

# LIAISON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne  
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese  
Sezione transfrontaliera

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE

PARTIE COMMUNE FRANCO – ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO – FRANCESE

REVISION DE L'AVANT PROJET DE REFERENCE – REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO

CUP J11J05000030001

OTTEMPERANZA ALLE PRESCRIZIONI DELLA DELIBERA CIPE 57/2011

Prescrizione n.196

Infopoint Caserma Clemente Henry - Susa

PROGETTO DEFINITIVO

Generale

Fase 1 - Valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi

Indice	Date / Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	Dicembre 2012	Emissione	Rosamaria Miraglino	Lorenzo Morra	Adriano Venturini
A	Febbraio 2013	Emissione allo stato AP	Rosamaria Miraglino	Lorenzo Morra	Adriano Venturini
B	Marzo 2013	Emissione fase 1 - AP	Rosamaria Miraglino	Lorenzo Morra	Adriano Venturini

CODE DOC	P	D	2	H	E	N	G	I	A	0	1	1	9	B	A	P	N	O	T
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero				Statut / Stato		Type / Tipo			

ADRESSE GED / INDIRIZZO GED	6PR	//	//	01	97	01	10	17
--------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

## SOMMARIO - TABLE DES MATIERES

1	PREMESSA.....	4
2	QUADRO NORMATIVO.....	4
3	NORMATIVA TECNICA.....	6
4	ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA.....	7
5	ISOLAMENTO DAL RUMORE PER VIA AEREA TRA AMBIENTI .....	9
6	DESCRIZIONE INTERVENTI DI PROGETTO .....	12
	6.1 Edificio ex caserma e sistemazione cortile.....	12
	6.2 Ex foresteria .....	13
7	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	14
8	IL MODELLO PREVISIONALE.....	17
	8.1 Identificazione componenti costruttive .....	17
9	CALCOLO DELL'INDICE DI VALUTAZIONE ACUSTICO DI FACCIATA ( $D_{2M,NT,W}$ ) .....	19
10	CALCOLO DELL'INDICE DI VALUTAZIONE DEL POTERE FONOISOLANTE APPARENTE DEL DIVISORIO VERTICALE TRA AMBIENTI ( $R'_w$ ). .....	22
11	ISOLAMENTO DA SERVIZI.....	22
	11.1 Servizi a funzionamento continuo.....	23
	11.2 Servizi a funzionamento discontinuo .....	23
12	CONCLUSIONI.....	23
	ALLEGATO 1 – SCHEDE DI CALCOLO ELEMENTI	
	ALLEGATO 2 – SCHEDE CALCOLO ISOLAMENTO DI FACCIATA	
	ALLEGATO 3 – SCHEDE CALCOLO ISOLAMENTO VIA AEREA	

## SINTESI – RESUME

La presente relazione illustra il calcolo dei requisiti acustici passivi dell'edificio per la conformità ai limiti previsti dal D.P.C.M. 05/12/97

La présente note a pour objet le calcul des prestations acoustiques du bâtiment comme prévu par le D.P.C.M. 05/12/97

## 1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione è la valutazione dei requisiti acustici passivi secondo quanto disposto dal D.P.C.M. 05/12/97 relativamente agli interventi previsti per la ristrutturazione della Caserma Henry di Susa che accoglierà l'Infopoint relativo alla Nuova Linea Torino Lione e gli uffici di LTF.

Il D.P.C.M. 05/12/97 fissa valori di isolamento standard minimi, validi sull'intero territorio nazionale che i fabbricati devono possedere (a seconda della destinazione d'uso), affinché siano dichiarati "a norma" e ottenere di conseguenza le previste autorizzazioni di competenza comunale.

Il presente studio è stato redatto dall'ing. Rosamaria Miraglino riconosciuto tecnico competente in acustica ambientale ai sensi della Legge Quadro n. 447/95 con Determinazione Dirigenziale della Regione Piemonte n. 397 del 24.11.2004.

I contenuti del presente documento sono da intendersi unicamente per gli interventi di fase 1 così come indicati nella planimetria "Fasi di realizzazione".

## 2 QUADRO NORMATIVO

Il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 5 dicembre 1997 recante "Disposizioni dei requisiti acustici passivi degli edifici" si prefigge l'obiettivo di tutelare la qualità acustica di vita negli ambienti abitativi riducendo l'esposizione umana al rumore sia esso proveniente dall'esterno, sia esso generato all'interno dello stesso edificio in unità immobiliari diverse ovvero dagli impianti tecnologici al servizio dell'edificio, sia di tipo a funzionamento continuo che intermittente.

Questo fine va perseguito mediante il miglioramento delle tecniche costruttive degli edifici per quanto riguarda le prestazioni acustiche dei singoli elementi costruttivi e dell'insieme degli stessi.

Il Decreto definisce al suo interno:

- Componenti degli edifici: partizioni orizzontali e verticali;
- Servizi a funzionamento discontinuo: gli ascensori, gli scarichi idraulici, i bagni, i servizi igienici e la rubinetteria;
- Servizi a funzionamento continuo: gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento.

Ai sensi del Decreto gli indici di valutazione da calcolare al fine di verificare il rispetto dei requisiti acustici passivi degli edifici sono:

- indice del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti ( $R'_w$ );

- indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata ( $D_{2m,nT,w}$ );
- indice del livello di rumore da calpestio normalizzato ( $L'_{n,w}$ ).

Secondo quanto indicato dal Decreto tali indici devono essere calcolati secondo la norma UNI 8270:1987 parte 7a, sulla base di misurazioni effettuate secondo le norme EN ISO 140:1996.

Ad oggi alcune di tali norme sono state ritirate o revisionate dall'organismo tecnico che le aveva emesse.

In particolare la definizione degli indici richiamati dalla legge è oggi riportata nelle norme UNI EN ISO 717-1:2007, per quanto riguarda la definizione degli indici relativi all'isolamento acustico per via aerea, e UNI EN ISO 717-2:2007 per quanto riguarda la definizione degli indici relativi all'isolamento acustico da calpestio.

