo e vibrazioni strutturali.

Il controllo del rumore generato dagli impianti si effettua limitandone le interazioni con il resto delle strutture dell'edificio.

Considerata la diversa natura degli impianti che trovano alloggiamento in un edificio, i modelli previsionali che ne descrivono il comportamento acustico sono complicati dall'elevato numero di variabili coinvolte.

L'unico modo per semplificare la valutazione previsionale è quello di considerare i vari impianti in maniera indipendente, rendendo però sostanzialmente non verosimili i risultati ottenuti dall'analisi.

In questa sede si forniscono anche indicazioni per la scelta di materiali acusticamente efficienti e per la corretta posa degli stessi.

4. SOLUZIONI TECNICHE OGGETTO DI VALUTAZIONE

A partire dalle indicazioni fornite dai Progettisti, sono state individuate le seguenti tipologie di materiali e soluzioni che sono essi stessi oggetto di verifica, che sono semplicemente coinvolte nella valutazione delle strutture ad esse adiacenti e che sono state, in generale, oggetto di progetto acustico volto al rispetto della normativa vigente.
Di seguito si elencano le soluzioni e le relative prestazioni acustiche reperite attraverso certificati di prove in laboratorio su campioni simili o, in mancanza di questi, stimate attraverso relazioni empiriche, a partire dalle quali sono state effettuate le verifiche previsionali dei requisiti acustici passivi riportate nel **Capitolo 5** della presente relazione tecnica.

4.1 Solai

4.1.1 Solaio interno piano terra

Il pacchetto di solaio utilizzato al piano terra (tra negozi e parcheggi) è composto, a partire dall'intradosso, come segue:

1. Soletta in calcestruzzo, spessore 35 cm e densità 2400 kg/m^3, massa superficiale 840 kg/m^3;
2. Pannello in polistirene EPS tipo STYRODUR, spessore 12 cm e densità 50 kg/m^3;
3. Massetto alleggerito armato tipo POLIBETON, spessore 12 cm e densità 600 kg/m^3;
4. Massetto di allettamento, spessore 2 cm e densità 1800 kg/m^3;
5. Pietra naturale, spessore 4 cm e densità 2000 kg/m^3.

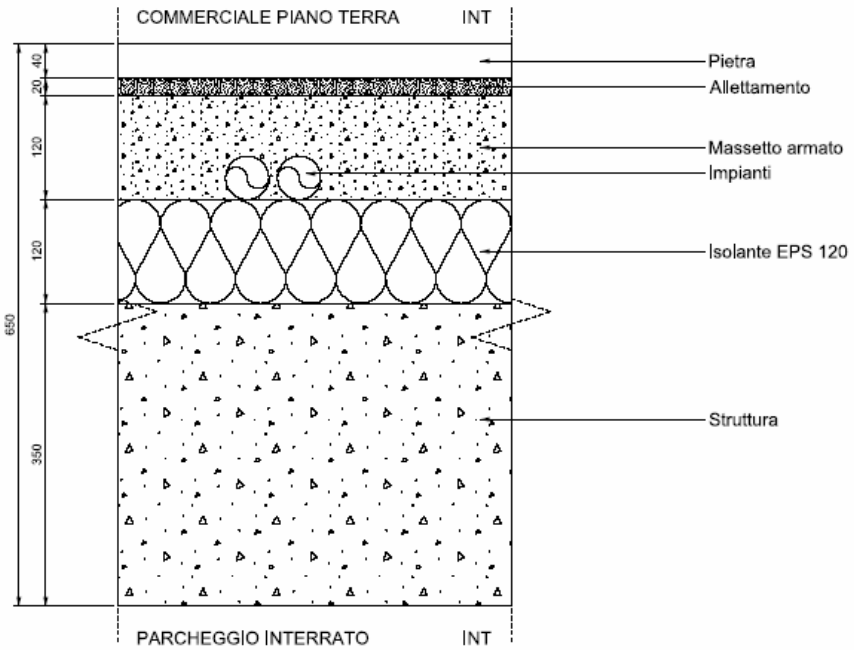


Figura 4.1 – Stratigrafia del solaio piano terra

4.1.2 Solaio piano primo

Il pacchetto di solaio utilizzato al piano primo è composto, a partire dall'intradosso, come segue:

1. Controsoffitto (a carico del gestore);
2. Intercapedine d'aria, spessore 80 cm;
3. Solaio predalles 4+22+4, spessore 30 cm e massa superficiale 385 kg/m^2;
4. Massetto alleggerito tipo POLIBETON, spessore 6.5 cm e densità 600 kg/m^3;
5. Materassino anticalpestio tipo Isolmant Monoplus, spessore 6 mm;
6. Massetto non alleggerito, spessore non inferiore a 5 cm e densità non inferiore a 1800 kg/m^3.
7. Piastrelle di ceramica, spessore 1 cm.

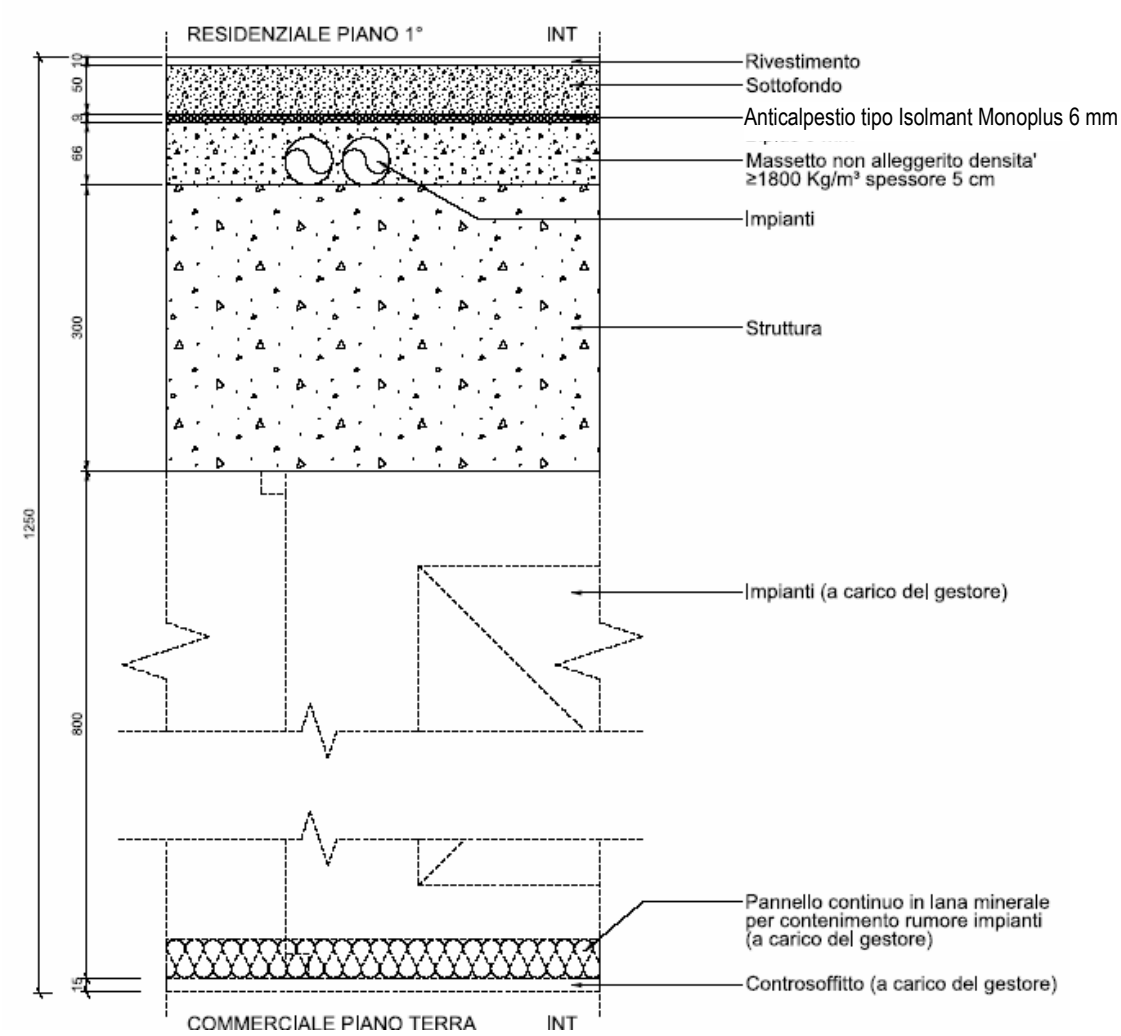


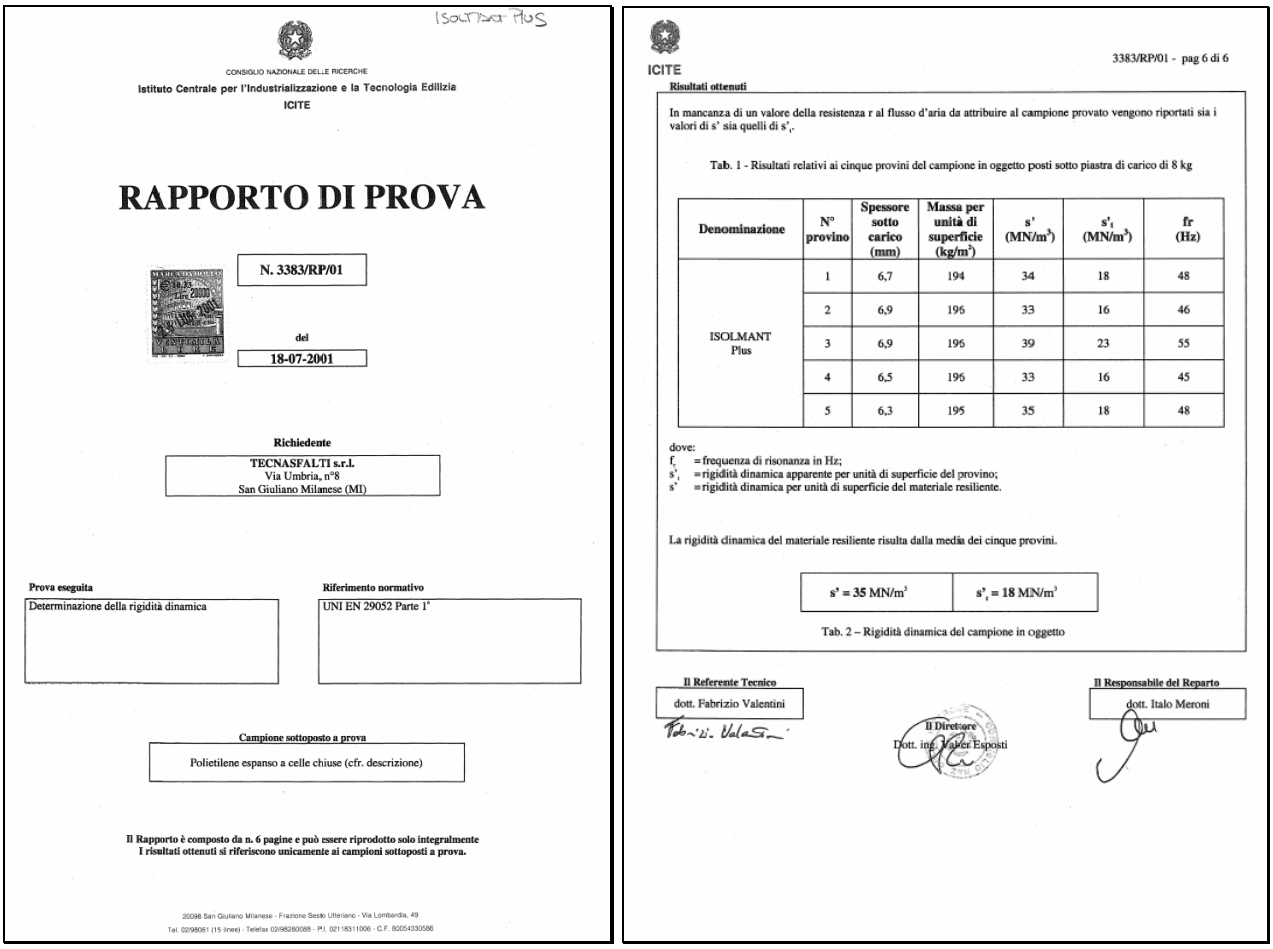
Figura 4.2 – Stratigrafia del solaio piano primo

Il materiale elastico scelto in fase di Progetto Esecutivo è tipo ISOLMANT MONOPLUS di spessore pari a circa 6 mm. Si tratta di uno strato resiliente fornito di battentatura adesiva in polietilene reticolato fisicamente, espanso a celle chiuse, accoppiato sul lato superiore a speciale tessuto serigrafato con funzione anti-lacerazione.

La rigidità dinamica certificata in laboratorio dichiarata dal Produttore relativa a questo prodotto è pari a:

s' = 60 MN/m³

Rapporto di prova n° 3383/RP/01 del 18/07/2001 dell'ICITE (v. **figura 4.3**)



ISOLMANT Plus

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
Istituto Centrale per l'Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia
ICITE

RAPPORTO DI PROVA

N. 3383/RP/01

del 18-07-2001

Richiedente
TECNASFALTI s.r.l.
Via Umbria, n°8
San Giuliano Milanese (MI)

Prova eseguita: Determinazione della rigidità dinamica

Riferimento normativo: UNI EN 29052 Parte 1°

Campione sottoposto a prova: Polietilene espanso a celle chiuse (cfr. descrizione)

Il Rapporto è composto da n. 6 pagine e può essere riprodotto solo integralmente
I risultati ottenuti si riferiscono unicamente ai campioni sottoposti a prova.

20098 San Giuliano Milanese - Frazione Sesto Ulteriano - Via Lombardia, 49
Tel. 02/98061 (15 linee) - Telefax 02/98280088 - P.I. 02118311006 - C.F. 80054330586

ICITE

3383/RP/01 - pag 6 di 6

Risultati ottenuti

In mancanza di un valore della resistenza r al flusso d'aria da attribuire al campione provato vengono riportati sia i valori di s' sia quelli di s'_t.

Tab. 1 - Risultati relativi ai cinque provini del campione in oggetto posti sotto piastra di carico di 8 kg

Denominazione	N° provino	Spessore sotto carico (mm)	Massa per unità di superficie (kg/m²)	s' (MN/m³)	s'_t (MN/m³)	fr (Hz)
ISOLMANT Plus	1	6,7	194	34	18	48
	2	6,9	196	33	16	46
	3	6,9	196	39	23	55
	4	6,5	196	33	16	45
	5	6,3	195	35	18	48

dove:
f_r = frequenza di risonanza in Hz;
s'_t = rigidità dinamica apparente per unità di superficie del provino;
s' = rigidità dinamica per unità di superficie del materiale resiliente.

La rigidità dinamica del materiale resiliente risulta dalla media dei cinque provini.

s' = 35 MN/m³	s'_t = 18 MN/m³

Tab. 2 – Rigidità dinamica del campione in oggetto

Il Referente Tecnico: dott. Fabrizio Valentini

Il Direttore: Dott. ing. Valter Esposti

Il Responsabile del Reparto: dott. Italo Meroni

Figura 4.3 – Certificato di laboratorio della rigidità dinamica, s' (MN/m³), del materassino anticalpestio ISOLMANT MONOPLUS, spessore 6 mm

Il valore certificato in laboratorio di attenuazione del rumore da calpestio dichiarato dal Produttore è pari a:

ΔL_{nw} = 26.5 dB

Rapporto di prova n° DC05/057/00 del 07/06/2000 del Laboratorio di Fisica Tecnica del CSI (v. **figura 4.4**)

- Accreditato SINAL (N° 0006) - Accreditato SINCERT (N° 032 A&B)
- Notificato CE (0407)
- Autorizzato Ministero Interno per: Resistenza e Reazione al fuoco; Estintori d'incendio
- Autorizzato Ministero Trasporti per: Caschi; Isotermia (ATP); Componenti auto
- Qualificato TÜV Rheinland per: Type Approval - GS
- Certificazione di prodotto
- Certificazione Sistemi Aziendali
- Inspection

CSI

VIALE LOMBARDIA, 20
20021 BOLLATE (MI)

TELEFONO 02 38330.1
TELEFAX 02 3503940
02 38330.288

LABORATORIO: **COSTRUZIONI** SETTORE: **FISICA TECNICA**

RAPPORTO DI PROVA
(Testing report)

Pag. 1
di/*of*
pag. 5

N°**DC05/057/00** Data: 07/06/00

IDENTIFICAZIONE E DESCRIZIONE DEL CAMPIONE:

PANNELLO denominato "ISOLMANT PLUS" con spessore 5 mm in polietilene reticolato fisicamente (posto inferiormente), accoppiato a tessuto non tessuto di 200 g (posto superiormente).

DATI IDENTIFICATIVI DEL CLIENTE:

Spett.le
TECNOASFALTI s.r.l.
Via Umbria, 8
20298 SAN GIULIANO MIL.SE (MI)

PROGETTO
PROVA UFFICIALE SECONDO NORMA:
ISOLAMENTO ACUSTICO AL CALPESTIO - UNI EN ISO 717/2-97 - ISO 140/6-98

DISTRIBUZIONE ESTERNA:
ORIGINALE :CLIENTE

DISTRIBUZIONE INTERNA:
COPIA:RESPONSABILE DI LABORATORIO

ENTE DI ACCREDITAMENTO:

CSI Spa - Modulo 37 - Rev 4

GRUPPO IMQ

CSI S.p.A.
SEDE LEGALE : MILANO, VIA SENATO 12
CAP. SOCIALE : Lire 1.000.000.000
P. IVA e C. FISC.: 11580160151 IT

RAPPORTO DI PROVA
(Testing report)

Pag. 4
di/*of*
pag. 5

CSI

N° **DC05/057/00** DATA: 07/06/00

LIVELLO DI PRESSIONE SONORA DI CALPESTIO NORMALIZZATO (Ln)

ELEMENTO IN PROVA: "ISOLMANT PLUS'"

Freq. (Hz)	Rumore fondo (dB)	Li (dB)	T (sec)	Ln (dB)	Li (dB)	T (sec)	Ln (dB)
SOLAIO DI PROVA IN CLS NON RICOPERTO (S)					SOLAIO DI PROVA IN CLS RICOPERTO DALL'ELEMENTO IN PROVA CON MASSETTO **(R)		
100	15,10	60,46	1,26	58,62	45,15	1,26	43,30
125	16,60	65,56	1,83	62,10	53,10	1,83	49,63
160	17,20	70,06	1,85	66,54	51,94	1,85	48,43
200	7,30	66,36	1,21	64,70	47,57	1,21	45,90
250	10,20	69,56	1,34	67,45	57,48	1,34	55,37
315	8,20	69,15	1,43	66,76	61,03	1,43	58,64
400	4,50	70,86	1,46	68,38	50,55	1,46	48,06
500	1,60	68,69	1,50	66,09	45,94	1,5	43,34
630	1,10	68,91	1,30	66,93	48,55	1,3	46,57
800	0,70	69,16	1,38	66,92	46,59	1,38	44,35
1000	1,10	68,82	1,22	67,11	35,75	1,22	34,05
1250	2,00	68,97	1,20	67,34	41,44	1,2	39,81
1600	2,40	68,62	1,11	67,22	36,22	1,11	34,93
2000	3,10	68,12	1,13	66,75	34,92	1,13	33,55
2500	3,90	66,74	1,05	65,69	35,45	1,05	34,40
3150	4,70	64,57	1,02	63,65	29,49	1,02	28,56
4000	5,50	61,01	0,95	60,39	28,07	0,95	27,45
5000	6,10	56,49	0,83	56,45	20,86	0,83	20,83
dB(A)	15,40	78,43	1,28	76,52	57,41	1,28	55,50

Indici: solaio vuoto (S) Lnw_O= 72,0 dB solaio rivestito** (R) Lnw = 45,5 dB

** Il solaio è rivestito con: "ISOLMANT PLUS'" con Massetto
Il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato (Ln) è stato calcolato per mezzo della seguente relazione :

Ln = Li - 10 Log(Ao x T /0.16 x v) Dove :

Li = Livello medio di pressione sonora misurato in terzi di ottava nell'ambiente di ricezione
T = Tempo medio di riverberazione espresso in secondi, misurato nell'ambiente di ricezione.
Ao= Area di assorbimento acustico equivalente = m^2 10

V = Volume dell'ambiente di ricezione = m^3 51,5

Miglioramento dovuto al rivestimento : $\Delta L = Lnw_O - Lnw$ = 26,5 dB

CSI Spa - Modulo 38 - Rev 4

GRUPPO IMQ

Figura 4.4 – Certificato di laboratorio dell'attenuazione del rumore da calpestio, ΔL_w (dB), del materassino anticalpestio ISOLMANT MONOPLUS, spessore 6 mm

Anche se il controsoffitto risulta a carico del gestore, in questa sede pare opportuno dare indicazioni sulle caratteristiche atte a conseguire un sufficiente isolamento acustico, alla luce del fatto che nell'intercapedine potrebbe verificarsi il passaggio di impianti, sempre a carico del gestore, potenzialmente rumorosi.

Di seguito si riporta la descrizione di un esempio di controsoffitto fonoassorbente e fonoisolante (v. **figura 4.5**):

1. Pendini antivibranti;
2. Orditura metallica;
3. Pannello fonoassorbente tipo Isolmant Polifibre;
4. Lastra di cartongesso, spessore 12.5 mm;
5. Strato massivo tipo Isolmant Piombo;
6. Lastra di cartongesso di tipo assorbente, spessore 12.5 mm;
7. Strato elastica tipo Isolmant, spessore 4 mm e densità 50 kg/m^3.

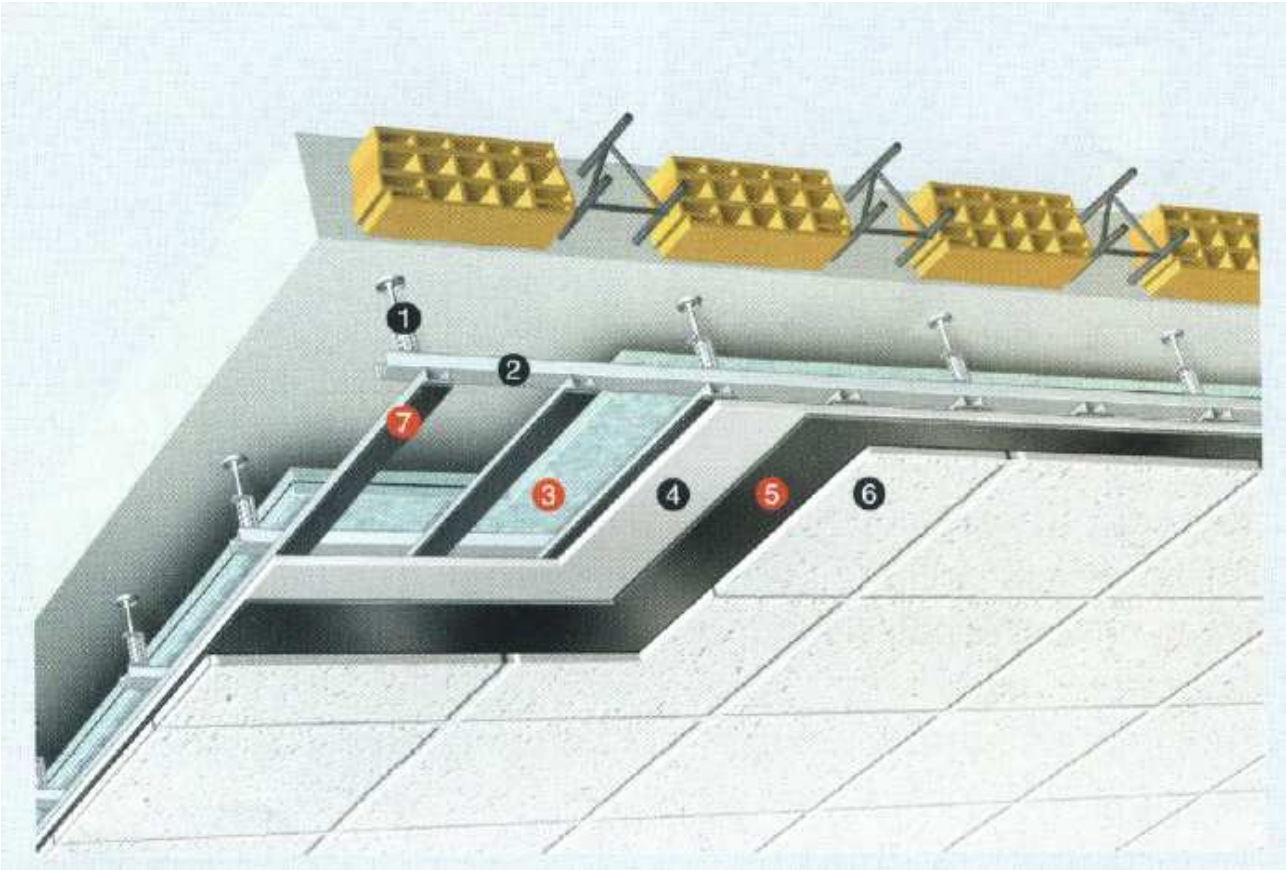


Figura 4.5 – Esempio di controsoffitto per i locali al piano terra

4.1.3 Solaio piano tipo

Il pacchetto di solaio utilizzato al piano tipo è composto, a partire dall'intradosso, come segue:

1. Intonaco calce e cemento, spessore 1.5 cm;
2. Solaio bausta 25+5, spessore 30 cm e massa 360 kg/m^2;
3. Massetto alleggerito tipo Polibeton, spessore 6.5 cm e densità 600 kg/m^3;
4. Materassino anticalpestio tipo ISOLMANT MONOPLUS, spessore 6 mm (per la descrizione dettagliata del prodotto si veda il **paragrafo 4.1.2**);
5. Massetto non alleggerito, spessore non inferiore a 5 cm e densità non inferiore a 1800 kg/m^3;
6. Piastrelle di ceramica, spessore 1 cm.

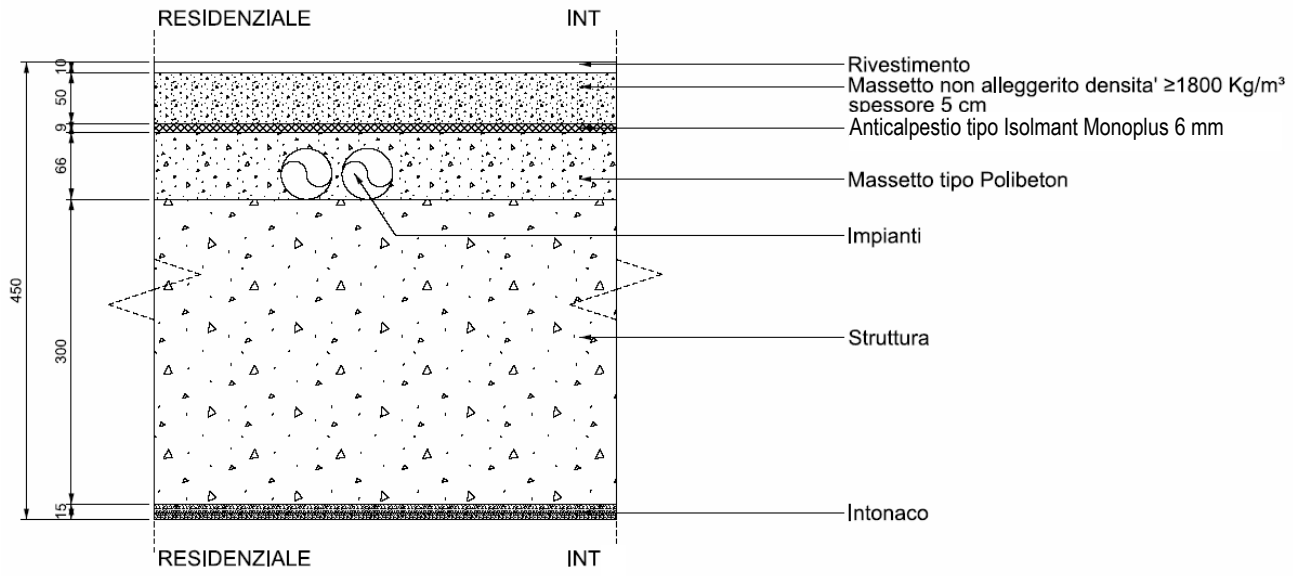


Figura 4.6 – Stratigrafia del solaio piano tipo

Nelle parti comuni dell'edificio (vano scale, disimpegni, ecc.) in cui è prevista la presenza di un controsoffitto per il passaggio degli impianti è consigliabile impiegare un controsoffitto con caratteristiche fonoassorbenti. Ciò al fine di limitare un eccessivo riverbero tipico degli ambienti di volumetria non trascurabile e, nel contempo, caratterizzati da superfici dure e riflettenti quali i vani scala. Tempi di riverbero elevati potrebbero essere causa di disturbo per gli alloggi in quanto amplificano il livello di rumore prodotto in tali spazi.

4.1.4 Solaio esterno piano 6

Il pacchetto di solaio utilizzato al piano attico, sulla porzione verso l'esterno, è composto, a partire dall'intradosso, come segue:

1. Intonaco calce e cemento, spessore 1.5 cm e densità 1800 kg/m^3;
2. Solaio bausta 25+5, spessore 30 cm e massa superficiale 360 kg/m^2;
3. Barriera al vapore;
4. Polistirene EPS tipo STYRODUR, spessore 12 cm e densità 50 kg/m^3;
5. Massetto per le pendenze, spessore minimo 80 mm e densità 600 kg/m^3;
6. Guaina impermeabile;
7. Materassino anticalpestio tipo ISOLMANT MONOPLUS, spessore 6 mm (per la descrizione dettagliata del prodotto si veda il **paragrafo 4.1.2**);
8. Massetto di allettamento, spessore non inferiore a 5 cm e densità non inferiore a 1800 kg/m^3;
9. Piastrelle in ceramica, spessore 1 cm e densità 1900 kg/m^3.

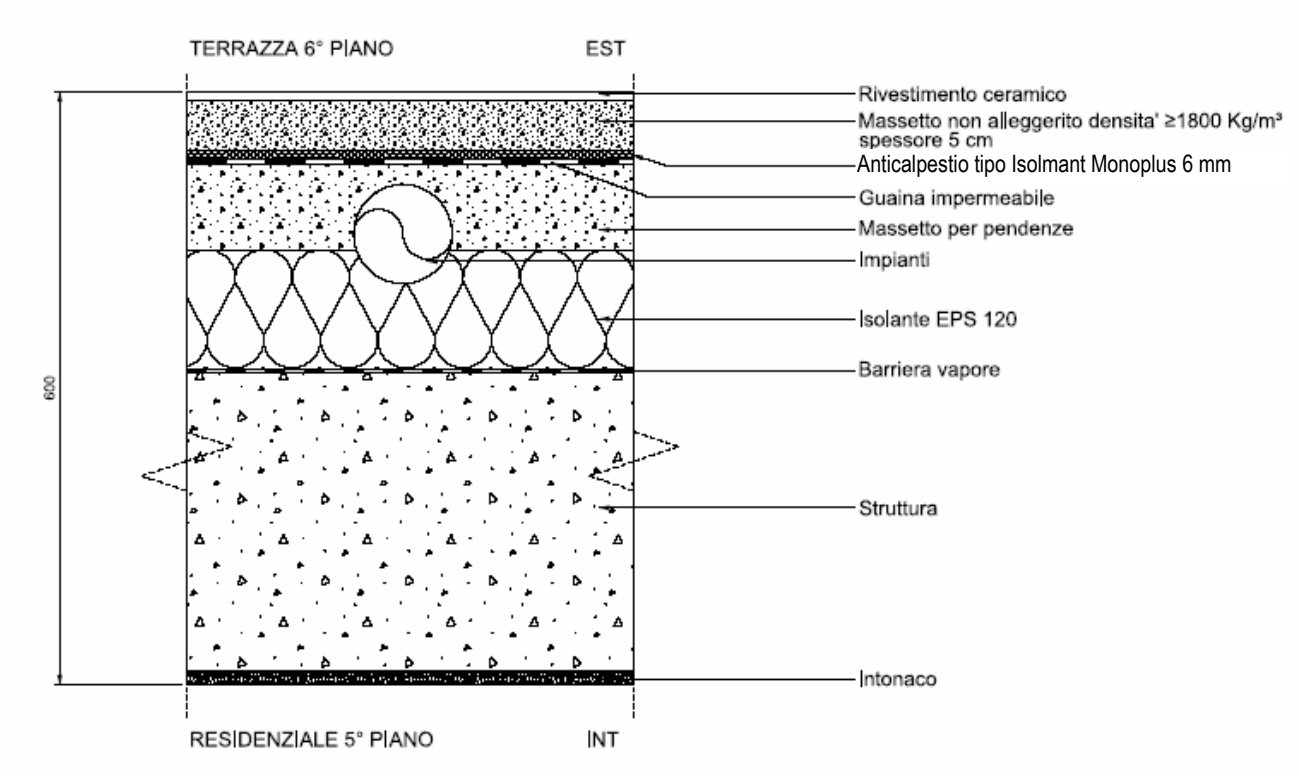


Figura 4.7 – Stratigrafia del solaio esterno piano 6

4.1.5 Solaio interno piano 6

Il pacchetto di solaio utilizzato al piano attico verso l'interno è composto, a partire dall'intradosso, come segue:

1. Intonaco calce e cemento, spessore 1.5 cm e densità 1800 kg/m^3;
2. Solaio bausta 25+5, spessore 30 cm e massa superficiale 360 kg/m^2;
3. Barriera al vapore;
4. Massetto alleggerito tipo Polibeton, spessore 21.6 cm e densità 600 kg/m^3;
5. Materassino anticalpestio tipo ISOLMANT MONOPLUS, spessore 6 mm (per la descrizione dettagliata del prodotto si veda il **paragrafo 4.1.2**);
6. Massetto di allettamento, spessore non inferiore a 5 cm e densità non inferiore a1800 kg/m^3;
7. Piastrelle in ceramica, spessore 1 cm.

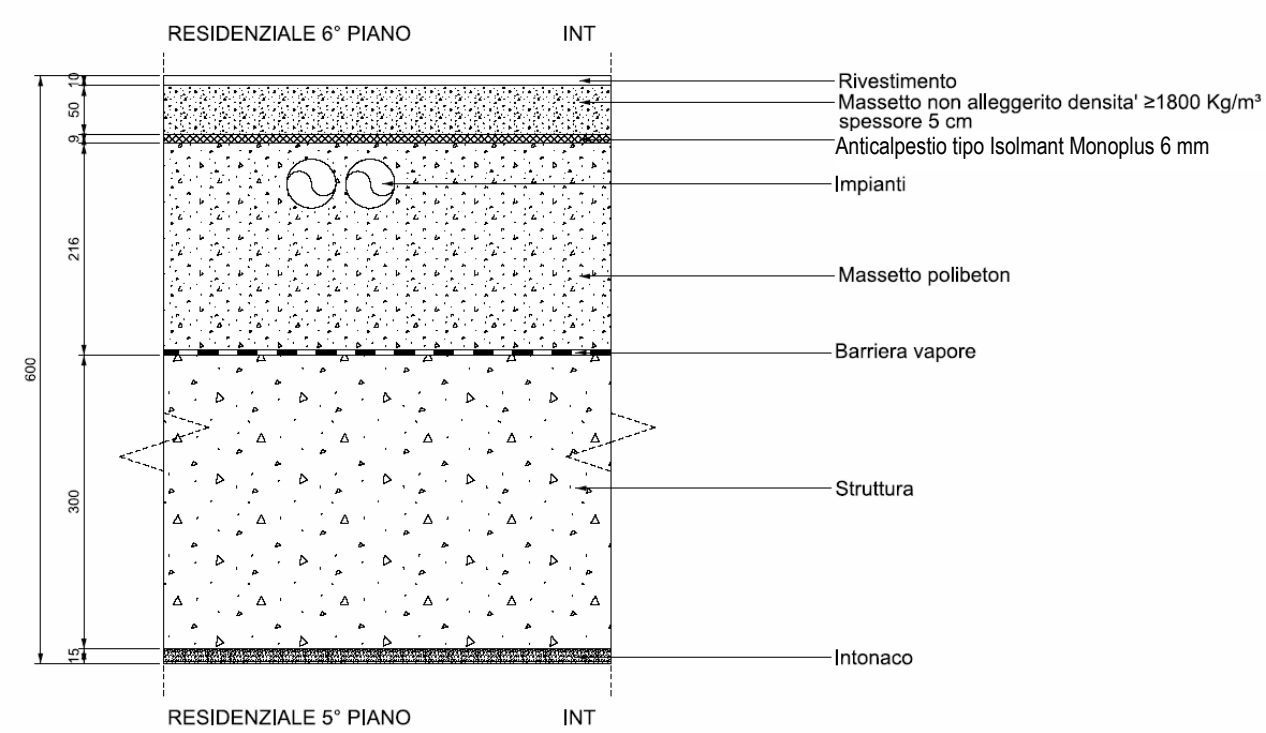


Figura 4.8 – Stratigrafia del solaio interno piano 6

4.1.6 Solaio di copertura

Il pacchetto di solaio utilizzato in copertura è composto, a partire dall'intradosso, come segue:

1. Pannello di cartongesso, spessore 12.5 mm e densità 750 kg/m^3;
2. Pannelli semirigidi di fibra minerale, spessore 7 cm e densità 55 kg/m^3;
3. Intercapedine d'aria, spessore 28 cm;
4. Lamiera grecata e getto in cls con rete, spessore 10 cm e densità 2200 kg/m^3, massa superficiale 220 kg/m^2;
5. Barriera al vapore;
6. Pannello in polistirene EPS tipo STYRODUR, spessore 5 cm e densità 50 kg/m^3;
7. Massetto per le pendenze, spessore 14 cm e densità 1800 kg/m^3;
8. Guaina impermeabile, spessore 1 cm.

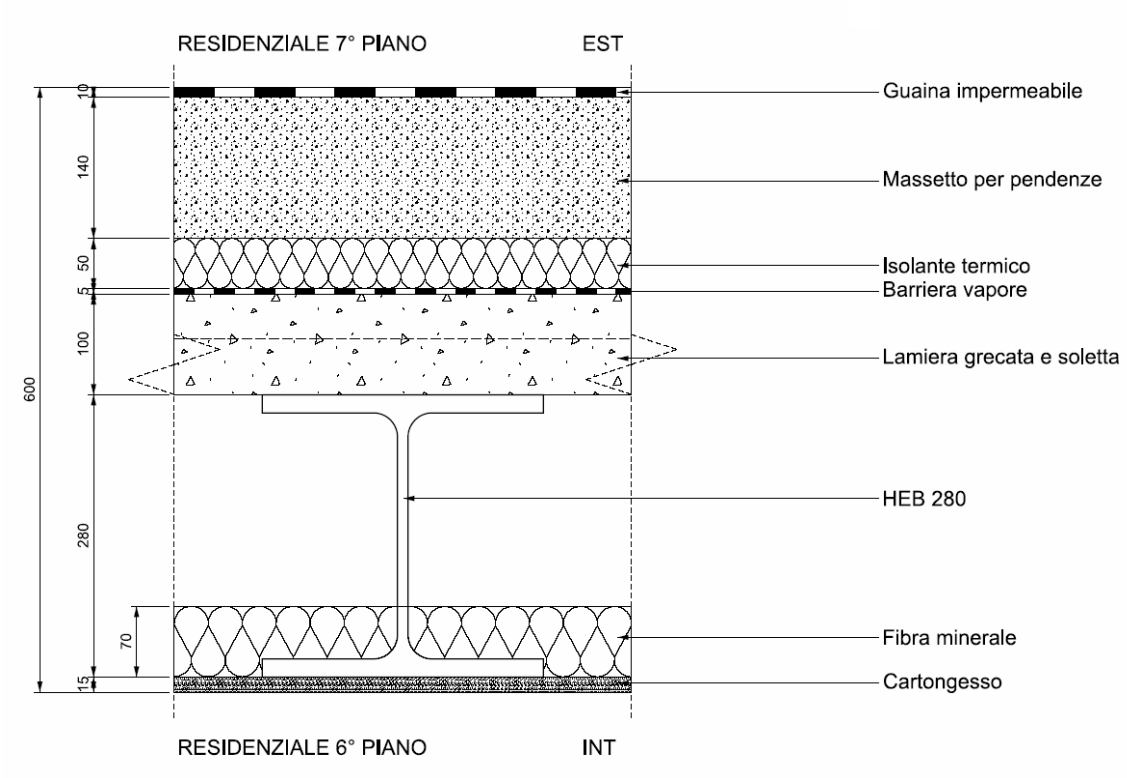


Figura 4.9 – Stratigrafia del solaio di copertura

Per il controsoffitto valgono le indicazioni date al **paragrafo 4.1.2**.

4.2 Pareti interne

4.2.1 Parete tra unità distinte

La parete che divide due unità immobiliari distinte è in muratura a doppio tavolato in laterizio porizzato per uno spessore complessivo pari a 28.5 cm, costituita da:

1) intonaco, spessore 1.5 cm;
2) strato di mattoni porizzati spessore 8 cm, dimensioni 8x45x25 cm, densità apparente 800 kg/m^3, percentuale di foratura <45% in opera e giunti maschio-femmina, posati con asse dei fori verticale e legati con giunti orizzontali continui in malta cementizia e giunti verticali tra elemento ed elemento con almeno un centimetro di malta;
3) pannello in lana di roccia ad alta densità tipo ROCKWOOL 388, con leganti a base di resina formo fenolica termoindurente, rivestito da uno strato di bitume protetto da un film di polipropilene, densità 157 kg/m^3 e spessore 4 cm;
4) intonaco, spessore 1.5 cm;
5) strato di mattoni porizzati spessore 12 cm, dimensioni 12x45x25 cm, densità apparente 800 kg/m^3, percentuale di foratura <45% in opera e giunti maschio-femmina, posati con asse

dei fori verticale e legati con giunti orizzontali continui in malta cementizia e giunti verticali tra elemento ed elemento con almeno un centimetro di malta;

6) intonaco, spessore 1.5 cm.

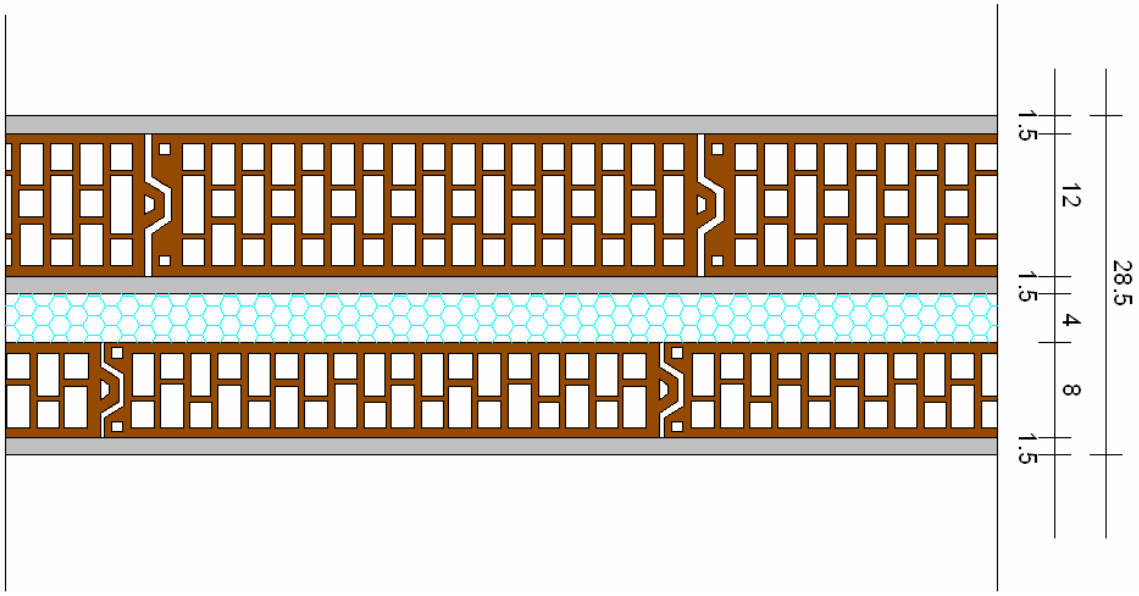


Figura 4.10 – Sezione orizzontale della parete che divide due unità immobiliari distinte

I tavolati della muratura devono essere sconnessi dal solaio inferiore mediante l'interposizione di strati elastici caratterizzati da uno spessore almeno pari a 6 mm, bassa rigidità dinamica e larghezza uguale allo spessore totale del tramezzo, intonaco incluso (ad esempio fascia taglia-parete tipo AKUSTRIP o prodotti similari).

Per disaccoppiare tali tavolati dall'intradosso del solaio superiore e dalle pareti laterali è consigliabile usare una malta cementizia elastica vibrosmorzante (ad esempio *FONOPLAST* della INDEX o prodotti similari).

N.B. Poiché si tratta di una parete la cui prestazione acustica è fortemente influenzata dalla posa in opera è importante che gli strati di intonaco siano effettivamente continui e con gli spessori almeno pari a quelli sopra indicati, e che vi sia una sconnessione dalle strutture laterali mediante l'interposizione di materiale elastico posto lungo i bordi dei tavolati come prima descritto(v. **figura 4.11**).

La posa in opera deve essere fatta seguendo le indicazioni riportate al **Capitolo 6.**

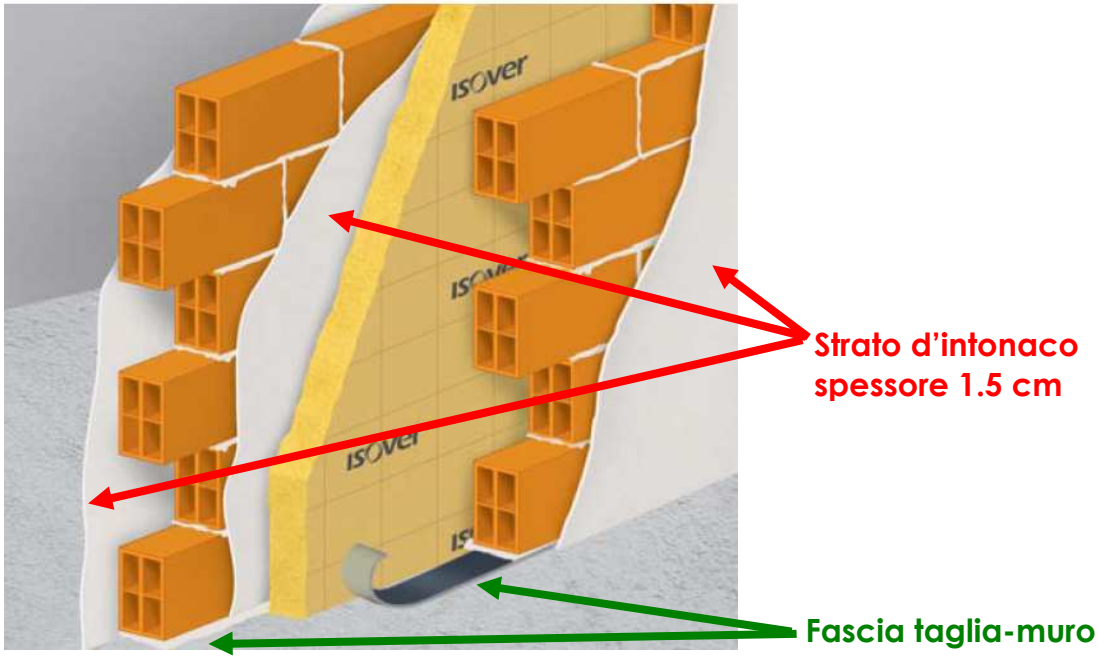


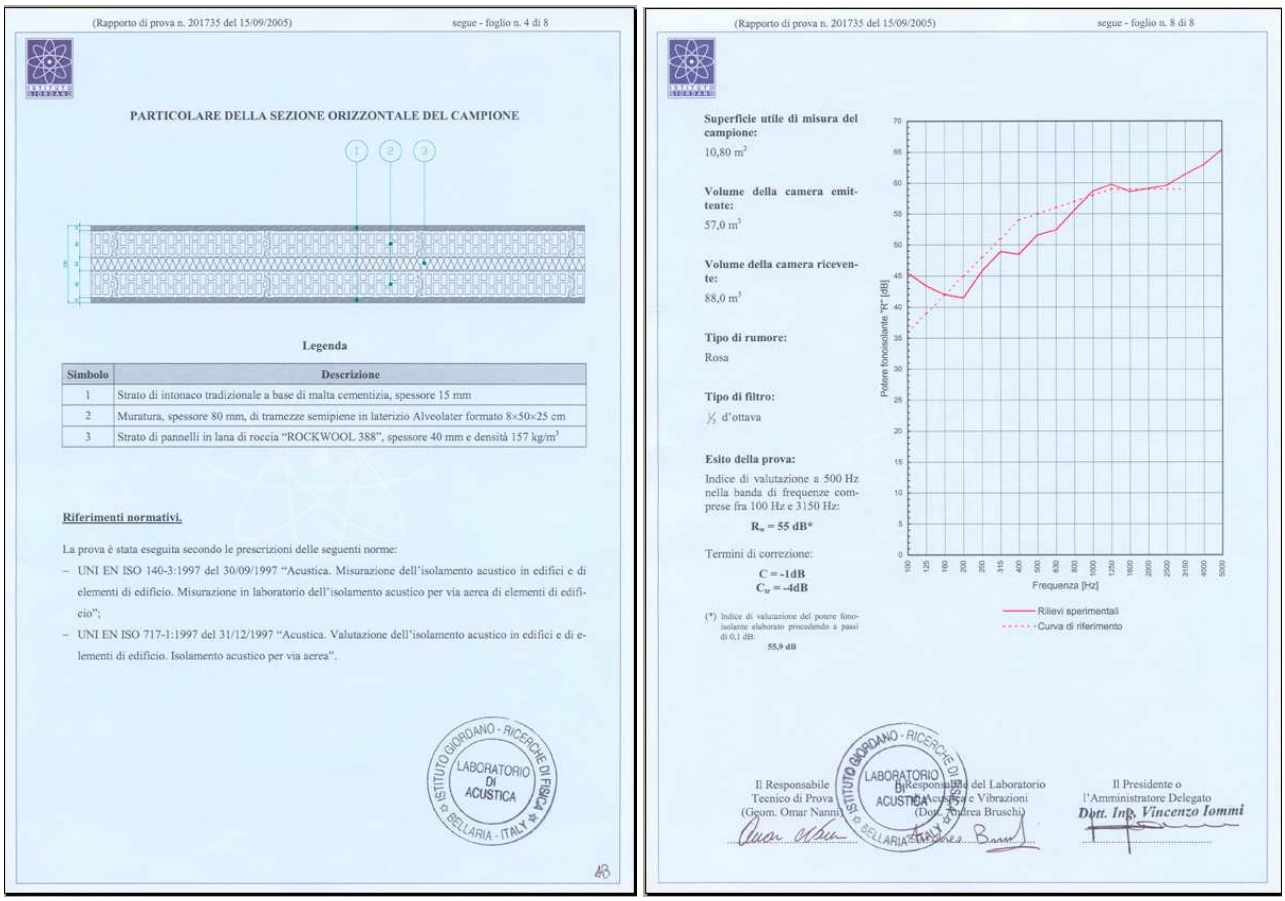
Figura 4.11 – Esempio di posa della banda resiliente

Di seguito si riporta la prestazione di laboratorio di una parete con il medesimo materiale isolante in intercapedine, ma con due soli strati di intonaco e due tramezzi tipo Alveolater di spessore 8 cm. Su tale parete è stato realizzato un impianto elettrico composto da una traccia di lunghezza 4 m chiusa con malta e una scatola porta-frutti di dimensioni 105x75 mm, con una presa, un interruttore ed uno spazio vuoto opportunamente chiuso.

In questa configurazione per la parete in esame l'indice di valutazione del potere fonoisolante misurato in laboratorio è risultato pari a:

R_w = 55 dB

Rapporto di prova n° 201735 del 15/09/05 dell'Istituto Giordano (v. **figura 4.12**).



(Rapporto di prova n. 201735 del 15/09/2005) segue - foglio n. 4 di 8

PARTICOLARE DELLA SEZIONE ORIZZONTALE DEL CAMPIONE

Legenda

Simbolo	Descrizione
1	Strato di intonaco tradizionale a base di malta cementizia, spessore 15 mm
2	Muratura, spessore 80 mm, di tramezze semipiene in laterizio Alveolater formato 8×50×25 cm
3	Strato di pannelli in lana di roccia "ROCKWOOL 388", spessore 40 mm e densità 157 kg/m³

Riferimenti normativi.

La prova è stata eseguita secondo le prescrizioni delle seguenti norme:
- UNI EN ISO 140-3:1997 del 30/09/1997 "Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di elementi di edificio";
- UNI EN ISO 717-1:1997 del 31/12/1997 "Acustica. Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento acustico per via aerea".

ISTITUTO GIORDANO - RICERCHE DI FISICA - LABORATORIO DI ACUSTICA - BELLARIA - ITALY

(Rapporto di prova n. 201735 del 15/09/2005) segue - foglio n. 8 di 8

Superficie utile di misura del campione: 10,80 m²

Volume della camera emittente: 57,0 m³

Volume della camera ricevente: 88,0 m³

Tipo di rumore: Rosa

Tipo di filtro: ⅓ d'ottava

Esito della prova: Indice di valutazione a 500 Hz nella banda di frequenze comprese fra 100 Hz e 3150 Hz: R_w = 55 dB*

Termini di correzione: C = -1dB, C_{tr} = -4dB

(*) Indice di valutazione del potere fonoisolante elaborato procedendo a passi di 0,1 dB: 55,9 dB

Potere fonoisolante "R" [dB]

Frequenza [Hz]

Rilievi sperimentali

Curva di riferimento

Il Responsabile Tecnico di Prova (Geom. Omar Nanni)

Il Responsabile del Laboratorio Acustica e Vibrazioni (Dott. Andrea Bruschi)

Il Presidente o l'Amministratore Delegato Dott. Ing. Vincenzo Iommi

Figura 4.12 – Certificato di laboratorio relativo ad una parete 8+8 con la lana di roccia tipo ROCKWOOL 388 nell'intercapedine e presenza di un impianto elettrico

La massa superficiale della parete è circa pari a:

M' = 318 kg/m²

4.2.2 Parete tra cucine alloggi tipo A

La parete che divide le cucine degli alloggi tipo A è stata migliorata attraverso l'inserimento di un altro tramezzo in blocchi di laterizio forato, spessore 8 cm, e un altro pannello in lana minerale, spessore 4 cm, per uno spessore complessivo di 40 cm. La parete in esame risulta costituita da:

1) intonaco, spessore 1.5 cm;
2) strato di mattoni forati spessore 8 cm, dimensioni 8x25x25 cm, posati con asse dei fori orizzontali e legati con giunti orizzontali continui in malta cementizia e giunti verticali tra elemento ed elemento con almeno un centimetro di malta;
3) pannello in lana di roccia ad alta densità tipo ROCKWOOL 388, con leganti a base di resina formo fenolica termoindurente, rivestito da uno strato di bitume protetto da un film di polipropilene, densità 157 kg/m³ e spessore 4 cm;
4) intonaco in sabbia/cemento, senza velo di finitura, spessore 1.5 cm;
5) strato di mattoni porizzati spessore 12 cm, dimensioni 12x45x25 cm, densità apparente 800 kg/m³, percentuale di foratura <45% in opera e giunti maschio-femmina, posati con asse

dei fori verticale e legati con giunti orizzontali continui in malta cementizia e giunti verticali tra elemento ed elemento con almeno un centimetro di malta;

6) pannello in lana di roccia ad alta densità tipo ROCKWOOL 388, con leganti a base di resina formo fenolica termoindurente, rivestito da uno strato di bitume protetto da un film di polipropilene, densità 157 kg/m^3 e spessore 4 cm;
7) strato di mattoni forati spessore 8 cm, dimensioni 8x25x25 cm, posati con asse dei fori orizzontali e legati con giunti orizzontali continui in malta cementizia e giunti verticali tra elemento ed elemento con almeno un centimetro di malta;
8) intonaco, spessore 1.5 cm.

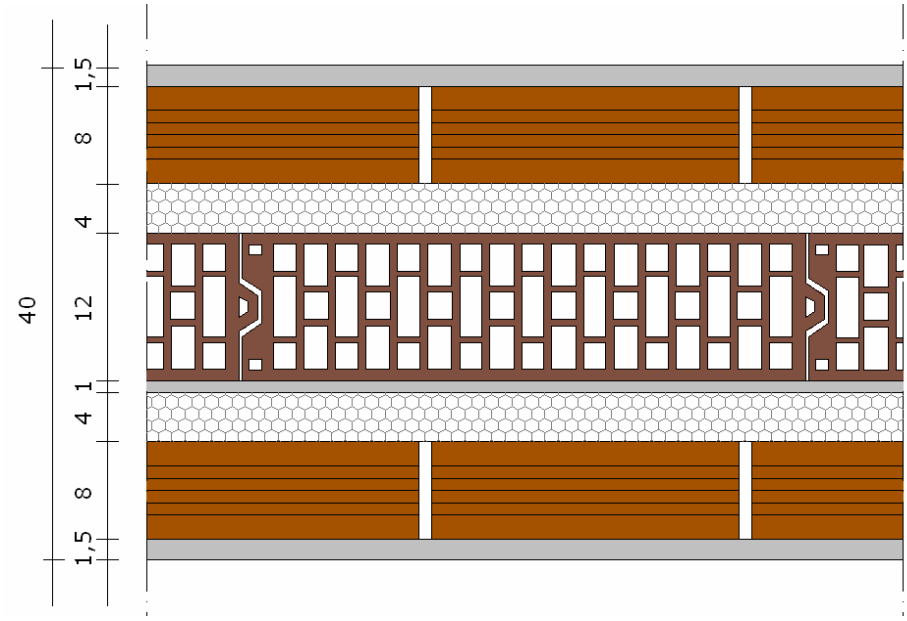


Figura 4.13 – Sezione orizzontale della parete tra le cucine degli alloggi tipo A

I tavolati della muratura devono essere sconnessi dal solaio inferiore mediante l'interposizione di strati elastici caratterizzati da uno spessore almeno pari a 6 mm, bassa rigidità dinamica e larghezza uguale allo spessore totale del tramezzo, intonaco incluso (ad esempio fascia taglia-parete tipo AKUSTRIP o prodotti similari).

Per disaccoppiare tali tavolati dall'intradosso del solaio superiore e dalle pareti laterali è consigliabile usare una malta cementizia elastica vibrosmorzante (ad esempio *FONOPLAST* della INDEX o prodotti similari).

N.B. Poiché si tratta di una parete la cui prestazione acustica è fortemente influenzata dalla posa in opera è importante che gli strati di intonaco siano effettivamente continui e con gli spessori almeno pari a quelli sopra indicati, e che vi sia una sconnessione dalle strutture laterali mediante l'interposizione di materiale elastico posto lungo i bordi dei tavolati come prima descritto(v. **figura 4.11**).

La posa in opera deve essere fatta seguendo le indicazioni riportate al **Capitolo 6.**

In mancanza della prestazione acustica certificata relativa a tale parete si farà riferimento cautelativamente alla prestazione certificata in laboratorio relativa alla parete presa come

riferimento al paragrafo precedente che considera due tramezzi e un'intercapedine con materiale fonoassorbente:

R_w = 55 dB

Rapporto di prova n° 201735 del 15/09/05 dell'Istituto Giordano (v. **figura 4.12**).

La massa superficiale della parete in esame è circa pari a:

M' = 350 kg/m^2

4.2.3 Parete tra camere da letto contrapposte

La parete che divide le camere da letto contrapposte, in considerazione del fatto che potrebbe essere indebolita su entrambi i lati e negli stessi punti dal passaggio degli impianti elettrici è stata migliorata attraverso la realizzazione su entrambi i lati di una controparete su orditura metallica completamente scollegata dalla parete in muratura,

Il passaggio degli impianti dovrà avvenire nello spessore delle contropareti senza interessare in alcun modo la parete in muratura.

La parete in esame, dello spessore complessivo pari a 28 cm, risulta costituita da:

- Lastra in gesso-fibra tipo Knauf VIDIWALL, spessore 12.5 mm e massa superficiale 15 kg/m^3;
- Lastra di cartongesso, spessore 12.5 mm e massa superficiale 10 kg/m^3;
- Pannello di lana minerale, spessore 40 mm e densità 40 kg/m^3;
- Intonaco spessore 1.5 cm;
- Strato di mattoni porizzati spessore 8 cm, dimensioni 8x45x25 cm, densità apparente 800 kg/m^3, percentuale di foratura <45% in opera e giunti maschio-femmina, posati con asse dei fori verticale e legati con giunti orizzontali continui in malta cementizia e giunti verticali tra elemento ed elemento con almeno un centimetro di malta;
- Intonaco spessore 1.5 cm;
- Pannello di lana minerale, spessore 40 mm e densità 40 kg/m^3;
- Lastra di cartongesso, spessore 12.5 mm e massa superficiale 10 kg/m^3;
- Lastra in gesso-fibra tipo Knauf VIDIWALL, spessore 12.5 mm e massa superficiale 15 kg/m^3.

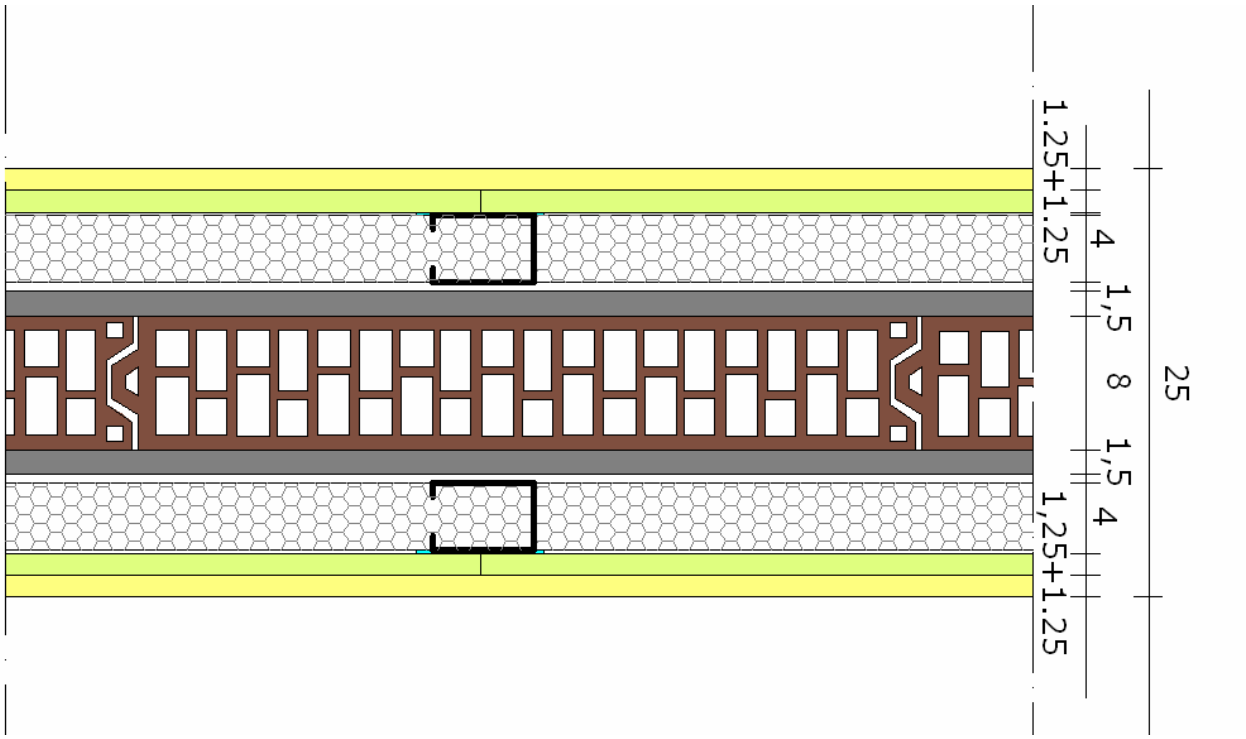


Figura 4.14 – Sezione orizzontale della parete tra camere da letto contrapposte

Se posta sul lato esterno la lastra di cartongesso tipo VIDIWALL necessita di rasatura, mentre ciò non accade per le lastre di cartongesso di tipo tradizionale.

D'altro canto, grazie alla composizione speciale e all'alta resistenza, le lastre tipo VIDIWALL sono caratterizzate da un'elevata resistenza meccanica e superficiale.

In mancanza della prestazione acustica certificata relativa a tale parete si farà riferimento cautelativamente alla prestazione certificata in laboratorio relativa ad una parete con blocchi forati di spessore 8 cm non intonacati su cui viene realizzata una doppia controparete costituita da orditura metallica, lana minerale di spessore 40 mm e densità 40 kg/m^3, e una lastra di cartongesso su ogni lato.

