



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



comune di  
**PRATO**  
Codice Fiscale: 84006890481

Progetto

**OFFICINA GIOVANI - RECUPERO DEL BLOCCO EX CONSIAG - PIAZZA DEI MACELLI 4**

CUP

**C33D21002850005**

Titolo

**Valutazioni previsionali in Acustica edilizia**

Fase

**Progetto Esecutivo**

Servizio	<b>Servizio Edilizia storico monumentale e immobili comunali, Politiche energetiche e Datore di Lavoro</b>
Dirigente del servizio	<b>Arch. Francesco Caporaso</b>
Responsabile Unico del Procedimento	<b>Arch. Antonio Silvestri</b>

Progettisti delle opere architettoniche

**Arch. Antonio Silvestri - Comune di Prato**

**Arch. Elena Vitali - Comune di Prato**

Progettista delle opere strutturali

**Ing. Francesco Sanzo - Comune di Prato**

Coordinatore alla sicurezza in fase di progettazione

**Arch. Luca Erbaggio**

Progettista delle opere meccaniche, diagnosi energetica e valutazioni acustiche

**Ing. Roberto Ferrara**

Progettista delle opere elettriche e prevenzione incendi

**Studio Greenhaus - PI Gian Luca Sani**

Legenda codici

**A** - opere architettoniche

**E** - impianti elettrici

**De** - diagnosi energetica

**M** - impianti meccanici

**S** - opere strutturali

**Ai** - prevenzione incendi

**Ac** - valutazioni acustiche

**Sic** - sicurezza

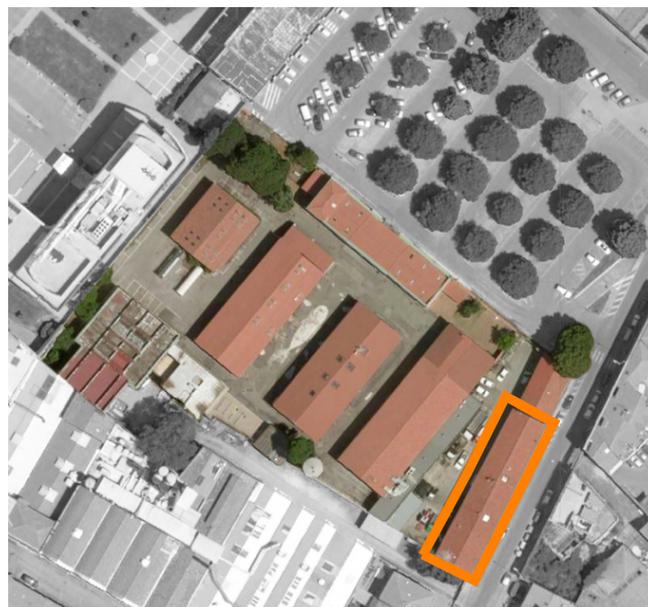


Tavola: **Ac - REL**

Scala: **-**

Spazio riservato agli uffici:

DOTT. ING. IR. ROBERTO FERRARA

Via S. di Santarosa, n°53 – 59100 Prato, Cell. 329-9812156 roberto.ing.ferrara@gmail.com, roberto.ferrara2@ingpec.eu

## VALUTAZIONI IN ACUSTICA EDILIZIA

### VALUTAZIONE DELLE SOLUZIONI COSTRUTTIVE PER IL SODDISFACIMENTO DI REQUISITI ACUSTICI

ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto Ministeriale 11/10/2017

OFFICINA GIOVANI - RECUPERO DEL BLOCCO EX CONSIAG - PIAZZA DEI MACELLI 4

**Committente:**  
COMUNE DI PRATO

**Tecnico competente in Acustica**  
Ing. Ir. Roberto Ferrara  
Via S. di Santarosa, n°53 – 59100 Prato (Po)  
Elenco nazionale ENTECA (D.Lgs. 42/2017) n. 8267

#### Il Tecnico

Ing. Ir. Roberto Ferrara

Tecnico competente in acustica Ambientale n°8267 dell'elenco Nazionale ENTECA  
Ingegnere Civile e Ambientale Iunior n°B74 Ordine Ingg. Di Prato



## INDICE

1.	PREMESSA.....	3
2.	DESCRIZIONE SINTETICA DELL'INTERVENTO .....	3
3.	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	3
3.1	D.P.C.M. 5-12-97.....	4
3.2	Decreto ministeriale 23/06/2022 .....	5
3.3	Valori di confronto .....	8
4.	AMBIENTI E ELEMENTI TECNICI OGGETTO DI VERIFICA .....	8
5.	METODI DI CALCOLO PREVISIONALE.....	10
5.1	previsionale dell'indice di valutazione del pot fonoisolante apparente tra ambienti adiacenti ( $R'_w$ ) ..	10
5.1	Calcolo previsionale dell'indice di valutazione dell'isolam. acust standardizzato di facciata ( $D_{2m,nt,w}$ ) ..	12
5.2	Impianti tecnologici a funzionamento continuo e discontinuo .....	13
6.	CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI .....	14
7.	VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE A PARTIRE DALLE PRESTAZIONI DI PRODOTTI.....	19
7.1	Indice dell'isolamento acustico di facciata.....	19
7.2	Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente .....	23
8.	INCERTEZZA – GRADO DI CONFIDENZA .....	27
9.	CONCLUSIONI .....	28
9.1	Pareti di facciata .....	28
9.2	Pareti di separazione .....	28
9.3	Prescrizioni tecniche per impianti.....	28
10.	CRITERI DI POSA IN OPERA .....	30
10.1	Infissi Esterni .....	30
10.2	Contropareti fonoisolanti e cavedi impiantistici .....	32

## 1. PREMESSA

Scopo della presente relazione è la valutazione previsionale delle soluzioni costruttive idonee al soddisfacimento di requisiti acustici, relative al progetto di *“Recupero del blocco ex Consiag”*. Il progetto fa parte di un più ampio intervento edilizio di recupero di edifici del complesso edilizio ex Macelli Pubblici. La verifica previsionale viene condotta per il rispetto dei requisiti acustici passivi, secondo il DPCM 5/12/97, e per il rispetto delle prescrizioni CAM di cui al Decreto Ministeriale 23/06/2022.

## 2. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'INTERVENTO

L'edificio in oggetto si trova a est, nella zona perimetrale dell'intero lotto del centro culturale di Officina Giovani che si affaccia su via Paolo dell'Abbaco. Il fabbricato presenta una struttura mista in pietra e laterizio ed ospita attualmente più magazzini al piano terreno e uffici del cantiere comunale in una parte del piano primo e un appartamento residenziale, nell'altra.

Il progetto prevede la riqualificazione e la ristrutturazione dell'intero fabbricato al fine di dare nuove funzioni ai locali esistenti che ospiteranno laboratori, residenze per artisti oltre ad una nuova cabina elettrica a supporto di tutto l'intero centro culturale. Nello specifico è prevista la suddivisione dell'edificio in due distinte unità immobiliari, il piano terra composto da unità immobiliare artigianale e il piano primo costituito da unità immobiliare equiparabile a civile abitazione; oltre alla realizzazione di una cabina elettrica Enel posizionata nella parte terminale dell'edificio e disposta su due piani collegati da una scala interna di nuova realizzazione. Il solaio interpiano dell'edificio acquisisce pertanto, con l'intervento edilizio, funzione divisoria tra distinte unità immobiliari.

Dal punto di vista acustico gli interventi pertinenti sono il ripristino dell'intonaco di pareti esterne, la sostituzione dei serramenti esterni con modifica dimensionale, l'installazione di nuovi impianti di climatizzazione, smaltimento acque reflue, idrico-sanitario, la realizzazione di un controsoffitto al solaio interpiano, di contropareti fonoisolanti interne.

## 3. RIFERIMENTI NORMATIVI

Nell'esecuzione del procedimento di valutazione previsionale delle prestazioni acustiche e confronto con i requisiti acustici passivi, si fa riferimento alla seguente legislazione nazionale e normativa tecnica:

- 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”*.
- Linee Guida per i controlli sui requisiti acustici passivi degli edifici, Regione Toscana - settembre 2017.
- D.lgs. 50/2016 Codice degli appalti e modifiche apportate dal D.lgs. 56/2017 e s.m.i.
- DM 23/06/2022 Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi;

- UNI EN 12354-1 (2017) - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti
- UNI EN 12354-3 (2017) Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea.
- UNI/TR 11175 (novembre 2005) Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale
- UNI 11173 (agosto 2005) Finestre, porte e facciate continue - Criteri di scelta in base alla permeabilità all'aria, tenuta all'acqua, resistenza al vento, trasmittanza termica ed isolamento acustico.
- UNI 11367:2023 Acustica in edilizia – Classificazione delle unità immobiliari – Procedura di valutazione e verifica in opera

### 3.1 D.P.C.M. 5-12-97

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. Gli ambienti per i quali vige l'obbligo del rispetto dei requisiti acustici passivi sono quindi quelli adibiti a spazio coworking, ufficio dell'unità immobiliare di progetto.

Le grandezze che caratterizzano i requisiti acustici passivi degli edifici sono definite nell'allegato A del medesimo, che ne costituisce parte integrante, e sono:

- il potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra ambienti ( $R_w$ );  
Il DPCM 05/12/97 chiarisce che  $R_w$  si riferisce ad elementi di separazione fra distinte unità immobiliari.
- l'isolamento acustico standardizzato di facciata ( $D_{2m,nT,w}$ );
- il livello di rumore di calpestio di solai normalizzato ( $L_{n,w}$ );
- $L_{ASmax}$ : livello massimo di pressione sonora ponderata A con costante di tempo slow. Si valuta nella misura della rumorosità degli impianti a funzionamento discontinuo
- $L_{Aeq}$ : livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A. Si valuta nella misura della rumorosità degli impianti a funzionamento continuo.

Si precisa che i livelli  $L_{ASmax}$  e  $L_{Aeq}$  debbono essere misurati nei locali in cui non si origina il rumore e appartenenti ad unità immobiliare diversa rispetto a quella servita dall'impianto stesso.

Il D.P.C.M. 5/12/1997 classifica gli ambienti abitativi in sette differenti categorie, riportate nella Tabella A, allegata al decreto stesso. L'unità immobiliare di piano terra, a destinazione artigianale, è esclusa dalla disciplina del DPCM.