Il metodo di calcolo di tali indici a partire dai valori spettrali delle grandezze di riferimento è rimasto sostanzialmente invariato rispetto alla norma precedente specificatamente richiamata dal Decreto. Relativamente alla limitazione della rumorosità delle sorgenti interne agli edifici, il Decreto prescrive i limiti di immissione da misurarsi negli ambienti interni dove maggiore è la rumorosità, ma diversi da quelli in cui si origina il rumore.

In particolare vengono stabiliti:

- il livello massimo di pressione sonora, ponderata A con costante di tempo slow ( $L_{ASmax}$ ) riferito al rumore immesso dagli impianti di servizio a funzionamento discontinuo;
- il livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderata A ( $L_{Aeq}$ ) riferito al rumore immesso dagli impianti di servizio a funzionamento continuo.

Sia per quanto riguarda i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici che per i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti, il Decreto stabilisce limiti diversi in funzione della destinazione d'uso degli ambienti prevedendo sette categorie riassunte nella successiva Tabella 2.1.

**Tabella 2.1 – Categorie degli edifici**

Categorie	Tipo di edificio
A	Edifici adibiti a residenza o assimilabili
B	Edifici adibiti a uffici o assimilabili
C	Edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
D	Edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
E	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
F	Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto e assimilabili
G	Edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

I requisiti acustici passivi richiesti per ciascuna di queste categorie sono riportati nella seguente Tabella 2.2.

**Tabella 2.2 – Caratteristiche acustiche delle categorie di cui alla Tabella 2.1 (in dB)**

Categorie	$R'_w$ (*)	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	$L_{Asmax}$	$L_{Aeq}$
D	55	45	58	35	25
A, C	50	40	63	35	35
E	50	48	58	35	25
B, F, G	50	42	55	35	35

(\*) Valori riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari.

Occorre precisare che i valori sopra riportati devono essere intesi come valori limite inferiore per quanto riguarda il potere fonoisolante apparente di elementi di separazione tra le diverse unità immobiliari ( $R'_w$ ) e per l'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione  $D_{2m,nT,w}$  mentre si parla di valore limite massimo per l'indice livello di rumore da calpestio normalizzato.

### 3            **NORMATIVA TECNICA**

La norma tecnica di riferimento, oggetto di approfondimento nei successivi paragrafi, è costituita dalla serie di norme EN 12354 in materia di "Acustica degli edifici, stima delle prestazioni degli edifici in base alle caratteristiche dei prodotti che le compongono", recentemente convertite in norme UNI con la sigla *UNI EN 12354*.

Delle 6 parti di cui si compone la norma tecnica, in cui vengono trattati i diversi aspetti della trasmissione del rumore nelle opere edilizie, si farà riferimento alle seguenti norme:

- *UNI EN 12354-1*: Acustica in edilizia. Valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti. Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti;
- *UNI EN 12354-3*: Acustica in edilizia. Valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti. Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea .

Tali norme prevedono l'impiego di calcoli con grandezze dipendenti dalla frequenza (modello dettagliato) o mediante indici di valutazione (modello semplificato), la cui applicabilità e precisione sono fortemente condizionate dalla disponibilità dei dati di ingresso.

Le stesse norme specificano come allo stato attuale esistano altre metodologie di calcolo, ciascuna con i propri limiti, e che, per alcune tipologie di elementi strutturali, non sia disponibile un metodo di calcolo unificato sufficientemente affidabile.

All'interno delle UNI EN 12354 si definiscono inizialmente le grandezze fondamentali di riferimento e vengono definite le tipologie di trasmissione sonora possibili:

- **Trasmissione diretta:** trasmissione dovuta solo al rumore incidente su un elemento di separazione e da lì direttamente irradiato (per via strutturale) o trasmesso attraverso parti dell'elemento stesso (per via aerea) quali fenditure, dispositivi o persiane di ventilazione.
- **Trasmissione indiretta:** trasmissione del rumore da un ambiente emittente ad un ambiente ricevente attraverso percorsi di trasmissione diversi da quella della trasmissione diretta. Si può suddividere in trasmissione per via aerea e trasmissione per via strutturale (trasmissione laterale).

#### 4 ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA

L'isolamento acustico della facciata riveste una particolare importanza per la protezione acustica degli edifici dai rumori provenienti dall'esterno come il rumore del traffico o quello proveniente da altre attività presenti nell'area di studio.

Per facciata si intende la totalità della superficie esterna di un ambiente e può essere composta da diversi elementi come ad esempio porte finestre e pareti; la trasmissione sonora attraverso la facciata è dovuta alla trasmissione sonora di ciascuno di tali elementi presupponendo che la trasmissione di ogni elemento sia indipendente da quella degli altri elementi.

L'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata è dato dalla relazione:

$$D_{2m,n,w} = R'_w + 10\lg(V/6T_0S) + \Delta L_{fs} \quad \text{in dB} \quad \text{(formula 4.1)}$$

dove:

$R'_w$  è il potere fonoisolante complessivo della facciata in dB;

$V$  è il volume dell'ambiente ricevente;

$S$  è l'area totale della facciata vista dall'interno in  $m^2$ ;

$T_0$  è il tempo di riverberazione di riferimento supposto pari a 0,5 sec;

$\Delta L_{fs}$  è la differenza del livello di pressione sonora per la forma della facciata in decibel.

$R'_w$  si calcola in funzione dei singoli elementi che compongono la parete di facciata corrispondente all'ambiente interno, considerando anche i piccoli elementi quali prese d'aria, ventilatori, condotti elettrici.