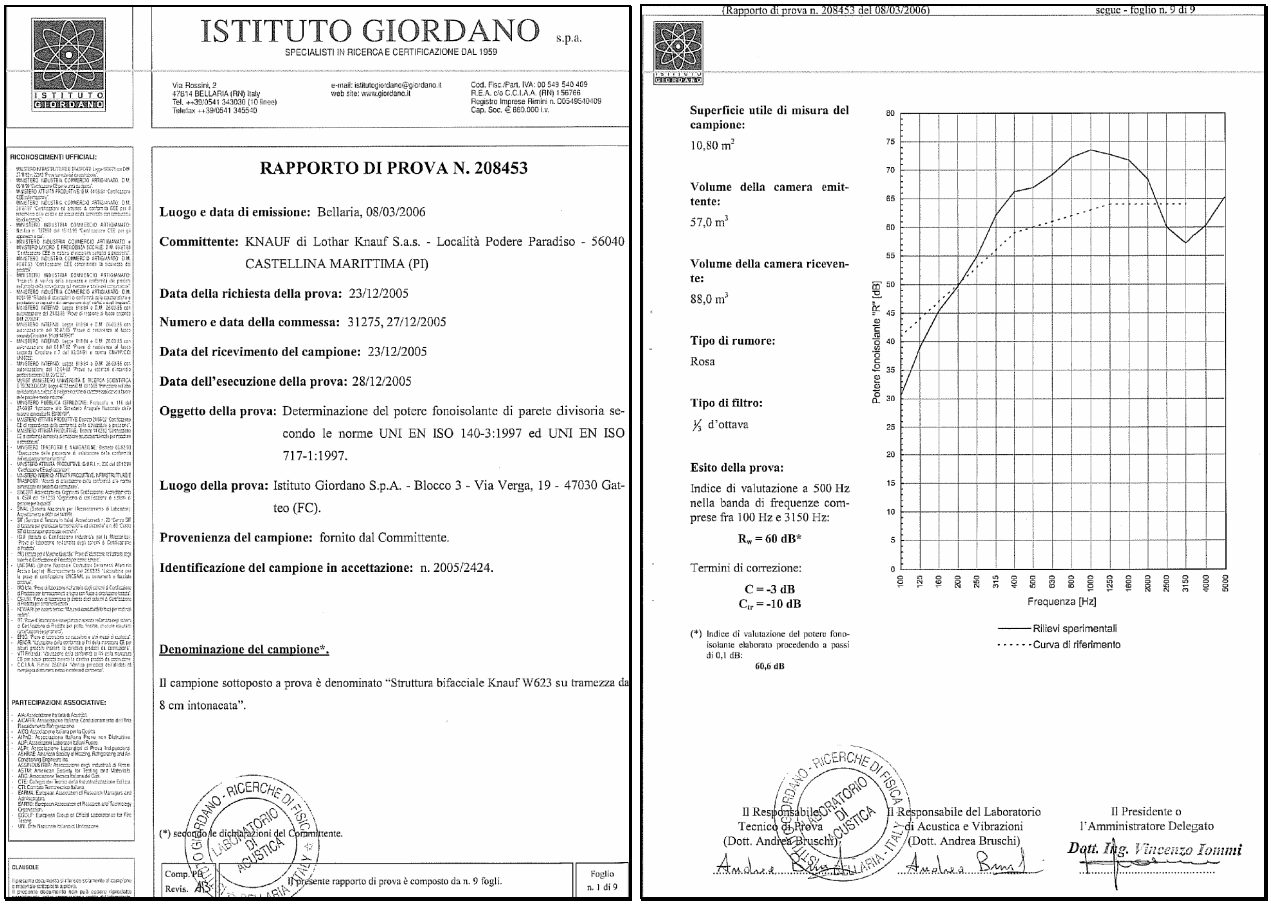
La prestazione certificata in laboratorio relativa alla parete appena descritta risulta pari a:

R_w = 60 dB

Rapporto di prova n° 208453 del 28/12/2005 dell'Istituto Giordano (v. **figura 4.15**).

La massa superficiale della parete è circa pari a:

M' = 140 kg/m^2



ISTITUTO GIORDANO s.p.a.
SPECIALISTI IN RICERCA E CERTIFICAZIONE DAL 1959

Via Rossini, 2
47814 BELLARIA (RN) Italy
Tel. ++39/0541 343030 (10 lines)
Telefax ++39/0541 345540

e-mail: istitutogiordano@giordano.it
web site: www.giordano.it

Cod. Fisc./Part. IVA: 00 549 540 409
R.E.A. c/o C.C.I.A.A. (RN) 156766
Registro Imprese Rimini n. 00549540409
Cap. Soc. € 860.000 i.v.

RICONOSCIMENTI UFFICIALI:

PARTECIPAZIONI ASSOCIATIVE:

CLAUSOLE

RAPPORTO DI PROVA N. 208453

Luogo e data di emissione: Bellaria, 08/03/2006

Committente: KNAUF di Lothar Knauf S.a.s. - Località Podere Paradiso - 56040 CASTELLINA MARITTIMA (PI)

Data della richiesta della prova: 23/12/2005

Numero e data della commessa: 31275, 27/12/2005

Data del ricevimento del campione: 23/12/2005

Data dell'esecuzione della prova: 28/12/2005

Oggetto della prova: Determinazione del potere fonoisolante di parete divisoria secondo le norme UNI EN ISO 140-3:1997 ed UNI EN ISO 717-1:1997.

Luogo della prova: Istituto Giordano S.p.A. - Blocco 3 - Via Verga, 19 - 47030 Gatteo (FC).

Provenienza del campione: fornito dal Committente.

Identificazione del campione in accettazione: n. 2005/2424.

Denominazione del campione*.

Il campione sottoposto a prova è denominato "Struttura bifacciale Knauf W623 su tramezza da 8 cm intonacata".

(*) secondo le dichiarazioni del Committente.

Comp. Pia.
Revis.

Il presente rapporto di prova è composto da n. 9 fogli.

Foglio n. 1 di 9

(Rapporto di prova n. 208453 del 08/03/2006) segue - foglio n. 9 di 9

Superficie utile di misura del campione:
10,80 m²

Volume della camera emittente:
57,0 m³

Volume della camera ricevente:
88,0 m³

Tipo di rumore:
Rosa

Tipo di filtro:
⅓ d'ottava

Esito della prova:
Indice di valutazione a 500 Hz nella banda di frequenze comprese fra 100 Hz e 3150 Hz:

R_w = 60 dB*

Termini di correzione:

C = -3 dB
C_{tr} = -10 dB

(*) Indice di valutazione del potere fonoisolante elaborato procedendo a passi di 0,1 dB:
60,6 dB

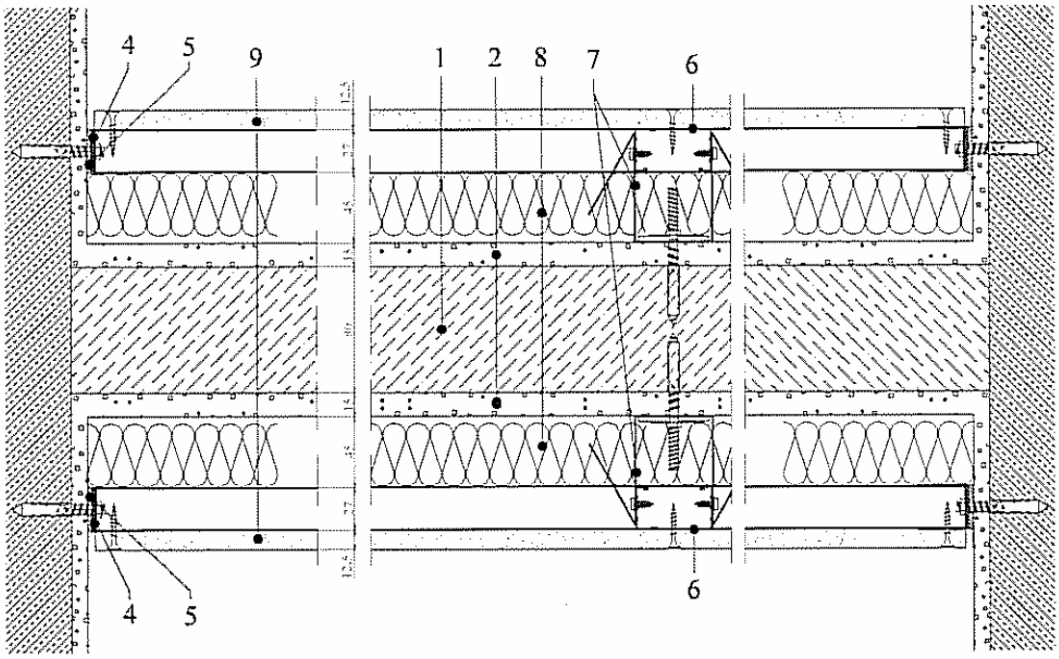
Potere fonoisolante "R" [dB]
Frequenza [Hz]
Rilievi sperimentali
Curva di riferimento

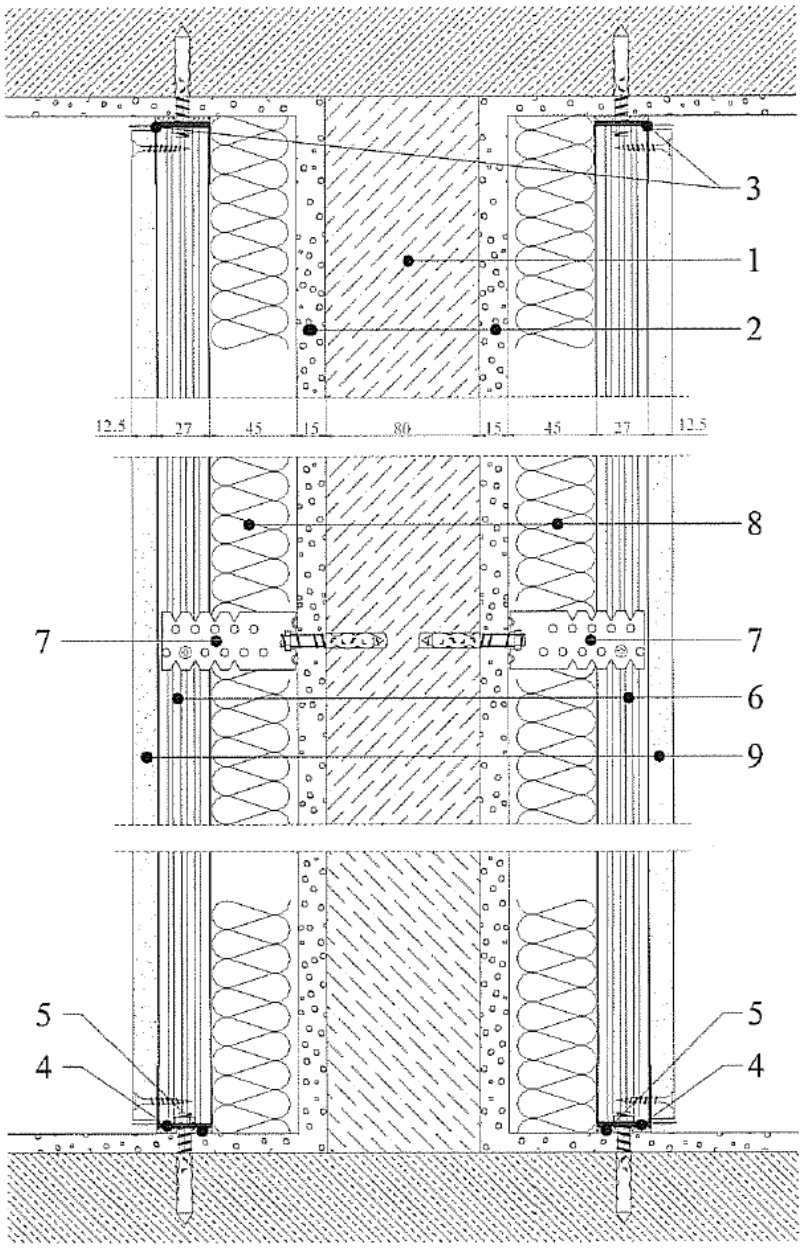
Il Responsabile Tecnico di Prova (Dott. Andrea Bruschi)
Il Responsabile del Laboratorio di Acustica e Vibrazioni (Dott. Andrea Bruschi)
Il Presidente o l'Amministratore Delegato Dott. Ing. Vincenzo Iommi

Figura 4.15 – Certificato di laboratorio relativo ad una parete analoga a quella tra camere da letto contrapposte

Di seguito si riportano i particolari esecutivi corretti finalizzati alla riduzione della trasmissione sonora.

SEZIONE ORIZZONTALE DEL CAMPIONE





Legenda

Simbolo	Descrizione
1	Muratura, spessore 80 mm, realizzata con blocchi forati in laterizio posati con asse dei fori orizzontale e legati con giunti orizzontali e verticali continui in malta cementizia
2	Strato d'intonaco tradizionale a base di malta cementizia, spessore nominale 15 mm
3	Guida orizzontale "Knauf" in acciaio zincato a forma di "U", sezione 30 × 27 mm e spessore 0,6 mm
4	Sigillante "Knauf Trennwandkitt"
5	Nastro di guarnizione isolante
6	Montante "Knauf" in acciaio zincato a forma di "C", sezione 50 × 27 mm e spessore 0,6 mm
7	Distanziatore universale "Knauf"
8	Lana minerale, spessore 40 mm e densità 40 kg/m^3
9	Lastra in gesso rivestito "Knauf A (GKB)", spessore 12,5 mm

Figura 4.16 – Sezione orizzontale e verticale della parete che divide due camere da letto contrapposte

4.2.4 Parete verso interni non riscaldati

La parete che divide gli interni riscaldati da quelli non riscaldati, per uno spessore complessivo di 32.5 cm, risulta costituita da:

1) intonaco, spessore 1.5 cm;
2) strato di mattoni porizzati spessore 12 cm, dimensioni 12x45x25 cm, densità apparente 800 kg/m^3, percentuale di foratura <45% in opera e giunti maschio-femmina, posati con asse dei fori verticale e legati con giunti orizzontali continui in malta cementizia e giunti verticali tra elemento ed elemento con almeno un centimetro di malta;
3) intonaco, spessore 1.5 cm;
4) isolante termico spessore 8 cm;
5) strato di mattoni porizzati spessore 8 cm, dimensioni 8x45x25 cm, densità apparente 800 kg/m^3, percentuale di foratura <45% in opera e giunti maschio-femmina, posati con asse dei fori verticale e legati con giunti orizzontali continui in malta cementizia e giunti verticali tra elemento ed elemento con almeno un centimetro di malta;
6) intonaco, spessore 1.5 cm.

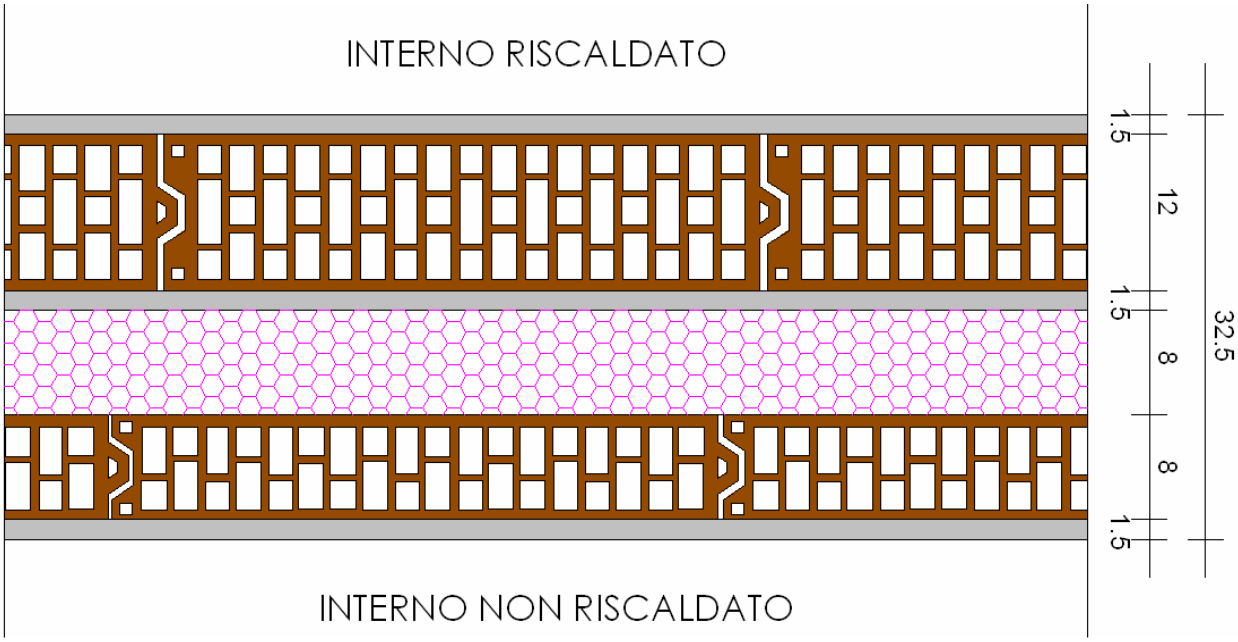


Figura 4.17 – Sezione orizzontale della parete che divide gli interni riscaldati da quelli non riscaldati

I tavolati della muratura devono essere sconnessi dal solaio inferiore mediante l'interposizione di strati elastici caratterizzati da uno spessore almeno pari a 6 mm, bassa rigidità dinamica e larghezza uguale allo spessore totale del tramezzo, intonaco incluso (ad esempio fascia taglia-parete tipo AKUSTRIP o prodotti similari).

Per disaccoppiare tali tavolati dall'intradosso del solaio superiore e dalle pareti laterali è consigliabile usare una malta cementizia elastica vibrosmorzante (ad esempio *FONOPLAST* della INDEX o prodotti similari).

N.B. Poiché si tratta di una parete la cui prestazione acustica è fortemente influenzata dalla posa in opera è importante che gli strati di intonaco siano effettivamente continui e con gli spessori almeno pari a quelli sopra indicati, e che vi sia una sconnessione dalle strutture laterali mediante l'interposizione di materiale elastico posto lungo i bordi dei tavolati come prima descritto(v. **figura 4.11**).

La posa in opera deve essere fatta seguendo le indicazioni riportate al **Capitolo 6.**

La massa superficiale della parete è circa pari a:

M' = 318 kg/m^2

Per la prestazione acustica, poiché tale parete è del tutto analoga alla parete descritta al **paragrafo 4.2.1**, si fa riferimento alla prestazione certificata di quest'ultima.

4.2.5 Tramezzi spessore 11 cm

I tramezzi in esame sono costituiti da foratelle, di dimensioni 25x8x25 cm, spessore 8 cm, intonacati su ambo i lati per uno spessore pari a 1.5 cm.

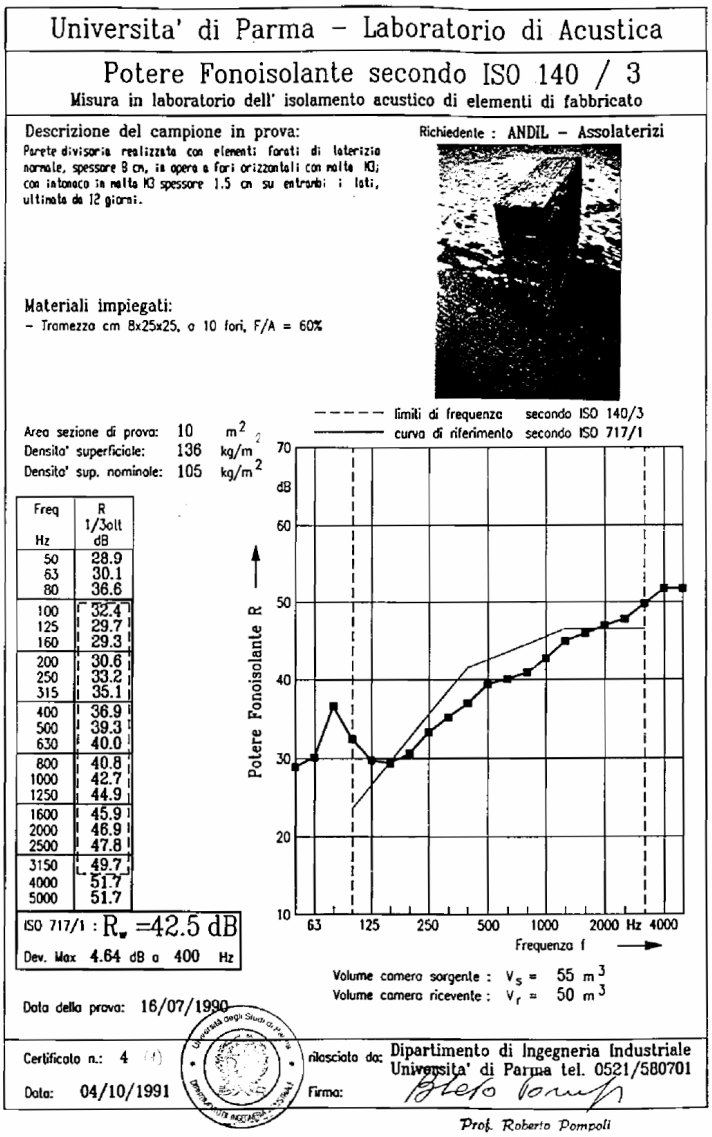
La massa superficiale di tale parete è:

M' = 136 kg/m^2

La prestazione acustica certificata in laboratorio è pari a:

R_w = 42.5 dB

Rapporto di prova n° 4 del 4/10/91 dell'Università di Parma (v. **figura 4.18**).



Universita' di Parma – Laboratorio di Acustica

Potere Fonoisolante secondo ISO 140 / 3

Misura in laboratorio dell' isolamento acustico di elementi di fabbricato

Descrizione del campione in prova:

Parete divisoria realizzata con elementi forati di laterizio normale, spessore 8 cm, in opera a fori orizzontali con malta M3; con intonaco in malta M3 spessore 1.5 cm su entrambi i lati, ultimata da 12 giorni.

Richiedente : ANDIL – Assolaterizi

Materiali impiegati:

– Tramezza cm 8x25x25, a 10 fori, F/A = 60%

Area sezione di prova: 10 m^2

Densita' superficiale: 136 kg/m^2

Densita' sup. nominale: 105 kg/m^2

Freq Hz	R 1/3ott dB
50	28.9
63	30.1
80	36.6
100	32.4
125	29.7
160	29.3
200	30.6
250	33.2
315	35.1
400	36.9
500	39.3
630	40.0
800	40.8
1000	42.7
1250	44.9
1600	45.9
2000	46.9
2500	47.8
3150	49.7
4000	51.7
5000	51.7

ISO 717/1 : R_w =42.5 dB

Dev. Max 4.64 dB a 400 Hz

Volume camera sorgente : V_s = 55 m^3

Volume camera ricevente : V_r = 50 m^3

Data della prova: 16/07/1990

Certificato n.: 4

Data: 04/10/1991

rilasciato da: Dipartimento di Ingegneria Industriale Universita' di Parma tel. 0521/580701

Firma:

Prof. Roberto Pompoli

Figura 4.18 – Certificato della prestazione acustica relativa alla parete 01.13

N.B. Poiché si tratta di una parete la cui prestazione acustica è fortemente influenzata dalla posa in opera è importante che gli strati di intonaco abbiano tutti lo spessore di 1.5 cm, come sopra indicato, e che vi sia una sconnessione su tutto il perimetro da tutte le strutture laterali mediante interposizione di materiale elastico caratterizzato da uno spessore almeno pari a 6 mm, bassa rigidità dinamica e larghezza uguale allo spessore totale della parete, intonaco incluso (ad esempio fascia taglia-parete tipo AKUSTRIP o prodotti similari).

4.2.6 Tramezzi spessore 15 cm

I tramezzi in esame sono costituiti da foratelle, di dimensioni 25x12x25 cm, spessore 12 cm, intonacati su ambo i lati per uno spessore pari a 1.5 cm.

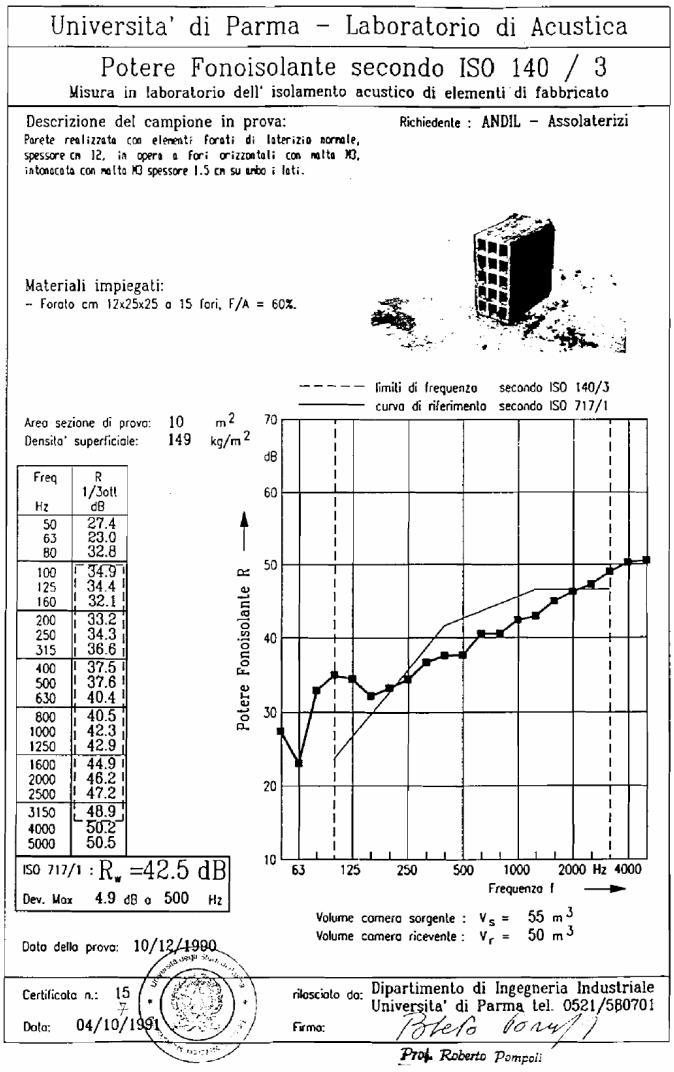
La massa superficiale di tale parete è:

M' = 149 kg/m^2

La prestazione acustica certificata in laboratorio è pari a:

R_w = 42.5 dB

Rapporto di prova n. 15 del 4/10/91 dell'Università di Parma (v. **figura 4.19**).



Universita' di Parma – Laboratorio di Acustica

Potere Fonoisolante secondo ISO 140 / 3

Misura in laboratorio dell' isolamento acustico di elementi di fabbricato

Descrizione del campione in prova: Richiedente : ANDIL – Assolaterizi

Parete realizzata con elementi forati di laterizio normale, spessore cm 12, in opera a fori orizzontali con malta MC, intonacata con malta MC spessore 1.5 cm su ambo i lati.

Materiali impiegati:
– Forato cm 12x25x25 a 15 fori, F/A = 60%.

Area sezione di prova: 10 m^2
Densita' superficiale: 149 kg/m^2

Freq Hz	R 1/3ott dB
50	27.4
63	23.0
80	32.8
100	34.9
125	34.4
160	32.1
200	33.2
250	34.3
315	36.6
400	37.5
500	37.6
630	40.4
800	40.5
1000	42.3
1250	42.9
1600	44.9
2000	46.2
2500	47.2
3150	48.9
4000	50.2
5000	50.5

ISO 717/1 : R_w =42.5 dB
Dev. Max 4.9 dB a 500 Hz

Volume camera sorgente : V_s = 55 m^3
Volume camera ricevente : V_r = 50 m^3

Data della prova: 10/12/1990

Certificato n.: 15
Data: 04/10/1991

rilasciato da: Dipartimento di Ingegneria Industriale Universita' di Parma tel. 0521/580701
Firma:
Prof. Roberto Pompoli

Figura 4.19 – Certificato della prestazione acustica relativa alla parete 01.12

N.B. Poiché si tratta di una parete la cui prestazione acustica è fortemente influenzata dalla posa in opera è importante che gli strati di intonaco abbiano tutti lo spessore di 1.5 cm, come sopra indicato, e che vi sia una sconnessione su tutto il perimetro dalle strutture laterali mediante interposizione di materiale elastico caratterizzato da uno spessore almeno pari a 6 mm, bassa rigidità dinamica e larghezza uguale allo spessore totale della parete, intonaco incluso (ad esempio fascia taglia-parete tipo AKUSTRIP o prodotti similari).

4.2.7 Cavedi impiantistici

I cavedi impiantistici presenti nell'edificio in esame sono costituiti da muratura di mattoni porizzati, spessore 8 cm, dimensione 8x50x25 cm, densità apparente 800 kg/m³, percentuale di foratura <45% in opera con asse dei fori verticale e legati con giunti orizzontali continui in malta cementizia e giunti verticali tra elemento ed elemento con almeno un centimetro di malta e utilizzando elementi integri, intonacati sul lato esterno per uno spessore di 1.5 cm.

Al fine di limitare la propagazione del rumore da questi verso gli ambienti confinanti è opportuno prevedere oltre al paramento in muratura il completo rivestimento del cavedio con materiale fonoassorbente in lana minerale ad alta densità, spessore minimo 4 cm (v. **figura 4.20**).

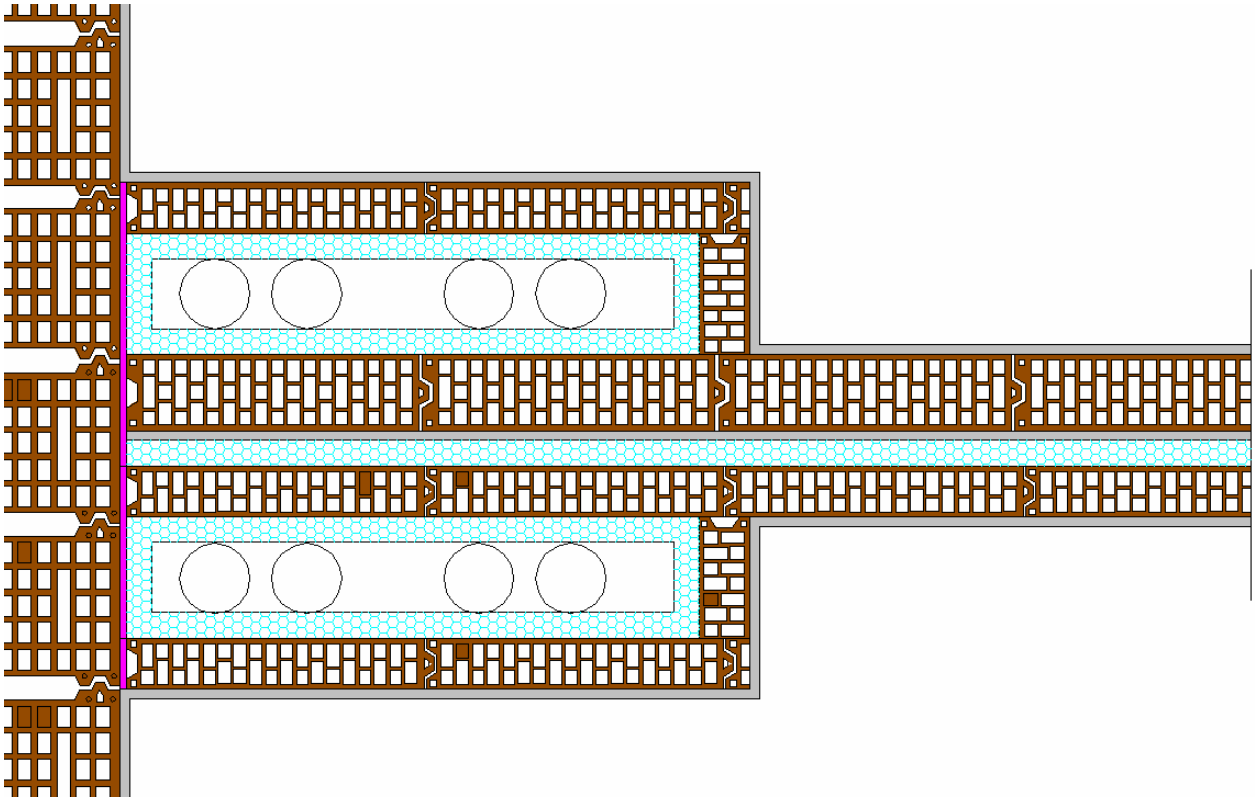


Figura 4.20 – Esempio di realizzazione dei cavedi impiantistici

4.3 Pareti di facciata

4.3.1 Parete di facciata esterna ventilata

La parete di facciata esterna ventilata è composta da una parete in blocchi in laterizio porizzato di dimensioni 25x30x25 cm, spessore 30 cm e densità apparente 700 kg/m^3, con cappotto esterno realizzato con pannello in polistirene espanso sinterizzato spessore 80 mm. La finitura esterna è del tipo a facciata ventilata in cotto tipo "Terra GROOVE" Palagio Engineering, o similari, montata "a secco" su struttura metallica dedicata fissata alle pareti dell'edificio, in modo tale da creare una camera d'aria fra il paramento esterno e la parete portante in cui si instauri una ventilazione naturale (v. **figura 4.21**).

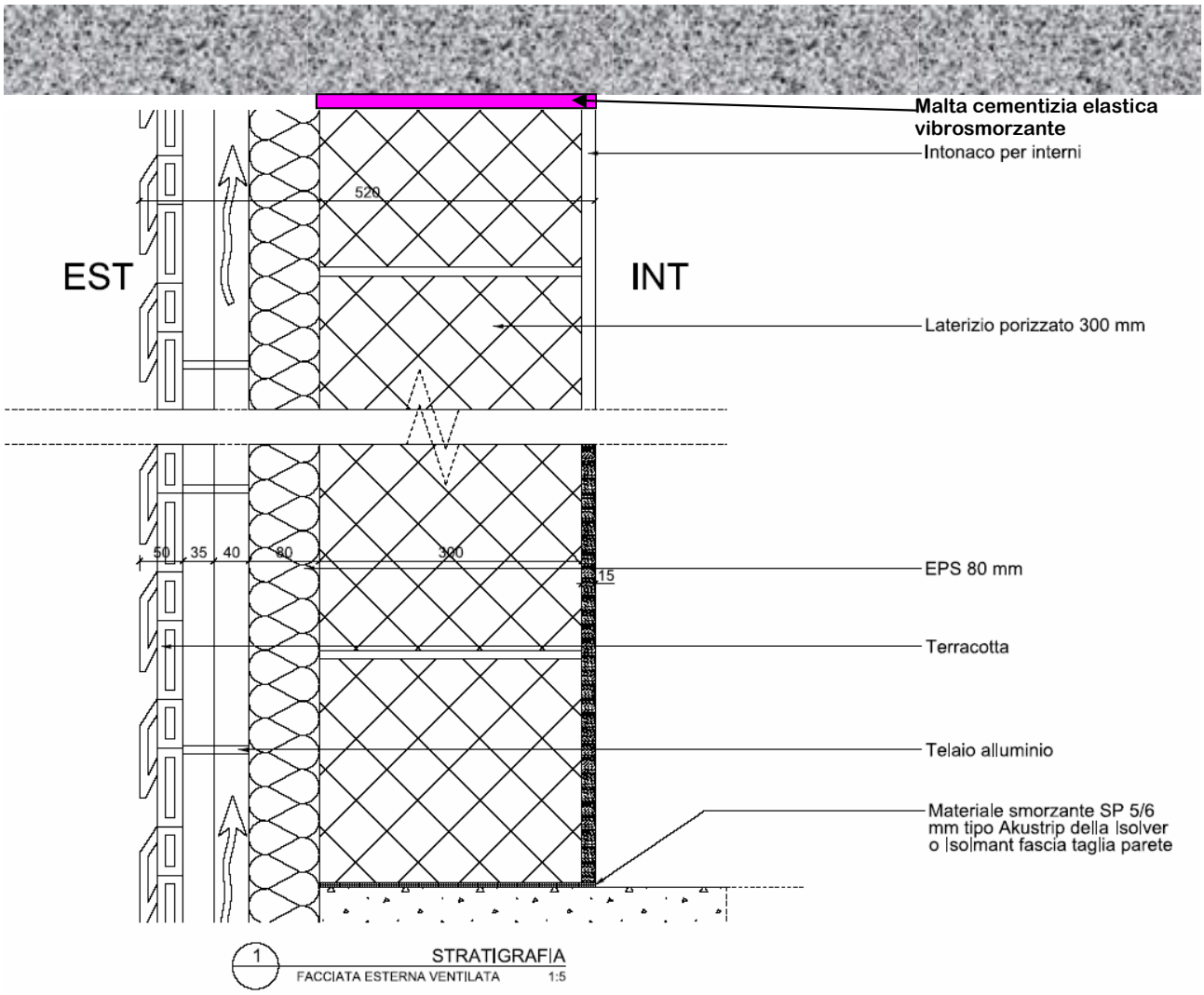


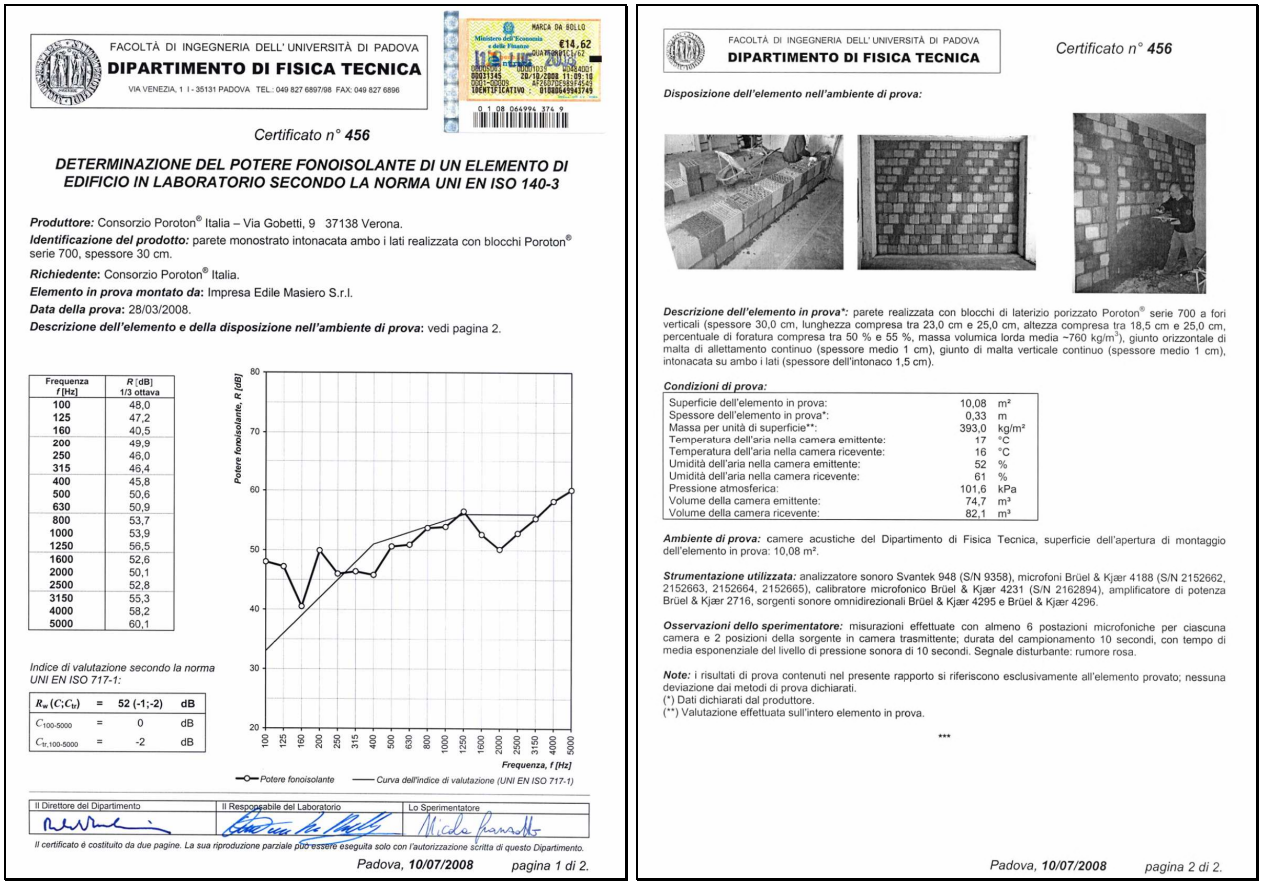
Figura 4.21 – Sezione verticale della parete di facciata esterna ventilata

Poiché la facciata ventilata ha scarsa influenza sulle prestazioni acustiche complessive si terrà conto, ai fini delle verifiche acustiche, delle sole caratteristiche prestazionali della parete in laterizio porizzato intonacato sul lato interno.

Pertanto la prestazione acustica certificata in laboratorio relativa a tale parete è la seguente:

R_w = 52 dB

Rapporto di prova n° 456 del 10/07/08 dell'Università di Padova (v. **figura 4.22**).



FACOLTÀ DI INGEGNERIA DELL' UNIVERSITÀ DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI FISICA TECNICA
VIA VENEZIA, 1 I - 35131 PADOVA TEL.: 049 827 6897/98 FAX: 049 827 6896

MARCA DA BOLLO €14,62

*Certificato n° **456***

DETERMINAZIONE DEL POTERE FONOISOLANTE DI UN ELEMENTO DI EDIFICIO IN LABORATORIO SECONDO LA NORMA UNI EN ISO 140-3

Produttore: Consorzio Poroton® Italia – Via Gobetti, 9 37138 Verona.
Identificazione del prodotto: parete monostrato intonacata ambo i lati realizzata con blocchi Poroton® serie 700, spessore 30 cm.
Richiedente: Consorzio Poroton® Italia.
Elemento in prova montato da: Impresa Edile Masiero S.r.l.
Data della prova: 28/03/2008.
Descrizione dell'elemento e della disposizione nell'ambiente di prova: vedi pagina 2.

Frequenza f [Hz]	R [dB] 1/3 ottava
100	48,0
125	47,2
160	40,5
200	49,9
250	46,0
315	46,4
400	45,8
500	50,6
630	50,9
800	53,7
1000	53,9
1250	56,5
1600	52,6
2000	50,1
2500	52,8
3150	55,3
4000	58,2
5000	60,1

Indice di valutazione secondo la norma UNI EN ISO 717-1:

$R_w(C;C_{tr})$	=	52 (-1;-2)	dB
$C_{100\text{-}5000}$	=	0	dB
$C_{tr,100\text{-}5000}$	=	-2	dB

Il Direttore del Dipartimento	Il Responsabile del Laboratorio	Lo Sperimentatore

Il certificato è costituito da due pagine. La sua riproduzione parziale può essere eseguita solo con l'autorizzazione scritta di questo Dipartimento.

*Padova, **10/07/2008*** *pagina 1 di 2.*

FACOLTÀ DI INGEGNERIA DELL' UNIVERSITÀ DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI FISICA TECNICA

*Certificato n° **456***

Disposizione dell'elemento nell'ambiente di prova:

Descrizione dell'elemento in prova*: parete realizzata con blocchi di laterizio porizzato Poroton® serie 700 a fori verticali (spessore 30,0 cm, lunghezza compresa tra 23,0 cm e 25,0 cm, altezza compresa tra 18,5 cm e 25,0 cm, percentuale di foratura compresa tra 50 % e 55 %, massa volumica lorda media ~760 kg/m³), giunto orizzontale di malta di allettamento continuo (spessore medio 1 cm), giunto di malta verticale continuo (spessore medio 1 cm), intonacata su ambo i lati (spessore dell'intonaco 1,5 cm).

Condizioni di prova:

Superficie dell'elemento in prova:	10,08	m²
Spessore dell'elemento in prova*:	0,33	m
Massa per unità di superficie**:	393,0	kg/m²
Temperatura dell'aria nella camera emittente:	17	°C
Temperatura dell'aria nella camera ricevente:	16	°C
Umidità dell'aria nella camera emittente:	52	%
Umidità dell'aria nella camera ricevente:	61	%
Pressione atmosferica:	101,6	kPa
Volume della camera emittente:	74,7	m³
Volume della camera ricevente:	82,1	m³

Ambiente di prova: camere acustiche del Dipartimento di Fisica Tecnica, superficie dell'apertura di montaggio dell'elemento in prova: 10,08 m².

Strumentazione utilizzata: analizzatore sonoro Svantek 948 (S/N 9358), microfoni Brüel & Kjær 4188 (S/N 2152662, 2152663, 2152664, 2152665), calibratore microfonico Brüel & Kjær 4231 (S/N 2162894), amplificatore di potenza Brüel & Kjær 2716, sorgenti sonore omnidirezionali Brüel & Kjær 4295 e Brüel & Kjær 4296.

Osservazioni dello sperimentatore: misurazioni effettuate con almeno 6 postazioni microfoniche per ciascuna camera e 2 posizioni della sorgente in camera trasmittente; durata del campionamento 10 secondi, con tempo di media esponenziale del livello di pressione sonora di 10 secondi. Segnale disturbante: rumore rosa.

Note: i risultati di prova contenuti nel presente rapporto si riferiscono esclusivamente all'elemento provato; nessuna deviazione dai metodi di prova dichiarati.
(*) Dati dichiarati dal produttore.
(**) Valutazione effettuata sull'intero elemento in prova.

***

*Padova, **10/07/2008*** *pagina 2 di 2.*

Figura 4.22 – Certificato relativo alla parete in laterizio porizzato spessore 30 cm

N.B. Poiché si tratta di una parete la cui prestazione acustica è fortemente influenzata dalla posa in opera è importante che lo strato di intonaco interno abbia lo spessore di 1.5 cm, come sopra indicato, e che i tavolati della muratura siano sconnessi dal solaio inferiore mediante l'interposizione di strati elastici caratterizzati da uno spessore almeno pari a 6 mm, bassa rigidità dinamica e larghezza uguale allo spessore totale del tramezzo, intonaco incluso (ad esempio fascia taglia-parete tipo AKUSTRIP o prodotti similari).

Per disaccoppiare tali tavolati dall'intradosso del solaio superiore e dalle pareti laterali è consigliabile usare una malta cementizia elastica vibrosmorzante (ad esempio *FONOPLAST* della INDEX o prodotti similari).

Inoltre, considerata la mancanza dello strato di intonaco su un lato della parete di base, dovrà essere particolarmente curata la stesura della malta sui ricorsi orizzontali e verticali tra i blocchi.

La massa superficiale di tale parete, come riportata nel certificato prima citato, risulta pari a:

M' = 393 kg/m^2

4.3.2 Parete di facciata esterna secondaria

La parete di facciata esterna secondaria è composta da una parete in blocchi in laterizio porizzato di dimensioni 25x30x25 cm, spessore 30 cm e densità apparente 700 kg/m^3, con cappotto

esterno realizzato con pannello in polistirene espanso sinterizzato spessore 80 mm. La finitura esterna è realizzata con un intonaco di spessore 1.5 cm (v. **figura 4.23).**

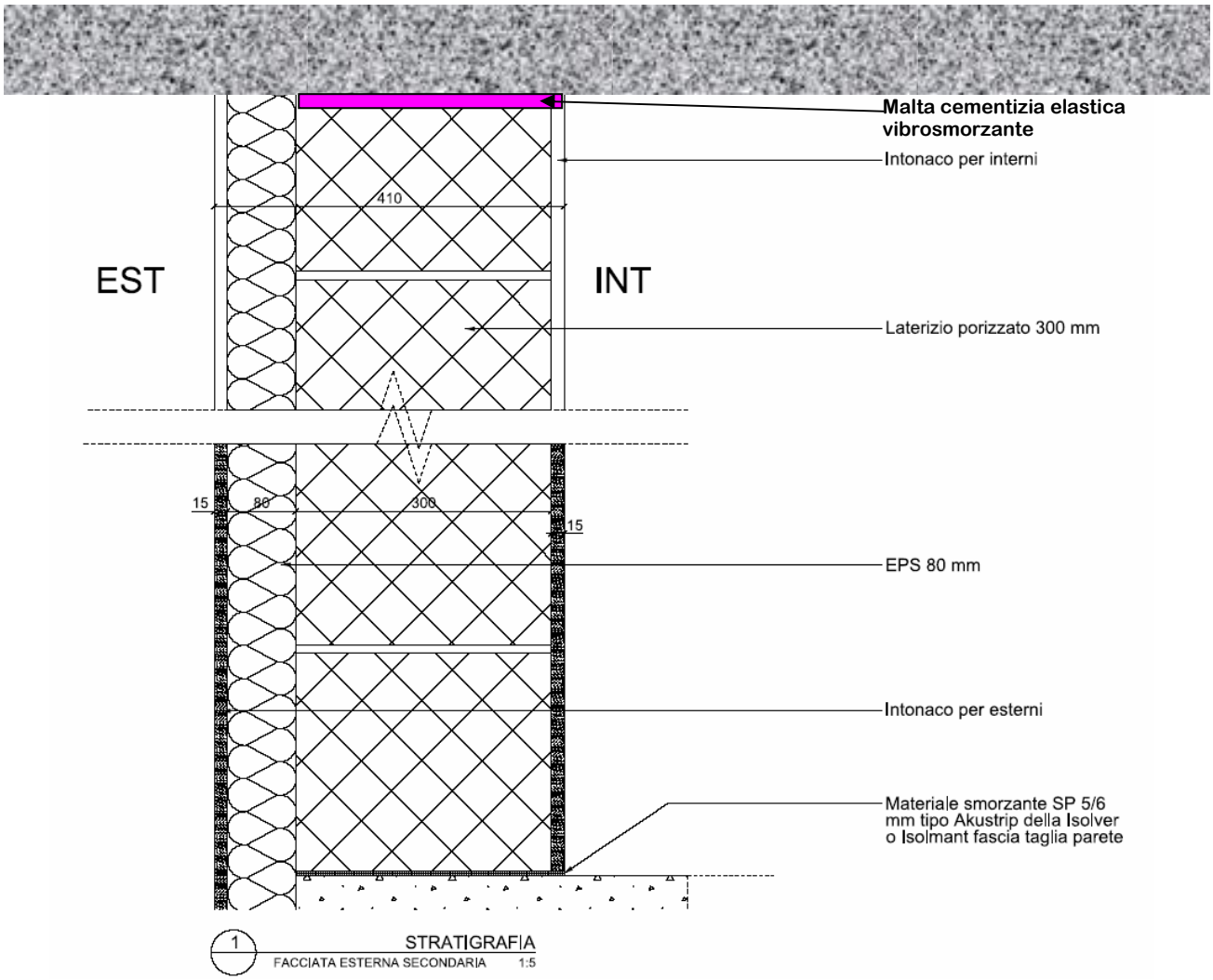


Figura 4.23 - Sezione verticale della parete di facciata esterna secondaria

4.3.3 Parete di facciata in setti di cls

La parete opaca di facciata in setti di cls è composta da un setto di cls, spessore 30 cm e densità 2000 kg/m^3, intonacato sul lato interno per uno spessore di 1.5 cm e sul lato interno con lamiera in alluminio forata oppure con lastre di cemento rinforzato tipo "AQUAPANEL" o prodotti simili.

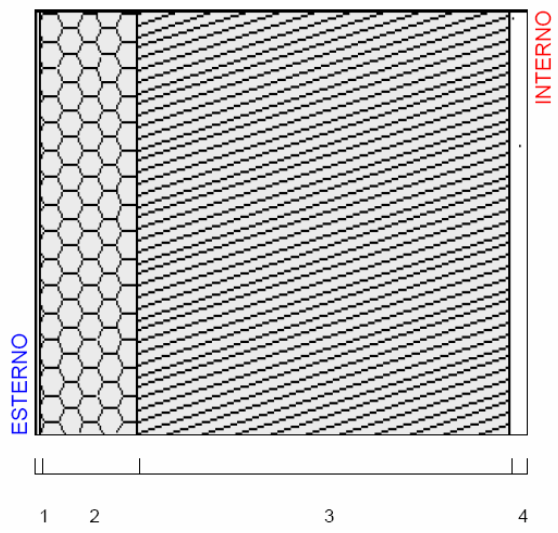


Figura 4.24 – Parete in setti di cls

In assenza di dati sperimentali specifici per tale soluzione, si fa riferimento alla prestazione acustica stimata attraverso la relazione empirica contenuta nell'appendice B della norma UNI TR 11175, valida per partizioni orizzontali e verticali di tipo massivo con massa per unità di superficie maggiore o uguale a 80 kg/m^2:

R_w = 20 log (M')

Il rapporto tecnico prima citato suggerisce di applicare un fattore cautelativo uguale a -2 dB per tenere conto dell'incertezza insita nella relazione stessa.

Considerando una densità di 2400 kg/m^3 del cls, la massa della parete in esame risulta essere pari a circa:

M' = 720 kg/m^2

Pertanto la prestazione acustica risulta pari a:

R_w = 20 log (720) - 2 = 55 dB

4.4 Serramenti di facciata

La scelta dei serramenti di facciata di seguito riportati è puramente indicativa e deriva dalle prestazioni minime desunte dalle verifiche previsionali dei requisiti acustici passivi svolte in fase di Progetto Definitivo negli ambienti più sfavorevoli.

Ciò posto, nel caso in cui i serramenti effettivamente installati dovessero essere differenti dai prodotti indicati nei paragrafi che seguono, al fine di conseguire il rispetto dei valori limite di isolamento acustico di facciata ai sensi del D.P.C.M. 5/12/97, è necessario che i sistemi scelti siano caratterizzati dalle medesime prestazioni acustiche certificate in laboratorio secondo la normativa vigente.

4.4.1 Facciata continua attività commerciali piano terra

La facciata continua delle attività commerciali al piano terra è realizzata con serramenti in lega primaria di alluminio tipo Schüco FW50+, con spessore dei profili minimo di 50 mm e tenuta all'aria uguale alla classe A4.

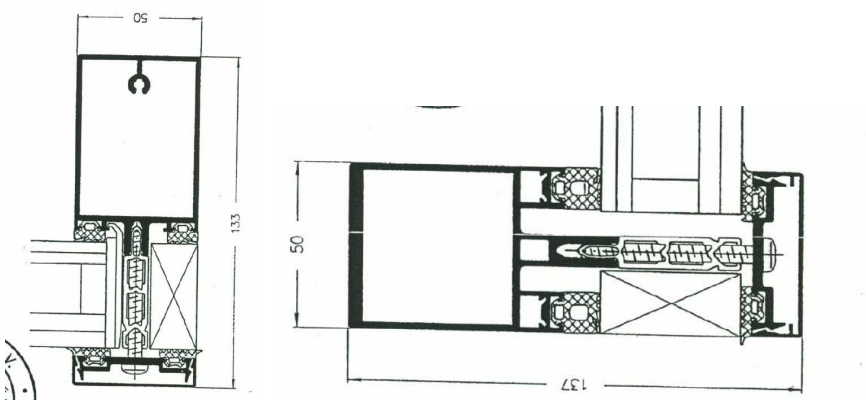


Figura 4.25 – Serramento della facciata continua tipo Schüco FW50+

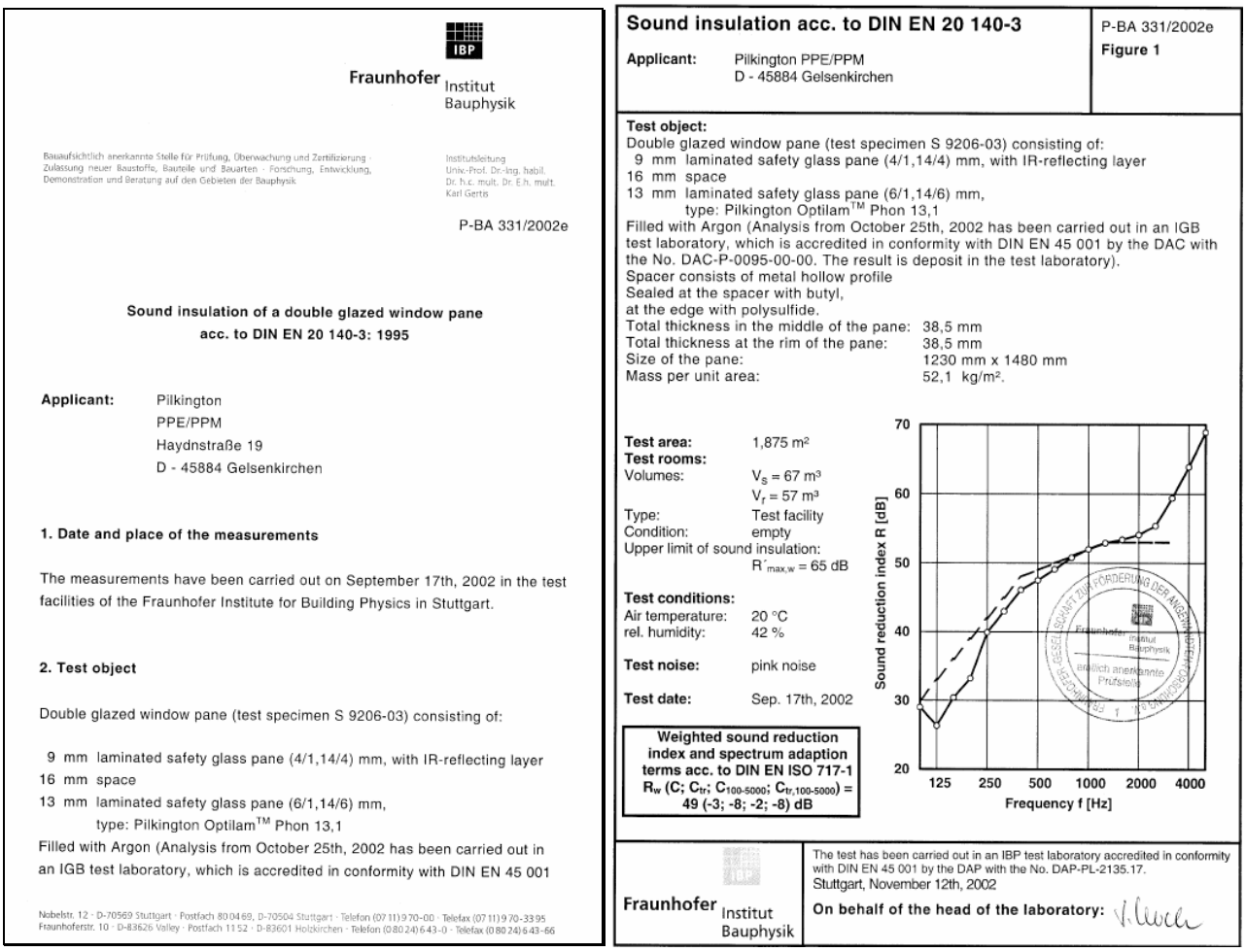
Tale serramento è stato testato in laboratorio nella dimensione standard di 1.23x1.48 m con differenti tipologie di vetro e ha determinato prestazioni variabili da un minimo di 37 dB ad un massimo di 49 dB.

La vetrata impiegata per la realizzazione della suddetta facciata è tipo Pilkington 9.1/16/13.1, costituita da un vetro stratificato tipo Pilkington OptilamPhon 4+4 mm con 3 fogli di PVB interposti, un'intercapedine di spessore 16 mm riempita al 90% con gas Argon e un vetro stratificato tipo Pilkington OptilmPhon 6+6 con 3 fogli di PVB interposti.

Tale vetrata ha una prestazione acustica certificata in laboratorio pari a:

$R_{w,vetro}$ = 49 dB

Rapporto di prova n. P-BA 331/2002e del 12/11/2002 del Fraunhofer Institut Bauphisik (v. **Figura 4.26**)



IBP

Fraunhofer Institut Bauphysik

Bauaufsichtlich anerkannte Stelle für Prüfung, Überwachung und Zertifizierung · Zulassung neuer Baustoffe, Bauteile und Bauarten · Forschung, Entwicklung, Demonstration und Beratung auf den Gebieten der Bauphysik

Institutsleitung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis

P-BA 331/2002e

Sound insulation of a double glazed window pane acc. to DIN EN 20 140-3: 1995

Applicant: Pilkington
PPE/PPM
Haydnstraße 19
D - 45884 Gelsenkirchen

1. Date and place of the measurements

The measurements have been carried out on September 17th, 2002 in the test facilities of the Fraunhofer Institute for Building Physics in Stuttgart.

2. Test object

Double glazed window pane (test specimen S 9206-03) consisting of:

9 mm laminated safety glass pane (4/1,14/4) mm, with IR-reflecting layer
16 mm space
13 mm laminated safety glass pane (6/1,14/6) mm,
type: Pilkington Optilam™ Phon 13,1
Filled with Argon (Analysis from October 25th, 2002 has been carried out in an IGB test laboratory, which is accredited in conformity with DIN EN 45 001

Nobelstr. 12 · D-70569 Stuttgart · Postfach 80 04 69, D-70504 Stuttgart · Telefon (07 11) 9 70-00 · Telefax (07 11) 9 70-33 95
Fraunhoferstr. 10 · D-83626 Valley · Postfach 11 52 · D-83601 Holzkirchen · Telefon (0 80 24) 6 43-0 · Telefax (0 80 24) 6 43-66

Sound insulation acc. to DIN EN 20 140-3

P-BA 331/2002e
Figure 1

Applicant: Pilkington PPE/PPM
D - 45884 Gelsenkirchen

Test object:
Double glazed window pane (test specimen S 9206-03) consisting of:
9 mm laminated safety glass pane (4/1,14/4) mm, with IR-reflecting layer
16 mm space
13 mm laminated safety glass pane (6/1,14/6) mm,
type: Pilkington Optilam™ Phon 13,1
Filled with Argon (Analysis from October 25th, 2002 has been carried out in an IGB test laboratory, which is accredited in conformity with DIN EN 45 001 by the DAC with the No. DAC-P-0095-00-00. The result is deposit in the test laboratory).
Spacer consists of metal hollow profile
Sealed at the spacer with butyl,
at the edge with polysulfide.
Total thickness in the middle of the pane: 38,5 mm
Total thickness at the rim of the pane: 38,5 mm
Size of the pane: 1230 mm x 1480 mm
Mass per unit area: 52,1 kg/m².

Test area: 1,875 m²
Test rooms:
Volumes: V_S = 67 m³
V_r = 57 m³
Type: Test facility
Condition: empty
Upper limit of sound insulation:
$R'_{max,w}$ = 65 dB

Test conditions:
Air temperature: 20 °C
rel. humidity: 42 %

Test noise: pink noise

Test date: Sep. 17th, 2002

Weighted sound reduction index and spectrum adaption terms acc. to DIN EN ISO 717-1
R_w (C; C_{tr}; $C_{100-5000}$; $C_{tr,100-5000}$) = 49 (-3; -8; -2; -8) dB

Fraunhofer Institut Bauphysik

The test has been carried out in an IBP test laboratory accredited in conformity with DIN EN 45 001 by the DAP with the No. DAP-PL-2135.17.
Stuttgart, November 12th, 2002
On behalf of the head of the laboratory:

Figura 4.26 – Certificato di laboratorio relativo alla vetrata tipo Pilkington 9.1/16/13.1

Poiché non esiste un certificato di laboratorio relativo al serramento in esame con la vetrata prima descritta, sono stati analizzati tutti i certificati del serramento in esame e gli scarti tra prestazione del vetro e prestazione complessiva del serramento al fine di stimarne la prestazione acustica che si assume cautelativamente pari a:

$R_{w,serramento}$ = 46 dB

A supporto di quanto appena detto si riporta di seguito il certificato di laboratorio relativo al medesimo serramento su cui è stata montata una vetrata del tutto analoga a quella prima descritta, con eccezione dello spessore dell'intercapedine che in questo caso risulta essere 20 mm. La prestazione di laboratorio risulta pari a:

$R_{w,serramento}$ = 49 dB

Rapporto di prova n. 160 21404/4.0.0-1 del 12/12/2003 dell'Istituto IFT Rosenheim (v. **Figura 4.27**)

Gutachtliche Stellungnahme
160 21404/4.0.0-1 vom 12. Dezember 2003

zum Prüfbericht 161 21404/4.0.0 vom 9. April 1999 der Luftschalldämmung eines Fassaden-Festfeldelementes

ift ROSENHEIM

Auftraggeber	SCHÜCO International KG Karolinenstraße 1-15 33609 Bielefeld
Produkt	Fassaden-Festfeldelement
Bezeichnung	FW 50+
Außenmaß (Baurichtmaß B x H)	1230 mm x 1480 mm
Material	Aluminium-Verbundprofile, unbehandelt
Öffnungsart	Festverglast
Verglasung	Typ: Phonstop 42/54 GH, Scheibenaufbau: 13GH/20/9GH, Gasfüllung: 67% Argon, 13% SF_6
Beurteilung	Prüfgrundlage DIN EN 20140-3:1995-01
weitere Ausführungsvarianten	siehe Typenliste

Bewertetes Schalldämm-Maß

R_w (C;C_{tr}) = 49 (-2;-5) dB *)

*) auf Grundlage des Prüfberichts 161 21404/4.0.0 und der ergänzenden, änderungsbedingten Angaben

Grundlagen
DIN 52210-1:1984-08
EN ISO 717-1 : 1996-12
Entspricht der nationalen Fassung DIN EN ISO 717-1
EN 20140-3 : 1995-01
Entspricht der nationalen Fassung DIN EN 20140-3

Prüfbericht 161 21404/4.0.0 vom 9. April 1999

Verwendungshinweise
Diese Stellungnahme dient zusammen mit den genannten Grundlagen zum Nachweis der Luftschalldämmung eines Fassaden-Festfeldelementes

Gültigkeit
Die Prüfung der Luftschalldämmung eines Fassaden-Festfeldelementes ermöglicht keine Aussage über weitere Leistungs- und qualitätsbestimmenden Eigenschaften der vorliegenden Konstruktion.
Die Gutachtliche Stellungnahme verliert ihre Gültigkeit mit der Gültigkeit einer der o. g. Grundlagen (Normen oder Prüfberichte).