I fini dell'individuazione della categoria di edifici alla quale riferirsi, si considererà per l'unità immobiliare di piano primo la categoria A "edifici adibiti a residenza o assimilabili", per la quale valgono i seguenti limiti:

Valori dei parametri indicati nel DPCM del 5/12/1997		
Cat. A – Residenze e assimilabili		
$R'_w \geq$	<b>50</b>	Indice del potere fonoisolante apparente
$D_{2m,nT,w} \geq$	<b>40</b>	Indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata
$L'_{n,w} \leq$	<b>63</b>	Indice di valutazione del livello apparente normalizzato di rumore da calpestio
$L_{ASmax} \leq$	<b>35</b>	Livello massimo di pressione sonora
$L_{Aeq} \leq$	<b>35</b>	Livello continuo equivalente di pressione sonora

Tabella A: Requisiti Acustici Passivi degli edifici dei componenti e degli impianti tecnologici

Trattandosi di intervento su edificio costituito, nello stato di progetto, da due distinte unità immobiliari, i requisiti acustici pertinenti sono i seguenti:

1. Indice del potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra ambienti ( $R_w$ ); in riferimento al rumore generato all'interno degli ambienti di P.T nei confronti degli ambienti abitativi dell'unità di piano primo.
2. Indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata ( $D_{2m,nT,w}$ ); in riferimento alle pareti esterne degli "ambienti abitativi" dell'unità di piano primo
3.  $L_{ASmax}$ : livello massimo di pressione sonora ponderata A con costante di tempo slow. Si valuta la rumorosità degli impianti a funzionamento discontinuo in riferimento al rumore generato dagli impianti dell'unità di P.1°
4.  $L_{Aeq}$ : livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A. Si valuta la rumorosità degli impianti a funzionamento continuo in riferimento al rumore generato dagli impianti dell'unità di P.T e imesso negli ambienti abitativi dell'unità di P.1°.

### 3.2 Decreto ministeriale 23/06/2022

Il Decreto Ministeriale contiene prescrizioni riguardanti le opere acustiche ed i materiali ad esse affini; si riportano di seguito i paragrafi pertinenti:

- Sotto Paragrafo 2.4.11 - Prestazioni e comfort acustici;
- Sotto Paragrafo 2.5.1 - CIs confezionati in cantiere e preconfezionati (specifiche tecniche dei prodotti da costruzione);
- Sotto Paragrafo 2.5.5 - Laterizi (specifiche tecniche dei prodotti da costruzione);
- Sotto Paragrafo 2.5.8 – Tramezzature e controsoffitti (specifiche tecniche dei prodotti da costruzione);
- Sotto Paragrafo 2.5.7 - Isolanti termici ed acustici (specifiche tecniche dei prodotti da costruzione);
- Sotto Paragrafo 2.6.1 - Prestazioni ambientali (specifiche tecniche del cantiere).
- Sotto Paragrafo 2.5.12 – Tubazioni in PVC e Polipropilene (specifiche tecniche dei prodotti da costruzione)

- *Sotto Paragrafo 2.5.11 – Serramenti e oscuranti in PVC (specifiche tecniche dei prodotti da costruzione)*

**Sotto paragrafo 2.5.7 DM 11/10/17 Isolanti Termici ed Acustici**

Gli isolanti utilizzati dovranno rispettare i criteri indicati nel Decreto Ministeriale in questione:

- *I materiali isolanti termici utilizzati per l'isolamento dell'involucro dell'edificio devono possedere la marcatura CE, grazie all'applicazione di una norma di prodotto armonizzata come materiale isolante o grazie ad un ETA per cui il fabbricante può redigere la DoP (dichiarazione di prestazione) e apporre la marcatura CE. ....*
- *non sono aggiunte sostanze incluse nell'elenco di sostanze estremamente preoccupanti candidate all'autorizzazione (Substances of Very High Concern-SVHC), secondo il regolamento REACH (Regolamento (CE) n. 1907/2006), in concentrazione superiore allo 0,1 % (peso/peso). Sono fatte salve le eventuali specifiche autorizzazioni all'uso previste dallo stesso Regolamento per le sostanze inserite nell'Allegato XIV e specifiche restrizioni previste nell'Allegato XVII del Regolamento.*
- *Non sono prodotti con agenti espandenti che causino la riduzione dello strato di ozono (ODP), come per esempio gli HCFC; f)*
- *Non sono prodotti o formulati utilizzando catalizzatori al piombo quando spruzzati o nel corso della formazione della schiuma di plastica;*
- *Se costituiti da lane minerali, sono conformi alla Nota Q o alla Nota R di cui al regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP) e s.m.i.; i) Se sono costituiti da uno o più dei materiali elencati nella seguente tabella, tali materiali devono contenere le quantità minime di materiale riciclato ovvero recuperato o di sottoprodotti ivi indicate, misurate sul peso, come somma delle tre frazioni. I materiali isolanti non elencati in tabella si possono ugualmente usare e per essi non è richiesto un contenuto minimo di una delle tre frazioni anzidette.*

**Sotto paragrafo 2.4.11 DM 23/06/22 Prestazioni e comfort acustici**

- *i valori prestazionali dei requisiti acustici passivi dei singoli elementi tecnici dell'edificio, partizioni orizzontali e verticali, facciate, impianti tecnici, definiti dalla norma UNI 11367 corrispondono almeno a quelli della classe II del prospetto 1 di tale norma.*

Valori dei parametri indicati nella norma UNI 11367		
Classe II		
$R'_{w} \geq$	53	Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari
$D_{2m,nT,w} \geq$	40	Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata
$L'_{n,w} \leq$	58	Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari
$L_{i,d} \leq$	28	Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo
$L_{i,c} \leq$	33	Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo

Tabella 2: Valori dei parametri indicati nella norma UNI 11367

- *Gli ambienti interni, ad esclusione delle scuole, rispettano i valori indicati nell'appendice C della UNI 11367.*
- *Nel caso di interventi su edifici esistenti, si applicano le prescrizioni sopra indicate se l'intervento riguarda la ristrutturazione totale degli elementi edilizi di separazione tra ambienti interni ed ambienti esterni o tra unità immobiliari differenti e contermini, la realizzazione di nuove partizioni o di nuovi impianti. Per gli altri interventi su edifici esistenti va assicurato il miglioramento dei requisiti acustici passivi preesistenti*

Trattandosi di intervento su edificio esistente senza modifiche sostanziali sull'involucro edilizio il rispetto dei C.A.M. è limitato ai soli nuovi impianti tecnologici e al miglioramento delle prestazioni acustiche attuali.

Per quanto attiene agli impianti si applica l'obbligo del rispetto dei valori limite dei seguenti descrittori:

- $L_{icx}$ : Livello sonoro immesso da impianti a funzionamento continuo in ambienti diversi da quelli di installazione
- $L_{id}$ : Livello sonoro immesso da impianti a funzionamento continuo in ambienti diversi da quelli di installazione

L'appendice D della Norma specifica che i descrittori suddetti si applicano al rumore generato da impianti di singole unità immobiliari che viene indotto in unità immobiliari diverse da quelle servite. Inoltre, al punto D.6 è specificato che tali valutazioni debbano essere effettuate in ambienti abitativi acusticamente verificabili di unità immobiliari diverse da quelle servite dagli impianti individuali o in ambienti accessori o di servizio del sistema edilizio.

Per quanto riguarda il miglioramento delle prestazioni acustiche attuali questo è conseguito, in relazione alle pareti esterne di facciata mediante la sostituzione dei serramenti esterni, in relazione al solaio divisorio mediante la realizzazione di nuovo controsoffitto fonoisolante.

### 3.3 Valori di confronto

Dovendo rispettare i disposti di entrambi i decreti, i valori di confronto (requisiti) da soddisfare sono pertanto, nel caso gli stessi siano disciplinati dal DPCM 5/12/97 e della norma UNI 11367, i valori più stringenti della stessa grandezza acustica. La presente valutazione è pertanto finalizzata al soddisfacimento dei seguenti requisiti acustici:

<b>Valori di confronto – requisiti (DM 11/10/2017 - UNI 11367 e DPCM 5/12/97)</b>			
Indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata	Pareti esterne degli ambienti abitativi dell'unità di P.1°	$D_{2m,nT,w}$	$\geq 40$ dB
Indice del potere fonoisolante apparente tra distinte U.I.	soffitto interpiano con ambienti ricettori gli ambienti abitativi dell'unità di P.1°	$R'_w \geq$	$\geq 50$ dB
Livello sonoro immesso da impianti a funzionamento continuo in ambienti diversi da quelli di installazione	impianti dell'unità di P.T e dell'unità di P.1°	$L_{i,c}$	<b>Non pertinente*</b>
Livello sonoro immesso da impianti a funzionamento continuo in ambienti diversi da quelli di installazione	impianti dell'unità di P.T e impianti in cabina elettrica con ambienti ricettori gli ambienti abitativi dell'unità di P.1°	$L_{i,d}$	$\leq 33$ dB

Tabella 3: Sintesi dei requisiti Acustici da rispettare

\* Il requisito non si applica al caso specifico in quanto:

- gli impianti a funzionamento discontinuo dell'unità immobiliare artigianale di piano terra non sono suscettibili di produrre un rumore significativo negli ambienti abitativi dell'unità di piano primo.
- nonostante gli impianti a funzionamento discontinuo dell'unità immobiliare per civile abitazione di piano primo possano propagare il rumore verso e all'interno degli ambienti dell'unità di piano terra questa, a destinazione artigianale, è esclusa dall'ambito di applicazione del D.P.C.M. 5/12/97 e dal campo di applicazione della norma UNI 11367.

Per il rumore prodotto dagli impianti tecnologici a funzionamento continuo oggetto di installazione, immesso in unità immobiliari diverse da quelle oggetto di intervento, si rimanda alle argomentazioni contenute nel paragrafo 9.2.

### 4. AMBIENTI E ELEMENTI TECNICI OGGETTO DI VERIFICA

Sono oggetto di valutazione gli "ambienti abitativi" dell'edificio di progetto.

In figura 1 e 2 sono riportate le piante nello stato di progetto dell'edificio; gli ambienti oggetto di valutazione sono indicati da una campitura colorata.

Al fine di conseguire il rispetto dei requisiti della tabella 3 il progetto prevede la sostituzione dei serramenti esterni con specifiche prestazioni acustiche, la realizzazione di un controsoffitto fonoisolante all'intradosso del solaio interpiano, la realizzazione di una contro parete fonoisolante, dal lato delle camere, per la parete che divide le camere dalla

cabina elettrica, l'utilizzo di tubazioni silenziate e la realizzazione di cavedi con chiusure fonoisolanti.

La controparete fonoisolante, benchè non richiesto dai disposti normativi, viene estesa anche al laboratorio 4 dell'unità di P.T.