L'apporto energetico dovuto alla trasmissione laterale è considerato globalmente ed espresso dal fattore K.

$$R'_w = -10 \lg \left[ \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} \cdot 10^{\frac{-R_{wi}}{10}} + \sum_{i=1}^n \frac{A_0}{S} \cdot 10^{\frac{-D_{n,e,wi}}{10}} \right] - K \quad \text{in dB} \quad \text{(formula 4.2)}$$

con:

$R_{wi}$  è l'indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento (i), in decibel (dB);

$S_i$  è l'area dell'elemento (i), in metri quadrati (m<sup>2</sup>);

$S$  è l'area totale della facciata, vista dall'interno (cioè la somma delle aree di tutti gli elementi), in metri quadrati (m<sup>2</sup>);

$D_{n,e,wi}$  è l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto all'assorbimento equivalente del "piccolo elemento"(i), in decibel (dB);

$K$  è la correzione relativa al contributo della trasmissione laterale pari a 0, per elementi di facciata non connessi, e pari a 2 per elementi di facciata pesanti con giunti rigidi.

$A_0$  è l'area di assorbimento equivalente di riferimento.

Il calcolo deve essere eseguito almeno per bande di ottava comprese tra 125 Hz e 2000 Hz o per bande di terzi d'ottava da 100 Hz a 3150 Hz.

Da questi risultati si può dedurre l'indice di valutazione delle prestazioni degli edifici in conformità con la UNI EN 717-1.

I limiti del criterio di calcolo della norma sono:

- differenze di campo sonoro nelle varie condizioni in opera rispetto al campo diffuso ipotizzato;
- effetto di possibili interferenze della facciata per le bande di terzi d'ottava sul microfono esterno posizionato a 2 metri dalla stessa.

L'utilizzo dei modelli di calcolo, presentati nella norma, permette di prevedere le prestazioni in opera di edifici ed elementi di edificio, presupponendo il rispetto delle regole dell'arte per la loro realizzazione o posa in opera nonché un'elevata accuratezza delle misurazioni in sede di verifica.

L'accuratezza della previsione dipende da molti fattori, quali:

- l'accuratezza dei dati d'ingresso;
- l'adattabilità della situazione rispetto al modello;
- il tipo degli elementi e dei giunti interessati;

- la geometria della situazione e la qualità di esecuzione.

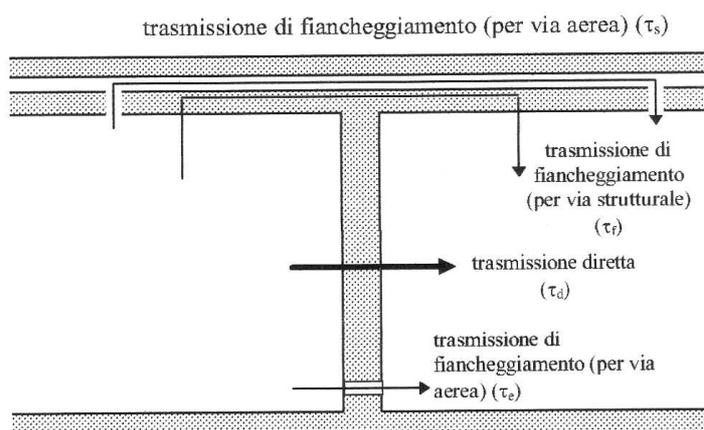
Non è possibile specificare, in generale e per tutte le situazioni e applicazioni, il livello di accuratezza delle previsioni, si possono tuttavia fornire alcune indicazioni. L'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata standardizzato rispetto al tempo di riverberazione evidenzia uno scostamento tipo di circa 1,5 dB.

## 5 ISOLAMENTO DAL RUMORE PER VIA AEREA TRA AMBIENTI

Il potere fonoisolante apparente (in opera)  $R'_w$  di un divisorio (definito apparente in quanto si attribuisce interamente al divisorio il risultato dell'effettiva differenza di livello acustico tra gli ambienti considerati, che in realtà è invece funzione anche delle cosiddette "vie laterali", ovvero dei collegamenti solidi tra le pareti non direttamente interposte) si può calcolare a partire dai valori del potere fonoisolante del divisorio stesso  $R_{Dd}$ , misurato in laboratorio senza trasmissioni laterali, e dai valori del potere fonoisolante relativo ai diversi percorsi di trasmissione strutturale ( $R_{ij}$ ) secondo la formula:

$$R'_w = -10 \lg \left( 10^{-\frac{R_{Dd}}{10}} + \sum 10^{-\frac{R_{ij}}{10}} \right) \quad \text{in dB} \quad \text{(formula 5.1)}$$

La formula 5.1 mostra che l'energia acustica nell'ambiente ricevente è costituita da quella che passa attraverso la parete interposta (percorso diretto), più la sommatoria di una serie di contributi dovuti a tutte le vie strutturali possibili come visibile nella figura seguente:

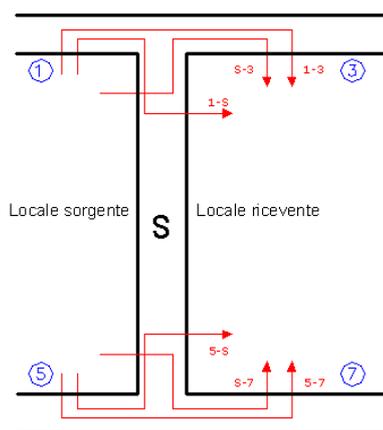


**Figura 5.1- Percorsi di trasmissione del suono (per via aerea e per via strutturale) tra due ambienti adiacenti**

In pratica molte delle vie strutturali teoricamente definibili portano contributi minimi; per questo motivo secondo la norma vengono trascurate tutte le trasmissioni laterali strutturali che

interessano più di un giunto, e la sommatoria riguarda dodici divisorio tra ambienti.

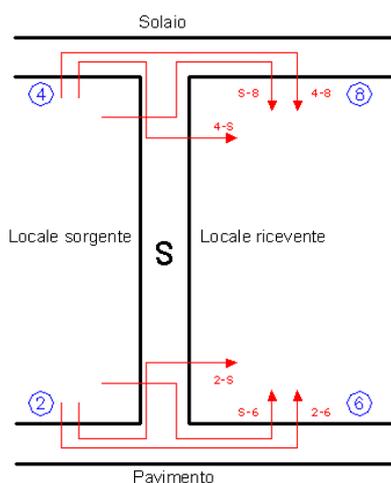
Indicando con i numeri 2 e 6 i considerate, con i numeri 4 e 8 i le partizioni verticali e con la due stanze i percorsi delle considerate in una tipica possono essere sintetizzati dalla



pertanto nei casi più ricorrenti percorsi diversi per ogni

pavimenti delle due stanze solai, con i numeri 1, 3, 5 e 7 lettera S la partizione tra le trasmissioni strutturali configurazione di ambienti Figura 5.2 e Figura 5.3.