Veröffentlichungshinweise
Es gilt das ift-Merkblatt „Hinweise zur Benutzung von ift-Prüfberichten".
Das Deckblatt kann mit der Typenliste als Kurzfassung verwendet werden.

Inhalt
Die Stellungnahme umfasst insgesamt 4 Seiten
Deckblatt
Typenliste
Gutachtliche Stellungnahme
1 Auftrag - 1
2 Grundlage
3 Beurteilung
4 Ergebnis und Aussage

ift Rosenheim
12. Dezember 2003

Dr. Helmut Hohenstein
Institutsleiter

i. A. Bernd Saß
Prüfstellenleiter Bauakustik

ift Rosenheim GmbH
Geschäftsführer: Dr. Helmut Hohenstein
Zertifizierungsstelle: PUZ Stelle
Leiter: Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Sieberath
03-01/001

Theodor-Gietl-Straße 7-9
83026 Rosenheim
Tel. +49 (0) 8031 261-0
Fax +49 (0) 8031 261-290
http: www.ift-rosenheim.de

Sparkasse Rosenheim
Kto. 38 22, BLZ 711 500 00
AG Traunstein, HRB. 14763
IBAN:
DE90711500000000003822

DAP-ZE-2268.00
TGA-ZM-16-03-00
TGA-ZM-16-03-60

Figura 4.27 – Certificato di laboratorio relativo al serramento tipo Schüco FW50+ su cui è stata montata una vetrata tipo 9 GH/20/13 GH

4.4.2 Serramenti piano tipo

I serramenti impiegati al piano tipo sono costruiti con l'impiego di profilati in lega primaria di alluminio EN AW – 6060 tipo Schüco ROYAL AWS 65 o simili con tenuta all'aria uguale alla classe A4.

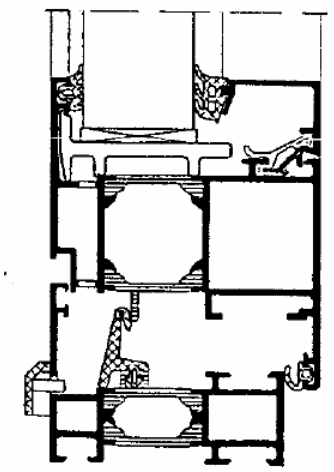


Figura 4.28 – Serramento tipo Schüco Royal AWS 65

Tale serramento è stato testato in laboratorio nella dimensione standard di 1.23x1.48 m con differenti tipologie di vetro e ha determinato prestazioni variabili da un minimo di 34 dB ad un massimo di 47 dB.

La vetrata impiegata per la realizzazione della suddetta facciata è tipo Pilkington 10/16/8.8, costituita da un vetro monolitico si spessore pari a 10 mm, un'intercapedine di spessore 16 mm riempita al 90% con gas Argon e un vetro stratificato tipo Pilkington OptilamPhon 4+4 con 2 fogli di PVB interposti.

Tale vetrata ha una prestazione acustica certificata in laboratorio pari a:

$R_{w,vetro}$ = 44 dB

Rapporto di prova n. P-BA 333/2002 del 04/05/2002 del Fraunhofer Institut Bauphisik (v. **Figura 4.29**)

Fraunhofer Institut Bauphysik

Bauaufsichtlich anerkannte Stelle für Prüfung, Überwachung und Zertifizierung · Zulassung neuer Baustoffe, Bauteile und Bauarten · Forschung, Entwicklung, Demonstration und Beratung auf den Gebieten der Bauphysik

Institutsleitung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis

P-BA 333/2002

Luftschalldämmung einer Isolierglasscheibe nach DIN EN 20 140-3: 1995

Antragsteller: Pilkington
PPE/PPM
Haydnstraße 19
45884 Gelsenkirchen

1. Ort und Datum der Messung

Die Messung wurde am 14. Mai 2002 im Technikum des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik in Stuttgart durchgeführt.

2. Prüfgegenstand

Isolierglasscheibe Typ „PHONSTOP 35/44 L" (Prüfobjekt S 9165-07) mit folgendem Aufbau:

10 mm Floatglasscheibe mit IR-Reflexionsschicht
16 mm Scheibenabstand
9 mm Verbundsicherheitsglasscheibe (4/0,76/4) mm,
Typ: Pilkington Optilam™ Phon 8,8
Füllung des Zwischenraumes mit Argon (GC-Analyse vom 11. Juni 2002 wurde in einem Prüflaboratorium des IGB durchgeführt, das nach DIN EN 45

Nobelstr. 12 · D-70569 Stuttgart · Postfach 80 04 69, D-70504 Stuttgart · Telefon (0711) 9 70-00 · Telefax (0711) 9 70-3395
Fraunhoferstr. 10 · D-83626 Valley · Postfach 1152 · D-83601 Holzkirchen · Telefon (08024) 643-0 · Telefax (08024) 643-66

Schalldämm-Maß nach DIN EN 20 140-3

P-BA 333/2002
Bild 1

Antragsteller: Pilkington PPE/PPM
45884 Gelsenkirchen

Prüfgegenstand
Isolierglasscheibe Typ „PHONSTOP 35/44 L" (Prüfobjekt S 9165-07) mit folgendem Aufbau:
10 mm Floatglasscheibe mit IR-Reflexionsschicht
16 mm Scheibenabstand
9 mm Verbundsicherheitsglasscheibe (4/0,76/4) mm, Typ: Pilkington Optilam™ Phon 8,8
Füllung des Zwischenraumes mit Argon (GC-Analyse vom 11. Juni 2002 wurde in einem Prüflaboratorium des IGB durchgeführt, das nach DIN EN 45 001 durch das DAC mit der Nr. DAC-P-0095-00-00 akkreditiert ist. Das Ergebnis ist im Prüfinstitut hinterlegt).
Abstandhalter aus Metallhohlprofil
Dichtung am Abstandhalter mit Butyl
Randversiegelung mit Polysulfid
Dicke der Scheibe in der Mitte: 34,5 mm
Dicke der Scheibe am Rand: 34,5 mm
Abmessung des Prüflings: 1230 mm x 1480 mm
Flächenbezogene Masse: 47,2 kg/m².
Prüfobjekt und Meßergebnisse sind identisch mit denjenigen von Prüfbericht P-BA 209/2002.

Prüffläche: 1,875 m²

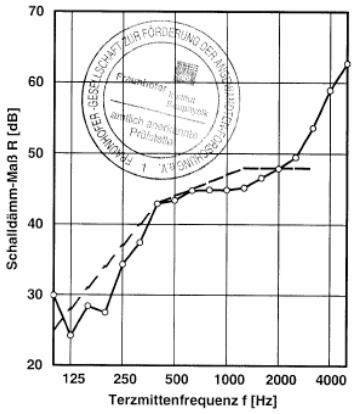
Prüfräume:
Volumen: V_S = 67 m³
V_E = 57 m³
Art: Prüfstand
Zustand: leer
Maximaldämmung des Prüfstands:
$R'_{max,w}$ = 65 dB

Prüfbedingungen:
Lufttemperatur: 20 °C
rel. Feuchte: 49 %

Prüfschall: rosa Rauschen

Prüfdatum: 14. Mai 2002

Bewertetes Schalldämm-Maß und Spektrum-Anpassungswerte nach DIN EN ISO 717-1
R_w (C; C_{tr}; $C_{100-5000}$; $C_{tr,100-5000}$) = 44 (-2; -6; -1; -6) dB



Fraunhofer Institut Bauphysik

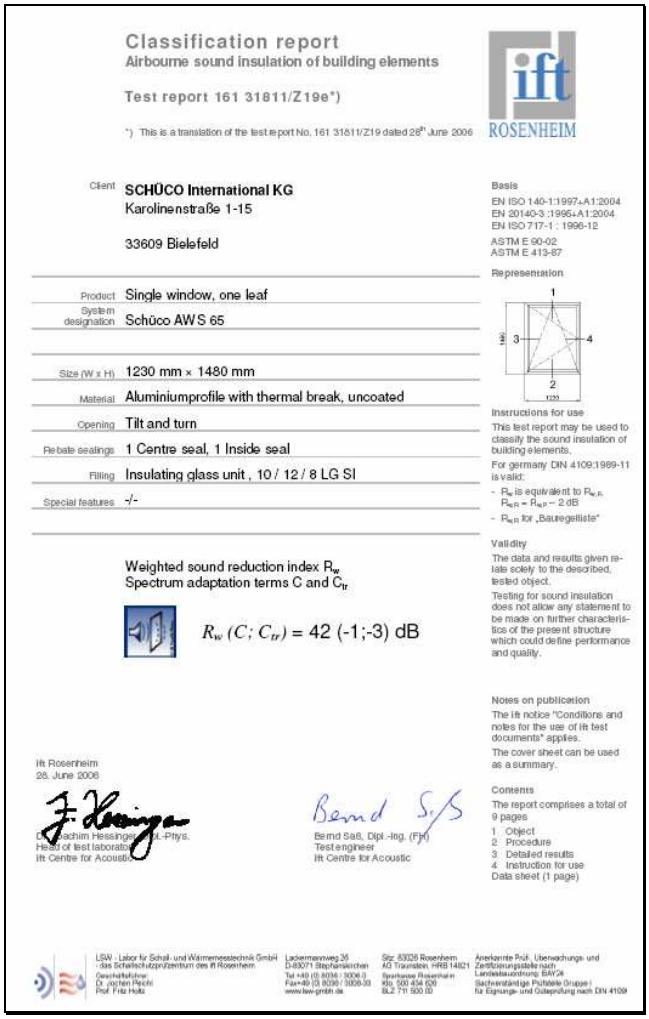
Die Prüfung wurde in einem Prüflaboratorium des IBP durchgeführt, das nach DIN EN 45 001 durch das DAP mit der Nr. DAP-PL-2135.17 akkreditiert ist.
Stuttgart, den 04. November 2002
Prüfstellenleiter:

Figura 4.29 – Certificato di laboratorio relativo alla vetrata tipo Pilkington 10/16/8.8

La prestazione acustica certificata in laboratorio del serramento su cui è stata montata la vetrata prima descritta risulta pari a:

$R_{w,serramento}$ = 42 dB

Rapporto di prova n. 160 31811/Z19e* del 28/06/2006 dell'Istituto IFT Rosenheim (v. **Figura 4.30**)



Classification report
Airbourne sound insulation of building elements

Test report 161 31811/Z19e*)

*) This is a translation of the test report No. 161 31811/Z19 dated 28th June 2006

ift ROSENHEIM

Client: SCHÜCO International KG
Karolinenstraße 1-15

33609 Bielefeld

Product: Single window, one leaf
System designation: Schüco AWS 65

Size (W x H): 1230 mm × 1480 mm
Material: Aluminiumprofile with thermal break, uncoated
Opening: Tilt and turn
Rebate sealings: 1 Centre seal, 1 Inside seal
Filling: Insulating glass unit , 10 / 12 / 8 LG SI
Special features: -/-

Weighted sound reduction index R_w
Spectrum adaptation terms C and C_{tr}

$R_w\ (C;\ C_{tr}) = 42\ (-1;-3)$ dB

Basis
EN ISO 140-1:1997+A1:2004
EN 20140-3 :1995+A1:2004
EN ISO 717-1 : 1996-12
ASTM E 90-02
ASTM E 413-87

Representation

Instructions for use
This test report may be used to classify the sound insulation of building elements.
For germany DIN 4109:1989-11 is valid:
- R_w is equivalent to $R_{w,R}$, $R_{w,R} = R_{w,P} - 2$ dB
- $R_{w,R}$ for „Bauregelliste"

Validity
The data and results given relate solely to the described, tested object.
Testing for sound insulation does not allow any statement to be made on further characteristics of the present structure which could define performance and quality.

Notes on publication
The ift notice "Conditions and notes for the use of ift test documents" applies.
The cover sheet can be used as a summary.

Contents
The report comprises a total of 9 pages
1 Object
2 Procedure
3 Detailed results
4 Instruction for use
Data sheet (1 page)

ift Rosenheim
28. June 2006

Dr. Joachim Hessinger, Dipl.-Phys.
Head of test laboratory
ift Centre for Acoustic

Bernd Saß, Dipl.-Ing. (FH)
Test engineer
ift Centre for Acoustic

LSW - Labor für Schall- und Wärmemesstechnik GmbH - das Schallschutzprüfzentrum des ift Rosenheim
Geschäftsführer
Dr. Jochen Peichl
Prof. Fritz Holz

Lackermannweg 36
D-83071 Stephanskirchen
Tel.+49 (0 8036 / 9004-0
Fax+49 (0 8036 / 9004-33
www.lsw-gmbh.de

Sitz: 83026 Rosenheim
AG Traunstein, HRB 14821
Sparkasse Rosenheim
Kto. 500 434 620
BLZ 711 500 00

Anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle nach Landesbauordnung BAYZ
Sachverständige Prüfstelle Gruppe I
für Eignungs- und Güteprüfung nach DIN 4109

Figura 4.30 – Certificato di laboratorio relativo al serramento tipo Schüco Royal AWS 65 su cui è stata montata una vetrata tipo 10/16/8.8

4.4.3 Serramenti piano attico

I serramenti impiegati al piano tipo sono costruiti con l'impiego di profilati in lega primaria di alluminio EN AW – 6060 tipo Schüco ROYAL AWS 65 o simili con tenuta all'aria uguale alla classe A4.

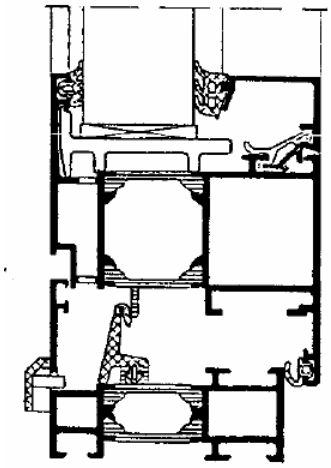


Figura 4.31 – Serramento tipo Schüco Royal AWS 65

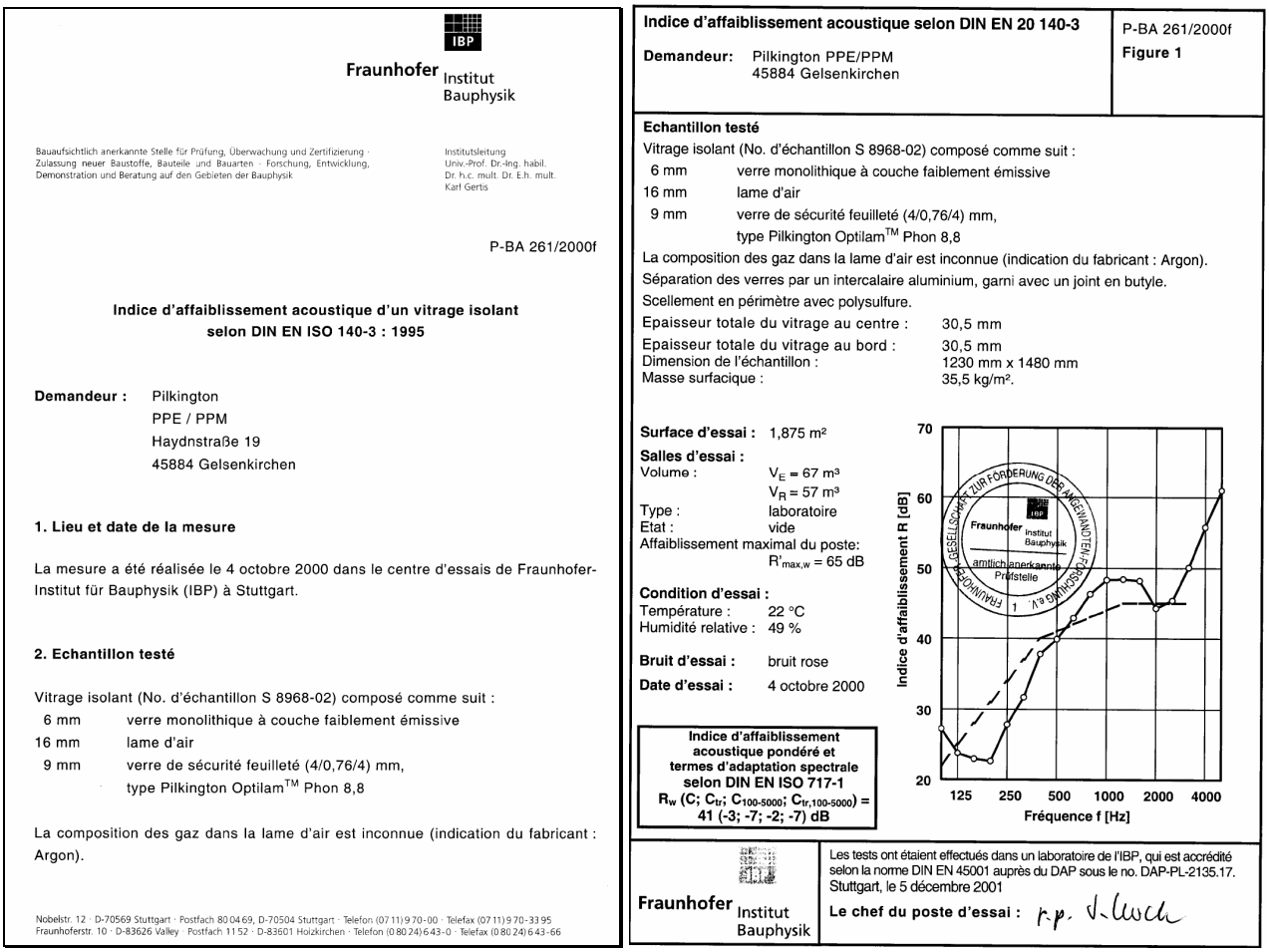
Tale serramento è stato testato in laboratorio nella dimensione standard di 1.23x1.48 m con differenti tipologie di vetro e ha determinato prestazioni variabili da un minimo di 34 dB ad un massimo di 47 dB.

La vetrata impiegata per la realizzazione della suddetta facciata è tipo Pilkington 6/16/8.8, costituita da un vetro monolitico si spessore pari a 6 mm, un'intercapedine di spessore 16 mm riempita al 90% con gas Argon e un vetro stratificato tipo Pilkington OptilamPhon 4+4 con 2 fogli di PVB interposti.

Tale vetrata ha una prestazione acustica certificata in laboratorio pari a:

$R_{w,vetro}$ = 41 dB

Rapporto di prova n. P-BA 261/2000f del 05/12/2001 del Fraunhofer Institut Bauphisik (v. **Figura 4.32**)



IBP

Fraunhofer Institut Bauphysik

Bauaufsichtlich anerkannte Stelle für Prüfung, Überwachung und Zertifizierung · Zulassung neuer Baustoffe, Bauteile und Bauarten · Forschung, Entwicklung, Demonstration und Beratung auf den Gebieten der Bauphysik

Institutsleitung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis

P-BA 261/2000f

Indice d'affaiblissement acoustique d'un vitrage isolant selon DIN EN ISO 140-3 : 1995

Demandeur : Pilkington
PPE / PPM
Haydnstraße 19
45884 Gelsenkirchen

1. Lieu et date de la mesure

La mesure a été réalisée le 4 octobre 2000 dans le centre d'essais de Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) à Stuttgart.

2. Echantillon testé

Vitrage isolant (No. d'échantillon S 8968-02) composé comme suit :
6 mm verre monolithique à couche faiblement émissive
16 mm lame d'air
9 mm verre de sécurité feuilleté (4/0,76/4) mm, type Pilkington Optilam™ Phon 8,8

La composition des gaz dans la lame d'air est inconnue (indication du fabricant : Argon).

Nobelstr. 12 · D-70569 Stuttgart · Postfach 80 04 69, D-70504 Stuttgart · Telefon (07 11) 9 70-00 · Telefax (07 11) 9 70-33 95
Fraunhoferstr. 10 · D-83626 Valley · Postfach 11 52 · D-83601 Holzkirchen · Telefon (0 80 24) 6 43-0 · Telefax (0 80 24) 6 43-66

Indice d'affaiblissement acoustique selon DIN EN 20 140-3

P-BA 261/2000f
Figure 1

Demandeur: Pilkington PPE/PPM
45884 Gelsenkirchen

Echantillon testé
Vitrage isolant (No. d'échantillon S 8968-02) composé comme suit :
6 mm verre monolithique à couche faiblement émissive
16 mm lame d'air
9 mm verre de sécurité feuilleté (4/0,76/4) mm, type Pilkington Optilam™ Phon 8,8
La composition des gaz dans la lame d'air est inconnue (indication du fabricant : Argon).
Séparation des verres par un intercalaire aluminium, garni avec un joint en butyle.
Scellement en périmètre avec polysulfure.
Epaisseur totale du vitrage au centre : 30,5 mm
Epaisseur totale du vitrage au bord : 30,5 mm
Dimension de l'échantillon : 1230 mm x 1480 mm
Masse surfacique : 35,5 kg/m².

Surface d'essai : 1,875 m²
Salles d'essai :
Volume : V_E = 67 m³
V_R = 57 m³
Type : laboratoire
Etat : vide
Affaiblissement maximal du poste: $R'_{max,w}$ = 65 dB

Condition d'essai :
Température : 22 °C
Humidité relative : 49 %

Bruit d'essai : bruit rose
Date d'essai : 4 octobre 2000

Indice d'affaiblissement acoustique pondéré et termes d'adaptation spectrale selon DIN EN ISO 717-1
R_w (C; C_{tr}; $C_{100-5000}$; $C_{tr,100-5000}$) = 41 (-3; -7; -2; -7) dB

Fraunhofer Institut Bauphysik

Les tests ont étaient effectués dans un laboratoire de l'IBP, qui est accrédité selon la norme DIN EN 45001 auprès du DAP sous le no. DAP-PL-2135.17.
Stuttgart, le 5 décembre 2001
Le chef de the poste d'essai : p.p. J. Luck

Figura 4.32 – Serramento tipo Certificato di laboratorio relativo alla vetrata tipo Pilkington 6/16/8.8

Poiché non esiste un certificato di laboratorio relativo al serramento in esame con la vetrata prima descritta, sono stati analizzati tutti i certificati del serramento in esame e gli scarti tra prestazione del vetro e prestazione complessiva del serramento al fine di stimarne la prestazione acustica che si assume pari a:

$R_{w,serramento}$ = 41 dB

4.5 Serramenti interni

4.5.1 Portoncini d'ingresso agli appartamenti

Il portoncino d'ingresso agli alloggi è costituito da un infisso blindato complanare ad anta unica, dimensione netta 89x210 cm, con cerniere a scomparsa, con doppia lamiera 10/10 ciascuno, telaio 30/10, controtelaio 40/10, con 6 punti di chiusura, 2 rostri saldati alla struttura, doppia guarnizione, cerniere su 3 assi tipo rondò con apertura a 180°, coibentazione in lana di roccia, coprifili registrabili.

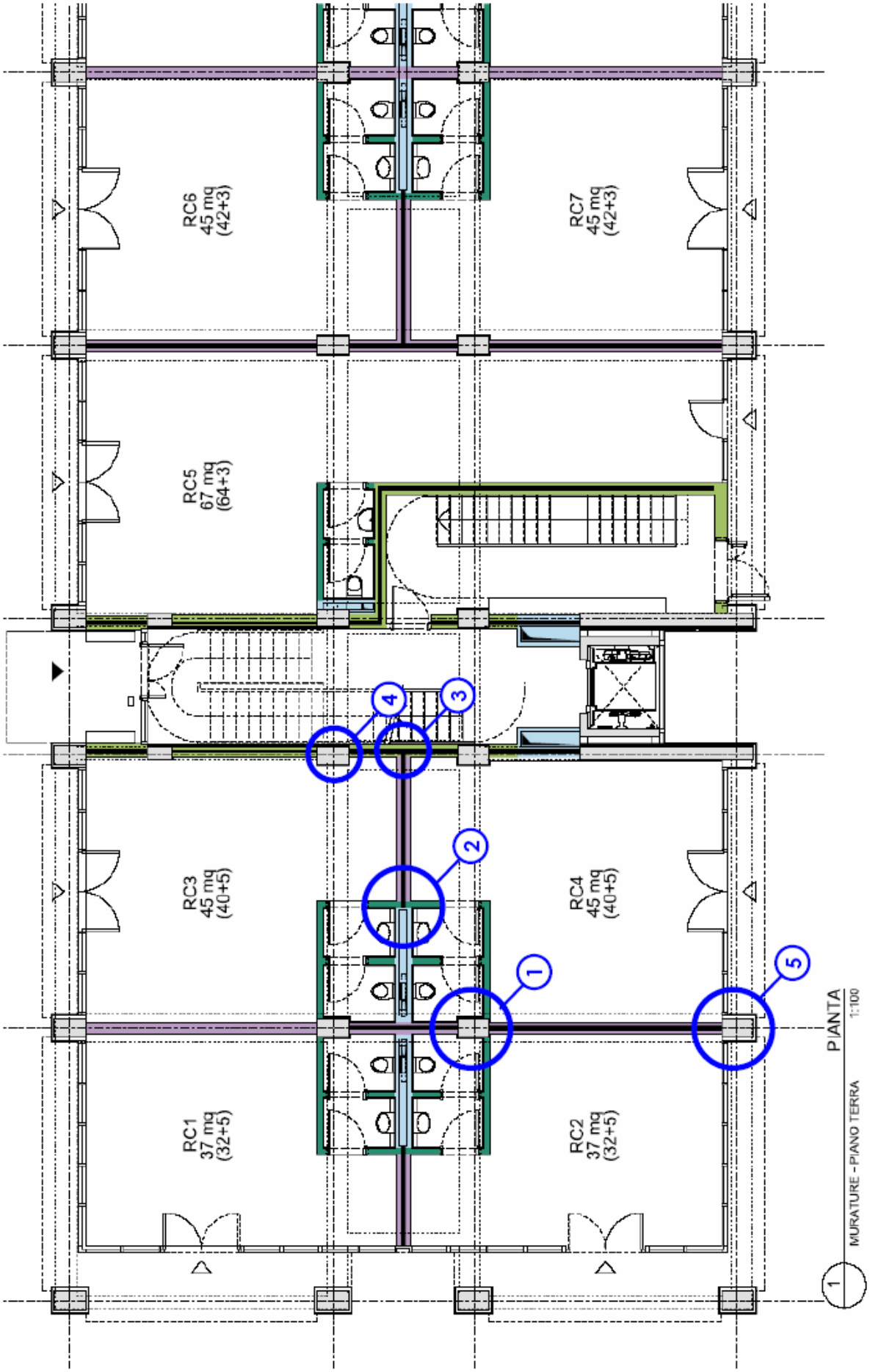
Il punto debole dei portoncini d'ingresso solitamente è costituito dalla soglia inferiore che, per motivi di sicurezza, non può essere realizzata con soglie fisse di battuta montate sul pavimento. A tal proposito attualmente sono disponibili sistemi di soglia parafreddo o guarnizioni mobili che, per essere efficaci, devono premere fortemente contro il pavimento, essere attivate in maniera efficace quando la porta si chiude e andare bene in battuta con il bordo inferiore della porta e con le sue tenute laterali.

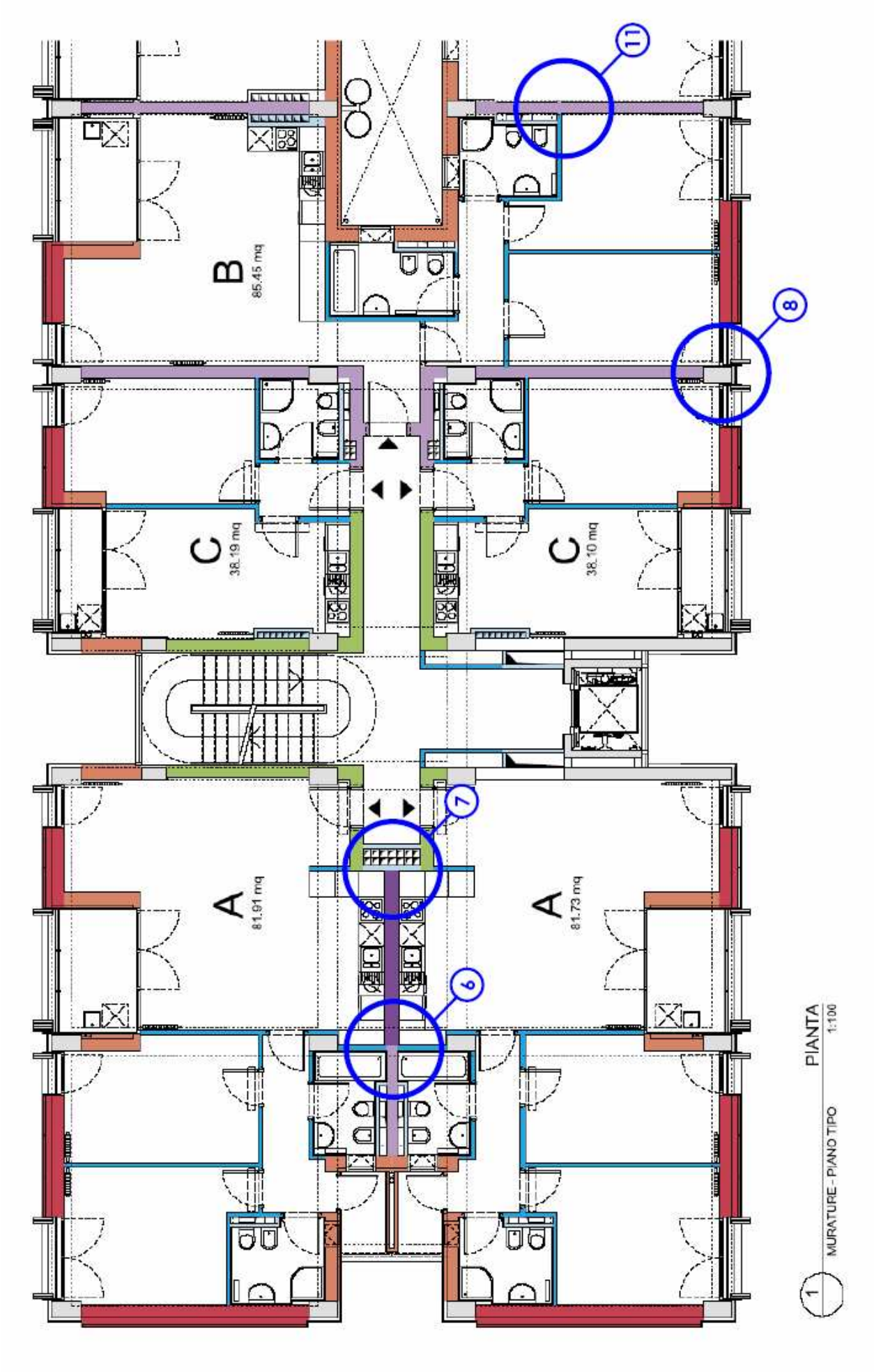
La prestazione acustica di laboratorio minima consigliata per i portoncini di ingresso agli alloggi è la seguente:

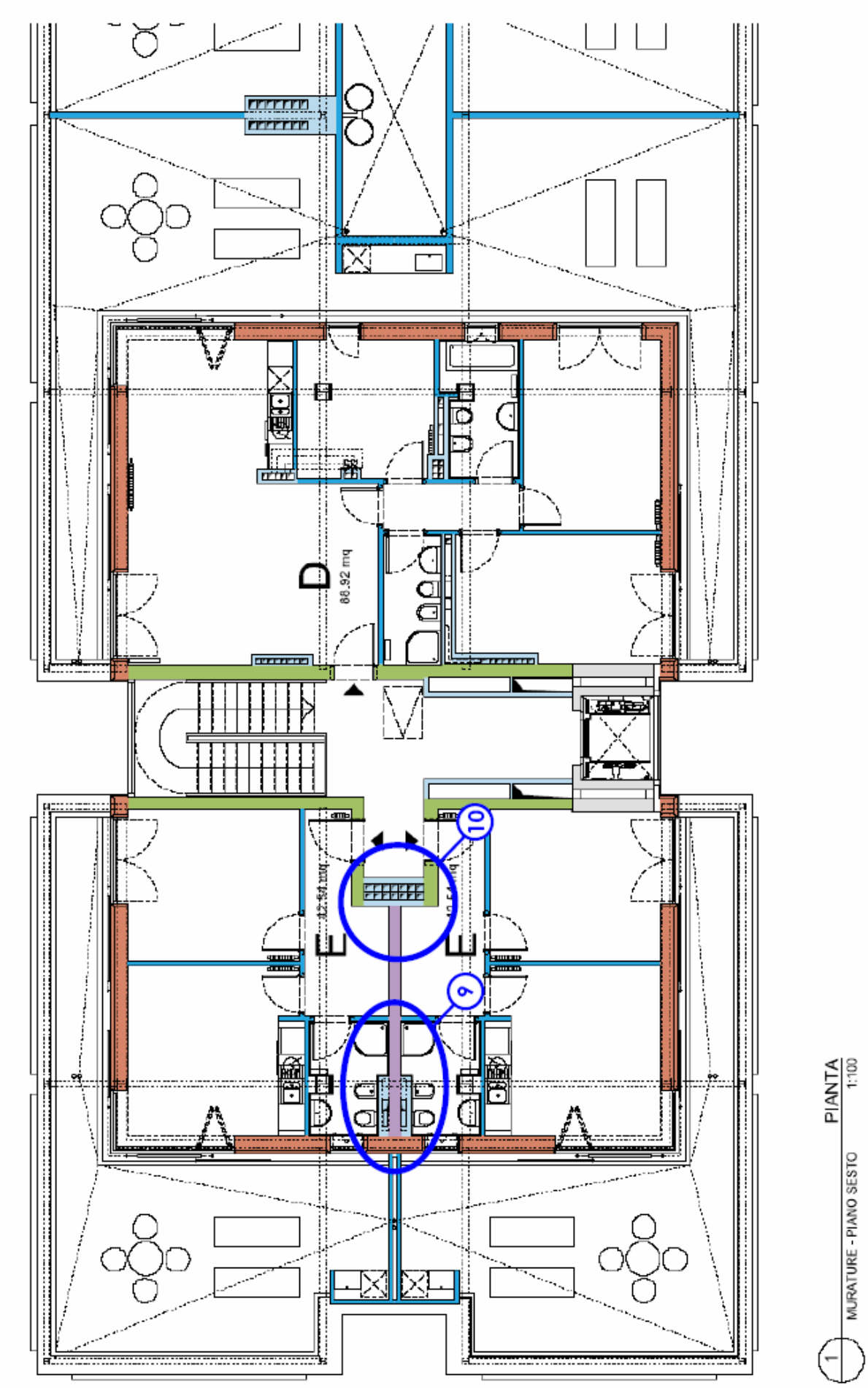
$R_{w,porta} \geq 40$ dB

4.6 Dettagli tecnologici per la riduzione della trasmissione laterale

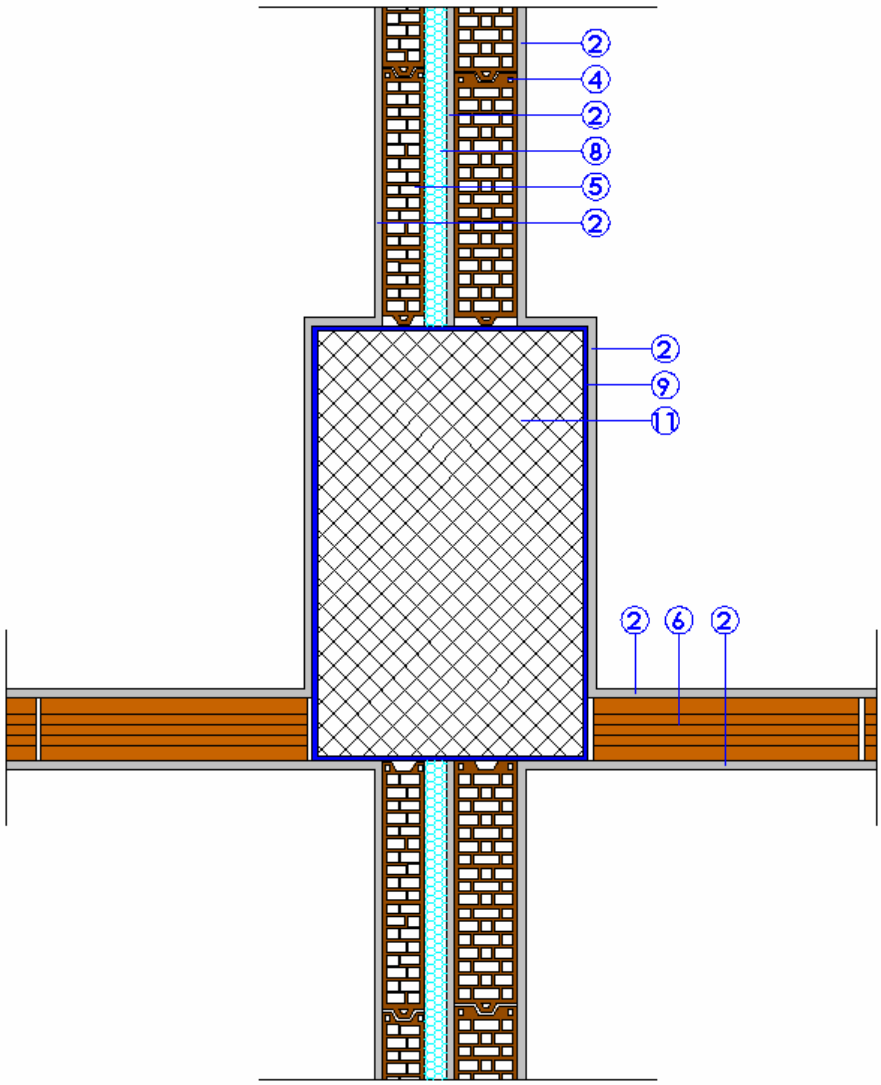
Alla luce del fatto che la prestazione acustica di un componente in opera dipende dalle caratteristiche intrinseche del componente stesso, ma anche dal tipo di nodo di collegamento con le strutture laterali, pare opportuno in questa sede fornire alcuni dettagli tecnologici finalizzati alla riduzione della trasmissione laterale.


RC6
45 mq
(42+3)
RC7
45 mq
(42+3)
RC5
67 mq
(64+3)
RC3
45 mq
(40+5)
RC4
45 mq
(40+5)
RC1
37 mq
(32+5)
RC2
37 mq
(32+5)
1
2
3
4
5
1
MURATURE - PIANO TERRA
PIANTA
1:100


B
85.45 mq
C
38.19 mq
C
38.10 mq
A
81.91 mq
A
81.73 mq
11
8
7
6
1
MURATURE - PIANO TIPO
PIANTA
1:100


D
86.92 mq
E
E
10
9
1
MURATURE - PIANO SESTO
PIANTA
1:100

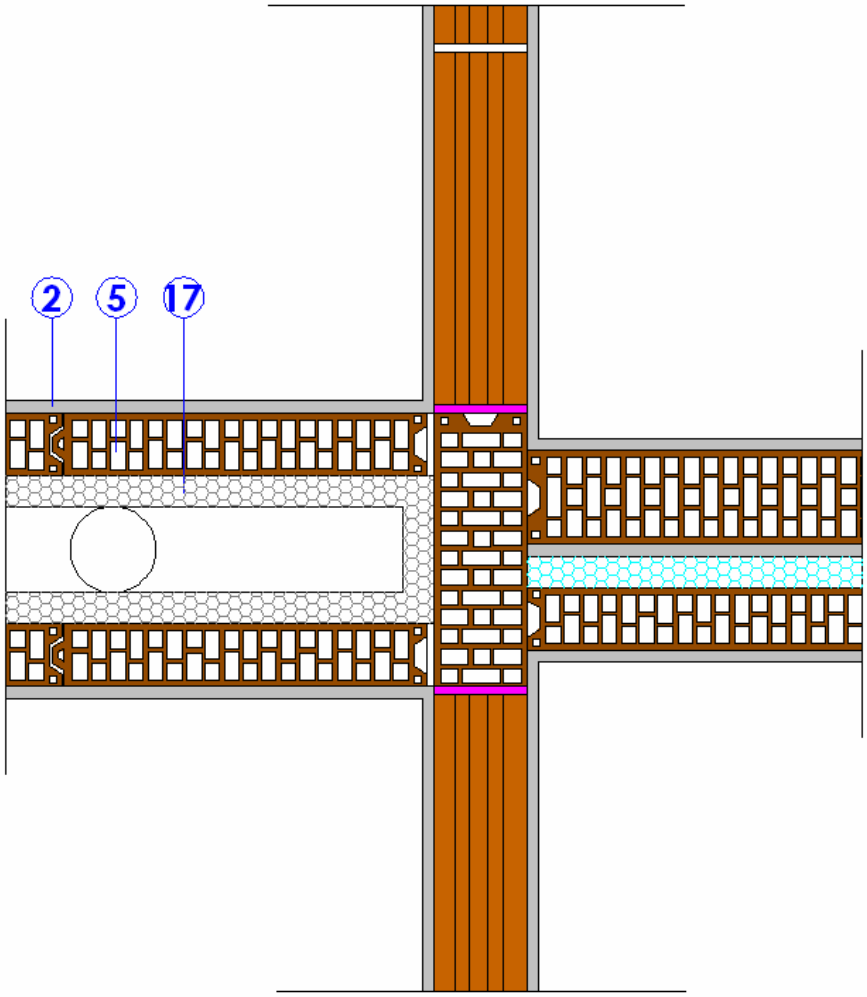
PARTICOLARE 1



LEGENDA

1. Intonaco esterno sp. 1.5 cm
2. Intonaco interno sp. 1.5 cm
3. Laterizio porizzato sp. 30 cm
4. Laterizio porizzato sp. 12 cm
5. Laterizio porizzato sp. 8 cm
6. Laterizio forato sp. 12 cm
7. Laterizio forato sp. 8 cm
8. Pannello Rockwool 388 sp. 4 cm
9. Rivestimento con pannello fonoimpedente tipo Isolmant Piombo o Isolmant 10 mm
10. Malta cementizia elastica vibrosmorzante (tipo *FONOPLAST* della INDEX)
11. Pilastro c.a.
12. Cavedio
13. Isolante termico
14. Pannello in gesso-fibra tipo Knauf VIDIWALL sp. 12.5 mm
15. Pannello in cartongesso sp. 12.5 mm
16. Orditura metallica 0.5x0.5
17. Lana minerale sp. 4 cm e densità 40 kg/m3

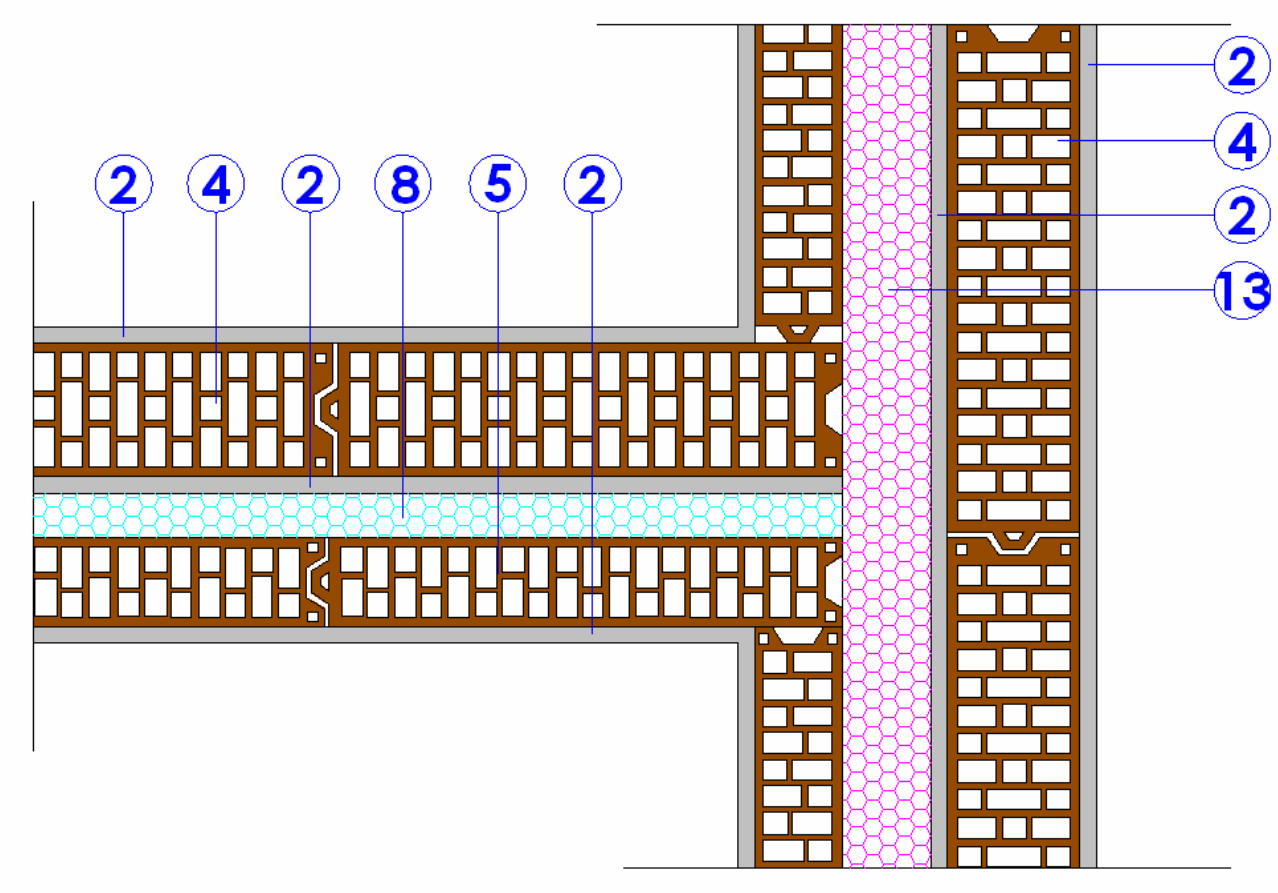
PARTICOLARE 2



LEGENDA

1. Intonaco esterno sp. 1.5 cm
2. Intonaco interno sp. 1.5 cm
3. Laterizio porizzato sp. 30 cm
4. Laterizio porizzato sp. 12 cm
5. Laterizio porizzato sp. 8 cm
6. Laterizio forato sp. 12 cm
7. Laterizio forato sp. 8 cm
8. Pannello Rockwool 388 sp. 4 cm
9. Rivestimento con pannello fonoimpedente tipo Isolmant Piombo o Isolmant 10 mm
10. Malta cementizia elastica vibrosmorzante (tipo *FONOPLAST* della INDEX)
11. Pilastro c.a.
12. Cavedio
13. Isolante termico
14. Pannello in gesso-fibra tipo Knauf VIDIWALL sp. 12.5 mm
15. Pannello in cartongesso sp. 12.5 mm
16. Orditura metallica 0.5x0.5
17. Lana minerale sp. 4 cm e densità 40 kg/m3

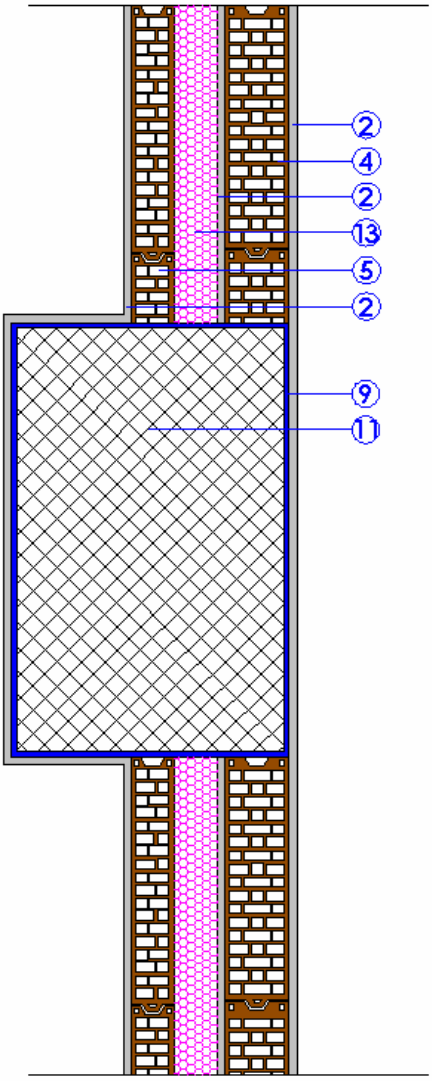
PARTICOLARE 3



LEGENDA

1. Intonaco esterno sp. 1.5 cm
2. Intonaco interno sp. 1.5 cm
3. Laterizio porizzato sp. 30 cm
4. Laterizio porizzato sp. 12 cm
5. Laterizio porizzato sp. 8 cm
6. Laterizio forato sp. 12 cm
7. Laterizio forato sp. 8 cm
8. Pannello Rockwool 388 sp. 4 cm
9. Rivestimento con pannello fonoimpedente tipo Isolmant Piombo o Isolmant 10 mm
10. Malta cementizia elastica vibrosmorzante (tipo *FONOPLAST* della INDEX)
11. Pilastro c.a.
12. Cavedio
13. Isolante termico
14. Pannello in gesso-fibra tipo Knauf VIDIWALL sp. 12.5 mm
15. Pannello in cartongesso sp. 12.5 mm
16. Orditura metallica 0.5x0.5
17. Lana minerale sp. 4 cm e densità 40 kg/m3

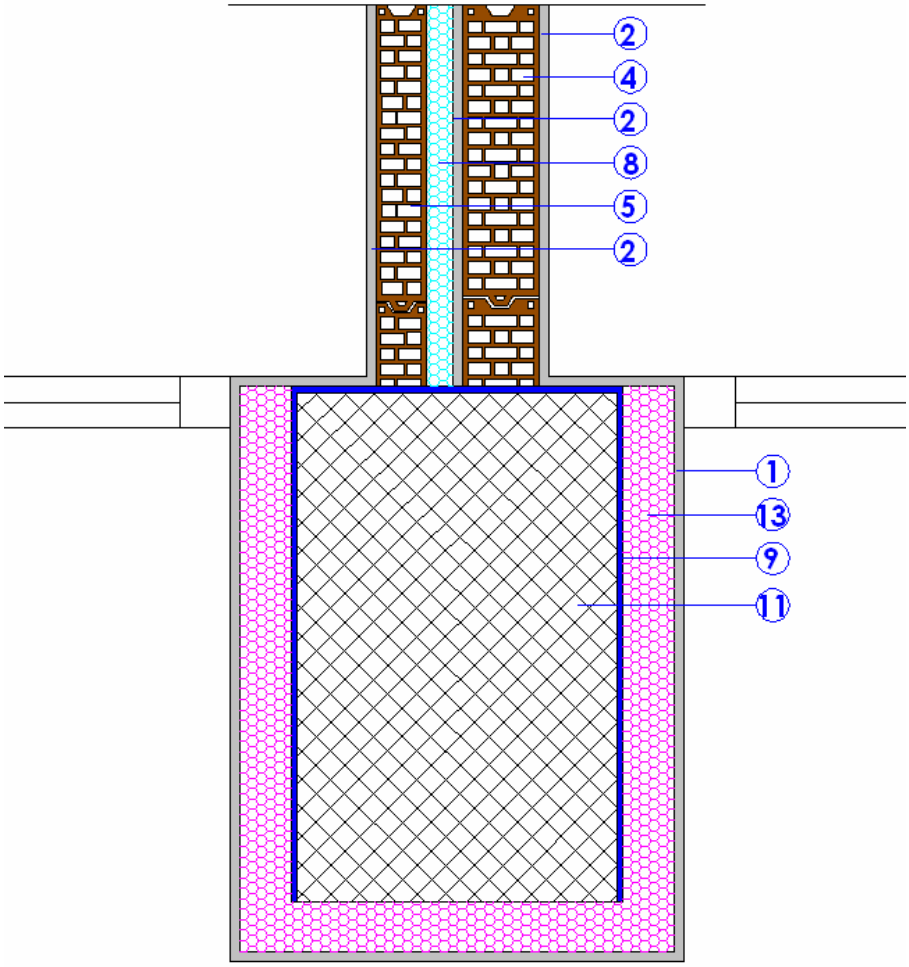
PARTICOLARE 4



LEGENDA

1. Intonaco esterno sp. 1.5 cm
2. Intonaco interno sp. 1.5 cm
3. Laterizio porizzato sp. 30 cm
4. Laterizio porizzato sp. 12 cm
5. Laterizio porizzato sp. 8 cm
6. Laterizio forato sp. 12 cm
7. Laterizio forato sp. 8 cm
8. Pannello Rockwool 388 sp. 4 cm
9. Rivestimento con pannello fonoimpedente tipo Isolmant Piombo o Isolmant 10 mm
10. Malta cementizia elastica vibrosmorzante (tipo *FONOPLAST* della INDEX)
11. Pilastro c.a.
12. Cavedio
13. Isolante termico
14. Pannello in gesso-fibra tipo Knauf VIDIWALL sp. 12.5 mm
15. Pannello in cartongesso sp. 12.5 mm
16. Orditura metallica 0.5x0.5
17. Lana minerale sp. 4 cm e densità 40 kg/m3

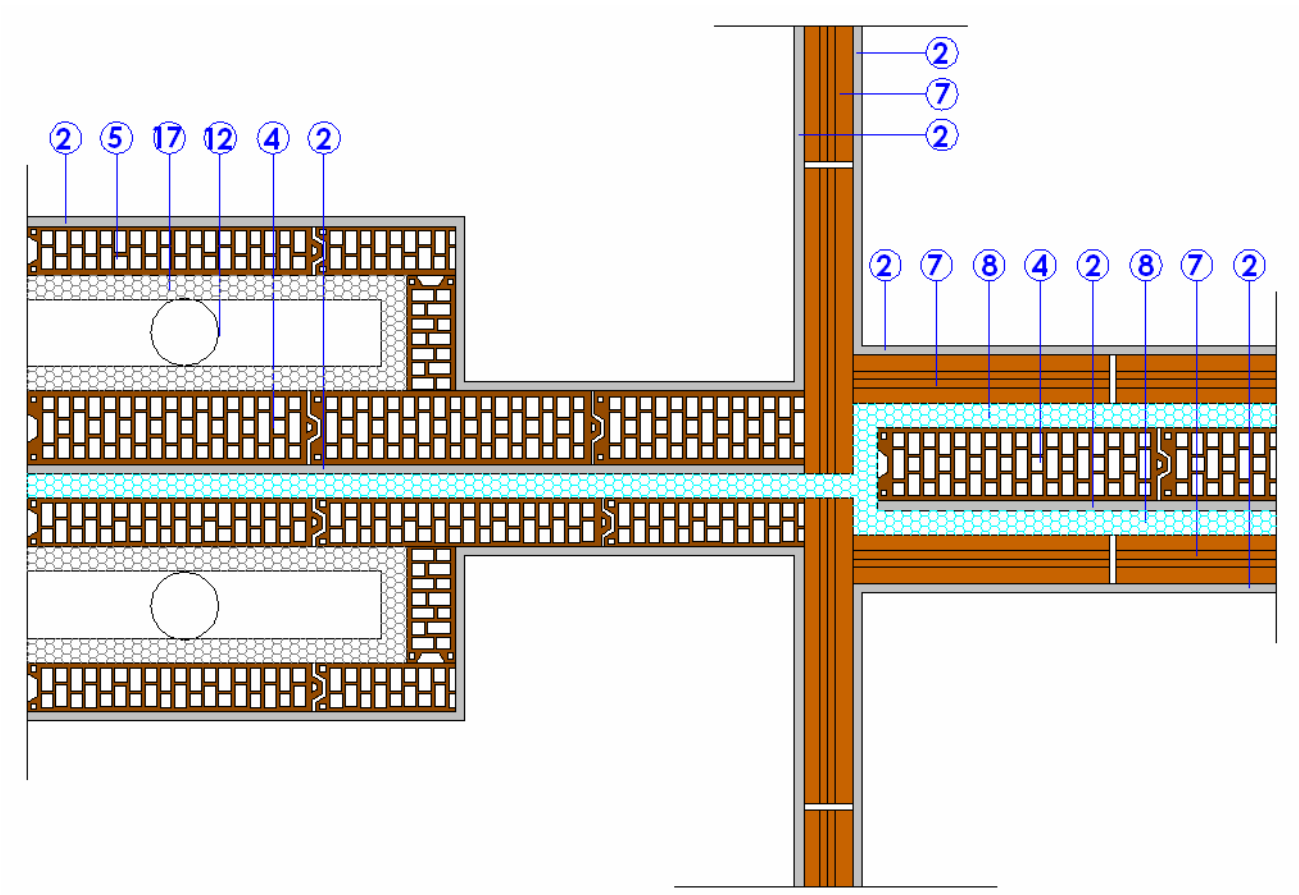
PARTICOLARE 5



LEGENDA

1. Intonaco esterno sp. 1.5 cm
2. Intonaco interno sp. 1.5 cm
3. Laterizio porizzato sp. 30 cm
4. Laterizio porizzato sp. 12 cm
5. Laterizio porizzato sp. 8 cm
6. Laterizio forato sp. 12 cm
7. Laterizio forato sp. 8 cm
8. Pannello Rockwool 388 sp. 4 cm
9. Rivestimento con pannello fonoimpedente tipo Isolmant Piombo o Isolmant 10 mm
10. Malta cementizia elastica vibrosmorzante (tipo *FONOPLAST* della INDEX)
11. Pilastro c.a.
12. Cavedio
13. Isolante termico
14. Pannello in gesso-fibra tipo Knauf VIDIWALL sp. 12.5 mm
15. Pannello in cartongesso sp. 12.5 mm
16. Orditura metallica 0.5x0.5
17. Lana minerale sp. 4 cm e densità 40 kg/m3

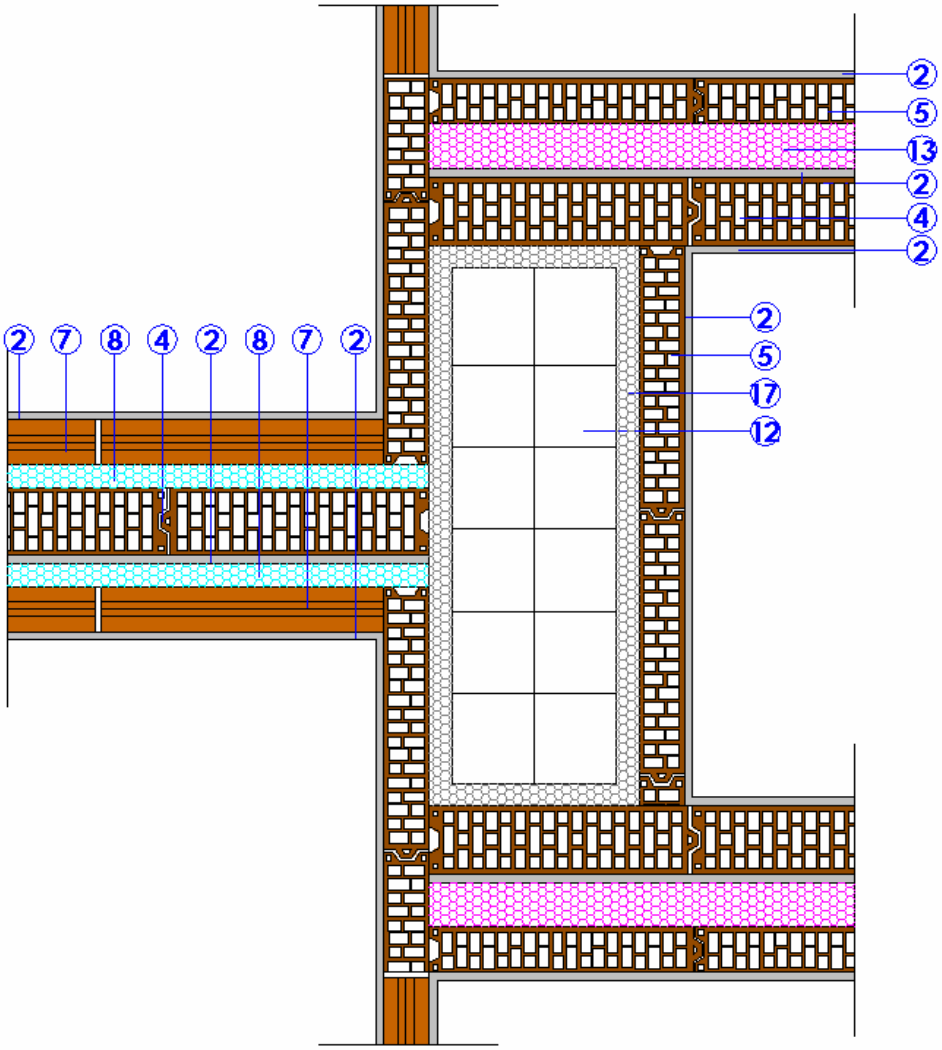
PARTICOLARE 6



LEGENDA

1. Intonaco esterno sp. 1.5 cm
2. Intonaco interno sp. 1.5 cm
3. Laterizio porizzato sp. 30 cm
4. Laterizio porizzato sp. 12 cm
5. Laterizio porizzato sp. 8 cm
6. Laterizio forato sp. 12 cm
7. Laterizio forato sp. 8 cm
8. Pannello Rockwool 388 sp. 4 cm
9. Rivestimento con pannello fonoimpedente tipo Isolmant Piombo o Isolmant 10 mm
10. Malta cementizia elastica vibrosmorzante (tipo *FONOPLAST* della INDEX)
11. Pilastro c.a.
12. Cavedio
13. Isolante termico
14. Pannello in gesso-fibra tipo Knauf VIDIWALL sp. 12.5 mm
15. Pannello in cartongesso sp. 12.5 mm
16. Orditura metallica 0.5x0.5
17. Lana minerale sp. 4 cm e densità 40 kg/m3

