

# Comune di Rovereto

Provincia di Trento

Domanda

Piano di Lottizzazione 06a Via Abetone - SUD

Ambito B

di proprietà della ditta C.L.A.I.P.A. S.p.A.

committente C.L.A.I.P.A. S.p.A.  
Via Roma, n. 34  
46100 Mantova

progettista ing. Pietro Fogliato



*Pietro Fogliato*

|  |  |       |
|--|--|-------|
| <p>studio tecnico<br/>Pietro Fogliato<br/>ingegnere civile</p> <p>Via Robert Kennedy, n°33<br/>37060 Lugagnano di Sona (VR)<br/>Cell. 3343371636 - fax 0454686725<br/>mail: pietrofogliato@tiscali.it</p> <p>c.f. FGL PTR 72E27 L157T<br/>p.IVA 03435300235<br/>Albo ingegneri VR n. A2955</p> | <p><b>Relazione tecnica per la valutazione<br/>previsionale dei requisiti acustici<br/>passivi</b></p> | agg.  |
|  |  | 00    |
|  |  | scala |
|  |  | varie |
| data   |  |       |
| Luglio<br>2018   |  |       |
| elaborato  |  |       |
| <b>D</b>   |  |       |

Regione TRENTINO ALTO-ADIGE

Provincia di TRENTO

## COMUNE DI ROVERETO

# RELAZIONE PER LA VALUTAZIONE PREVISIONALE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

(ai sensi del D.P.C.M. 05.12.1997 e s.m.i.)

A cura di  
**Ing. Vito Giannone**

**Committente:**  
C.L.A.I.P.A. S.p.A.

**Proprietario:**  
C.L.A.I.P.A. S.p.A.

**Ubicazione:**  
Via Abetone Sud  
Rovereto (TN)

**Il Progettista**



## SOMMARIO

|    |   |           |
|----|---|-----------|
| 1  | <b>Premessa.....</b>  | <b>3</b>  |
| 2  | <b>Dati generali.....</b>   | <b>4</b>  |
| 3  | <b>Normativa di riferimento .....</b>   | <b>6</b>  |
| 4  | <b>Inquadramento acustico .....</b>   | <b>7</b>  |
| 5  | <b>Analisi delle singole strutture .....</b>                                  | <b>9</b>  |
| 6  | <b>Calcolo dell'indice di potere fono isolante apparente.....</b>             | <b>14</b> |
| 7  | <b>Calcolo dell'indice dell'isolamento acustico di facciata .....</b>         | <b>15</b> |
| 8  | <b>Calcolo dell'indice del livello di rumore di calpestio dei solai .....</b> | <b>16</b> |
| 9  | <b>Rumorosità degli impianti .....</b>  | <b>17</b> |
| 10 | <b>Indicazioni sulla corretta posa.....</b>                                   | <b>19</b> |
| 11 | <b>Quadro riassuntivo delle verifiche effettuate .....</b>                    | <b>21</b> |
| 12 | <b>Conclusioni .....</b>  | <b>21</b> |

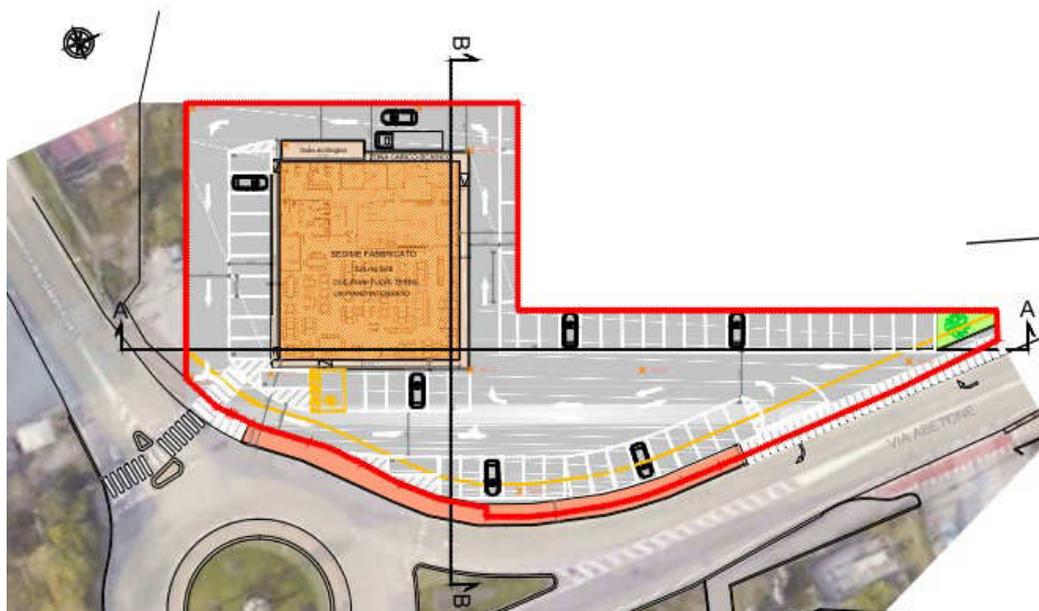
## 1 Premessa

La presente relazione fornisce le caratteristiche che le componenti dell'edificio relative all'intervento di realizzazione suddetto risultano in linea con quanto descritto nel progetto e in ottemperanza delle direttive proposte dalla normativa in materia di requisiti acustici passivi degli edifici.

In particolare vengono inseriti nella relazione:

- ✓ i dati generali delle realizzazioni;
- ✓ i riferimenti normativi;
- ✓ inquadramento acustico;
- ✓ Analisi delle singole strutture;
- ✓ Calcolo degli indici di potere fono isolante apparente
- ✓ Calcolo dell'indice di isolamento acustico di facciata
- ✓ Calcolo dell'indice di livello di rumore di calpestio dei solai
- ✓ Rumorosità degli impianti

Trattasi della relazione dei requisiti acustici passivi (ADEMPIMENTI RICHIESTI dal D.P.C.M. 05.12.1997) relativamente al piano di lottizzazione 06a via Abetone Sud - Ambito B consistente in un nuovo fabbricato a due piani a destinazione esclusivamente di esercizio pubblico (ristorante) o commerciale al piano terra, e terziario (uffici) al piano primo, è previsto anche un piano interrato ad uso depositi e servizi. In particolare andranno analizzati le strutture di separazione verso altre attività e verso l'esterno analizzando i parametri relativi secondo quanto indicato.