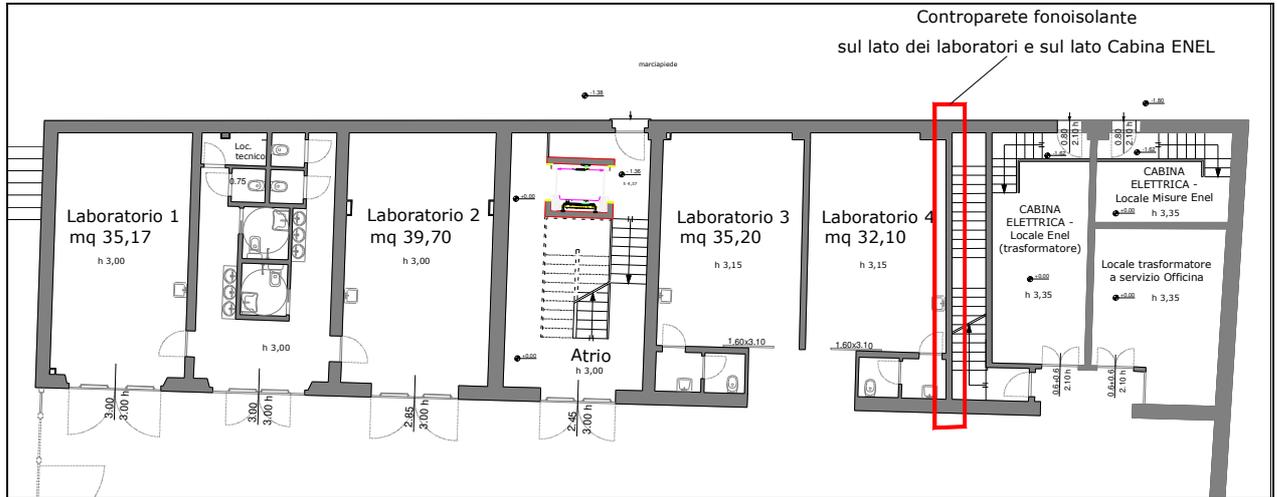


Fig. 1: Pianta piano terra dell'edificio

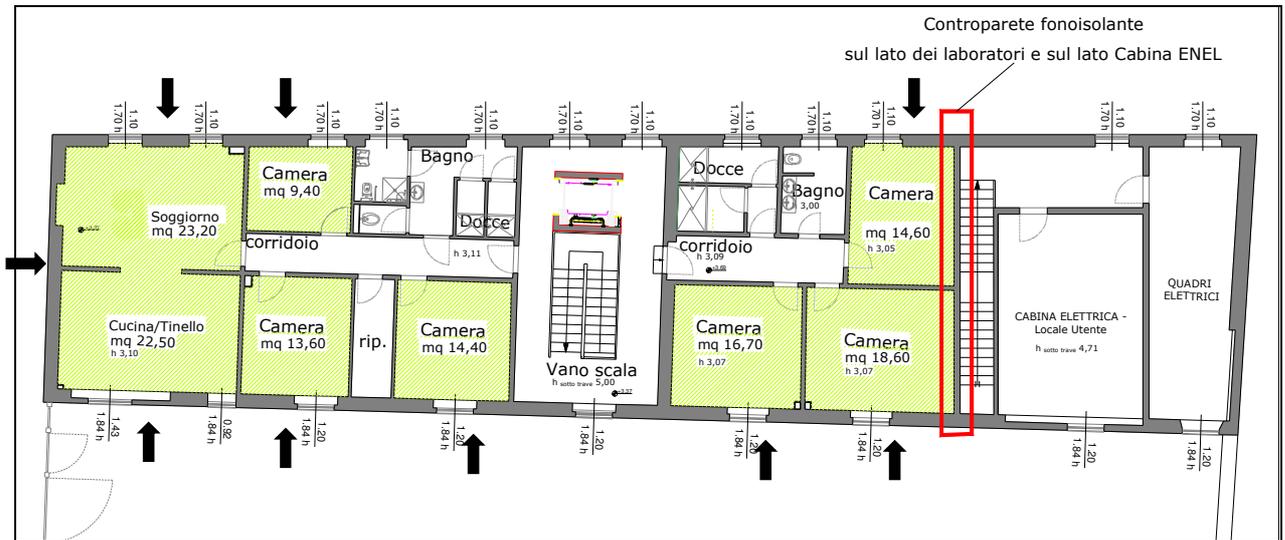


Fig. 2: Pianta piano primo dell'edificio con indicazione degli "ambienti abitativi" oggetto di verifica

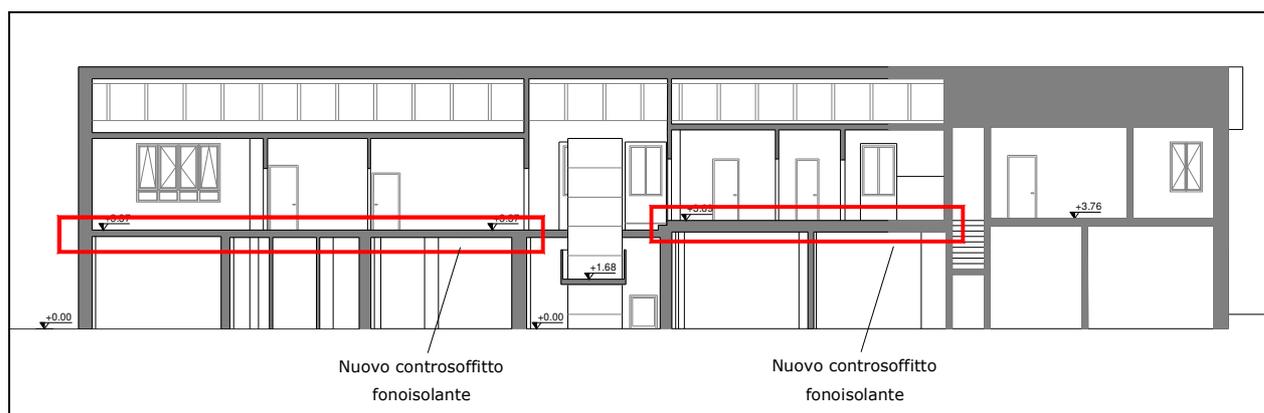


Fig. 3: Sezione dell'edificio con indicazione del solaio interpiano oggetto di verifica

## 5. METODI DI CALCOLO PREVISIONALE

Gli indici di valutazione delle prestazioni acustiche degli edifici, da confrontare con i requisiti di cui al D.P.C.M. 5/12/97, sono determinati previsionalmente secondo le procedure descritte dalla serie delle norme UNI EN ISO 12354. La parte 1 descrive i modelli di calcolo per valutare l'isolamento dal rumore trasmesso per via aerea tra ambienti situati in edifici (non pertinente al caso specifico). La parte 2 definisce i modelli di calcolo per valutare l'isolamento acustico al calpestio tra ambienti sovrapposti (non pertinente al caso specifico). La parte 3 definisce un modello di calcolo per valutare l'isolamento acustico o la differenza di livello di pressione sonora di una facciata o di un'altra superficie esterna di un edificio.

### 5.1 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
- percorsi di trasmissione per fiancheggiamento dovuti alle strutture laterali
- eventuali percorsi di trasmissione aerea del suono
- 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).

Poiché  $R'$  varia al variare della frequenza, per ottenere un unico indice di valutazione ( $R'_w$ ), si utilizza una procedura normalizzata. La trasmissione complessiva di potenza sonora tra due ambienti è risultato della somma di diversi percorsi di trasmissione: percorso diretto  $D_d$  e percorsi indiretti  $D_f$ ,  $F_d$ ,  $F_f$ . Considerando 4 giunti, si ha un totale di 13 percorsi di trasmissione indipendenti.

La formula seguente, tratta dalla UNI EN 12354-1:2017, consente di calcolare  $R'_w$  considerando  $R_{Dd}$ ,  $R_{Ff}$ ,  $R_{Df}$  e  $R_{Fd}$ , valori del potere fonoisolante per la trasmissione che avviene attraverso il percorso diretto ( $D_d$ ) e per i percorsi laterali ( $F_f$ ,  $D_f$  e  $F_d$ ), i piccoli elementi e la trasmissione indiretta per via aerea. Per semplicità  $ij=Ff$ ,  $Fd$  o  $Df$ :

$$R'_w = -10 \cdot \log \left( 10^{\frac{R_{Dd,w}}{10}} + \sum 10^{\frac{R_{ij,w}}{10}} + \frac{A_o}{S_s} \cdot \sum_{j=1}^m 10^{\frac{D_{n,j,w}}{10}} \right) dB$$

Con

- $R_{Dd,w}$  indice di valutazione del potere fonoisolante per la trasmissione diretta;
- $R_{ij,w}$  indice di valutazione del potere fonoisolante dovuto all'apposizione di strati di rivestimento lungo il percorso i-j;
- $D_{n,j,w}$  indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato per la trasmissione attraverso un piccolo elemento tecnico ( $D_{n,e}$ ) o un sistema di trasmissione indiretta per via aerea attraverso un sistema s ( $D_{n,s}$ );
- $S_s$  è l'area dell'elemento di separazione;
- $A_o$  è l'area di assorbimento equivalente di riferimento,  $A_o = 10 \text{ m}^2$ .

$R_{ij,w}$ , incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante dovuto all'apposizione di strati di rivestimento lungo il percorso i-j, e espresso dalla relazione seguente:

$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w} + R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10 \cdot \log \frac{S_s}{I_o I_{ij}} dB$$

Per le costruzioni leggere con telaio di acciaio o di legno, invece, è determinato utilizzando la formula seguente:

$$R_{ij,w} = D_{n,f,ij,w} + 10 \cdot \log \frac{I_{lab} S_s}{I_{ij} A_o} dB$$

Con

- $R_{i,w}/R_{j,w}$  indice di valutazione del potere fonoisolante delle due strutture interessate;
- $\Delta R_{ij,w}$  è dovuto all'apposizione di strati aggiuntivi di rivestimento alle strutture i e j lungo il percorso i-j;
- $\Delta R_{i,w}$  e  $\Delta R_{j,w}$ , sono ricavati da prove di laboratorio oppure in funzione della frequenza di risonanza del sistema "struttura di base-rivestimento" (UNI EN 12354-1, Appendice D);
- $K_{ij}$  è l'indice di riduzione delle vibrazioni: dipende dal tipo di giunto (rigido o elastico, a croce o a T) e dal valore della massa superficiale delle pareti collegate ad angolo retto fra di loro (UNI EN 12354-1, Appendice E);
- $l_o$  è la lunghezza di riferimento,  $l_o = 1 \text{ m}$ ;
- $l_{ij}$  è la lunghezza del giunto tra le due strutture;
- $D_{n,f,ij,w}$  è l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato per la trasmissione laterale lungo il percorso i-j;
- $l_{lab}$ , per gli elementi laterali orizzontali come i soffitti e solitamente di 4,5 m e per elementi verticali laterali come facciate e di solito 2,5 m.

Dal valore di  $R'_w$  si ottiene l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione (UNI/TR 11175 [18]):

$$D_{nT,w} = R'_w + 10 \cdot \log \frac{V}{3 \cdot S_s} dB$$

Con

- V volume del locale ricevente (m<sup>3</sup>);
- S<sub>s</sub> e l'area dell'elemento di separazione (m<sup>2</sup>).

