



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

Presidio Unico - Stabilimento Ospedaliero di Lodi

Sistema Socio Sanitario



**Regione Lombardia**

**ASST Lodi**

**PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO**

**LAVORI RISTRUTTURAZIONE E DI ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI**



il Direttore Generale  
DOTT. GIUSEPPE ROSSI

il Responsabile del procedimento  
Arch. GIULIANO ZANI

Gruppo di progettazione:

Integrazione delle prestazioni specialistiche e Progettazione architettonica  
Arch. FRANCO FOGAZZI



Progettazione Impianti meccanici  
Ing. BENIAMINO VENEZIANI



Progettazione Impianti Elettrici  
Ing. MARINO TESSADORI



Progettazione VVF  
Ing. ANGELO MAGGIORI



Progettazione Strutture  
Ing. STEFANO TORTELLA



Giovane Professionista  
Ing. MARCO VECCHI

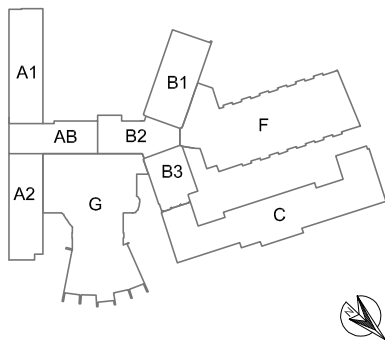


**PROGETTO DI**

**ADEGUAMENTO E RISTRUTTURAZIONE REPARTI DEL P.O. DI LODI MORGUE - PS - MICROBIOLOGIA - DAY HOSPITAL - FARMACIA**

**INTERVENTI 1-2-3-4-5-6**

Key plan:



i Progettisti:

**STUDIO ARCHITETTURA ASSOCIATO**

arch.Zafferi-arch.Buffoli-arch.Baronchelli-arch.Fogazzi-geom.Paruta  
Via S. Andrea 73 Rovato (Bs) tel. e fax 0307700744-7242000  
e-Mail:studiostudio@architettura5a.it



**STUDIO TECNICO IMPIANTI**

Ingg. A. Maggiori - B. Veneziani - M. Tessadori  
25062 CONCESIO (Brescia) Via Europa n°181  
Tel. 030-2180344 r.a. - Fax 030-2750680  
e-mail: sti@stistudio.it - www.stistudio.it



**STUDIO AEGIS**

CANTARELLI & PARTNERS  
25124 Brescia - Via Rodi, 61  
Tel. 030 2421566 - Fax 030 221272  
e-mail: info@studioaegis.it



**ING. MARCO VECCHI**

Corpo di fabbrica: Piano: Ambito

Redatto: Geom. Simona Pezzotti  
Controllato: Arch. Franco Fogazzi

Approvato: Arch. Giuseppe Buffoli

data:  
Giugno 2018

revisione:

Titolo elaborato  
**Relazione tecnica specialistica Acustica**

elaborato:  
**GE.06**

scala:



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## VALUTAZIONE PREVISIONALE RAP

### MORGUE



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>QUADRO NORMATIVO</b>	<b>6</b>
2.1	Decreto MATTM 11.10.2017 sui Criteri Ambientali Minimi	6
2.2	DPCM 05.12.1997	8
2.3	DDG Sanità Lombardia n. 26436 del 6 Novembre 2001	9
2.4	Norma UNI 11367:2010	10
2.4.1	Definizioni e applicabilità dei limiti	10
2.4.2	Valori di riferimento	12
<b>3</b>	<b>MORGUE - DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO</b>	<b>14</b>
3.1	Componenti edilizie	14
3.1.1	Pareti esterne con controparete interna	14
3.1.2	Pareti divisorie interne	14
3.1.3	Solaio a pavimento	15
3.1.4	Controsoffitti	15
3.1.5	Finitura pavimenti e rivestimenti	15
3.1.6	Serramenti esterni	15
3.2	Principali componenti impiantistiche	16
3.3	Limiti cogenti e riferimenti	18
3.3.1	Isolamento di facciata (indice $D_{2m,nT,w}$ )	18
3.3.2	Isolamento ai rumori aerei (indice $R'_w$ )	18
3.3.3	Isolamento al rumore di calpestio (indice $L'_{n,w}$ )	19
3.3.4	Rumore degli impianti a funzionamento discontinuo	19
3.3.5	Rumore degli impianti a funzionamento continuo	20
3.3.6	Rumore dei sistemi di trattamento aria	20
<b>4</b>	<b>MORGUE - MATERIALI E PRESTAZIONI ACUSTICHE</b>	<b>21</b>
4.1	M1 - Partizione verticale esterna	23
4.2	M11 - Partizione verticale interna tipo	25
4.3	M12 - Partizione verticale interna tra locale UTA e ambienti Morgue - con gasbeton	26
4.4	Strato resiliente	28
4.5	P1 - Solaio in laterocemento con pavimento in pvc o gres	29
4.5.1	P1 - Stima dell'indice di potere fonoisolante	30
4.5.2	P1 - Stima dell'indice di rumore di calpestio	31
4.6	Serramenti e elementi di facciata	32
4.6.1	Abaco serramenti e prestazioni di isolamento acustico	32
4.6.2	Scelta dei serramenti e valutazione delle prestazioni di isolamento	33
<b>5</b>	<b>MORGUE - VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE ATTESE</b>	<b>34</b>
5.1	Indice di valutazione dell'isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$	34
5.1.1	Limiti di riferimento	34
5.1.2	Valutazione delle trasmissioni laterali	34
5.1.3	Tempo di riverberazione di riferimento	34
5.1.4	Indici $D_{2m,nT,w}$	35
5.2	Indice di valutazione dell'isolamento ai rumori aerei $R'_w$	36
5.3	Indice di livello di rumore di calpestio $L'_{n,w}$	37
5.3.1	Limiti di riferimento	37
5.3.2	Considerazioni sui livelli di rumore di calpestio del solaio a pavimento	37
5.4	Rumore degli impianti a funzionamento discontinuo	38



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

5.5	Rumore degli impianti a funzionamento continuo	38
<b>6</b>	<b>MORGUE - INDICAZIONI PER IL CONTENIMENTO DEL RUMORE DELLE UTA</b>	<b>39</b>
6.1	Indicazioni generali	40
6.1.1	Indicazioni per la minimizzazione dei livelli sonori	40
6.1.2	Rumore generato dalle Unità di Trattamento Aria	41
6.2	Indicazioni specifiche per le macchine e le canalizzazioni	42
6.2.1	Isolamento della struttura di supporto dalle vibrazioni	42
6.2.2	Isolamento delle canalizzazioni e dei sistemi collegati dalle vibrazioni	43
6.2.3	Canali	43
6.2.4	Fissaggio e montaggio dei canali	44
6.2.5	Coibentazione dei canali (crossover, break in e break out)	45
6.2.6	Passaggio canalizzazioni tra locali tecnici e ambienti adiacenti	46
6.2.7	Passaggio tubazioni e canalizzazioni fra i piani	47
6.2.8	Passaggi delle canalizzazioni tra ambienti contigui	48
6.2.9	Limitazione della trasmissione delle vibrazioni verso i locali adiacenti	49
6.3	Treatamenti specifici Reparto Morgue	50
6.3.1	Macchine	50
6.3.2	Silenziatori	50
6.3.3	Canalizzazioni	50
6.3.4	Coibentazione canali	50
6.3.5	Controsoffitto in cartongesso e lana minerale in intercapedine	50
6.3.6	Parete di separazione tra locale tecnico e ambienti di vita adiacenti sullo stesso piano	51
6.3.7	Solaio di separazione tra locale tecnico e ambienti al piano inferiore	51
6.3.8	Solaio di separazione tra locale tecnico e ambienti al piano superiore	51
6.3.9	Treatmento fonoassorbente del locale tecnico	52
<b>7</b>	<b>RUMORE GENERATO DAGLI IMPIANTI IDRAULICI</b>	<b>53</b>
7.1	Rumore nei cavedi	54
7.1.1	Cavedi principali	54
7.2	Centrali tecnologiche e impianti idrosanitari	55
7.2.1	Sistemi antivibranti	55
7.3	Rumore generato dal movimento dell'acqua	56
7.3.1	Gruppi di pompaggio	56
7.3.2	Sistema di distribuzione riscaldamento e linee idrosanitarie	56
7.4	Rumore generato internamente alle tubazioni	57
7.4.1	Impianto di scarico	58
7.4.2	Tubazioni	59
7.4.3	Contatti rigidi tra tubazioni e tra tubazioni e muratura	60
7.4.4	Raccordi e curve	61
7.4.5	Passaggio tubazioni di scarico tra piani sovrapposti	62
7.4.6	Bagni	63
7.4.7	Sistema di fissaggio dei sanitari	64
7.4.8	Cassetta risciacquo e scarichi WC	65
<b>8</b>	<b>TEMATICHE DI POSA IN OPERA</b>	<b>68</b>
8.1	Soluzioni tecniche per l'isolamento acustico con pareti leggere	68
8.1.1	Nastro di guarnizione isolante	68
8.1.2	Giunto tra pareti leggere	69
8.1.3	Giunto ad angolo	70
8.1.4	Giunto tra parete divisoria leggera e strutture massicce	71
8.1.5	Giunto su rivestimenti isolanti di pareti massive	72
8.1.6	Controsoffiti - Prolungamento pareti divisorie fino al solaio omogeneo	73





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

8.1.7	Cavedi per impianti tecnici	74
8.2	Rumore di calpestio	75
8.2.1	Pavimento galleggiante	75
8.2.2	Scelta del materiale resiliente	75
8.2.3	Posa del materiale resiliente	76
8.3	Serramenti	77
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>78</b>

**APPENDICE A** **79**

Calcolo indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione  $D_{2m,nT,w}$  79

**APPENDICE B** **81**

Attestato di tecnico competente in acustica ambientale 81

**TAVOLA 1**

Errore. Il segnalibro non è definito.

Planimetria e sezioni area di intervento, con indicazione delle stratigrafie e delle partizioni esaminate  
**Errore. Il segnalibro non è definito.**



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## 1 PREMESSA

Obiettivo del presente elaborato è la valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi relativa al progetto esecutivo per la realizzazione dei seguenti interventi di Presidio:

1. **Ampliamento Morgue - servizio mortuario - Piano seminterrato Blocco B1 (parte)**
2. Ampliamento area Pronto Soccorso - Piano Seminterrato Blocchi B1 (parte), B2 e B3
3. Laboratorio di Microbiologia - Piano 1° blocco B1
4. Day Hospital e Area ambulatoriale - Piano Primo Blocchi A1 e A2
5. Farmacia - Padiglione Ex Maternità Corpo C
6. Rifacimento facciate e piazzale - Padiglione Ex Maternità Corpo C (questo intervento non sarà valutato dal punto di vista acustico in quanto non implica elementi significativi; anche nel caso delle facciate si tratta di un intervento esterno limitato alla muratura)

### **In particolare, il presente elaborato si occuperà dell'ampliamento Morgue.**

In caso di interventi di ristrutturazione parziali, puntuali e di dimensioni relativamente contenute, è sempre piuttosto complesso individuare gli obiettivi relativi alle prestazioni di isolamento acustico da ottenere.

Come descritto con maggior dettaglio nel seguito, sulla base delle indicazioni del Progettista, gli interventi da analizzare sono riferiti a una parte molto contenuta della struttura ospedaliera e dovranno essere realizzati in modo da integrarsi all'interno degli elementi esistenti, in molti casi mantenendo o condividendo sistemi e soluzioni costruttive esistenti.

Per questo motivo, la valutazione analizzerà in dettaglio i diversi interventi, identificando le componenti che dovranno essere adeguate alle richieste normative in materia di isolamento acustico e cercando comunque di ottenere un miglioramento delle prestazioni acustiche rispetto allo stato di fatto, dove possibile e dove tecnicamente, funzionalmente ed economicamente ragionevole.

Le caratteristiche strutturali e costruttive dell'edificio (secondo le indicazioni fornite dal Progettista) e le relative prestazioni acustiche sono state utilizzate per determinare, dove applicabili, le prestazioni delle partizioni di facciata, delle partizioni verticali e di quelle orizzontali.

Il rumore degli impianti è stato trattato fornendo indicazioni operative di indirizzo.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## 2 QUADRO NORMATIVO

La Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico n. 447 del 26 Ottobre 1995 stabilisce le competenze in relazione al rilascio delle concessioni edilizie: in particolare essa attribuisce le funzioni di controllo ai Comuni, oltre a fare riferimento ad una serie di decreti attuativi cui spetta il compito di fissare i limiti di riferimento per le differenti casistiche relative al rumore.

I riferimenti normativi che interessano direttamente la valutazione in oggetto sono:

- Decreto MATTM 11.10.2017 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici"
- DPCM 05.12.1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"
- DDG Sanità Lombardia n. 26436 del 6 Novembre 2001 "Approvazione delle linee guida per la verifica dei requisiti minimi strutturali e tecnologici, generali e specifici"
- Norma UNI 11367:2010 "Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera"

### 2.1 Decreto MATTM 11.10.2017 sui Criteri Ambientali Minimi

Il Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) dell'11.10.2017 definisce i criteri ambientali minimi nel caso di costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici: in particolare, al paragrafo 2.3.5.6 vengono definite le specifiche relative al comfort acustico.

Nel caso specifico, tuttavia, il fatto di intervenire in modo spesso puntuale e comunque con modifiche quasi sempre non indipendenti dall'esistente, impone una riflessione in merito all'effettiva applicabilità di tali specifiche.

In particolare, appare importante una delle risposte alle FAQ che vengono periodicamente pubblicate (ultimo aggiornamento del 12 Giugno 2018):

**D:** *Nei CAM non si trovano tutte le tipologie di progetto, p.es non sono contemplati i restauri. Come ci si deve comportare in questi casi?*

**R:** I CAM edifici, quando fanno riferimento a nuovi edifici o ristrutturazioni di primo e secondo livello o manutenzioni ordinarie e straordinarie, si rifanno alle definizioni del D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 e dei decreti interministeriali del 26 giugno 2015, di attuazione della legge 90/2013. Per le altre tipologie di intervento (quale il restauro) non nominate nel testo i CAM non sono obbligatori. Ovviamente si invitano le stazioni appaltanti a tenerli in considerazione per quanto possibile in base al tipo di progetto.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

Il D.M. Requisiti Minimi del 25 Giugno 2016, al punto 1.4 dell'Allegato 1, riporta la definizione di ristrutturazioni importanti di primo e di secondo livello, che possono essere riassunte come segue:

**Ristrutturazioni importanti**

Si definisce **ristrutturazione importante** l'intervento che interessa gli elementi e i componenti integrati costituenti l'involucro edilizio che delimitano un volume a temperatura controllata dall'ambiente esterno o da ambienti non climatizzati, con un'incidenza superiore al 25% della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio.