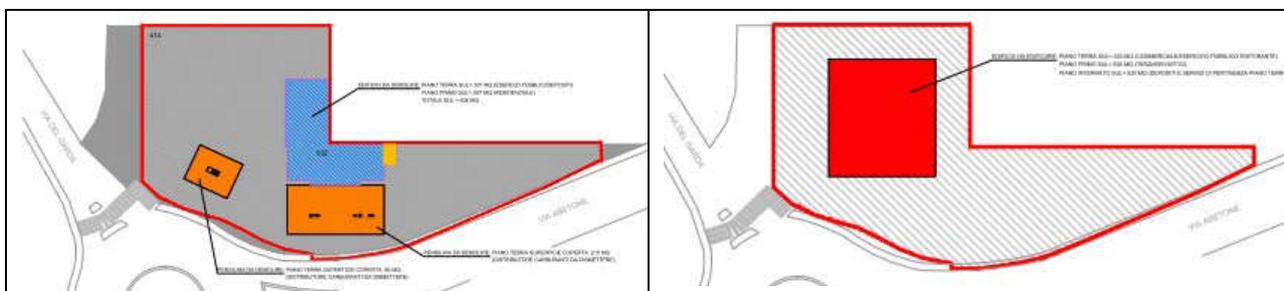


## 2 Dati generali

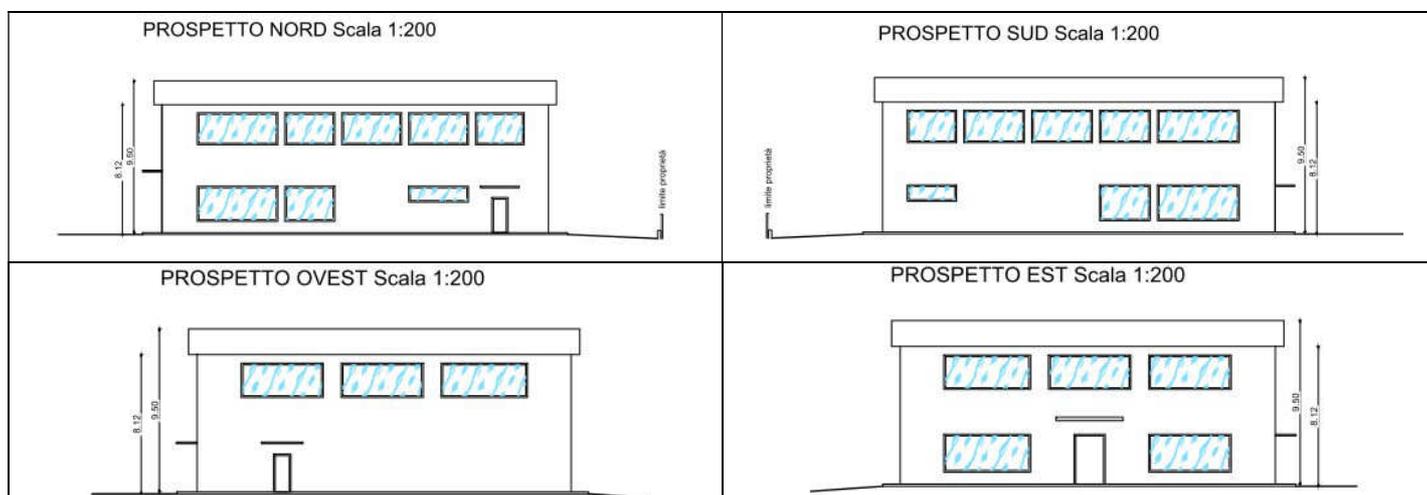
Committente: C.I.A.I.P.A. S.p.A.  
Relativo al progetto: Relativo al piano di lottizzazione 06° in via Abetone Sud – Ambito B per la realizzazione di un nuovo fabbricato con 2 piani fuori terra e uno interrato  
Progettista: Ing. Vito Giannone  
Modello di calcolo: Analisi previsionale con indici di valutazione



Inquadramento su ortofoto



Lotto stato di fatto e stato di progetto



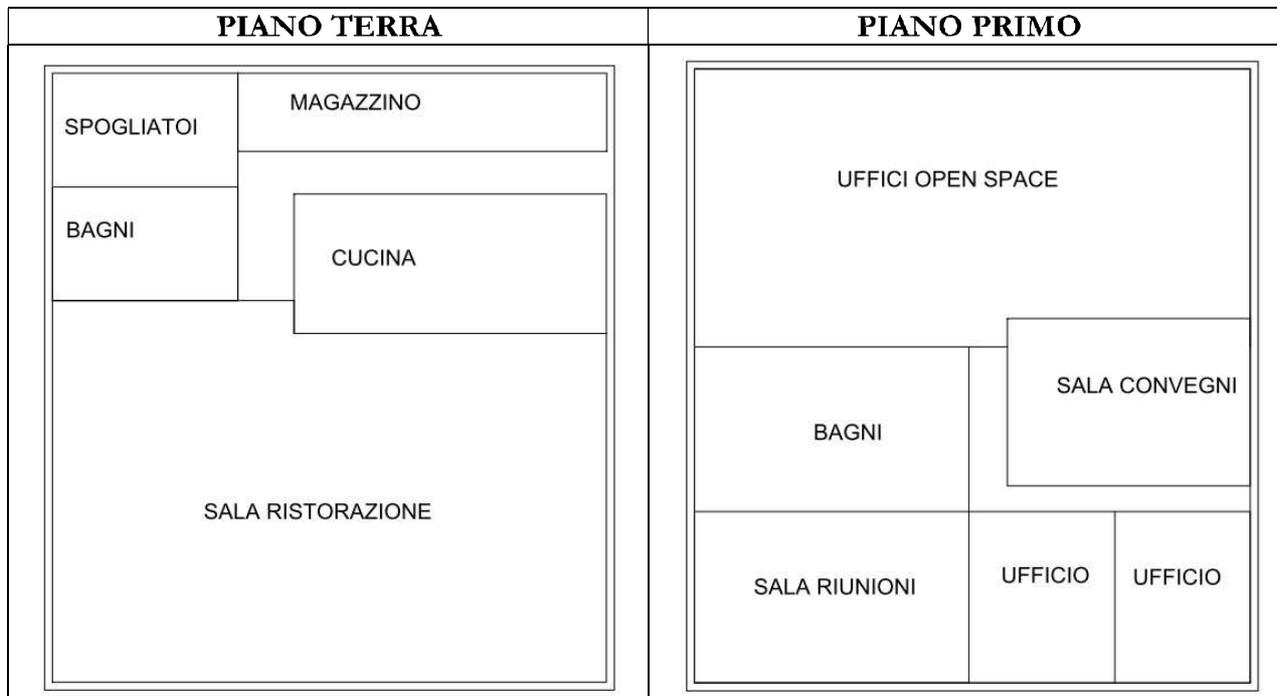
Prospetti stato di progetto

### IPOTESE DI SUDDIVISIONE INTERNA DEI LOCALI

Al fine di proseguire con le valutazioni dei requisiti acustici passivi si deve ipotizzare la distribuzione interna dei locali al piano terra e al piano primo.

Si possono di conseguenza determinare le varie componenti utili ai calcoli.

Le condizioni e le distribuzioni sono tali da valutare in fase preliminare le condizioni più plausibili e rappresentano un'indicazione di riferimento e non le soluzioni definitive.



### 3 Normativa di riferimento

Il D.P.C.M. 5 dicembre 1997 relativo alla “Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”, appartiene ad un quadro normativo di Decreti attuativi collegati alla Legge Quadro sull’inquinamento acustico n. 447 rivolto alla protezione della popolazione esposta alle varie forme di rumore.

Nel caso in esame il D.P.C.M. si prefigge di migliorare la qualità di vita negli ambienti abitativi, in relazione al rumore proveniente dall’esterno ed ai rumori provocati all’interno armonizzando le tecniche costruttive degli edifici, per quanto riguarda le prestazioni acustiche dei singoli elementi costruttivi mediante l’imposizione del rispetto di specifici parametri acustici.