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

### 5.1 Calcolo previsionale dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata (D<sub>2m,nT,w</sub>)

L'isolamento acustico standardizzato di facciata D<sub>2m,nT,w</sub> è una grandezza che esprime la quantità di energia sonora trasmessa dalla parete perimetrale dell'unità immobiliare. L'isolamento acustico offerto dalla facciata si valuta secondo l'espressione (tratta dalla UNI EN 12354:3:2017):

$$D_{2m,nT,w} = R'_w + \Delta L_{fs} + 10 \cdot \log C_{sab} \frac{V}{T_0 \cdot S} \text{ dB}$$

Con

- C<sub>sab</sub> costante di Sabine, in secondi per metro con C<sub>sab</sub> = 0,16 s/m;
- S superficie della facciata vista dall'interno (cioè la somma delle aree di tutti gli elementi di facciata), in metri quadri; [m<sup>2</sup>];
- D<sub>n,e,wi</sub>, indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di piccoli elementi presenti in facciata [dB];
- k coefficiente correttivo che tiene conto delle trasmissioni per fiancheggiamento;
- V è il volume dell'ambiente ricevente [m<sup>3</sup>],
- S è l'area totale della facciata vista dall'interno [m<sup>2</sup>];
- T<sub>0</sub> è il tempo di riverbero di riferimento pari a 0,5 s;
- D<sub>Lfs</sub> è il fattore correttivo dovuto alla forma della facciata;
- Δ<sub>Lfs</sub> è l'isolamento acustico per la forma della facciata, in decibel che dipende dalla forma della facciata, dall'assorbimento acustico delle superfici aggettanti (balconi) e dalla direzione del campo sonoro (UNI EN 12354-3, Appendice C).

R'w, l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente, è espresso dalla seguente relazione:

$$R'_w = -10 \cdot \log \left[ \sum \frac{S_i}{S} \cdot 10^{\left(\frac{R_{w,i}}{10}\right)} + \sum \frac{A_0}{S} 10^{\left(\frac{D_{n,e,wi}}{10}\right)} \right] - K \text{ dB}$$

dove:

- R<sub>w,i</sub> è l'indice di valutazione del potere fonoisolante del componente i-esimo, di superficie S<sub>i</sub>;
- A<sub>0</sub> = 10 m<sup>2</sup>;
- D<sub>n,e,wi</sub> è l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato del piccolo elemento i-esimo (bocchette di ventilazione, ingressi d'aria, cassonetti delle tapparelle, condotti elettrici);
- K è la correzione per il contributo globale della trasmissione laterale (pari a 0 dB per elementi di facciata non connessi, 2 dB per elementi di facciata pesanti con giunti rigidi).

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.

## **5.2 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 alloggio 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, fornendo indicazioni e prescrizioni sulla scelta dei componenti e sulla loro posa in opera.

## 6. CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

Il D.P.C.M. 5/12/97 prescrive che le prestazioni di isolamento acustico dei componenti siano assicurate in opera: le prestazioni acustiche dei singoli elementi che compongono l'edificio dipendono in buona parte dalle modalità costruttive e di posa in opera. Per alcune tipologie di stratigrafia di progetto, al fine di determinare il potere fonoisolante, si è scelto di ricorrere a formule di uso comune ricavabili dalla normativa tecnica di riferimento e/o da bibliografia e letteratura tecnico-scientifica. La prestazione acustiche così determinate, riguarda la sola struttura in esame realizzata con la stratigrafia e i materiali descritti da riferirsi a pareti integre e prive di scassi o aperture.

Le caratteristiche acustiche calcolate, presuppongono una adeguata posa in opera degli elementi costruttivi, secondo la buona regola dell'arte.

Di seguito si riportano le caratteristiche degli elementi, oggetto di valutazione e verifica, che costituiscono l'involucro edilizio in esame, secondo la documentazione ricevuta, con le indicazioni sui metodi di calcolo adottati per determinarne le caratteristiche acustiche.

### Parete esterna di facciata esistente

Descrizione	<u>Parete in mattoni e pietra.</u>
Composizione	Parete composta da pietre e corsi di mattoni pieni con intonaci da ambo i lati di spessore variabile. Considerando lo spessore minore, 45 cm, si stima una massa superficiale di circa 650 kg/m <sup>2</sup> ;
Origine Dati	Parete singola - I.E.N. G.Ferraris, $R_w = 20 \log m' - 2$ [ $m' \geq 80 \text{ kg/m}^2$ ]Fonte: I.E.N. G. Ferraris (UNI/TR 11175). Nella formula è compreso il fattore cautelativo uguale a -2 dB.
Spessore	45 cm
Massa Sup.	650 kg/m <sup>2</sup>
R <sub>w</sub>	54 dB

### SERRAMENTI ESTERNI

La scelta dei serramenti di facciata deriva dalle prestazioni minime desunte dalle verifiche previsionali per il soddisfacimento dei requisiti acustici passivi.

Ciò posto, nel caso in cui i serramenti effettivamente installati dovessero essere differenti dai prodotti indicati, al fine di conseguire il rispetto dei valori limite di isolamento acustico di facciata, è necessario che i sistemi scelti siano caratterizzati dalle medesime prestazioni acustiche certificate in laboratorio secondo la normativa vigente.

#### SE.01

Descrizione	<u>Serramento 6/6-16-6/7 (R<sub>w</sub> ≥ 40. dB).</u>
Composizione	Serramento con vetrata stratificata con PVB acustico di almeno 6/6 mm + 6/7 mm e camera di almeno 15/16 mm riempita con aria o argon. Oppure serramento con vetrocamera avente potere fonoisolante misurato sperimentalmente uguale o maggiore di 40 dB e con guarnizione esterna in corrispondenza della battuta dei telai, guarnizione centrale e

guarnizione interna.

Il potere fonoisolante di progetto del serramento  $R_{wRfinestra}$  è valutato partendo dal valore certificato del vetro corretto dai coefficienti di aggiustamento e tenuto conto della classe di permeabilità all'aria mediante la seguente relazione:

$$R_{wRfinestra} = R_W + K_p + K_{RA} + K_{DS} + K_{FG} + K_{F1,5} + K_{F,3} + K_{GB}$$

$R_{w c, CORRETTO}$       **38 dB**

#### **PARETE INTERNA VERSO cabina elettrica - PI.01**

---

Descrizione      Parete esistente in in mattoni pieni a una testa, controparete fonoisolante.

Composizione      Parete composta da:

1. parete in laterizio pieno, intonaci in malta bastarda, per la quale è ipotizzabile una massa superficiale di circa 280 kg/m<sup>2</sup>

controparete autoportante dal lato delle camere, composta da:

2. n. 2 guide orizzontali, una inferiore ed una superiore, realizzate con profilati in acciaio zincato a forma di "U", sezione nominale d'ingombro 50 × 40 mm e spessore nominale della lamiera 0,6 mm, poste a circa 10 mm dal muro, fissate al pavimento e soffitto mediante tasselli previa interposizione di nastro di disgiunzione mono-adesivo;  
montanti realizzati con profilati in acciaio zincato sagomati a forma di "C", sezione nominale d'ingombro 50 × 50 mm e spessore nominale della lamiera 0,6 mm, posti ad interasse nominale di 600 mm ed inseriti alle estremità nelle guide sopra descritte;
3. intercapedine riempita con strato di materiale isolante, pannelli in lana di vetro/roccia a doppia densità non rivestito, formato: 1200 x 600 mm e spessore 60 mm, conducibilità termica  $\lambda_D = 0,033$  W/mK, Densità nominale: 70 kg/m<sup>3</sup>, Classe di reazione al fuoco: Euroclasse A1, Tipo ROCKWOOL ACOUSTIC 225 PLUS
4. pannellatura di rivestimento realizzata con pannello in gesso fibra tipo Vidiwall, spessore 12,5 mm, densità 1250 Kg/m; la lastre è fissata alla struttura portante a mezzo di viti autoperforanti fosfatate poste ad interasse di 250 mm; le giunzioni tra le lastre sono rifinite tramite l'applicazione di nastro microforato e stucco coprifuga.

controparete incollata dal lato della cabina ENEL, composta da:

5. Controparete fonoisolante composta da lastra in gesso rivestito, 12,5 mm, preaccoppiata a lana di vetro (densità 85 kg/m<sup>3</sup>) spessore 20 mm, spessore complessivo 32,5 mm. La lastra va incollata al muro con l'apposito adesivo applicato a tamponi e le fughe fra le lastre vengono adeguatamente sigillate con nasro e stuccate. La lastra va incollata al muro tenendola separata dal pavimento montandole su degli spessori che vanno tolti dopo la presa della colla. Lo spazio fra parete e pavimento sarà successivamente riempito con una fascia di polietilene espanso o un feltro di fibra di vetro.

Spessore contr. 7,3 + 3,2 cm

Origine Dati Parete singola - I.E.N. G.Ferraris,  $R_w = 20 \log m' - 2$  [ $m' \geq 80 \text{ kg/m}^2$ ]Fonte: I.E.N. G. Ferraris (UNI/TR 11175). Nella formula è compreso il fattore cautelativo uguale a -2 dB.

$R_{w \text{ base}}$  45 dB

L'incremento del potere fonoisolante può essere stimato a partire dalla frequenza di risonanza del sistema parete+controfodera secondo la seguente relazione:

$$f_0 = 160 \cdot \sqrt{\frac{0.111}{d} \cdot \left( \frac{1}{m'1} + \frac{1}{m'2} \right)}$$

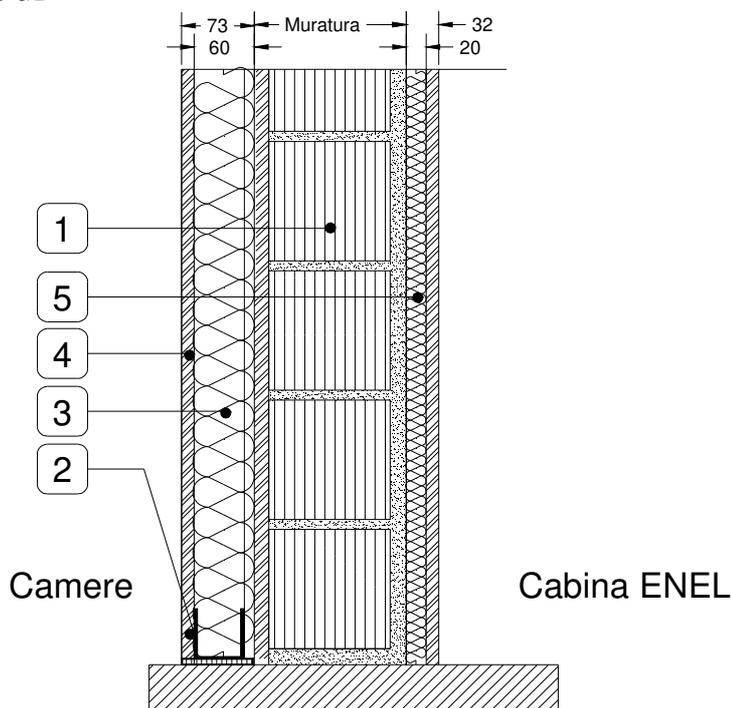
Indice di attenuazione del rivestimento:

- $d'$  = distanza dell'intercapedine (m);
- $m'1$  = massa areica della struttura di base ( $\text{Kg/m}^2$ );
- $m'2$  = massa areica della controparete ( $\text{Kg/m}^2$ );
- $f_0$  = frequenza di risonanza, pari a 46 Hz.