Ai fini della determinazione di tale soglia di incidenza, sono da considerarsi unicamente gli elementi edilizi opachi e trasparenti che delimitano il volume a temperatura controllata dall'ambiente esterno e da ambienti non climatizzati quali le pareti verticali, i solai contro terra e su spazi aperti, i tetti e le coperture (solo quando delimitanti volumi climatizzati).

Gli interventi di **ristrutturazione importante** vengono suddivisi in:

1. ristrutturazioni importanti di primo livello
2. ristrutturazioni importanti di secondo livello

**Ristrutturazioni importanti di primo livello**

Le ristrutturazioni importanti di primo livello sono costituite da interventi che interessano più del 50% della superficie disperdente esterna e l'eventuale rifacimento dell'impianto termico invernale e/o estivo.

In tali casi i requisiti di prestazione energetica si applicano all'intero edificio e si riferiscono alla sua prestazione energetica relativa al servizio o servizi interessati.

**Ristrutturazioni importanti di secondo livello**

Le ristrutturazioni importanti di secondo livello consistono in interventi che interessano dal 25% al 50% della superficie disperdente esterna e l'eventuale rifacimento dell'impianto termico invernale e/o estivo.

Sulla base delle informazioni, condivise con il Gruppo di Progettazione, nel caso specifico gli interventi hanno sempre natura più limitata anche rispetto a una ristrutturazione di secondo livello, per cui è possibile concludere che i CAM non sono obbligatori in questo caso.

Si tratta in effetti di interventi specifici, puntuali e/o parziali, che riguarderanno solo piccole porzioni degli edifici esistenti e che dovranno essere realizzati in modo da integrarsi all'interno degli elementi esistenti, in molti casi mantenendo o condividendo sistemi e soluzioni costruttive non modificabili.

Ciò non toglie che essi potranno essere comunque tenuti in considerazione per quanto possibile, nell'ottica di un miglioramento generalizzato delle prestazioni acustiche rispetto allo stato di fatto, dove possibile e dove tecnicamente, funzionalmente ed economicamente ragionevole.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

## 2.2 DPCM 05.12.1997

Il DPCM 05.12.97 fissa i valori limite ai quali fare riferimento per la valutazione in opera sia dei requisiti acustici passivi degli edifici sia delle sorgenti sonore che possono trovarsi all'interno degli edifici stessi (ad esempio gli impianti tecnici).

L'indice  $R'_w$  si riferisce al potere fonoisolante,  $D_{2m,nT,w}$  si riferisce all'isolamento di facciata,  $L'_{n,w}$  è relativo al rumore di calpestio, mentre i parametri  $L_{A,Smax}$  e  $L_{A,eq}$  sono i limiti per gli impianti tecnologici a funzionamento temporale continuo e discontinuo.

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

Categoria	Parametri acustici e limiti [dB]				
	$R'_w$	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	$L_{A,Smax}$	$L_{A,eq}$
1) D	55	45	58	35	25
2) A, C	50	40	63	35	35
3) E	50	48	58	35	25
4) B, F, G	50	42	55	35	35

*Tabella 2-1 – Classificazione degli edifici e limiti sui requisiti acustici passivi*

In questo caso, l'area d'intervento oggetto di ristrutturazione ricade sicuramente all'interno di un edificio ascrivibile alla categoria "Edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura o assimilabili", con i relativi limiti associati.





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### **2.3 DDG Sanità Lombardia n. 26436 del 6 Novembre 2001**

Il DDG Sanità Lombardia n. 26436 del 6 Novembre 2001 “Approvazione delle linee guida per la verifica dei requisiti minimi strutturali e tecnologici, generali e specifici, previsti dal DPR 14.1.97 e dalla DGR 38133/98”, contiene l'allegato 1 “Linee guida per gli operatori ASL sulla verifica dei requisiti tecnologici e strutturali stabiliti dalla normativa vigente”.

Il Fascicolo 1 dell'Allegato 1 “Requisiti minimi strutturali e tecnologici generali - Verifica ASL ai sensi del DPR 14.01.97 e della DGR n. 7/5724 del 27.07.01” riporta il requisito SGTEC 03, che richiede: “La struttura è in possesso dei requisiti previsti dalle vigenti leggi in materia di protezione acustica?”.

L'adempimento prevede il collaudo delle strutture per la verifica del rispetto dei limiti di legge fissati dal DPCM 05.12.1997.

Passo necessario per consentire l'effettivo ottenimento del rispetto dei limiti a lavori conclusi è l'analisi acustica delle scelte progettuali, valutando in modo previsionale le caratteristiche di isolamento acustico delle strutture dell'edificio a partire dalle prestazioni dei componenti.

Vista la complessità della situazione, nel caso in esame questa fase è necessaria anche solo per la definizione della presenza di limiti cogenti e per la relativa quantificazione.

La valutazione previsionale è condizione necessaria ma non sufficiente: occorre sottolineare che la fase di posa in opera è fondamentale per garantire l'ottenimento dei valori progettati, assicurando un elevato livello di attenzione sulle scelte costruttive e sulla corrispondenza dei materiali utilizzati a quanto specificato nel progetto.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## 2.4 Norma UNI 11367:2010

Il DPCM 05.12.1997, che continua comunque a costituire il più importante riferimento legislativo, è un decreto che contiene molti errori e lacune, pertanto è sempre stato soggetto a interpretazioni anche contrastanti.

Nel 2010 è stata emanata la norma UNI 11367 "Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera": la norma, richiamata anche dal Decreto MATTM sui Criteri Ambientali Minimi, dovrebbe costituire la base per un nuovo decreto relativo ai requisiti acustici passivi.

L'aspetto attualmente più importante della norma, tuttavia, è attualmente il fatto di fornire elementi importanti per fare chiarezza su molti aspetti dubbi relativi all'applicazione del DPCM 05.12.1997: in particolare, in merito all'applicabilità o meno dei limiti in situazioni specifiche e/o particolari.

### 2.4.1 Definizioni e applicabilità dei limiti

La norma UNI 11367 definisce per la prima volta in modo chiaro gli ambienti abitativi e gli ambienti di servizio e specifica il campo di applicazione dei limiti: si tratta di un riferimento sicuramente molto autorevole per definire come e dove applicare i limiti di legge.

In particolare, sono definiti:

**ambiente abitativo**: porzione di unità immobiliare completamente delimitata destinata al soggiorno e alla permanenza di persone per lo svolgimento di attività e funzioni caratterizzanti la destinazione d'uso

**ambiente accessorio o di servizio**: porzione di unità immobiliare (se di utilizzo individuale) o di sistema edilizio (se di utilizzo comune o collettivo) con funzione diversa da quella abitativa ovvero non destinato allo svolgimento di attività e funzioni caratterizzanti la destinazione d'uso; sono ambienti accessori gli spazi completamente o parzialmente delimitati destinati al collegamento degli ambienti abitativi ed alla distribuzione orizzontale e verticale all'interno del sistema edilizio, nonché gli spazi destinati a deposito, immagazzinamento e rimessaggio; sono ambienti di servizio gli spazi completamente delimitati destinati ad ospitare elementi tecnici connessi con il sistema edilizio (per esempio vani ascensore, vani scala, ecc), e quelli specializzati a fornire servizi richiesti da particolari attività degli utenti, quali i servizi igienici, i locali tecnici degli edifici, i ripostigli anche interni all'unità abitativa, ecc.

**ambiente verificabile acusticamente**: ambiente abitativo di dimensioni sufficienti a consentire l'allestimento di misurazioni in conformità ai procedimenti di prova e di valutazione per la determinazione dei livelli prestazionali acustici in opera.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Sottolineando che sono esclusi dalla valutazione gli elementi tecnici costituiti da facciate e partizioni interne che delimitano ambienti accessori o di servizio dell'unità immobiliare, la norma specifica che nel considerare i requisiti di isolamento e di rumore di impianti si applicano i seguenti criteri:

- **il requisito  $D_{2m,nT,w}$**  relativo all'isolamento di facciata è riferito alle facciate degli ambienti abitativi; per le pareti finestrate con sistemi oscuranti, si fa riferimento alla situazione con sistemi oscuranti aperti; in caso di presenza di aperture di ingresso aria in facciata queste devono essere considerate nella normale condizione di utilizzo
- **il requisito  $R'_{w}$**  relativo al potere fonoisolante è riferito alle partizioni orizzontali e verticali che separano ambienti abitativi di unità immobiliari distinte; si applica inoltre alle partizioni orizzontali e verticali che separano ambienti abitativi di una unità immobiliare da ambienti, individuali o collettivi, destinati ad autorimessa, box, garage e alle partizioni (non dotate di accessi o aperture) che separano ambienti abitativi di una unità immobiliare da parti comuni
- **il requisito  $L'_{n,w}$**  relativo al rumore di calpestio è riferito al rumore da calpestio percepito all'interno degli ambienti abitativi e generato in unità immobiliari differenti
- **il requisito  $L_{ic}$**  relativo al rumore degli impianti a funzionamento continuo e il requisito  $L_{id}$  relativo al rumore degli impianti a funzionamento discontinuo sono riferiti a valutazioni 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; nel corso della valutazione devono essere escluse tutte le sorgenti sonore operanti all'interno dell'ambiente di misura ed estranee alla valutazione del rumore indotto dall'impianto in esame.
- il livello sonoro immesso da un impianto a servizio di una camera di degenza deve essere valutato all'interno di ambienti acusticamente verificabili diversi dall'ambiente servito



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

### 2.4.2 Valori di riferimento

La norma UNI 11367:2010 identifica, nel caso degli ospedali, una serie di prestazioni definite "di base" e "superiore": i valori di riferimento sono riportati in Tabella, insieme ai corrispondenti limiti del DPCM 05.12.1997 (per quanto possibile).

Descrizione	Parametro	Prestazione di base	Prestazione superiore	Limite corrispondente DPCM 05.12.1997
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata	$D_{2m,nT,w}$ [dB]	38	43	45
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti di differenti unità immobiliari	$R'_w$ [dB]	50	56	55
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari	$L'_{n,w}$ [dB]	63	53	58
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo in ambienti diversi da quello d'installazione	$L_{ic}$ [dBA]	32	28	25 (*)
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo in ambienti diversi da quello d'installazione	$L_{id}$ [dBA]	39	34	35 (*)
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare	$D_{nT,w}$ [dB]	50	55	-
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare	$D_{nT,w}$ [dB]	45	50	-
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare	$L'_{n,w}$ [dB]	63	53	-

(\*) livelli non direttamente confrontabili - riportati solo come riferimento

*Tabella 2-2 - UNI 11367: 2010 - Valori di riferimento per i requisiti acustici di ospedali - a destra i limiti corrispondenti del DPCM 05.12.1997*



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Si possono fare alcune considerazioni:

- nel caso dell'isolamento di facciata per edifici di tipo ospedaliero, sia considerando la prestazione di base sia considerando la prestazione superiore, il limite indicato dalla norma UNI è inferiore al limite previsto dal DPCM 05.12.1997; nel caso in cui venga invece previsto un limite diverso per sottoinsiemi di ambienti con diversa destinazione d'uso (ad esempio uffici e/o laboratori), il limite del DPCM 05.12.1995 è appena inferiore al limite definito dalla prestazione superiore
- il fatto che siano identificati in modo specifico dei parametri per l'isolamento acustico tra ambienti sovrapposti e adiacenti della stessa unità immobiliare conferma la prassi di non ritenere applicabili i limiti del DPCM 05.12.1997 relativi all'indice di potere fonoisolante apparente all'interno dello stesso edificio contenente una sola unità immobiliare
- il fatto che siano identificati in modo specifico dei parametri per il livello di rumore di calpestio tra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare conferma l'ipotesi di non ritenere applicabili i limiti del DPCM 05.12.1997 relativi al livello di rumore di calpestio all'interno dello stesso edificio contenente una sola unità immobiliare
- è importante notare che non sono stati definiti valori di riferimento per il livello sonoro di calpestio fra ambienti adiacenti all'interno della stessa unità immobiliare, poiché è prassi attualmente molto diffusa realizzare solai con massetto di ripartizione continuo: per queste tipologie costruttive i dati attualmente disponibili non consentono di stabilire criteri condivisi; questo significa anche che i limiti del DPCM 05.12.1997 relativi al rumore di calpestio non sono applicabili tra ambienti adiacenti sullo stesso piano
- i valori di riferimento per il rumore degli impianti vengono corretti per il livello di rumore residuo e per il tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente: queste operazioni, che rendono il livello calcolato essenzialmente indipendente dalle caratteristiche dell'ambiente ricevente, superano una criticità intrinseca ai limiti fissati dal DPCM 05.12.1997, in cui questo approccio tecnicamente corretto spesso rimane a discrezione del tecnico: un collaudo che non consideri la correzione per il tempo di riverberazione implica che i livelli sonori misurati dipendano dalle dimensioni e dal grado di arredamento dell'ambiente ricevente; come conseguenza diretta, non è detto che i valori della norma UNI siano confrontabili con i limiti del DPCM 05.12.1997





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### **3 MORGUE - DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO**

L'area dedicata alla Morgue, dislocata al piano seminterrato del blocco "B1", necessita di una radicale ristrutturazione ed una più ampia e razionale dotazione di spazi accessori quali la camera autoptica ed aree dedicate ad un sostanziale miglioramento dell'accoglienza e della riservatezza garantita ai visitatori.

Il servizio mortuario, così riformato, rispetterà i canoni di accessibilità consentendo l'entrata e l'uscita autonoma dal reparto senza interferenze rispetto al sistema generale dei percorsi interni alla struttura.

Gli spazi ad esso dedicati saranno accessibili dall'esterno tramite percorso pedonale e carrabile dedicato per parenti e mezzi funebri; le camere ardenti saranno aperte direttamente sull'esterno per l'ingresso dolenti e l'uscita del feretro.

Il Servizio sarà raggiungibile mediante collegamenti verticali attraverso gli ascensori dai reparti di degenza.

L'intervento è subordinato al trasferimento del laboratorio di Microbiologia.

#### **3.1 Componenti edilizie**

##### **3.1.1 Pareti esterne con controparete interna**

In corrispondenza delle murature esterne esistenti, già dotate di cappotto esterno in polistirene, verranno realizzate delle contropareti in cartongesso.