- D.P.C.M 01/03/1991 “limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”
- Legge 447/95 “Legge quadro sull’inquinamento acustico”
- D.M.A. 11/12/96 Decreto attuativo della Legge Quadro “Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo”
- D.P.C.M. 14/11/1997 Decreto attuativo delle Legge Quadro “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”
- D.P.C.M. 05/12/1997 Decreto attuativo della Legge Quadro “Requisiti acustici passivi degli edifici”
- D.M.A. 16/03/98 Decreto attuativo Legge Quadro inerente le “tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico”
- L.R. (Regione Veneto)
- Delib. n. 3 del 29/01/08 “Approvazione delle Linee Guida per la elaborazione della Documentazione di Impatto Acustico ai sensi dell’art. 8 della Legge quadro 447/95”
- UNI EN ISO 717 – 1:2007 Acustica, valutazione dell’isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento acustico per via aereo.
- UNI EN ISO 717 – 2:2007 Acustica, valutazione dell’isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento del rumore di calpestio.
- UNI EN 12354 – 1:2002 Acustica in edilizia: Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Parte 1 – Isolamento del rumore per via aerea tra ambienti.
- UNI EN 12354 – 2:2002 Acustica in edilizia: Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Parte 2 – Isolamento acustico al calpestio tra ambienti.
- UNI EN 12354 – 3:2002 Acustica in edilizia: Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Parte 3 – Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall’esterno.
- UNI/TR 11175:2005 Acustica in edilizia: Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici.

## 4 Inquadramento acustico

### Limiti acustici di zona

Redigere un piano di classificazione acustica equivale ad attribuire ad ogni porzione del territorio comunale i limiti per l'inquinamento acustico ritenuti compatibili con la tipologia degli insediamenti e le condizioni di effettiva fruizione della zona considerata, facendo riferimento alle classi acustiche definite nella tabella A del DPCM 14/11/97, le stesse già definite dal DPCM 01/03/91 (Tabella n. 1.1).

L'edificio in questione ricade in area che si può definire:

Classe III - Aree di tipo misto

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici

:

| Valori limite | Limite diurno (6 – 22) Leq | Limite notturno (22 – 6) Leq |
|---------------|----------------------------|------------------------------|
| di emissione  | 55 dB(A)                   | 45 dB(A)                     |
| di immissione | 60 dB(A)                   | 50 dB(A)                     |
| di qualità    | 62 dB(A)                   | 52 dB(A)                     |

In relazione a quanto previsto dalla legge, il livello di rumore previsionale è da considerarsi in prossimità del confine dell'abitazione, siano esse pareti di separazione, solai o zone perimetrali esterne.

In particolare, l'edificio o i suoi impianti non dovranno modificare i livelli sonori della zona circostante.



| LEGENDA    | LIMITI DI IMMISSIONE<br>[dB(A)]   |                                     |
|------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
|            | Periodo diurno<br>(06:00 - 22:00) | Periodo notturno<br>(22:00 - 06:00) |
| Classe I   | 50                                | 40                                  |
| Classe II  | 55                                | 45                                  |
| Classe III | 60                                | 50                                  |
| Classe IV  | 65                                | 55                                  |
| Classe V   | 70                                | 60                                  |
| Classe VI  | 70                                | 70                                  |

☆ Regime transitorio per aree produttive con diversa previsione urbanistica

### **Classe d'utilizzo dell'edificio**

Sono riportati in tabella i valori limite delle grandezze che rappresentano i requisiti acustici passivi dei componenti degli edifici in ottemperanza alla vigente normativa e in relazione alla categoria di edificio come segue:

La classificazione degli ambienti abitativi secondo il D.P.C.M. 14/07/97 per l'edificio in questione risulta:

Categoria B – edificio adibito a uffici o assimilabili  
Categoria I' – edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

| INDICE        | VALORE LIMITE | DESCRIZIONE   |
|---------------|---------------|---|
| $R_w$         | 50 dB(A)      | indice del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti |
| $D_{2m,nT,w}$ | 42 dB(A)      | indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata          |
| $L_{n,w}$     | 55 dB(A)      | indice del livello di rumore di calpestio di solai, normalizzato    |
| $L_{ASMAX}$   | 35 dB(A)      | Indice di rumore degli impianti a funzionamento discontinuo         |
| $L_{Aeq}$     | 35 dB(A)      | Indice di rumore degli impianti a funzionamento continuo            |

## 5 Analisi delle singole strutture

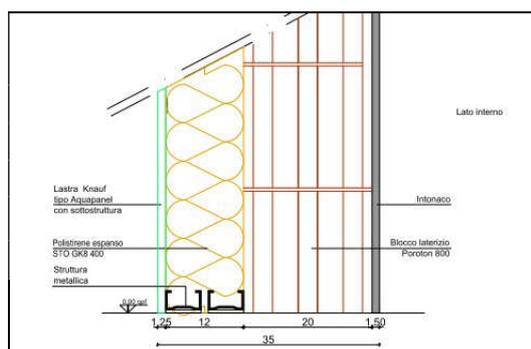
Le componenti dell'edificio sono descritte di seguito. L'abbattimento delle componenti dell'edificio sono state calcolate utilizzando formule ricavate in letteratura tecnica in ambito acustico e paragonando le strutture proposte con strutture presenti sul mercato e in letteratura con relative verifiche di rispondenza delle caratteristiche acustiche previste.

### **PARETE ESTERNA da 35 cm**

Si riporta di seguito la stratigrafia della parete in esame con le indicazioni del calcolo previsionale effettuato:

Stratigrafia dall'interno all'esterno

| N  | Descrizione strato                 | s (m) |
|--|------------------------------------|-------|
| 1  | Intonaco                           | 0,015 |
| 2  | Laterizio termico tipo Poroton 800 | 0,200 |
| 3  | Pannello termico isolante          | 0,12  |
| 6  | Lastra Aquapanel da esterno        | 0,015 |
| Spessore complessivo (m)   |                                    | 0,350 |
| Massa superficiale apparente m <sup>2</sup> (kg/m <sup>2</sup> ) |                                    | 202,5 |



Per il calcolo dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente  $R'_w$  viene utilizzata la formula UNI per pareti doppie con intercapedine con materiale fibroso, riportata di seguito:

$$R'_w = 20 \cdot \log(m^2) - 2$$

|                                  |       |      |
|----------------------------------|-------|------|
| $R'_w$ (abbattimento componente) | dB(A) | 44,1 |
|----------------------------------|-------|------|

Trattasi di una tipologia di parete connotata da doppio strato e intercapedine nel quale viene posizionato l'isolante, viene considerato l'apporto di materiale fibroso opportunamente installato in intercapedine tale da poter fornire un apporto positivo in relazione all'effetto della parete tale da essere considerata doppia, parete e contro-parete, un rivestimento a pelle resiliente, in relazione alla frequenza di risonanza tipica della struttura si ottiene:

|                                  |       |       |
|----------------------------------|-------|-------|
| D $R_w$ (per effetto resiliente) | dB(A) | +12,0 |
|----------------------------------|-------|-------|

Inoltre cautelativamente:

|  |       |      |
|--|-------|------|
| D $R_w$ (per errore di posa e trasmissioni laterali) | dB(A) | -3,0 |
|--|-------|------|

Valore da considerare per la componente descritta:

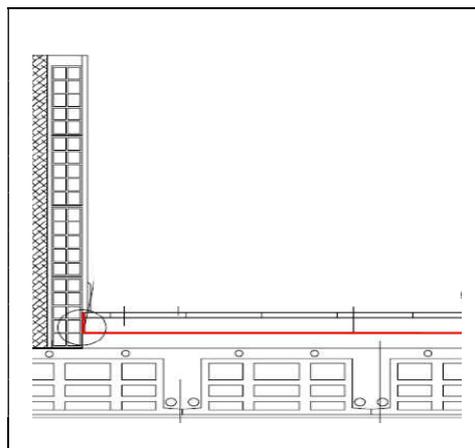
|                                  |       |      |
|----------------------------------|-------|------|
| $R'_w$ (abbattimento definitivo) | dB(A) | 53,1 |
|----------------------------------|-------|------|

|                             |                   |
|-----------------------------|-------------------|
| $R'_w$ (calcolato e limite) | <b>Verificata</b> |
| 53,1 dB(A) > 50 dB(A)       |                   |

### **SOLAIO INTERPIANO da 45 cm**

Si riporta di seguito la stratigrafia della parete in esame con le indicazioni del calcolo previsionale effettuato:

| N  | Descrizione strato<br>(dall'alto verso il basso) | s<br>(m) |
|--|--|----------|
| 1  | Intonaco di calce e gesso                        | 0,040    |
| 2  | Solaio in laterocemento 20+4                     | 0,240    |
| 3  | Sottofondo per impianti                          | 0,050    |
| 4  | Strato resiliente in polietilene                 | 0,008    |
| 5  | Massetto alleggerito                             | 0,140    |
| 6  | Pavimento in piastrelle                          | 0,010    |
| Spessore complessivo (m)                   |  | 0,488    |
| Massa superficiale m' (kg/m <sup>2</sup> ) |  | 370,1    |



Per il calcolo dell'indice di valutazione del potere fono isolante del solaio, trattandosi di un solaio in laterocemento di spessore complessivo pari a 48 cm comprensivo di solaio in laterocemento da 20+4 cm e sottofondo per impianti, strato resiliente con massetto alleggerito e pavimento in mattonelle con strato ventilato sottostante non computato:

Spessore solaio nudo 33 cm  
 Spessore pavimento galleggiante 15 cm  
 Spessore complessivo 48 cm

Massa superficiale solaio nudo 267,5 kg/m<sup>2</sup>

Per il calcolo dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'<sub>w</sub> viene utilizzata la formula Italiana – solaio in laterocemento, riportata di seguito:

$$R'_w = 23 \cdot \text{Log}(m') - 8$$

|   |              |             |
|---|--------------|-------------|
| <b>R'<sub>w</sub> (abbattimento componente)</b> | <b>dB(A)</b> | <b>51,0</b> |
|---|--------------|-------------|

Nel caso di solai con pavimento galleggiante si definisce l'aumento dell'abbattimento per la presenza dello strato galleggiante in funzione del livello di abbattimento del solaio nudo, nel caso specifico secondo la seguente relazione:

$$DR'_w = 32 - R'_w(\text{solaio nudo})/2$$

|   |              |             |
|---|--------------|-------------|
| <b>DR'<sub>w</sub> (per pavimento galleggiante)</b> | <b>dB(A)</b> | <b>+6,5</b> |
|---|--------------|-------------|

Inoltre si definisce una diminuzione dell'abbattimento in presenza di caso reale o per difetti di posa, pari a:

|  |              |           |
|--|--------------|-----------|
| <b>DR'<sub>w</sub> (per difetti di posa)</b> | <b>dB(A)</b> | <b>-3</b> |
|--|--------------|-----------|

In definitiva si può assumere come valore definitivo di abbattimento con correzione di posa il seguente:

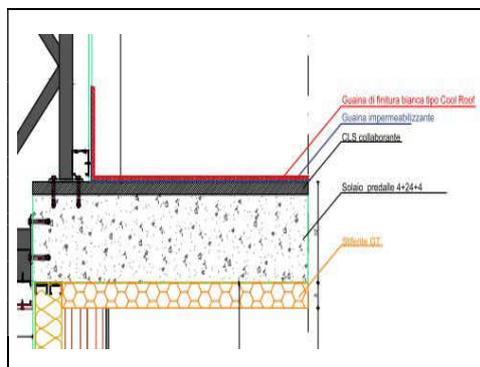
|  |              |             |
|--|--------------|-------------|
| <b>R'<sub>w</sub> (con correzione di posa)</b> | <b>dB(A)</b> | <b>54,5</b> |
|--|--------------|-------------|

|  |                   |
|--|-------------------|
| <b>R'<sub>w</sub> (calcolato e limite)</b> | <b>Verificato</b> |
| <b>54,5 dB(A) &gt; 50 dB(A)</b>            |                   |

### SOLAIO DI COPERTURA

Si riporta di seguito la stratigrafia indicativa di riferimento del solaio piano di copertura in esame con le indicazioni del calcolo previsionale effettuato:

| N°                            | Descrizione strato<br>(dall'alto verso il basso) | s<br>(m) |
|-------------------------------|--|----------|
| 1                             | Intonaco di calce e gesso                        | 0,040    |
| 2                             | Solaio predalles 4+20+4                          | 0,280    |
| 3                             | Strato resiliente in polietilene                 | 0,008    |
| 4                             | CLS Collaborante                                 | 0,050    |
| 5                             | Pavimento  | 0,010    |
| Spessore complessivo (m)      |  | 0,388    |
| Massa superficiale m² (kg/m²) |  | 267,1    |



Per il calcolo dell'indice di valutazione del potere fono isolante del solaio, trattandosi di un solaio predalles di spessore complessivo pari a 38 cm comprensivo di solaio in 4+20+4 cm, strato resiliente con massetto alleggerito e pavimento in mattonelle con strato isolante sottostante non computato:

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| Spessore solaio nudo            | 32 cm |
| Spessore pavimento galleggiante | 6 cm  |
| Spessore complessivo            | 38 cm |

Massa superficiale solaio nudo 267,1 kg/m<sup>2</sup>

Per il calcolo dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'<sub>w</sub> viene utilizzata la formula rapporto tecnico UNI, riportata di seguito:

$$R'_w = 20 \cdot \log(m') - 2$$

|   |              |             |
|---|--------------|-------------|
| <b>R'<sub>w</sub> (abbattimento componente)</b> | <b>dB(A)</b> | <b>46,5</b> |
|---|--------------|-------------|

Nel caso di solai con pavimento galleggiante si definisce l'aumento dell'abbattimento per la presenza dello strato galleggiante in funzione del livello di abbattimento del solaio nudo, nel caso specifico secondo la seguente relazione:

$$DR'_w = 32 - R'_w \text{ (solaio nudo)}/2$$

|   |              |             |
|---|--------------|-------------|
| <b>DR'<sub>w</sub> (per pavimento galleggiante)</b> | <b>dB(A)</b> | <b>+8,5</b> |
|---|--------------|-------------|

Inoltre si definisce una diminuzione dell'abbattimento in presenza di caso reale o per difetti di posa, pari a:

|  |              |           |
|--|--------------|-----------|
| <b>DR'<sub>w</sub> (per difetti di posa)</b> | <b>dB(A)</b> | <b>-3</b> |
|--|--------------|-----------|

In definitiva si può assumere come valore definitivo di abbattimento con correzione di posa il seguente:

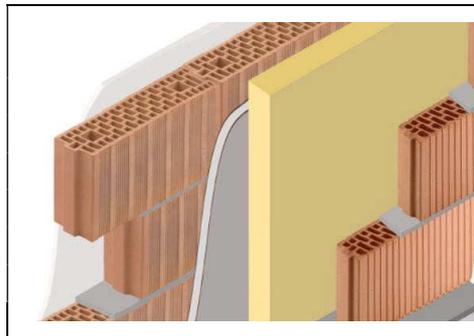
|  |                   |             |
|--|-------------------|-------------|
| <b>R'<sub>w</sub> (con correzione di posa)</b> | <b>dB(A)</b>      | <b>52,0</b> |
| <b>R'<sub>w</sub> (calcolato e limite)</b>     | <b>Verificato</b> |             |
| <b>52,0 dB(A) &gt; 50 dB(A)</b>                |                   |             |

**PARETE DIVISORIA INTERNA di NUOVA COSTRUZIONE da 30 cm**

Si riporta di seguito la stratigrafia della parete eventuale di divisione interna tra attività limitrofe distinte con le indicazioni del calcolo previsionale effettuato:

Stratigrafia dall'interno all'esterno

| N  | Descrizione strato           | s (m) |
|--|------------------------------|-------|
|  | Intonaco                     | 0,010 |
|  | Tramezza in bi-mattone       | 0,120 |
|  | Pannello isolamento acustico | 0,040 |
|  | Tramezza in bi-mattone       | 0,120 |
|  | Intonaco                     | 0,010 |
| Spessore complessivo (m)                   |                              | 0,300 |
| Massa superficiale m' (kg/m <sup>2</sup> ) |                              | 276,0 |



Per il calcolo dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'w viene utilizzata la formula UNI valida anche per pareti con intercapedine correttamente modificata avvalendosi degli apporti degli stati resilienti e materiali fibrosi in intercapedine, riportata di seguito:

$$R'w = 20 \cdot \text{Log} (m') - 2$$

|                               |       |      |
|-------------------------------|-------|------|
| R'w (abbattimento componente) | dB(A) | 46,8 |
|-------------------------------|-------|------|

Trattasi di una tipologia di parete di nuova costruzione di separazione tra unità abitative nella quale viene considerato l'apporto di materiale fibroso opportunamente installato in intercapedine tale da poter fornire un apporto positivo in relazione all'effetto della parete doppia, parete e controparete, un rivestimento a pelle resiliente, in relazione alla frequenza di risonanza tipica della struttura:

|                               |       |      |
|-------------------------------|-------|------|
| D Rw (per effetto resiliente) | dB(A) | +8,5 |
|-------------------------------|-------|------|

Inoltre cautelativamente:

|   |       |      |
|---|-------|------|
| D Rw (per errore di posa e trasmissioni laterali) | dB(A) | -3,0 |
|---|-------|------|

Valore da considerare per la componente descritta:

|                               |       |      |
|-------------------------------|-------|------|
| R'w (abbattimento definitivo) | dB(A) | 52,3 |
|-------------------------------|-------|------|

|                          |                   |
|--------------------------|-------------------|
| R'w (calcolato e limite) | <b>Verificata</b> |
| 52,3 dB(A) > 50 dB(A)    |                   |

**FINESTRE** (*valori minimi in condizioni reali di utilizzo - cautelativi*)

Standard di riferimento a componenti commerciali: valori cautelativi.

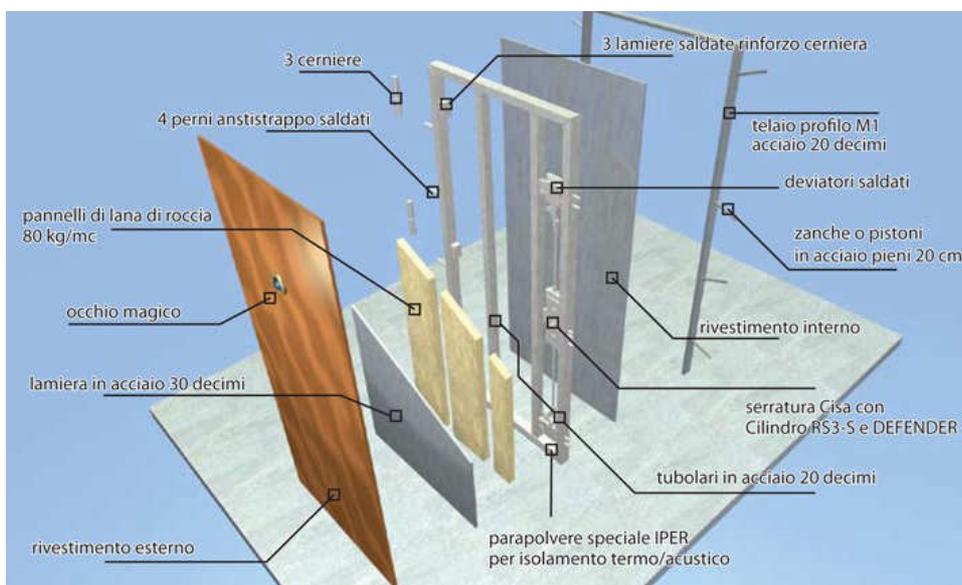
Abbattimento finestre: 41,0 dB(A)



**PORTE E PORTONI** (*valori minimi in condizioni reali di utilizzo - cautelativi*)

Standard di riferimento a componenti commerciali: valori cautelativi.

Abbattimento porte e portoni: 41,0 dB(A)



Stratigrafia tipo porta blindata con isolamento termo-acustico

## 6 Calcolo dell'indice di potere fono isolante apparente

### CALCOLO dell' R'w del poterefono isolante composto di facciata per singolo locale ricevente.

#### Premessa

Per il calcolo degli R'w ho utilizzato la seguente relazione apportando le seguenti modifiche alla formula prevista dalle norme tecniche UNI :

$$R'_w = -10 \lg \left( \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S_{tot}} 10^{\frac{-R_{w,i}}{10}} + \frac{A_0}{S_{tot}} \sum_{i=1}^p 10^{\frac{-D_{p,z,i}}{10}} \right) - k$$

Con  $K = 0$  e  $A_0 = 0$

Ottenendo la seguente:

$$R'_w = -10 \lg \left( \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S_{tot}} 10^{\frac{-R_{w,i}}{10}} \right) \quad \text{e ponendo} \quad \frac{S_i}{S_{tot}} = \frac{\% S_i}{\% S_{tot}}$$

#### Metodo di calcolo

$$R'_w = -10 \lg \left( \sum_{i=1}^n \frac{\% S_i}{\% S_{tot}} 10^{\frac{-R_{w,i}}{10}} \right)$$

Dove:

$R'w$  è l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente della componente considerata (dB)  
 $\% S_i$  rappresenta la superficie di facciata della specifica componente espressa in percentuale  
 $\% S_{tot}$  rappresenta la superficie complessiva della parete del locale ricevente espressa come 100%

#### Resoconto dei calcoli effettuati

I Calcoli previsionali delle facciate verso l'esterno vengono effettuate per i locali in condizioni sfavorevoli e tali da garantire idoneità per l'edificio nel suo complesso.