L'incremento del potere fonoisolante determinato con la stessa relazione è pari a:

$\Delta R_w$  15,9+10/2= 21 dB

$R_w$  66 dB



**SOLAIO DIVISORIO (esistente) e E CONTROSOFFITTO (di nuova realizz.) – CS.01**

**Descrizione** Solaio in laterocemento e controsoffitto fonoisolante

**Composizione** Solaio presubilmente con travetti a traliccio cm e pignatte da 16 cm con 4 cm di soletta in calcestruzzo e 15 mm di intonaco all'intradosso. Massetto in cemento e sabbia, densità ipotizzata 250 kg/m<sup>2</sup>.

controsoffitto autoportante a orditura metallica semplice composto da:

2. Orditura metallica in acciaio zincato spessore mm 0,6 delle dimensioni di: - guide a "U" 75x40; - montanti a "C" 75x50 posti ad interasse di 400 mm, e isolata dalle perimetrali con nastro vinilico monoadesivo Knauf con funzione di taglio acustico, dello spessore di mm 3,5. L'orditura sarà pendinata, con pendini elastici, al soffitto e ribassata dello spessore necessario al passaggio degli impianti quali forassiti, ecc;
3. strato di materiale isolante realizzato mediante l'accostamento di rotoli in lana di vetro conducibilità termica dichiarata:  $\lambda_D$  0,037 W/mK, spessore 100 mm, densità 17 K/m<sup>3</sup>, reazione al fuoco (Euroclasse): A1 (EN 13501-1); resistenza al passaggio del vapore acqueo  $\mu$ : 1 (EN 12086), tipo Knauf "Ultracoustic R".  
l'isolante dovrà essere risvoltato sulle pareti verticali fino al soffitto.
4. Pannellatura di rivestimento realizzata con singolo strato di lastre fonoisolanti in gesso rivestito, spessore nominale 12 mm, densità 1250 Kg/m<sup>3</sup>; le lastre sono fissate alla struttura portante a mezzo di viti autoperforanti fosfatate poste ad interasse di 250 mm; le giunzioni tra le lastre sono rifinite tramite l'applicazione di nastro microforato e stucco coprifuga.

**Origine Dati** Solaio in laterocemento  $R_w = 23 \log m' - 8$  [ $250 \leq m' \leq 500 \text{ kg/m}^2$ ]  
Fonte: Laboratori Italiani

**Massa Sup.** 250

**R<sub>w</sub> SOLAIO NUDO** 47 dB

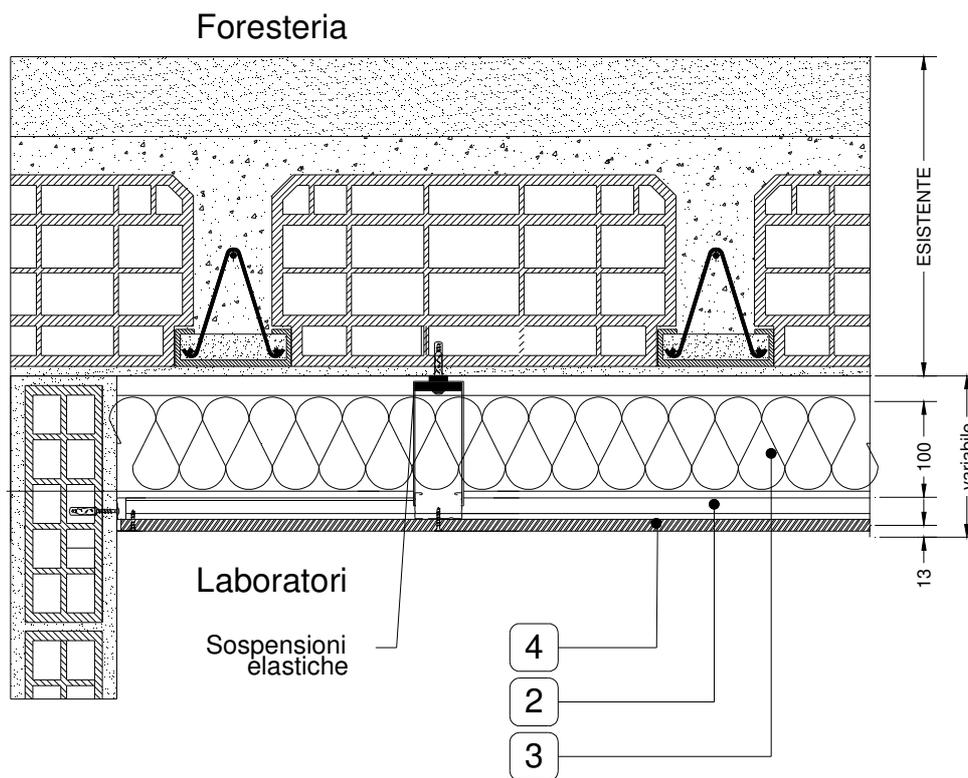
**L<sub>n,w</sub> SOLAIO NUDO** 87 dB

L'incremento del potere fonoisolante è dovuto al sistema solaio+controsoffitto. Il contributo è stimato a partire dalla frequenza di risonanza del sistema secondo la seguente relazione:

$$\Delta R_w = 74,4 - 20 \log(f_0) - R_w/2 - 2$$

**$\Delta R_w$  controsoff.** 15 dB

**R<sub>w</sub> tot** **62 dB**



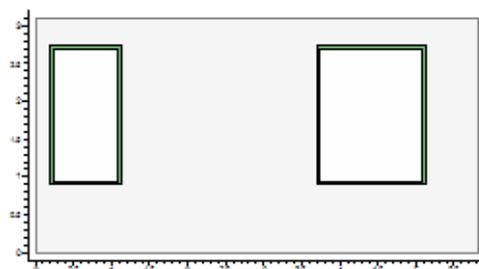
## 7. VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE A PARTIRE DALLE PRESTAZIONI DI PRODOTTI

In questo capitolo si riportano i risultati del calcolo previsionale delle prestazioni acustiche in opera di pareti e il confronto con i pertinenti requisiti. La valutazione viene condotta per alcune pareti, ritenute svantaggiate per rapporto tra sup. finestrata e sup. opaca; il risultato della valutazione può essere esteso a tutte le latre pareti esterne degli ambienti esaminati.

### 7.1 Indice dell'isolamento acustico di facciata

Isolamento acustico di facciata: Soggiorno-cucina tinello U.I. P.1°

Parete parete 1  
 Dimensioni (La x Lu x Al) 8.27 x 5.83 x 3.10 m



Parete Parete esterna  
 Superficie 18.07 m<sup>2</sup>  
 Trasmissione laterale K 2 dB: Elementi di facciata pesanti con giunti rigidi  
 DeltaL<sub>fs</sub> 0

Tipo	Codice	Dimensioni (La x Al)	Lunghezza
Serramento	SR.01	1.43 x 1.84 m	---
Serramento	SR.01	0.92 x 1.84 m	---

#### RISULTATI

R'<sub>w</sub> = 41.9 dB

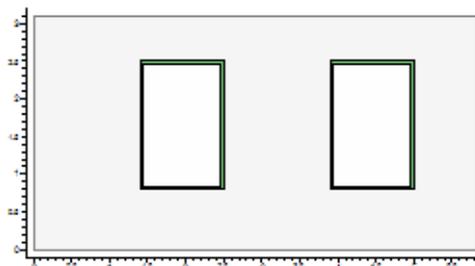
D<sub>2m,nT,w</sub> = **46.1 dB**

DPCM del 5/12/97: Cat. A - Residenze e assimilabili D<sub>2m,nT,w</sub> ≥ 40.0 dB

Verificato

Isolamento acustico di facciata: Soggiorno-cucina tinello U.I. P.1°

Parete parete 1  
 Dimensioni (La x Lu x Al) 8.27 x 5.83 x 3.10 m



Parete Parete esterna  
 Superficie 18.07 m<sup>2</sup>  
 Trasmissione laterale K 2 dB: Elementi di facciata pesanti con giunti rigidi  
 DeltaL<sub>fs</sub> 0

Tipo	Codice	Dimensioni (La x Al)	Lunghezza
Serramento	SR.01	1.10 x 1.70 m	---
Serramento	SR.01	1.10 x 1.70 m	---

RISULTATI

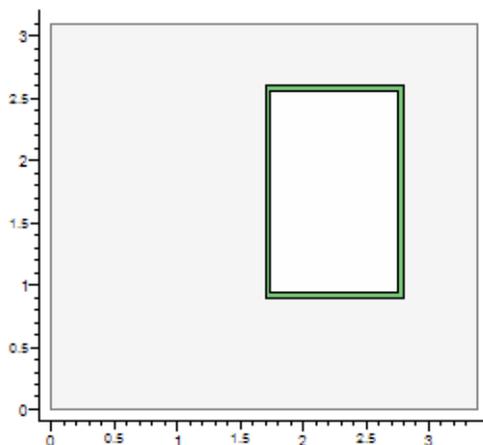
R'<sub>w</sub> = 42.4 dB

D<sub>2m,nT,w</sub> = **46.6 dB**

DPCM del 5/12/97: Cat. A - Residenze e assimilabili D<sub>2m,n,T,w</sub> ≥ 40.0 dB [Verificato](#)

Isolamento acustico di facciata: Camera s=9.4 mq U.I. P.1°

Ambiente Camera s=9.4 mq  
 Dimensioni (La x Lu x Al) 2.73 x 3.38 x 3.10 m



Parete Parete esterna  
 Superficie 10.48 m<sup>2</sup>  
 Trasmissione laterale K 2 dB: Elementi di facciata pesanti con giunti rigidi  
 DeltaL<sub>fs</sub> 0

Tipo	Codice	Dimensioni (La x Al)	Lunghezza
Serramento	SR.014	1.10 x 1.70 m	---

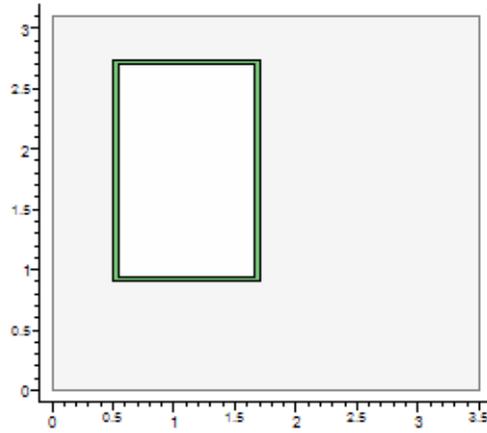
RISULTATI

R'<sub>w</sub> = 43.0 dB  
 D<sub>2m,nT,w</sub> = **42.4 dB**

DPCM del 5/12/97: Cat. A - Residenze e assimilabili D<sub>2m,n,T,w</sub> ≥ 40.0 dB [Verificato](#)