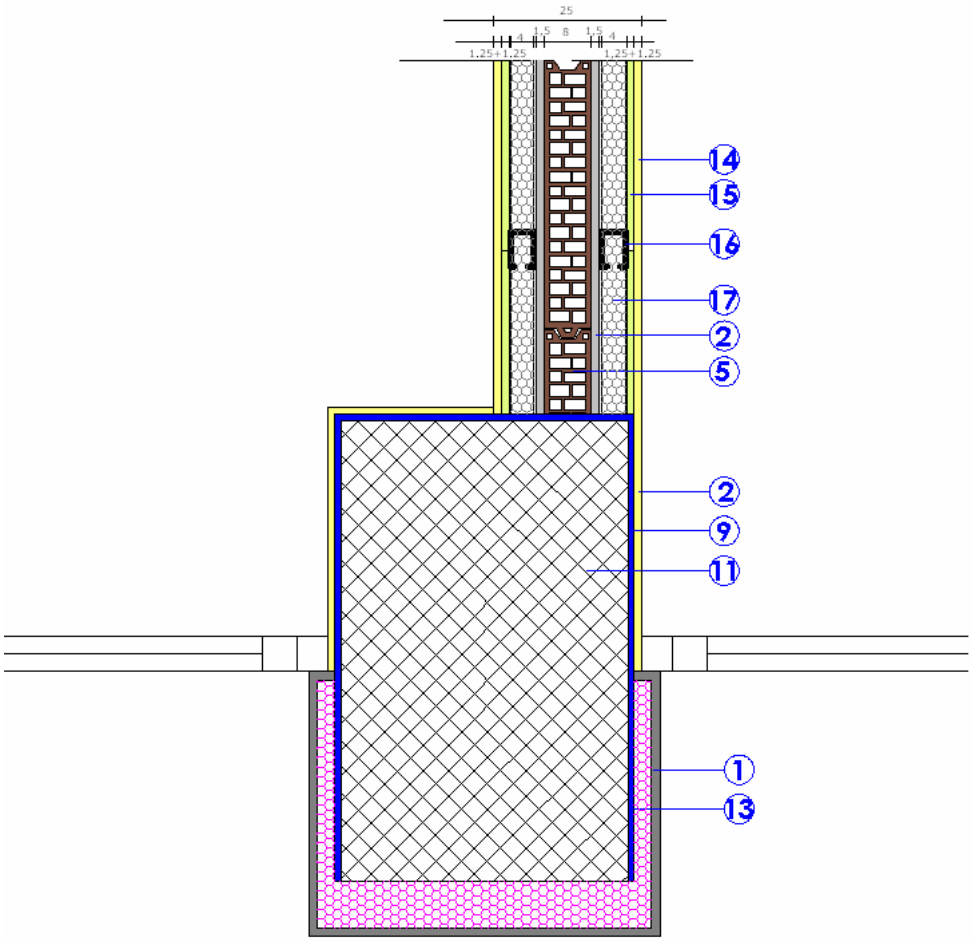
PARTICOLARE 7



LEGENDA

1. Intonaco esterno sp. 1.5 cm
2. Intonaco interno sp. 1.5 cm
3. Laterizio porizzato sp. 30 cm
4. Laterizio porizzato sp. 12 cm
5. Laterizio porizzato sp. 8 cm
6. Laterizio forato sp. 12 cm
7. Laterizio forato sp. 8 cm
8. Pannello Rockwool 388 sp. 4 cm
9. Rivestimento con pannello fonoimpedente tipo Isolmant Piombo o Isolmant 10 mm
10. Malta cementizia elastica vibrosmorzante (tipo *FONOPLAST* della INDEX)
11. Pilastro c.a.
12. Cavedio
13. Isolante termico
14. Pannello in gesso-fibra tipo Knauf VIDIWALL sp. 12.5 mm
15. Pannello in cartongesso sp. 12.5 mm
16. Orditura metallica 0.5x0.5
17. Lana minerale sp. 4 cm e densità 40 kg/m3

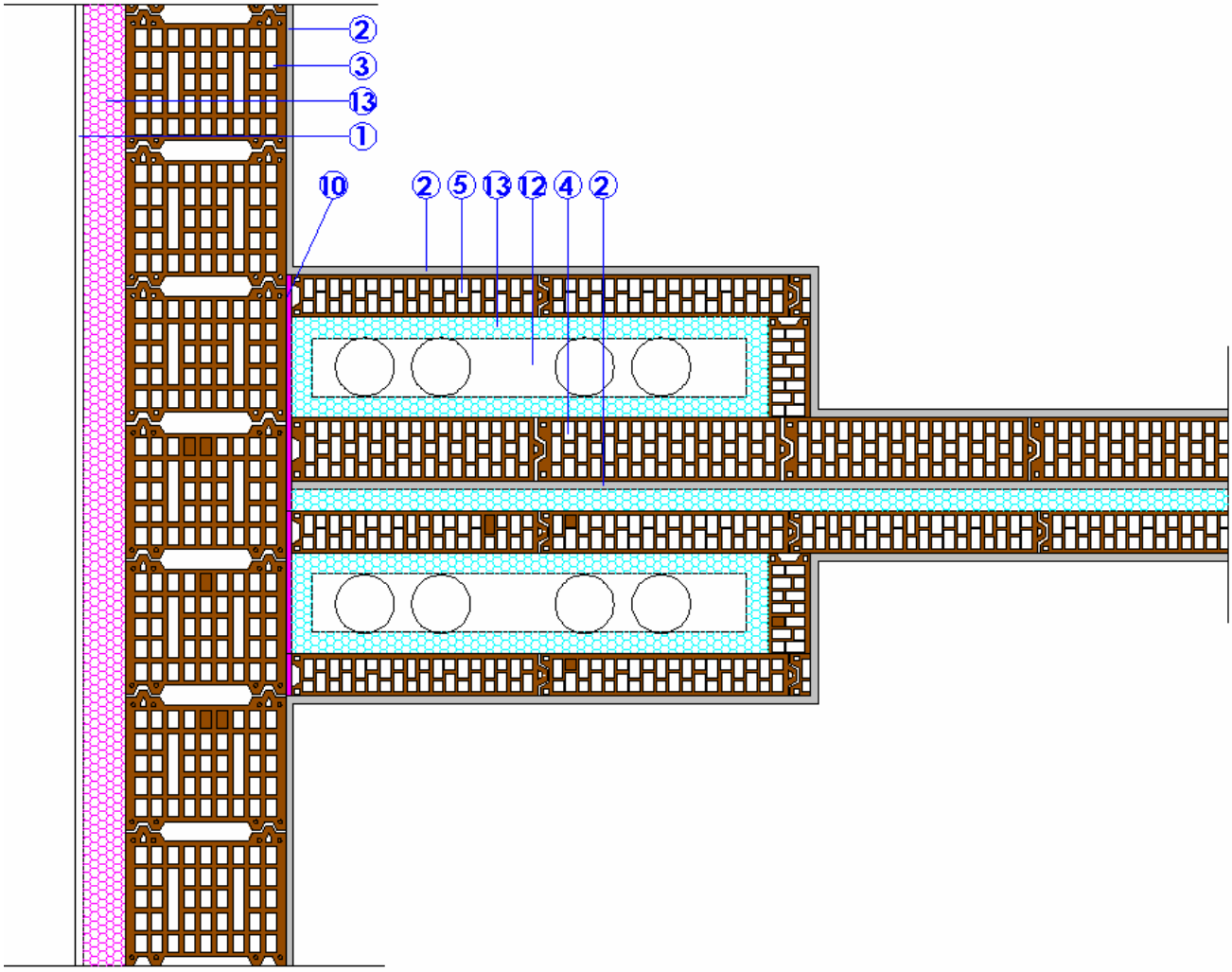
PARTICOLARE 8



LEGENDA

1. Intonaco esterno sp. 1.5 cm
2. Intonaco interno sp. 1.5 cm
3. Laterizio porizzato sp. 30 cm
4. Laterizio porizzato sp. 12 cm
5. Laterizio porizzato sp. 8 cm
6. Laterizio forato sp. 12 cm
7. Laterizio forato sp. 8 cm
8. Pannello Rockwool 388 sp. 4 cm
9. Rivestimento con pannello fonoimpedente tipo Isolmant Piombo o Isolmant 10 mm
10. Malta cementizia elastica vibrosmorzante (tipo *FONOPLAST* della INDEX)
11. Pilastro c.a.
12. Cavedio
13. Isolante termico
14. Pannello in gesso-fibra tipo Knauf VIDIWALL sp. 12.5 mm
15. Pannello in cartongesso sp. 12.5 mm
16. Orditura metallica 0.5x0.5
17. Lana minerale sp. 4 cm e densità 40 kg/m3

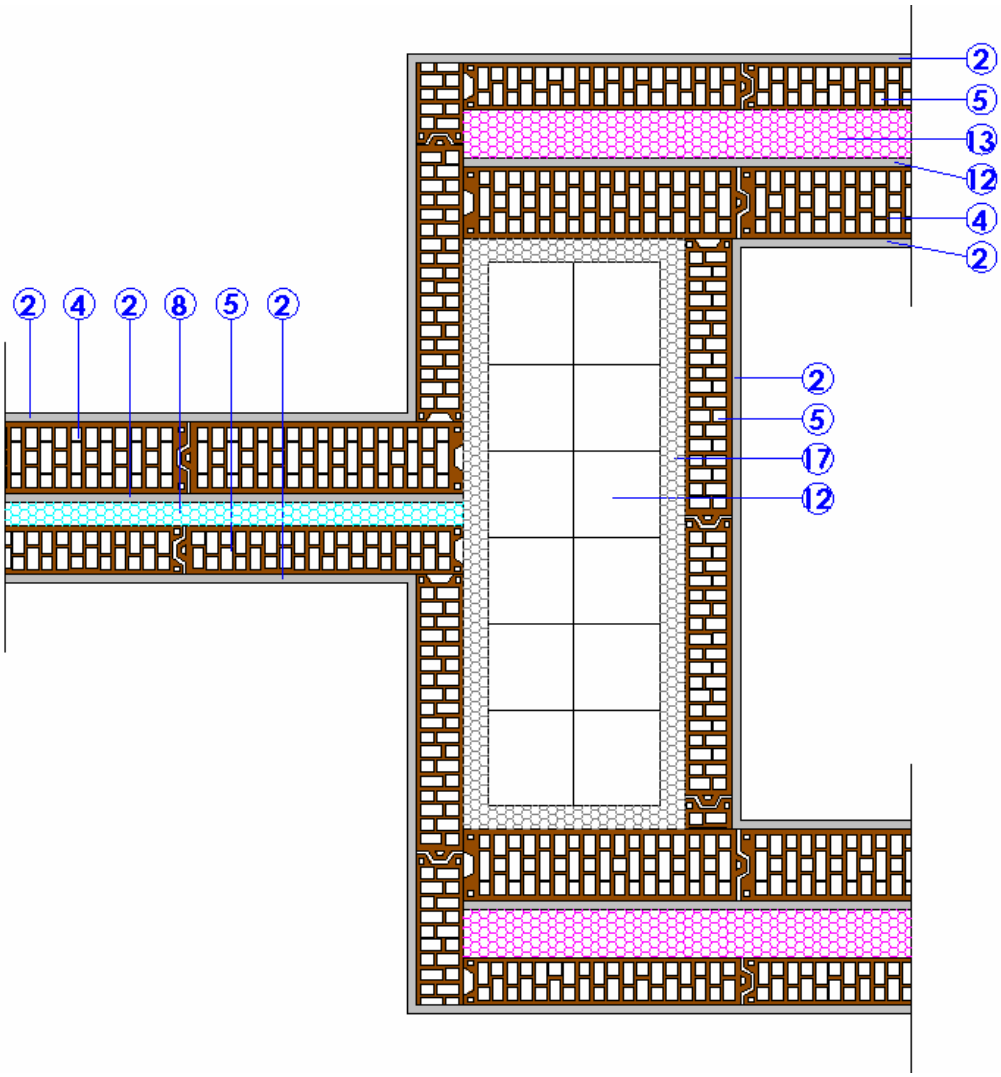
PARTICOLARE 9



LEGENDA

1. Intonaco esterno sp. 1.5 cm
2. Intonaco interno sp. 1.5 cm
3. Laterizio porizzato sp. 30 cm
4. Laterizio porizzato sp. 12 cm
5. Laterizio porizzato sp. 8 cm
6. Laterizio forato sp. 12 cm
7. Laterizio forato sp. 8 cm
8. Pannello Rockwool 388 sp. 4 cm
9. Rivestimento con pannello fonoimpedente tipo Isolmant Piombo o Isolmant 10 mm
10. Malta cementizia elastica vibrosmorzante (tipo *FONOPLAST* della INDEX)
11. Pilastro c.a.
12. Cavedio
13. Isolante termico
14. Pannello in gesso-fibra tipo Knauf VIDIWALL sp. 12.5 mm
15. Pannello in cartongesso sp. 12.5 mm
16. Orditura metallica 0.5x0.5
17. Lana minerale sp. 4 cm e densità 40 kg/m3

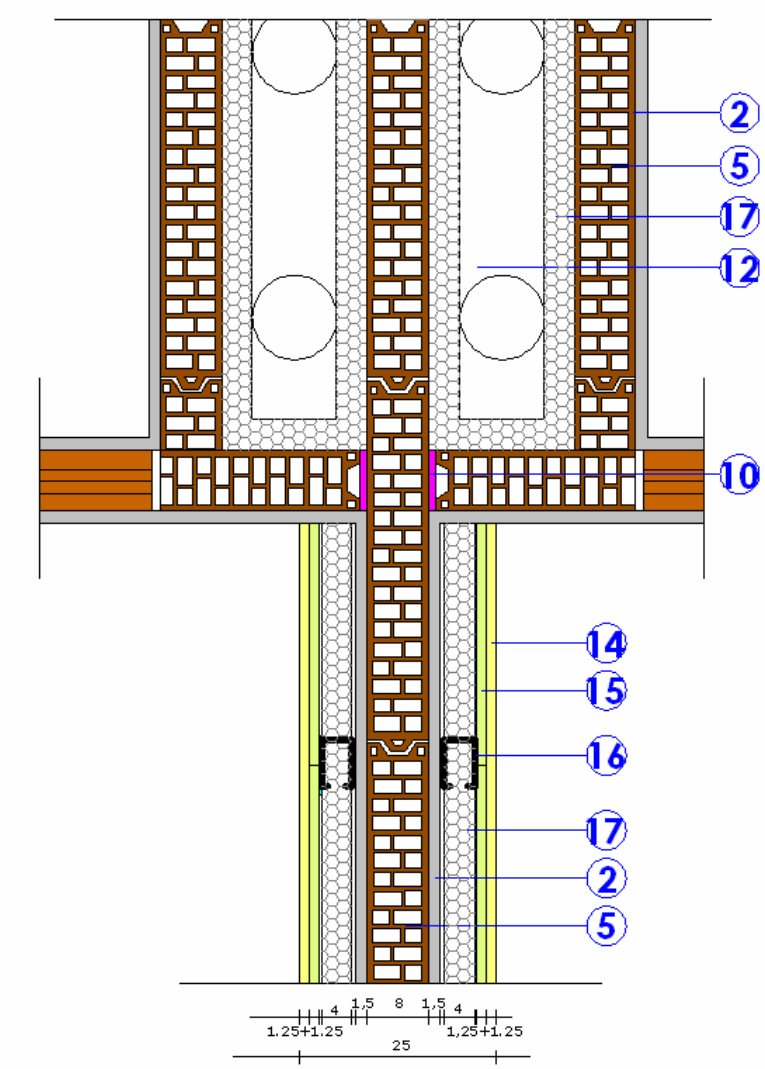
PARTICOLARE 10



LEGENDA

1. Intonaco esterno sp. 1.5 cm
2. Intonaco interno sp. 1.5 cm
3. Laterizio porizzato sp. 30 cm
4. Laterizio porizzato sp. 12 cm
5. Laterizio porizzato sp. 8 cm
6. Laterizio forato sp. 12 cm
7. Laterizio forato sp. 8 cm
8. Pannello Rockwool 388 sp. 4 cm
9. Rivestimento con pannello fonoimpedente tipo Isolmant Piombo o Isolmant 10 mm
10. Malta cementizia elastica vibrosmorzante (tipo *FONOPLAST* della INDEX)
11. Pilastro c.a.
12. Cavedio
13. Isolante termico
14. Pannello in gesso-fibra tipo Knauf VIDIWALL sp. 12.5 mm
15. Pannello in cartongesso sp. 12.5 mm
16. Orditura metallica 0.5x0.5
17. Lana minerale sp. 4 cm e densità 40 kg/m3

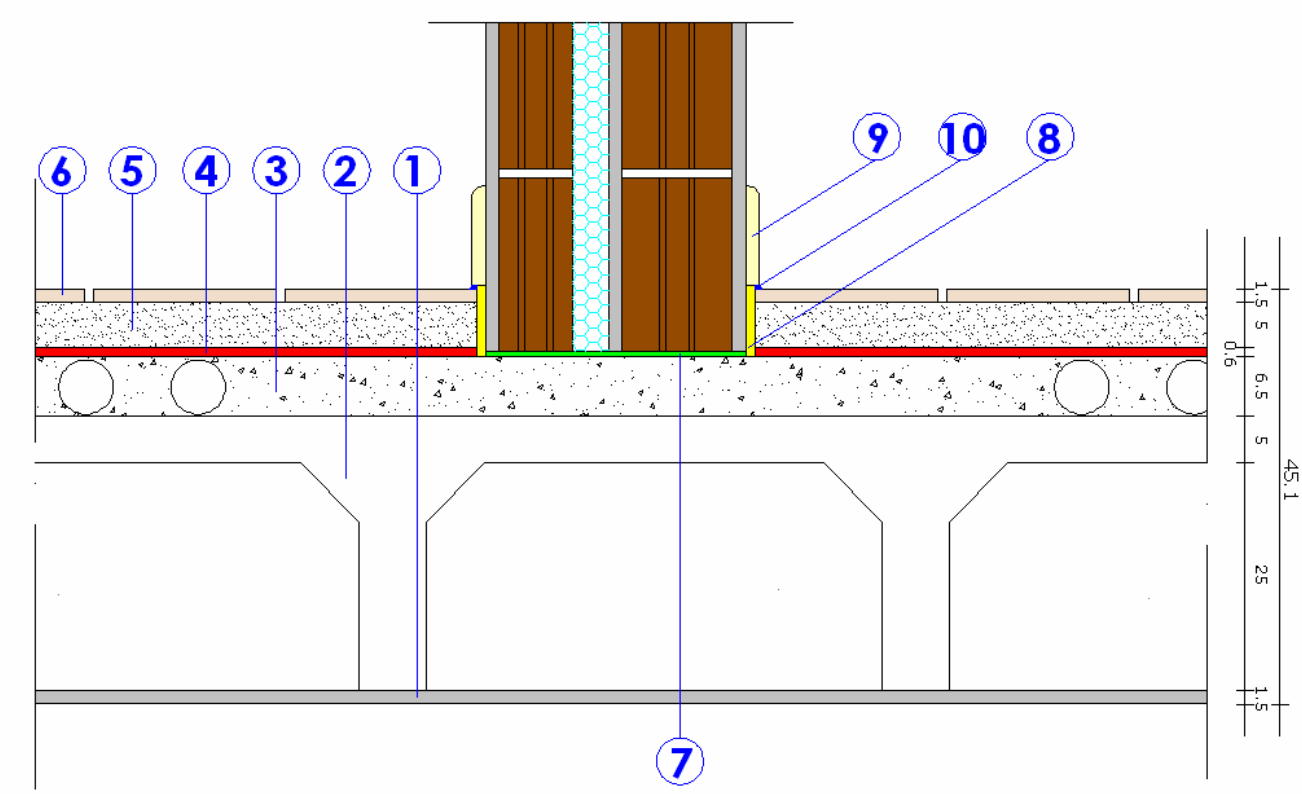
PARTICOLARE 11



LEGENDA

1. Intonaco esterno sp. 1.5 cm
2. Intonaco interno sp. 1.5 cm
3. Laterizio porizzato sp. 30 cm
4. Laterizio porizzato sp. 12 cm
5. Laterizio porizzato sp. 8 cm
6. Laterizio forato sp. 12 cm
7. Laterizio forato sp. 8 cm
8. Pannello Rockwool 388 sp. 4 cm
9. Rivestimento con pannello fonoimpedente tipo Isolmant Piombo o Isolmant 10 mm
10. Malta cementizia elastica vibrosmorzante (tipo *FONOPLAST* della INDEX)
11. Pilastro c.a.
12. Cavedio
13. Isolante termico
14. Pannello in gesso-fibra tipo Knauf VIDIWALL sp. 12.5 mm
15. Pannello in cartongesso sp. 12.5 mm
16. Orditura metallica 0.5x0.5
17. Lana minerale sp. 4 cm e densità 40 kg/m3

PARTICOLARE 12



LEGENDA

1. Intonaco interno sp. 1.5 cm
2. Solaio bausta 20+5 sp. 30 cm
3. Massetto alleggerito tipo Polibeton sp. 6.5 cm
4. Materiale anticalpestio tipo Isolmant Monoplus, sp. 6 mm
5. Massetto densità 1800 kg/m3 sp. 5 cm
6. Pavimento sp. 1.5 cm
7. Fascia taglia-parete sp. 5-6 mm
8. Fascia elastica perimetrale
9. Battiscopa
10. Sigillatura siliconica del battiscopa

5. VERIFICA PREVISIONALE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

La valutazione dei requisiti acustici passivi dell'intervento in oggetto è stata effettuata su un campione di locali tipo, prudenzialmente individuati in base alle condizioni di maggiore criticità.
In particolare, per quanto riguarda la verifica dell'isolamento acustico di facciata, sono stati selezionati i locali caratterizzati da maggiore superficie vetrata rispetto alla superficie complessiva della facciata e dal minor volume, tenendo conto delle differenti tipologie di facciata previste dal progetto.
Per quanto riguarda la verifica del potere fonoisolante apparente e del livello di rumore da calpestio sono state scelte le soluzioni a maggior rischio per la trasmissione laterale, tenendo conto delle differenti soluzioni di solaio e di pareti previste dal progetto.
Di seguito si riportano le verifiche previsionali dei requisiti acustici passivi tenendo conto delle variazioni relative alle stratigrafie dei pacchetti orizzontali e verticali rispetto al progetto definitivo. Inoltre, rispetto a questo, in questa sede di affrontano a livello di dettaglio esecutivo i nodi critici studiati al fine di minimizzare la trasmissione sonora laterale.

5.1 Verifica previsionale dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente (R'_w) di ambienti adiacenti e sovrapposti

La verifica dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente di ambienti adiacenti o sovrapposti è prevista dal D.P.C.M. 5/12/97 per partizioni orizzontali e verticali che dividono unità immobiliari distinte.
Nel caso in esame pertanto verranno verificate le partizioni verticali e i solai, tenendo conto delle differenti soluzioni tecnologiche e delle differenti situazioni di trasmissione laterale.
Per l'edificio in esame si è fatto riferimento al valore limite di 50 dB, valido per le destinazioni d'uso dello stesso, come peraltro previsto dal D.P.C.M. 5/12/97.
Data la tipologia delle pareti di divisione, dei solai e dei tramezzi interni, per il piano terra è sufficiente effettuare la verifica della parete evidenziata nelle figura che segue.

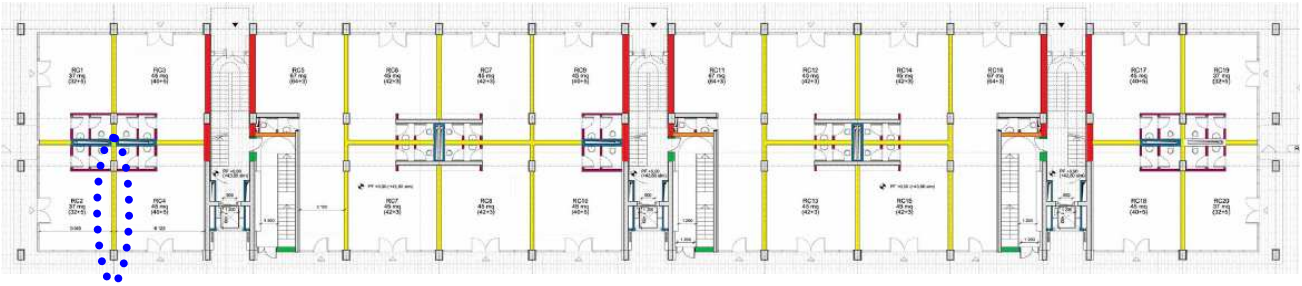


Figura 5.1 – Parete di separazione tra due negozi oggetto della verifica acustica

Al piano tipo poiché si trovano due tipologie differenti di partizione tra alloggi verranno effettuate le verifiche indicate nella figura che segue che si riferiscono alle condizioni di trasmissione laterale più critiche.

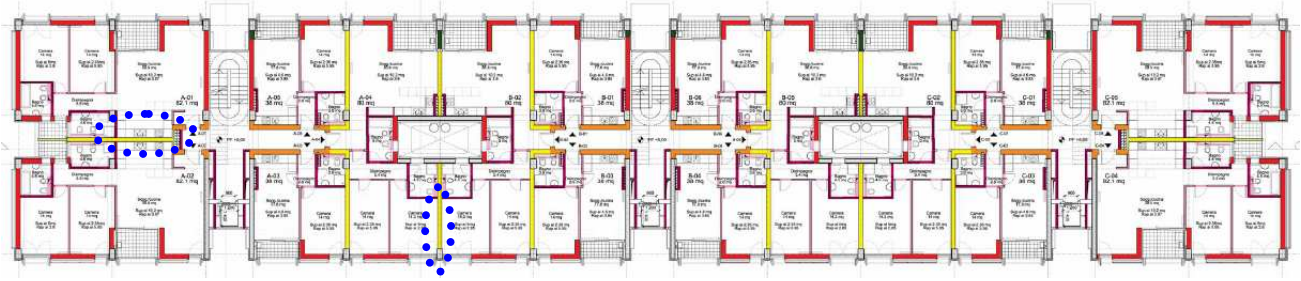


Figura 5.2 – Pareti di separazione tra unità immobiliari distinte oggetto della verifica acustica

Infine per quanto riguarda la verifica dell'indice di valutazione del potere fonoisolante tra ambienti sovrapposti è stato scelto l'ambiente evidenziato nella figura che segue, poiché più penalizzato per la maggiore trasmissione laterale.

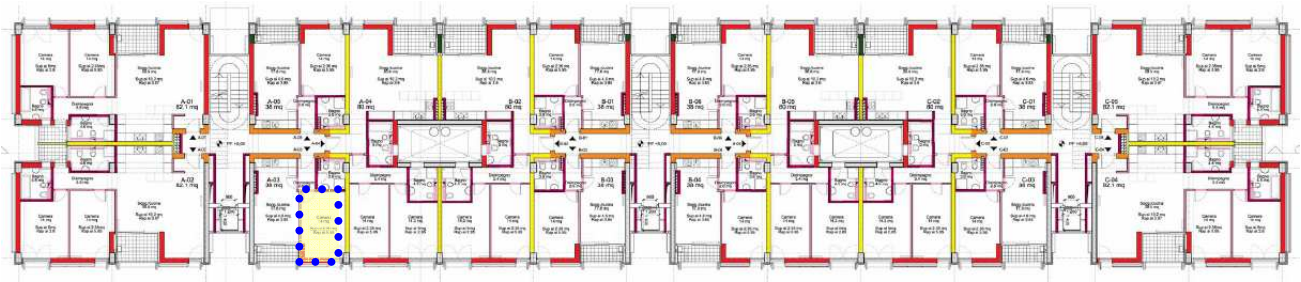


Figura 5.3 – Solaio di separazione tra unità immobiliari distinte oggetto della verifica acustica

5.1.1 Parete di separazione tra il negozio RC2 e il negozio RC4

La parete per la quale viene effettuata la verifica previsionale dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente, R'_w, è quella che divide il negozio RC2 dal negozio RC4, entrambi posti al piano terra (v. **figura 5.4**).

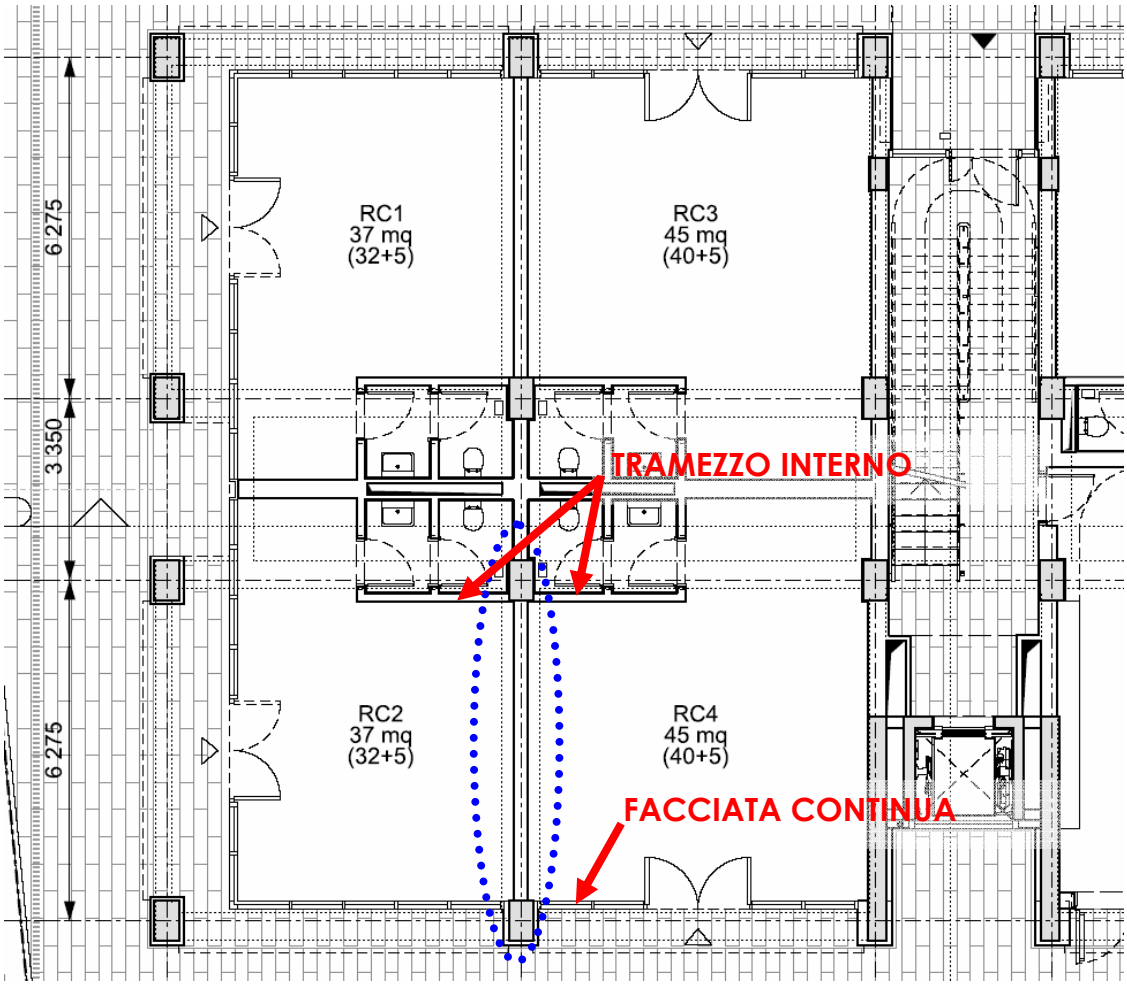


Figura 5.4 – Parete di separazione tra unità immobiliari distinte oggetto della verifica acustica

La parete in esame, ampiamente descritta nel **paragrafo 4.2.1**, ha le seguenti caratteristiche tecniche ed acustiche:

M' = 318 kg/m^2

s = 28.5 cm

R_w = 55 dB

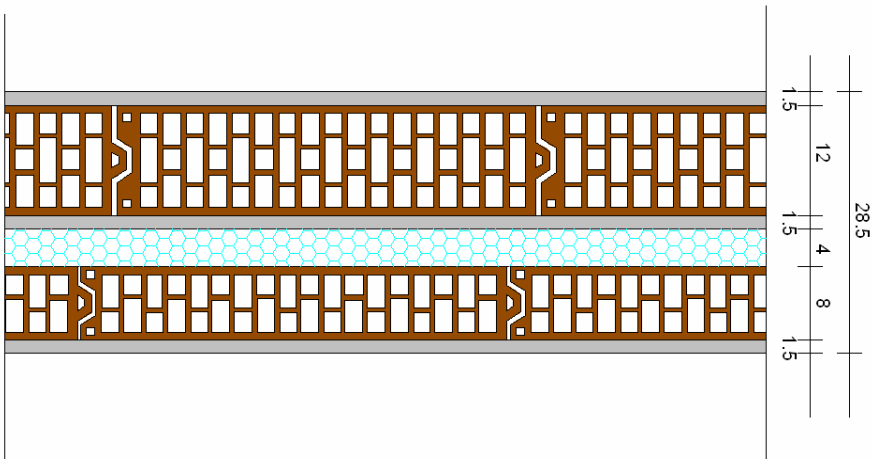


Figura 5.5 – Parete di divisione tra negozi

Le strutture laterali coinvolte nella trasmissione sonora sono riassunte nella tabella che segue.

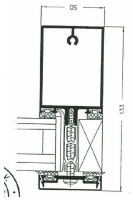
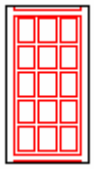
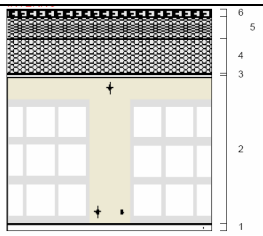
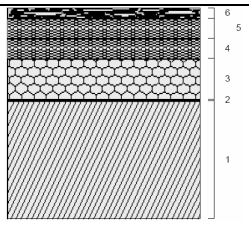
Componente	**Struttura laterale**	**M' (kg/m²)**	**R_w (dB)**
	Facciata continua	45	43
	Tramezzi interni	149	42.5
	Solaio superiore	424	50.5
	Solaio inferiore	840	56

Tabella 5.1 – Descrizione delle strutture laterali coinvolte nella trasmissione sonora

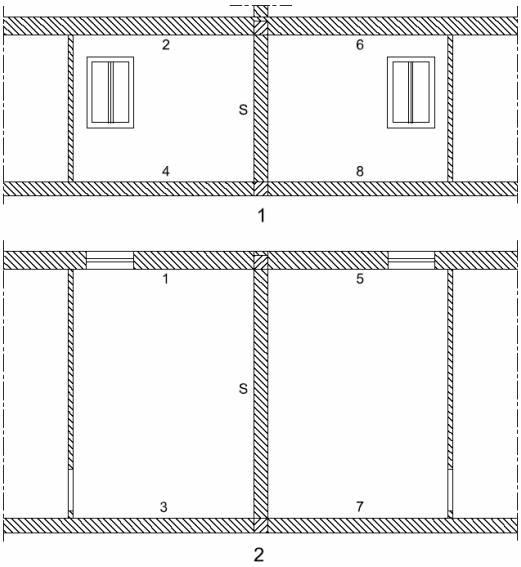


Figura 5.6 – Codifica degli elementi strutturali dei due ambienti in pianta e sezione

La verifica numerica dell'indice di valutazione del potere fonoisolante è stata effettuata con il software ECHO versione 4, che implementa gli algoritmi di calcolo della norma UNI EN 12354-1.
Di seguito si riportano i risultati della suddetta verifica.

CALCOLO DELL'INDICE DI VALUTAZIONE DEL POTERE FONOISOLANTE APPARENTE DEL DIVISORIO TRA NEGOZI RC2 E RC4

Superficie del divisorio: 25.11 m²

Struttura	*MassaSup. [kg/m²]*	*R_w [dB]*
S Parete di separazione tra negozi	318.00	55
1 Facciata vetrata	45.00	43
2 Solaio inferiore	840.00	56
3 Tramezzo interno	149.00	42.5
4 Solaio superiore	424.00	50.5
5 Facciata vetrata	45.00	43
6 Solaio inferiore	840.00	56
7 Tramezzo interno	149.00	42.5
8 Solaio superiore	424.00	50.5

Percorso	*Collegamento*	*R_{ijw} [dB]*
s	Diretto	55.00
1-5	Collegamento a T tra parete omogenea e facciata leggera	64.26
2-6	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	64.72
3-7	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	65.21
4-8	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	63.37
1-s	Collegamento a T tra parete omogenea e facciata leggera	75.26
2-s	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	71.43
3-s	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	65.83
4-s	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	67.76
s-5	Collegamento a T tra parete omogenea e facciata leggera	75.26
s-6	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	71.43
s-7	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	65.83
s-8	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	67.76

Edificio:
Categoria: G
Livello minimo del potere fonoisolante del divisorio tra negozi: 50 dB

Indice di valutazione del potere fonoisolante del divisorio tra appartamenti:

52 dB

VALORE AMMISSIBILE

N.B. La verifica sopra riportata è valida nel caso in cui le pareti interne siano continue fino alla quota del solaio e quindi non si interrompano a livello del controsoffitto.

Inoltre la prestazione stimata si intende valida purché la parete in esame non risulti indebolita negli stessi punti su entrambi i lati.

Al fine di ridurre la trasmissione laterale si consiglia di rivestire i pilastri a contatto con partizioni che dividono unità immobiliari distinte con una fascia desolidarizzante (es. pannello Isolmant 10 mm o altri prodotti analoghi), come mostrano la figure che seguono.

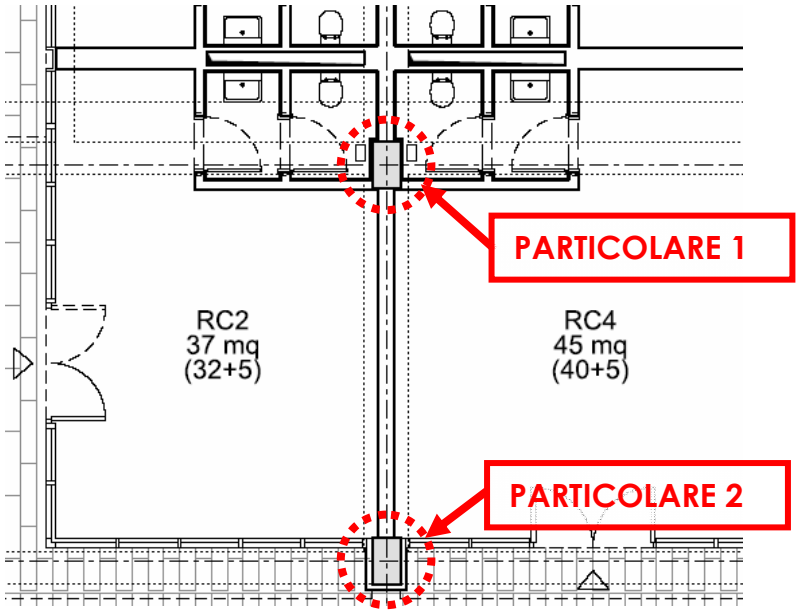


Figura 5.7 – Indicazione dei nodi da realizzare come nelle figure seguenti al fine di ridurre la trasmissione laterale

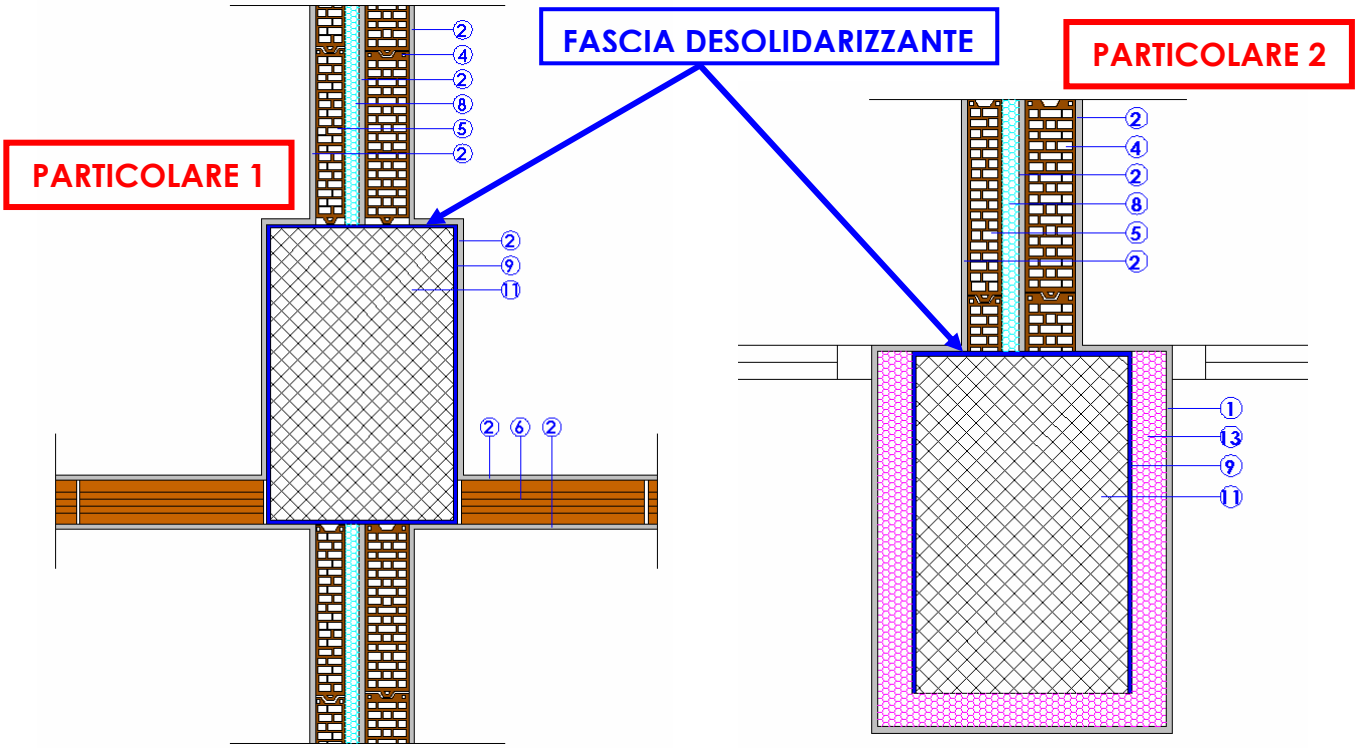


Figura 5.8 – Dettaglio dei nodi relativi ai Particolari 1 e 2

5.1.2 Parete di separazione tra i soggiorno/cucina degli appartamenti A-01 e A-02

La parete per la quale viene effettuata la verifica previsionale dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente, R'_w, è quella che divide i soggiorni-cucina appartenenti rispettivamente agli appartamenti A01 e A02, entrambi posti al piano tipo (v. **figura 5.9**).

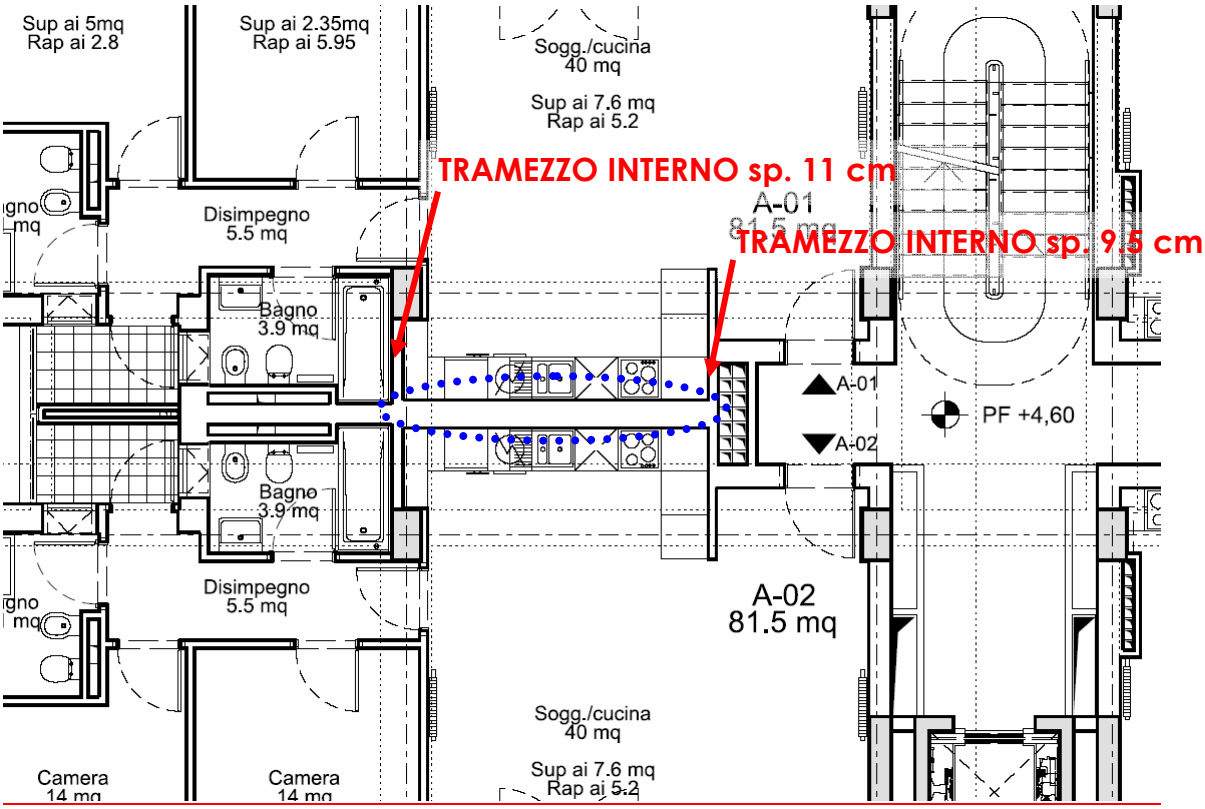


Figura 5.9 – Parete di separazione tra unità immobiliari distinte oggetto della verifica acustica

La parete in esame, ampiamente descritta nel **paragrafo 4.2.2**, è mostrata nella figura che segue.

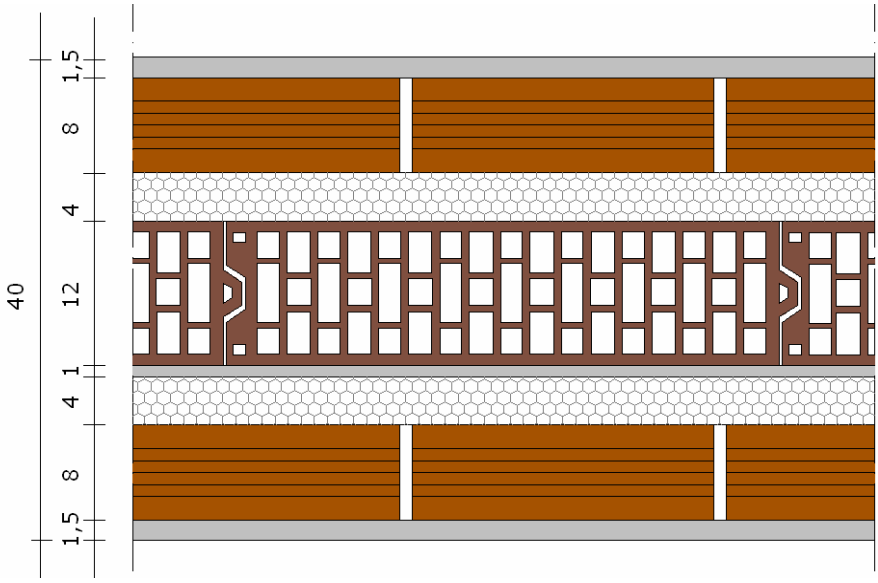


Figura 5.10 – Parete di divisione tra cucine

Cautelativamente, non disponendo di un certificato relativo alla parete in esame, si terrà conto della prestazione acustica relativa alla parete considerata nel paragrafo precedente. Per tale parete pertanto si terrà conto delle seguenti caratteristiche tecniche ed acustiche:

M' = 350 kg/m^2

s = 40 cm

R_w = 55 dB

Le strutture laterali coinvolte nella trasmissione sonora sono riassunte nella tabella che segue.

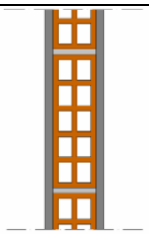
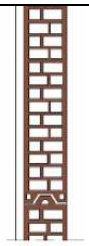
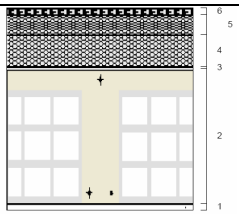
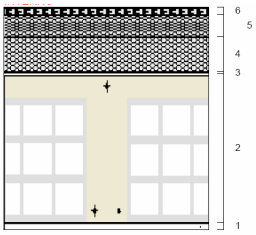
Componente	**Struttura laterale**	**M' (kg/m^2)**	**R_w (dB)**
	Tramezzo interno, spessore 11 cm	136	42.5
	Tramezzo interno, spessore 9.5 cm	149	42.5
	Solaio superiore	424	50.5
	Solaio inferiore	**SOLAIO NUDO**	
		424	50.5
		PAVIMENTO GALLEGGIANTE	
		90	ΔR_w 2.75

Tabella 5.2 – Descrizione delle strutture laterali coinvolte nella trasmissione sonora

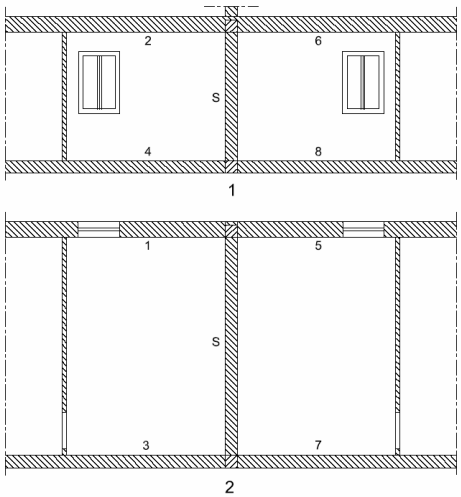


Figura 5.11 – Codifica degli elementi strutturali dei due ambienti in pianta e sezione

La verifica numerica dell'indice di valutazione del potere fonoisolante è stata effettuata con il software ECHO versione 4, che implementa gli algoritmi di calcolo della norma UNI EN 12354-1.
Di seguito si riportano i risultati della suddetta verifica.

CALCOLO DELL'INDICE DI VALUTAZIONE DEL POTERE FONOISOLANTE APPARENTE DEL DIVISORIO TRA SOGGIORNO/CUCINA DEGLI APPARTAMENTI A-01 E A-02

Superficie del divisorio: 10.53 m²

Struttura	*MassaSup. [kg/m²]*	*Rw [dB]*
S Parete tra cucine	350.00	55
1 Tramezzo interno sp. 11 cm	136.00	42.5
2 Solaio inferiore	424.00	53.25
3 Tramezzo interno sp. 9.5 cm	149.00	42.5
4 Solaio superiore	424.00	50.5
5 Tramezzo interno sp. 11 cm	136.00	42.5
6 Solaio inferiore	424.00	53.25
7 Tramezzo interno sp. 9.5	149.00	42.5
8 Solaio superiore	424.00	50.5

Percorso	*Collegamento*	*Rijw [dB]*
s	Diretto	55.00
1-5	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	65.09
2-6	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	66.25
3-7	Collegamento rigido a T tra strutture omogenee (caso A)	60.12
4-8	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	62.13
1-s	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	64.32
2-s	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	68.55
3-s	Collegamento rigido a T tra strutture omogenee (caso A)	61.14
4-s	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	65.80
s-5	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	64.32
s-6	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	68.55
s-7	Collegamento rigido a T tra strutture omogenee (caso A)	61.14
s-8	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	65.80

Edificio:
Categoria: A
Livello minimo del potere fonoisolante del divisorio tra appartamenti: 50 dB

Indice di valutazione del potere fonoisolante del divisorio tra appartamenti:

51 dB

VALORE AMMISSIBILE

N.B. La prestazione stimata si intende valida purché la parete in esame non risulti indebolita negli stessi punti su entrambi i lati.

Al fine di ridurre la trasmissione laterale si consiglia di operare delle sconnessioni strutturali tra la parete di separazione tra alloggi e le pareti laterali, come mostrato nelle figure che seguono.

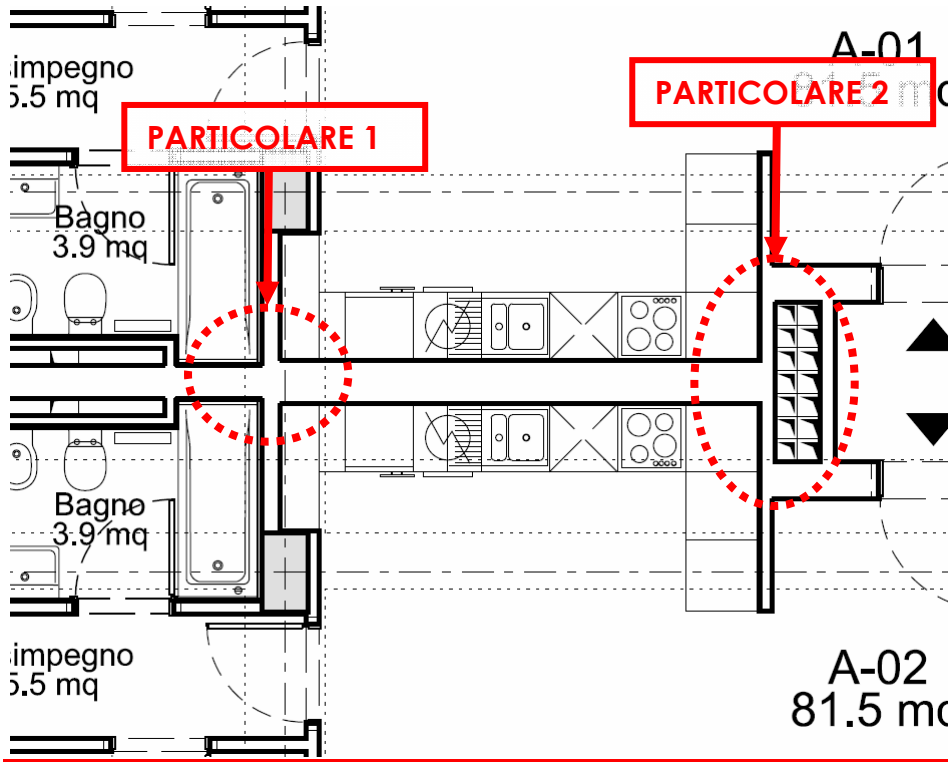


Figura 5.12 – Indicazione dei nodi da realizzare come nelle figure seguenti al fine di ridurre la trasmissione laterale

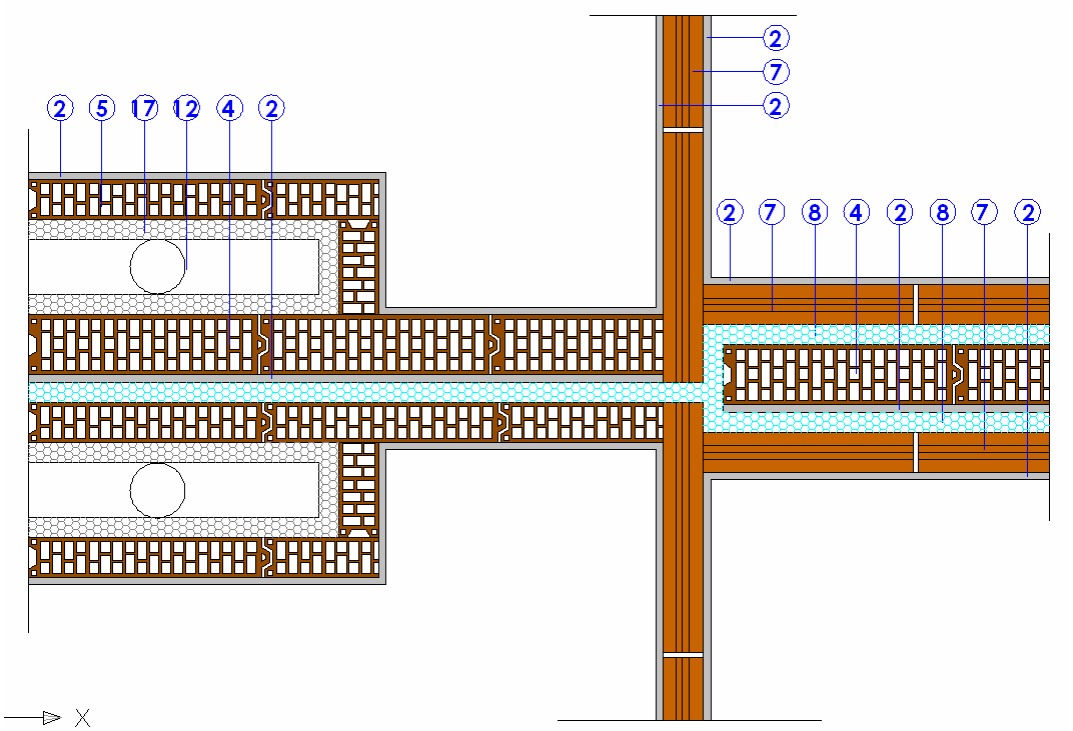


Figura 5.13 – Dettaglio del nodo relativo al Particolare 1

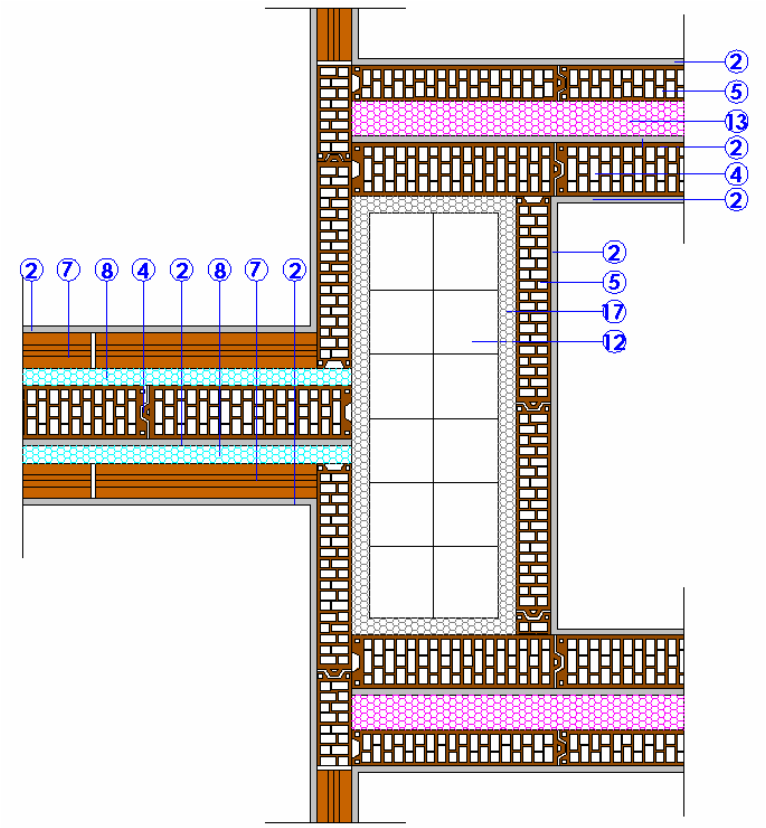


Figura 5.14 – Dettaglio del nodo relativo al Particolare 2

5.1.3 Parete di separazione tra le camere da letto degli appartamenti B-05 e C-02

La parete per la quale viene effettuata la verifica previsionale dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente, R'_w, è quella che divide le due camere da letto appartenenti rispettivamente agli appartamenti B-05 e C-02, entrambe poste al piano tipo (v. **figura 5.15**).

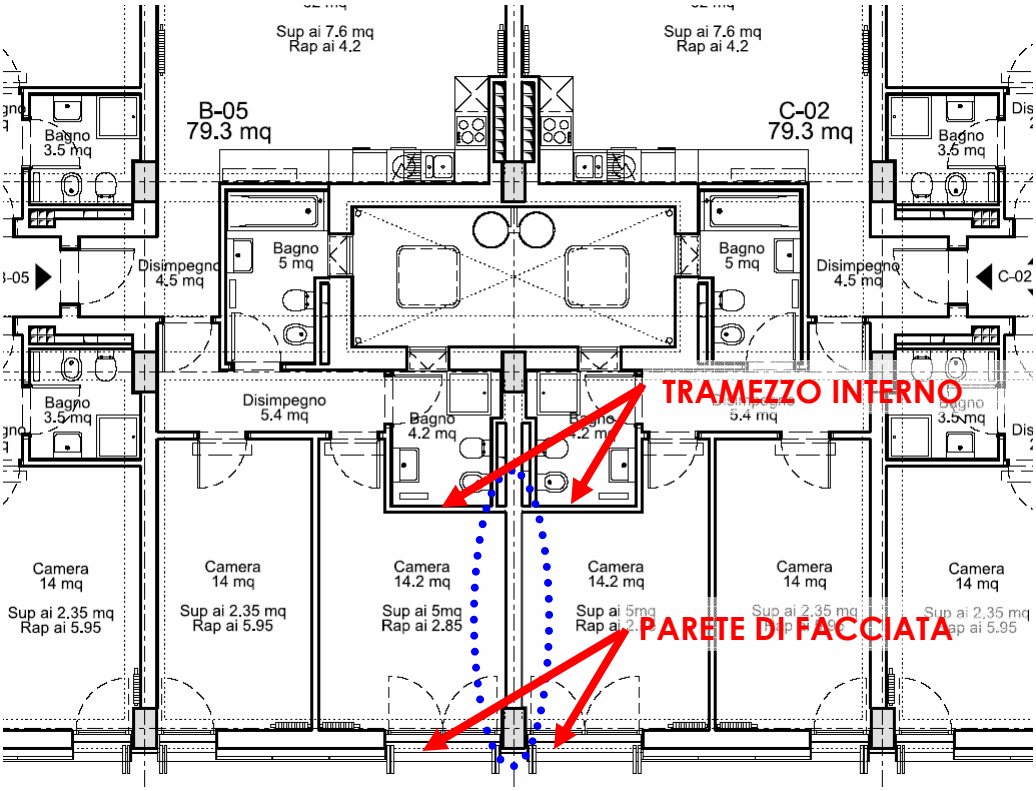


Figura 5.15 – Parete di separazione tra unità immobiliari distinte oggetto della verifica acustica

La parete in esame, ampiamente descritta nel **paragrafo 4.2.3**, ha le seguenti caratteristiche tecniche ed acustiche:

M' = 140 kg/m^2

s = 25 cm

R_w = 60 dB

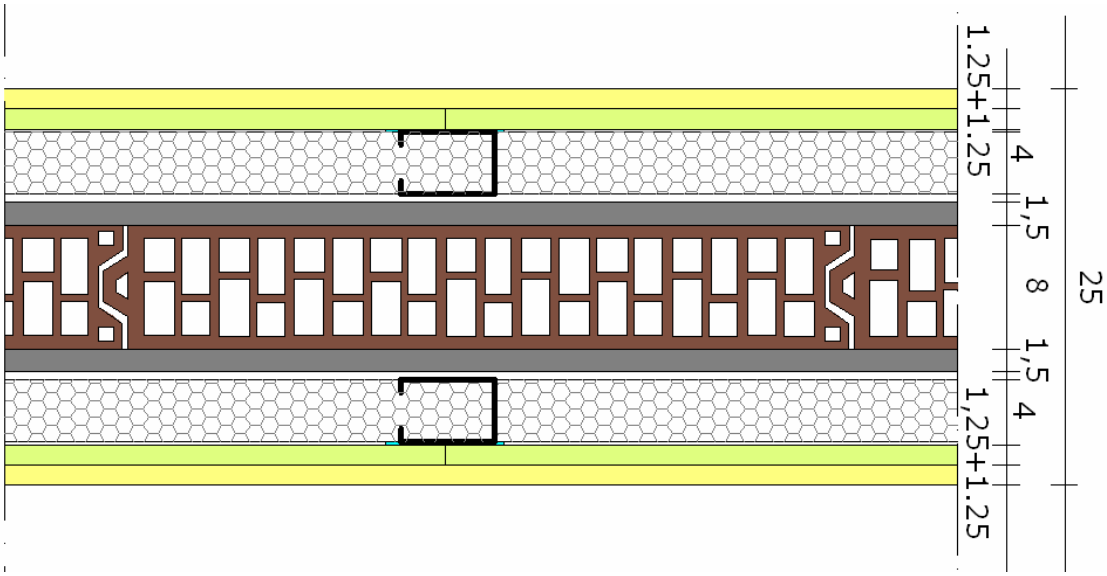


Figura 5.16 – Parete di divisione tra camere da letto contrapposte

Le strutture laterali coinvolte nella trasmissione sonora sono riassunte nella tabella che segue.

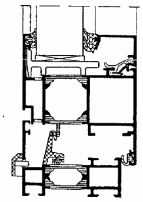
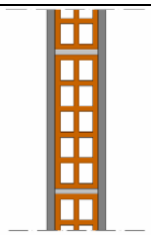
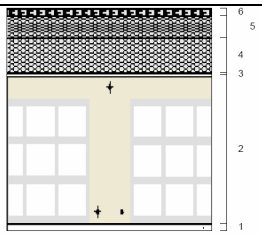
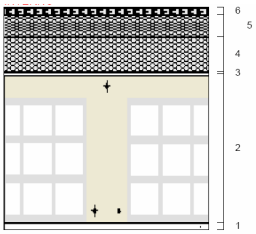
Componente	**Struttura laterale**	**M' (kg/m²)**	**R_w (dB)**
	Serramento	40	39
	Tramezzo interno, spessore 11 cm	136	42.5
	Solaio superiore	424	50.5
	Solaio inferiore	**SOLAIO NUDO**	
		424	50.5
		PAVIMENTO GALLEGGIANTE	
		90	ΔR_w 2.75

Tabella 5.3 – Descrizione delle strutture laterali coinvolte nella trasmissione sonora

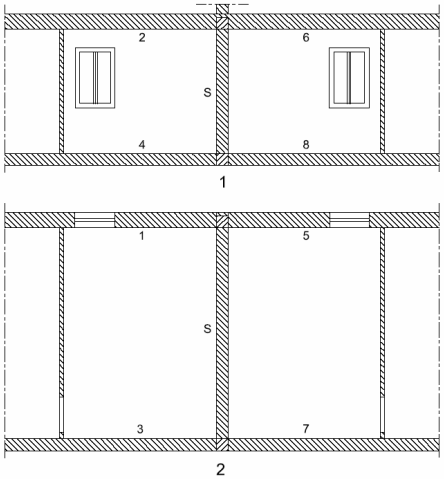


Figura 5.17 – Codifica degli elementi strutturali dei due ambienti in pianta e sezione

La verifica numerica dell'indice di valutazione del potere fonoisolante è stata effettuata con il software ECHO versione 4, che implementa gli algoritmi di calcolo della norma UNI EN 12354-1.