Di seguito sono riportati i risultati di calcolo per ogni unità del complesso residenziale.

| Rif.               | LOCALE RICEVENTE  | Finestre, porte |      | Muratura esterna |      | Copertura |      | TOT R'w     |
|--------------------|-------------------|-----------------|------|------------------|------|-----------|------|-------------|
|                    |                   | Sup. (%)        | Rwi  | Sup. (%)         | Rwi  | Sup. (%)  | Rwi  |             |
| <b>PIANO TERRA</b> |                   |                 |      |                  |      |           |      |             |
| 1                  | Sala ristorazione | 44,8%           | 41,0 | 55,2%            | 53,1 | 0,0%      | 52,0 | <b>44,2</b> |
| 2                  | Cucina            | 12,8%           | 41,0 | 87,2%            | 53,1 | 0,0%      | 52,0 | <b>48,4</b> |
| 3                  | Bagni             | 0,0%            | 41,0 | 100,0%           | 53,1 | 0,0%      | 52,0 | <b>53,1</b> |
| 4                  | Bagni spogliatoi  | 6,5%            | 38,0 | 93,5%            | 53,1 | 0,0%      | 52,0 | <b>48,3</b> |
| 5                  | Magazzino         | 0,0%            | 38,0 | 100,0%           | 53,1 | 0,0%      | 52,0 | <b>53,1</b> |
| <b>PIANO PRIMO</b> |                   |                 |      |                  |      |           |      |             |
| 1                  | Uffici open space | 5,2%            | 41,0 | 30,9%            | 53,1 | 63,9%     | 52,0 | <b>50,1</b> |
| 2                  | Bagni             | 3,1%            | 41,0 | 19,9%            | 53,1 | 76,9%     | 52,0 | <b>50,8</b> |
| 3                  | Sala riunioni 1   | 5,7%            | 41,0 | 37,6%            | 53,1 | 56,7%     | 52,0 | <b>50,0</b> |
| 4                  | Sala riunioni 2   | 3,1%            | 41,0 | 20,9%            | 53,1 | 76,0%     | 52,0 | <b>50,8</b> |
| 5                  | Ufficio 1         | 8,9%            | 41,0 | 39,5%            | 53,1 | 51,6%     | 52,0 | <b>49,1</b> |
| 6                  | Ufficio 2         | 5,0%            | 41,0 | 31,0%            | 53,1 | 64,0%     | 52,0 | <b>50,2</b> |

## 7 Calcolo dell'indice dell'isolamento acustico di facciata

### Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nTw}$

#### Premessa

L'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, a 2 metri di distanza della facciata ( $D_{2m,nTw}$ ), caratterizza la capacità della facciata e della diminuzione della distanza in esame.

#### Metodo di calcolo

L'indice  $D_{2m,nTw}$  viene calcolato con la seguente formula:

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

Dove:

$R'_w$  è l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente della facciata (dB)

$DL_{fs}$  è il termine correttivo che quantifica l'influenza delle caratteristiche della facciata (dB) Valore che può variare da 1 a 7

$V$  è il volume interno del locale considerato ( $m^3$ )

$T_0$  è il tempo di riverberazione di riferimento, assunto pari a 0,5 s

$S_{tot}$  è la superficie di facciata vista dall'interno ( $m^2$ )

Nelle pagine successive sono riportati i resoconti dei calcoli effettuati relativamente alle 9 unità di riferimento.

Le verifiche prevedono che  $D_{2m,nTw}$  calcolato deve essere  $> D_{2m,nTw}$  limite (40 dB)

(\*)  $DL_{fs}$  Rappresenta l'assorbimento acustico influenza in modo positivo le caratteristiche acustiche dell'immobile in relazione alle forme della facciata, dalla distanza dalla sorgente rumorosa (piano campagna) e dal materiale. CAUTELATIVAMENTE VIENE CONSIDERATO PARI a 0 e in alcuni casi pari a 1.

#### Locali di ampliamento piano primo

| Rif.               | LOCALE RICEVENTE  | $R'_w$ | $DL_{fs}$ (*) | $V$       | $T_0$ | $S_{tot}$ | $D_{2m,nTw}$ |          |
|--------------------|-------------------|--------|---------------|-----------|-------|-----------|--------------|----------|
|                    |                   | (dB)   | (dB)          | ( $m^3$ ) | (s)   | ( $m^2$ ) | (dB)         | Verifica |
| <b>PIANO TERRA</b> |                   |        |               |           |       |           |              |          |
| 1                  | Sala ristorazione | 41,17  | 0             | 900,00    | 0,50  | 148,20    | 47,2         | OK       |
| 2                  | Cucina            | 48,40  | 0             | 195,00    | 0,50  | 15,60     | 54,6         | OK       |
| 3                  | Bagni             | 53,10  | 0             | 90,00     | 0,50  | 14,40     | 56,3         | OK       |
| 4                  | Bagni spogliatoi  | 48,25  | 0             | 96,00     | 0,50  | 34,20     | 48,0         | OK       |
| 5                  | Magazzino         | 53,10  | 0             | 150,00    | 0,50  | 52,80     | 52,9         | OK       |
| <b>PIANO PRIMO</b> |                   |        |               |           |       |           |              |          |
| 1                  | Uffici open space | 50,14  | 0             | 660,00    | 0,50  | 344,50    | 48,2         | OK       |
| 2                  | Bagni             | 50,80  | 0             | 165,00    | 0,50  | 71,50     | 49,7         | OK       |
| 3                  | Sala riunioni 1   | 50,03  | 0             | 165,00    | 0,50  | 97,00     | 47,6         | OK       |
| 4                  | Sala riunioni 2   | 50,82  | 0             | 165,00    | 0,50  | 72,40     | 49,6         | OK       |
| 5                  | Ufficio 1         | 49,12  | 0             | 96,00     | 0,50  | 62,00     | 46,3         | OK       |
| 6                  | Ufficio 2         | 50,21  | 0             | 96,00     | 0,50  | 50,00     | 48,3         | OK       |

(\*) Valore cautelativo

## 8 Calcolo dell'indice del livello di rumore di calpestio dei solai

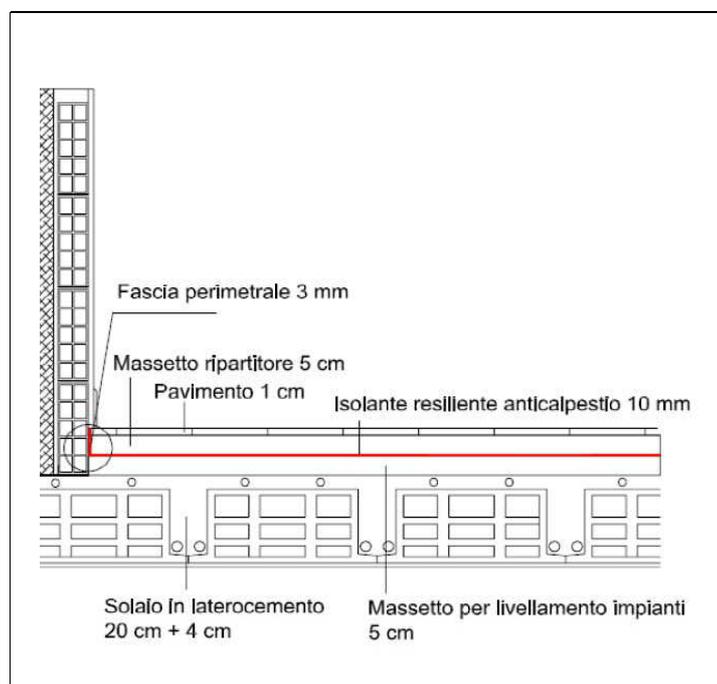
Per il calcolo dell'indice di valutazione del livello di rumore di calpestio tra le unità abitative 2 e 3 viene utilizzata la seguente formula prevista dalle norme UNI:

$$L'_{nw} = L_{mveq} - \Delta L_w + K$$

Dove:

|              |  |                |
|--------------|--|----------------|
| $L_{mveq}$   | è il livello di rumore da calpestio equivalente riferito al solaio "nudo", privo dello strato di pavimento galleggiante        | 83,4 dB        |
| $\Delta L_w$ | Aumento livello per pavimento galleggiante considerando lo strato resiliente con rigidità dinamica pari a 21 nM/m <sup>3</sup> | 40,6 dB        |
| $K$          | Correzione per trasmissione laterale   | 1,00 dB        |
| $L'_{nw}$    | indice del livello di rumore di calpestio normalizzato   | <b>43,8 dB</b> |