**Figura 5.2– Percorsi di trasmissione strutturale nei giunti tra un divisorio e le sue strutture laterali**



**Figura 5.3 – Percorsi di trasmissione strutturale tra la partizione ed i solai di copertura e i pavimenti**

Il potere fonoisolante  $R_{ij}$  relativo a ogni singolo percorso di trasmissione laterale può essere ottenuto in funzione del potere fonoisolante delle due strutture interessate  $R_i$  e  $R_j$ , dell'indice di riduzione delle vibrazioni  $K_{ij}$  caratteristico del tipo di giunto, e delle dimensioni principali mediante la formula:

$$R_{ij} = \frac{R_i + R_j}{2} + K_{ij} + 10 \lg \frac{S}{l_0 l_f} \quad \text{in dB} \quad \text{(formula 5.2)}$$

dove:

$l_0$  è la lunghezza di riferimento pari a 1 metro;

$l_f$  è la lunghezza del giunto tra le due strutture  $i$  e  $j$  in metri;

$S$  è la superficie della partizione in  $m^2$ .

L'indice di riduzione delle vibrazioni  $K_{ij}$  è espressione della differenza di livello medio di vibrazione che si viene a creare tra le due strutture esaminate quando una sola delle due è direttamente sollecitata, e vale:

$$K_{ij} = \frac{D_{vij} + D_{vji}}{2} + 10 \lg \frac{l_{ij}}{\sqrt{a_i a_j}} \quad \text{in dB} \quad \text{(formula 5.3)}$$

dove  $D_{vij}$  e  $D_{vji}$  sono rispettivamente la differenza tra i livelli medi di velocità di vibrazione che si stabiliscono nelle due strutture (in dB), quando si sollecita in un caso la struttura  $i$  e nell'altro la  $j$ ,  $l_{ij}$  è la lunghezza del giunto (m),  $a_i$  e  $a_j$  sono le lunghezze di assorbimento delle strutture laterali  $i$  e  $j$  (m) date da:

$$a_i = \frac{2,2\pi^2 S_i}{c_0 T_{si}} \sqrt{\frac{f_{ref}}{f}} \quad \text{(formula 5.4)}$$

con:

$T_{si}$  tempo di riverberazione strutturale della struttura  $i$  (s);

$f_{ref}$  frequenza di riferimento (1000 Hz);

$c_0$  velocità del suono nell'aria (m/s).

Il valore dell'indice di riduzione delle vibrazioni  $K_{ij}$  può essere dedotto da misurazioni sulla base delle formule 3.1.3 e 3.1.4, oppure da una stima empirica (metodo utilizzato per i calcoli di cui al presente progetto) in base al metodo descritto nell'appendice E della norma UNI – EN 12354-3.

I limiti del criterio di calcolo della norma possono essere così riassunti:

- è utilizzabile solo per ambienti adiacenti;
- è applicabile per elementi strutturali di base acusticamente simili;

- ha incertezza elevata per solai estesi e solai su pilastri e con pareti leggere;
- trascura il contributo di percorsi secondari di trasmissione che coinvolgono più di una giunzione.

L'utilizzo dei modelli di calcolo, presentati nella norma, permette di prevedere le prestazioni in opera di edifici ed elementi di edificio, presupponendo il rispetto delle regole dell'arte per la loro realizzazione o posa in opera nonché un'elevata accuratezza delle misurazioni in sede di verifica.

L'accuratezza della previsione dipende da molti fattori, quali:

- l'accuratezza dei dati d'ingresso,
- l'adattabilità della situazione rispetto al modello,
- il tipo degli elementi e dei giunti interessati,
- la geometria della situazione e la qualità di esecuzione.

Non è possibile specificare, in generale e per tutte le situazioni e applicazioni, il livello di accuratezza delle previsioni.

## **6 DESCRIZIONE INTERVENTI DI PROGETTO**

### **6.1 Edificio ex caserma e sistemazione cortile**

Al piano terra si prevede la demolizione del massetto in calcestruzzo con il conseguente scavo al fine di poter eseguire un vespaio ventilato e coibentato con pavimentazione finale rialzata tipo "galleggiante".

Limitate demolizioni di tratti di muratura saranno eseguite per rendere comunicanti tra loro i vari ambienti, per esigenze funzionali e distributive.

Il piano terra sarà destinato interamente allo spazio di esposizione "info-point".

Al piano primo saranno rimosse tutte le tramezze interne e anche qui alcune parti di murature saranno demolite per rendere più funzionale la comunicazione tra i vari ambienti.

Al piano primo verso ovest sarà realizzato un appartamento ad uso esclusivo della Guardia di Finanza, rendendolo accessibile dal vano scala esistente posto al centro della caserma; la parte restante sarà occupata dagli uffici LTF a sud e sul lato nord, dalla sala conferenze collegata funzionalmente all'infocenter.

Per la zona in cui si prevede l'inserimento del nuovo blocco scala (lato est), sarà demolita la superfetazione al fine di poter realizzare un volume più razionale rivestito in acciaio corten e verso ovest tamponato da una facciata in vetro strutturale che consentirà un'adeguata illuminazione del vano scala.

Sul fronte nord, si prevede la demolizione dei tratti di muratura "sotto-finestra" al fine di poter migliorare i parametri aeroilluminanti interni. L'isolamento del piano si potrà realizzare all'intradosso per ridurre i ponti termici. All'estradosso della copertura piana sarà rimossa la guaina bituminosa, quindi sarà eseguito un massetto alleggerito per le pendenze ricoperto da una guaina con strato superiore in lega di rame (di tipologia analoga a quella già presente sull'ala ovest del fabbricato).