Le contropareti avranno uno spessore complessivo di 7.5 cm, con orditura metallica singola da 5 cm e rivestimento realizzato con un doppio strato di lastre in gesso rivestito, dello spessore di 1.25 cm ciascuna.

Nell'intercapedine verrà inserito un singolo materassino di lana minerale dello spessore di 4 cm e densità indicativa di 50 kg/m<sup>3</sup>.

##### **3.1.2 Pareti divisorie interne**

Il layout del reparto sarà oggetto di una modifica sostanziale.

Tutte le principali partizioni interne saranno costruite con pareti ad orditura metallica singola da 7.5 cm e rivestimento realizzato con un doppio strato di lastre in gesso rivestito, dello spessore di 1.25 cm ciascuna; dove necessario, le lastre esterne potranno essere sostituite da lastre in classe A1 di reazione al fuoco.

Nell'intercapedine verrà inserito un materassino di lana minerale dello spessore di 60 mm e densità indicativa di 50 kg/m<sup>3</sup>.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### **3.1.3 Solaio a pavimento**

Il solaio a pavimento sarà riportato allo stato grezzo, di fatto caratterizzato dal solo solaio base in laterocemento 20+5, per poi essere nuovamente completato con uno strato di alleggerito, uno strato resiliente anticalpestio, un massetto sottopavimento e il pavimento in pvc o gres.

### **3.1.4 Controsoffitti**

Le tipologie di controsoffitto previste all'interno del reparto sono:

- controsoffitto metallico a pannelli (per la sala autoptica)
- controsoffitto a pannelli in cartongesso 60x60
- controsoffitto a lastre in cartongesso (idrorepellenti dove necessario)

in particolare, questa soluzione consentirà un significativo incremento dell'isolamento acustico del solaio soprastante, con un notevole miglioramento rispetto allo stato di fatto

### **3.1.5 Finitura pavimenti e rivestimenti**

Per quanto riguarda i pavimenti, essi sono previsti in gres (ufficio e area camere ardenti) e in pvc a teli auto posante, che prevede anche la realizzazione di una sguscia di 20 cm, per facilitare le operazioni di pulizia.

### **3.1.6 Serramenti esterni**

Saranno installati nuovi serramenti esterni in sostituzione dei serramenti esistenti.

I cassonetti per avvolgibili esistenti saranno rimossi ed eliminati: i nuovi serramenti non saranno dotati di tale sistema di oscuramento.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### 3.2 Principali componenti impiantistiche

#### Impianto di climatizzazione

Il progetto prevede un impianto di condizionamento a tutta aria con macchina di trattamento dedicata, posta nel locale tecnico adiacente al reparto oggetto di ristrutturazione, funzionante a tutta aria esterna e in grado di assicurare circa 15 volumi di ricambio sia nelle camere ardenti che nella camera autoptica e la temperatura ambiente di 18 °C sia in regime estivo che invernale.

L'UTA suddivisa in due sezioni distinte sovrapposte avrà la seguente configurazione:

#### Sezione di ripresa:

- Ventilatore di ripresa modello Plug Fan EC
- Batteria di recupero calore
- Silenziatori

#### Sezione di mandata

- Filtri piani classe G3 eff 80 % e a tasche classe F9 eff 95 %
- Batteria di recupero calore
- Batteria calda alimentata a 70-55 °C
- Batteria fredda alimentata con acqua a 7-12 °C
- Rampa umidificazione a vapore alimentata dalla rete vapore pulito esistente nell'Ospedale
- Separatore di gocce
- Batteria di post-riscaldamento alimentata con acqua a 70-55 °C
- Ventilatore di mandata Plug Fan EC
- Silenziatori

Il controllo della temperatura di ogni ambiente del reparto (camere ardenti, sala autoptica, spogliatoio, locale osservazione) sarà realizzato mediante batteria di post-riscaldamento installata a canale, mentre il controllo dei differenziali di pressione fra la sala autoptica e il connettivo sarà realizzato mediante cassette a portata variabile motorizzate, regolate mediante differenziali di pressione installati direttamente negli ambienti.

L'impianto di diffusione dell'aria delle tre sale ardenti e della sala attesa dolenti saranno intercettabili mediante serrande di regolazione motorizzate, in modo da regolare la portata dell'aria delle UTA in funzione delle esigenze.

La sala refertazioni sarà riscaldata e raffrescata mediante ventilcovettore installato a soffitto, integrato da un impianto di ricambio dell'aria alimentato da un recuperatore di calore ad alta efficienza dedicato con portata nominale di 200 mc/h.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Tutte le condotte di distribuzione dell'aria verranno realizzate con canali a sezione rettangolare realizzati in pannello sandwich con trattamento antibatterico.

**Impianto idrosanitario**

L'impianto di distribuzione dell'acqua fredda, calda e ricircolo verrà derivato dalle colonne già esistenti al piano.

Verranno realizzate nuove dorsali principali di distribuzione dell'acqua fredda, calda e ricircolo dedicate al reparto oggetto di ristrutturazione a partire dal cavedio tecnico.

La rete di distribuzione acqua calda e fredda sarà realizzata con tubazioni in multistrato isolate.

Nei locali igienici saranno installati radiatori a colonne in acciaio dotati di valvole termostatiche.

La dotazione dei servizi igienici sarà costituita da apparecchiature di tipo sospeso e piatti doccia a filo pavimento completi di dotazioni di sicurezza per renderli compatibili alla presenza di utenti con ridotta mobilità.

Gli apparecchi sanitari saranno in ceramica con rubinetteria del tipo a miscela monocomando

**Impianto di scarico**

Per la realizzazione dell'impianto di scarico verranno utilizzate tubazioni in polietilene alta densità.

L'allacciamento degli apparecchi sanitari avverrà nelle colonne verticali esistenti transitanti al piano oggetto di ristrutturazione.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### 3.3 Limiti cogenti e riferimenti

#### 3.3.1 Isolamento di facciata (indice $D_{2m,nT,w}$ )

L'intervento prevede la sostituzione dei serramenti esistenti (comprensivi di cassonetti per avvolgibili) con nuovi serramenti senza avvolgibili; è anche prevista la realizzazione di una controparete interna sulla muratura di facciata esistente, con l'inserimento di lana di roccia nell'intercapedine.

Il limite cogente di riferimento è quello relativo all'isolamento normalizzato di facciata  $D_{2m,nT,w} \geq 45$  dB, applicabile a tutte le facciate degli ambienti abitativi.

Seguendo le indicazioni della norma UNI 11367:2010, non verranno considerate le facciate degli ambienti di servizio (bagni, disimpegni, locali tecnici, ...).

In realtà, all'interno dell'area oggetto di ristrutturazione, sono presenti solo 2 ambienti per cui valutare l'isolamento di facciata: la Sala Autoptica e la Segreteria/Ufficio refertazione, che peraltro potrebbero non essere direttamente riconducibili all'attività ospedaliera, ma ad attività di ufficio/laboratorio: con approccio cautelativo, si è mantenuto come obiettivo di progetto il limite relativo agli edifici ospedalieri, peraltro anche più restrittivo rispetto alla prestazione "superiore" della UNI 11367.

Le camere ardenti sono separate dalle partizioni esterne da una corridoio di servizio e non sono quindi soggette alla valutazione dell'isolamento di facciata (che sarebbe peraltro inutile in considerazione della presenza della porta di accesso dall'esterno, che si aprirà e chiuderà in continuazione durante gli orari di apertura, per consentire l'accesso dei dolenti).

Tutti gli altri ambienti sono invece riconducibili ad ambienti di servizio e pertanto, secondo le indicazioni della norma UNI 11367 non sono soggetti al rispetto dei limiti di isolamento di facciata.

#### 3.3.2 Isolamento ai rumori aerei (indice $R'_w$ )

Un limite di riferimento potrebbe essere quello relativo all'indice di potere fonoisolante  $R'_w \geq 55$  dB, applicabile però solo tra diverse unità immobiliari: l'intera struttura ospedaliera costituisce una singola unità immobiliare, per cui il limite relativo all'isolamento ai rumori aerei non è applicabile.

Dato che comunque l'intero reparto sarà oggetto di ristrutturazione, con la realizzazione di un nuovo layout, verranno comunque analizzate le prestazioni delle nuove pareti divisorie interne, al fine di verificare che gli elementi coinvolti siano in grado di assicurare un buon comfort acustico.

Un discorso analogo vale per il solaio in laterocemento a pavimento, che sarà completato con un pavimento galleggiante (strato resiliente e massetto): non potendo intervenire in alcun modo al piano sottostante, l'obiettivo progettuale sarà quello di un miglioramento del livello di isolamento acustico rispetto alla situazione attuale, in cui non è presente lo strato resiliente.





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### 3.3.3 Isolamento al rumore di calpestio (indice $L'_{n,w}$ )

Un limite di riferimento cogente potrebbe essere quello relativo all'indice di rumore di calpestio  $L'_{n,w} \leq 58$  dB indicato dal DPCM 05.12.1997.

Tuttavia, secondo la norma UNI 11367:2010, questo limite è applicabile solo tra diverse unità immobiliari, tanto da fornire un limite specifico (e diverso da quello del DPCM 05.12.1997) per il rumore di calpestio all'interno delle strutture ospedaliere: si parla infatti di 63 dB per la prestazione base e di 53 dB per la prestazione superiore.

In questo caso, quindi, dato che l'intera struttura ospedaliera costituisce una singola unità immobiliare, il limite relativo all'isolamento ai rumori di calpestio non è applicabile.

Dato che comunque l'intero reparto sarà oggetto di ristrutturazione e il solaio a pavimento sarà realizzato ex novo a partire dal solaio in laterocemento base esistente, non potendo intervenire in alcun modo al piano sottostante e non potendo modificare il solaio esistente, anche in questo caso l'obiettivo progettuale sarà quello di una riduzione del livello di rumore di calpestio rispetto alla situazione attuale, in cui non è presente uno strato resiliente.

Sempre la norma UNI 11367:2010 esclude esplicitamente che il limite sul rumore di calpestio sia applicabile tra ambienti adiacenti sullo stesso piano, in quanto la tecnologia del massetto continuo, normalmente utilizzata in questi casi, non consente di ottenere risultati certi e affidabili.

### 3.3.4 Rumore degli impianti a funzionamento discontinuo

Per quanto riguarda gli impianti a funzionamento discontinuo, un limite di riferimento potrebbe essere quello indicato dal DPCM 05.12.1997:  $L_{ASmax} \leq 35$  dBA.

Alla luce del fatto che anche in questo caso la norma UNI 11367:2010 indica che tale limite si applica solo tra unità immobiliari distinte e fornisce valori di riferimento diversi nel caso delle strutture ospedaliere, si potrebbe concludere che tale limite non è cogente.

Stabilisce anche che il livello sonoro immesso da un impianto a servizio di una camera di degenza deve essere valutato all'interno di ambienti acusticamente verificabili diversi dall'ambiente servito.

Occorre peraltro considerare che, nel caso in esame, il sistema di scarico dei nuovi bagni si innesterà direttamente sulle colonne di scarico esistenti: questo significa che non è di fatto possibile controllare o modificare il rumore generato dagli impianti, in quanto esso si origina essenzialmente lungo le colonne di scarico, che non saranno modificate.

Si può pertanto concludere che, anche in questo caso, il limite relativo al rumore degli impianti a funzionamento discontinuo non è applicabile.

Pur non essendo applicabile il limite di rumorosità specifico, avendo come obiettivo il comfort acustico, il rumore degli impianti a funzionamento discontinuo verrà trattato con indicazioni operative, analizzando le soluzioni tecniche che si intendono adottare e le eventuali relative criticità.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Occorre infatti ricordare che, in generale, non esistono metodi di calcolo efficaci e affidabili per la previsione del rumore degli impianti (soprattutto non esistono dati significativi da implementare nei modelli previsionali, estremamente complessi da utilizzare).

### **3.3.5 Rumore degli impianti a funzionamento continuo**

Per quanto riguarda gli impianti a funzionamento continuo, un limite di riferimento potrebbe essere quello indicato dal DPCM 05.12.1997:  $L_{Aeq} \leq 25$  dBA.

Alla luce del fatto che anche in questo caso la norma UNI 11367:2010 indica che tale limite si applica solo tra unità immobiliari distinte e fornisce valori di riferimento diversi nel caso delle strutture ospedaliere, si può concludere che il limite relativo al rumore degli impianti a funzionamento continuo non è applicabile.

### **3.3.6 Rumore dei sistemi di trattamento aria**

Occorre considerare che il rumore generato dalle bocchette di immissione e di aspirazione dell'aria all'interno degli ambienti non è riconducibile al rumore degli impianti disciplinato dal DPCM 05.12.1997 e dalla norma UNI 11367.

Questo assunto è confermato dal fatto che esistono norme specifiche che disciplinano il rumore degli impianti di trattamento aria (ad esempio la UNI 8199) e che suggeriscono livelli di riferimento diversi in funzione della destinazione d'uso dell'ambiente.

Anche in questo caso, non vi sono indicazioni cogenti, ma si è comunque proceduto con indicazioni operative per l'inserimento di sistemi di contenimento del rumore in corrispondenza dei passaggi più critici, compatibilmente con i vincoli e le condizioni esistenti.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

**4 MORGUE - MATERIALI E PRESTAZIONI ACUSTICHE**

I materiali utilizzati e le soluzioni costruttive sono stati indicati dal Progettista.

Ogni tipo di materiale o componente utilizzato è stato caratterizzato, ovunque possibile, facendo riferimento a dati forniti dai Produttori; negli altri casi si è fatto ricorso alle formule previsionali più opportune.

Nelle Tabelle seguenti si riporta un elenco riassuntivo dei materiali e dei componenti utilizzati, descritti in dettaglio ai paragrafi successivi.