Isolamento acustico di facciata: Camera s=13.6 mq U.I. P.1°

Ambiente Camera s=13.6 mq  
 Dimensioni (La x Lu x Al) 3.88 x 3.50 x 3.10 m



Parete Parete esterna  
 Superficie 10.85 m<sup>2</sup>  
 Trasmissione laterale K 2 dB: Elementi di facciata pesanti con giunti rigidi  
 DeltaL<sub>fs</sub> 0

Tipo	Codice	Dimensioni (La x Al)	Lunghezza
Serramento	SR.014	1.20 x 1.84 m	---

RISULTATI

R'<sub>w</sub> = 42.5 dB  
 D<sub>2m,nT,w</sub> = **43.4 dB**

DPCM del 5/12/97: Cat. A - Residenze e assimilabili D<sub>2m,nT,w</sub> ≥ 40.0 dB

Verificato

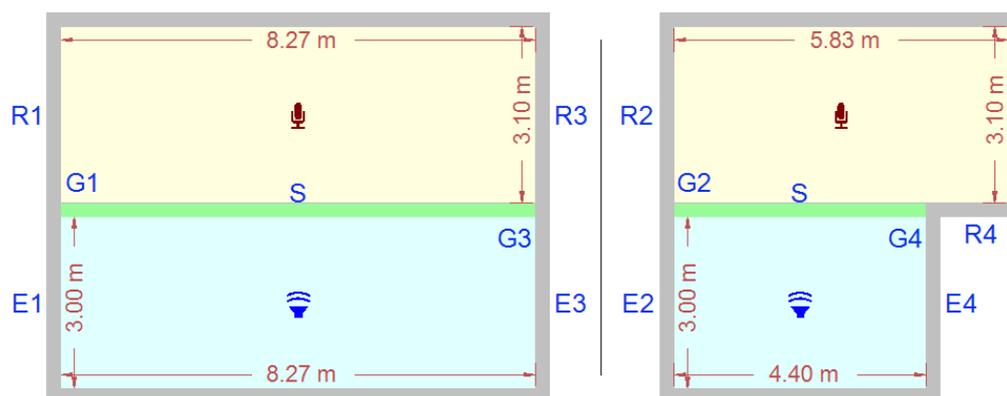
## 7.2 Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente

Isolamento acustico per via aerea (sovrapposti): Laboratorio 1 P.T. » Sogg. Cuc/Tinello P.1°

Dimensioni Ricevente (La x Lu x Al)	8.27 x 5.83 x 3.10 m
Dimensioni Emittente (La x Lu x Al)	8.27 x 4.40 x 3.00 m
Scostamento in larghezza (m)	0.00 m
Scostamento in lunghezza (m)	0.00 m

Vista in SEZIONE (larghezza)

Vista in SEZIONE (lunghezza)



Elementi			
Solaio S	Solaio interpiano	Pavimento ricevente	---
		Controsoffitto emittente	CS.01
Parete R1	Parete esterna	Controparete R1	---
Parete R2	Parete esterna	Controparete R2	---
Parete R3	Parete esterna	Controparete R3	---
Solaio R4	Solaio interpiano	Pavimento R4	---
Parete E1	Parete esterna	Controparete E1	---
Parete E2	Parete esterna	Controparete E2	---
Parete E3	Parete esterna	Controparete E3	---
Parete E4	Parete esterna	Controparete E4	---

	Giunto	Descrizione	L.	Kij			Dv,ij,n			Rij		
				Df	Fd	Ff	Df	Fd	Ff	Df	Fd	Ff
G1	A T per edificio pesante: giunti di elementi omogenei, trasmissione attraverso elementi omogenei	4.40	6.7	6.7	0.8	---	---	---	81.3	66.5	64.0	
G2	A T per edificio pesante: giunti di elementi omogenei, trasmissione attraverso elementi omogenei	8.27	6.7	6.7	0.8	---	---	---	78.5	63.7	61.2	

G3	A T per edificio pesante: giunti di elementi omogenei, trasmissione attraverso elementi omogenei	4.40	6.7	6.7	0.8	---	---	---	81.3	66.5	64.0
G4	A T con ambiente ricevente spostato per edificio pesante: giunti di elementi omogenei, trasmissione attraverso elementi omogenei	8.27	12.5	6.7	6.7	---	---	---	80.9	63.7	63.7

RISULTATI

$R'_w$  = **54.0 dB**

$D_{nT,w}$  = 55.2 dB

DPCM del 5/12/97: Cat. A - Residenze e assimilabili  $R'_w \geq 50.0$  dB

Verificato

Isolamento acustico per via aerea (sovrapposti): Laboratorio 4 P.T. » Camera s=18,6 mq P.1°

Dimensioni Ricevente (La x Lu x Al) 4.03 x 4.79 x 3.07 m

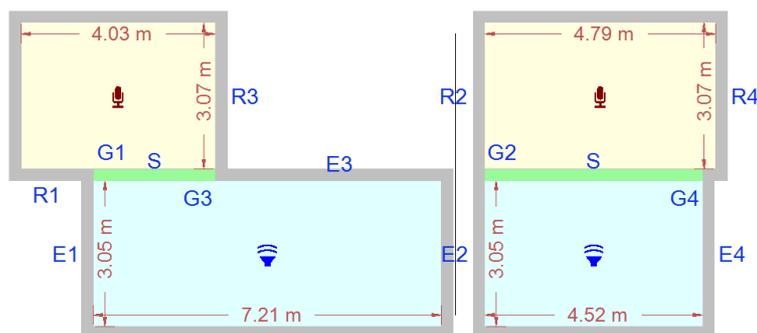
Dimensioni Emittente (La x Lu x Al) 7.21 x 4.52 x 3.05 m

Scostamento in larghezza (m) 1.50 m

Scostamento in lunghezza (m) 0.00 m

Vista in SEZIONE (larghezza)

Vista in SEZIONE (lunghezza)



Elementi			
Solaio S	Solaio interpiano	Pavimento ricevente	---
		Controsoffitto emittente	CS.01
Solaio R1	Solaio interpiano	Pavimento R1	---
Parete R2	PI.01	Controparete R2	CP.01
Parete R3	Parete esterna	Controparete R3	---
Parete R4	solaio	Controparete R4	---
Parete E1	PI.01	Controparete E1	---
Parete E2	PI.01	Controparete E2	CP.01
Solaio E3	Solaio interpiano	Controsoffitto E3	CS.01
Parete E4	PI.01	Controparete E4	---

Giunto		Kij				Dv,ij,n			Rij		
	Descrizione	L.	Df	Fd	Ff	Df	Fd	Ff	Df	Fd	Ff
G1	A T con ambiente ricevente spostato per edificio pesante: giunti di elementi omogenei, trasmissione attraverso elementi omogenei	4.52	6.4	5.7	5.7	---	---	---	72.4	55.8	55.8
G2	A croce per edificio pesante: giunti di elementi omogenei, trasmissione attraverso elementi omogenei	2.53	8.7	8.7	7.9	---	---	---	84.7	77.2	83.3
G3	A T con ambiente emittente spostato per edificio pesante: giunti di elementi omogenei, trasmissione attraverso elementi omogenei	4.52	6.7	12.5	6.7	---	---	---	76.1	78.5	76.1
G4	A croce per edificio pesante: giunti di elementi omogenei, trasmissione attraverso elementi omogenei	2.53	8.7	8.7	8.3	---	---	---	77.3	61.3	61.0

RISULTATI

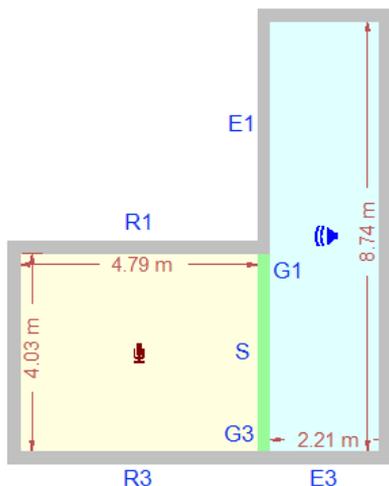
$R'_w = 51.2 \text{ dB}$

$D_{nT,w} = 53.4 \text{ dB}$

Isolamento acustico per via aerea (adiacenti): Cabina ENEL » Camera s=18,6 mq P.1°

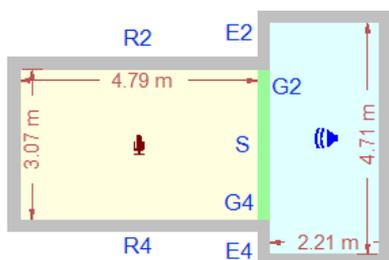
Dimensioni Ricevente (La x Lu x Al)	4.03 x 4.79 x 3.07 m
Dimensioni Emittente (La x Lu x Al)	8.74 x 2.21 x 4.71 m
Scostamento in larghezza (m)	0.00 m
Scostamento in altezza (m)	-0.70 m

Vista in PIANTA



Elementi			
Parete S	PI.01	Controparete ricevente	CP.01
		Controparete emittente	CP.02
Parete R1	PI.01	Controparete R1	---
Solaio R2	Solaio interpiano	Controsoffitto R2	---
Parete R3	Parete esterna	Controparete R3	---
Solaio R4	Solaio interpiano	Pavimento R4	---
Parete E1	PI.01	Controparete E1	CP.02
Parete E2	PI.01	Controparete E2	CP.02
Parete E3	Parete esterna	Controparete E3	---
Parete E4	PI.01	Controparete E4	CP.02

Vista in SEZIONE



	Giunto	Descrizione	I.	Kij			Dv,ij,n			Rij		
				Df	Fd	Ff	Df	Fd	Ff	Df	Fd	Ff
G1	A T con ambiente emittente spostato per edificio pesante: giunti di elementi omogenei, trasmissione attraverso elementi omogenei	3.07	5.7	5.7	5.7	---	---	---	66.7	77.6	66.7	
G2	A T con ambiente emittente spostato per edificio pesante: giunti di elementi omogenei, trasmissione attraverso elementi omogenei	4.03	5.7	5.0	5.7	---	---	---	66.6	75.8	66.6	
G3	A croce per edificio pesante: giunti di elementi omogenei, trasmissione attraverso elementi omogenei	3.07	9.5	9.5	3.2	---	---	---	75.0	81.0	63.3	

G4	A T con ambiente emittente spostato per edificio pesante: giunti di elementi omogenei, trasmissione attraverso elementi omogenei	4.03	5.7	5.0	5.7	---	---	---	66.6	75.8	66.6
----	--	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------

**RISULTATI**

$R'_w$  = **56.7 dB**

$D_{nT,w}$  = 58.6 dB

DPCM del 5/12/97: Cat. A - Residenze e assimilabili  $R'_w \geq 50.0$  dB | [Verificato](#)

**8. INCERTEZZA – GRADO DI CONFIDENZA**

La norma UNI/TS 11326-2:2015 “Valutazione dell’incertezza nelle misurazioni nei calcoli di acustica – confronto con valori di specifica”, in merito alla valutazione dell’incertezza di misura degli indici di isolamento (appendice C, informativa), richiama la procedura contenuta nella norma UNI 11367:2010 che prescrive in Appendice F (normativa) “Incertezza del metodo di misura” di considerare uno scarto al valore sperimentale ottenuto dalle misure “in situ”. Tale parametro è funzione dello scarto di riproducibilità e del fattore di copertura ed è tabellato dalla norma medesima (v. figura 4).