Tutti i serramenti saranno rimossi e sostituiti con tipologie appropriate. Le facciate saranno oggetto di intervento di restauro e tinteggiature in seguito ad accurate indagini stratigrafiche. Le pareti perimetrali saranno isolate con cappotto interno (isolante con rifodera in cartongesso).

All'esterno sono realizzati due varchi su una porzione del muro di recinzione in pietra a vista verso sud, al fine di rendere più funzionali gli accessi.

## **6.2 Ex foresteria**

Come per l'ex caserma, anche per la parte ex foresteria, si prevedono limitate demolizioni di tramezzature interne, la realizzazione di un vespaio, la posa di lamiera coibentata all'estradosso, la posa di isolamento su pareti perimetrali, la sostituzione dei serramenti esistenti e vetusti oltre all'intervento sulle facciate e lattonerie.

In copertura saranno collocati i pannelli solari.

Sul fronte ovest della ex foresteria sarà altresì collocata una pensilina in acciaio corten al fine di rendere più fruibile il manufatto (anche in vista di una "prima fase" di apertura al pubblico).

Una piccola porzione a nord dell'ex foresteria sarà dedicata a locale tecnico.

## 7            **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Viste le destinazioni d'uso, l'edificato rientra nella categoria B “Edifici adibiti ad uffici o assimilabili” per la parte uffici e nella categoria A “Edifici adibiti a residenza o assimilabili” per l'abitazione al primo piano.

I parametri da rispettare per ciascuna categoria sono riepilogati nella tabella seguente:

**Tabella 7.1 – Caratteristiche acustiche delle categorie A e B (in dB)**

<b>Categoria dell'edificato</b>	<b><math>R'_w</math>(*)</b>	<b><math>D_{2m,nT,w}</math></b>	<b><math>L'_{n,w}</math></b>	<b><math>L_{Amax}</math></b>	<b><math>L_{Aeq}</math></b>
B	50	42	55	35	35
A	50	40	63	35	35

(\*) Valori riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari

I locali oggetto di calcolo sono riportati nelle figure seguenti.