Struttura	Descrizione	Massa superf. strato base [kg/m <sup>2</sup> ]	R <sub>w</sub> - base [dB]	ΔR <sub>w</sub> strato aggiuntivo [dB]	R <sub>w</sub> [dB] - complessivo	Note
M1	Parete esterna	Muratura esistente in laterizio con controparete interna in lana di roccia e cartongesso	174	43	60	da legge di massa UNI EN 12354-1 per pareti semplici in laterizio; - 1 dB per cappotto in EPS incremento indice per strato aggiuntivo secondo UNI EN 12354-1; troncato all'unità
M11	Pareti divisorie interne in cartongesso	Parete leggera su orditura metallica spessore 7.5 cm, con doppia lastra di cartongesso da 1.25 cm su ambo i lati	38	54	54	da dati Knauf per pareti W112 con stessa stratigrafia
M12	Parete locale tecnico UTA	Struttura in Gasbeton 500 con doppia controparete con lana di roccia e doppia lastra di cartongesso su entrambi i lati	87	40	67	estratto dalle Raccomandazioni Tecniche EAACA "European Autoclaved Concrete Association" incremento indice per strato aggiuntivo secondo UNI EN 12354-1; troncato all'unità incremento indice per strato aggiuntivo secondo UNI EN 12354-1; troncato all'unità

Tabella 4-1 - Materiali e componenti - partizioni verticali

Elemento	Descrizione	s' di progetto [MN/m <sup>3</sup> ]	Note
STR-RES	Strato resiliente per pavimento galleggiante	≤ 15	Valore di riferimento del parametro; possibile la scelta di materiali con valori analoghi o inferiori Resistenza a compressione sufficiente a sopportare senza problemi il carico del massetto Prove secondo UNI EN 12431 (comprimibilità) e UNI EN 1606 (creep)

Tabella 4-2 - Materiali e componenti - strato resiliente per pavimento galleggiante



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

Struttura	Descrizione	Massa superficiale strato base [kg/m <sup>2</sup> ]	R <sub>w</sub> - base [dB]	ΔR <sub>w</sub> strato aggiuntivo [dB]	R <sub>w</sub> [dB] - complessivo	Note
P1	Pavimento con pvc o gres	Solaio in laterocemento 20+5 con pavimento galleggiante	324	49	61	da formule previsionali specifiche per solai in laterocemento; troncato all'unità; OK - cautelativo
				12		da formule previsionali UNI EN 12354-1:2017

Tabella 4-3 - Materiali e componenti - partizioni orizzontali - isolamento ai rumori aerei

Struttura	Descrizione	Massa superficiale strato base [kg/m <sup>2</sup> ]	L <sub>n,w</sub> - base [dB]	ΔL <sub>n,w</sub> pav. gall. [dB]	L <sub>n,w</sub> [dB] - complessivo	Note
P1	Pavimento con pvc o gres	Solaio in laterocemento 20+5 con pavimento galleggiante	324	85	56	da formule previsionali specifiche per solai in laterocemento; arrotondato all'unità successiva; OK - cautelativo
				29		da formule previsionali UNI EN 12354-2; troncato all'unità

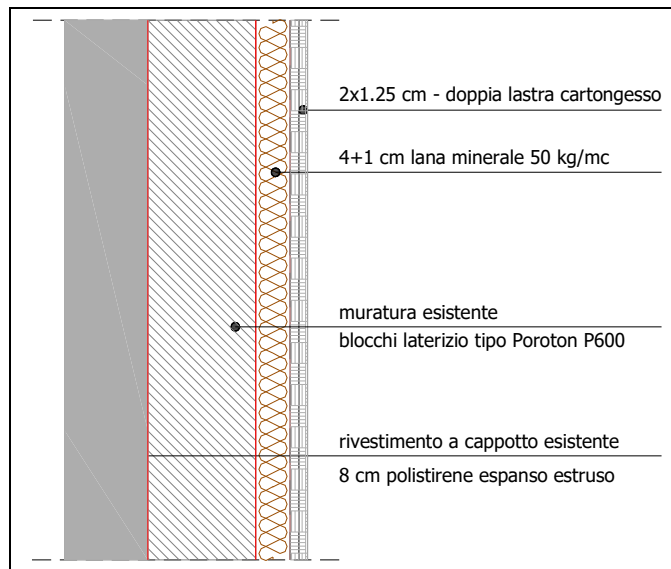
Tabella 4-4 - Materiali e componenti - partizioni orizzontali - livello di rumore di calpestio

Serramento	Descrizione	R <sub>w</sub> [dB] serramento - prova di laboratorio sul serramento specifico	R <sub>w</sub> [dB] serramento nel caso di rapporto di prova su infisso standard 1.23x1.48 m (norma UNI EN 14351-1)	Note
AB-S02	Finestra	40	40	Valore minimo del serramento completo (infisso+vetri) - infissi classe 4 UNI EN 12207 - vetri stratificati
AB-S05	Finestra	40	40	

Tabella 4-5 - Materiali e componenti - serramenti esterni

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**4.1 M1 - Partizione verticale esterna**



**M1 Parete esterna**

**M1 Struttura base**

Descrizione	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
Intonaco plastico per cappotto	0.5	1500	
Cappotto in EPS	8.0	30	
Muratura esistente (blocchi foratura 55%)	25.0		174.2
<b>TOTALE</b>	<b>33.5</b>		<b>174</b>
<b>R<sub>w</sub> [dB] - indice potere fonoisolante strato base (minimo)</b>			<b>43</b>

da legge di massa UNI EN 12354-1 per pareti semplici in laterizio; - 1 dB per cappotto in EPS

**M1 Controparete interna**

Descrizione	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
Lana minerale + aria	5.0	50	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5
<b>TOTALE</b>	<b>7.5</b>		<b>19.0</b>
<b>ΔR<sub>w</sub> controparete</b>			
Spessore intercapedine		0.050	m
f <sub>0</sub> - frequenza di risonanza		57.6	Hz
<b>ΔR<sub>w</sub> [dB] - incremento indice potere fonoisolante</b>			<b>17</b>

incremento indice per strato addizionale secondo UNI EN 12354-1; troncato all'unità

**M1 Struttura completa**

<b>R<sub>w</sub> [dB] - indice potere fonoisolante complessivo</b>	<b>60</b>
--	-----------





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

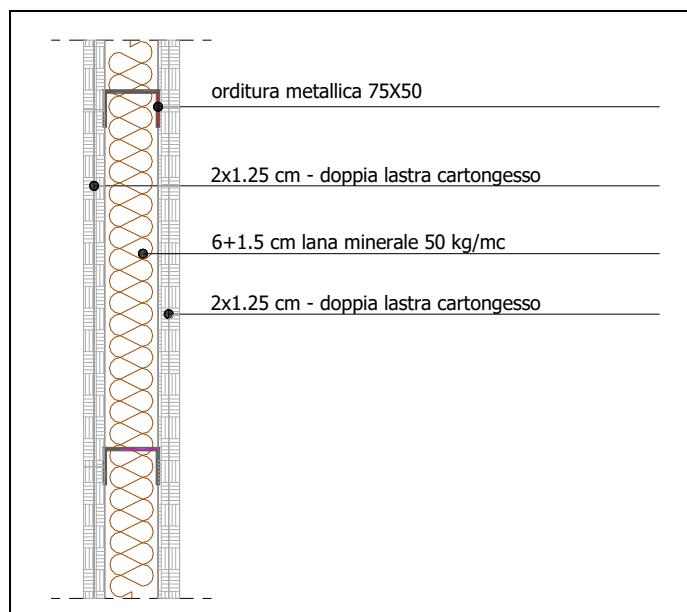
Si tratta della struttura cieca principale presente nelle partizioni di facciata.

Cautelativamente, non è stata considerata la presenza dei pilastri in c.a., che forniscono livelli di isolamento acustico superiori a quelli della struttura M1.

Nel caso della struttura base, l'indice del potere fonoisolante è stato ottenuto applicando la legge di massa suggerita dalla norme UNI EN 12354-1 per pareti semplici in laterizio e troncando il risultato ottenuto all'unità e riducendolo di 1 dB per la presenza del cappotto in EPS.

La tipologia di blocchi in laterizio non è nota con precisione: cautelativamente sono stati considerati blocchi da tamponamento con foratura 55% e 1 cm di malta sui giunti verticali e orizzontali.

L'incremento dell'indice di potere fonoisolante per la presenza della controparete interna è stato calcolato secondo le indicazioni della norma UNI EN 12354-1 e troncando all'unità il risultato ottenuto.

AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO****4.2 M11 - Partizione verticale interna tipo**

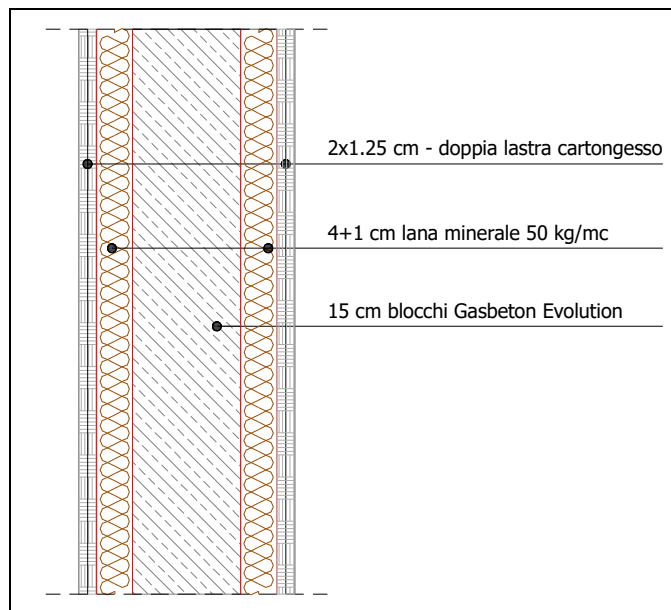
M11		Pareti divisorie interne in cartongesso		
	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
Lana minerale + aria	7.5	50		
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
<b>TOTALE</b>	<b>12.5</b>		<b>38</b>	
<b>R<sub>w</sub> [dB] - indice potere fonoisolante</b>			<b>54</b>	
da dati Knauf per pareti W112 con stessa stratigrafia				

Si tratta della struttura di separazione tipo tra ambienti interni; può essere o meno fornita di lastre con elevata resistenza al fuoco a seconda delle necessità.

La stima dell'indice di potere fonoisolante, relativamente elevato, è stata eseguita a partire da dati pubblicati da Knauf per una parete del tutto simile.

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**4.3 M12 - Partizione verticale interna tra locale UTA e ambienti Morgue - con gasbeton**



<b>M12</b>		<b>Parete locale tecnico UTA</b>	
Descrizione	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
Intonaco	1	600	6
Blocchi Gasbeton EVOLUTION	15	500	75
Intonaco	1	600	6
<b>TOTALE</b>	<b>15.0</b>		<b>87</b>
<b>R<sub>w</sub> [dB] - indice potere fonoisolante strato base (minimo)</b>			<b>40</b>

estratto dalle Raccomandazioni Tecniche EAACA "European Autoclaved Concrete Association"

Nel caso della struttura base, l'indice del potere fonoisolante è stato ottenuto applicando la legge di massa suggerita dalle Raccomandazioni Tecniche EAACA "European Autoclaved Concrete Association" per pareti con massa superficiale inferiore a 150 kg/m<sup>2</sup>) e troncando il risultato ottenuto all'unità.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

L'incremento dell'indice di potere fonoisolante per la presenza della due contropareti sui due lati è stato calcolato secondo le indicazioni della norma UNI EN 12354-1, troncando all'unità il risultato ottenuto.

M12		Prima controparete	
Descrizione	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
Lana minerale e aria	5.0	20	
Lastra in cartongesso	1.25	760	9.5
Lastra in cartongesso	1.25	760	9.5
<b>TOTALE</b>	<b>7.5</b>		<b>19.0</b>
$\Delta R_w$ controparete			
Spessore intercapedine		0.050	m
$f_0$ - frequenza di risonanza		60.4	Hz
<b><math>\Delta R_w</math> [dB] - incremento indice potere fonoisolante</b>			<b>18</b>

incremento indice per strato aggiuntivo secondo UNI EN 12354-1; troncato all'unità

M12		Seconda controparete	
Descrizione	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
Lana minerale e aria	5.0	20	
Lastra in cartongesso	1.25	760	9.5
Lastra in cartongesso	1.25	760	9.5
<b>TOTALE</b>	<b>7.5</b>		<b>19.0</b>
$\Delta R_w$ controparete			
Spessore intercapedine		0.050	m
$f_0$ - frequenza di risonanza		60.4	Hz
<b><math>\Delta R_w</math> [dB] - incremento indice potere fonoisolante</b>			<b>18</b>

incremento indice per strato aggiuntivo secondo UNI EN 12354-1; troncato all'unità

L'indice di potere fonoisolante complessivo è stato calcolato a partire dall'indice di potere fonoisolante della struttura base, considerando l'intero contributo della prima controparete e solo metà del contributo della seconda controparete.

M12	Struttura completa
<b><math>R_w</math> [dB] - indice potere fonoisolante complessivo</b>	<b>67</b>

Il nucleo centrale in muratura e la doppia lastra in cartongesso su entrambi i lati forniscono un incremento, per quanto possibile visti gli spessori limitati, delle prestazioni di isolamento acustico alle basse frequenze.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

#### 4.4 Strato resiliente

Anche se l'area Morgue si trova al piano seminterrato, si è previsto uno strato resiliente per la realizzazione del pavimento galleggiante, al fine di ottimizzare il comfort acustico all'interno del reparto e dell'edificio.

Di seguito vengono riportati i dati di riferimento dello strato resiliente da utilizzare:

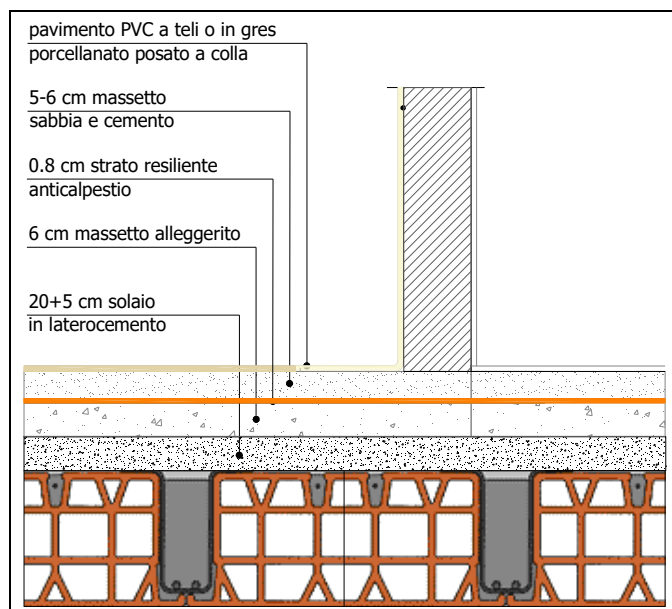
STR-RES		Strato resiliente per pavimento galleggiante	
spessore nominale	8-10	mm	
<b>s' - rigidità dinamica di riferimento</b>	<b>≤ 15</b>	<b>MN/m<sup>3</sup></b>	
Valore di riferimento del parametro; possibile la scelta di materiali con valori analoghi o inferiori			
Resistenza a compressione sufficiente a sopportare senza problemi il carico del massetto			
Prove secondo UNI EN 12431 (comprimibilità) e UNI EN 1606 (creep)			

Il valore di rigidità dinamica sopra indicato costituisce un parametro di progetto ed è quello utilizzato nei calcoli previsionali.