Tale risultato si ottiene realizzando in fase di posa un apposito strato galleggiante al di sopra del solaio esistente (solaio nudo).



|                                  |                          |
|----------------------------------|--------------------------|
| <b>L'nw (calcolato e limite)</b> | <b><u>Verificato</u></b> |
| <b>43,8 dB(A) &lt; 55 dB(A)</b>  |                          |

## 9 Rumorosità degli impianti

La rumorosità dell'impianto idrico-sanitario proviene dalle tubazioni, dalla rubinetteria e dagli apparecchi sanitari che lo costituiscono durante le fasi di:

- alimentazione dell'acqua ai rubinetti e agli apparecchi sanitari;
- funzionamento degli apparecchi stessi;
- scarico delle acque.

La rete delle tubazioni, fissata alle opere murarie, è collegata ai rubinetti e agli apparecchi sanitari ed è soggetta alle vibrazioni generate dalle pompe e dalle variazioni di pressione dell'acqua che si trasmettono alle partizioni edili generando rumore in tutti gli ambienti del fabbricato che attraversano.

### La rubinetteria

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

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

### Le tubazioni

Le tubazioni trasmettono velocemente e a distanza le vibrazioni generate dai rubinetti e dalle pompe che vanno ridotte intervenendo:

- sulla morfologia delle tubazioni;
- sui collegamenti e attraversamenti delle opere murarie;
- sulla natura delle tubazioni.

L'interruzione della lunghezza delle tubazioni in metallo con manicotti elastici ogni 6 metri riduce l'energia vibratoria che la attraversa, l'interruzione periodica serve per smorzare la vibrazione del tubo metallico che la vibrazione della colonna d'acqua vi rigenera ogni 6 metri ed in pratica è opportuno disporre sulla colonna montante un manicotto elastico ogni piano all'ingresso di ogni singolo appartamento. È inoltre opportuno prevedere un apposito cavcdio tecnico in cui passare le tubazioni che non vanno incassate nelle murature divisorie.

Anche le curve a gomito possono generare turbolenze dell'acqua e quindi rumori per cui queste dovranno essere di raggio adeguato.

I collari degli ancoraggi metallici alle murature che si stringono attorno alle tubazioni devono essere guarniti con materiali elastici. Il foro di pareti o solai in cui passano le tubazioni verrà poi accuratamente sigillato per evitare che il rumore si propaghi attraverso la fessura.

### Gli apparecchi sanitari

Sono sede di rumore sia in fase di alimentazione che di scarico a cui si aggiunge la rumorosità causata dall'urto di oggetti su di essi, per questo è importante che i rubinetti siano isolati dalle tubazioni come indicato in precedenza e che gli apparecchi siano isolati dalle murature a cui sono fissati per mezzo di guarnizioni in gomma.

Anche le vasche da bagno vanno isolate dalla muratura appoggiandole su appoggi elastici oppure sopra un massetto isolato dal solaio e dalle murature circostanti. Il bordo superiore della vasca non dovrà essere collegato rigidamente al muro ma isolato con guarnizioni o sigillanti a tenuta stagna che evitino il passaggio dell'acqua.

### **Le acque di scarico**

La rumorosità dei lavelli in acciaio delle cucine va ridotta con pannelli antirombo incollati sul retro degli stessi. Le cassette di scarico dei WC incassate nella muratura sono fonte di rumori fastidiosi ed è opportuno sostituirlle con cassette esterne meno rumorose impiegando apparecchiature insonorizzate esistenti in commercio. La colonna di scarico verrà inserita in un cavedio apposito con pareti pesanti prevedendo l'uso di attacchi alle pareti, isolati con collari di gomma, evitando di posizionarli sui muri confinanti con camere da letto o di soggiorno. Si dovranno sempre prevedere le tubazioni di sfiato e curve con raggio adeguato. Le tubazioni saranno isolate e costituite da materiali multistrato sufficientemente pesanti.

### **Gli impianti elettrici**

Gli impianti elettrici degli edifici residenziali in genere non producono una rumorosità significativa da imporre particolari precauzioni di isolamento ed in genere è sufficiente avere l'accortezza di evitare di contrapporre le scatole elettriche e gli interruttori elettrici nella stessa parete in modo da non avvertire il “click” di accensione o spegnimento degli stessi.

Per quanto riguarda l'installazione fissa di apparecchi particolari suscettibile di trasferire vibrazioni l'indicazione come già citato in precedenza è di montarli su appoggi elastici.

### **Gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento**

La rumorosità degli impianti a funzionamento continuo è valutata con il parametro  $L_{Aeq}$ : è il livello equivalente di pressione sonora ponderata A. Si valuta misurando il “livello costante” di rumore emesso dall'impianto. La legislazione considera impianti a funzionamento continuo gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento. I valore limite da rispettare in opera sono:

| Categorie | LASmax[dB(A)] | LAeq[dB(A)] |
|-----------|---------------|-------------|
| B e F     | 35            | 35          |

I limiti sono valori massimi consentiti e il disturbo deve essere misurato in ambienti diversi da quello in cui il rumore si origina.

Per quanto riguarda gli impianti a funzionamento continuo e la loro specifica tipologia e posizione, in particolare si analizzano:

- pompa di calore per il riscaldamento, raffrescamento e produzione di acqua calda sanitaria, posizionata in copertura dell'edificio;
- distribuzione idronica del fluido termovettore mediante circolatori;
- ventilconvettori come terminali di emissione, dimensionati per coprire il carico termico e frigorifero alla minima velocità.

Con tali prescrizioni, si prevede che il livello sonoro prodotto e emesso negli ambienti sia trascurabile e inferiore ai limiti previsti.

Per quanto riguarda gli impianti a funzionamento discontinuo, non esistendo normativa tecnica o metodi di calcolo per la previsione del loro contributo, si prescrivono le seguenti indicazioni di posa utili alla riduzione della rumorosità prodotta dagli stessi.

Si prescrive inoltre la progettazione e posa secondo la norma UNI 12056-2:2001.

## 10 Indicazioni sulla corretta posa

Il solo utilizzo di prodotti ad alto valore fonoisolante e fonoassorbente, se non supportato da una posa corretta e attenta, non può essere garanzia di buon isolamento acustico. Per ottenere risultati ottimali è fondamentale prestare attenzione ad alcuni accorgimenti in fase costruttiva e di posa dei materiali, così da non annullare gli effetti isolanti. La posa dei materiali acustici ha bisogno di attenzioni maggiori rispetto ai coibenti termici.

I prodotti, inoltre, non dovranno mai rispondere ai limiti minimi dei parametri previsti dalla normativa, ma dovranno essere scelti in modo tale da avere ampie possibilità di assorbire le variabili negative della posa in cantiere.