**Scarto tipo di riproducibilità del risultato delle misurazioni espresso con numero unico**

Grandezza	$s_m$
Isolamento al rumore aereo dall'esterno dB	0,8
Isolamento al rumore aereo tra ambienti dB	1,1
Isolamento al rumore impattivo dB	1,3
Rumore di impianti a funzionamento continuo dB(A)	1,1
Rumore di impianti a funzionamento discontinuo dB(A)	2,4
Nota Dati pubblicati nella norma olandese "NPR 5092:1999 Noise control in buildings - Assessment of results from acoustics measurement according to NEN 5077".	

Figura 4 – Prospetto F.1 UNI 11367:2010

Dal valore riportato in tabella si ricava l'incertezza estesa  $U_m$  in base alla seguente formula  $U_m = k \times s_m$  assumendo "k" (fattore di copertura) pari a 1 corrispondente ad un livello di fiducia per test monolaterale di circa l'84%.

I valori riportati in tabella vanno sommati (nel caso del rumore da calpestio e degli impianti) o sottratti (nel caso dell'isolamento acustico di facciata e del potere fonoisolante apparente delle partizioni) a quelli determinati in precedenza per ottenere un risultato finale che possa considerarsi cautelativo rispetto ai numerosi fattori che possono alterare le misurazioni.

## 9. CONCLUSIONI

### 9.1 Pareti di facciata

Le facciate in esame soddisfano in via previsionale il requisito di progetto, a patto che i componenti 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”. È necessario che gli infissi esterni abbiano un potere fonoisolante misurato sperimentalmente pari o superiore a  $R_w \geq 38$  dB

Si precisa che per prevedere in opera il rispetto dei requisiti di isolamento prescritti, risulta necessario dal punto di vista della stima del risultato finale installare infissi certificati, ovvero dotati dei certificati di laboratorio relativi all’insieme della componente opaca e trasparente in merito alle prestazioni di tenuta all’aria e di isolamento acustico.

Generalmente, per non vanificare gli sforzi fatti per ottenere gli ottimi requisiti d’isolamento che il vetro da solo non può garantire, è necessario prestare molta attenzione alla costruzione degli infissi ed alla cura degli assemblaggi: è importante l’impiego di ottime guarnizioni e sigillanti per ottimizzare le prestazioni di porte e finestre vetrate nei confronti della tenuta all’aria.

Risulta fondamentale curare l’isolamento fra controtelaio e parete utilizzando ad esempio un sigillante poliuretano tipo Soudal o similari più una schiuma esterna in polietilene.

La scelta di soluzioni diverse da quelle proposte, ancorché corredata da certificazioni acustiche, deve essere preventivamente approvata dalla progettazione/D.LL. acustica al fine di garantire il raggiungimento dei limiti di legge e di comfort ricercati.

### 9.2 Pareti di separazione

Dall’analisi dei dati risultanti emerge che le strutture edilizie in esame, nell’ipotesi di perfetta posa in opera e a regola d’arte e nel rispetto delle indicazioni riportate nell’allegato grafico, soddisfano in via previsionale il valore limite previsto dal D.P.C.M. 5/12/97 tenendo conto anche delle incertezze di cui al capitolo 8.

### 9.3 Prescrizioni tecniche per impianti

È necessario rispettare tutte le indicazioni fornite 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. Si riportano di seguito alcune indicazioni operative per la corretta installazione degli impianti tecnologici per il conseguimento dei requisiti di legge.

#### Tubazioni di scarico

- Il tubo deve essere sconnesso dall’elemento solido (parete o solaio) attraverso la sistemazione di materiale smorzante e fissato al muro con “collari” muniti di elemento

- insonorizzante;
- Le tubazioni devono essere inserite in appositi cavedi o contropareti, esterni alla parete, con adeguato potere fonoisolante. I cavedi devono essere realizzati secondo le specifiche del paragrafo 10.2.
  - Tutte i condotti di scarico (acque bianche e nere) del piano primo comprese le calate verso il piano terra saranno realizzate con tubazioni silenziate. Suggesto di utilizzare il Geberit SILENT-PRO per le tubazioni delle acque nere e il SILENT-db20 o PP per le acque bianche.
  - L'utilizzo di tubazioni silenziate è da estendere anche ai tratti orizzontali dei condotti.
  - Le colonne di scarico non devono essere rigidamente fissate alle pareti, ma devono essere usati collari elastici dotati cioè di gomma.
  - Il collegamento tra le colonne verticali e il tratto orizzontale a piano terra deve essere realizzato con curve a 45° utilizzando sempre braghe di tipo silenziate.

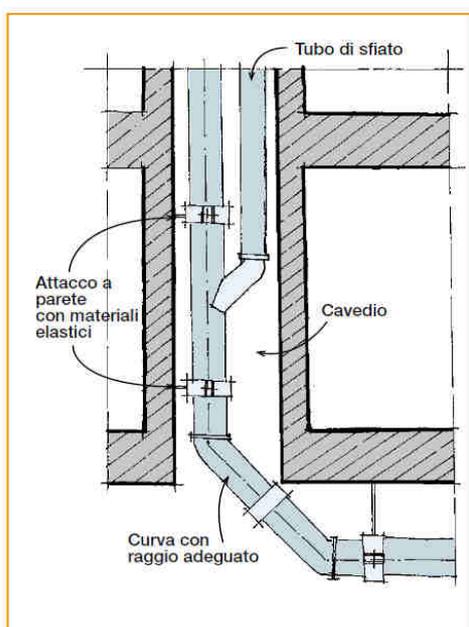


Fig. 5– fissaggi elastici colonne di scarico (rif. Index)

- Evitare le pendenze elevate del tubo di collegamento fra sifone e colonna di scarico, per ridurre i tipici “gorgoglii”.

### Impianti elettrici

- le cassette elettriche e i quadri elettrici non devono essere posizionati su pareti divisorie né su pareti interne delimitanti camere diverse, in alternativa posizionare le cassette avendo cura di sfalzare quelle di un lato rispetto a quelle dell'altro lato di almeno 20/30 cm.

### Impianti di condizionamento

- le staffe di supporto dell'impianto dovranno essere provviste di idonei giunti antivibranti dimensionati in funzione del peso del macchinario e della frequenza di vibrazione.
- Dovranno essere rispettate le distanze minime di funzionamento della macchina al fine di

- evitare riverberi, in alternativa predisposte pannellatura fonoassorbenti.
- Le tubazioni devono essere dotate di giunti elastici e ancoraggi flessibili;

#### Impianti di estrazione aria e PDC per ACS

- I condotti di presa aria esterna e quelli di espulsione con sfocio in parete dell'edificio devono essere dotati di griglia esterna fonoassorbente.

### 10. 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 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 eseguite 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.

#### 10.1 Infissi Esterni

Nella posa in opera delle finestre è consigliabile che il telaio sia posto a filo interno della muratura ed appoggiato a questa in modo da formare una efficace battuta (v. figura 6); le stesse raccomandazioni valgono per le battute relative alle porte-finestre (v. figura 7).

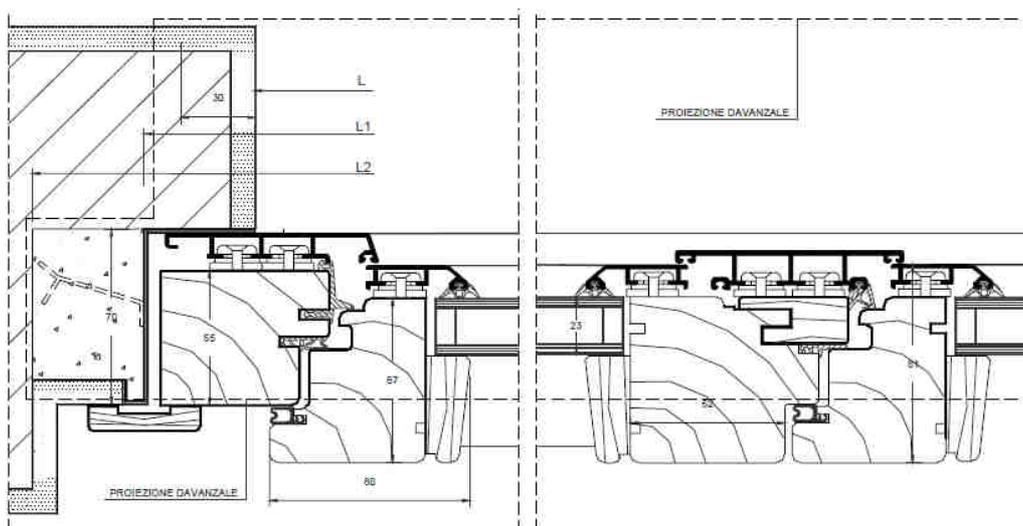


Figura 6 – Sezione orizzontale: particolare delle battute di finestra cn tripla guarnizione

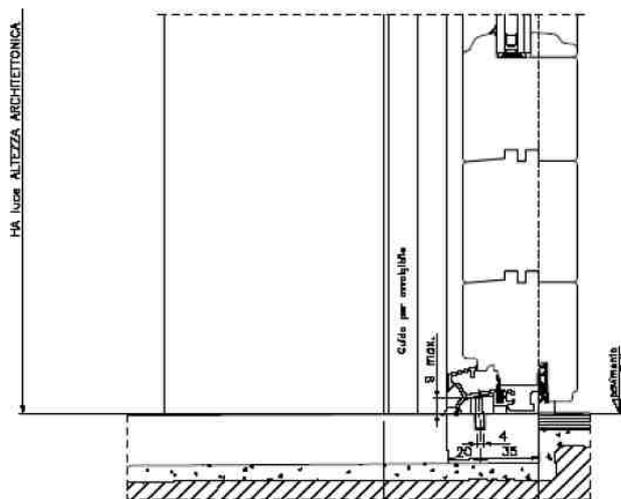


Figura 7 – Dettaglio della battuta inferiore dell'infisso (porta-finestra)

Deve inoltre essere fatta un'installazione molto accurata, specialmente per quanto attiene la complanarità tra ante e telaio in modo da evitare deformazioni che pregiudichino la tenuta all'aria e conseguentemente l'isolamento acustico.