È possibile la scelta di un materiale con caratteristiche di rigidità dinamica uguali o inferiori, a patto che sia in grado di rispettare anche le altre caratteristiche richieste.

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

#### 4.5 P1 - Solaio in laterocemento con pavimento in pvc o gres



P1		Pavimento con pvc o gres		
<b>Struttura base</b>				
Elemento	Spessore [cm]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	
Intonaco	1.5	1500		
Solaio in laterocemento	20.0		300	
Soletta resistente in calcestruzzo	5.0			
Alleggerito	6.0	400	24	
<b>TOTALE STRUTTURA BASE</b>	<b>32.5</b>		<b>324</b>	
<b>Pavimento galleggiante</b>				
Elemento	Spessore [cm]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	
<b>STRATO RESILIENTE</b>	0.8			
Sottofondo sabbia-cemento	5.0	1800	90	
Pavimento in pvc o gres	1.0			
<b>TOTALE PAV. GALL.</b>	<b>6.8</b>		<b>90</b>	

Si tratta del solaio in laterocemento a pavimento.

Le uniche differenze nelle varie zone dell'area di intervento sono legate alla finitura superficiale, che può essere in pvc o in gres (non considerati nei calcoli).



AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**4.5.1 P1 - Stima dell'indice di potere fonoisolante**

P1		Stima dell'indice di potere fonoisolante $R_w$
STRUTTURA BASE	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	324
<b><math>R_w</math> [dB] - indice potere fonoisolante struttura base</b>		<b>52</b>
da formule previsionali UNI EN 12354-1 per solai omogenei; troncato all'unità		
<b><math>R_w</math> [dB] - indice potere fonoisolante struttura base</b>		<b>49</b>
da formule previsionali specifiche per solai in laterocemento; troncato all'unità; OK - cautelativo		
<b><math>\Delta R_w</math> pavimento galleggiante</b>		
<b>Rigidità dinamica strato resiliente tipo</b>	<b>15</b>	<b>MN/m<sup>3</sup></b>
$m'_1$ - massa superficiale solaio base	324	kg/m <sup>2</sup>
$m'_2$ - massa superficiale pavim. gallegg.	90	kg/m <sup>2</sup>
$f_0$ - frequenza di risonanza	74	Hz
<b><math>\Delta R_w</math> [dB] - incremento indice potere fonoisolante pav. gall.</b>		<b>12</b>
da formule previsionali UNI EN 12354-1:2017		
<b><math>R_w</math> [dB] - indice potere fonoisolante complessivo</b>		<b>61</b>
da formule previsionali specifiche per solai in laterocemento; OK - cautelativo		

La presenza delle pignatte in laterizio all'interno del solaio in laterocemento altera il comportamento della struttura, che di fatto non è assimilabile a un solaio omogeneo: esistono formule previsionali specifiche per questo tipo di solaio, che forniscono stime migliori per l'indice di potere fonoisolante apparente rispetto a quelle ottenibili utilizzando le formule previsionali della norma UNI EN 12354-1 (si tratta comunque di stime più cautelative rispetto a quelle ottenibili applicando semplicemente le indicazioni delle norme).

Il pavimento galleggiante al di sopra dello strato resiliente si comporta come uno strato addizionale e l'intero pacchetto implica un incremento dell'indice di potere fonoisolante, che è stato calcolato secondo le indicazioni della norma UNI EN 12354-1, troncando cautelativamente all'unità il valore stimato.

Un elevato indice di potere fonoisolante della struttura e in particolare la presenza del pavimento galleggiante migliora in generale il comfort acustico all'interno degli ambienti interessati.





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

#### 4.5.2 P1 - Stima dell'indice di rumore di calpestio

P1		Stima dell'indice di livello di rumore di calpestio $L_{n,w}$
STRUTTURA BASE	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	324
<b><math>L_{n,w}</math> [dB] - indice rumore calpestio solaio nudo</b>		<b>77</b>
da formule previsionali UNI EN 12354-2 per solai omogenei; arrotondato all'unità successiva		
<b><math>L_{n,w}</math> [dB] - indice rumore calpestio solaio nudo</b>		<b>85</b>
da formule previsionali specifiche per solai in laterocemento; arrotondato all'unità successiva; OK - cautelativo		
<b><math>\Delta L_w</math> pavimento galleggiante</b>		
<b>Rigidità dinamica strato resiliente tipo</b>	<b>15</b>	<b>MN/m<sup>3</sup></b>
m <sub>2</sub> - massa superficiale pavim. gallegg.	90	kg/m <sup>2</sup>
f <sub>0</sub> - frequenza di risonanza del pavimento	65	Hz
<b><math>\Delta L_w</math> [dB] - stima decremento indice rumore calpestio - pav. gall.</b>		<b>29</b>
da formule previsionali UNI EN 12354-2; troncato all'unità		
<b><math>L_{n,w}</math> [dB] - indice rumore di calpestio struttura completa</b>		<b>56</b>
da formule previsionali specifiche per solai in laterocemento; OK - cautelativo		

La presenza delle pignatte in laterizio all'interno del solaio in laterocemento altera il comportamento della struttura, che di fatto non è assimilabile a un solaio omogeneo: anche in questo caso, esistono formule previsionali specifiche per questo tipo di solaio, che forniscono stime migliori per l'indice di livello di rumore di calpestio rispetto a quelle ottenibili utilizzando le formule previsionali della norma UNI EN 12354-2 (si tratta comunque di stime più cautelative rispetto a quelle ottenibili applicando semplicemente le indicazioni delle norme).

Il pavimento galleggiante al di sopra dello strato resiliente si comporta come uno strato addizionale e l'intero pacchetto implica una riduzione dell'indice di livello di rumore di calpestio: tale riduzione è stata calcolata secondo le indicazioni della norma UNI EN 12354-2, troncando cautelativamente all'unità il valore stimato.

Un ridotto livello di rumore di calpestio della struttura, ottenuto con l'introduzione del pavimento galleggiante, migliora in generale il comfort acustico all'interno degli ambienti interessati e limita la trasmissione del rumore da impatto verso i piani superiori.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

#### 4.6 Serramenti e elementi di facciata

Le finestre e le porte-finestra costituiscono sicuramente uno degli elementi deboli della facciata per quanto riguarda l'isolamento acustico: per questo motivo occorre prestare particolare cura nella scelta di tali elementi, in quanto essi possono facilmente pregiudicare il rispetto dei limiti di legge relativi all'isolamento di facciata.

Il sistema di oscuramento è realizzato mediante elementi interni, che non costituiscono un aspetto critico dal punto di vista acustico (gli elementi avvolgibili esistenti saranno completamente rimossi ed eliminati).

##### 4.6.1 Abaco serramenti e prestazioni di isolamento acustico

L'identificazione dei serramenti considerati ai fini della valutazione dell'isolamento di facciata è riportata nelle Tavole in allegato.

Il valore dell'indice di potere fonoisolante indicato costituisce un parametro di progetto da garantire in opera per ottenere un indice dell'isolamento di facciata in grado di rispettare il limite di legge.

Serramenti esterni						
Id	Tipologia	Dimensioni [m]		Superficie [m <sup>2</sup> ]	Valore minimo del serramento completo (infisso+vetri) - infissi classe 4 UNI EN 12207 - vetri stratificati	
		Larghezza	Altezza		R <sub>w</sub> [dB] serramento - prova di laboratorio sul serramento specifico	R <sub>w</sub> [dB] serramento nel caso di rapporto di prova su infisso standard 1.23x1.48 m (norma UNI EN 14351-1)
<b>AB-S02</b>	Finestra	1.50	1.60	<b>2.40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
<b>AB-S05</b>	Finestra	1.50	1.60	<b>2.40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>

Occorre sottolineare che il capitolato prestazionale prevede dei valori di indice di potere fonoisolante  $R_w > 42$  dB, sicuramente più performanti rispetto a quanto indicato in tabella, che deve essere inteso come valore minimo in grado di garantire il risultato necessario: la scelta progettuale, prioritaria, ha portato all'adozione di serramenti con caratteristiche di isolamento superiore.

Nell'elenco, sono riportati solo i serramenti che saranno installati in corrispondenza di ambienti di vita (essenzialmente la Sala Autoptica e l'ufficio Segreteria e Refertazione).

Non sono invece riportati i serramenti in corrispondenza di ambienti di servizio (bagni, magazzini, connettivi, ...), in quanto non assimilabili ad ambienti di vita: in questi casi, infatti, non si applica il limite relativo all'isolamento di facciata.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

Non sono neppure riportati i serramenti previsti in corrispondenza dell'ingresso e delle camere ardenti, che sono separate dalle partizioni esterne da una corridoio di servizio e non sono quindi soggette alla valutazione dell'isolamento di facciata (peraltro, in considerazione della presenza della porta di accesso dall'esterno, che si aprirà e chiuderà in continuazione durante gli orari di apertura per consentire l'accesso dei dolenti, questa valutazione sarebbe poco significativa).

In generale è necessario utilizzare serramenti con valori di isolamento acustico certificati: è responsabilità del fornitore e dell'installatore dei serramenti garantire i valori minimi di indice di potere fonoisolante in opera, curando in modo particolare la tenuta all'aria dei giunti tra telaio e falso telaio.

**4.6.2 Scelta dei serramenti e valutazione delle prestazioni di isolamento**

Come indicato nella norma UNI EN 14351-1, il valore dell'indice di isolamento ottenuto dalla prova di laboratorio è utilizzabile, senza modifiche, per serramenti simili con gli stessi vetri con superficie totale fino al 50% in più, con una riduzione di 1 dB fino a una superficie complessiva del 100% in più, con una riduzione di 2 dB fino a una superficie complessiva del 150% in più e con una riduzione di 3 dB per superfici superiori.

I valori di potere fonoisolante dei serramenti forniti dai costruttori si riferiscono quasi sempre a infissi di prova di dimensioni ridotte: una tipica configurazione di prova è costituita da un serramento ad anta singola o doppia di dimensioni 1.23x1.48 m.

Questo significa che, anche non considerando le specificità delle porte-finestra (in particolare il problema della soglia), a un aumento della superficie vetrata corrisponde una diminuzione delle prestazioni di isolamento del serramento; in altre parole, l'indice di potere fonoisolante ottenuto dalle prove di laboratorio deve essere corretto come segue:

Dimensione del serramento		Correzione rispetto al valore della prova di laboratorio		
serramento 1.23 x 1.48 m	S =	1.82		
fino a	S =	2.73	0	dB
fino a	S =	3.64	-1	dB
fino a	S =	4.55	-2	dB
	S >	4.55	-3	dB

Tabella 4-6: Correzione isolamento acustico in funzione delle dimensioni del serramento

In alcuni casi, un serramento base con prestazioni apparentemente elevate può non essere sufficiente a garantire le prestazioni necessarie, qualora sia di grandi dimensioni.

Questo è il motivo per cui nell'abaco prestazione dei serramenti sono riportati due valori: il primo associato a un certificato specifico su un serramento analogo, il secondo a un certificato su un serramento equivalente di dimensioni 1.23 x 1.48 m.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

## 5 MORGUE - VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE ATTESE

### 5.1 Indice di valutazione dell'isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$

#### 5.1.1 Limiti di riferimento

Nel caso degli edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura o assimilabili, il DPCM 05.12.1997 fissa  $D_{2m,nT,w} \geq 45$  dB come limite di legge per l'indice di isolamento di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione.

Non è completamente chiaro se il limite è applicabile a tutte le tipologie di ambienti interni, comprese quelle destinate a uffici e a laboratori, che potrebbero essere soggetti a limiti meno stringenti: in questo caso si è mantenuto cautelativamente il limite nominale come riferimento.

#### 5.1.2 Valutazione delle trasmissioni laterali

Secondo la norma UNI EN 12354-3, il contributo della trasmissione laterale è solitamente trascurabile.

Nel caso in esame, la facciata da valutare è costituita da una struttura leggera appoggiata su elementi massicci: in questi casi, l'entità delle trasmissioni laterali è in generale molto limitata.

Per lasciare un margine di sicurezza, è sufficiente incorporare la trasmissione laterale in modo globale, diminuendo il potere fonoisolante mediante un fattore correttivo  $K = 2$  dB.

#### 5.1.3 Tempo di riverberazione di riferimento

Secondo le norme UNI EN 12354-3 e UNI/TR 11175, il tempo di riverberazione dell'ambiente di riferimento è fissato in  $T_0 = 0.5$  s: questa impostazione risente del fatto che le norme nascono per la valutazione dell'isolamento di facciata di ambienti residenziali tipici, per cui un valore di 0.5 s costituisce una buona approssimazione.

Nel caso di ambienti molto grandi, questo valore porta facilmente a degli errori anche elevati nella stima: a grandi volumi corrispondono in generale tempi di riverberazione più elevati.

Per questo motivo, nei calcoli si è adottata la valutazione del tempo di riverberazione di riferimento suggerita dalla norma UNI 11367:2010, relativa alla classificazione acustica degli edifici, con il seguente algoritmo di calcolo:

$V [m^3]$	$T_0 [s]$
$V \leq 100$	0.5
$100 < V < 2500$	$0.05 (V)^{0.5}$
$V \geq 2500$	2.5

Tabella 5-1: Tempo di riverberazione di riferimento in funzione del volume dell'ambiente



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

#### 5.1.4 Indici $D_{2m,nT,w}$

I divisori esterni oggetto di valutazione sono definiti nelle Tavole in allegato: sono stati considerati significativi solo i locali riconducibili ad ambienti di vita.

Nelle Tabelle seguenti si ha la sintesi dei risultati ottenuti: i valori dell'indice di valutazione sotto riportati sono troncati all'unità; in Appendice A si trovano i calcoli completi.

Riassunto indici di valutazione							
Indice isolamento di facciata standardizzato rispetto al tempo di riverberazione $D_{2m,nT,w}$							
MORGUE							
Partizione	Indice di valutazione (troncato all'unità)	Limite	Elementi				
D01	47	45	M1	ABS-02	-	-	-
D02	46	45	M1	ABS-05	-	-	-

Tabella 5-2: Sintesi valutazione previsionale indice isolamento di facciata Morgue

I parametri di isolamento acustico dei serramenti sono stati determinati in modo che la previsione dell'indice di isolamento di facciata fornisca un valore non inferiore a 46 dB, per garantire un margine di sicurezza.