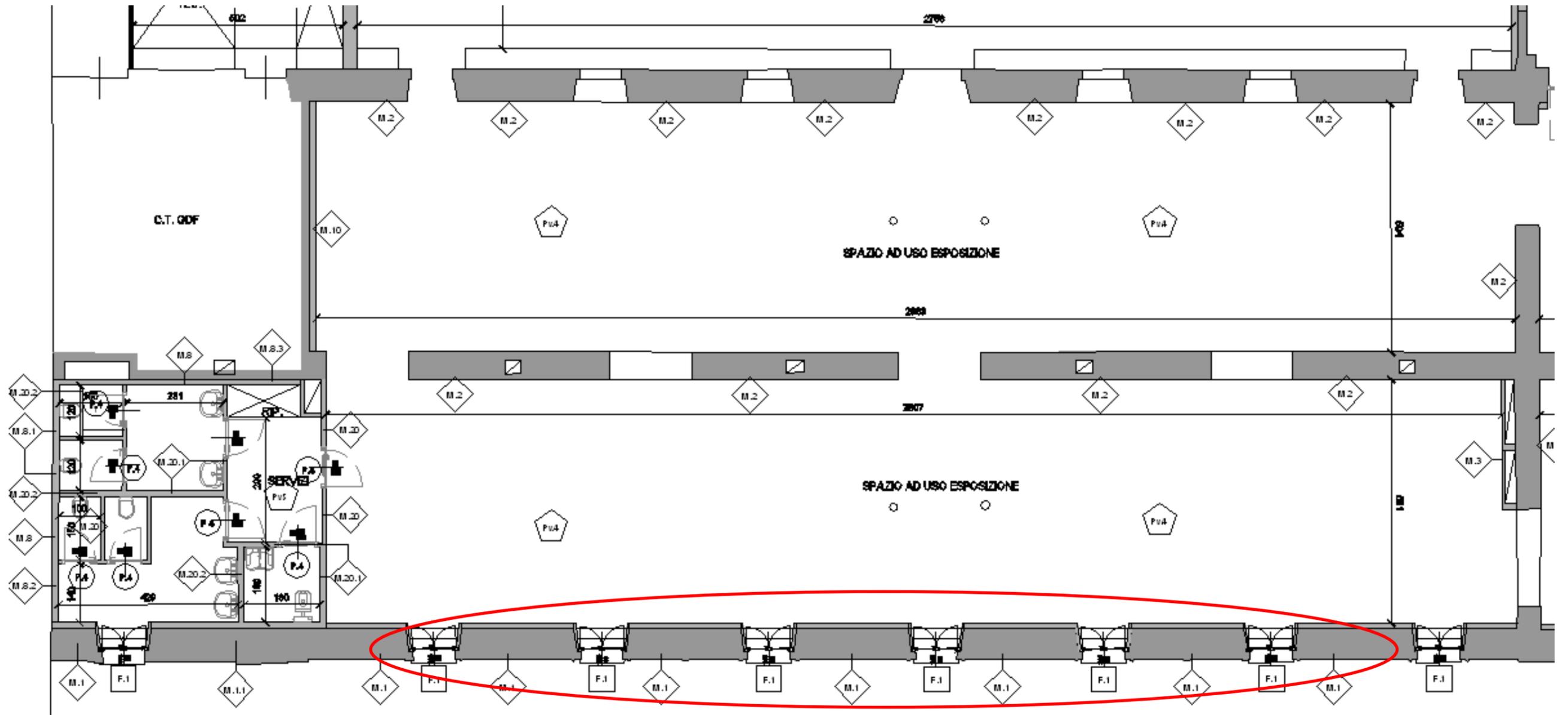


Figura 7.1 – Pianta piano terra

Isolamento di  
facciata

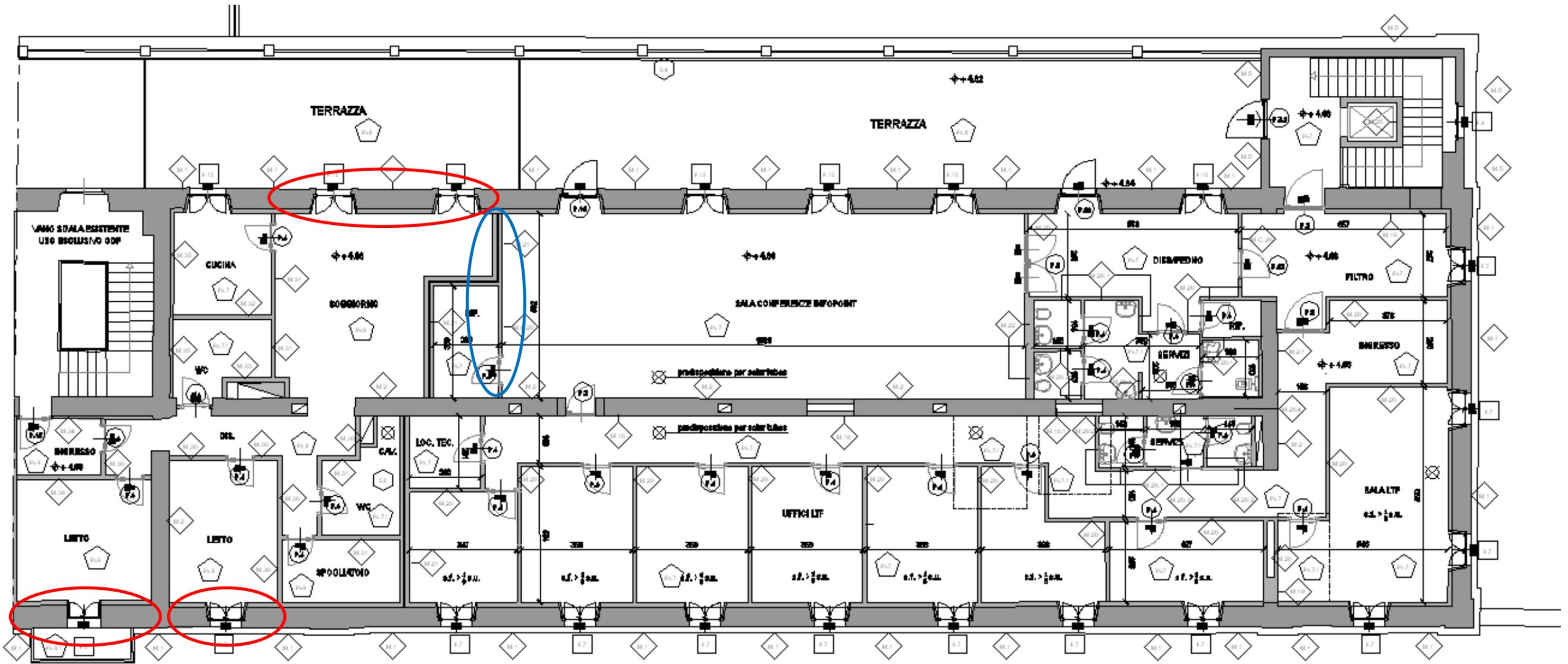


Figura 7.2 – Pianta piano primo

Isolamento di  
facciata

Isolamento via  
aerea

## 8 IL MODELLO PREVISIONALE

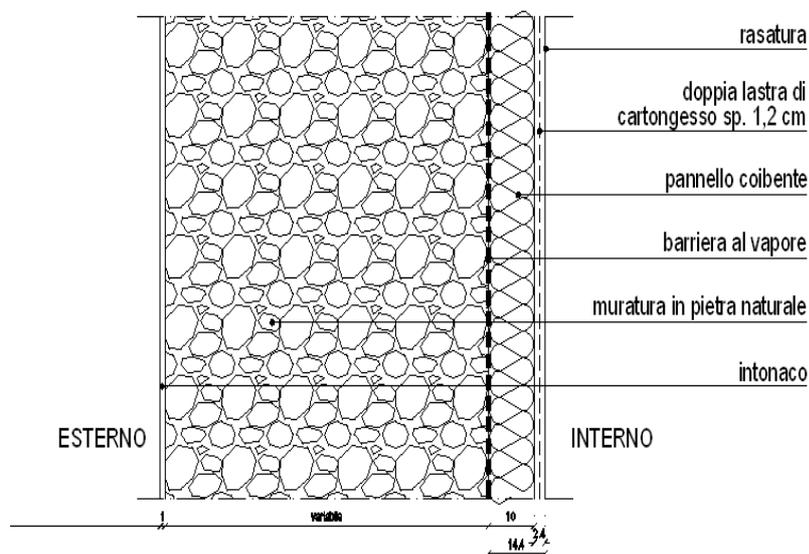
Per verificare la rispondenza dei requisiti acustici passivi è stato utilizzato il software SONIDO 1.5. Il programma si basa su relazioni teoriche ricavate da modelli consolidati disponibili in letteratura tecnica o fra le norme tecniche e permette di:

- prevedere l'isolamento acustico di singoli componenti edilizi (pareti semplici, pareti doppie, solai, facciate).
- prevedere l'isolamento acustico di edifici (fra ambienti adiacenti, sovrapposti e di facciata);

### 8.1 Identificazione componenti costruttive

Per il calcolo dei requisiti di cui alla precedente Tabella 7.1 le strutture di riferimento sono di seguito riportate.