E' essenziale l'uso di guarnizioni sulle battute e di finestre aventi una tenuta all'aria certificate in classe 3-4 (massima tenuta). Le battute non devono essere inferiori a 2: in particolare si ricorda che la mancanza di tenuta dei serramenti (giochi di battuta) è causa di una caduta notevole delle prestazioni acustiche degli stessi.

L'installazione deve curare i seguenti aspetti (v. figura 8):

- Montare la finestra assicurandosi dell'integrità della muratura;
- Assicurarsi che le mazzette in corrispondenza dell'ancoraggio del telaio siano riempite di malta o di sigillante;
- Eseguire con cura prove di apertura e chiusura del serramento al fine di verificare la complanarità di battuta telaio-ante e la tenuta delle guarnizioni.
- sigillare il tratto orizzontale inferiore tra infisso e controtelaio con silicone elastico

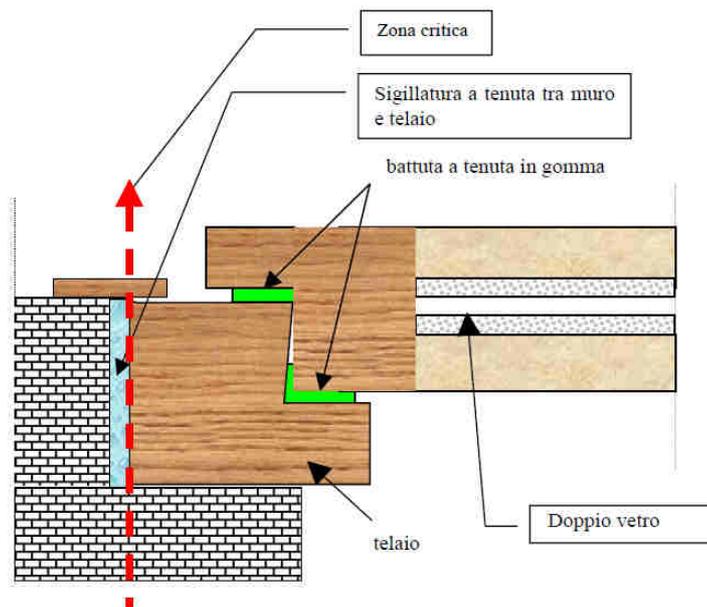


Figura 8 – Schema d'installazione corretta

## 10.2 Contropareti fonoisolanti e cavedi impiantistici

Le tubazioni impiantistiche saranno collocate in appositi cavedi realizzati con pannelli in cartongesso dovranno rispettando queste caratteristiche:

### CAVEDI FONOISOLANTI (Indicati in fig. 10)

- applicare su almeno 3 lati del cavedio materassino in lana di vetro 20/30 kg/m<sup>3</sup> spessore 4 cm, in laternativa in mancanza di spazio applicare materassini di 3 cm su due lati avendo cura di avvolgere i condottidi scarico con ulteriore lana di vetro/roccia.
- Realizzare la chiusura del cavedio con due pannellature, la prima in pannello in gesso-fibra spessore almeno 1,25 cm, densità 1150 kg/m<sup>3</sup>, la seconda in cartongesso spessore 1,25 cm, densità 700/800 kg/m<sup>3</sup>.

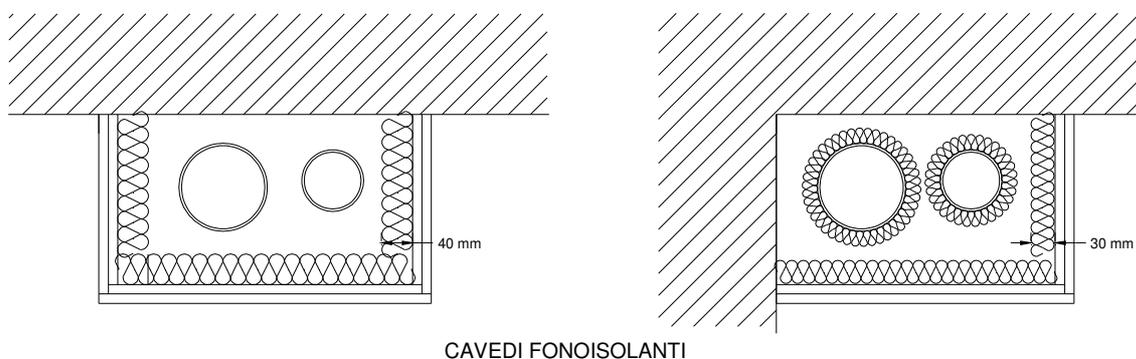


Figura 9 – Schema Chiusure cavedi fonoisolanti

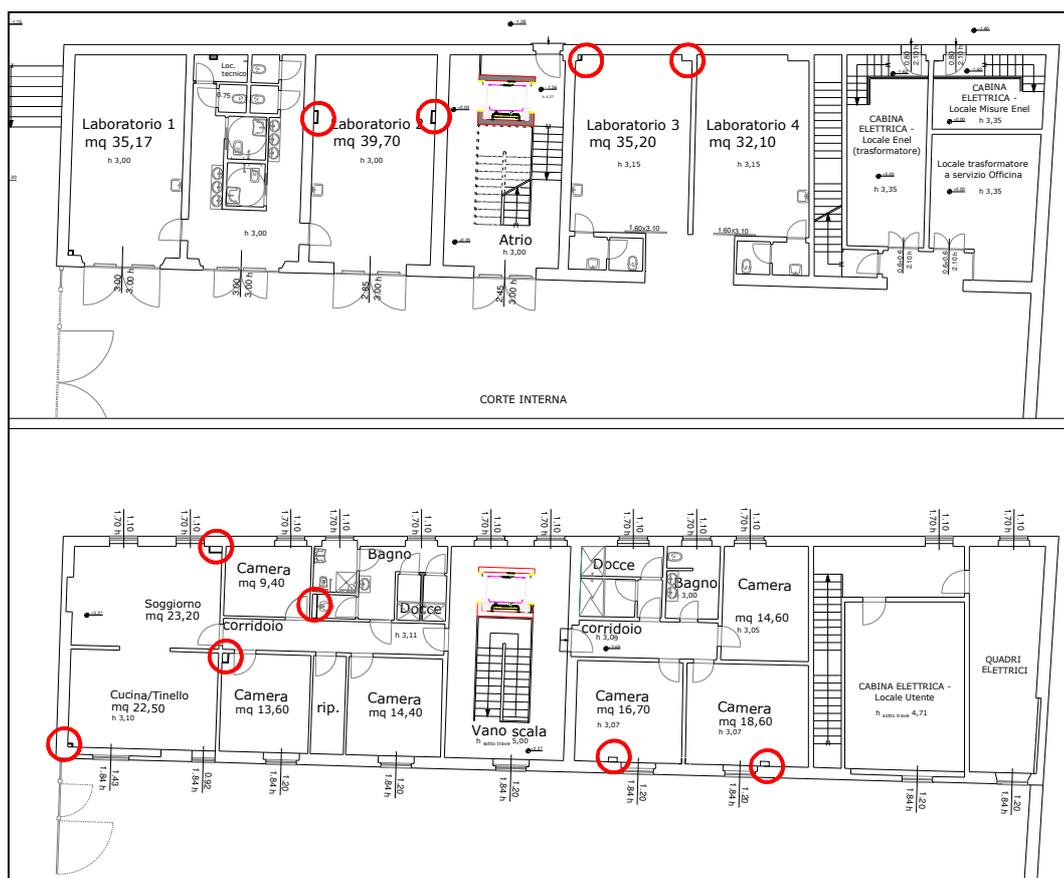


Figura 10 – Indicazione in pianta dei cavedi fonoisolanti

**TUTTI GLI ALTRI CAVEDI**

- applicare su almeno 3 lati del cavedio materassino in lana di vetro 20/30 kg/m<sup>3</sup> spessore 4 cm, in alternativa in mancanza di spazio avvolgere i condottidi scarico con lana di vetro/roccia.
- Realizzare la chiusura del cavedio con pannello in cartongesso spessore 1,25 cm, densità 700/800 kg/m<sup>3</sup>.

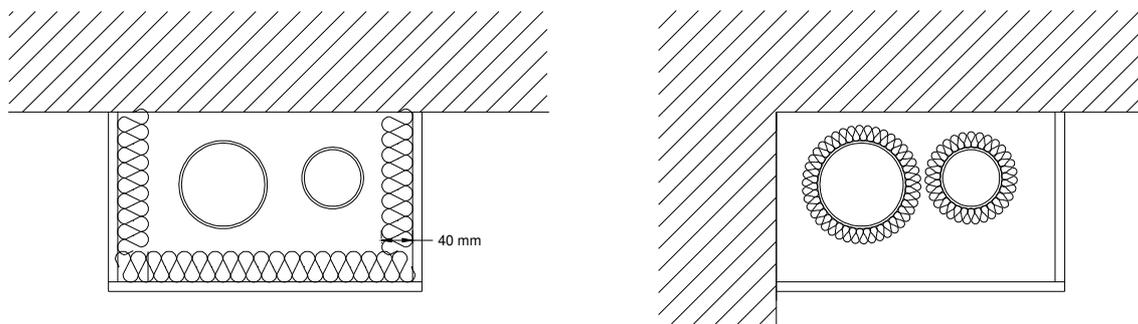


Figura 11 – Schema Chiusure cavedi ordinari

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.

Le contropareti acustiche, salvo eccezioni, devono sempre essere prolungate fino al solaio superiore e mai interrotte dal controsoffitto che sia esistente o nuovo. La figura seguente mostra la corretta realizzazione del giunto controprete e controsoffitto.

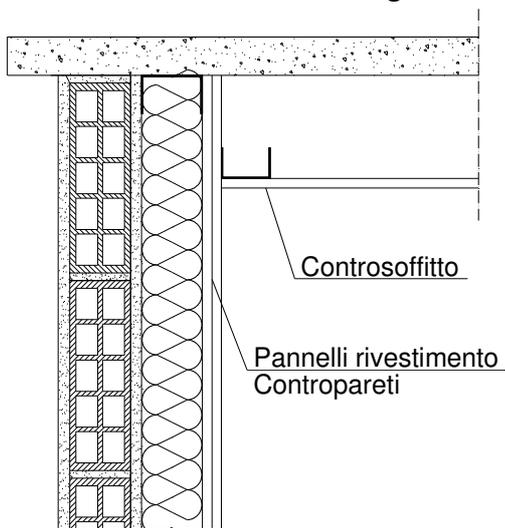


Fig. 12 – giunto controparete e controsoffitto

Prato, Marzo 2023

Dott. Ing. Ir. Roberto Ferrara  
Tecnico competente in acustica Ambientale  
n°8267 dell'elenco Nazionale ENTECA



Firmato da:

**Ferrara Roberto**

codice fiscale FRRRRT85H19G999U

num.serie: 46784638803409771559907762718835323967

emesso da: ArubaPEC S.p.A. NG CA 3

valido dal 13/09/2021 al 13/09/2024