Alla luce dei risultati ottenuti, si può concludere che le facciate, così come definite dal Progettista, utilizzando i serramenti con le caratteristiche di potere fonoisolante indicate e curando in modo attento la fase di posa in opera, possono fornire un indice  $D_{2m,nT,w}$  (isolamento di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione) non inferiore al valore minimo di 45 dB richiesto dal DPCM 05.12.97.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## 5.2 Indice di valutazione dell'isolamento ai rumori aerei $R'_w$

### Limiti di riferimento

Dal punto di vista legislativo, non esistono limiti di riferimento applicabili, in quanto l'intero edificio costituisce una singola unità immobiliare e il DPCM 05.12.1997 stabilisce in modo esplicito che i limiti di riferimento per il parametro  $R_w$  "sono riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari".

Ciononostante, l'isolamento ai rumori aerei rimane un elemento importante per il comfort acustico anche all'interno di un reparto ospedaliero: per questo motivo, nel seguito verranno esaminate le prestazioni acustiche di isolamento ai rumori aerei relative a situazioni specifiche.

### Considerazioni sui livelli di isolamento delle partizioni verticali interne

Dal punto di vista del comfort, nel caso di una struttura ospedaliera, l'effettivo isolamento acustico tra ambienti sullo stesso piano dipende da una molteplicità di fattori:

- indice di potere fonoisolante delle partizione di separazione (in questo caso M11, struttura in cartongesso su orditura metallica, con indice di potere fonoisolante  $R_w = 54$  dB)
- presenza di controsoffitti e contropareti (che tendono a limitare le trasmissioni laterali e quindi a mantenere elevato l'effettivo isolamento acustico ottenibili)
- ponti acustici attraverso gli impianti aeraulici (che spesso, a causa del canale di distribuzione centralizzato nel corridoio, sono gli elementi che determinano l'effettivo isolamento acustico tra ambienti sullo stesso piano)
- ponti acustici attraverso le porte (spesso aperte, in particolare nelle degenze, per esigenze di controllo ed assistenza) e il corridoio

Sulla base delle considerazioni precedenti è possibile stabilire che i livelli di isolamento acustico tra ambienti sullo stesso piano dipendono soprattutto dai ponti acustici attraverso i sistemi impiantistici e il corridoio comune.

Le sole pareti di separazione tipo M11 forniscono livelli di isolamento teoricamente molto elevati e quindi costituiscono la scelta migliore per la massimizzazione del comfort acustico, per quanto possibile in funzione dei vincoli al contorno.

Occorre peraltro sottolineare che è prevista l'introduzione di un controsoffitto continuo a lastre di cartongesso in corrispondenza della quasi totalità dell'area trattata (solo i connettivi prevedono un controsoffitto a doghe metalliche): questa soluzione, rispetto allo stato di fatto, consentirà un significativo incremento dell'isolamento acustico delle pareti di separazione sullo stesso piano.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

**Considerazioni sui livelli di isolamento delle partizioni orizzontali interne**

L'intervento riguarda principalmente il solaio a pavimento del piano seminterrato, che non si trova immediatamente a contatto con altri ambienti di vita: l'introduzione del pavimento galleggiante anche in questo caso tende comunque a incrementare il comfort acustico dell'intera struttura.

Occorre peraltro sottolineare che è prevista l'introduzione di un controsoffitto in cartongesso in corrispondenza della quasi totalità dell'area trattata (solo i connettivi prevedono un controsoffitto a doghe metalliche): questa soluzione, rispetto allo stato di fatto, consentirà un significativo incremento dell'isolamento acustico del solaio soprastante.

**5.3 Indice di livello di rumore di calpestio  $L'_{n,w}$**

**5.3.1 Limiti di riferimento**

Sulla base dell'interpretazione autorevole della norma UNI 11367, non esistono partizioni di progetto per cui sia applicabile questo limite di riferimento: l'intervento avverrà all'interno di una singola unità immobiliare.

Tuttavia, la stessa norma indica valori di riferimento diversi da quelli del DPCM 05.12.1997 all'interno di una struttura ospedaliera, il che lascia intendere che occorra comunque perseguire un certo livello di comfort acustico: per questo motivo, è stata adottata la soluzione del pavimento galleggiante anche per il solaio a pavimento P1, nonostante non insista su altri ambienti di vita.

**5.3.2 Considerazioni sui livelli di rumore di calpestio del solaio a pavimento**

L'intervento riguarda il solo solaio a pavimento del piano seminterrato, che non si trova immediatamente a contatto con altri ambienti di vita.

L'introduzione del pavimento galleggiante ha consentito un notevole miglioramento del livello di rumore di calpestio rispetto allo stato di fatto, con l'ottenimento di un livello teorico  $L_{n,w} = 56$  dB della struttura: si tratta in ogni caso di un miglioramento significativo rispetto alla situazione esistente, in cui non è presente lo strato resiliente.

Si tratta comunque di un livello sicuramente buono, anche in considerazione del fatto che il solaio non si trova al di sopra di ambienti riceventi e la struttura di base è in laterocemento.

Occorre anche considerare che la trasmissione del rumore di calpestio verso i locali soprastanti fornisce in generale livelli ampiamente inferiori negli ambienti riceventi.





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

#### **5.4 Rumore degli impianti a funzionamento discontinuo**

Nell'analisi iniziale, si è concluso che il limite relativo al rumore degli impianti a funzionamento discontinuo non è applicabile.

Nel caso specifico, gli unici impianti a funzionamento discontinuo sono costituiti dagli impianti meccanici, con particolare riferimento agli scarichi.

La Morgue si trova nel piano seminterrato e non prevede la presenza di ambienti di vita direttamente interessati dai nuovi scarichi.

Occorre peraltro anche considerare che il sistema di scarico dei nuovi bagni si innesterà direttamente sulle colonne di scarico esistenti: questo significa che non è di fatto possibile controllare o modificare il rumore generato dagli impianti, in quanto esso si origina essenzialmente lungo le colonne di scarico, che non saranno modificate.

Pur non essendo applicabile il limite di rumorosità specifico, avendo come obiettivo il comfort acustico, il rumore degli impianti a funzionamento discontinuo è stato trattato nel paragrafo dedicato con indicazioni operative.

#### **5.5 Rumore degli impianti a funzionamento continuo**

Nell'analisi iniziale, si è concluso che il limite relativo al rumore degli impianti a funzionamento continuo non è applicabile.

Gli unici impianti a funzionamento continuo che possono introdurre un livello di rumore significativo sono costituiti dagli impianti di trattamento aria collegati alle nuove UTA: le tematiche collegate sono trattate nel paragrafo dedicato con indicazioni operative generali e con l'indicazione di accorgimenti costruttivi specifici per il reparto Morgue.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## **6 MORGUE - INDICAZIONI PER IL CONTENIMENTO DEL RUMORE DELLE UTA**

Le Unità di Trattamento Aria (UTA) previste nel contesto del progetto di ristrutturazione del reparto Morgue dell'Ospedale di Lodi trovano la loro collocazione all'interno di un locale tecnico adiacente al reparto stesso.

La relativa vicinanza delle UTA ai locali serviti potrebbe implicare la generazione di livelli di rumorosità elevati, che devono quindi essere ridotti e/o contenuti con opportuni interventi, al fine di una confortevole fruibilità di tali ambienti (alcuni dei quali dedicati ai visitatori altri utilizzati dal personale sanitario).

L'approccio adottato prevede l'identificazione dei principali percorsi di propagazione del rumore, al fine di fornire delle indicazioni operative per il contenimento della trasmissione dei livelli sonori attraverso:

- i condotti alloggiati nei controsoffitti e i controsoffitti stessi
- le bocchette di aerazione (sia di mandata sia di ripresa)
- le partizioni di confine tra locale tecnico e ambienti adiacenti
- eventuali vibrazioni strutturali

Di seguito verranno pertanto riportate delle indicazioni generali per il contenimento del rumore generato dalle UTA: si tratta di indicazioni direttamente collegate alla messa in opera e alle modalità di installazione delle macchine.

Successivamente, verranno invece descritte le specifiche azioni di contenimento del rumore generato dalle UTA verso gli ambienti interni del reparto Morgue.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## **6.1 Indicazioni generali**

### **6.1.1 Indicazioni per la minimizzazione dei livelli sonori**

Vi sono alcuni accorgimenti che consentono di minimizzare i livelli sonori generati dalle UTA e dai sistemi collegati: le indicazioni qui riportate sono di natura sia progettuale sia operativa e potranno essere calibrate con più accuratezza in fase di messa in opera.

Per minimizzare i livelli sonori immessi nei controsoffitti e negli ambienti interni occorre:

- scegliere le UTA in modo da minimizzare la rumorosità generata dai ventilatori
- utilizzare sistemi di disgiunzione tra le UTA e i canali, per limitare la trasmissione di vibrazioni sull'impianto e a valle di questo
- inserire silenziatori sia sui canali di mandata sia sui canali di ripresa, il più vicino possibile alle sorgenti di rumore (ventilatori), ma cercando di evitare, per quanto possibile, di lasciare tratti di canale a valle dei silenziatori esposti alla rumorosità dei locali macchina
- nel caso, coibentare i canali in modo da minimizzare il fenomeno di break in, ossia il rumore che dal locale tecnico passa all'interno dei canali stessi
- inserire materiale fonoassorbente all'interno dei locali tecnici, dei cavedi e in generale in tutti i volumi confinati, al fine di ridurre l'amplificazione per riverberazione del rumore ivi generato
- dimensionare i canali in modo da avere velocità dell'aria quanto più basse possibile
- utilizzare canali a sezione quadrata o rettangolare, che attenuano i livelli sonori interni in modo più efficace rispetto ai canali a sezione circolare
- garantire un flusso d'aria il più uniforme possibile, evitando brusche variazioni di direzione
- utilizzare canali dotati di elevata attenuazione del livello di rumore
- fissare i canali ai solai con sistemi antivibranti
- utilizzare plenum silenziati
- utilizzare dispositivi terminali di diffusione a bassa rumorosità



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### **6.1.2 Rumore generato dalle Unità di Trattamento Aria**

L'operazione fondamentale di una UTA è quella di prelevare aria dall'ambiente interno, raffreddarla o riscaldarla (eventualmente miscelandola con aria esterna) e re-immeterla nell'ambiente interno dopo il trattamento.

Le operazioni di estrazione e di immissione dell'aria negli ambienti interni sono controllate dai ventilatori delle macchine, quello di mandata per l'immissione e quello di ripresa per l'estrazione.

I ventilatori sono tipiche sorgenti sonore, la cui potenza dipende da vari parametri, tra cui la velocità dell'aria, il numero di pale, la potenza elettrica del sistema, il tipo di ventilatore, la velocità di rotazione, ...

Il rumore generato dai ventilatori viene immesso nelle canalizzazioni e trasmesso agli ambienti interni.

La propagazione e la generazione del rumore all'interno delle canalizzazioni è un fenomeno complesso, che dipende in prima approssimazione:

- dalla presenza di silenziatori
- dalla velocità dell'aria
- dalle variazioni di sezione dei canali
- dalle variazioni di direzione
- dalle suddivisioni delle portate
- dai sistemi di controllo interni ai canali (serrande tagliafuoco, alette deflettrici, ...)
- dagli effetti di riflessione prima dell'immissione nell'ambiente

Appare immediatamente chiaro che la soluzione più efficace per il contenimento dei livelli sonori è l'identificazione di UTA con livelli di emissione sonora il più contenuti possibili: questo significa in particolare utilizzare ventilatori con livelli di rumorosità moderata.

Questo approccio potrebbe essere perseguito con la scelta e la definizione in fase di acquisto di macchine già dotate di silenziatore inglobato (compatibilmente con gli spazi disponibili) o intrinsecamente più efficienti, quindi meno rumorose.

Una scelta di questo tipo permetterebbe di ridurre al massimo le emissioni sonore dalle bocche di mandata e ripresa e, di conseguenza, di ridurre sia i livelli sonori all'interno dei locali tecnici sia i livelli sonori trasmessi nei canali.

In generale, se non è possibile prevedere macchine con silenziatori interni, risulta necessario prevedere la presenza di silenziatori esterni.

## 6.2 Indicazioni specifiche per le macchine e le canalizzazioni

### 6.2.1 Isolamento della struttura di supporto dalle vibrazioni

Le Unità di Trattamento Aria, oltre a generare rumore direttamente, sono anche all'origine di livelli di vibrazione potenzialmente molto elevati, che possono essere facilmente trasmessi alle strutture e all'intero edificio.

Per questo motivo, le UTA dovranno essere adeguatamente ammortizzate (ad esempio mediante l'utilizzo di giunti antivibranti sui fissaggi dei ventilatori).

Inoltre, le macchine dovranno essere adeguatamente ammortizzate nei confronti della struttura di supporto.

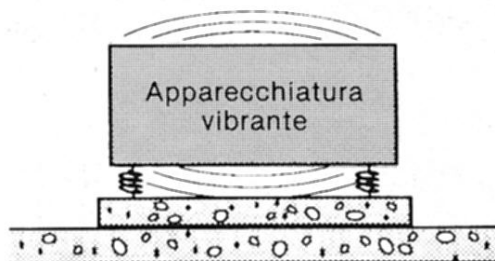


Figura 6-1: Schematizzazione sistema antivibrante

Tutti i sistemi antivibranti devono essere progettati e dimensionati per ridurre al minimo le vibrazioni trasmesse al solaio di appoggio dalla specifica macchina che sarà utilizzata, sulla base della massa e della frequenza naturale di funzionamento.

Esistono fornitori di specifici supporti antivibranti in grado di progettare tali supporti per ridurre al minimo la frequenza di taglio, che generalmente, come dato di progetto, viene fissata come minore di 10 Hz (anche se valori fino a 20 Hz sono in generale accettabili): questa situazione di fatto impedisce la trasmissione delle componenti vibrazionali che possono essere all'origine di rumore strutturale.

Sempre in generale, non è detto che i sistemi antivibranti direttamente forniti con le macchine e le apparecchiature siano in grado di garantire prestazioni sufficienti in relazione al controllo delle vibrazioni.

### 6.2.2 Isolamento delle canalizzazioni e dei sistemi collegati dalle vibrazioni

Le vibrazioni generate dalle UTA possono propagarsi anche attraverso le tubazioni e le canalizzazioni di collegamento: se tali elementi sono fissati in modo rigido alla macchina, le vibrazioni generate durante il funzionamento si trasmettono a tali elementi e quindi all'intero edificio.

In generale occorre quindi isolare le tubazioni e le canalizzazioni di collegamento dal corpo macchina, interponendo specifici elementi di disaccoppiamento.