### Errori da evitare nell'isolamento delle pareti

- **ASSENZA DELLA STRISCIA SOTTOMURO:** le partizioni verticali devono posare su apposite strisce sottomuro che smorzano le vibrazioni sonore ed evitano trasmissioni delle vibrazioni.
- **ECESSI DI MALTA:** un eccesso di malta depositato sul massetto può sollevare il pannello isolante e non permettere così una sigillatura ottimale fra pannelli adiacenti. La superficie di appoggio dei pannelli DEVE essere regolare e priva di asperità, per evitare il passaggio di spifferi acustici nelle giunzioni tra partizioni.
- **SCATOLE ELETTRICHE CONTRAPPOSTE:** evitare di realizzare scatole elettriche contrapposte tra le due pareti, perchè l'assenza del laterizio indebolisce l'effetto isolante.
- **TRACCE DI IMPIANTI:** le tracce lasciate nella muratura per permettere il passaggio delle tubazioni di impianti elettrici, ecc., costituiscono vuoti problematici che indeboliscono l'isolamento della partizione (creano casse di risonanza) e devono essere riempite con opportuno materiale isolante.
- **MATTONI ROTTI:** evitare di utilizzare laterizi rotti o di spessore inferiore a 8 cm per garantire un minimo "effetto massa" del mattone nel sistema isolante. Dove possibile, scegliere mattoni porizzati di grandi dimensioni (25x50 cm) per i muri divisorii: il mattone porizzato ha camere d'aria interne molto più piccole e determina un grado di risonanza minore.  
*Per pareti doppie in laterizio, utilizzare mattoni con masse diverse, che agiscono isolando i rumori a frequenze diverse (esempio: tramezza leggera e tramezza pesante porizzata).*
- **PANNELLI MALI ACCOSTATI:** posare accuratamente i pannelli isolanti, accostandoli bene con le opportune sigillature. In questo caso, gli sfridi costituiscono un passaggio facile per i rumori aerei.  
Prevedere intercapedini di almeno 6 cm; per ottenere prestazioni migliori, riempire completamente l'intercapedine con materiale assorbente, che migliora di 1 dB l'isolamento rispetto allo strato di aria.
- **CATTIVA SIGILLATURA DEI CORSI:** sigillare accuratamente i giunti tra i mattoni, sia orizzontali che verticali, evitando sbavature e fuoriuscite di malta.
- **ASSENZA DELL'INTONACO INTERNO:** quando possibile, applicare 3 intonaci dello spessore minimo di 1,5 cm, uno dei quali in una delle facce interne dell'intercapedine. L'intonaco interno permette di recuperare qualche decibel di isolamento acustico, sempre se tutto il pacchetto è realizzato a regola d'arte.

### Errori da evitare nell'isolamento anticalpestio

- **MASSETTO CONTINUO:** Realizzare le partizioni verticali dopo la posa del massetto è un errore che vanifica ogni altro tipo di isolamento: il massetto, infatti, diventa il mezzo di trasmissione laterale dei rumori aerei e delle vibrazioni da una unità abitativa all'altra.

Pur essendo stati eseguiti correttamente l'isolamento al calpestio sotto massetto e la disgiunzione verticale con striscia sottomuro, l'isolamento non rispetterà sicuramente i parametri previsti.

- La giusta stratigrafia di un pavimento galleggiante prevede:
  - STRISCIA SOTTOMURO
  - MASSETTO
  - FASCIA PERIMETRALE AD L.
  - MANTO ACUSTICO ANTICALPESTIO

#### **Pavimento galleggiante con parete in cartongesso**

Nel caso si realizzi una parte divisoria interna in cartongesso, il pavimento galleggiante deve essere realizzato in modo diverso: sopra il manto acustico anticalpestio, realizzare i singoli massetti nelle due unità abitative e disgiungerli con apposita striscia perimetrale, per bloccare le trasmissioni laterali.

Sopra il massetto posizionare la striscia sottomuro, su cui appoggeranno i montanti per il cartongesso.

#### **Rifilatura della fascia perimetrale**

La fascia perimetrale posizionata ad L va rifilata con cutter SOLO a pavimentazione completata. Il contatto del massetto o della pavimentazione ceramica con la muratura vanificherebbe l'isolamento realizzato.

Per coprire ogni traccia, utilizzare del battiscopa che deve essere disgiunto dal pavimento con del silicone.

#### **Passaggio di tubazioni nel massetto**

Le tubazioni non devono essere annegate nel massetto, perchè diventerebbero mezzi di trasmissione laterale della vibrazioni del pavimento. Le tubazioni devono essere inserite nello strato in calcestruzzo sotto massetto, con interposto un manto acustico anticalpestio che smorza le vibrazioni e i rumori del pavimento.

Prima della posa, i tubi vanno fasciati con un manto al piombo, per evitare ogni contatto con le strutture in laterizio o calcestruzzo, e fissati con delle fascette in plastica (non utilizzare fil di ferro che potrebbe segnare o forare il manto).

#### **Raccordo del manto anticalpestio alle pareti verticali**

Il manto acustico deve essere posizionato perfettamente ad angolo retto rispetto alla parete verticale, per evitare la formazione di vuoti che comprometterebbero la stabilità del pavimento. Per facilitare la posa, utilizzare la fascia perimetrale e accostare bene il manto in orizzontale, evitando la piega in verticale.

#### **Errori da evitare dell'isolamento dei tubi di scarico**

- **ATTRAVERSAMENTO DI TUBI:** il contatto delle tubazioni con la soletta o le strutture (solai, pareti, ...) è pericoloso perchè costituisce un facile mezzo di trasmissione delle vibrazioni provenienti dal pavimento. Tutte le tubazioni devono essere completamente desolidarizzate dal pavimento o dalla parete che attraversano.

Nel caso di bagni confinanti, è necessario risolvere il problema dei tubi di scarico passanti, delle cassette WC a parete, delle vasche da bagno e dei piatti doccia a contatto con la parete. Tutti questi elementi devono essere isolati con manto al piombo e devono essere riempite le cavità interne che potrebbero comportarsi da casse di risonanza per i rumori (es: vasca da bagno).

## 11 Quadro riassuntivo delle verifiche effettuate

Di seguito sono riportati i parametri valutati per ogni singola unità esclusivamente per avere un quadro riassuntivo sintetico di verifica.

| INDICI DI VALUTAZIONE  | VALORE LIMITE | VERIFICA                 |
|--|---------------|--------------------------|
| <b>Appartamento 1</b>  |               |                          |
| $R_w$ (indice del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti)  | 50 dB(A)      | <b><u>Verificata</u></b> |
| $D_{2n,n1,w}$ (indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata)   | 42 dB(A)      | <b><u>Verificata</u></b> |
| $L_{n,w}$ (indice del livello di rumore di calpestio di solai, normalizzato) | 55 dB(A)      | <b><u>Verificata</u></b> |

## 12 Conclusioni

Secondo quanto esposto nella presente relazione, si può considerare il complesso acusticamente idoneo e rispondente alla vigente normativa.

Si garantiscono tali condizioni di funzionalità e integrità dell'edificio nel rispetto dei vincoli definiti nel progetto e utilizzando materiali con caratteristiche minime definite nello stesso e riportate nella presente relazione.

Sarà cura del direttore dei lavori la verifica e la rispondenza delle caratteristiche minime da garantire in fase di esecuzione.

DATA

26/06/2018