Di seguito si riportano i risultati della suddetta verifica.

CALCOLO DELL'INDICE DI VALUTAZIONE DEL POTERE FONOISOLANTE APPARENTE DEL DIVISORIO TRA CAMERE DA LETTO DEGLI APPARTAMENTI B-05 E C-02

Superficie del divisorio: 11.07 m²

Struttura	*Massa Sup. [kg/m²]*	*R_w [dB]*
S Parete di separazione	140.00	60
1 Tramezzo interno, spessore 11 cm	136.00	42.5
2 Solaio inferiore	424.00	53.25
3 Serramento	40.00	39
4 Solaio superiore	424.00	50.5
5 Tramezzo interno, spessore 11 cm	136.00	42.5
6 Solaio inferiore	424.00	53.25
7 Serramento	40.00	39
8 Solaio superiore	424.00	50.5

Percorso	*Collegamento*	*R_{ijw} [dB]*
s	Diretto	60.00
1-5	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	57.54
2-6	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	60.73
3-7	Collegamento a T tra parete omogenea e facciata leggera	55.57
4-8	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	56.60
1-s	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	66.08
2-s	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	72.33
3-s	Collegamento a T tra parete omogenea e facciata leggera	71.07
4-s	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	69.58
s-5	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	66.08
s-6	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	72.33
s-7	Collegamento a T tra parete omogenea e facciata leggera	71.07
s-8	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	69.58

Edificio:
Categoria: B
Livello minimo del potere fonoisolante del divisorio tra appartamenti: 50 dB

Indice di valutazione del potere fonoisolante del divisorio tra appartamenti:

50 dB

VALORE AMMISSIBILE

N.B. La prestazione stimata si intende valida purché la parete in esame non risulti indebolita in maniera contrapposta.

Al fine di ridurre la trasmissione laterale, si consiglia di operare delle sconnessioni strutturali come mostrato nelle figure che seguono attraverso delle fasce desolidarizzanti (es. pannello Isolmant 10 mm o altri prodotti analoghi).

Sempre per le stesse ragioni è opportuno inoltre sconnettere i tramezzi che si attestano sulla parete di separazione attraverso l'utilizzo di malte elastiche vibro smorzanti tipo *FONOPLAST* della Index o prodotti similari.

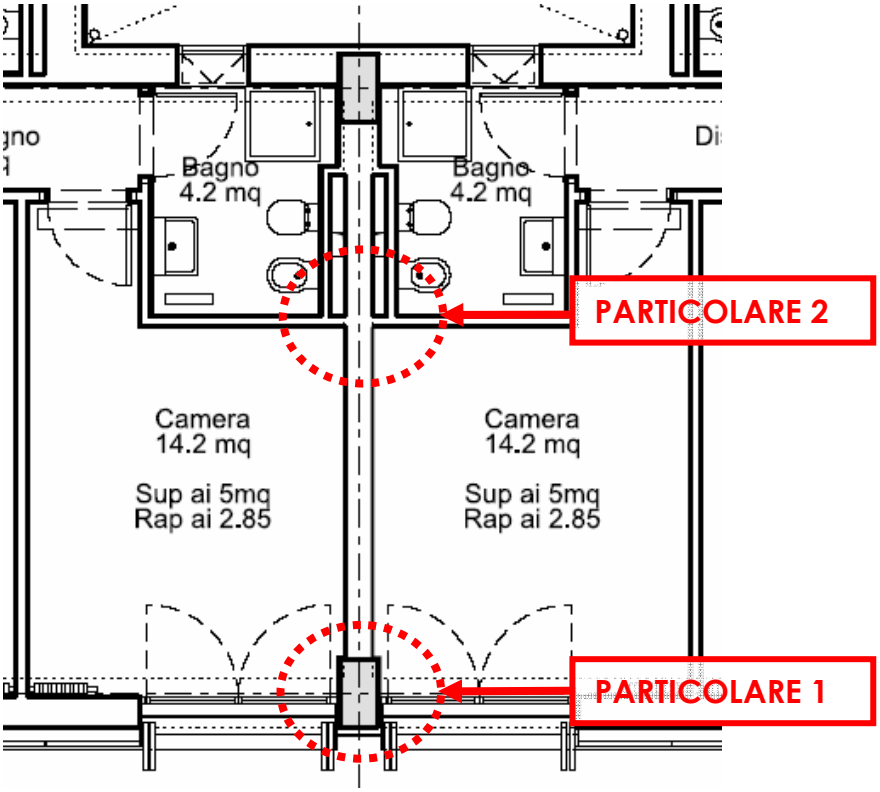


Figura 5.18 – Indicazione dei nodi da realizzare come nelle figure seguenti al fine di ridurre la trasmissione laterale

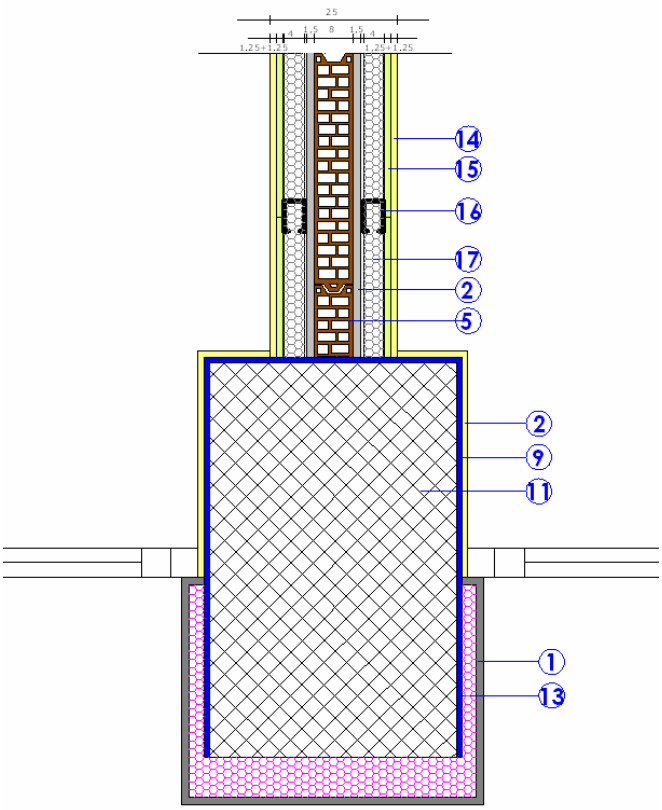


Figura 5.19 – Dettaglio del nodo relativo al Particolare 1

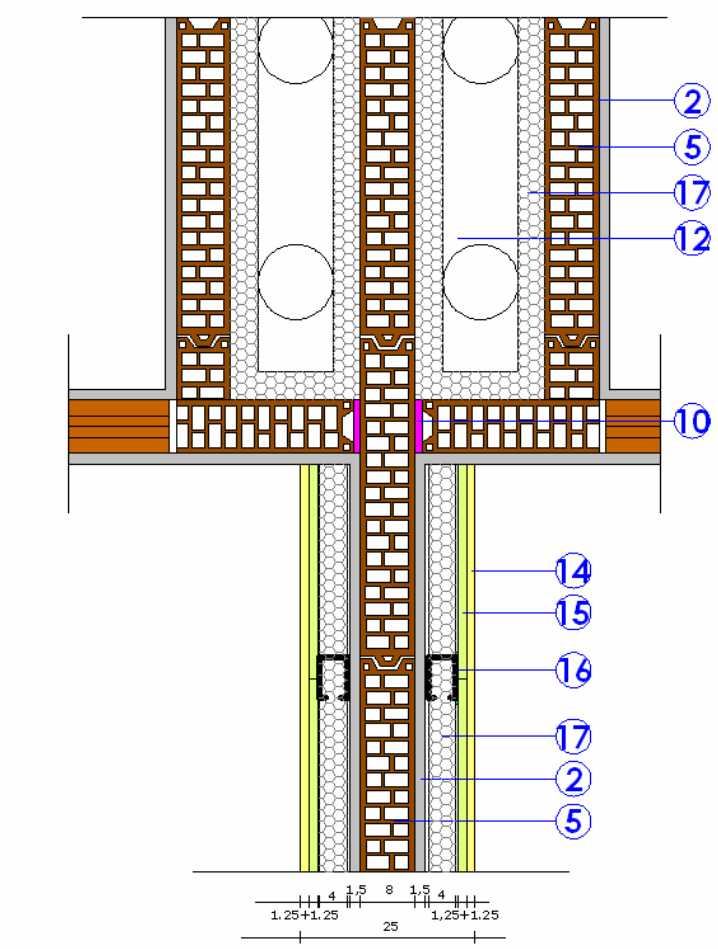


Figura 5.20 – Dettaglio del nodo relativo al Particolare 2

5.1.4 Solaio di separazione tra le camere da letto degli appartamenti A-02 e A-03

Il solaio per il quale viene effettuata la verifica previsionale dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente, R'_w, è quello che divide le due camere da letto appartenenti rispettivamente agli appartamenti A-02 e A-03 (v. **figura 5.21**).

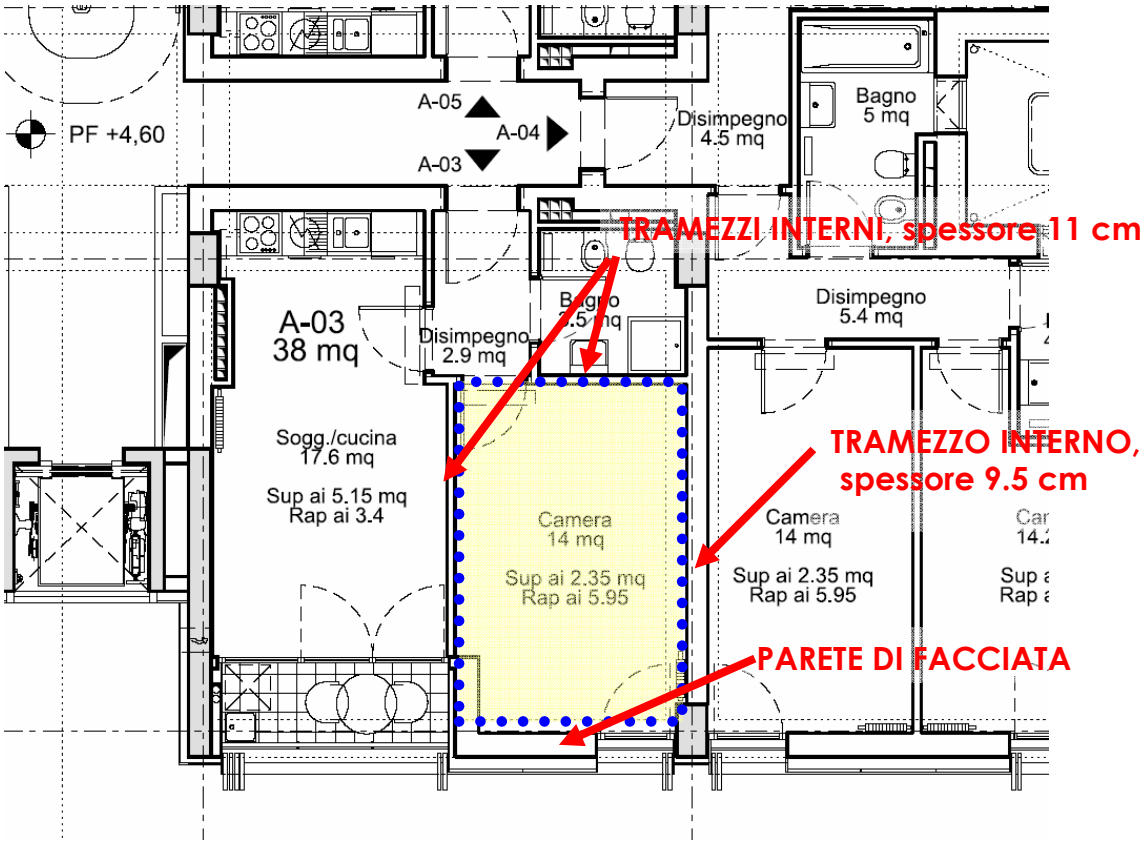


Figura 5.21 – Solaio di separazione tra unità immobiliari distinte oggetto della verifica acustica

Il solaio nudo in esame, ampiamente descritto nel **paragrafo 4.1.3**, ha le seguenti caratteristiche tecniche ed acustiche:

M' = 424 kg/m²

s = 38.1 cm

R_w = 50.5 dB

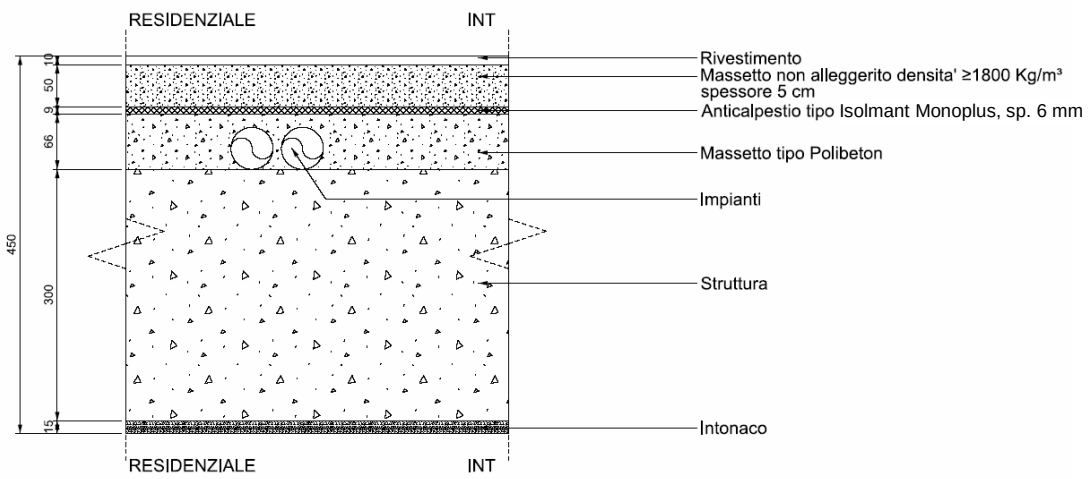


Figura 5.22 – Solaio del piano tipo

Le caratteristiche tecniche ed acustiche del pavimento galleggiante sono:

M' = 90 kg/m^2

ΔR_w = 2.75 dB

Le strutture laterali coinvolte nella trasmissione sonora sono riassunte nella tabella che segue.

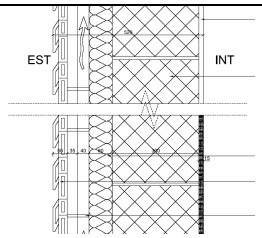
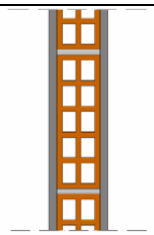
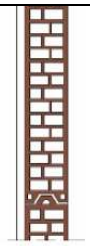
Componente	**Struttura laterale**	**M' (kg/m^2)**	**R_w (dB)**
	Parete di facciata	393	52
	Tramezzo interno, spessore 11 cm	136	42.5
	Tramezzo interno, spessore 9.5 cm	149	42.5

Tabella 5.4 – Descrizione delle strutture laterali coinvolte nella trasmissione sonora

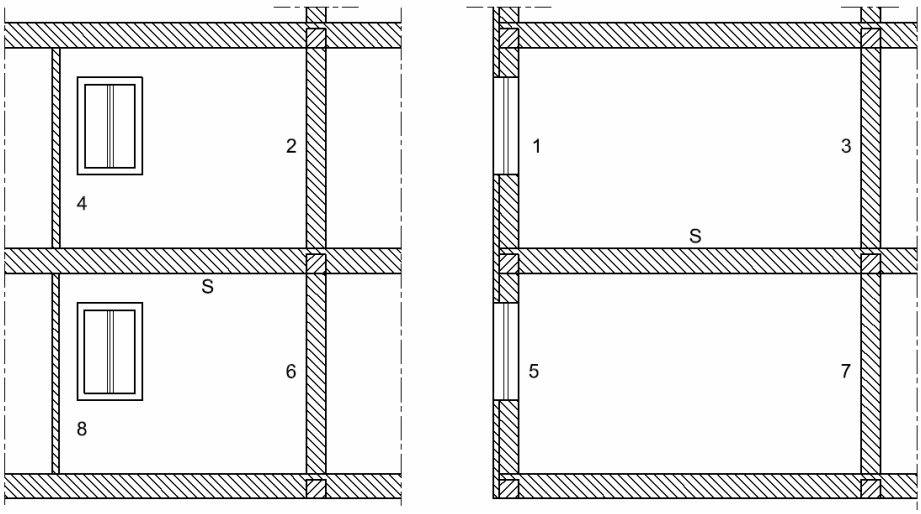


Figura 5.23 – Codifica degli elementi strutturali dei due ambienti in sezione

La verifica numerica dell'indice di valutazione del potere fonoisolante è stata effettuata con il software ECHO versione 4, che implementa gli algoritmi di calcolo della norma UNI EN 12354-1.

Di seguito si riportano i risultati della suddetta verifica.

CALCOLO DELL'INDICE DI VALUTAZIONE DEL POTERE FONOISOLANTE APPARENTE DEL SOLAIO TRA LE CAMERE DA LETTO DELL'APPARTAMENTO C02 E C03

Superficie del divisorio: 14 m²

Struttura	*MassaSup. [kg/m²]*	*Rw [dB]*
S Solaio di separazione tra alloggi	424.00	53.25
1 Tramezzo interno sp. 11 cm	136.00	42.5
2 Tramezzo interno sp. 11 cm	136.00	42.5
3 Parete di facciata	393.00	52
4 Tramezzo interno sp. 9.5 cm	149.00	42.5
5 Tramezzo interno sp. 11 cm	136.00	42.5
6 Tramezzo interno sp. 11 cm	136.00	42.5
7 Parete di facciata	393.00	52
8 Tramezzo interno sp. 9.5 cm	149.00	42.5

Percorso	*Collegamento*	*Rijw [dB]*
s	Diretto	53.25
1-5	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	67.72
2-6	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	65.87
3-7	Collegamento rigido a T tra strutture omogenee (caso A)	64.86
4-8	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	64.98
1-s	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	66.03
2-s	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	64.17
3-s	Collegamento rigido a T tra strutture omogenee (caso A)	66.40
4-s	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	63.96
s-5	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	66.03
s-6	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	64.17
s-7	Collegamento rigido a T tra strutture omogenee (caso A)	66.40
s-8	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	63.96

Edificio:
Categoria: A
Livello minimo del potere fonoisolante del divisorio tra appartamenti: 50 dB

Indice di valutazione del potere fonoisolante del divisorio tra appartamenti:

51 dB

VALORE AMMISSIBILE

N.B. Per garantire in opera il risultato stimato con i metodi normativi in precedenza esposti è necessario realizzare il nodo parete-solaio come mostrato nella figura che segue.

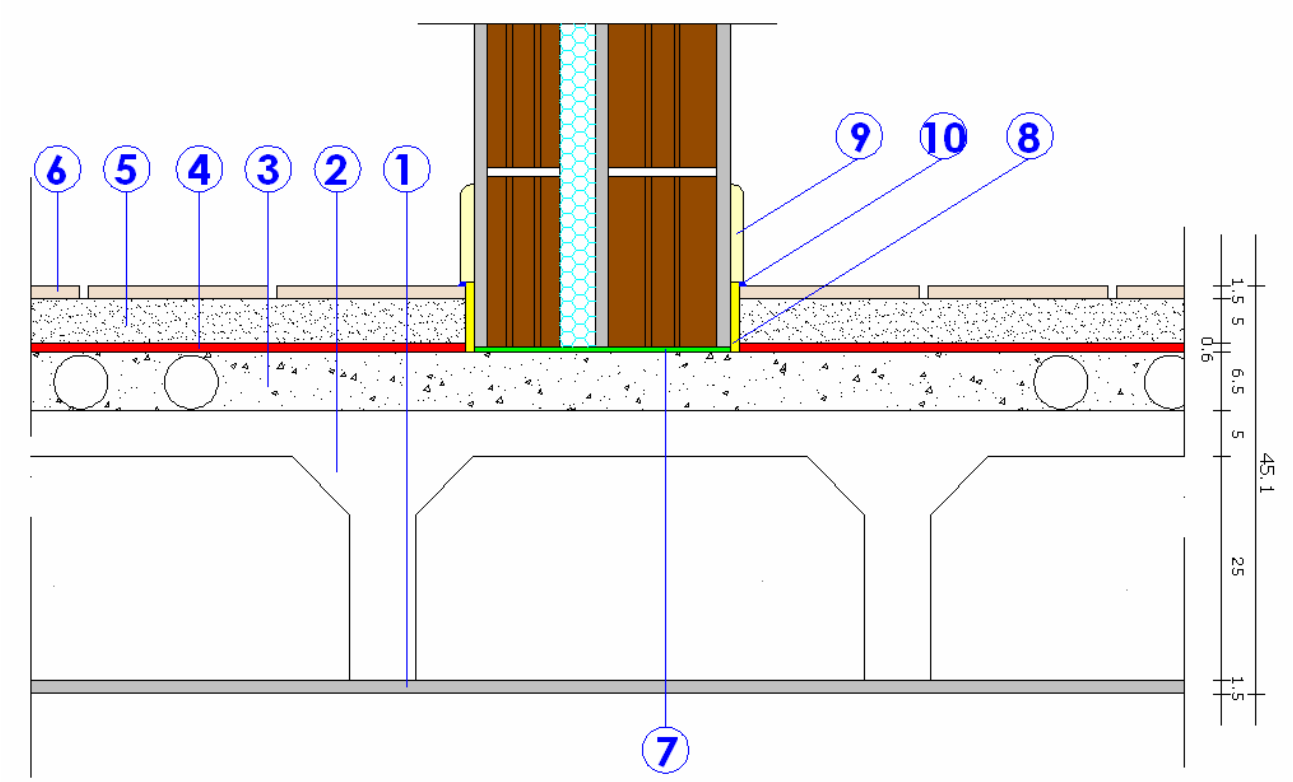


Figura 5.24 – Dettaglio del nodo relativo al collegamento parete solaio

Di seguito si riporta la legenda delle **figura 5.24:**

1. Intonaco interno sp. 1.5 cm;
2. Solaio bausta 20+5 sp. 30 cm;
3. Massetto alleggerito Polibeton sp. 6.5 cm;
4. Materiale anticalpestio tipo Isolmant Monoplus, sp. 6 mm;
5. Massetto densità 1800 kg/m^3 sp. 5 cm;
6. Pavimento sp. 1.5 cm;
7. Fascia taglia-parete sp. 5-6 mm;
8. Fascia elastica perimetrale;
9. Battiscopa;
10. Sigillatura siliconica del battiscopa.

5.1.5 Parete di separazione tra alloggi e spazi comuni

La parete per la quale viene effettuata la verifica previsionale dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente, R'$_w$, è quella che divide genericamente gli alloggi dagli spazi comuni al tipo (v. **figura 5.25**).

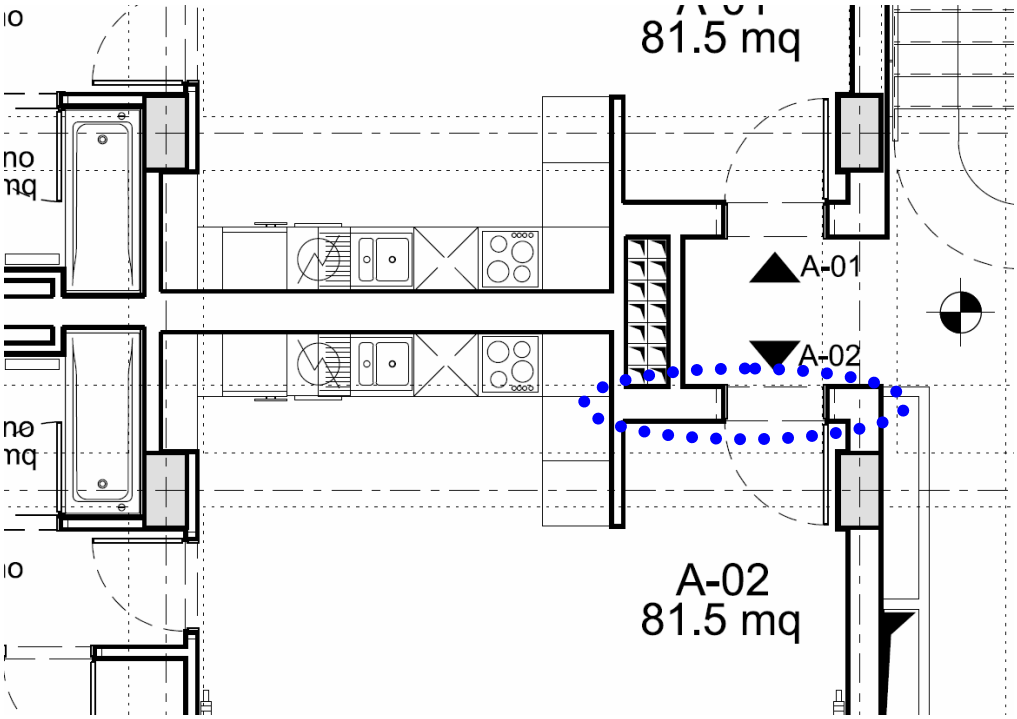


Figura 5.25 – Parete di separazione tra gli appartamenti e gli spazi comuni

La parete in esame, ampiamente descritta nel **paragrafo 4.2.4**, ha le seguenti caratteristiche tecniche ed acustiche:

M' = 318 kg/m^2

s = 32.5 cm

R_w = 55 dB

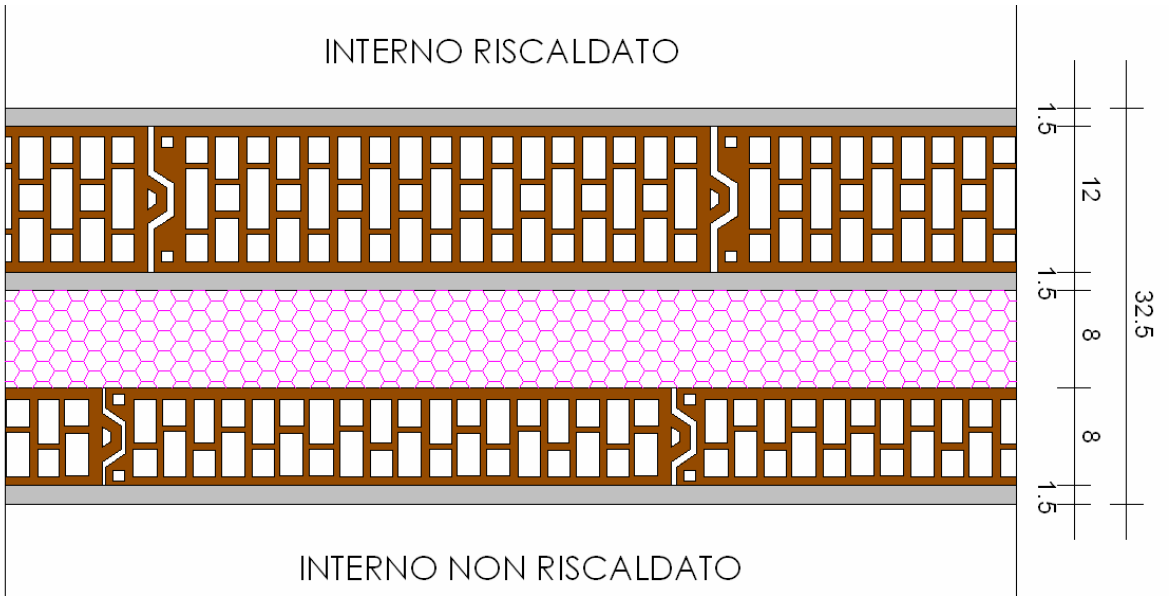


Figura 5.26 – Stratigrafia della parete che divide interni riscaldati da interni non riscaldati

Il portoncino d'ingresso agli alloggi, descritto al **paragrafo 4.5.1**, è costituito da un infisso blindato complanare ad anta unica, dimensione netta 89x210 cm.

Di seguito si effettua il calcolo della prestazione acustica minima della porta tale da garantire il rispetto della seguente prestazione:

R' ≥ 40 dB (*)

(*) Poiché il D.P.C.M. 5/12/97 non richiede espressamente il requisito di potere fonoisolante apparente per partizioni che dividono gli ambienti abitativi dagli ambienti comuni (ad esempio vani scala, corridoi, atrii, ecc.), si ritiene comunque importante, ai fini del comfort acustico degli ambienti interni, garantire per queste un requisito minimo di 40 dB che è il requisito minimo richiesto dal D.M. 18/12/75 per le partizioni che dividono le aule scolastiche dagli ambienti comuni.

Cautelativamente nel calcolo che segue si considera una trasmissione laterale pari a:

K = 5 dB.

Tabella di riepilogo – Parete di separazione alloggi /vani comuni		
Dati parete		
	Superficie (m²)	R_w (dB)
Portoncino d'ingresso agli alloggi	1.9	**40**
Parete tra interni riscaldati e non riscaldati	4.23	55
Globale	6.13	
Contributo della trasmissione laterale (dB)	5	
R'_w (dB)	**40**	
Valore di riferimento (non cogente) (dB)	40	**VERIFICA POSITIVA**

A partire dalla prestazione acustica della parete opaca, per ottenere un indice di valutazione del potere fonoisolante apparente pari a **R'_w = 40 dB** è necessario che la porta abbia una prestazione acustica certificata in laboratorio pari o superiore alla seguente:

$R_{w,porta}$ ≥ 40 dB

5.2 Verifica previsionale dell'indice di valutazione del livello di rumore da calpestio ($L'_{n,w}$) tra ambienti sovrapposti

La verifica dell'indice di valutazione del livello di rumore da calpestio è stata effettuata per le differenti tipologie di solaio presenti nell'edificio in esame.

Sia per il solaio che divide due ambienti residenziali che per il solaio che divide un ambiente residenziale da un negozio si è fatto riferimento al valore limite di 63 dB, valore limite della destinazione d'uso dell'ambiente disturbante.

Il requisito relativo al livello di rumore di calpestio normalizzato di solai ($L'_{n,w}$) è stato verificato in diversi scenari campione, scelti, ai fini cautelativi, tra quelli più penalizzati dal punto di vista acustico e, nel contempo, rappresentativi dell'intero edificio.

Data la tipologia dei solai e dei tramezzi interni, per il solaio del piano primo è sufficiente effettuare la verifica nell'ambiente evidenziato nelle figure che seguono.

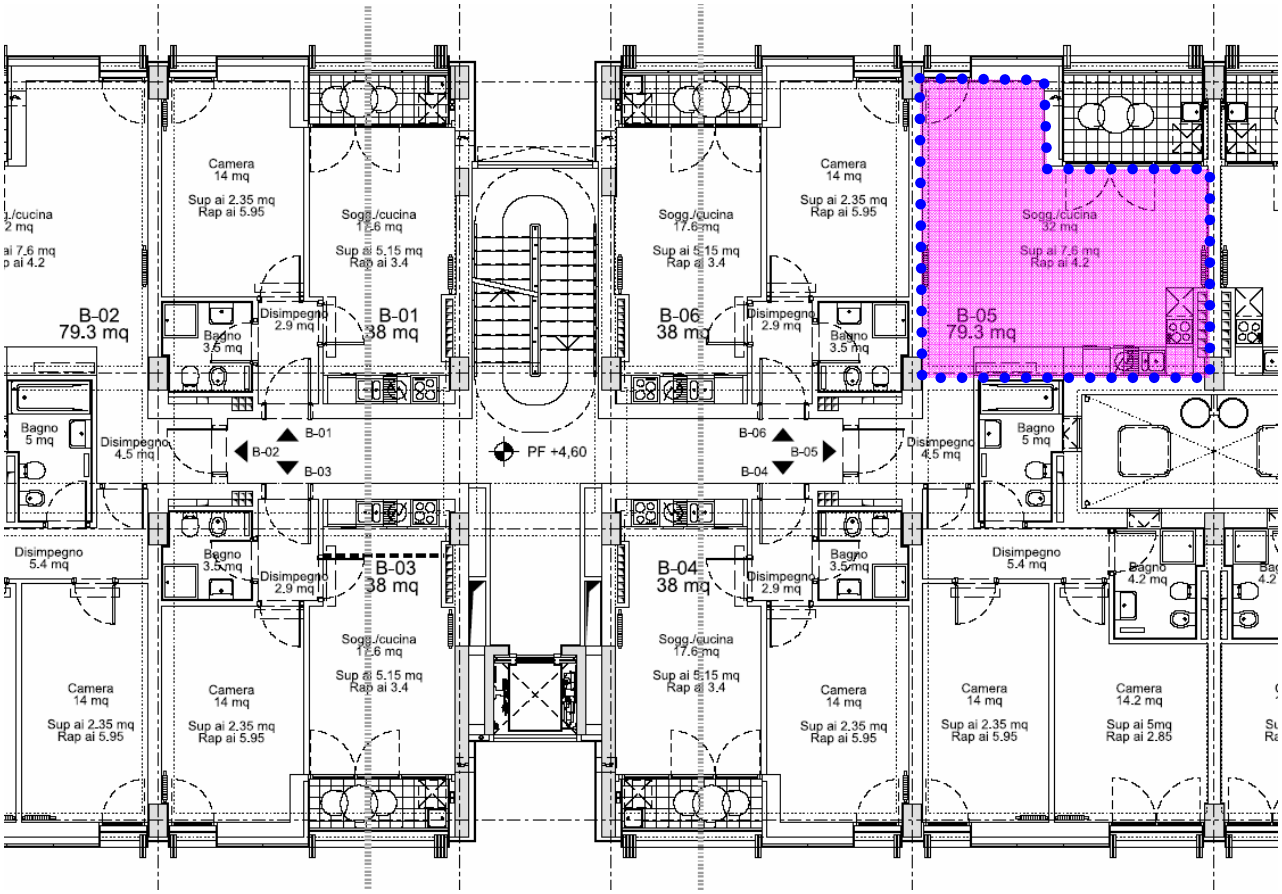


Figura 5.27 - Indicazione della porzione di solaio oggetto di verifica al piano primo

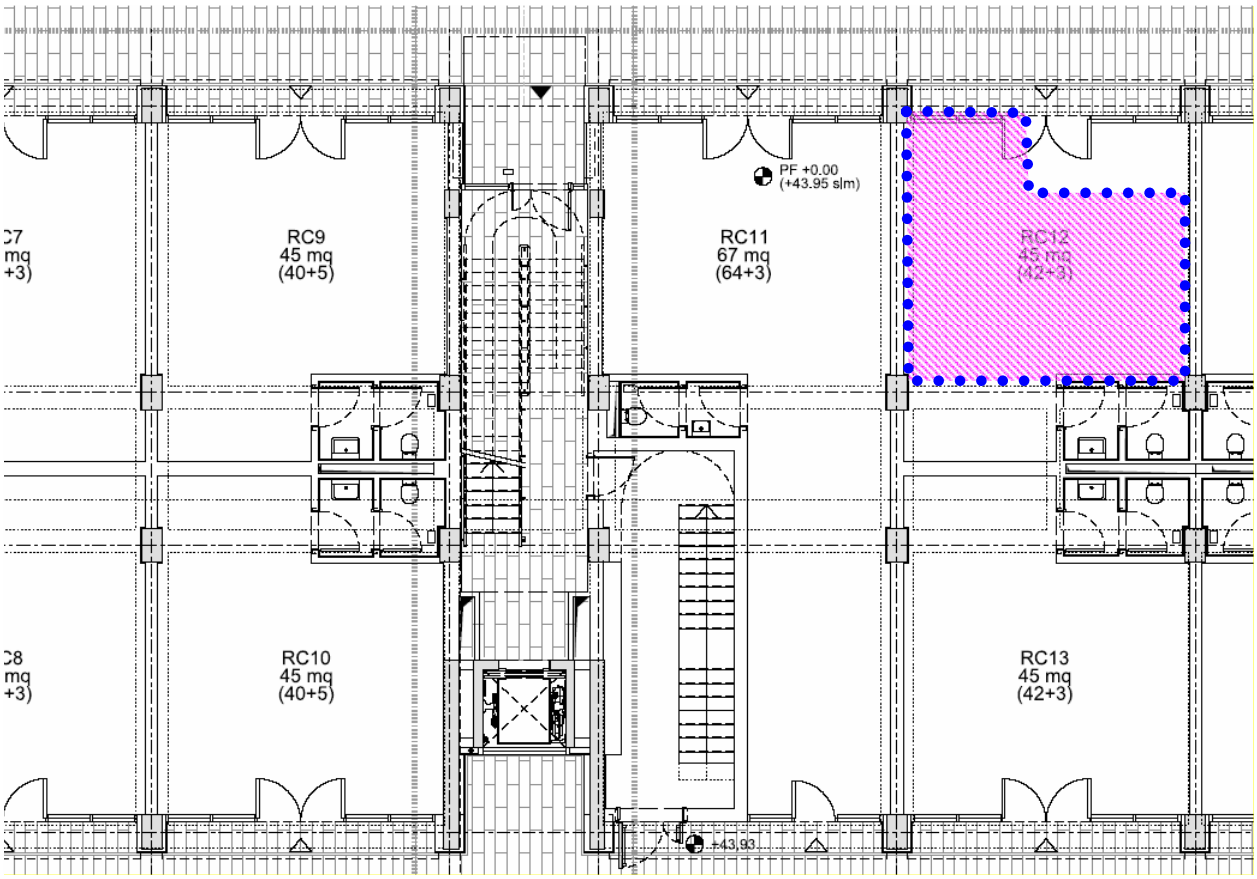


Figura 5.28 – Proiezione della porzione di solaio oggetto di verifica sul piano terra

Anche al piano tipo, data la tipologia dei solai e dei tramezzi interni, è sufficiente effettuare la verifica nell'ambiente evidenziato nella figura che segue che risulta essere quello più penalizzato per la trasmissione laterale.

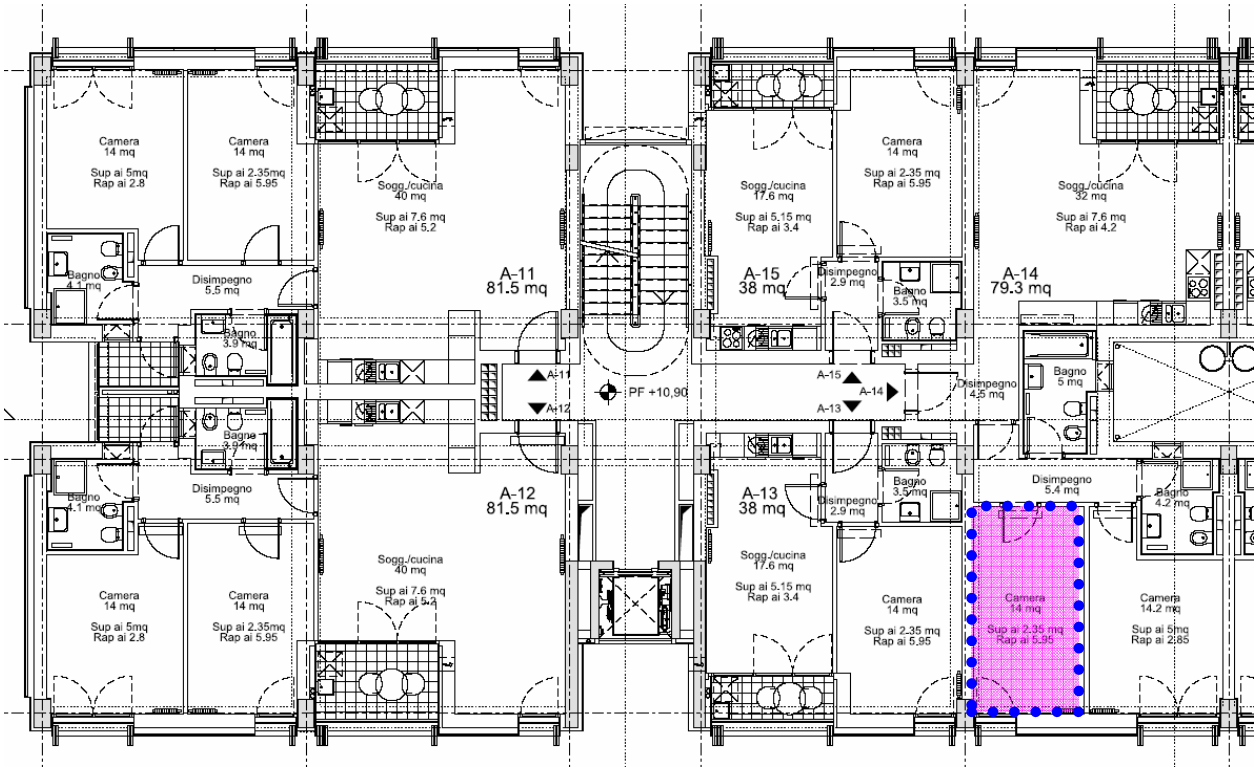


Figura 5.29 - Indicazione della porzione di solaio oggetto di verifica al piano tipo

Infine, al piano attico viene effettuata la verifica dell'isolamento ai rumori da calpestio per la porzione di solaio indicato nelle figure che seguono.

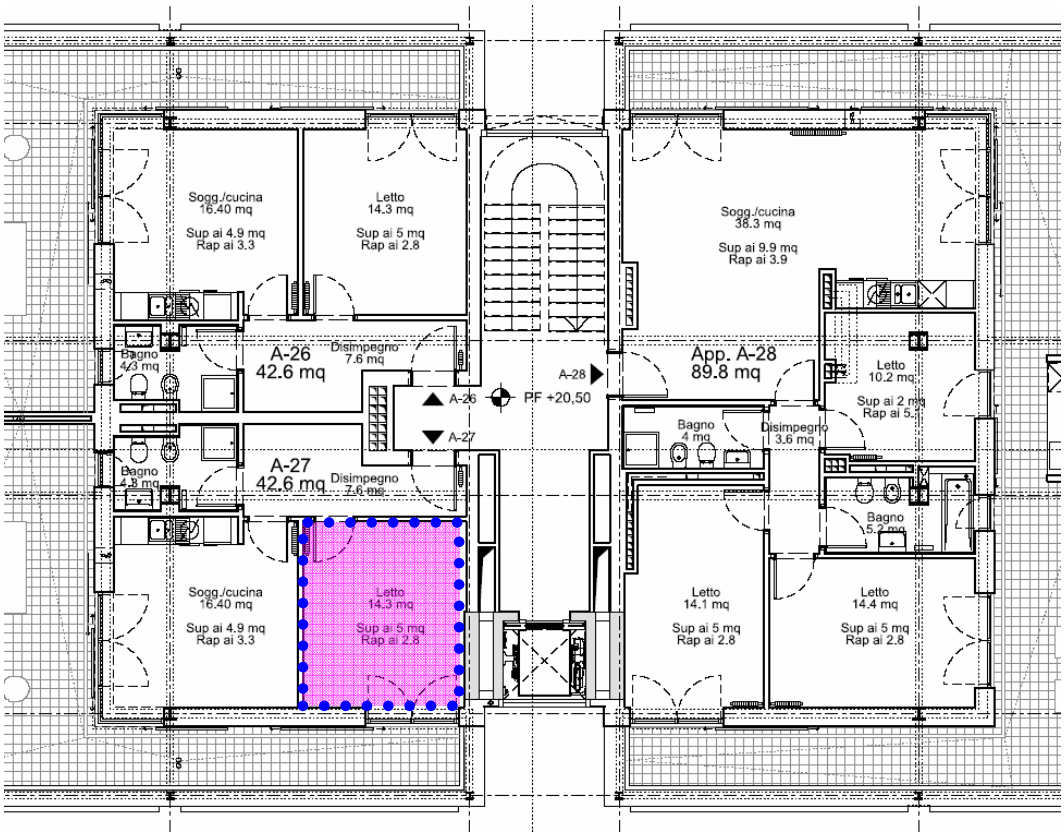


Figura 5.30 - Indicazione della porzione di solaio oggetto di verifica al piano attico

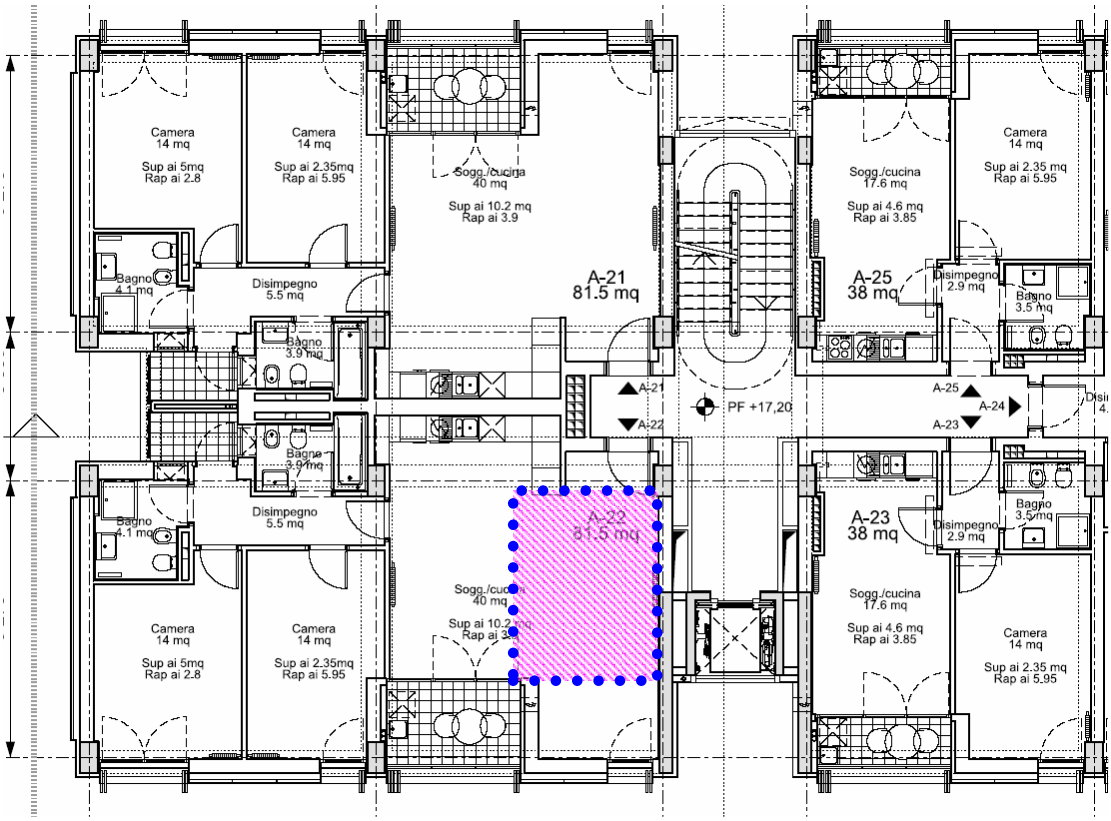


Figura 5.31 – Proiezione della porzione di solaio oggetto di verifica sul piano tipo

5.2.1 Solaio tra soggiorno/cucina B-05 (1° P.) e negozio RC6 (P.T.)

La porzione di solaio in esame divide il soggiorno/cucina dell'alloggio B posto al piano primo dal negozio RC6 posto al piano terra (v. **figura 5.32).**

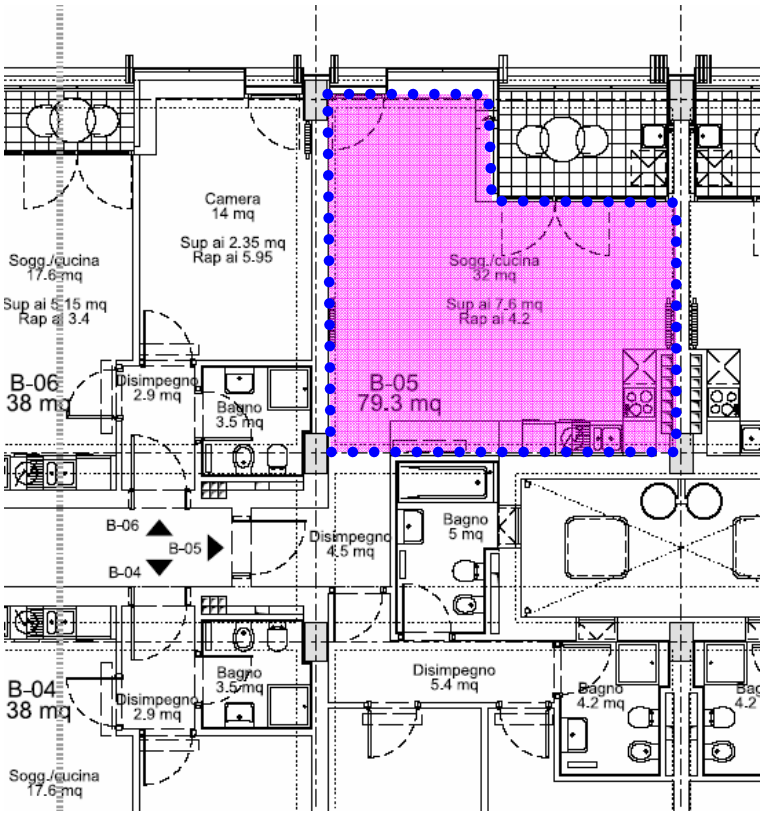


Figura 5.32 - Indicazione della porzione di solaio oggetto di verifica (piano primo)

La composizione del solaio in esame, ampiamente descritta al **paragrafo 4.1.2**, è richiamata per comodità nella figura che segue.

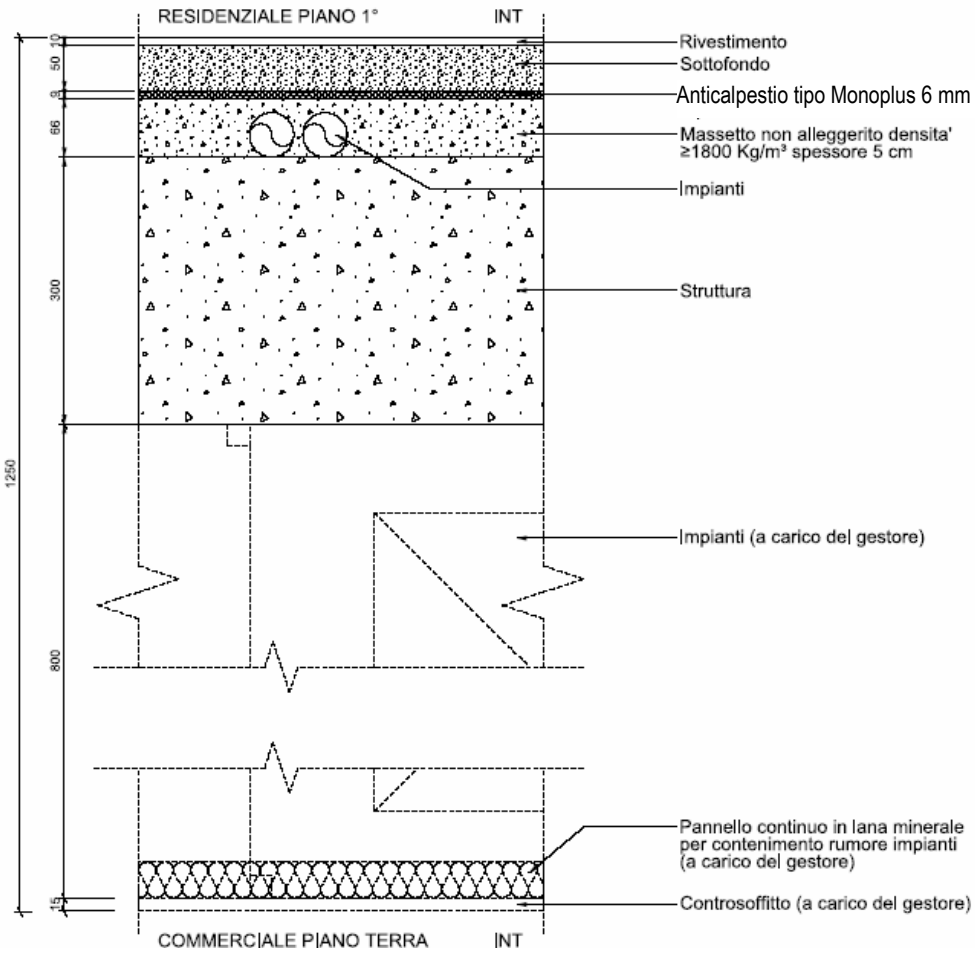


Figura 5.33 – Stratigrafia del solaio del piano primo

<u>Determinazione dell'indice di valutazione del livello di rumore da calpestio del solaio nudo</u>

Le prestazioni acustiche dei solai, in mancanza di dati certificati certamente più affidabili, si possono stimare attraverso la seguente relazione empirica riportata rispettivamente nella UNI EN 12354-2 e nella UNI TR 11175:

$L_{n,w} = 164 - 35 \log (M')$ [2]

La relazione [2] può essere applicata a tutti i solai con 80 kg/m^2 < M' < 600 kg/m^2.

Poiché la massa del solaio in esame è pari a:

M'_{solaio} = 385 kg/m^2

e la massa del massetto alleggerito è (spessore 6.5 cm e densità 600 kg/m^3):

$M'_{massetto}$ = 39 kg/m^2

la massa complessiva del solaio risulta pari a:

M' = 424 kg/m^2

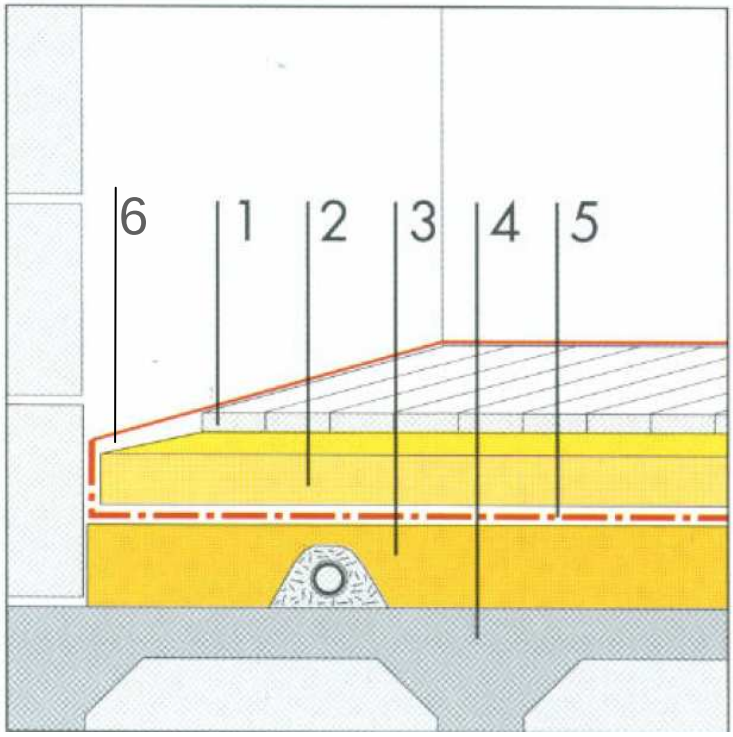
la prestazione del solaio, stimata con la relazione [2] risulta pari a:

$L_{n,w}$ stimato = 164 – 35 log (424) = 72 dB

Poiché questo dato appare sottostimato rispetto alle molte misure effettuate su tale tipologia di solaio cautelativamente si prenderà a riferimento del solaio di base la seguente prestazione:

$L_{n,w}$ stimato = 80 dB

Alla luce del fatto che la prestazione del solaio privo di rivestimento, anche senza considerare la trasmissione laterale, supera ampiamente il valore limite previsto dalla normativa vigente, emerge la necessità di prevedere un materassino anticalpestio che andrà posizionato avendo cura di eliminare ogni connessione rigida tra il pavimento e le strutture laterali ad esso collegate, come si evidenzia nella figura che segue.



1 – Pavimento
2 – Massetto NON alleggerito
3 – Massetto alleggerito
4 – Solaio
5 – Materassino anticalpestio
6 – Fascia perimetrale

Figura 5.34 – Schema del posizionamento del materassino anticalpestio e della fascia perimetrale

La figura inoltre mostra come il passaggio degli impianti non deve rappresentare dei punti di discontinuità del materassino stesso e come sia necessario che la discontinuità venga assicurata anche in corrispondenza delle pareti.

Per non inficiare le prestazioni del solaio, il pavimento deve essere scollegato anche dai pilastri, facendo risvoltare su questi stessi, oltre che sulle pareti, il materassino anticalpestio.

Per una trattazione più ampia di questi aspetti si rimanda al **paragrafo 6.3**.

<u>Determinazione della trasmissione laterale</u>

La trasmissione laterale, K, si calcola a partire dalla massa per unità di superficie del solaio e di quella media delle strutture laterali non rivestite con strati addizionali non isolanti (v. **figura 5.35):**

M'_{solaio} = 424 kg/m^2

$M'_{struttura\ A}$ = 393 kg/m^2

$M'_{struttura\ B}$ = 125 kg/m^2

$M'_{struttura\ C}$ = 136 kg/m^2

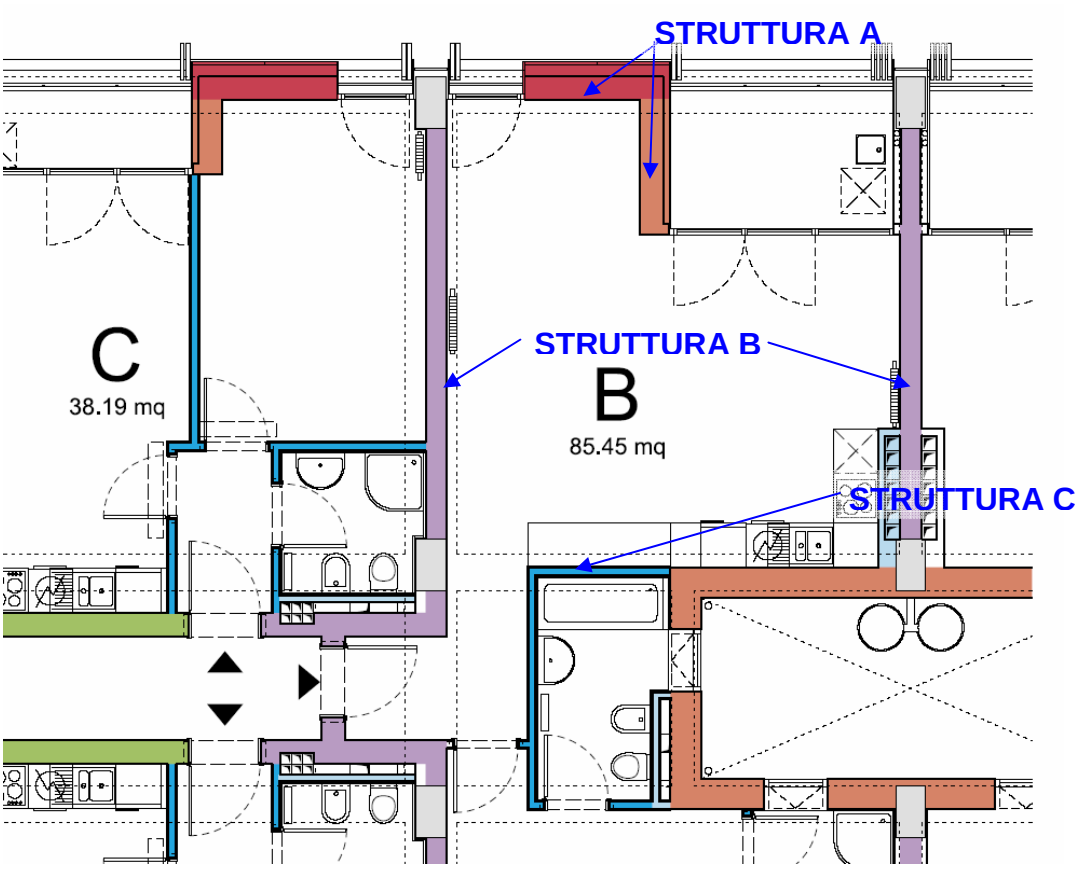


Figura 5.35 - Indicazione delle strutture laterali

N.B. Nel calcolo della massa superficiale della struttura laterale B si tiene conto del solo paramento interno: parete con mattone porizzato, spessore 8 cm, intonacato su un solo lato.

La massa media delle strutture laterali risulta:

M'_f = (393 + 125 + 125 + 136) / 4 = 194 kg/m^2

Per la massa superficiale del solaio in esame, M' = 424 kg/m^2, e la massa media delle strutture laterali, M'_f = 194 kg/m^2, utilizzando il prospetto seguente, si ha:

K = 3 dB

Massa per unità di area del solaio di separazione	Massa media per unità di area degli elementi laterali omogenei non ricoperti con rivestimenti supplementari kg/m²								
kg/m²	100	150	200	250	300	350	400	450	500
100	1	0	0	0	0	0	0	0	0
150	1	1	0	0	0	0	0	0	0
200	2	1	1	0	0	0	0	0	0
250	2	1	1	1	0	0	0	0	0
300	3	2	1	1	1	0	0	0	0
350	3	2	1	1	1	1	0	0	0
400	4	2	2	1	1	1	1	0	0
450	4	3	2	2	1	1	1	1	1
500	4	3	2	2	1	1	1	1	1
600	5	4	3	2	2	1	1	1	1
700	5	4	3	3	2	2	1	1	1
800	6	4	4	3	2	2	2	1	1
900	6	5	4	3	3	2	2	2	2

Tabella 5.5 - Termine di correzione K per la trasmissione laterale, in dB

N.B. Ai fini cautelativi, poiché non sono note le caratteristiche del controsoffitto che verrà scelto dal gestore, non si è tenuto conto del probabile contributo migliorativo dovuto ad esso.

Affinché sia verificata la conformità al D.P.C.M. 5/12/97 la prestazione del solaio in termini di indice di valutazione del livello di rumore da calpestio del solaio in opera deve essere:
$L'_{nw} \leq 63$ dB (Categoria di edifici A: residenze, alberghi e assimilabili).

<u>Determinazione dell'attenuazione del livello normalizzato di rumore da calpestio del rivestimento</u>

È prevista la realizzazione di un **pavimento galleggiante** attraverso l'interposizione di un materiale elastico tale da eliminare ogni connessione strutturale tra il pavimento e le strutture laterali.
Il materiale elastico scelto in fase di progetto esecutivo è denominato ISOLMANT MONOPLUS di spessore pari a circa 6 mm e descritto ampiamente al **paragrafo 4.1.2**.
La rigidità dinamica certificata in laboratorio dichiarata dal Produttore relativa a questo prodotto è pari a:
s' = 60 MN/m³
Rapporto di prova n° 3383/RP/01 del 18/07/2001 dell'ICITE (v. **figura 4.3**)
Il valore certificato in laboratorio di attenuazione del rumore da calpestio dichiarato dal Produttore è pari a:
ΔL_{nw} = 26.5 dB
Rapporto di prova n° DC05/057/00 del 07/06/2000 del Laboratorio di Fisica Tecnica del CSI (v. **figura 4.4**)

Per determinare la prestazione del pavimento galleggiante, in termini di riduzione del livello di rumore da calpestio, $\Delta L_{n,w}$ (dB), occorre conoscere, oltre alla rigidità dinamica del materiale

resiliente (MN/m³), la massa superficiale del sistema massetto+pavimento (kg/m²), che nel caso in esame, vista la densità del cls di 1800 kg/m³ e lo spessore di 5 cm, viene considerato pari a:

m' = 90 kg/m²

Ciò posto, si calcola la frequenza di risonanza, f_0 (Hz), del sistema pavimento galleggiante con la seguente relazione, dedotta dalla UNI TR 11175:

$$f_0 = 160 \sqrt{\left(\frac{s'}{m'}\right)} \text{ (Hz)}$$

Si ottiene pertanto nel caso in esame:

f_0 = 130.6 (Hz)

Noto f_0, l'indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora da calpestio del rivestimento si ricava attraverso la seguente relazione, valida per massetti in calcestruzzo:

$$\Delta L_w = 30 \lg (f/f_0) + 3 \text{ dB}$$

in cui la frequenza di riferimento, f, si assume pari a 500 Hz.

Per il pavimento galleggiante in esame si ha:

ΔL_w = 30 log (500/130.6) + 3 = 20.5 dB

<u>Determinazione del livello normalizzato di rumore da calpestio in opera</u>

La prestazione in opera del solaio in esame risulta pari a:

$L'_{n,w}$ = 80 – 20.5 + 3 dB = 62.5 dB

da cui si ricava che in via previsionale la conformità rispetto al valore limite contenuto nel D.P.C.M. 5/12/97 come mostra il prospetto che segue.