#### Muratura perimetrale M1

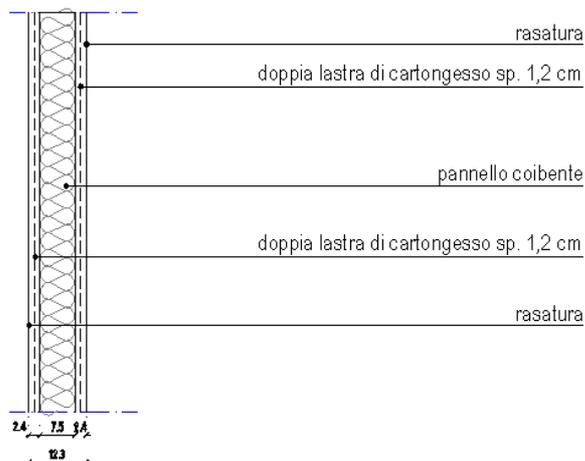


Il potere fonoisolante della parete M1 è stato calcolato con il software di calcolo SONIDO 1.5 a partire dalle prestazioni dei prodotti ottenendo il valore di:

$$R_w = 63,0 \text{ dB}$$

La relativa scheda di calcolo è riportata in “Allegato 1 - Schede di calcolo elementi”.

### Muratura interna uffici M20

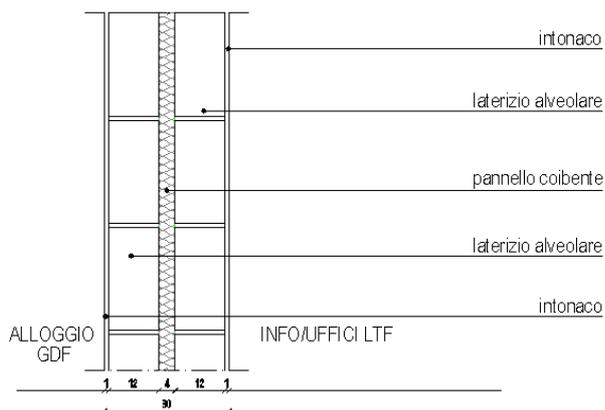


Il potere fonoisolante della parete M20 è stato calcolato con il software di calcolo SONIDO 1.5 a partire dalle prestazioni dei prodotti ottenendo il valore di:

$$R_w = 52,0 \text{ dB}$$

La relativa scheda di calcolo è riportata in “Allegato 1 - Schede di calcolo elementi”.

### Muratura interna divisione alloggio/uffici M21



Il potere fonoisolante della parete M21 è stato calcolato con il software di calcolo SONIDO 1.5 a partire dalle prestazioni dei prodotti ottenendo il valore di:

$$R_w = 55,0 \text{ dB}$$

La relativa scheda di calcolo è riportata in “**Allegato 1 - Schede di calcolo elementi**”.

### **Solaio interpiano**

Il solaio interpiano è così costituito (dal basso verso l'alto):

- Solaio a travi ribassate (30 cm + 11);
- Tappetino acustico
- Massetto alleggerito 10 cm;
- Pannello radiante
- Massetto di ripartizione 5 cm
- Pavimento

Il potere fonoisolante del solaio interpiano è stato calcolato con il software di calcolo SONIDO 1.5 a partire dalle prestazioni dei prodotti ottenendo il valore di:

$$R_w = 61,0 \text{ dB}$$

La relativa scheda di calcolo è riportata in “**Allegato 1 - Schede di calcolo elementi**”.

### **Solaio copertura**

Il solaio di copertura è così costituito (dal basso verso l'alto):

- Controsoffitto in cartongesso
- Isolamento termoacustico spessore 12 cm
- Solaio strutturale (8 cm + 6);

Il potere fonoisolante del solaio di copertura è stato calcolato con il software di calcolo SONIDO 1.5 a partire dalle prestazioni dei prodotti ottenendo il valore di:

$$R_w = 54,0 \text{ dB}$$

La relativa scheda di calcolo è riportata in “**Allegato 1 - Schede di calcolo elementi**”.

## **9 CALCOLO DELL'INDICE DI VALUTAZIONE ACUSTICO DI FACCIATA ( $D_{2M,NT,W}$ )**

Come già esplicitato precedentemente l'indice di valutazione acustico di facciata è strettamente legato sia alle dimensioni del locale (volume dell'ambiente ricevente e area totale della facciata) sia al valore  $R'_w$  che rappresenta il potere fonoisolante complessivo della facciata in dB (parte opaca più parte vetrata).

Il calcolo dell'isolamento di facciata è stato effettuato sia per alcuni ambienti degli alloggi al primo piano sia per alcuni ambienti che saranno utilizzati da LTF.

**Residenziale**

La parte opaca della facciata è costituita dalla Tipologia 1 – Muratura esterna M1 mentre la parte vetrata è costituita da vetri con  $R_w$  (vetro + telaio) > 42dB certificato dal costruttore.

Il calcolo dell'indice di valutazione acustico di facciata è stato effettuato per più ambienti tipo in funzione delle caratteristiche delle pareti perimetrali e della superficie finestrata in particolare:

**STANZA LETTO**

Larghezza stanza:	3,5 m
Altezza stanza:	3 m
Profondità stanza:	4,5 m

**STANZA LETTO con balcone**

Larghezza stanza:	4,3 m
Altezza stanza:	3 m
Profondità stanza:	3,8 m

**SOGGIORNO**

Larghezza stanza:	7 m
Altezza stanza:	3 m
Profondità stanza:	5,26 m

Il valore dell'indice di isolamento di facciata è stato calcolato utilizzando il software previsionale di calcolo SONIDO 1.5 che a partire dal valore di  $R_w$  della parte opaca ovvero  $R_w = 63,0$  dB (Muratura perimetrale M1) e della parte vetrata ovvero  $R_w > 42$  dB (dato fornito dal costruttore) e applicando la formula 4.2 ha dapprima calcolato del potere fonoisolante complessivo della facciata ( $R'_w$ ) e poi ha fornito il calcolo di  $D_{2m,nT,w}$  secondo la formula 4.1.

I calcoli sono riportati in “**Allegato 2 – Scheda di calcolo isolamento di facciata**”.

I valori degli indici di isolamento acustico di facciata normalizzato sono i seguenti:

<b>STANZA LETTO</b>	<b><math>D_{2m,nT,w} = 49,0</math> dB</b>
<b>STANZA LETTO con balcone</b>	<b><math>D_{2m,nT,w} = 50,0</math> dB</b>
<b>SOGGIORNO</b>	<b><math>D_{2m,nT,w} = 50,0</math> dB</b>

I valori ottenuti risultano conformi alle richieste del D.P.C.M. 05/12/1997, che per ambienti residenziali prescrive come valore minimo dell'isolamento acustico di facciata normalizzato un valore maggiore o uguale a 40 dB.