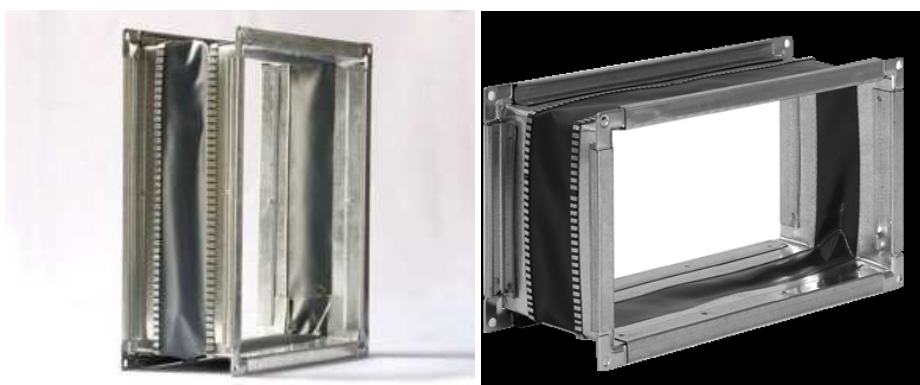


Figura 6-2: Tipologie di elementi disaccoppianti

### 6.2.3 Canali

I canali previsti nel caso in esame sono in alluminio preisolati, realizzati con pannelli sandwich eco-compatibili con trattamento antimicrobico con le seguenti caratteristiche:

- Spessore pannello: 20.5 mm
- Alluminio esterno: gofrato, spessore 0.08 mm, protetto con laccatura poliestere
- Alluminio interno: liscio, spessore 0.08 mm, con trattamento antimicrobico

Anche se non sono disponibili dei dati specifici, in generale le informazioni disponibili vanno nella direzione di un miglioramento delle prestazioni acustiche rispetto ai canali tradizionali in acciaio.

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

#### 6.2.4 Fissaggio e montaggio dei canali

Le canalizzazioni di distribuzione e ripresa dell'aria dovranno essere fissate mediante staffe d'ancoraggio elastiche, in modo tale da non propagare alle strutture eventuali vibrazioni o rumorosità dovute all'aria in transito o generate nel sistema.



Figura 6-3: Tipologie di staffe di ancoraggio antivibranti

Le guarnizioni di tenuta dovranno essere posate in modo da realizzare una sigillatura completa in corrispondenza delle giunzioni flangiate.

Le aperture di accesso dovranno essere costruite con accessori tali da non limitare le prestazioni dell'impianto in merito all'isolamento acustico.



### 6.2.5 Coibentazione dei canali (crossover, break in e break out)

I normali canali di aspirazione e mandata, in particolare all'interno dei cavedi tecnici, sono soggetti a tre tipologie di fenomeni collegati alla propagazione del rumore:

- il fenomeno di crossover, in cui il rumore generato dai ventilatori di aspirazione o mandata viene trasmesso attraverso il canale, da cui, a causa di un isolamento insufficiente, passa in un canale adiacente ed entra in un diverso ambiente
- il fenomeno di break in, in cui il rumore generato all'interno del cavedio o del locale tecnico (da tutti gli impianti e le attrezzature presenti) entra nei canali a causa dell'isolamento insufficiente, e si propaga all'interno dei diversi ambienti
- il fenomeno di break out, in cui il rumore generato e trasportato all'interno di un singolo canale si propaga all'esterno del canale all'interno del locale tecnico e si trasmette agli ambienti adiacenti

Quando non è possibile controllare il rumore alla sorgente, occorre predisporre un adeguato isolamento acustico dei canali stessi, ad esempio con un rivestimento isolante, in modo che il rumore venga attenuato nel passaggio da dentro a fuori o da fuori a dentro più di quanto avviene con i canali nudi standard.

Nel caso specifico, la fasciatura della canalizzazioni è stata prevista come segue:

- pannello arrotolato in lana di vetro di spessore minimo di 25 mm, da avvolgere attorno ai canali da coibentare
- ulteriore rivestimento fonoisolante (foglio appesantito): serve per introdurre un elemento massivo e completare il sistema massa-molla-massa in grado di aumentare il potere fonoisolante del canale

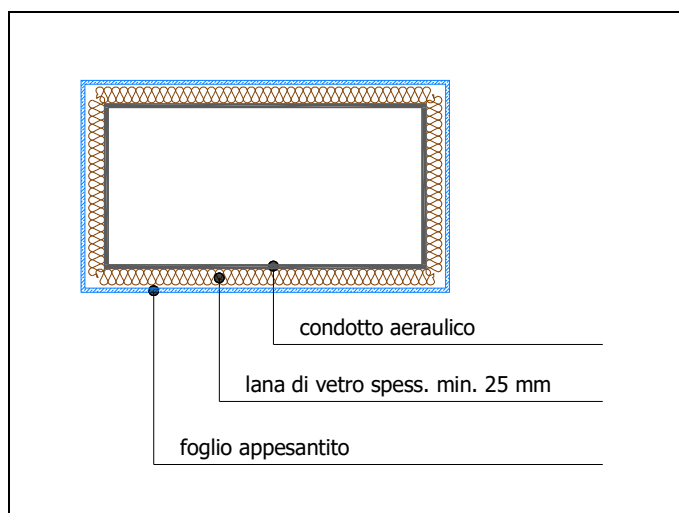


Figura 6-4: Fasciatura delle canalizzazioni

### 6.2.6 Passaggio canalizzazioni tra locali tecnici e ambienti adiacenti

I locali tecnici principali costituiscono dei volumi indipendenti, da cui le canalizzazioni e le tubazioni devono uscire per entrare negli ambienti serviti e raggiungere la loro destinazione.

In considerazione del fatto che i locali tecnici sono ambienti rumorosi, il passaggio di tali elementi nel controsoffitto può costituire una criticità acustica: sono necessari accorgimenti specifici per ridurre la trasmissione di rumore al minimo indispensabile.

L'approccio acusticamente corretto prevede una serie di operazioni ben definite, leggermente diverse nel caso di passaggio attraverso strutture in muratura o attraverso strutture leggere in cartongesso o gessofibra:

- realizzazione di forature di passaggio singole di dimensioni appena più grandi delle dimensioni dei canali e delle tubazioni
- protezione dei canali e dei tubi, limitatamente alla zona di passaggio, mediante guaina resiliente (per evitare la trasmissione di vibrazioni alla struttura)
- inserimento dei canali e dei tubi completi di guaina resiliente nei fori
- nel caso di strutture in muratura, completa chiusura dei fori di passaggio attorno alla guaina antivibrante, ad esempio mediante malta o altro materiale idoneo, facendo attenzione a non creare punti di contatto rigidi tra muratura e canali

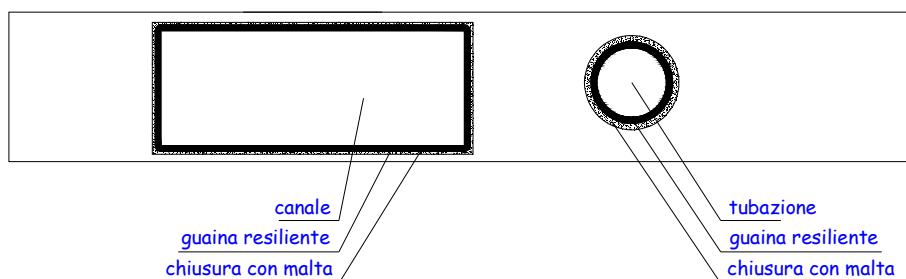


Figura 6-5: Passaggio dei canali e delle tubazioni attraverso elementi in muratura

- nel caso di strutture in cartongesso, completa chiusura dei fori di passaggio attorno alla guaina antivibrante mediante stuccatura con gesso a riempimento, facendo attenzione a non creare punti di contatto rigidi tra pareti leggere e canali

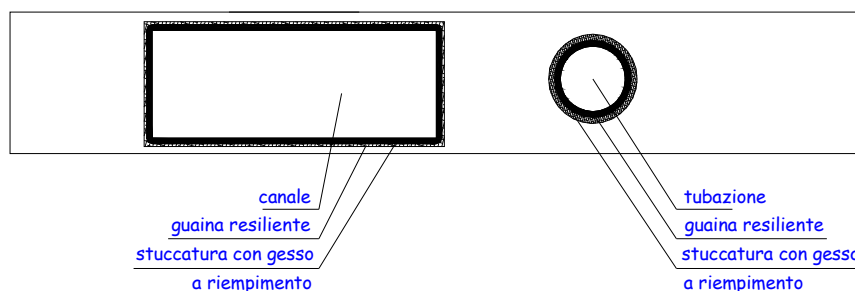


Figura 6-6: Passaggio dei canali e delle tubazioni attraverso elementi in cartongesso

### 6.2.7 Passaggio tubazioni e canalizzazioni fra i piani

Nel caso del passaggio di tubazioni e di canalizzazioni tra piani sovrapposti, se il passaggio non avviene all'interno di un cavedio dedicato, completamente isolato dagli ambienti circostanti, occorre prestare particolare attenzione: infatti, se il foro di passaggio è a misura e si crea un contatto rigido tra tubazione e soletta, si dà origine anche a un ponte acustico di tipo strutturale. In generale, occorre sempre interporre una guaina elastica tra tubazione e soletta.

La soluzione corretta è la completa chiusura dei fori di passaggio attorno alla guaina antivibrante, ad esempio mediante malta o altro materiale idoneo.

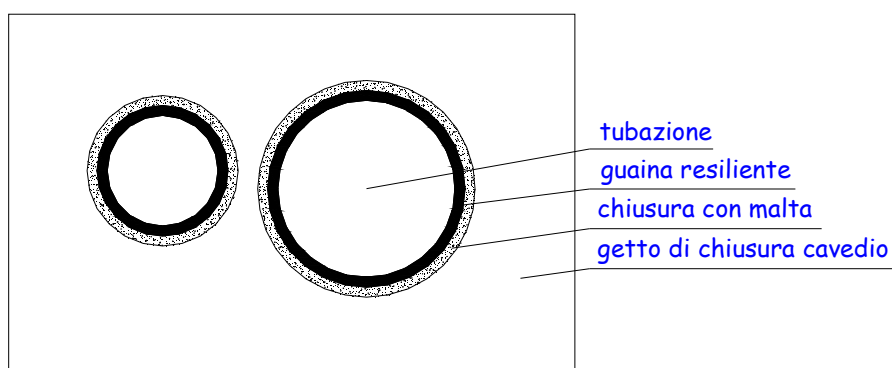


Figura 6-7: Passaggio dei canali e delle tubazioni attraverso piani sovrapposti

### 6.2.8 Passaggi delle canalizzazioni tra ambienti contigui

Il fatto che le pareti di separazione tra i diversi ambienti proseguano fino al solaio soprastante (per massimizzare le prestazioni di isolamento acustico) rende necessaria l'adozione di accorgimenti specifici per il passaggio dei canali tra due zone separate dalle pareti in cartongesso: questa situazione è vera in particolare per il passaggio dei canali dalla linea di distribuzione principale al di sopra dei corridoi verso i singoli uffici.

Una situazione analoga si ha nel passaggio dei canali attraverso le parti interne residuali in muratura.

L'approccio acusticamente corretto prevede una serie di operazioni ben definite:

- realizzazione della foratura di passaggio di dimensioni appena più grandi delle dimensioni del canale
- protezione del canale, limitatamente alla zona di passaggio mediante guaina resiliente (per evitare la trasmissione di vibrazioni)
- inserimento del canale completo di guaina resiliente nel foro
- nel caso delle pareti in cartongesso, completa chiusura dei fori di passaggio attorno alla guaina antivibrante mediante stuccatura con gesso a riempimento, facendo attenzione a non creare punti di contatto rigidi tra pareti leggere e canali
- nel caso di pareti in muratura, completa chiusura dei fori di passaggio attorno alla guaina antivibrante, ad esempio mediante malta o altro materiale idoneo, facendo attenzione a non creare punti di contatto rigidi tra muratura e canali

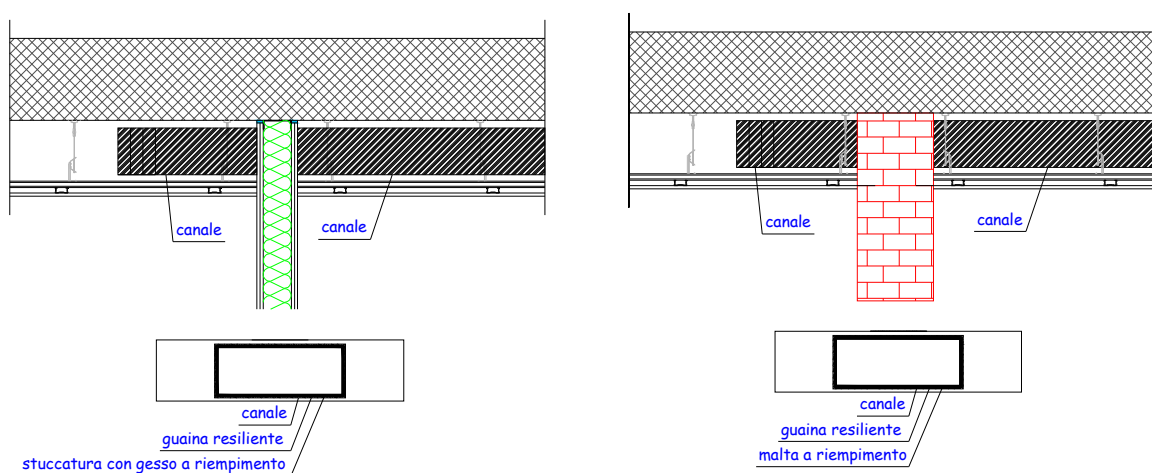


Figura 6-8: Passaggio dei canali tra pareti divisorie in cartongesso e in muratura

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

### 6.2.9 Limitazione della trasmissione delle vibrazioni verso i locali adiacenti

Uno dei problemi principali per l'isolamento acustico dei locali tecnici è la trasmissione del rumore strutturale generato dagli impianti e dalle tubazioni quando queste vengono fissate rigidamente alle strutture di contenimento: le vibrazioni trasmesse alle strutture murarie si propagano in modo imprevedibile agli ambienti di vita adiacenti.

Per questo motivo, tutti i sistemi ausiliari che possono generare vibrazioni e/o sono collegati direttamente alle macchine (tubazioni, canalizzazioni, ...) NON DEVONO essere fissati in modo rigido alle strutture di contenimento.

In questo caso, infatti, le vibrazioni verrebbero trasmesse alla struttura, che finirebbe per immetterle come rumore nell'ambiente ricevente: la parete diventerebbe un vero e proprio amplificatore.