Struttura oggetto di verifica	**$L'_{n,w}$**	**Valore limite $L'_{n,w}$ D.P.C.M. 5/12/97**	
Solaio tra soggiorno/cucina all. B05 (1° P.) e negozio RC-12 (P.T.)	**62.5**	**63**	**VERIFICA POSITIVA**

5.2.2 Solaio tra due camere da letto (piano tipo)

La porzione di solaio in esame divide due camere da letto singole (v. **figura 5.36**).

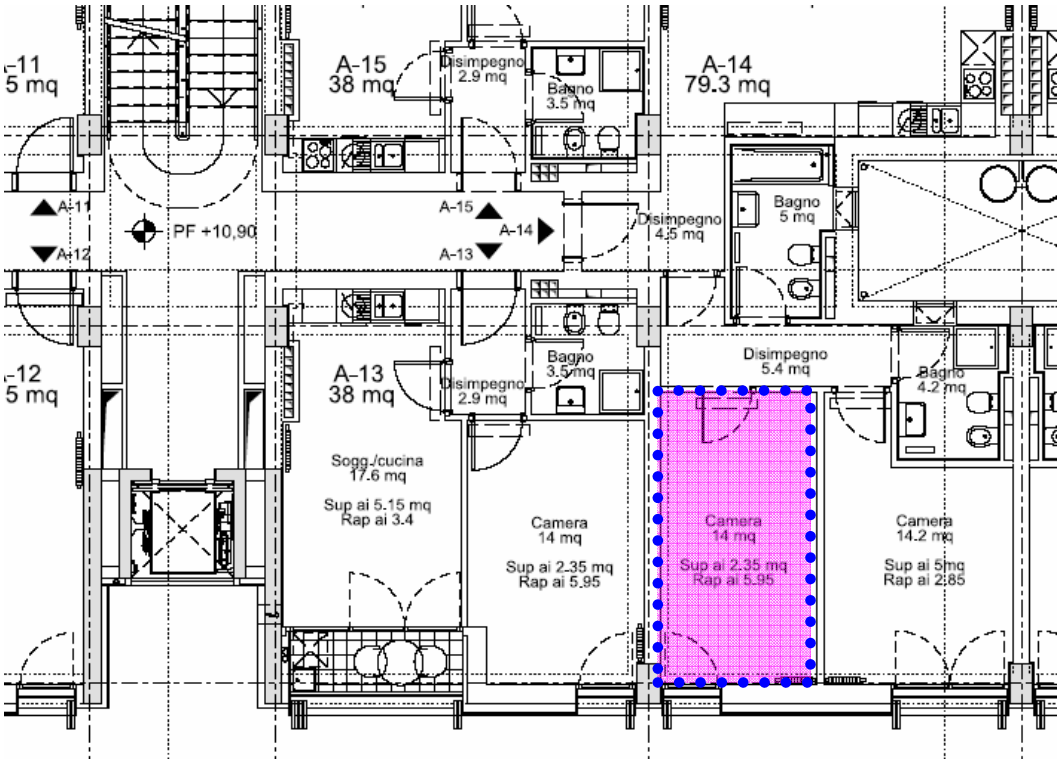


Figura 5.36 - Indicazione della porzione di solaio oggetto di verifica (piano tipo)

La composizione del solaio in esame, ampiamente descritta al **paragrafo 4.1.3**, è riportata per comodità nella figura che segue.

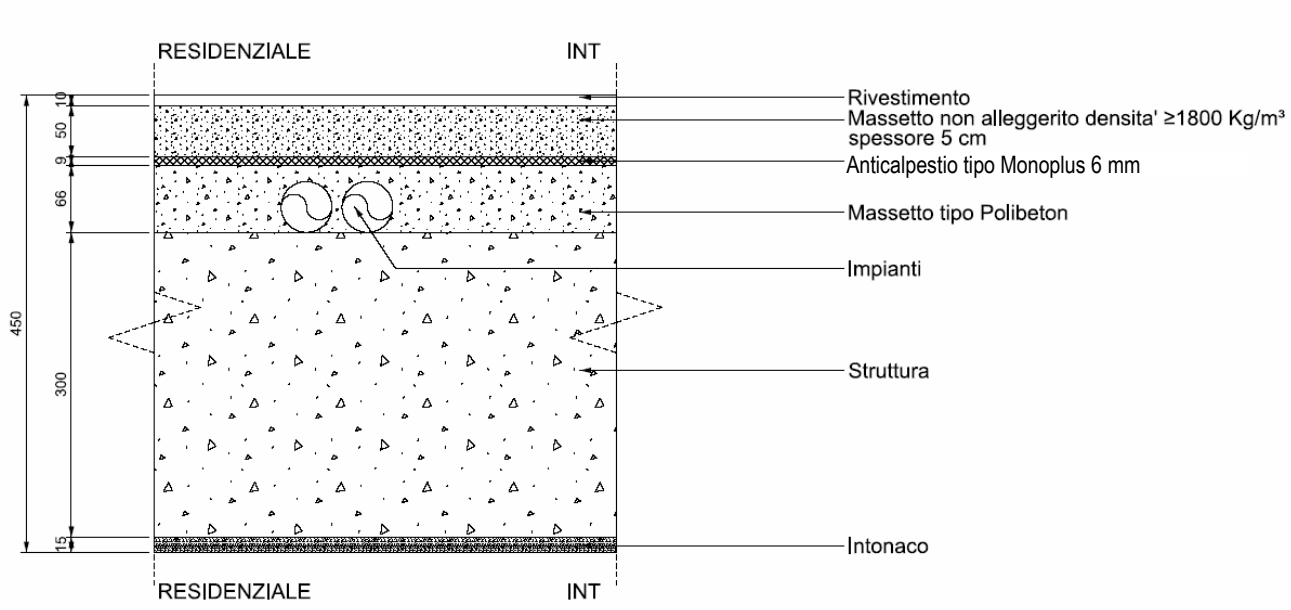


Figura 5.37 – Stratigrafia del solaio piano tipo

<u>Determinazione dell'indice di valutazione del livello di rumore da calpestio del solaio nudo</u>

Le prestazioni acustiche dei solai, in mancanza di dati certificati certamente più affidabili, si possono stimare attraverso la seguente relazione empirica riportata rispettivamente nella UNI EN 12354-2 e nella UNI TR 11175:

$L_{n,w} = 164 – 35 \log (M')$ [2]

La relazione [2] può essere applicata a tutti i solai con 80 kg/m^2 < M' < 600 kg/m^2.

Poiché la massa del solaio in esame è pari a:

M'_{solaio} = 360 kg/m^2

e la massa del massetto alleggerito è (spessore 6.5 cm e densità 600 kg/m^3):

$M'_{massetto}$ = 39 kg/m^2

la massa complessiva del solaio risulta pari a:

M' = 399 kg/m^2

la prestazione del solaio, stimata con la relazione [2] risulta pari a:

$L_{n,w}$ stimato = 164 – 35 log (399) = 73 dB

Anche in questo caso in via cautelativa si farà riferimento alla prestazione che comunemente si rileva nelle misure relativamente a solai analoghi a quello in oggetto:

$L_{n,w}$ stimato = 80 dB

Alla luce del fatto che la prestazione del solaio privo di rivestimento, anche senza considerare la trasmissione laterale, supera ampiamente il valore limite previsto dalla normativa vigente, emerge la necessità di prevedere un materassino anticalpestio che andrà posizionato avendo cura di eliminare ogni connessione rigida tra il pavimento e le strutture laterali ad esso collegate.

Determinazione della trasmissione laterale

La trasmissione laterale, K, si calcola a partire dalla massa per unità di area del solaio e di quella media delle strutture laterali non rivestire con strati addizionali non isolanti (v. **figura 5.38):**

M'_{solaio} = 399 kg/m^2

$M'_{struttura\ A}$ = 393 kg/m^2

$M'_{struttura\ B}$ = 125 kg/m^2

$M'_{struttura\ C}$ = 136 kg/m^2

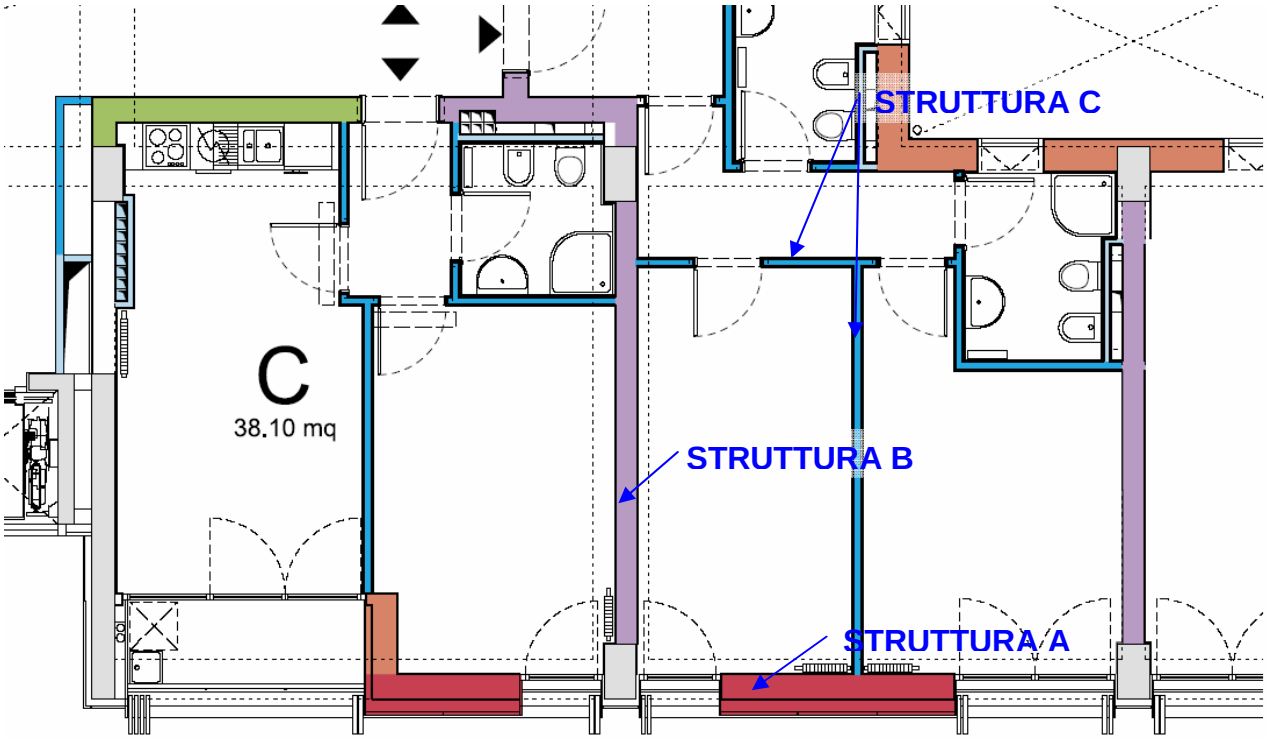


Figura 5.38 - Indicazione delle strutture laterali

N.B. Nel calcolo della massa superficiale della struttura laterale B si tiene conto del solo paramento interno: parete con mattone forato, spessore 8 cm, intonacato su un solo lato.

La massa media delle strutture laterali risulta:

M'_f = (393 + 125 + 136 + 136) / 4 = 197 kg/m^2

Per la massa superficiale del solaio in esame, M' = 399 kg/m^2, e la massa media delle strutture laterali, M'_f = 191 kg/m^2, utilizzando il prospetto seguente, si ha:

K = 2 dB

Massa per unità di area del solaio di separazione	Massa media per unità di area degli elementi laterali omogenei non ricoperti con rivestimenti supplementari kg/m^2								
kg/m^2	100	150	200	250	300	350	400	450	500
100	1	0	0	0	0	0	0	0	0
150	1	1	0	0	0	0	0	0	0
200	2	1	1	0	0	0	0	0	0
250	2	1	1	1	0	0	0	0	0
300	3	2	1	1	1	0	0	0	0
350	3	2	1	1	1	1	0	0	0
400	4	2	2	1	1	1	1	0	0
450	4	3	2	2	1	1	1	1	1
500	4	3	2	2	1	1	1	1	1
600	5	4	3	2	2	1	1	1	1
700	5	4	3	3	2	2	1	1	1
800	6	4	4	3	2	2	2	1	1
900	6	5	4	3	3	2	2	2	2

Tabella 5.6 - Termine di correzione K per la trasmissione laterale, in dB

Affinché sia verificata la conformità al D.P.C.M. 5/12/97 la prestazione del solaio in termini di indice di valutazione del livello di rumore da calpestio del solaio in opera deve essere:
$L'_{nw} \leq 63$ dB (Categoria di edifici A: residenze, alberghi e assimilabili).

Determinazione dell'attenuazione del livello normalizzato di rumore da calpestio del rivestimento

È prevista la realizzazione di un **pavimento galleggiante** attraverso l'interposizione di un materiale elastico tale da eliminare ogni connessione strutturale tra il pavimento e le strutture laterali.
Il materiale elastico scelto in fase di progetto esecutivo è denominato ISOLMANT MONOPLUS di spessore pari a circa 6 mm.
La rigidità dinamica certificata in laboratorio dichiarata dal Produttore relativa a questo prodotto è pari a:
s' = 60 MN/m³
Rapporto di prova n° 3383/RP/01 del 18/07/2001 dell'ICITE (v. **figura 4.3**)
Il valore certificato in laboratorio di attenuazione del rumore da calpestio dichiarato dal Produttore è pari a:
ΔL_{nw} = 26.5 dB
Rapporto di prova n° DC05/057/00 del 07/06/2000 del Laboratorio di Fisica Tecnica del CSI (v. **figura 4.4**)
Per determinare la prestazione del pavimento galleggiante, in termini di riduzione del livello di rumore da calpestio, $\Delta L_{n,w}$ (dB), occorre conoscere, oltre alla rigidità dinamica del materale resiliente (MN/m³), la massa superficiale del sistema massetto+pavimento (kg/m²), che nel caso in esame, vista la densità del cls di 1800 kg/m³ e lo spessore di 5 cm, viene considerato pari a:
m' = 90 kg/m²
Ciò posto, si calcola la frequenza di risonanza, f_0 (Hz), del sistema pavimento galleggiante con la seguente relazione, dedotta dalla UNI TR 11175:

$$f_0 = 160 \sqrt{\left(\frac{s'}{m'}\right)} \text{ (Hz)}$$

Si ottiene pertanto nel caso in esame:
f_0 = 130.6 (Hz)
Noto f_0, l'indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora da calpestio del rivestimento si ricava attraverso la seguente relazione, valida per massetti in calcestruzzo:

$$\Delta L_w = 30 \lg (f/f_o) + 3 \text{ dB}$$

in cui la frequenza di riferimento, f, si assume pari a 500 Hz.
Per il pavimento galleggiante in esame si ha:
ΔL_w = 30 log (500/130.6) + 3 = 20.5 dB

Determinazione del livello normalizzato di rumore da calpestio in opera

La prestazione in opera del solaio in esame risulta pari a:
$L'_{n,w}$ = 80 – 20.5 + 2 dB = 61.5 dB

da cui si ricava che in via previsionale la conformità rispetto al valore limite contenuto nel D.P.C.M. 5/12/97 come mostra il prospetto che segue.

Struttura oggetto di verifica	**$L'_{n,w}$**	**Valore limite $L'_{n,w}$ D.P.C.M. 5/12/97**	**VERIFICA POSITIVA**
Solaio tra camere da letto (piano tipo)	**61.5**	**63**	

5.2.3 Solaio tra una camere da letto (piano attico) e un soggiorno/cucina (piano tipo)

La porzione di solaio in esame divide una camera da letto posta al piano attico da una corrispondente al piano sottostante (v. **figura 5.39).**

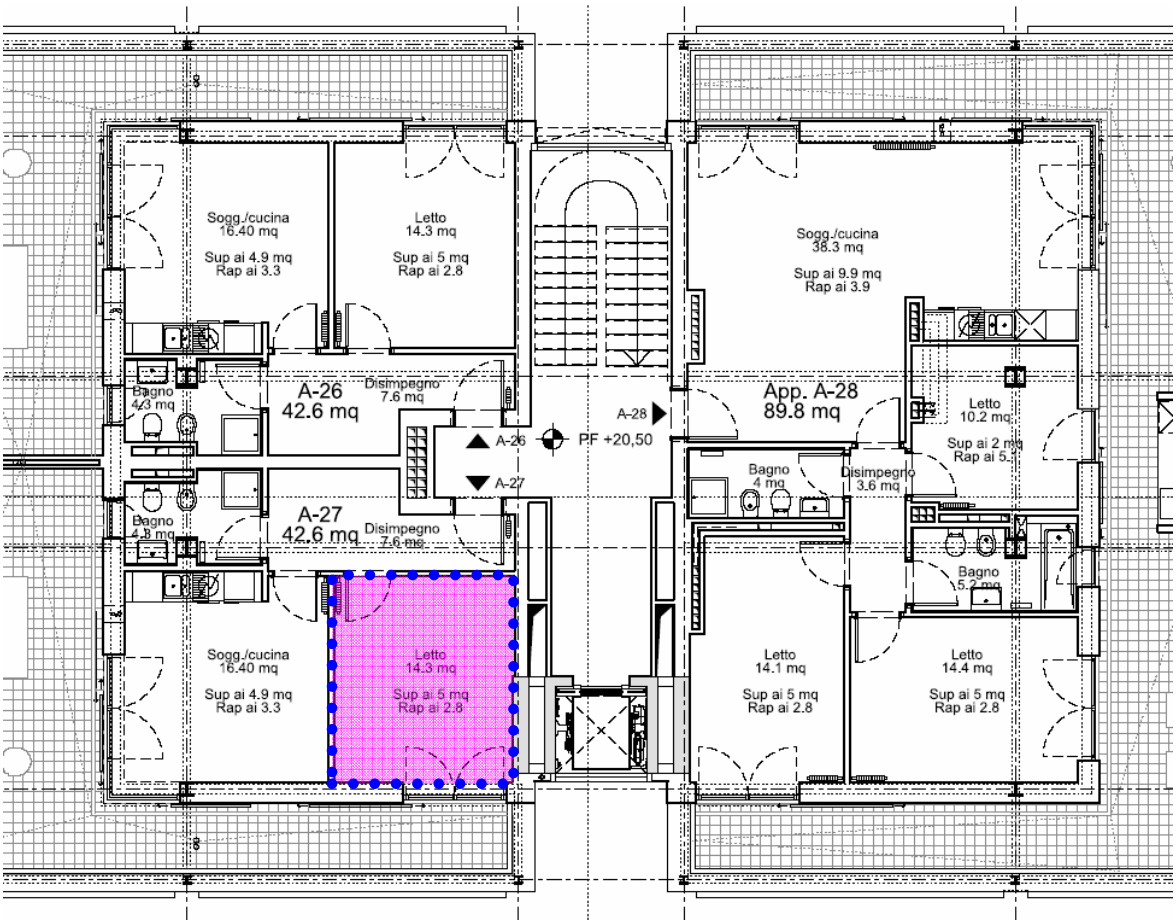


Figura 5.39 - Indicazione della porzione di solaio oggetto di verifica (piano attico)

La composizione del solaio in esame, ampiamente descritta al **paragrafo 4.1.5**, è richiamata per comodità nella figura che segue.

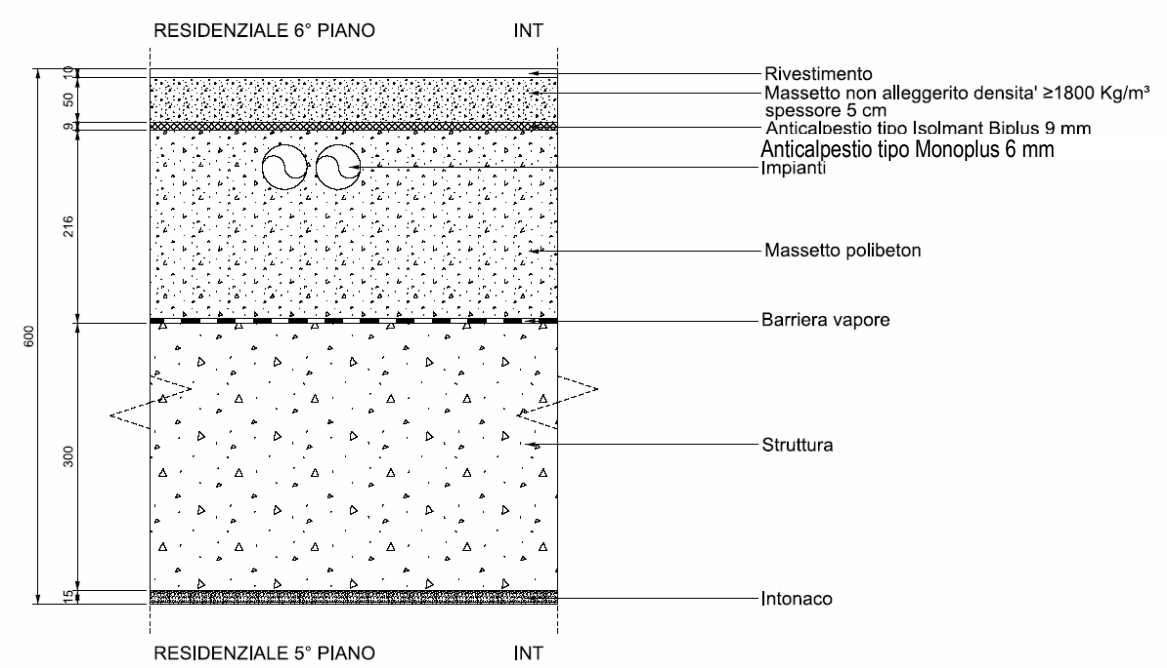


Figura 5.40 – Stratigrafia del solaio piano attico verso l'interno

<u>Determinazione dell'indice di valutazione del livello di rumore da calpestio del solaio nudo</u>

Le prestazioni acustiche dei solai, in mancanza di dati certificati certamente più affidabili, si possono stimare attraverso la seguente relazione empirica riportata rispettivamente nella UNI EN 12354-2 e nella UNI TR 11175:

$L_{n,w} = 164 – 35 \log (M')$ [2]

La relazione [2] può essere applicata a tutti i solai con 80 kg/m^2 < M' < 600 kg/m^2.

Poiché la massa del solaio in esame è pari a:

M'_{solaio} = 360 kg/m^2

e la massa del massetto alleggerito (spessore 21 cm e densità 600 kg/m^3) è:

$M'_{massetto}$ = 126 kg/m^2

la massa complessiva del solaio risulta pari a:

M' = 486 kg/m^2

la prestazione del solaio, stimata con la relazione [2] risulta pari a:

$L_{n,w}$ stimato = 164 – 35 log (486) = 70 dB

Per le stesse motivazioni esposte ai paragrafi precedenti cautelativamente si considera una prestazione pari alla seguente:

$L_{n,w}$ stimato = 80 dB

<u>Determinazione della trasmissione laterale</u>

La trasmissione laterale, K, si calcola a partire dalla massa per unità di area del solaio e di quella media delle strutture laterali non rivestire con strati addizionali non isolanti (v. **figura 5.41**):

M'_{solaio} = 486 kg/m^2

$M'_{struttura\ A}$ = 393 kg/m^2

$M'_{struttura\ B}$ = 125 kg/m^2

$M'_{struttura\ C}$ = 136 kg/m^2

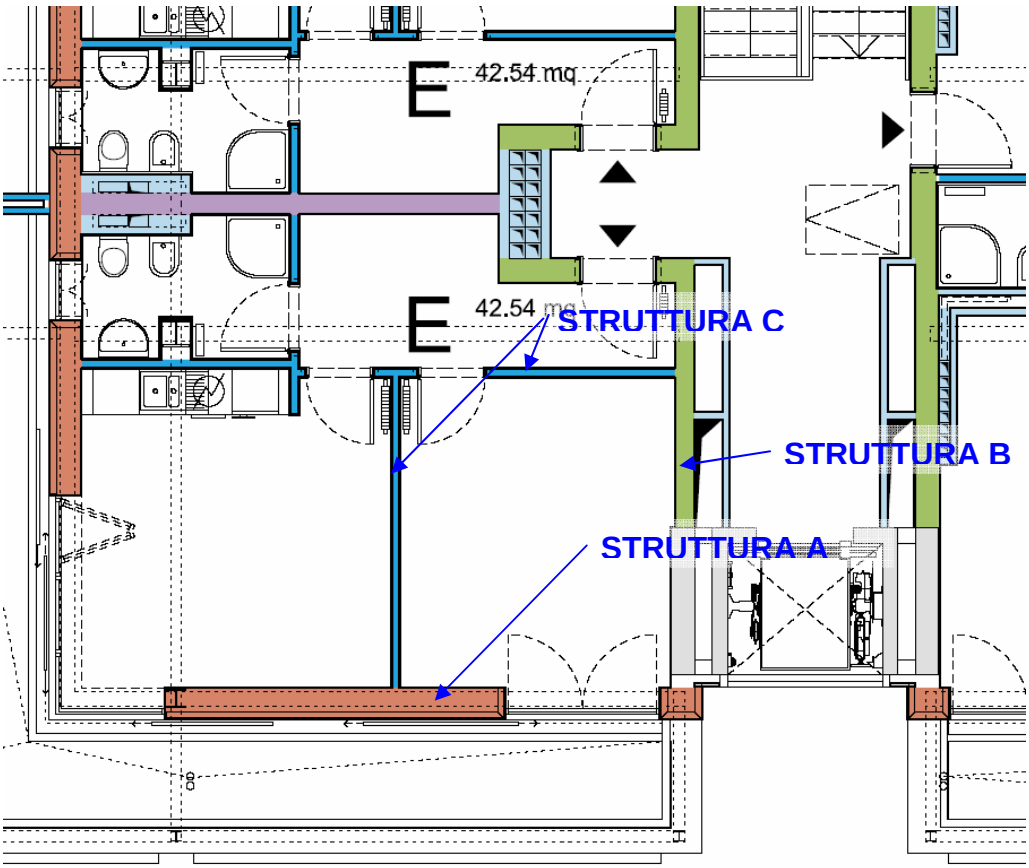


Figura 5.41 - Indicazione delle strutture laterali

La massa media delle strutture laterali risulta:

M'_f = (393 + 125 + 136 + 136) / 4 = 197 kg/m^2

Per la massa superficiale del solaio in esame, M' = 486 kg/m^2, e la massa media delle strutture laterali, M'_f = 197 kg/m^2, utilizzando il prospetto seguente, si ha:

K = 3 dB

Massa per unità di area del solaio di separazione	Massa media per unità di area degli elementi laterali omogenei non ricoperti con rivestimenti supplementari kg/m²								
kg/m²	100	150	200	250	300	350	400	450	500
100	1	0	0	0	0	0	0	0	0
150	1	1	0	0	0	0	0	0	0
200	2	1	1	0	0	0	0	0	0
250	2	1	1	1	0	0	0	0	0
300	3	2	1	1	1	0	0	0	0
350	3	2	1	1	1	1	0	0	0
400	4	2	2	1	1	1	1	0	0
450	4	3	2	2	1	1	1	1	1
500	4	3	2	2	1	1	1	1	1
600	5	4	3	2	2	1	1	1	1
700	5	4	3	3	2	2	1	1	1
800	6	4	4	3	2	2	2	1	1
900	6	5	4	3	3	2	2	2	2

Tabella 5.7 - Termine di correzione K per la trasmissione laterale, in dB

Affinché sia verificata la conformità al D.P.C.M. 5/12/97 la prestazione del solaio in termini di indice di valutazione del livello di rumore da calpestio del solaio in opera deve essere:

$L'_{nw} \leq 63$ dB (Categoria di edifici A: residenze, alberghi e assimilabili).

<u>Determinazione dell'attenuazione del livello normalizzato di rumore da calpestio del rivestimento</u>

È prevista la realizzazione di un **pavimento galleggiante** attraverso l'interposizione di un materiale elastico tale da eliminare ogni connessione strutturale tra il pavimento e le strutture laterali.

Il materiale elastico scelto in fase di progetto esecutivo è denominato ISOLMANT MONOPLUS di spessore pari a circa 6 mm.

La rigidità dinamica certificata in laboratorio dichiarata dal Produttore relativa a questo prodotto è pari a:

s' = 60 MN/m³

Rapporto di prova n° 3383/RP/01 del 18/07/2001 dell'ICITE (v. **figura 4.3**)

Il valore certificato in laboratorio di attenuazione del rumore da calpestio dichiarato dal Produttore è pari a:

ΔL_{nw} = 26.5 dB

Rapporto di prova n° DC05/057/00 del 07/06/2000 del Laboratorio di Fisica Tecnica del CSI (v. **figura 4.4**)

Per determinare la prestazione del pavimento galleggiante, in termini di riduzione del livello di rumore da calpestio, $\Delta L_{n,w}$ (dB), occorre conoscere, oltre alla rigidità dinamica del materale resiliente (MN/m³), la massa superficiale del sistema massetto+pavimento (kg/m²), che nel caso in esame, vista la densità del cls di 1800 kg/m³ e lo spessore di 5 cm, viene considerato pari a:

m' = 90 kg/m²

Ciò posto, si calcola la frequenza di risonanza, f_0 (Hz), del sistema pavimento galleggiante con la seguente relazione, dedotta dalla UNI TR 11175:

$$f_0 = 160 \sqrt{\left(\frac{s'}{m'}\right)} \text{ (Hz)}$$

Si ottiene pertanto nel caso in esame:

f_0 = 130.6 (Hz)

Noto f_0, l'indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora da calpestio del rivestimento si ricava attraverso la seguente relazione, valida per massetti in calcestruzzo:

$$\Delta L_w = 30 \lg (f/f_o) + 3 \text{ dB}$$

in cui la frequenza di riferimento, f, si assume pari a 500 Hz.

Per il pavimento galleggiante in esame si ha:

ΔL_w = 30 log (500/130.6) + 3 = 20.5 dB

<u>Determinazione del livello normalizzato di rumore da calpestio in opera</u>

La prestazione in opera del solaio in esame risulta pari a:

$L'_{n,w}$ = 80 – 20.5 + 3 dB = 62.5 dB

da cui si ricava che in via previsionale la conformità rispetto al valore limite contenuto nel D.P.C.M. 5/12/97 come mostra il prospetto che segue.

Struttura oggetto di verifica	**$L'_{n,w}$**	**Valore limite $L'_{n,w}$ D.P.C.M. 5/12/97**	**VERIFICA POSITIVA**
Solaio tra due camere da letto (solaio tipo)	**62.5**	**63**	

5.3 Verifica previsionale dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata ($D_{2m,nT,w}$)

La valutazione dei requisiti acustici passivi di facciata è stata effettuata sulle pareti di facciata degli ambienti che presentano caratteristiche tecniche differenti.

In generale, sono stati selezionati i locali avente la maggiore superficie finestrata rispetto alla superficie complessiva della facciata, sulla base dei quali sono state effettuate le scelte relative alle prestazioni acustiche minime dei componenti vetrati.

In questa sede pare opportuno ribadire che la scelta dei serramenti di facciata di seguito riportati è puramente indicativa e deriva dalle prestazioni minime desunte dalle verifiche previsionali dei requisiti acustici passivi svolte in fase di progetto definitivo. A partire dalla tipologia di serramento individuata in fase di Progetto Esecutivo si procede di seguito a determinare in via previsionale la prestazione acustica della facciata sulla base delle prestazioni certificate in laboratorio.

Ciò posto, nel caso in cui i serramenti effettivamente installati dovessero risultare differenti dai prodotti indicati nei paragrafi che seguono, al fine di conseguire il rispetto dei valori limite di isolamento acustico di facciata ai sensi del D.P.C.M. 5/12/97, è necessario che i sistemi scelti siano

caratterizzati dalle medesime prestazioni acustiche certificate in laboratorio secondo la normativa vigente.

Le facciate rispetto alle quali sono state effettuate le verifiche sono quelle indicate nelle figure che seguono.

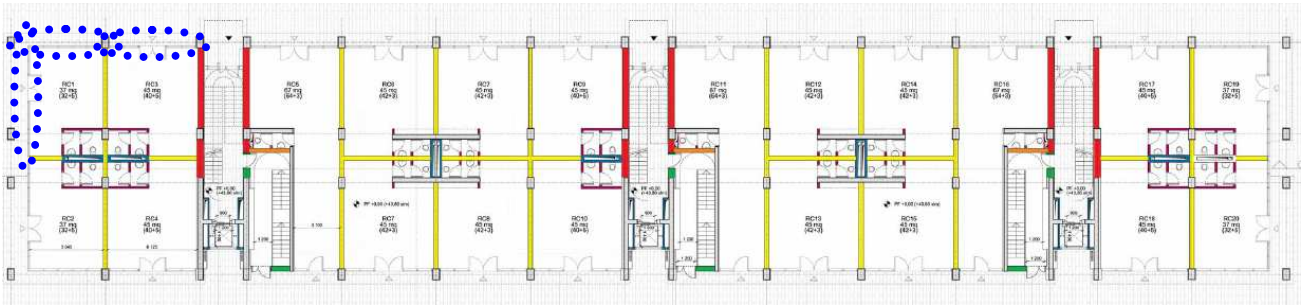


Figura 5.42 – Indicazione delle facciate oggetto di valutazione, piano terra

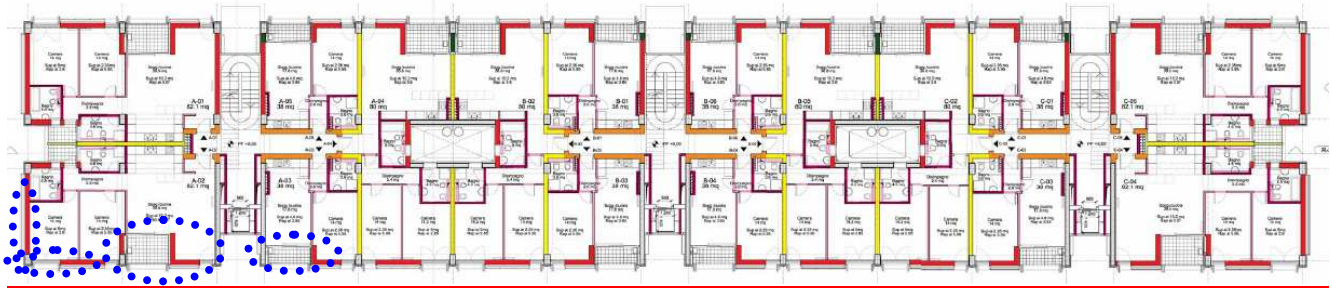


Figura 5.43 – Indicazione delle facciate oggetto di valutazione, piano tipo

Figura 5.44 – Indicazione delle facciate oggetto di valutazione, piano attico

5.3.1 Facciata negozio RC1

L'ambiente della cui facciata si verifica la conformità al D.P.C.M. 5/12/97, è il Negozio posto al piano terra e denominato RC1.

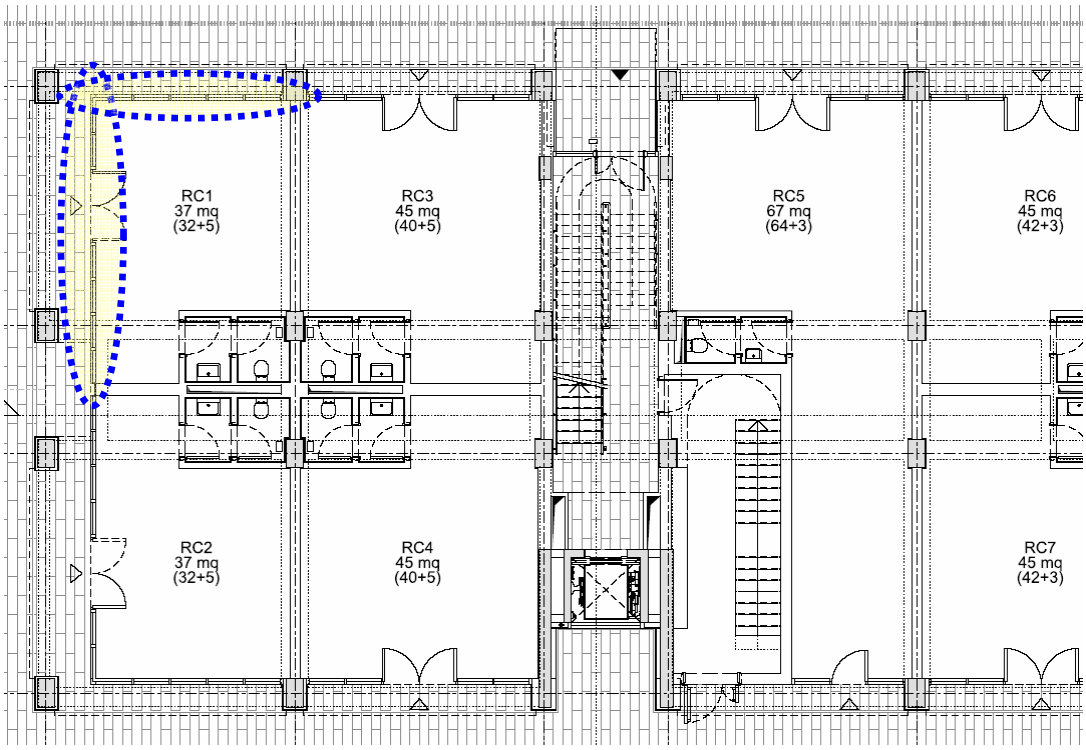


Figura 5.45 – Indicazione in pianta della facciata oggetto di valutazione

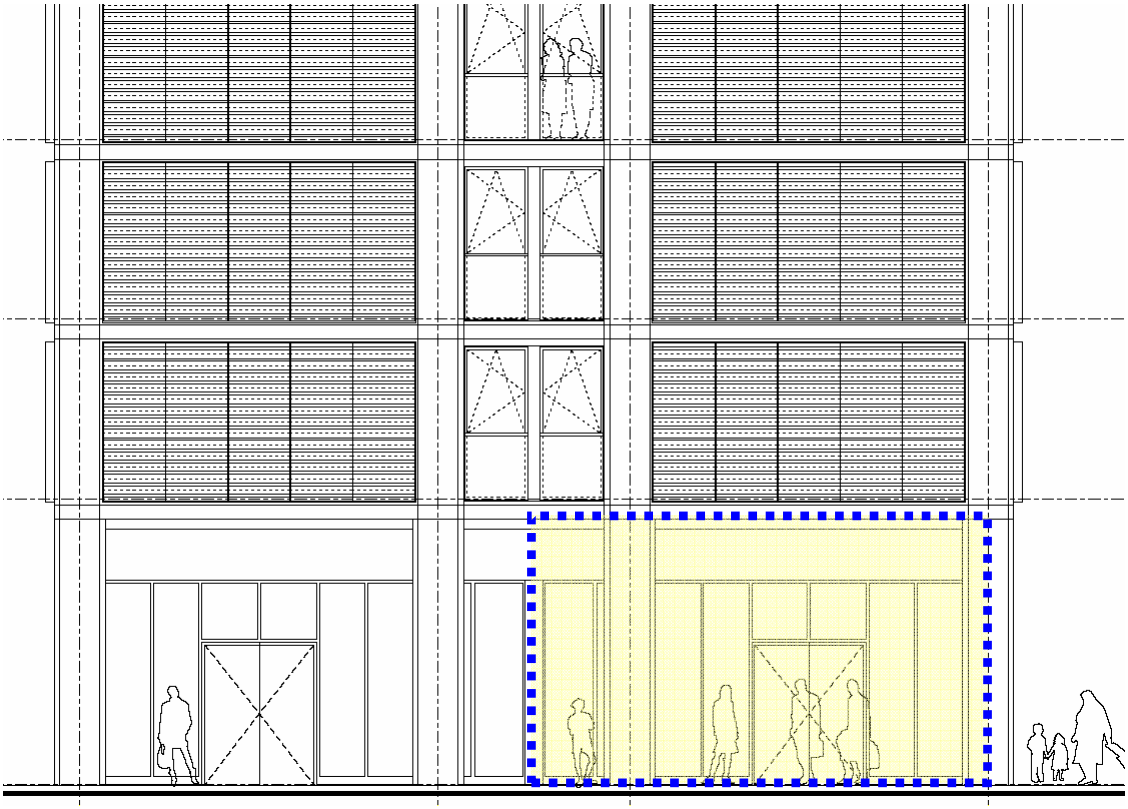


Figura 5.46 – Indicazione in prospetto della facciata oggetto di valutazione

La facciata d'angolo in esame costituita dal serramento descritto al **paragrafo 4.4.1**, è completamente vetrata e contiene una porta d'ingresso a due ante anch'essa vetrata. Il

serramento con cui è realizzata la facciata continua è tipo Schuco FW50+ descritto al **paragrafo 4.4.1**.

La prestazione acustica del suddetto serramento su cui viene montato un vetro con prestazione acustica pari a $R_{w,vetro}$ = 49 dB risulta pari a:

R_w = 46 dB

Poiché tale prestazione di laboratorio si riferisce ad un campione di dimensioni standard 1.23x1.48 m, per tenere conto della maggiore superficie utilizzato in facciata si terrà conto di un coefficiente correttivo pari a -3 dB così come riportato nella tabella dell'allegato B della norma UNI EN 14351-1 per serramenti con superficie maggiore di 4.6 m^2 (v. **paragrafo 3.2**).

Ciò posto la prestazione acustica del serramento utilizzata per il calcolo dell'isolamento di facciata risulta pari a:

R_w = 43 dB

Ai fini del calcolo dell'isolamento acustico di facciata, poiché la facciata in esame è di tipo leggero e non rigidamente connessa, si è ipotizzata una trasmissione laterale nulla: **K = 0** (**v. figura 5.47** e **5.48**).

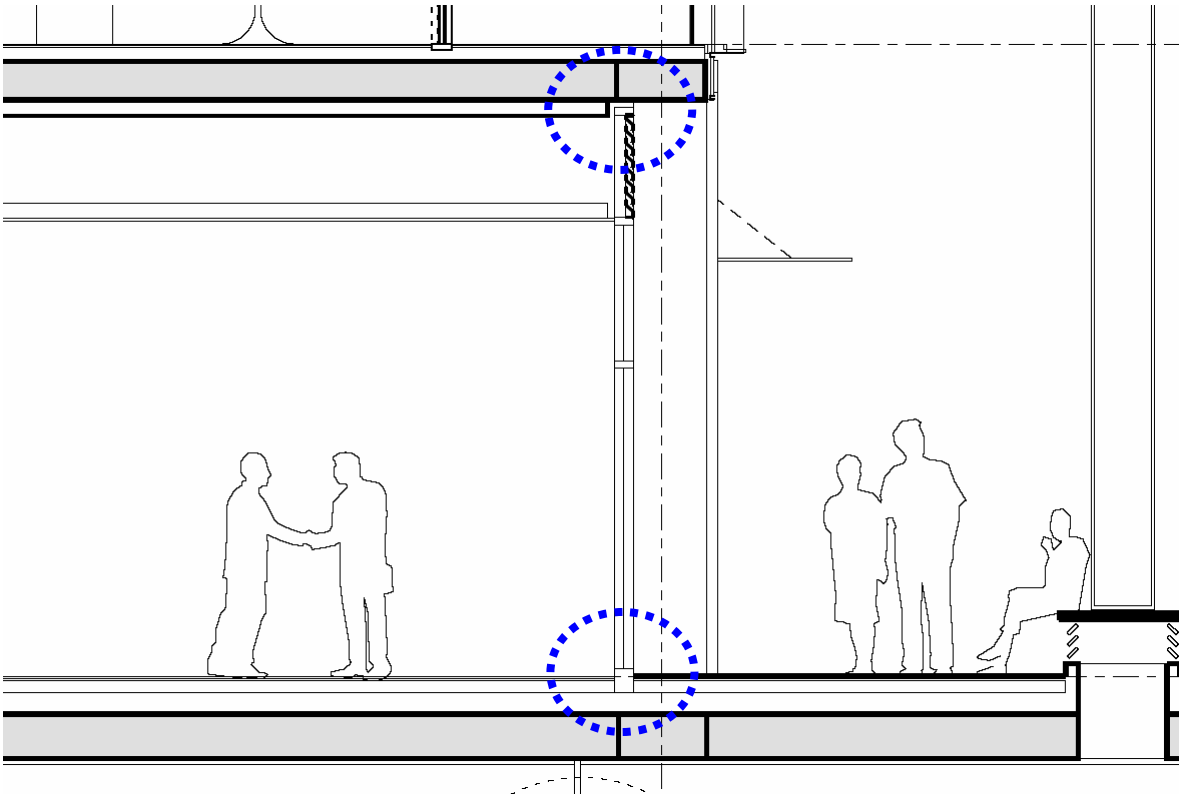


Figura 5.47 – Indicazione in sezione degli elementi leggeri di facciata non rigidamente connessi

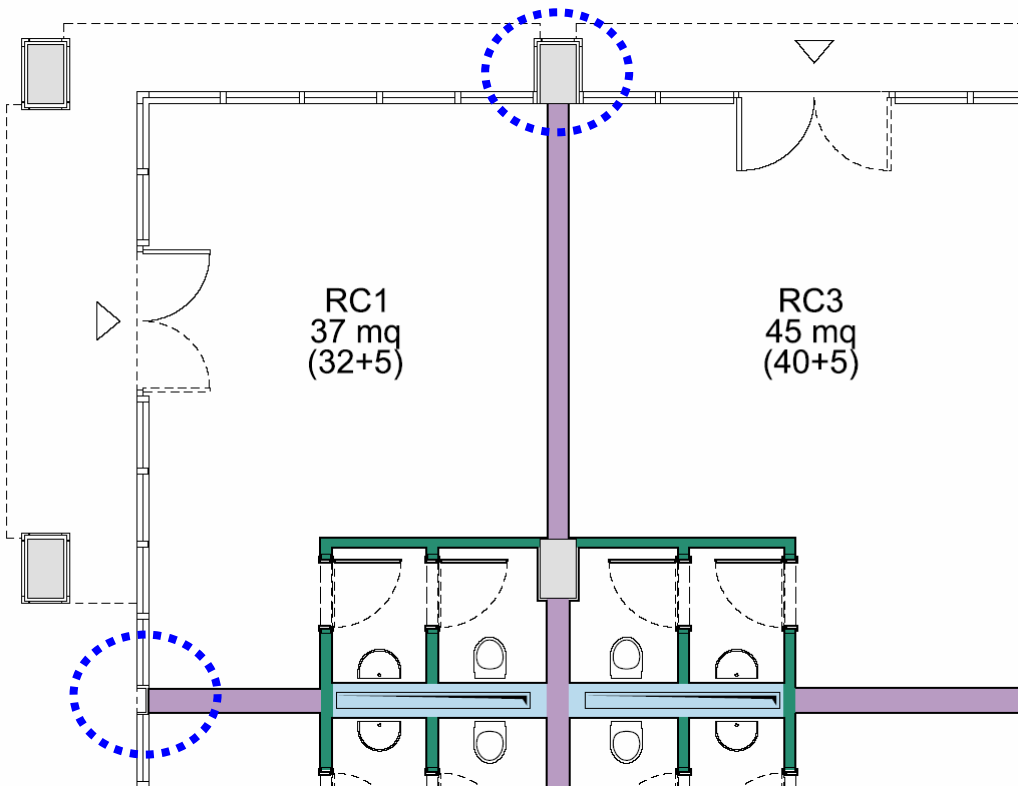


Figura 5.48 – Indicazione in pianta degli elementi leggeri di facciata non rigidamente connessi

Trattandosi di una facciata assimilabile ad una facciata piana si è tenuto conto di un fattore di forma pari a **ΔL_{fs} = 0 dB**.

Le caratteristiche geometriche ed acustiche dell'ambiente e della facciata oggetto di valutazione sono riportate nella tabella di riepilogo che segue in cui è contenuta anche la verifica del requisito rispetto al D.P.C.M. 5/12/97.

Tabella di riepilogo – Facciata Negozio RC1		
Dati ambiente interno		
V (m^3)	107.8	
S_{facc} (m^2)	42	
Dati facciata		
	Superficie (m^2)	R_w (dB)
Facciata continua tipo FW50$^+$	42	43
Globale	42	43
Differenza per forma della facciata (dB)	0	
Contributo della trasmissione laterale (dB)	0	
$D_{2m,nT,w}$ (dB)	**42.3**	
Valore di riferimento (D.P.C.M. 5/12/97) (dB)	42	**VERIFICA POSITIVA**

N.B. Poiché il campione testato in laboratorio è caratterizzato da una superficie ridotta (1.82 m^2) rispetto a quella che effettivamente verrà realizzato sarebbe opportuno richiedere al Produttore una prova di laboratorio su un campione avente superficie maggiore in cui venga inserita la porta a due ante apribili; il campione da provare potrebbe essere un modulo di facciata di un'attività commerciale tipo come indicato nella figura che segue e la prestazione deve soddisfare la seguente condizione:

$R_{w,\ modulo\ di\ facciata} \geq$ 43 dB

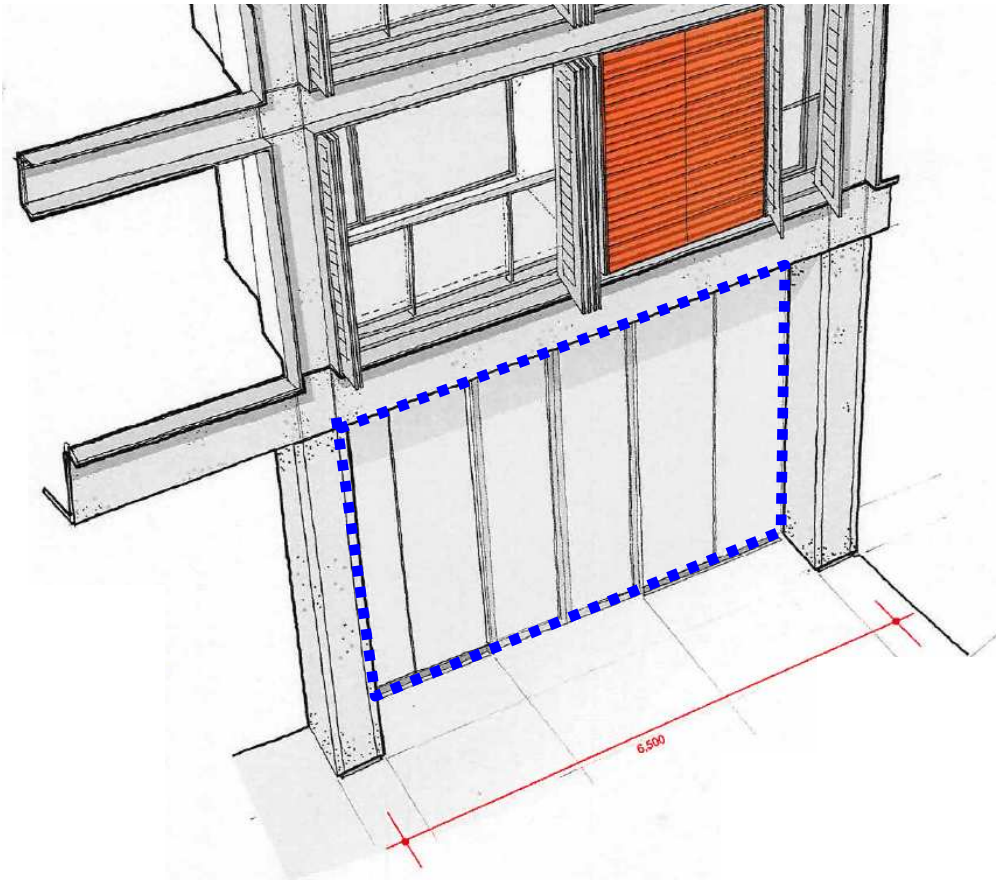


Figura 5.49 – Indicazione della porzione di facciata continua che sarebbe opportuno far testare in laboratorio

5.3.2 Facciata negozio RC3

L'ambiente della cui facciata si verifica la conformità al D.P.C.M. 5/12/97, è il Negozio posto al piano terra e denominato RC2.

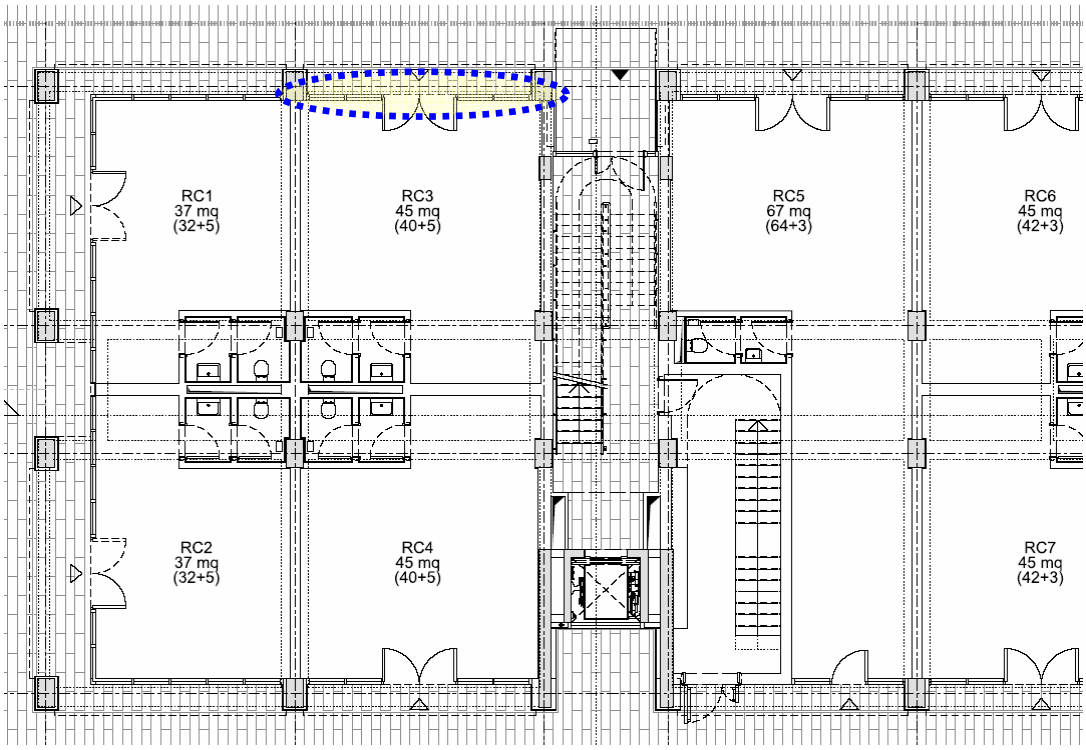


Figura 5.50 – Indicazione in pianta della facciata oggetto di valutazione

La facciata in esame costituita dal serramento descritto al **paragrafo 4.4.1**, è completamente vetrata e contiene una porta d'ingresso a due ante anch'essa vetrata. La facciata continua è realizzata con serramento tipo Schuco FW50+ descritto al **paragrafo 4.4.1**.

Come descritto al paragrafo precedente la prestazione del suddetto serramento utilizzata per il calcolo dell'isolamento acustico di facciata risulta pari a:

R_w = 43 dB

Ai fini del calcolo dell'isolamento acustico di facciata, poiché la facciata in esame è di tipo leggero e non rigidamente connessa, si è ipotizzata una trasmissione laterale nulla: **K = 0** (**v. figura 5.44**).

Trattandosi di una facciata assimilabile ad una facciata piana si è tenuto conto di un fattore di forma pari a **ΔL_{fs} = 0 dB**.

Le caratteristiche geometriche ed acustiche dell'ambiente e della facciata oggetto di valutazione sono riportate nella tabella di riepilogo che segue in cui è contenuta anche la verifica del requisito rispetto al D.P.C.M. 5/12/97.

Tabella di riepilogo – Facciata Negozio RC3		
Dati ambiente interno		
V (m^3)	134.6	
S_{facc} (m^2)	21.4	
Dati facciata		
	Superficie (m^2)	R_w (dB)
Facciata continua tipo FW50$^+$	21.4	43
Globale	21.4	43
Differenza per forma della facciata (dB)	0	
Contributo della trasmissione laterale (dB)	0	
$D_{2m,nT,w}$ (dB)	**46.2**	
Valore di riferimento (D.P.C.M. 5/12/97) (dB)	42	**VERIFICA POSITIVA**

N.B. Poiché il campione testato in laboratorio è caratterizzato da una superficie ridotta (1.82 m^2) rispetto a quella che effettivamente verrà realizzata sarebbe opportuno richiedere al Produttore una prova di laboratorio su un campione avente superficie maggiore in cui venga inserita la porta a due ante apribili; il campione da provare potrebbe essere un modulo di facciata di un'attività commerciale tipo come indicato nella figura che segue e la prestazione deve soddisfare la seguente condizione:

$R_{w,\ modulo\ di\ facciata} \geq 39$ dB

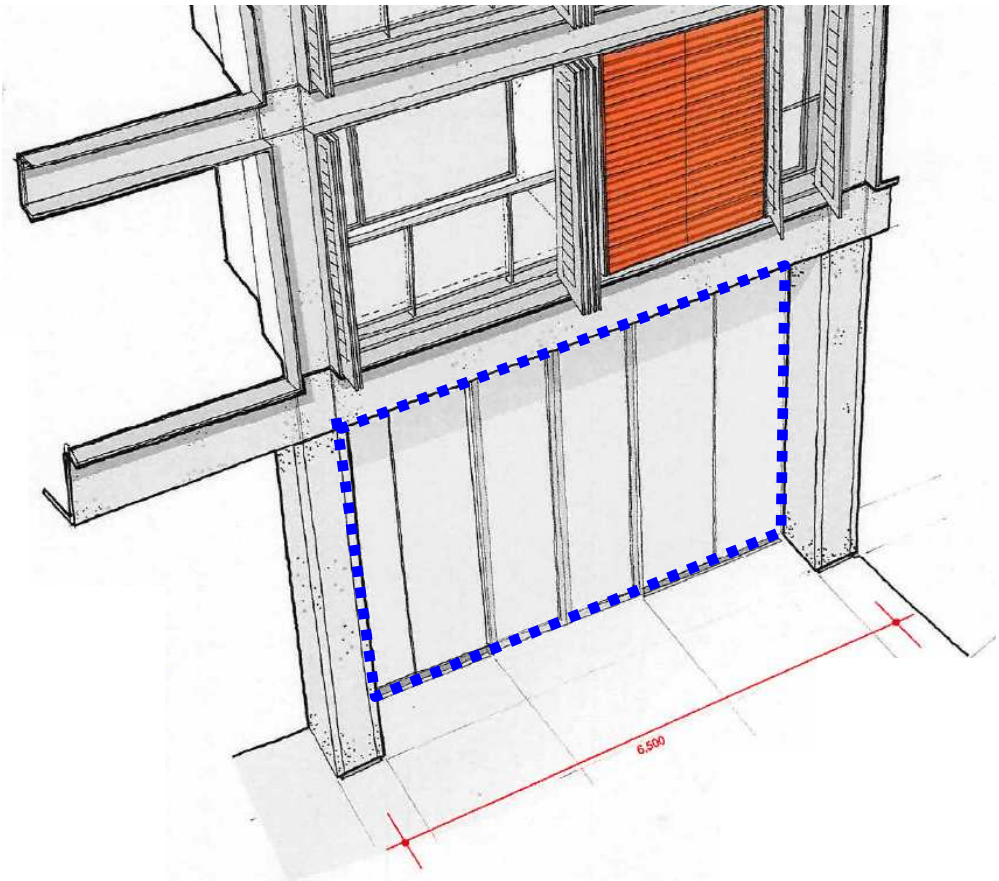


Figura 5.51 – Indicazione della porzione di facciata continua che sarebbe opportuno far testare in laboratorio

5.3.3 Facciata camera da letto dell'appartamento A-02

L'ambiente della cui facciata si verifica la conformità al D.P.C.M. 5/12/97, è adibito a camera da letto dell'appartamento A02 posta al piano primo.

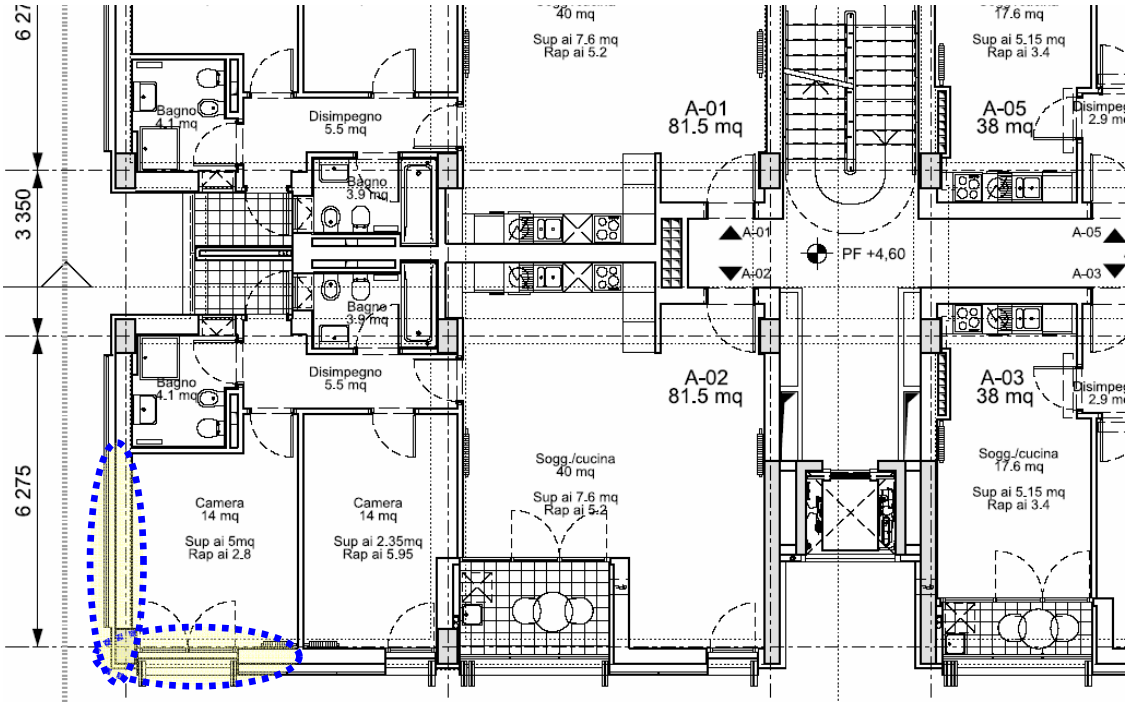


Figura 5.52 – Indicazione in pianta della facciata oggetto di valutazione

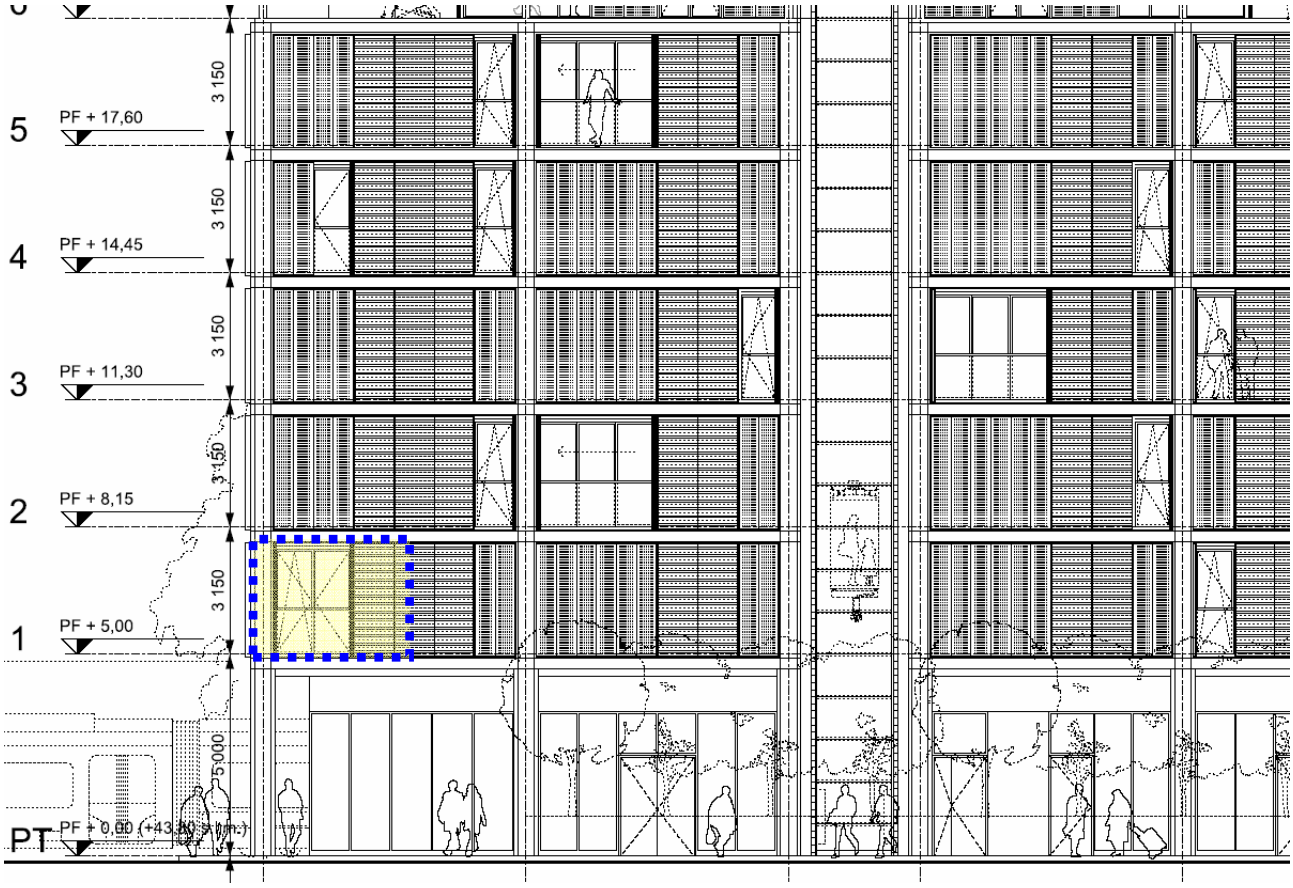


Figura 5.53 – Indicazione in prospetto della facciata oggetto di valutazione

Questa facciata è costituita da una parte opaca (facciata esterna ventilata) descritta al **paragrafo 4.3.1** e da una porta-finestra a due ante apribili costituita da un serramento descritto al **paragrafo 4.4.2** tipo Schüco Royal S 65 HI.