Pertanto la soluzione progettuale adottata, a condizione di osservare scrupolosamente le caratteristiche e la posa dei materiali prescelti, risulta conforme alle richieste del Decreto.

### Uffici

La parte opaca della facciata è costituita dalla Tipologia 1 – Muratura esterna M1 mentre la parte vetrata è costituita da vetri con  $R_w$  (vetro + telaio) > 42dB certificato dal costruttore.

Il calcolo dell'indice di valutazione acustico di facciata è stato effettuato per più ambienti tipo in funzione delle caratteristiche delle pareti perimetrali e della superficie finestrata in particolare:

#### **SALA CONFERENZE INFOPOINT Primo Piano**

Larghezza stanza:	16,7 m
Altezza stanza:	3 m
Profondità stanza:	5,9 m

#### **SPAZIO AD USO ESPOSIZIONE Piano terra**

Larghezza stanza:	28,07 m
Altezza stanza:	4 m
Profondità stanza:	5,81 m

#### **UFFICIO LTF Primo Piano**

Larghezza stanza:	3,45 m
Altezza stanza:	3 m
Profondità stanza:	4,3 m

Il valore dell'indice di isolamento di facciata è stato calcolato utilizzando il software previsionale di calcolo SONIDO 1.5 che a partire dal valore di  $R_w$  della parte opaca ovvero  $R_w = 63,0$  dB (Muratura perimetrale M1) e della parte vetrata ovvero  $R_w > 42$  dB (dato fornito dal costruttore) e applicando la formula 4.2 ha dapprima calcolato del potere fonoisolante complessivo della facciata ( $R'_w$ ) e poi ha fornito il calcolo di  $D_{2m,nT,w}$  secondo la formula 4.1.

I calcoli sono riportati in **“Allegato 2 – Scheda di calcolo isolamento di facciata”**.

I valori degli indici di isolamento acustico di facciata normalizzato sono i seguenti:

<b>SALA CONFERENZE INFOPOINT Primo Piano</b>	<b><math>D_{2m,nT,w} = 51,0</math> dB</b>
<b>SPAZIO AD USO ESPOSIZIONE Piano Terra</b>	<b><math>D_{2m,nT,w} = 52,0</math> dB</b>
<b>UFFICIO LTF Primo Piano</b>	<b><math>D_{2m,nT,w} = 49,0</math> dB</b>

I valori ottenuti risultano conformi alle richieste del D.P.C.M. 05/12/1997 che per locali adibiti ad uffici prescrive come valore minimo dell'isolamento acustico di facciata normalizzato un valore maggiore o uguale a 42 dB.

Pertanto la soluzione progettuale adottata, a condizione di osservare scrupolosamente le caratteristiche e la posa dei materiali prescelti, risulta conforme alle richieste del Decreto.

#### **10 CALCOLO DELL'INDICE DI VALUTAZIONE DEL POTERE FONOISOLANTE APPARENTE DEL DIVISORIO VERTICALE TRA AMBIENTI ( $R'_w$ ).**

Il calcolo dell'indice di valutazione del potere fonoisolante tra ambienti adiacenti è stato effettuato tra il soggiorno e la sala conferenze infopoint al primo piano.

Il divisorio verticale è costituito dalla "Muratura interna divisione alloggio/uffici M21"; inseriti i dati di calcolo nel SONIDO 1.5 si ottiene il seguente valore:

$$R'_w = 54,0 \text{ dB}$$

La scheda di calcolo del programma è riportata in "Allegato 3 – Scheda di calcolo isolamento via aerea".

Il risultato ottenuto risulta conforme alle richieste del D.P.C.M. 05/12/1997 che prescrive come valore minimo dell'isolamento aereo tra ambienti adiacenti un valore maggiore o uguale a 50 dB.

Pertanto la soluzione progettuale adottata, a condizione di osservare scrupolosamente le caratteristiche e la posa dei materiali prescelti, risulta conforme alle richieste del Decreto.

#### **11 ISOLAMENTO DA SERVIZI**

Gli impianti, oltre alla suddivisione in funzione del funzionamento continuo o discontinuo, vanno distinti anche in funzione delle modalità di trasmissione del disturbo sonoro: per via aerea o per via solida (nel secondo caso il disturbo può anche essere di tipo vibrazionale).

### **11.1 Servizi a funzionamento continuo**

Per servizi a funzionamento continuo si intendono gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento.

Il rispetto dei livelli sonori degli impianti a funzionamento continuo è garantito dai dati di targa degli impianti forniti dai costruttori.

### **11.2 Servizi a funzionamento discontinuo**

Il livello acustico da misurare per rientrare nei limiti normativi per gli impianti a funzionamento discontinuo è il livello massimo di pressione sonora ponderata A con costante di tempo slow ( $L_{A,Smax}$ ), che per gli edifici di categoria "B" ed "A" non deve superare i 35 dBA. L'utilizzo della ponderazione "slow" garantisce che il risultato non venga influenzato da eventi sonori particolarmente veloci e che il livello sonoro sia il più alto che viene rilevato durante il periodo di misura.

Possono essere classificati quali impianti a funzionamento discontinuo: gli ascensori, gli impianti di distribuzione idrici per l'acqua sanitaria e quelli per l'acqua di scarico.

Il rispetto dei livelli sonori degli impianti a funzionamento discontinuo è garantito dai dati di targa degli impianti forniti dai costruttori.

## **12 CONCLUSIONI**

A fronte delle scelte progettuali proposte, le verifiche acustiche effettuate permettono di desumere che l'utilizzo dei materiali descritti, in base alle proprie caratteristiche di densità e rigidità dinamica, ricavate dalla letteratura e dai rapporti di prova dei produttori, utilizzati con tutti gli accorgimenti costruttivi, possa portare a valori ammissibili per tutti gli indici di valutazione considerati.