Per comodità si richiama di seguito la prestazione acustica della parete opaca di facciata:

R_w = 52 dB

La prestazione di laboratorio del serramento su cui viene montato un vetro con $R_{w,vetro}$ = 44 dB risulta pari a:

R_w = 42 dB

Poiché tale prestazione di laboratorio si riferisce ad un campione di dimensioni standard 1.23x1.48 m, per tenere conto della maggiore superficie utilizzato in facciata si terrà conto di un coefficiente correttivo pari a -3 dB così come riportato nella tabella dell'allegato B della norma UNI EN 14351-1 per serramenti con superficie maggiore di 4.6 m^2 (v. **paragrafo 3.2**)

Ciò posto la prestazione del serramento utilizzata per il calcolo dell'isolamento di facciata risulta pari a:

R_w = 39 dB

Ai fini del calcolo dell'isolamento acustico di facciata, poiché la facciata in esame è in muratura, e quindi rigidamente connessa, si è ipotizzata una trasmissione laterale pari a **K = 2**.

Trattandosi di una facciata piana si è tenuto conto di un fattore di forma pari a **ΔL_{fs} = 0 dB**.

Le caratteristiche geometriche ed acustiche dell'ambiente e della facciata oggetto di valutazione sono riportate nella tabella di riepilogo che segue in cui è contenuta anche la verifica del requisito rispetto al D.P.C.M. 5/12/97.

Tabella di riepilogo – Facciata camera da letto appartamento A-02		
Dati ambiente interno		
V (m^3)	37.8	
S_{facc} (m^2)	19.7	
Dati facciata		
	Superficie (m^2)	R_w (dB)
Porta-finestra a due ante	5.4	39
Muratura	14.3	52
Globale	19.7	42.1
Differenza per forma della facciata (dB)	0	
Contributo della trasmissione laterale (dB)	2	
$D_{2m,nT,w}$ (dB)	**40.1**	
Valore di riferimento (D.P.C.M. 5/12/97) (dB)	40	**VERIFICA POSITIVA**

N.B. La verifica risulta positiva a condizione che nella configurazione di porta-finestra prevista dal progetto la battuta inferiore di tale tipologia di serramento non risulti peggiorativa rispetto alla configurazione di finestra provata in laboratorio.

5.3.4 Facciata cucina/soggiorno appartamento A-02

L'ambiente della cui facciata si verifica la conformità al D.P.C.M. 5/12/97, è il soggiorno/cucina dell'appartamento A02.

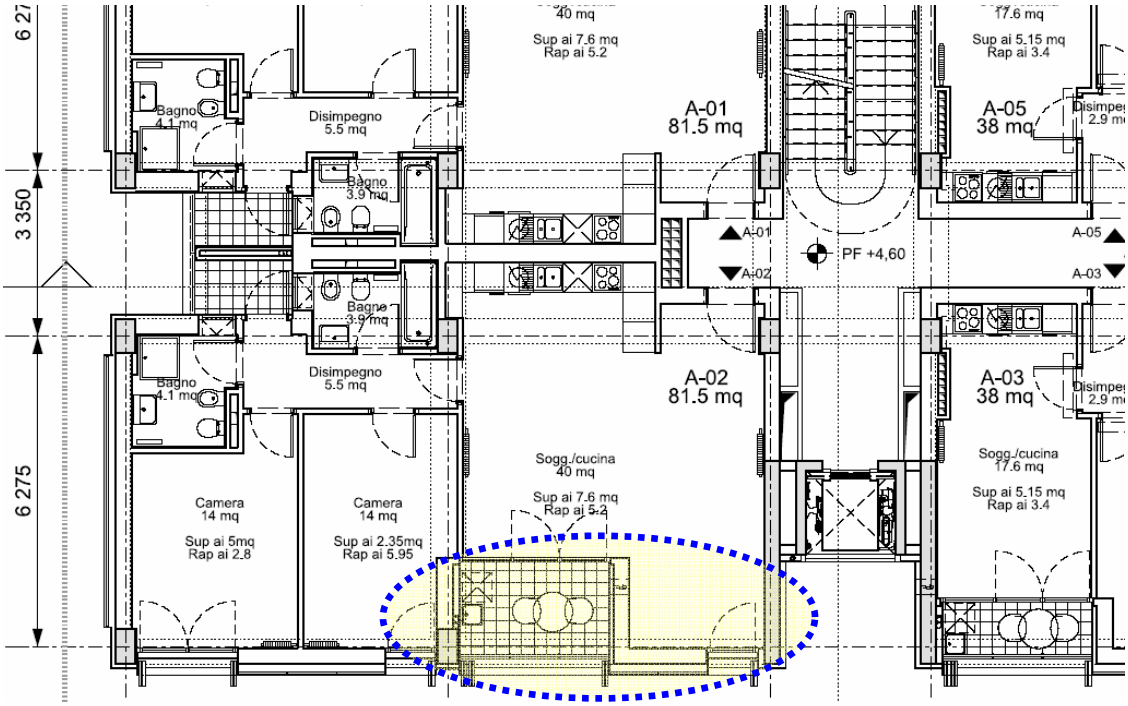


Figura 5.54– Indicazione in pianta della facciata oggetto di valutazione

Figura 5.55 – Indicazione in prospetto della facciata oggetto di valutazione

Questa facciata è costituita da una parte opaca descritta al **paragrafo 4.3.1,** da una porta-finestra a tre ante di cui due apribili e da una porta finestra ad un'anta apribile. Queste ultime sono entrambe costituite da un serramento tipo Schuco Royal AWS 65 descritto al **paragrafo 4.4.2**.

Per comodità si riporta di seguito la prestazione acustica della parete opaca di facciata:

R_w = 52 dB

Come descritto al paragrafo precedente la prestazione del suddetto serramento utilizzata per il calcolo dell'isolamento acustico di facciata risulta pari a:

R_w = 39 dB

Come richiesto dalla norma UNI CIG 7129, i locali in cui sia presente una fiamma libera devono essere dotati di una presa d'aria sulla parete esterna avente una sezione libera totale netta di passaggio di almeno 6 cm^2 per ogni kW di portata termica installata, con un minimo di 100 cm^2.

Le prese d'aria devono essere realizzate in modo che le bocche di apertura, sia all'interno che all'esterno della parete, non possano essere ostruite, devono essere protette, per esempio con griglie, reti metalliche, ecc., in modo tale però da non ridurre la sezione libera totale netta sopraindicata; inoltre devono essere situate ad una quota prossima al livello del pavimento.

Poiché posizioni delle sorgenti sonore che generano onde dirette secondo l'asse della foratura riducono ulteriormente l'isolamento acustico offerto, la foratura di ventilazione è stata posizionata su una parete non direttamente esposte al rumore (v. **figura 5.53)**.

Figura 5.56 – Indicazione di una posizione favorevole in cui collocare la presa d'aria

La presa d'aria prevista per l'edificio in esame è tipo TORNADO della CIR Edilacustica costituita da un corpo rigido in materiale plastico al cui interno è stato inserito un silenziatore dissipativo realizzato con due setti di materiale fonoassorbente (v. **figura 5.57**).

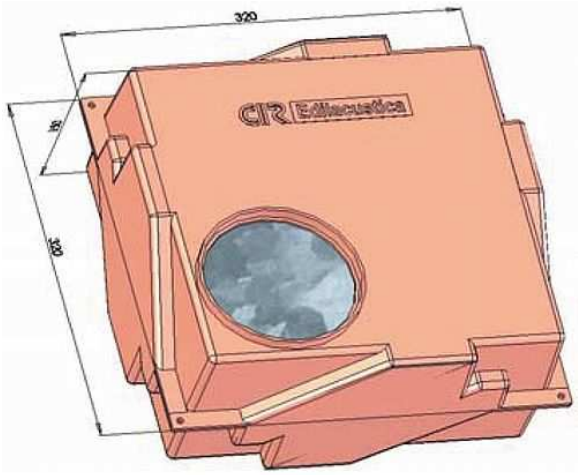
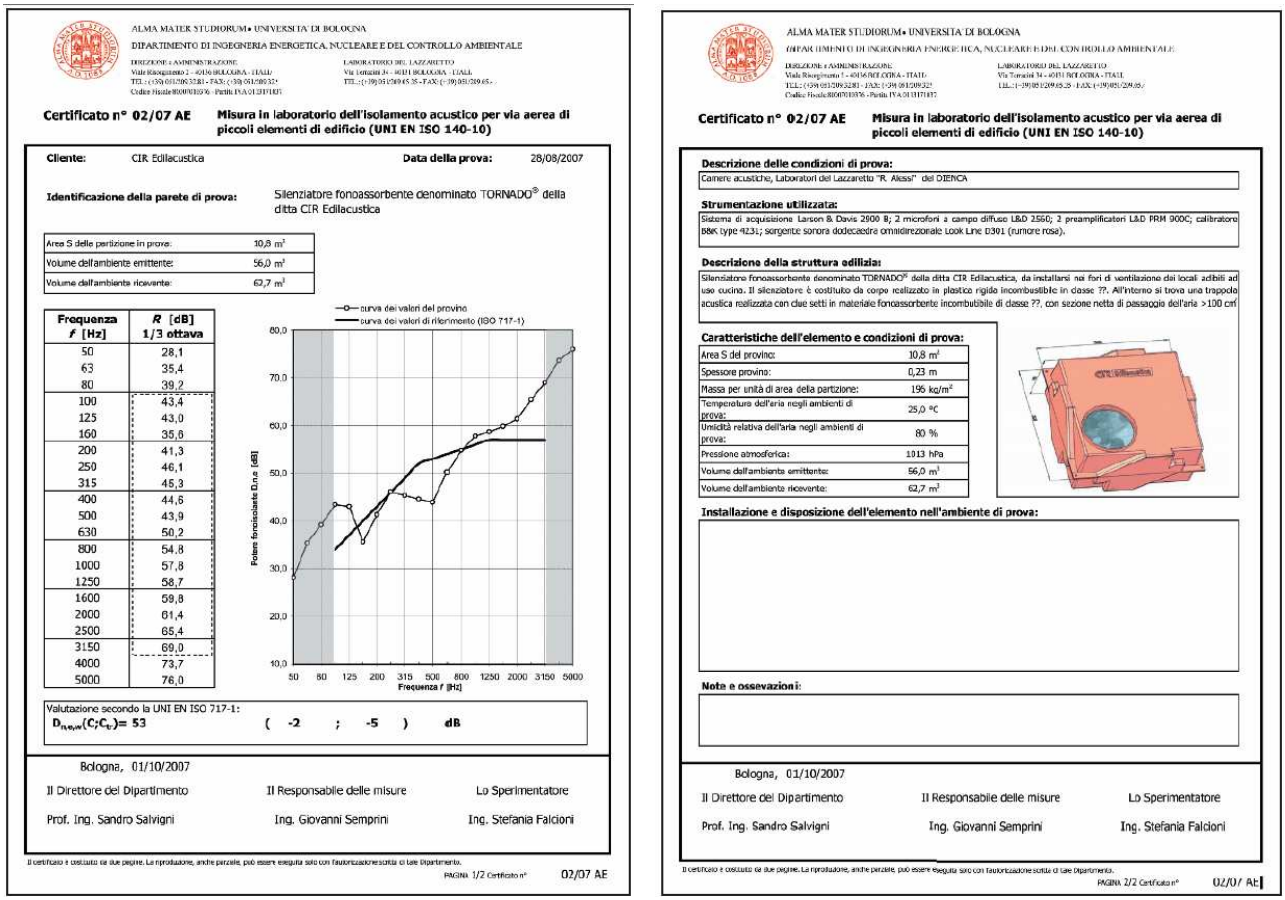


Figura 5.57 – Presa d'aria TORNADO della CIR Edilacustica

La prestazione certificata in laboratorio è pari a:

$D_{n,e,w}$ = 53 dB

Rapporto di prova n. 02/07 AE del 28/08/2007 del Laboratorio del DIENCA presso l'Università di Bologna (v. **figura 5.58**)



ALMA MATER STUDIORUM • UNIVERSITA' DI BOLOGNA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA ENERGETICA, NUCLEARE E DEL CONTROLLO AMBIENTALE

Certificato n° 02/07 AE **Misura in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di piccoli elementi di edificio (UNI EN ISO 140-10)**

Cliente: CIR Edilacustica **Data della prova:** 28/08/2007

Identificazione della parete di prova: Silenziatore fonoassorbente denominato TORNADO® della ditta CIR Edilacustica

Area S delle partizione in prova:	10,8 m²
Volume dell'ambiente emittente:	56,0 m³
Volume dell'ambiente ricevente:	62,7 m³

Frequenza f [Hz]	R [dB] 1/3 ottava
50	28,1
63	35,4
80	39,2
100	43,4
125	43,0
160	35,6
200	41,3
250	46,1
315	45,3
400	44,6
500	43,9
630	50,2
800	54,8
1000	57,8
1250	58,7
1600	59,8
2000	61,4
2500	65,4
3150	69,0
4000	73,7
5000	76,0

Valutazione secondo la UNI EN ISO 717-1:
$D_{n,e,w}(C;C_{tr})$= 53 (-2 ; -5) dB

Bologna, 01/10/2007

Il Direttore del Dipartimento	Il Responsabile delle misure	Lo Sperimentatore
Prof. Ing. Sandro Salvigni	Ing. Giovanni Semprini	Ing. Stefania Falcioni

Il certificato è costituito da due pagine. La riproduzione, anche parziale, può essere eseguita solo con autorizzazione scritta di tale Dipartimento.
PAGINA 1/2 Certificato n° 02/07 AE

ALMA MATER STUDIORUM • UNIVERSITA' DI BOLOGNA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA ENERGETICA, NUCLEARE E DEL CONTROLLO AMBIENTALE

Certificato n° 02/07 AE **Misura in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di piccoli elementi di edificio (UNI EN ISO 140-10)**

Descrizione delle condizioni di prova:
Camere acustiche, Laboratori del Lazzaretto "R. Alessi" del DIENCA

Strumentazione utilizzata:
Sistema di acquisizione Larson & Davis 2800 B; 2 microfoni a campo diffuso L&D 2560; 2 preamplificatori L&D PRM 900C; calibratore B&K type 4231; sorgente sonora dodecaedra omnidirezionale Look Line D301 (rumore rosa).

Descrizione della struttura edilizia:
Silenziatore fonoassorbente denominato TORNADO® della ditta CIR Edilacustica, da installarsi nei fori di ventilazione dei locali adibiti ad uso cucina. Il silenziatore è costituito da corpo realizzato in plastico rigido incombustibile in classe ??. All'interno si trova una trappola acustica realizzata con due setti in materiale fonoassorbente incombustibile di classe ??, con sezione netta di passaggio dell'aria >100 cm²

Caratteristiche dell'elemento e condizioni di prova:

Area S del provino:	10,8 m²
Spessore provino:	0,23 m
Massa per unità di area della partizione:	196 kg/m²
Temperatura dell'aria negli ambienti di prova:	25,0 °C
Umidità relativa dell'aria negli ambienti di prova:	80 %
Pressione atmosferica:	1013 hPa
Volume dell'ambiente emittente:	56,0 m³
Volume dell'ambiente ricevente:	62,7 m³

Installazione e disposizione dell'elemento nell'ambiente di prova:

Note e osservazioni:

Bologna, 01/10/2007

Il Direttore del Dipartimento	Il Responsabile delle misure	Lo Sperimentatore
Prof. Ing. Sandro Salvigni	Ing. Giovanni Semprini	Ing. Stefania Falcioni

Il certificato è costituito da due pagine. La riproduzione, anche parziale, può essere eseguita solo con autorizzazione scritta di tale Dipartimento.
PAGINA 2/2 Certificato n° 02/07 AE

Figura 5.58 – Certificato di laboratorio della prestazione acustica della presa d'aria TORNADO della CIR Edilacustica

Ai fini del calcolo dell'isolamento acustico di facciata, poiché la facciata in esame è parzialmente in muratura, e quindi rigidamente connessa, si è ipotizzata cautelativamente una trasmissione laterale pari a **K = 2**.

Trattandosi di una facciata in parte rientrante a causa delle probabili maggiori riflessioni sul piano della facciata dovute all'intradosso del balcone cautelativamente si terrà conto di un fattore di forma peggiorativo pari a **ΔL_{fs} = -1 dB**.

Le caratteristiche geometriche ed acustiche dell'ambiente e della facciata oggetto di valutazione sono riportate nella tabella di riepilogo che segue in cui è contenuta anche la verifica del requisito rispetto al D.P.C.M. 5/12/97.

Tabella di riepilogo – Facciata soggiorno/cucina appartamento A-02		
Dati ambiente interno		
V (m^3)	106.6	
S_{facc} (m^2)	26.1	
Dati facciata		
	Superficie (m^2)	R_w (dB)
Porta-finestra a 3 ante	8.1	39
Porta-finestra a 1 anta	2.7	39
Presa d'aria	0.01	53
Muratura	15.3	52
Globale	26.1	40.4
Differenza per forma della facciata (dB)	-1	
Contributo della trasmissione laterale (dB)	2	
$D_{2m,nT,w}$ (dB)	**40.7**	
Valore di riferimento (D.P.C.M. 5/12/97) (dB)	40	**VERIFICA POSITIVA**

N.B. La verifica risulta positiva a condizione che nella configurazione di porta-finestra prevista dal progetto la battuta inferiore di tale tipologia di serramento non risulti peggiorativa rispetto alla configurazione di finestra provata in laboratorio.

5.3.5 Facciata soggiorno/cucina appartamento A-03

L'ambiente della cui facciata si verifica la conformità al D.P.C.M. 5/12/97, è il soggiorno/cucina dell'appartamento A-03.

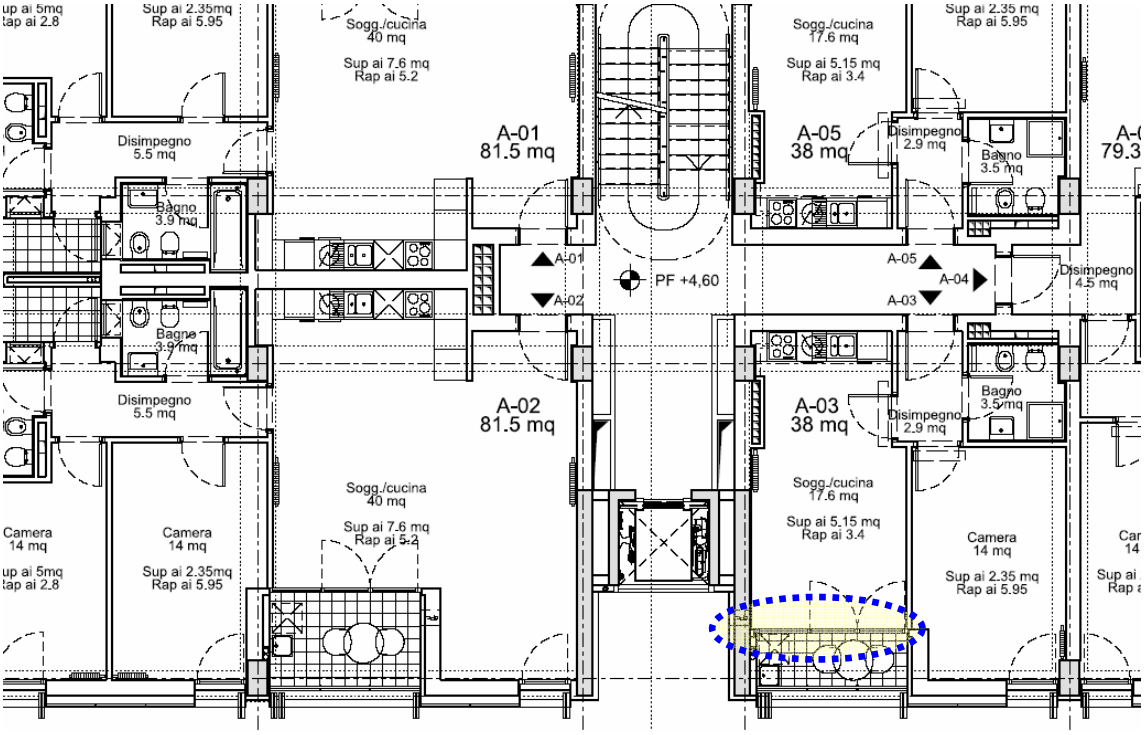


Figura 5.59 – Indicazione in pianta della facciata oggetto di valutazione

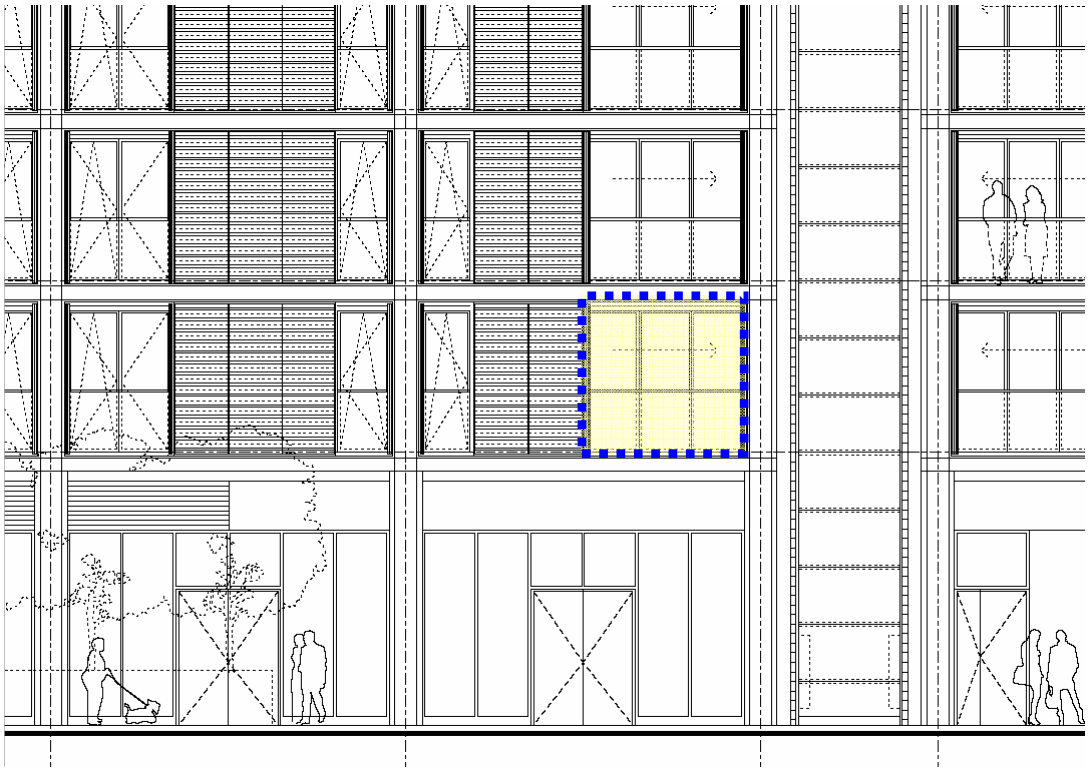


Figura 5.60 – Indicazione in prospetto della facciata oggetto di valutazione

Questa facciata è costituita da una porta-finestra a tre ante di cui due apribili, costituita da un serramento tipo Schuco Royal AWS 65 descritto al **paragrafo 4.4.2**.

Per comodità si riporta di seguito la prestazione acustica della parete opaca di facciata:

R_w = 52 dB

Come descritto al **paragrafo 5.3.3** la prestazione del suddetto serramento utilizzata per il calcolo dell'isolamento acustico di facciata risulta pari a:

R_w = 39 dB

Come visto al paragrafo precedente, anche in questo caso, trattandosi di un soggiorno/cucina, è presente la presa d'aria a parete Tornado della Cir Edilacustica, descritta al precedente paragrafo, e prestazione acustica certificata in laboratorio pari a:

$D_{n,e,w}$ = 53 dB

Tale presa d'aria risulta posizionata come mostra la figura seguente.

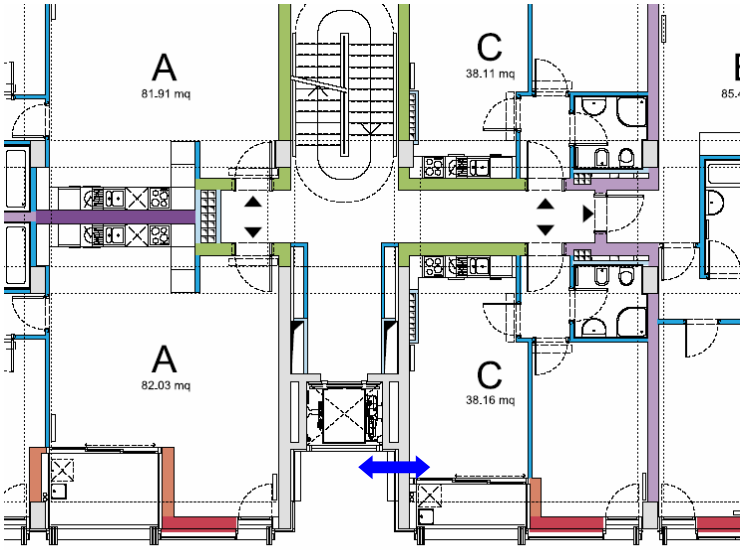


Figura 5.61 – Indicazione di una posizione favorevole in cui collocare la presa d'aria

Ai fini del calcolo dell'isolamento acustico di facciata, poiché la facciata in esame è totalmente vetrata e non rigidamente connessa, si è ipotizzata una trasmissione laterale pari a **K = 0**.

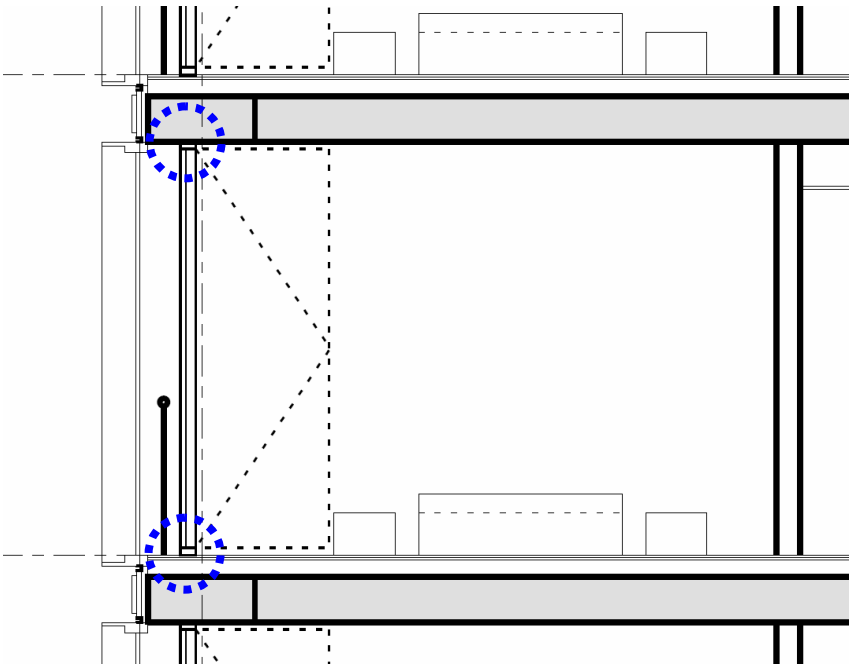


Figura 5.62 – Indicazione in sezione degli elementi leggeri di facciata non rigidamente connessi

Trattandosi di una facciata arretrata rispetto al filo, per tenere conto del possibile incremento di riflessioni sulla stessa dovuto alla presenza dell'intradosso del balcone soprastante, cautelativamente si è tenuto conto di un fattore di forma pari a **ΔL_{fs} = -1 dB**.

Le caratteristiche geometriche ed acustiche dell'ambiente e della facciata oggetto di valutazione sono riportate nella tabella di riepilogo che segue in cui è contenuta anche la verifica del requisito rispetto al D.P.C.M. 5/12/97.

Tabella di riepilogo – Facciata soggiorno/cucina appartamento A-03		
Dati ambiente interno		
V (m^3)	47.3	
S_{facc} (m^2)	8.01	
Dati facciata		
	Superficie (m^2)	R_w (dB)
Porta-finestra a 3 ante	8	39
Presa d'aria	0.01	53
Globale	8.01	38.8
Differenza per forma della facciata (dB)	-1	
Contributo della trasmissione laterale (dB)	0	
$D_{2m,nT,w}$ (dB)	**40.7**	
Valore di riferimento (D.P.C.M. 5/12/97) (dB)	40	**VERIFICA POSITIVA**

N.B. La verifica risulta positiva a condizione che nella configurazione di porta-finestra prevista dal progetto la battuta inferiore di tale tipologia di serramento non risulti peggiorativa rispetto alla configurazione di finestra provata in laboratorio.

5.3.6 Facciata soggiorno/cucina appartamento A-26

L'ambiente della cui facciata si verifica la conformità al D.P.C.M. 5/12/97, è il soggiorno/cucina dell'appartamento A-26.

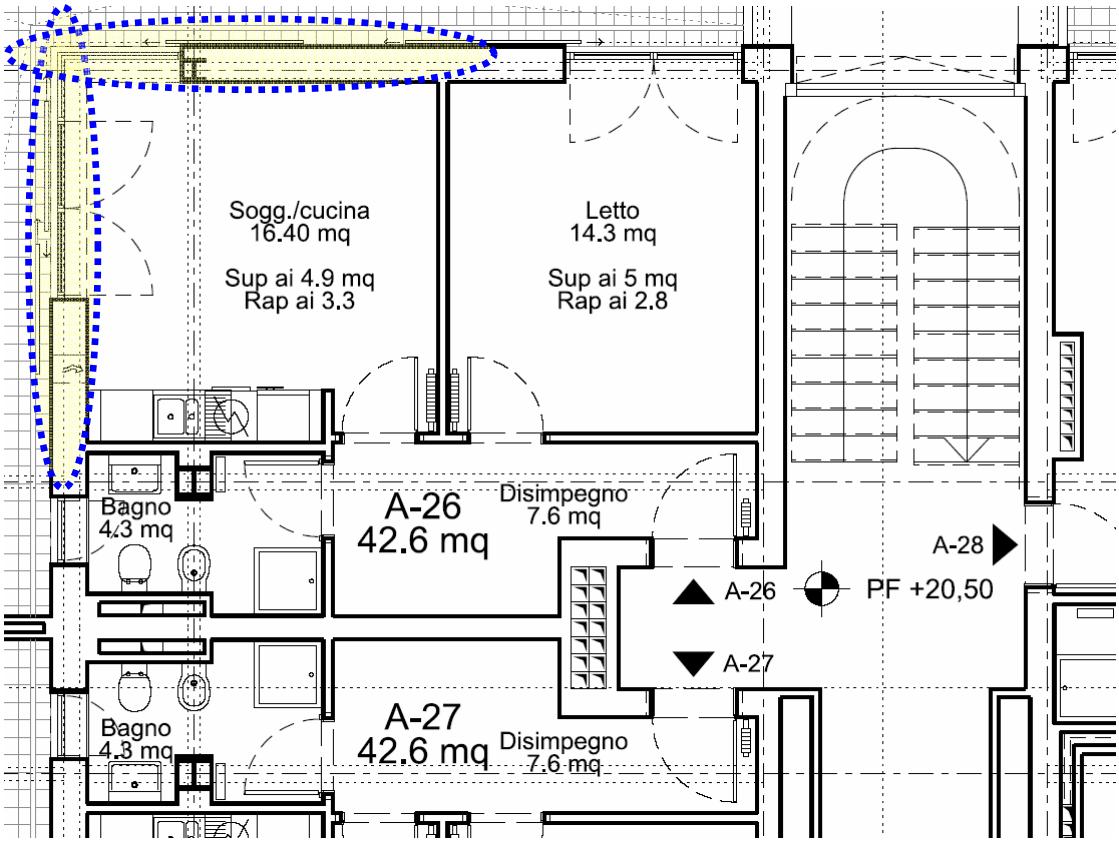


Figura 5.63 – Indicazione in pianta della facciata oggetto di valutazione

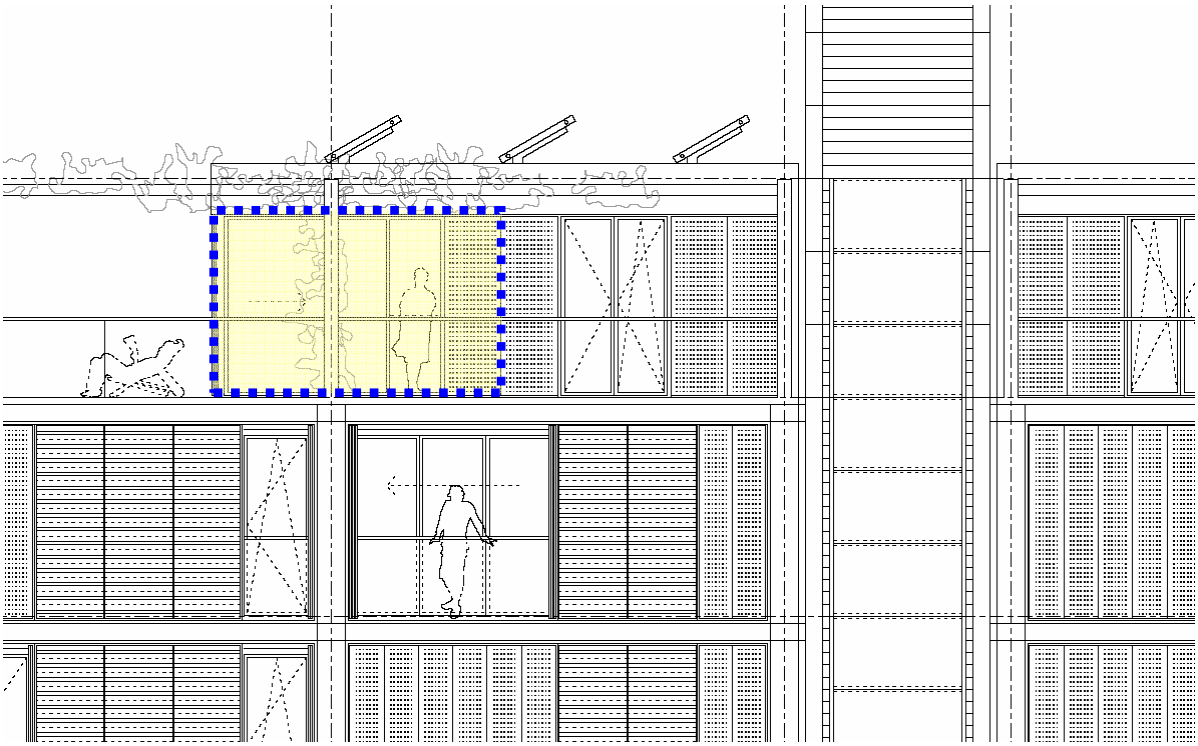


Figura 5.64 – Indicazione in prospetto della facciata oggetto di valutazione

Questa facciata è costituita dalla facciata secondaria, ampiamente descritta al **paragrafo 4.3.2**, e da una porta-finestra ad angolo ad ante apribili costituita dal serramento tipo Royal AWS 65 descritto al **paragrafo 4.4.3**.

Per comodità si riporta di seguito la prestazione acustica della parete opaca di facciata:

R_w = 52 dB

La prestazione acustica del suddetto serramento su cui viene montato un vetro con $R_{w,vetro}$ = 41 dB risulta pari a:

R_w = 41 dB

Poiché tale prestazione di laboratorio si riferisce ad un campione di dimensioni standard 1.23x1.48 m, per tenere conto della maggiore superficie utilizzato in facciata si terrà conto di un coefficiente correttivo pari a -3 dB così come riportato nella tabella dell'allegato B della norma UNI EN 14351-1 per superfici maggiori di 4.6 m^2 (v. **paragrafo 3.2**)

Ciò posto la prestazione del serramento utilizzata per il calcolo dell'isolamento di facciata risulta pari a:

R_w = 38 dB

Come visto ai paragrafi precedenti, anche in questo caso, trattandosi di un soggiorno/cucina, è presente la presa d'aria a parete Tornado della Cir Edilacustica, descritta al precedente paragrafo, e prestazione acustica certificata in laboratorio pari a:

$D_{n,e,w}$ = 53 dB

Ai fini del calcolo dell'isolamento acustico di facciata, poiché la facciata in esame è parzialmente in muratura, e quindi rigidamente connessa, si è ipotizzata cautelativamente una trasmissione laterale pari a **K = 2**.

Trattandosi di una facciata totalmente arretrata rispetto al filo si è tenuto conto di un fattore di forma migliorativo pari a **ΔL_{fs} = 3 dB**.

Le caratteristiche geometriche ed acustiche dell'ambiente e della facciata oggetto di valutazione sono riportate nella tabella di riepilogo che segue in cui è contenuta anche la verifica del requisito rispetto al D.P.C.M. 5/12/97.

Tabella di riepilogo – Facciata soggiorno/cucina appartamento A-26		
Dati ambiente interno		
V (m^3)	48.6	
S_{facc} (m^2)	22	
Dati facciata		
	Superficie (m^2)	R_w (dB)
Porta-finestra	10.8	38
Presa d'aria	0.01	53
Muratura	11.2	52
Globale	22	38.8
Differenza per forma della facciata (dB)	2	
Contributo della trasmissione laterale (dB)	3	
$D_{2m,nT,w}$ (dB)	**40.5**	
Valore di riferimento (D.P.C.M. 5/12/97) (dB)	40	**VERIFICA POSITIVA**

N.B. La verifica risulta positiva a condizione che nella configurazione di porta-finestra prevista dal progetto la battuta inferiore di tale tipologia di serramento non risulti peggiorativa rispetto alla configurazione di finestra provata in laboratorio.

5.3.7 Facciata soggiorno/cucina appartamento A-28

L'ambiente della cui facciata si verifica la conformità al D.P.C.M. 5/12/97, è il soggiorno/cucina dell'appartamento A-28.

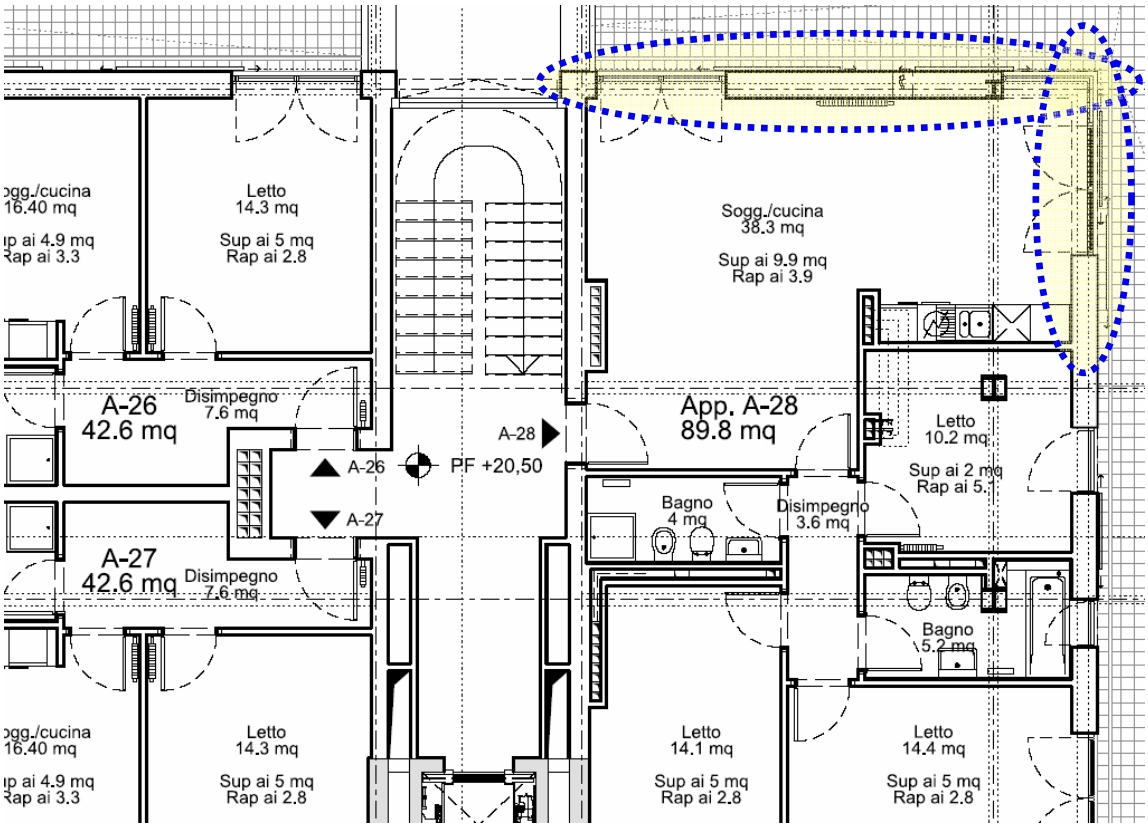


Figura 5.65 – Indicazione in pianta della facciata oggetto di valutazione

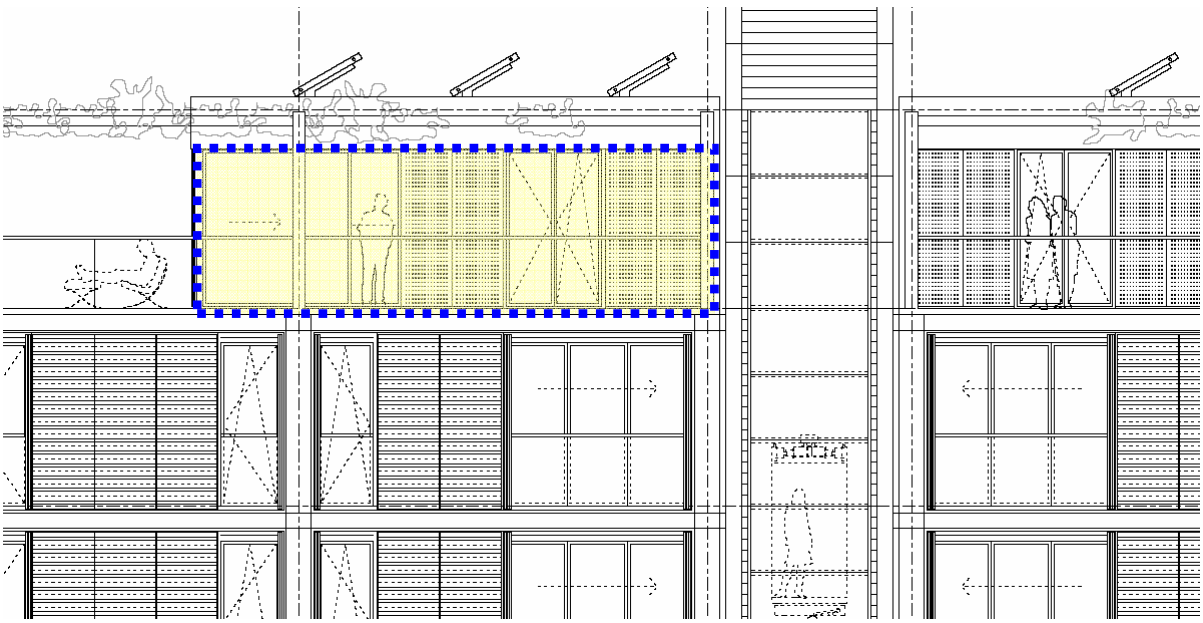


Figura 5.66 – Indicazione in prospetto della facciata oggetto di valutazione

Questa facciata è costituita dalla facciata esterna secondaria, descritta al **paragrafo 4.3.2**, da una porta-finestra a due ante apribili e da una porta-finestra ad angolo costituite da un serramento tipo Schuco Royal AWS 65 descritto al **paragrafo 4.4.3.**

Per comodità si riporta di seguito la prestazione acustica della parete opaca di facciata:

R_w = 52 dB

Come descritto al **paragrafo 5.3.6** la prestazione del suddetto serramento utilizzata per il calcolo dell'isolamento acustico di facciata risulta pari a:

R_w = 38 dB

Come visto ai paragrafi precedenti, anche in questo caso, trattandosi di un soggiorno/cucina, è presente la presa d'aria a parete Tornado della Cir Edilacustica, descritta al precedente paragrafo, e prestazione acustica certificata in laboratorio pari a:

$D_{n,e,w}$ = 53 dB

Ai fini del calcolo dell'isolamento acustico di facciata, poiché la facciata in esame è in muratura, e quindi rigidamente connessa, si è ipotizzata una trasmissione laterale pari a **K = 2**.

Come nel precedente paragrafo, visto che la facciata è arretrata rispetto al filo dell'edificio, si terrà conto di un fattore di forma pari a **ΔL_{fs} = 3 dB**.

Le caratteristiche geometriche ed acustiche dell'ambiente e della facciata oggetto di valutazione sono riportate nella tabella di riepilogo che segue in cui è contenuta anche la verifica del requisito rispetto al D.P.C.M. 5/12/97.

Tabella di riepilogo – Facciata soggiorno/cucina appartamento-A 28		
Dati ambiente interno		
V (m^3)	103.4	
S_{facc} (m^2)	31.1	
Dati facciata		
	Superficie (m^2)	R_w (dB)
Porta-finestra ad angolo	10.8	38
Porta-finestra a due ante	5.4	38
Presa d'aria	0.01	53
Facciata esterna secondaria	15.7	52
Globale	31.1	38.6
Differenza per forma della facciata (dB)	3	
Contributo della trasmissione laterale (dB)	2	
$D_{2m,nT,w}$ (dB)	**42**	
Valore di riferimento (D.P.C.M. 5/12/97) (dB)	40	**VERIFICA POSITIVA**

N.B. La verifica risulta positiva a condizione che nella configurazione di porta-finestra prevista dal progetto la battuta inferiore di tale tipologia di serramento non risulti peggiorativa rispetto alla configurazione di finestra provata in laboratorio.

5.4 Indicazioni per la riduzione del rumore dovuto agli impianti

Gli impianti che usualmente interessano la problematica del rumore dell'edificio, in ordine di importanza, sono gli impianti di riscaldamento, condizionamento e ventilazione, gli impianti idrici e gli impianti per ascensori e montacarichi.

Altri tipi di impianti, o perché a funzionamento episodico (sistema anti-incendio) o perché non rumorosi intrinsecamente (es. impianto elettrico) non necessitano di particolare considerazione, salvo il caso che il loro lay-out e la loro messa in opera non degradino il fonoisolamento previsto per altri scopi.

Nella parte seguente della relazione verranno trattati solo gli impianti presenti nell'edificio in esame.

5.4.1 Impianti idrici e sanitari

In merito al rumore emesso dagli impianti idrico-sanitari, in definitiva, non essendo possibile effettuare una valutazione analitica di tale problematica, si evidenziano sinteticamente le seguenti raccomandazioni:

1) Controllo dei rumori aerei mediante la scelta di **opportune tubazioni idriche e di scarico** e l'uso di **cavedi insonorizzati**;
2) Adozioni di **portate di scarico degli apparati sanitari non superiori a quelle consigliate**;
3) **desolidarizzazione degli apparecchi** (w.c., vasche e docce) **dalle murature mediante interposizione di strati elastici**;
4) **uso di apparecchi sanitari acusticamente** certificati (rubinetteria silenziosa certificata a norme UNI 8955/1 e ISO 3822/1).

In merito al **punto 1** le tubazioni di scarico previste sono in polietilene ad alta densità tipo Geberit PP, e i raccordi sono realizzati in modo da evitare un'eccessiva turbolenza del moto dei fluidi (v. **figura 5.67**).

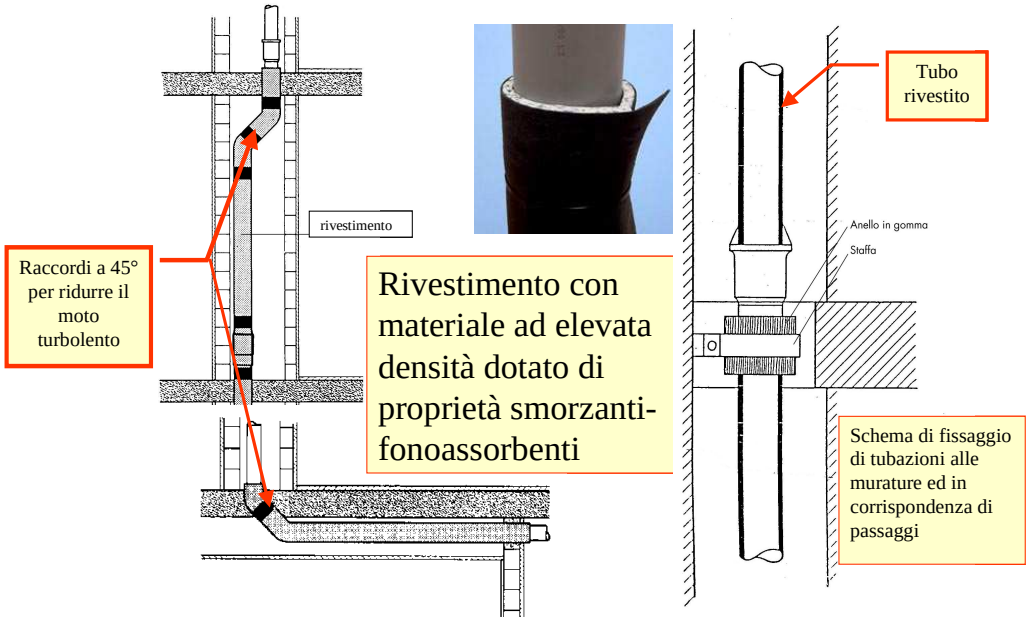


Figura 5.67 - Fissaggi e soluzioni costruttive per l'installazione di tubi di scarico, e rivestimento degli stessi con materiale ad elevata densità e dotato di proprietà smorzanti-fonoassorbenti

I condotti di adduzione e scarico non indeboliscono in nessun modo le partizioni che dividono unità immobiliari distinte, ma sono alloggiati all'interno di cavedi impiantistici insonorizzati completamente riempiti con materiale fonoassorbente (per la descrizione dettagliata si veda il **paragrafo 4.2.6**).

Al fine di contenere la trasmissione delle vibrazioni prodotte dal moto dei fluidi la posa in opera delle tubazioni deve essere realizzata in maniera tale da desolidarizzare i contatti tra il tubo e la parete muraria nella quale sono ricavati i cavedi. Relativamente ai collari con materiale smorzante si può utilizzare un prodotto tipo quello della società Geberit serie Silent definito "Braccialetto con inserto fonoassorbente" art. 310.812.26.1 per Ø 110 mm ed altri articoli per Ø diversi.

Nei tratti in cui le tubazioni dovessero attraversare pareti o solette è necessario realizzare una desolarizzazione rivestendo interamente la tubazione con uno strato di materiale smorzante. Per eseguire questo tipo di operazione si può utilizzare, ad esempio, un prodotto tipo ISOLMANT PIOMBO (prodotto composto da 2 strati di Isolmant 3 mm con inserita all'interno una lamina di piombo da 0.35 mm o da 0.50 mm), CirmixFlex, prodotta dalla Cir Edilacustica o prodotti similari.

In merito al precedente **punto 2** nella figura che segue si riportano le **portate di scarico consigliate degli apparati sanitari** (sempre <2.5 l/s) al fine non avere scarichi rumorosi e quindi ridurre le eventuali criticità acustiche.

Figura 5.68 – Indicazione delle portate di scarico consigliate degli apparati di scarico

In merito al **punto 3** è necessario che gli apparecchi siano isolati dalle murature attraverso degli elementi elastici oppure su un massetto isolato dal solaio e dalle murature circostanti con materiale resiliente (v. **figura 5.69**).

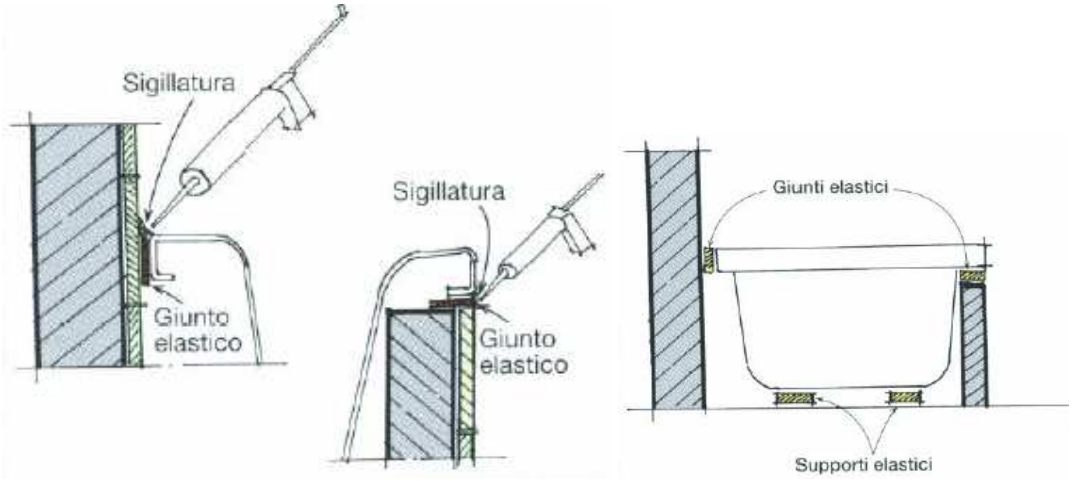


Figura 5.69 – Indicazione in sezione della facciata oggetto di valutazione

Anche per le macchine quali **pompe ed autoclavi**, che sono generatrici di vibrazioni che causano rumore, occorre prevedere degli accorgimenti. Le pompe dovranno essere dotate di supporti antivibranti e collegate alle tubazioni attraverso manicotti di raccordo in gomma. Sia le pompe che l'eventuale autoclave devono essere posizionate su un basamento in calcestruzzo posto sopra un materiale resiliente adeguato o supporti antivibranti dimensionati in base al peso e al numero di appoggi (per questi aspetti si rimanda alla relazione tecnica sugli impianti meccanici e ai relativi elaborati grafici).

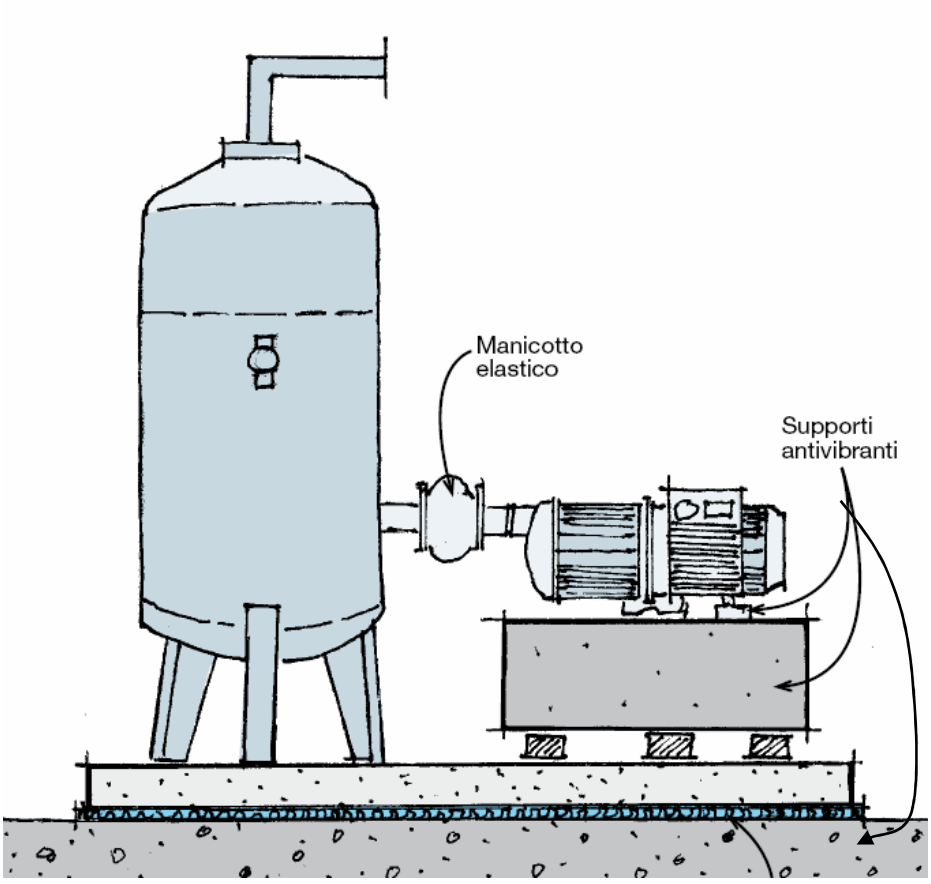


Figura 5.70 – Indicazione degli accorgimenti da adottare per ridurre il rumore prodotto da pompe ed autoclavi

5.4.2 Ascensori

Per quanto riguarda la scelta degli ascensori questa deve ricadere su sistemi il più possibile silenziosi, il livello di rumore nel vano corsa dell'ascensore, ad esempio, secondo le indicazioni fornite dalla ditta costruttrice non dovrà superare 50-55 dB(A). Tuttavia occorre tener conto anche della rumorosità prodotta dalle porte in apertura e chiusura: a tal fine, le porte di ingresso agli alloggi, ed in particolare quelle più vicine al vano ascensore, dovranno assicurare una buona tenuta all'aria lungo tutto il perimetro, soglia compresa.

Con riferimento alla collocazione degli ascensori nell'edificio in esame, la scelta è andata su un lay-out distributivo tale da evitare contatti diretti tra questi e i locali "sensibili" dell'edificio stesso.

Dal punto di vista della rumorosità, quando possibile, la scelta più conveniente è l'ascensore con il sistema di sollevamento idraulico. Questi tipi utilizzano un braccio telescopico collegato alla base della cabina azionato da una centralina di pompaggio ad olio. Il vantaggio è legato al fatto che la centralina può essere collocata nel sottosuolo o in altro luogo idoneo. Il controllo del rumore risulterà certamente più agevole rispetto al caso di un impianto tradizionale in cui l'argano è collocato al livello più elevato dell'edificio.

Gli ascensori tradizionali prevedono un motore elettrico, spesso alloggiato in un locale-ascensore apposito nella parte più alta dell'edificio. Questo locale richiede le cure usuali per il controllo della

trasmissione per via aerea e per via strutturale. A tal fine, il gruppo di trazione deve essere montato su un basamento inerziale a sua volta sospeso su elementi antivibranti che consentono deflessioni statiche di 10-20 mm.

Inoltre particolare cura va prestata sia alla via di corsa sia al sistema di movimentazione delle porte. Gli impatti di solido contro solido vanno smorzati con sistemi resilienti e, quando possibile, la rumorosità causata da strisciamenti e rotolamenti va limitata usando materiali a basso attrito e ad elevato smorzamento interno.

6. CRITERI DI POSA IN OPERA

Il D.P.C.M. 5 dicembre 1997 stabilisce i valori limite per le prestazioni acustiche degli edifici e dei loro componenti, con riferimento agli indici di valutazione delle **grandezze rilevate in opera**. Un aspetto assai rilevante, introdotto dal decreto, è che le grandezze di cui si richiede la verifica fanno tutte riferimento alla reale situazione di posa in opera dei componenti edilizi.
La prestazione in opera di un componente edilizio è, infatti, quasi sempre inferiore a quella certificata in laboratorio, sia per le diverse condizioni di realizzazione, sia per la presenza di percorsi di trasmissione sonora che coinvolgono le strutture laterali (trasmissione laterale) che non sono presenti nelle misure fatte in laboratorio. La costruzione di edifici conformi pertanto non può prescindere dalla scelta di componenti dotati di idonee prestazioni acustiche, tanto quanto da una realizzazione accurata e non lasciata al caso.
Nei paragrafi che seguono si riportano alcune indicazioni per la corretta posa in opera dei componenti edilizi riferiti al progetto dell'edificio in esame.

6.1 Criteri di posa in opera delle pareti

6.1.1 Pareti di facciata

È opportuno che le pareti di facciata non vengano indebolite in nessun modo, ad esempio con le tracce per il passaggio di impianti, ecc.
In linea di massima la natura delle pareti opache di facciata non è particolarmente critica per quanto attiene l'isolamento acustico, rispetto al quale è più importante la prestazione degli elementi deboli quali gli infissi.
Si ricorda che la realizzazione delle pareti con lacune di malta o senza adeguato riempimento con malta dei fori dove prescritto, anche se coperte dall'intonaco, ne compromettono le prestazioni acustiche, analogamente alla mancanza di tenuta all'aria dei serramenti.
In generale si raccomanda di chiudere bene i corsi dell'ultima fila di forati a contatto con il solaio e gli spazi tra i forati e i pilastri. Per quanto riguarda il collegamento con l'intradosso del solaio si consiglia di usare una malta elastica vibrosmorzante tipo FONOPLAST della Index o prodotti similari.
Dal momento che manca lo strato di intonaco sul lato esterno della parete di facciata, vista la presenza della parete ventilata, dovrà essere particolarmente curata la stesura della malta sui ricorsi orizzontali e verticali tra i blocchi.

6.1.2 Pareti tra unità immobiliari distinte

Per quanto riguarda le partizioni verticali di divisione tra unità immobiliari distinte, se non è possibile evitare il passaggio degli impianti, è necessario prevedere, soprattutto sulle pareti tra ambienti che

necessitano di particolari condizioni di silenzio come le camere da letto, la disposizioni di **prese, interruttori e scatole di derivazione dell'impianto elettrico in posizione sfalsata** come mostra la figura che segue, al fine di evitare, di fatto, una comunicazione sonora diretta tra gli ambienti.

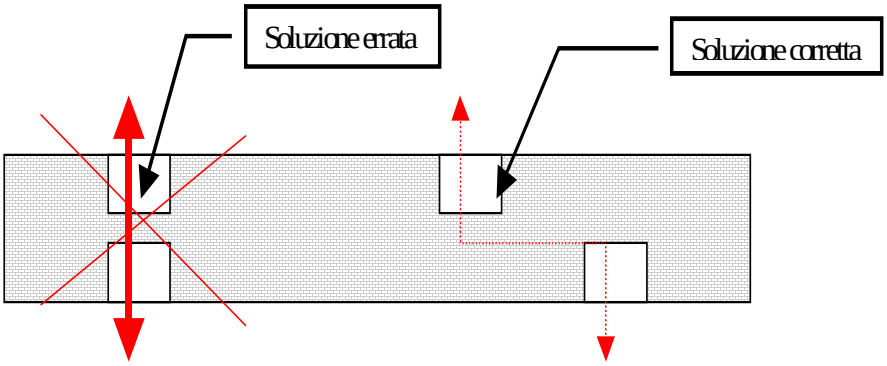


Figura 6.1 - Schema di collocazione di scatole da incasso per impianti elettrici.

Inoltre **è necessario che tali elementi siano rivestiti con materiale fonoisolante**, ad esempio ISOLMANT PIOMBO: prodotto composto da 2 strati di Isolmant 3 mm con inserita all'interno una lamina di piombo da 0.35 mm o da 0.50 mm.

Le tracce sulle partizioni in muratura devono essere eseguite in maniera tale da risultare il meno estese possibile; dovranno essere riempite completamente di malta, avendo cura di non lasciare vuoti che possono rappresentare significativi ponti acustici.

Dovrà inoltre essere curata la perfetta sigillatura di tutti i giunti (con il solaio superiore, oltre che con le pareti laterali) al fine di eliminare ogni possibile percorso di trasmissione aerea del suono.

Come già sottolineato in precedenza, al fine di limitare la trasmissione laterale è opportuno sconnettere dalle strutture laterali i tavolati delle partizioni e dei tramezzi interni interponendo strati di materiale elastico per tutto il perimetro e comprendendo lo spessore degli intonaci (v. **figura 6.2**).

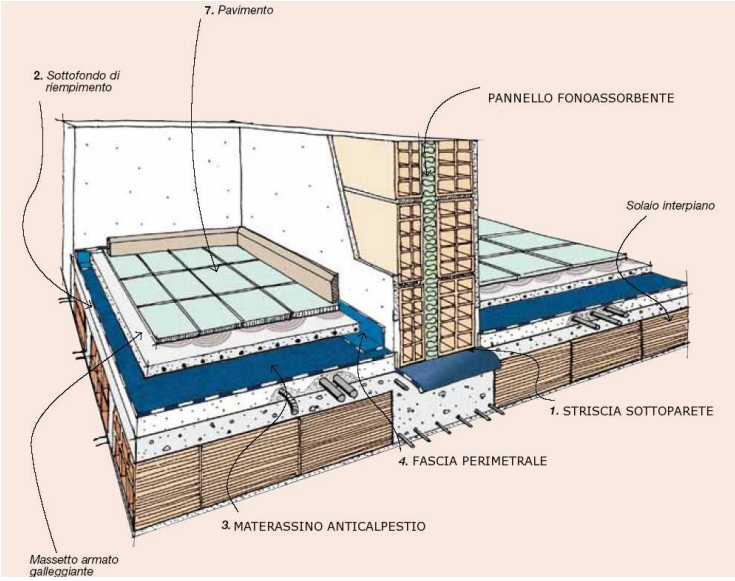


Figura 6.2 - Schema di collocazione dei vari elementi desolidarizzanti

È inoltre importante per la realizzazione delle pareti doppie che **fra i due tavolati non ci siano collegamenti rigidi**, come ad esempio sbavature di malta, mattoni disposti in modo tale da toccare entrambi i tavolati, o impianti.

A questo proposito per la realizzazione di tutte le pareti a cassetta occorre seguire alcune indicazioni di base per non alterare le prestazioni acustiche del sistema, come riportato nell'esempio che segue (v. **figura 6.3**).

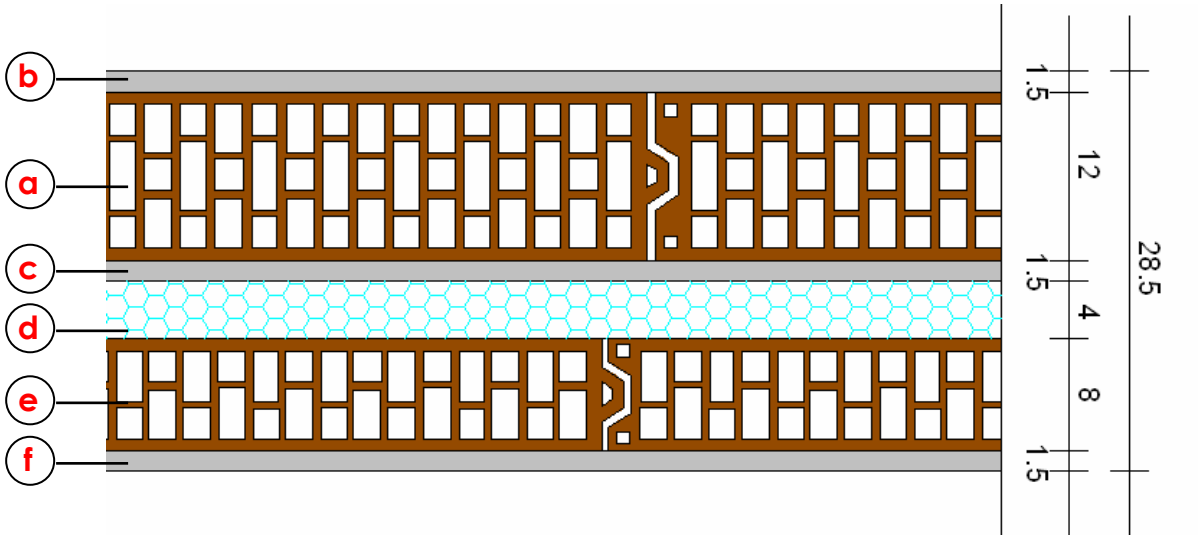


Figura 6.3 – Fasi di realizzazione di una parete a cassetta tipo

a) Realizzare il primo tramezzo avendo cura di riempire in maniera continua con malta i giunti verticali e orizzontali per almeno 1 cm di spessore e di interporre degli strati elastici per interrompere il collegamento rigido tra questo e le strutture laterali (intonaci compresi);
b) Realizzare lo strato di intonaco sul lato esterno della parete per uno spessore minimo di 1.5 cm;
c) Realizzare lo strato di intonaco sul lato interno della parete per uno spessore minimo di 1.5 cm;
d) Posizionare i pannelli fonoassorbenti in aderenza al primo tramezzo a giunti sfalsati, accostando perfettamente i pannelli tra loro al fine di evitare l'insorgenza di ponti acustici. Per mantenere i pannelli in posizione occorre incollarli alla parete con l'aiuto di malta adesiva **disposta per punti** (**se il pannello ha una faccia rivestita con bitume mantenere visibile lo strato di bitume**).
e) Realizzare il secondo tramezzo avendo cura di riempire in maniera continua con malta i giunti verticali e orizzontali per almeno 1 cm di spessore e di interporre degli strati elastici per interrompere il collegamento rigido tra questo e le strutture laterali (intonaco compreso). **Occorre evitare il contatto di questo tramezzo con i pannelli installati** per non alterare le prestazioni acustiche del sistema;
f) Realizzare lo strato di intonaco sul lato esterno della parete per uno spessore minimo di 1.5 cm.

Nel caso delle pareti tra cucine con doppia intercapedine e triplo tramezzo che dividono cucine contrapposte le fasi sono le seguenti.

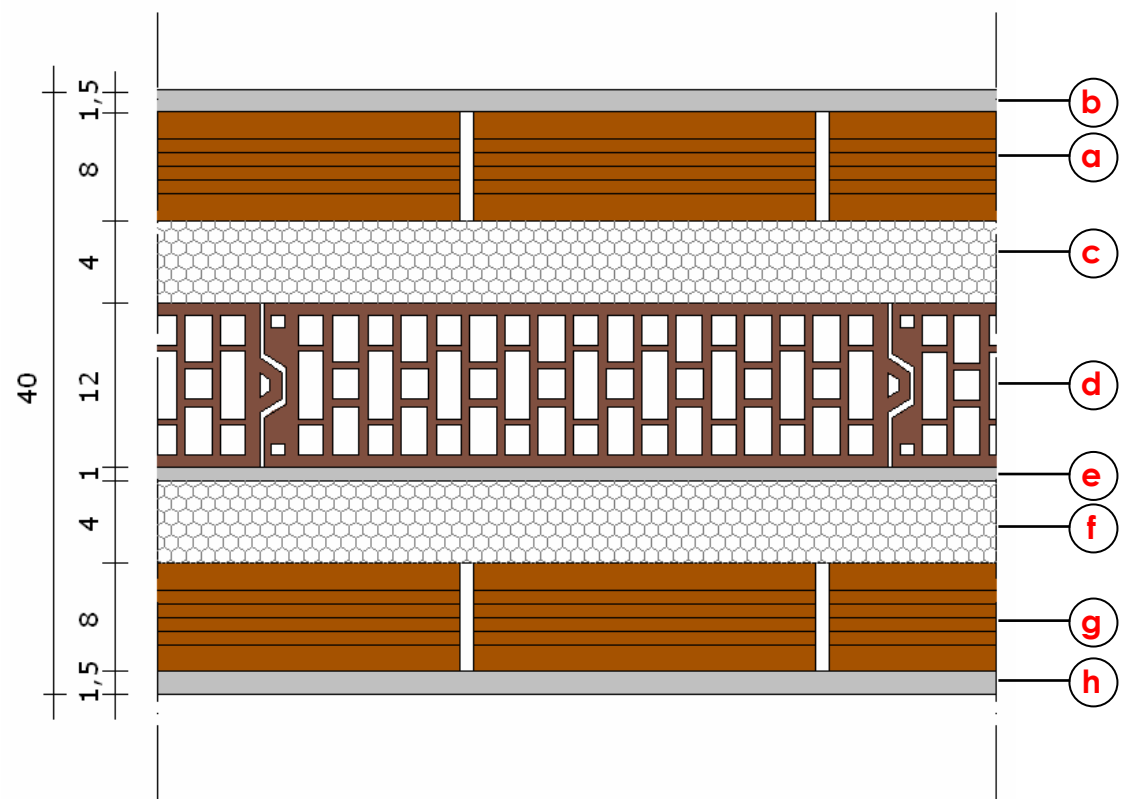


Figura 6.4 – Fasi di realizzazione della parete di divisione delle cucine

a) Realizzare il primo tramezzo avendo cura di riempire in maniera continua con malta i giunti verticali e orizzontali per almeno 1 cm di spessore e di interporre degli strati elastici per interrompere il collegamento rigido tra questo e le strutture laterali (intonaco compreso);
b) Realizzare lo strato di intonaco sul lato esterno della parete per uno spessore minimo di 1.5 cm;
c) Posizionare i pannelli fonoassorbenti in aderenza al primo tramezzo a giunti sfalsati, accostando perfettamente i pannelli tra loro al fine di evitare l'insorgenza di ponti acustici. Per mantenere i pannelli in posizione occorre incollarli alla parete con l'aiuto di **malta adesiva disposta per punti**.
d) Realizzare il secondo tramezzo avendo cura di riempire in maniera continua con malta i giunti verticali e orizzontali per almeno 1 cm di spessore e di interporre degli strati elastici per interrompere il collegamento rigido tra questo e le strutture laterali (intonaco compreso). **Occorre evitare il contatto di questo tramezzo con i pannelli installati per non alterare le prestazioni acustiche del sistema**;
e) Realizzare lo strato di intonaco sul lato esterna di questa parete per uno spessore minimo di 1 cm;
f) Posizionare i pannelli fonoassorbenti in aderenza al secondo tramezzo a giunti sfalsati, accostando perfettamente i pannelli tra loro al fine di evitare l'insorgenza di ponti acustici.

Per mantenere i pannelli in posizione occorre incollarli alla parete con l'aiuto di **malta adesiva disposta per punti**.

g) Realizzare il terzo tramezzo avendo cura di riempire in maniera continua con malta i giunti verticali e orizzontali per almeno 1 cm di spessore e di interporre degli strati elastici per interrompere il collegamento rigido tra questo e le strutture laterali (intonaco compreso). **Occorre evitare il contatto di questo tramezzo con i pannelli installati per non alterare le prestazioni acustiche del sistema**;

h) Realizzare lo strato di intonaco sul lato esterno della parete per uno spessore minimo di 1.5 cm.

Per quanto riguarda le **pareti leggere** (ad esempio in cartongesso), come detto in precedenza, al fine di minimizzare la trasmissione laterale, si raccomanda inoltre di isolare l'intero perimetro delle pareti in cartongesso dalle strutture perimetrali (solai e pareti) prevedendo l'inserimento di materiale elastico con funzione di taglio acustico, ad esempio nastro in polietilene espanso a celle chiuse (v. **figura 6.5**).

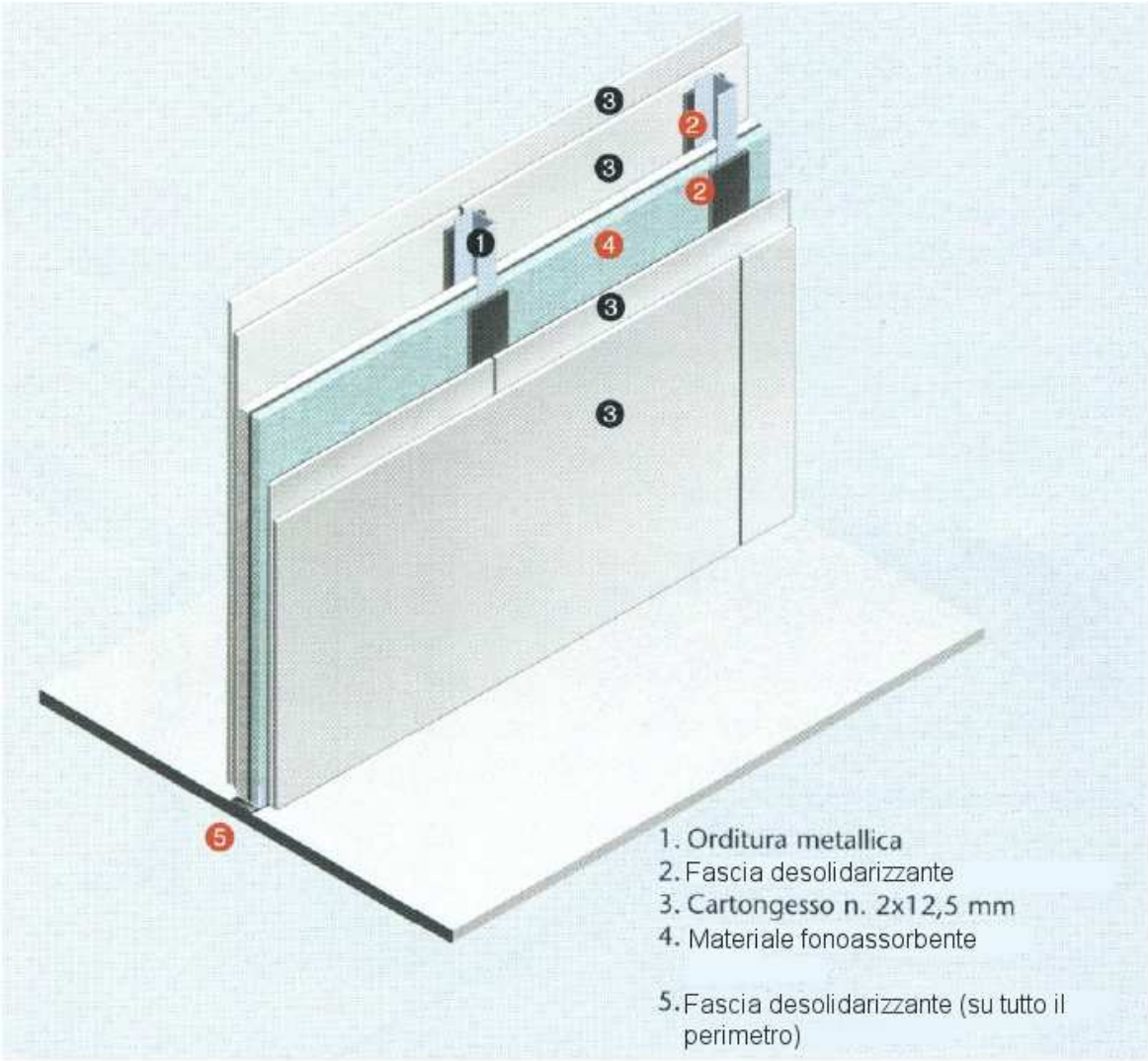


Figura 6.5 – Esempio di corretta posa degli elementi di desolidazizzazione di una parete in cartongesso a singola orditura metallica

Occorre posare le lastre di cartongesso in modo che i giunti risultino sfalsati, avendo cura di sigillare questi ultimi con stucco al silicone.

Si consiglia inoltre di non realizzare scassi sui rivestimenti, per evitare perdite di isolamento dovute ai ponti acustici derivanti.

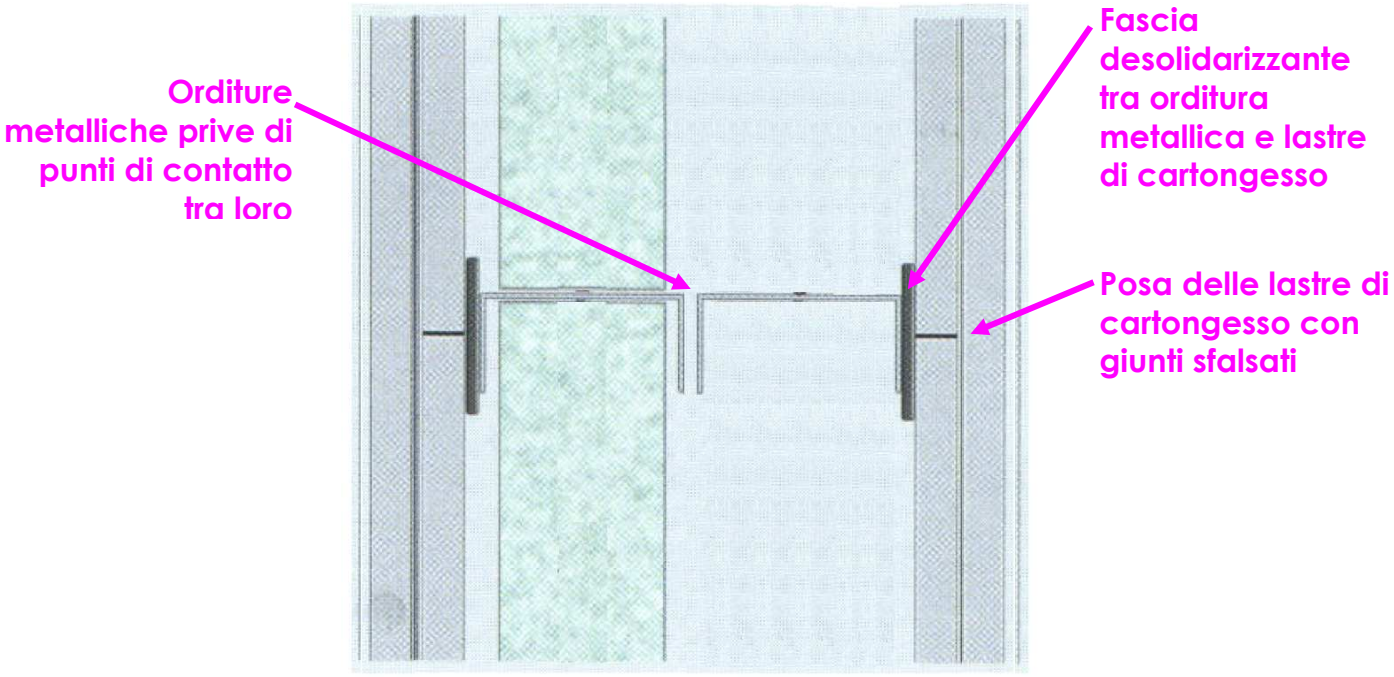


Figura 6.6 – Esempio di corretta posa degli elementi di desolidazizzazione di una parete in cartongesso a doppia orditura metallica

6.2 Criteri di posa in opera dei componenti vetrati

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

Le soluzioni scelte devono garantire di eseguire al meglio il raccordo tra infisso e muratura, riducendo quanto più possibile la presenza di spazi d'aria tra telaio fisso e muratura attraverso la creazione di un giunto dotato di adeguati cordoli di sigillatura e di eventuali materiali di riempimento.

Si riporta di seguito un esempio di corretta posa con giunto in luce e giunto in battuta di un generico telaio.

Il giunto per la posa del telaio in luce (v. **figura 6.7**) è costituito dai seguenti componenti messi in opera nell'ordine sotto riportato:

1) si applica un cordolo sigillante sulle tre spallette di battuta del vano finestra e sul davanzale, avendo cura di raccordarli;
2) una volta inserito e fissato il telaio del serramento all'interno del vano murario, occorre eseguire l'operazione di riempimento del giunto con materiale espandente;
3) effettuare la sigillatura della parte interna del giunto con sigillante;

4) effettuare la sigillatura della piccola fuga che rimane tra la muratura e il serramento sulla parte esterna del giunto con sigillante.

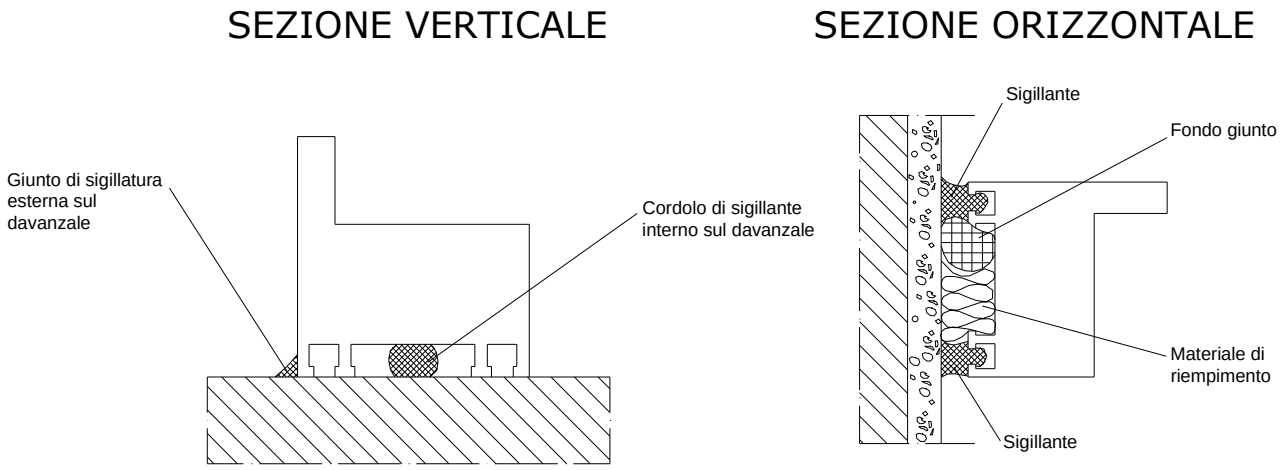


Figura 6.7 – Esempio di sezione di un giunto in luce.

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

Per la creazione del giunto a battuta su spalletta a centro muro o a mazzetta (v. **figura 6.8**) si riportano i componenti da utilizzare e la successione delle operazioni da effettuare al fine di ottenere un giunto efficacemente sigillato e coibentato:

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

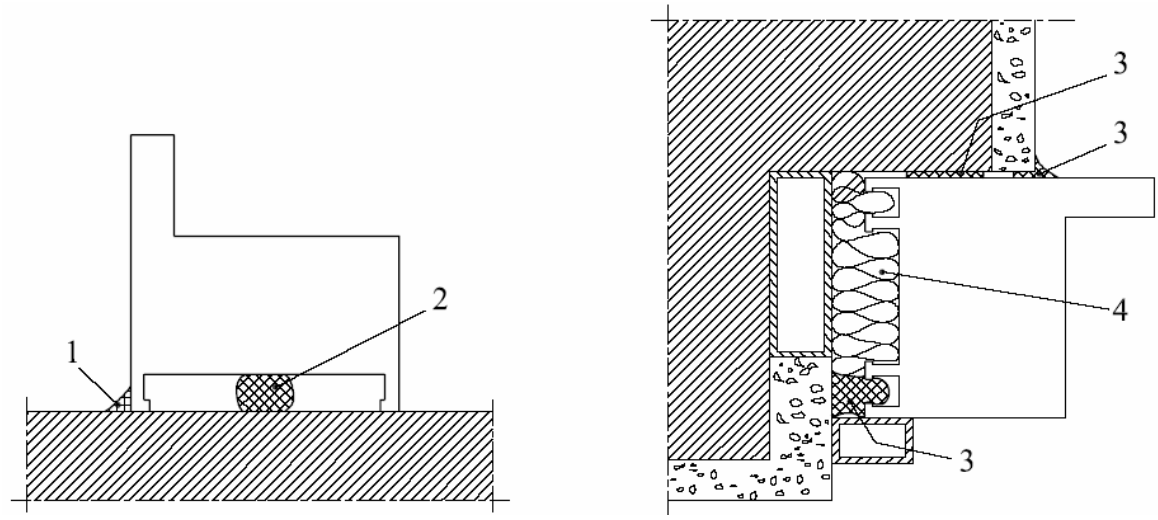


Figura 6.8 – Esempio di sezione di un giunto in battuta.

È necessario che l'interfaccia serramento-vetrata (o pannello opaco) venga realizzata in maniera accurata mediante la posa di tasselli con funzione di portata (da collocarsi tra telaio e vetro), e guarnizioni (da collocarsi tra fermavetro e vetro), con funzione di tenuta all'aria.
La messa in opera delle lastre di vetro è un'operazione che richiede particolare cura perché può compromettere il buon funzionamento complessivo del serramento. Occorre che lo spessore del telaio sia dimensionato in modo tale che il peso delle lastre di vetro non interferisca con la manovrabilità e il funzionamento delle ante mobili e che sia assicurata la tenuta aria-acqua tra il telaio e la stessa lastra di vetro. Inoltre, per evitare le vibrazioni, ma anche le rotture e i ponti termici, è molto importante che il vetro sia sempre tenuto isolato dal telaio; a tal proposito è importante che la larghezza della cava di alloggiamento della vetrazione (scanalatura) sia tale da comprendere, oltre allo spessore del vetro, le sue tolleranze e i giochi o spazi laterali per i sistemi di isolamento e tenuta.
È importante che i tasselli siano correttamente dimensionati e posizionati poiché devono essere applicati per sostenere le lastre di vetro per tutto il loro spessore e per mantenere nella giusta posizione la lastra di vetro cioè per evitare movimenti non accettabili, per evitare scivolamenti relativi delle lastre delle vetrate isolanti, contatti diretti vetro-telaio o vetro-fermavetro e per trasmettere al telaio il peso della lastra di vetro in punti prestabiliti
I tasselli devono essere in materiale non putrescibile e compatibile con i materiali con i quali vengono in contatto, in particolare con i sigillanti. La durezza, da definirsi in base alla loro funzione, deve essere in tutti i casi nettamente inferiore a quella del vetro.
I tasselli di portata sono quelli che sopportano il peso delle lastre di vetro trasferendolo sul telaio di contenimento nei punti prestabiliti per ogni tipo di apertura in modo da evitare deformazioni dei telai stessi. La loro larghezza deve essere di poco superiore a quella della lastra in modo che l'appoggio sia totale. Questa dimensione è molto importante per i vetrocamera poiché in questo caso occorre che le due lastre siano entrambe appoggiate sui tasselli. I tasselli di compensazione ed i tasselli di portata devono avere le seguenti dimensioni minime di lunghezza: non inferiori a 50 mm per l'alluminio, e devono essere sempre più larghi di 2 mm dello spessore della lastra di vetro. Lo spessore è variabile in funzione dello spazio tra telaio anta e interfaccia vetro e comunque tale (3-5 mm per lato) da permettere una adeguata aerazione e deflusso di eventuali infiltrazioni di acqua e/o condensa attraverso appositi fori o fresature realizzabili sul lato basso e alto del profilo dell'anta. Sia gli spessori di portata che di compensazione debbono essere fissati per impedire qualsiasi spostamento (per esempio a mezzo sigillanti).
I tasselli di compensazione, infine, hanno il compito di mantenere il vetro alla giusta distanza dal telaio evitando eventuali movimenti durante le manovre del telaio stesso, devono essere applicati con una leggera pressione non avendo funzioni portanti.
Questi tasselli sono necessari sia con la tenuta a mezzo guarnizioni che con tenuta mediante sigillanti.

6.3 Criteri di posa in opera del materassino anticalpestio

Il materassino anticalpestio deve essere opportunamente posizionato tra i vari materiali che compongono il solaio interpiano.

I materiali devono essere collocati come nella figura che segue, in cui i vari strati sono:

1) Pavimento
2) Massetto non alleggerito (densità cls ≥ 1800 kg/m^3) ed eventuale rete elettrosaldata
3) Massetto alleggerito
4) Struttura del solaio
5) Strato elastico anticalpestio
6) Fascia perimetrale

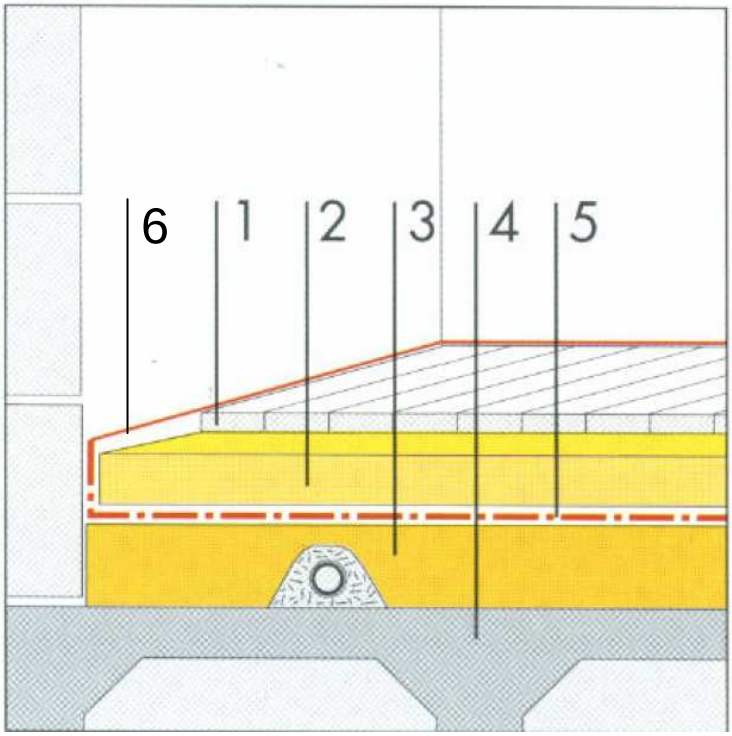


Figura 6.9 – Stratigrafia del solaio

La costruzione di un pavimento galleggiante realmente efficace dal punto di vista acustico passa attraverso diverse fasi di seguito sinteticamente elencate:

Fase 1 – Realizzazione del massetto alleggerito

Viene effettuato il getto del massetto alleggerito dello spessore tale da coprire completamente tutti gli impianti presenti.

Fase 2 – Posa della fascia perimetrale

Posata verticalmente sino ad almeno la quota di pavimentazione, deve aderire perfettamente al perimetro del locale (incluse soglie, pilastri, porte, ecc.), evitando zone di distacco dai supporti, anche in corrispondenza di angoli o spigoli aperti, in cui possa introdursi del materiale cementizio durante le successive fasi lavorative favorendo così possibili ponti acustici.

In generale non è necessario sovrapporre le due estremità della banda perimetrale, è invece importante accostarle con attenzione e fissarle tra loro con del nastro adesivo.

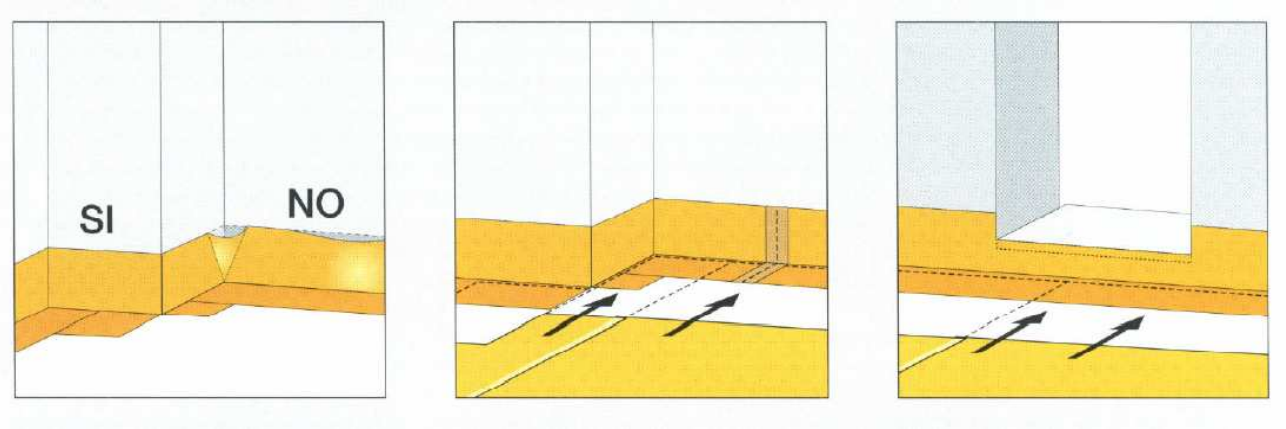
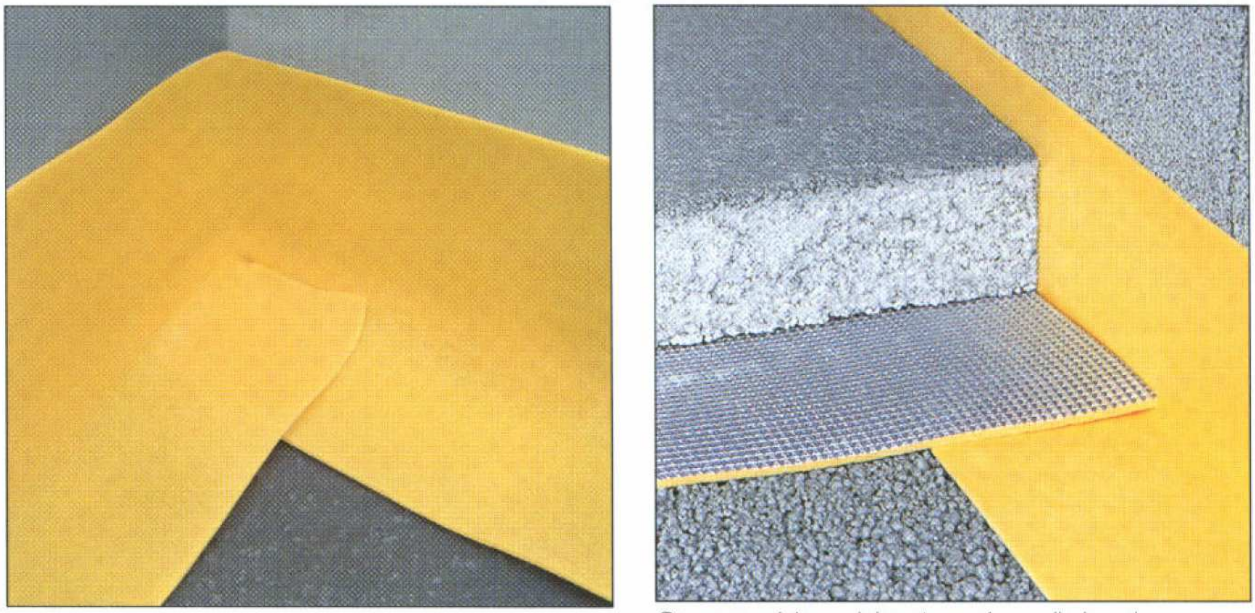


Figura 6.10 – Posa della banda perimetrale



Posa della banda in corrispondenza di un angolo.

Sovrapposizione del materassino sulla banda.

Figura 6.11 – Posa della banda perimetrale

<u>Fase 3 – Posa del materassino anticalpestio</u>

Il materassino dopo essere stato tagliato a misura, in funzione delle dimensioni del locale, va steso con accuratezza, ben aderente alla superficie del supporto senza grinze, né rigonfiamenti sino a ricoprire interamente le parti orizzontali della banda perimetrale realizzando una "vasca" continua e integra di materiale isolante.

I fogli del materassino devono essere tra loro sovrapposti alle estremità laterali di circa 10 cm e fissati con nastro adesivo almeno per punti.

Eventuali tubazioni che attraversassero in verticale il materassino e il massetto devono essere avvolte da coppelle elastiche.

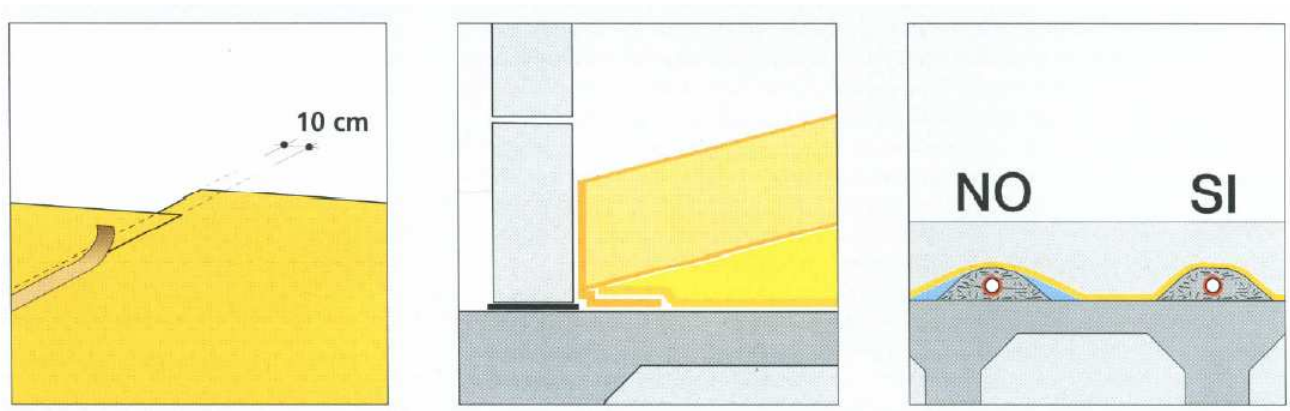


Figura 6.12 – Posa del materassino acustico

Sul medesimo piano è necessario suddividere il pavimento galleggiante per stanze e in corrispondenza delle porte si consiglia di utilizzare come strato di separazione antivibrante una fascia perimetrale, la quale deve essere protetta in superficie da un coprigiunto metallico come indicato nella **figura 6.13**.

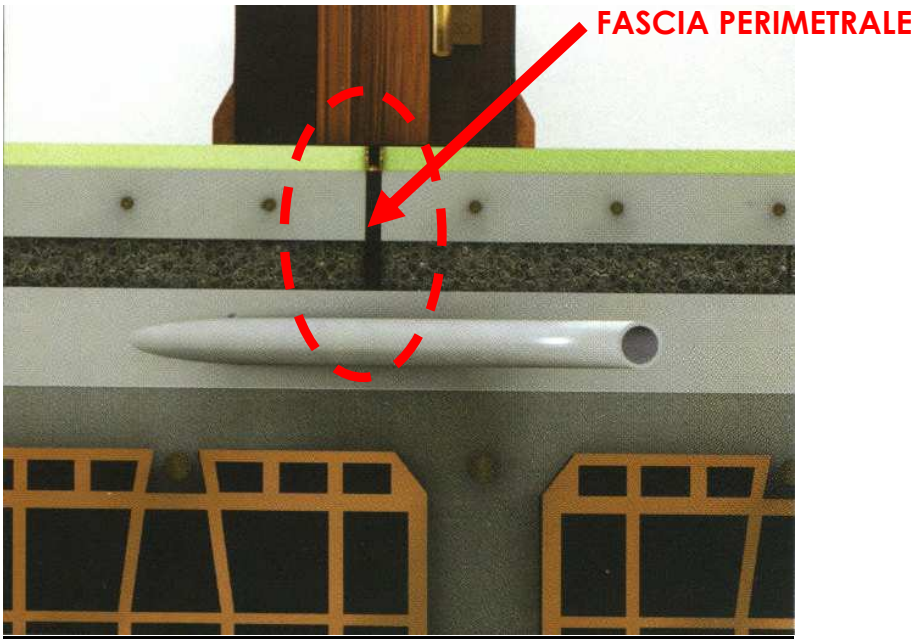


Figura 6.13 – Posizionamento della fascia perimetrale che si consiglia di adottare in corrispondenza delle porte

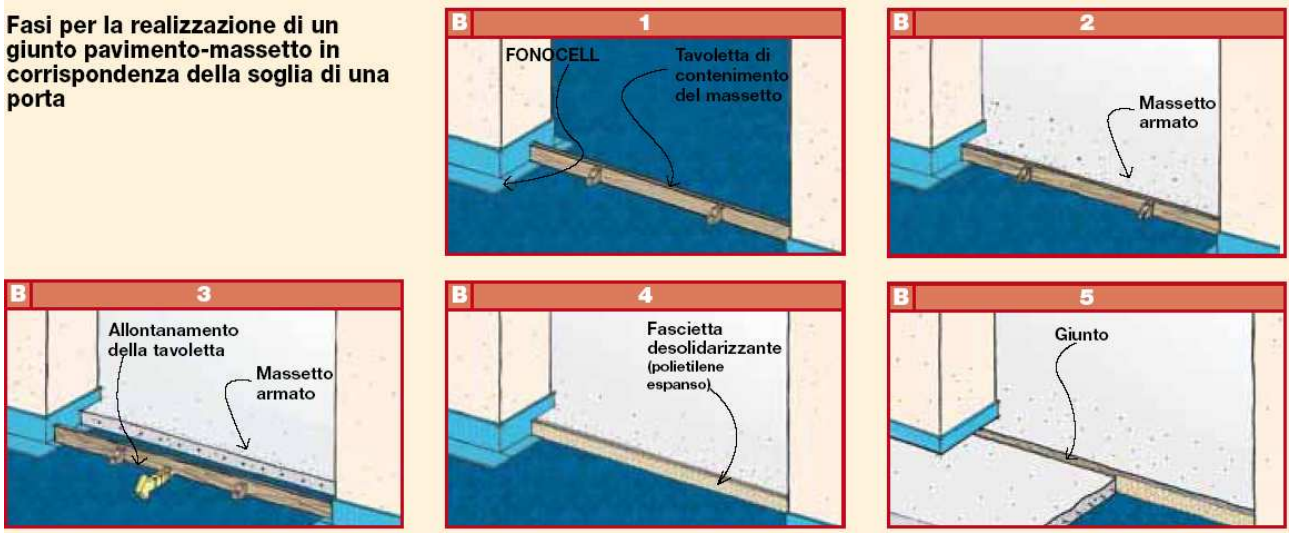


Figura 6.14 – Fasi della posa della fascia perimetrale in corrispondenza delle porte

Nel caso in cui vi sia da dare continuità tra pavimento galleggiante e pavimentazione fissa è necessario impiegare come strato di separazione una fascia antivibrante, la quale deve essere protetta in superficie da un coprigiunto metallico (v. **figura 6.15**).

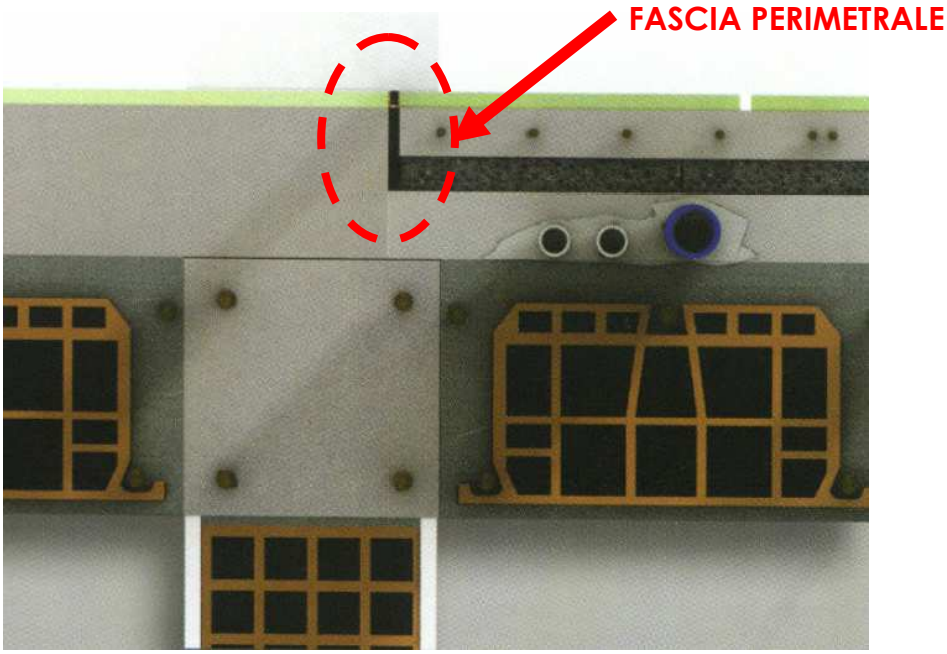


Figura 6.15 – Posizionamento della fascia perimetrale che si consiglia di adottare in corrispondenza dell'attacco tra il pavimento galleggiante e il pavimento fisso

È consigliabile inoltre realizzare una sconnessione anche in corrispondenza dei punti in cui saranno realizzati i tramezzi in cartongesso, come mostra la figura che segue.

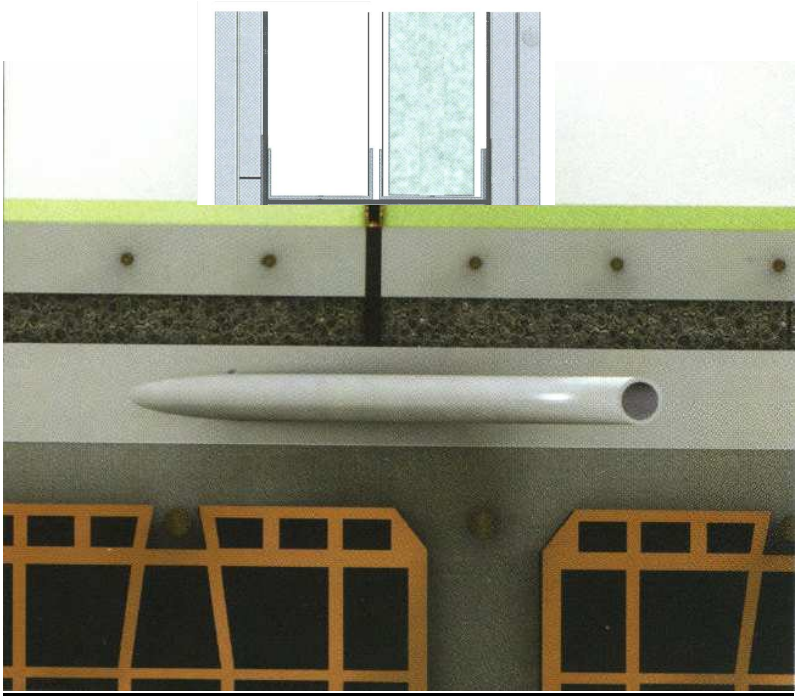


Figura 6.16 – Schema della sconnessione in corrispondenza dei punti in cui saranno realizzati i tramezzi in cartongesso

Occorre inoltre prevedere un giunto e una sigillatura elastica fra la pavimentazione e la soglia di accesso alle terrazza. Un eventuale giunto rigido fra queste potrebbe essere causa di un ponte acustico.

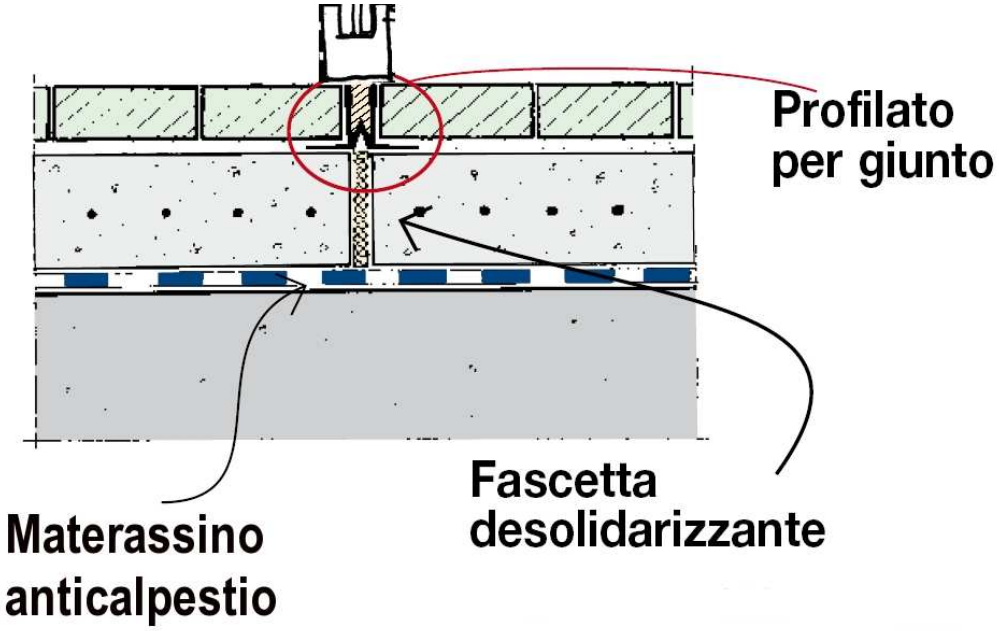


Figura 6.17 – Dettaglio del nodo del solaio sul balcone

Questo al fine di evitare la possibile propagazione di rumore strutturale che potrebbe avvenire dal calpestio sui balconi o sull'attico verso gli ambienti interni sottostanti (v. **figura 6.18**).

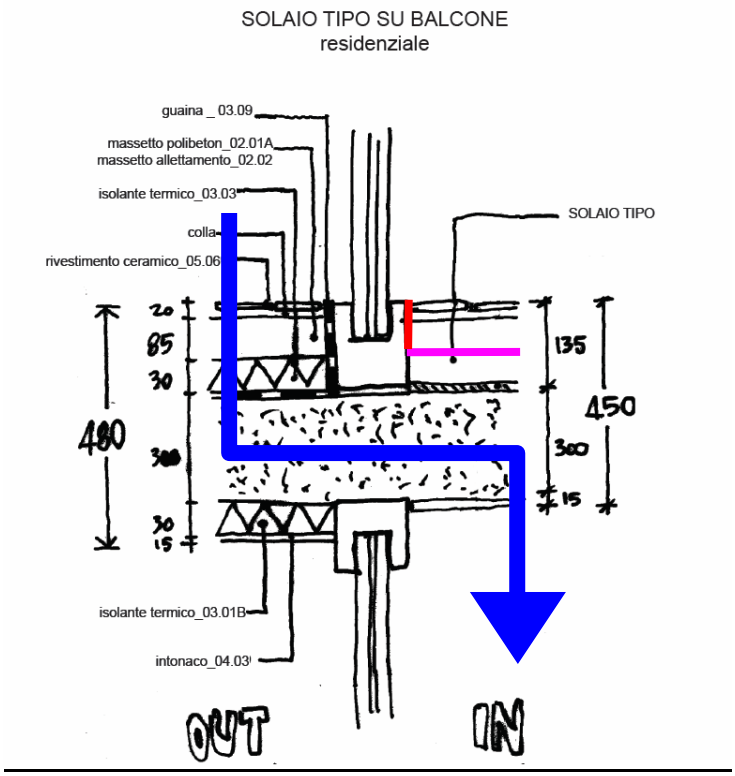


Figura 6.18 – Possibile percorso del rumore strutturale

<u>Fase 4 – Posa del massetto di finitura</u>

Proprio perché i materiali anticalpestio sono elastici lo spessore minimo del massetto sottopavimento deve essere adeguato e proporzionato allo spessore del materassino anticalpestio.

Lo spessore del massetto non alleggerito (densità ≥1800 kg/m^3) è indicato nella tabella che segue in funzione dello spessore del materassino anticalpestio:

Spessore dello strato elastico (mm)	Spessore del massetto (cm)
3-6	5
7-12	7
12-20	8

Tabella 6.1 – Spessore del massetto in funzione dello spessore del materassino elastico

Per ottenere elevate prestazioni di isolamento acustico tale massetto andrebbe inoltre armato con una rete metallica elettrosaldata.

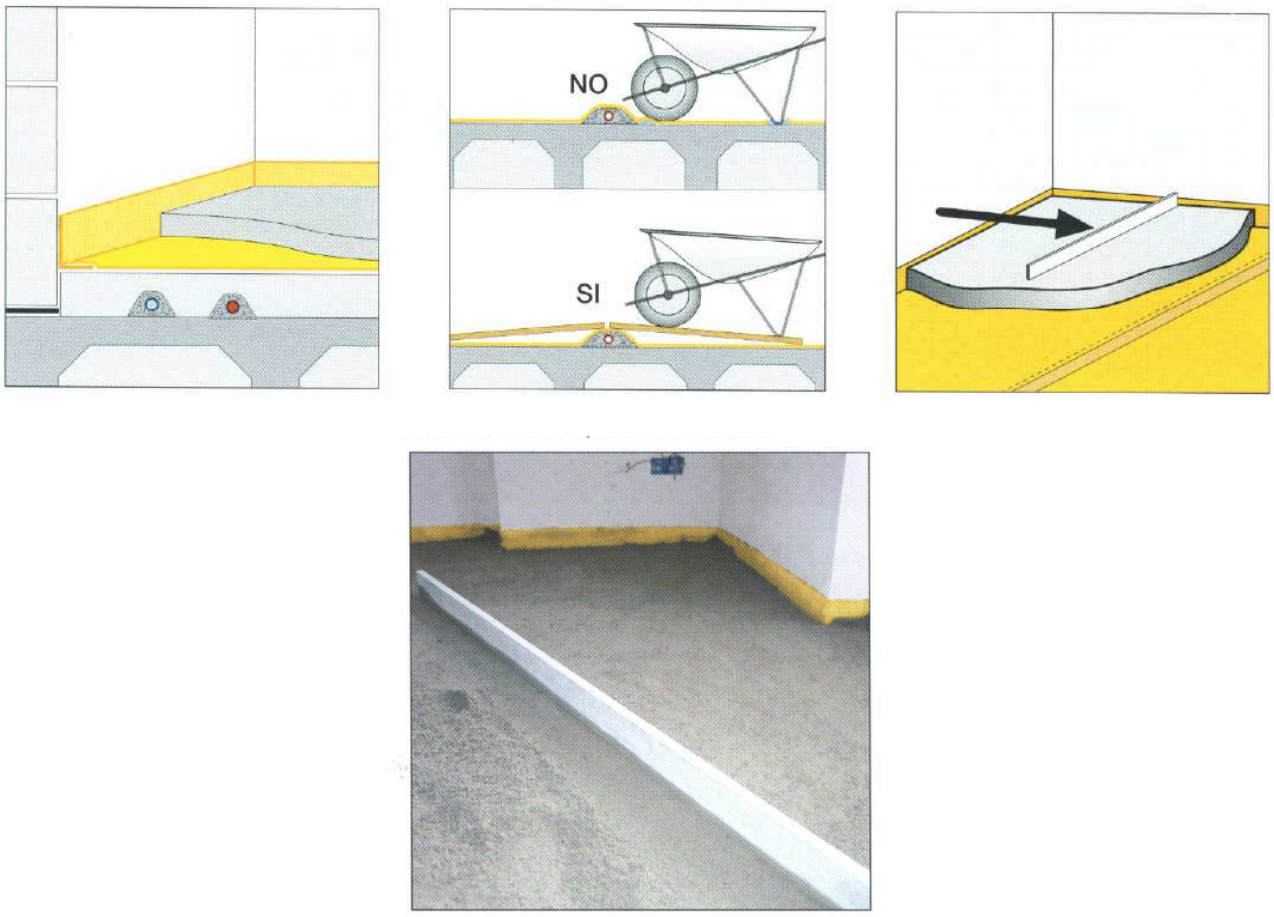


Figura 6.19 – Posa del massetto di finitura

<u>Fase 5 – Posa del pavimento</u>

Solo dopo aver posato il pavimento si procede alla rifilatura della parte verticale della banda resiliente.

<u>Eventuali giunti di dilatazione da eseguirsi dopo il getto del massetto, mediante taglio, non devono interessare **il materassino elastico che deve rimanere integro**</u>. Essi devono penetrare per una profondità inferiore allo spessore del massetto stesso.

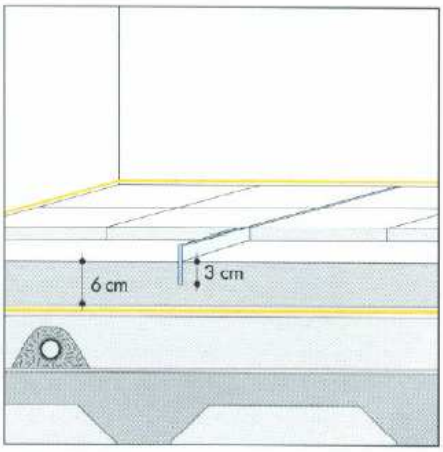


Figura 6.20 – Indicazione del giunto di dilatazione

Fase 6 – Posa del battiscopa

Poiché da numerosi rilievi sperimentali è emersa la rilevanza della posa del battiscopa relativamente alle prestazioni acustiche del solaio (rumore da calpestio), si consiglia la posa di battiscopa in legno.

Qualora siano previsti **battiscopa** in ceramica o marmo, o comunque battiscopa rigidi, questi devono essere **posti in opera distaccati dal pavimento**, al fine di eliminare il contatto rigido tra pavimento e pareti laterali. Tale contatto, se presente, peggiora fortemente le prestazioni di isolamento acustico dei solai nei confronti dei rumori impattivi.

Il battiscopa va posato dunque con l'attenzione di tenerlo rialzato dalla pavimentazione di un paio di mm onde evitare che esso realizzi un collegamento rigido con le pareti laterali.

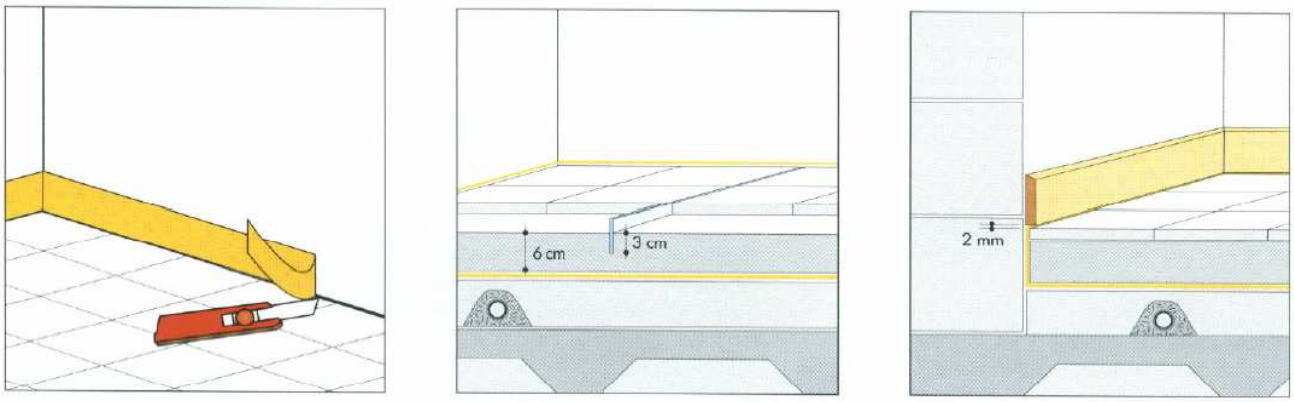


Figura 6.21 – Operazioni successive

Si procede, infine, alla chiusura dell'interstizio tramite cordolo di sigillatura elastico.

Figura 6.22 – Posa del battiscopa

6.3 Criteri di posa delle scale

Al fine di contenere la trasmissione del rumore prodotto dal calpestio sui gradini della scala condominiale negli alloggi adiacenti si può realizzare, come indicato per i solai, un massetto galleggiante su cui posare il rivestimento dei gradini.

In alternativa è possibile impiegare una malta cementizia elastica vibrosmorzante, a base di polimeri elastomerici tale da costituire una guarnizione perimetrale elastica (es. FONOPLAST o prodotti similari). Questa malta riproduce la tecnica del massetto galleggiante creando una "vasca resiliente" dove andranno poi costituiti il massetto, la pavimentazione di finitura degli scalini e l'eventuale battiscopa.

7. CONCLUSIONI

7.1 Tabelle riepilogative

Dall'analisi dei dati sintetizzati nelle tabelle che seguono emerge che **l'edificio** in esame, a partire dalle considerazioni e dalle semplificazioni sopra descritte, **rispetta in fase progettuale i valori limite dei requisiti acustici passivi previsti dal DPCM 05/12/97.**

INDICE DI VALUTAZIONE DEL POTERE FONOISOLANTE APPARENTE (R'_w) DI PARTIZIONI INTERNE ORIZZONTALI E VERTICALI				
Struttura oggetto di verifica	**Parametro oggetto di verifica**	**Valore limite D.P.C.M. 5/12/97**	**Valore calcolato**	**Esito verifica**
Parete di separazione tra il negozio RC2 e il negozio RC4	R'_w	50	52	**VERIFICA POSITIVA**
Parete di separazione tra i soggiorno/cucina degli appartamenti A-01 e A-02	R'_w	50	51	**VERIFICA POSITIVA**
Parete di separazione tra le camere da letto degli appartamenti B-05 e C-02	R'_w	50	50	**VERIFICA POSITIVA**
Solaio di separazione tra le camere da letto degli appartamenti A-02 e A-03	R'_w	50	51	**VERIFICA POSITIVA**
Parete di separazione tra alloggi e spazi comuni	R'_w	40 (valore non cogente)	40	**VERIFICA POSITIVA**

Tabella 7.1 – Riepilogo dei risultati della verifica previsionale dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente (R'_w) di ambienti adiacenti e sovrapposti

INDICE DI VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI RUMORE DA CALPESTIO ($L'_{n,w}$) DI SOLAI				
Struttura oggetto di verifica	**Parametro oggetto di verifica**	**Valore limite D.P.C.M. 5/12/97**	**Valore calcolato**	**Esito verifica**
Solaio tra soggiorno/cucina B-05 (1° P.) e negozio RC6 (P.T.)	$L'_{n,w}$	63	62.5	**VERIFICA POSITIVA**
Solaio tra due camere da letto (piano tipo)	$L'_{n,w}$	63	61.5	**VERIFICA POSITIVA**
Solaio tra una camere da letto (piano attico) e un soggiorno/cucina (piano tipo)	$L'_{n,w}$	63	62.5	**VERIFICA POSITIVA**

Tabella 7.2 – Riepilogo dei risultati di verifica previsionale dell'indice di valutazione del livello di rumore da calpestio ($L'_{n,w}$)

INDICE DI VALUTAZIONE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA NORMALIZZATO ($D_{2m,nT,w}$)				
Struttura oggetto di verifica	**Parametro oggetto di verifica**	**Valore limite D.P.C.M. 5/12/97**	**Valore calcolato**	**Esito verifica**
Facciata negozio RC1	$D_{2m,nT,w}$	40	42.3	**VERIFICA POSITIVA**
Facciata negozio RC3	$D_{2m,nT,w}$	40	46.2	**VERIFICA POSITIVA**
Facciata camera da letto dell'appartamento A-02	$D_{2m,nT,w}$	40	40.1	**VERIFICA POSITIVA**
Facciata cucina/soggiorno appartamento A-02	$D_{2m,nT,w}$	40	40.7	**VERIFICA POSITIVA**
Facciata soggiorno/cucina appartamento A-03	$D_{2m,nT,w}$	40	40.7	**VERIFICA POSITIVA**

Facciata soggiorno/cucina appartamento A-26	$D_{2m,nT,w}$	40	40.5	**VERIFICA POSITIVA**
Facciata soggiorno/cucina appartamento A-28	$D_{2m,nT,w}$	40	42	**VERIFICA POSITIVA**

Tabella 7.3 – Riepilogo dei risultati di calcolo relativi all'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato ($D_{2m,nT,w}$)

7.2 Osservazioni alle tabelle

Dall'osservazione delle tabelle sopra riportate si può dedurre quanto segue:

- **POTERE FONOISOLANTE APPARENTE:** le partizioni in esame (pareti e solai) soddisfano in via previsionale i valori limite previsti dal D.P.C.M. 5/12/97 a patto che vengano impiegati prodotti con caratteristiche prestazionali certificate in laboratorio pari o superiori a quelle indicate nella presente relazione tecnica e la posa in opera sia a "regola d'arte".
- **LIVELLO DI RUMORE DA CALPESTIO**: i solai in esame soddisfano in via previsionale i valori limite previsti dal D.P.C.M. 5/12/97 a patto che vengano impiegati prodotti con caratteristiche prestazionali certificate in laboratorio pari o superiori a quelle indicate nella presente relazione tecnica e la posa in opera sia a "regola d'arte".
- **ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA:** le facciate in esame soddisfano in via previsionale i requisiti previsti dal D.P.C.M. 5/12/97 a patto che i componenti opachi e trasparenti di facciata abbiano prestazioni certificate in laboratorio pari o superiori a quelle indicate nella presente relazione tecnica e la posa in opera sia a "regola d'arte".
- **RUMORE DEGLI IMPIANTI:** è necessario rispettare tutte le indicazioni date nella presente relazione tecnica al fine di limitare il rumore prodotto dagli impianti a funzionamento continuo e discontinuo.

I materiali e le soluzioni oggetto di valutazione, corredati di apposito certificato acustico, devono essere posti in opera secondo le prescrizioni delle relative schede tecniche.