#### DA EVITARE



Figura 6-9: Errori da evitare nel fissaggio dei canali e delle tubazioni





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### **6.3 Trattamenti specifici Reparto Morgue**

#### **6.3.1 Macchine**

Devono essere rispettate tutte le indicazioni riportate nel paragrafo precedente, dedicato alle "Indicazioni specifiche per le macchine e le canalizzazioni" (adozione di sistemi antivibranti opportunamente dimensionati, interposizione di elementi di disaccoppiamento tra corpo macchina canalizzazioni).

#### **6.3.2 Silenziatori**

Tutte le canalizzazioni di distribuzione dell'aria, sia in uscita sia in entrata dalle sottocentrali tecniche dove sono posizionate le UTA, sono dotate di silenziatori per attenuare i rumori trasmessi dai macchinari di centrale.

I silenziatori sono previsti - per quanto possibile - in prossimità delle macchine, tenendo però presente la necessità di evitare che il rumore del locale tecnico non li possa bypassare, entrando nel tratto di canale a valle del silenziatore stesso.

#### **6.3.3 Canalizzazioni**

Devono essere rispettate tutte le indicazioni riportate nel paragrafo precedente, dedicato alle "Indicazioni specifiche per le macchine e le canalizzazioni" (adozione di sistemi di fissaggio elastico alle strutture, indicazioni per il passaggio dei canali tra locali tecnici e ambienti adiacenti, tra piani diversi e tra ambienti contigui).

#### **6.3.4 Coibentazione canali**

I tratti di canale compresi tra le macchine e i silenziatori devono essere coibentati, come descritto al paragrafo precedente "Indicazioni specifiche per le macchine e le canalizzazioni", per evitare che agiscano come sorgenti sonore importanti all'interno e all'esterno dei locali tecnici e per evitare i fenomeni di break in e break out.

#### **6.3.5 Controsoffitto in cartongesso e lana minerale in intercapedine**

Ovunque sia previsto un controsoffitto in cartongesso, al suo interno deve essere inserito un materassino di lana di lana di roccia di spessore minimo 5 cm e densità 50 kg/m<sup>3</sup>.

Questo intervento ha l'obiettivo di ridurre significativamente il campo riverberato all'interno del controsoffitto, riducendo di conseguenza la rumorosità presente nell'intercapedine, che può propagarsi verso gli ambienti sottostanti e adiacenti.

### 6.3.6 Parete di separazione tra locale tecnico e ambienti di vita adiacenti sullo stesso piano

È stata definita una struttura di separazione, identificata come M12, da utilizzare in corrispondenza dei locali tecnici.

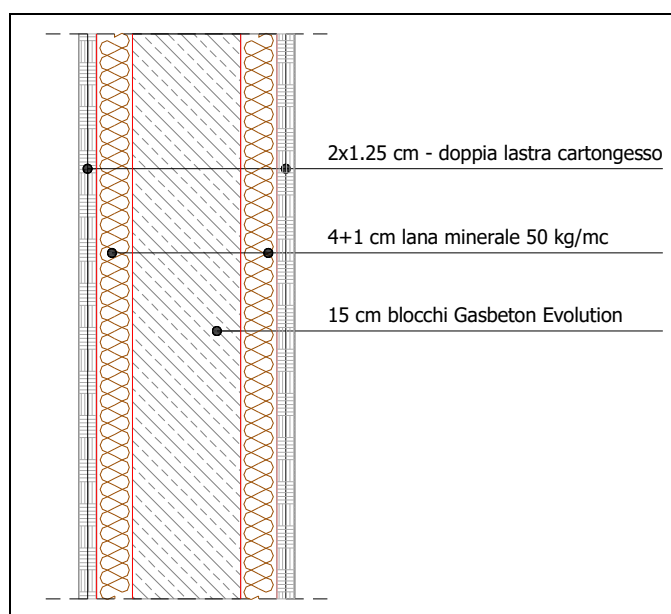


Figura 6-10: Stratigrafia della struttura M12

Come indicato nelle Tavole in allegato, questa soluzione è stata applicata alle strutture di separazione tra il locale UTA e gli ambienti di vita adiacenti (nel caso aspecifico, Attesa Dolenti). L'introduzione dell'elemento massiccio nella struttura ha lo scopo di bloccare, per quanto possibile in spazi ridotti, il passaggio delle basse frequenze.

### 6.3.7 Solaio di separazione tra locale tecnico e ambienti al piano inferiore

Non sono presenti locali al piano inferiore.

### 6.3.8 Solaio di separazione tra locale tecnico e ambienti al piano superiore

Al piano superiore sono presenti solo locali di servizio, per cui non è necessario predisporre trattamenti specifici per incrementare l'isolamento acustico del solaio interpiano.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### 6.3.9 Trattamento fonoassorbente del locale tecnico

Il rumore generato all'interno di un volume chiuso di dimensioni contenute (quali sono i locali tecnici contenenti le UTA) tende ad amplificarsi a causa della riverberazione dell'ambiente.

Per limitare le riflessioni interne e contenere per quanto possibile i livelli sonori che vi si instaurano, è possibile ricorrere all'utilizzo di materiale fonoassorbente, da fissare sulle pareti del locale stesso, prima dell'installazione dei macchinari.

Una possibile soluzione è costituita da pannelli di lana di legno mineralizzata, ma sono possibili altre soluzioni (a patto di mantenere le caratteristiche di fonoassorbimento del materiale).

Lo spessore dovrebbe essere il più elevato possibile: la scelta tipica si riferisce a pannelli di spessore 2.5 o 3.5 cm; dovunque possibile, sarebbe preferibile estendere il trattamento anche a soffitto.



Figura 6-11: Esempio di pannello fonoassorbente in legno mineralizzato e sua applicazione a parete



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## **7 RUMORE GENERATO DAGLI IMPIANTI IDRAULICI**

Non esistono metodi di calcolo efficaci e affidabili per la previsione del rumore degli impianti idraulici; soprattutto non esistono dati significativi da utilizzare per l'applicazione dei modelli previsionali estremamente complessi che sono stati definiti: l'effettiva rumorosità può essere determinata solo in fase di collaudo.

In questa fase, si possono comunque fornire alcune indicazioni elementari relative alla scelta e alla messa in opera degli impianti, che consentano di contenere e limitare il rumore generato.

## 7.1 Rumore nei cavedi

### 7.1.1 Cavedi principali

Da un punto di vista acustico, i cavedi sono in generale la soluzione migliore per il passaggio delle tubazioni e delle canalizzazioni: senza indebolire l'isolamento garantito dalle strutture circostanti, sono in grado di contenere a livelli accettabili il rumore generato internamente.

Vi sono però alcuni accorgimenti da seguire nella loro realizzazione, per evitare problemi intrinseci che potrebbero pregiudicare il corretto risultato in opera.

La caratteristica fondamentale dei cavedi è di essere ambienti di volume contenuto, con pareti in generale altamente riflettenti, che tendono ad amplificare il rumore generato dagli impianti che scorrono al loro interno.

Per questo motivo, è importante che le tubazioni e le canalizzazioni che scorrono all'interno dei cavedi siano silenziate e/o adeguatamente coibentate, in modo da ridurre la generazione di rumore all'origine.

Inoltre, le tubazioni e le canalizzazioni devono essere fissate con opportuni collari antivibranti, per ridurre la trasmissione di rumore strutturale alle pareti del cavedio.

All'interno di un vano tecnico senza particolari trattamenti alle pareti interne, si deve ipotizzare un aumento del livello sonoro fino a un massimo di 10 dBA, a causa delle riflessioni del suono generato internamente.

Per evitare questo inconveniente, occorre trattare le pareti interne con del materiale assorbente, in modo da limitare il numero di riflessioni: un trattamento su due pareti consente di limitare l'incremento del rumore generato a circa 5 dBA, mentre un trattamento completo delle 4 pareti interne, di fatto, elimina il fenomeno dell'amplificazione sonora.

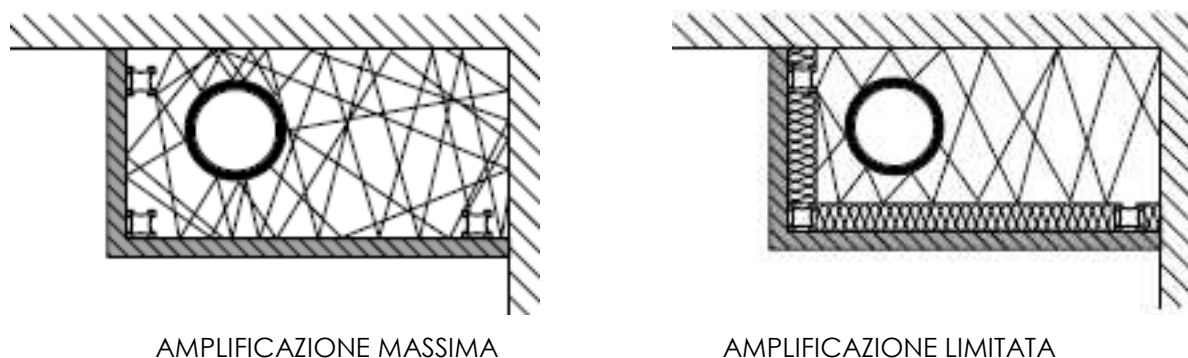


Figura 7-1: Riduzione del rumore riflesso con il trattamento fonoassorbente dei cavedi

## 7.2 Centrali tecnologiche e impianti idrosanitari

### 7.2.1 Sistemi antivibranti

Come già descritto nel caso delle Unità di Trattamento Aria, anche tutti i sistemi che possono generare vibrazioni (quali ad esempio i gruppi di pompaggio), oltre a generare rumore direttamente, sono all'origine di livelli di vibrazione potenzialmente molto elevati, che possono essere facilmente trasmessi alle strutture e all'intero edificio e devono quindi essere adeguatamente ammortizzati.

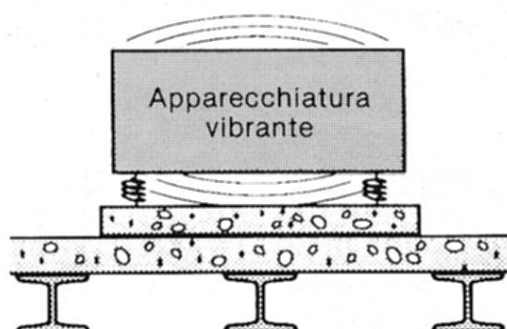


Figura 7-2: Schematizzazione sistema antivibrante

Tutti i sistemi antivibranti dovranno essere opportunamente progettati e dimensionati per ridurre al minimo le vibrazioni trasmesse al solaio di appoggio, utilizzando specifici materiali antivibranti e progettandone le prestazioni in base alle masse delle macchine, alle frequenze proprie di vibrazione e alle condizioni di installazione.

In generale, esistono fornitori di specifici supporti antivibranti in grado di progettare tali supporti per ridurre al minimo la frequenza di taglio, che generalmente, come dato di progetto, viene fissata come minore di 20 Hz: questa situazione di fatto impedisce la trasmissione delle componenti vibrazionali che possono essere all'origine di rumore strutturale.

Sempre in generale, non è detto che i tradizionali sistemi antivibranti forniti con le macchine e le apparecchiature siano in grado di garantire prestazioni sufficienti in relazione al controllo delle vibrazioni.

### 7.3 Rumore generato dal movimento dell'acqua

#### 7.3.1 Gruppi di pompaggio

I gruppi di pompaggio e i sistemi collegati dovranno essere adeguatamente ammortizzati, per evitare la trasmissione delle vibrazioni generate alla struttura dell'edificio.

In particolare, dovranno essere installati su specifici supporti antivibranti e le tubazioni collegate dovranno essere disaccoppiate dagli elementi vibranti e dalle strutture di sostegno.

#### 7.3.2 Sistema di distribuzione riscaldamento e linee idrosanitarie

Le dorsali di circolazione degli impianti di riscaldamento e degli impianti idrosanitari dovranno essere tutte opportunamente isolate.

A patto di mantenere basse velocità del fluido, le tubazioni per la distribuzione dell'acqua non costituiscono sorgenti di rumore significative.

Dal punto di vista acustico vi sono alcuni aspetti fondamentali:

- il passaggio attraverso i cavedi è sempre la soluzione migliore
- tutte le tubazioni di distribuzione devono evitare contatti rigidi con le strutture murarie, per limitare la generazione di rumore di tipo strutturale collegato alle vibrazioni provocate dal fluido in movimento nelle tubazioni



Figura 7-3: Fissaggio tubazioni con sistemi antivibranti





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

#### **7.4 Rumore generato internamente alle tubazioni**

Le vibrazioni prodotte dall'acqua all'interno delle tubazioni, che nella rubinetteria sono causa del cosiddetto rumore di cavitazione, sono generate in corrispondenza di restrizioni che provocano velocità di scorrimento elevate, accompagnate da pressioni molto basse: il tipico rumore da cavitazione è contraddistinto da componenti in alta frequenza (sibili) e può, in certi casi, essere piuttosto intenso.

Poiché il rumore generato è direttamente proporzionale al salto di pressione, è opportuno installare a monte dell'impianto un riduttore di pressione che permetta una maggiore apertura delle valvole.

La pressione ottimale non dovrebbe superare gli  $0.2 \div 0.3$  MPa, mentre la velocità di scorrimento dell'acqua nelle tubature non dovrebbe andare oltre  $1.5 \div 2$  m/s nelle tubazioni principali, oltre  $0.5 \div 1.5$  m/s nelle tubazioni secondarie, oltre  $0.2 \div 0.7$  m/s nelle derivazioni: queste indicazioni sono rispettate dalle indicazioni progettuali riportate anche al paragrafo precedente relativo alla descrizione degli impianti idrosanitari.

Un sistema efficace e al tempo stesso economico per la riduzione del rumore di cavitazione è l'adozione di elementi rompi-getto sui rubinetti, per provocare una riduzione della pressione dell'acqua all'uscita.

Un altro rischio di disturbo è dato dal cosiddetto "colpo di ariete", fenomeno causato dalla brusca interruzione del flusso d'acqua all'interno del tubo (tipico esempio è il colpo che si avverte quanto si chiude improvvisamente il rubinetto): un tipico sistema per l'eliminazione del problema consiste nell'installazione di barilotti anticolpo di ariete alla sommità delle colonne idriche di acqua fredda e calda.

### 7.4.1 Impianto di scarico

Negli impianti di scarico, la generazione del rumore avviene in più punti e vi sono diversi tipi di rumore associati a punti diversi dell'impianto.

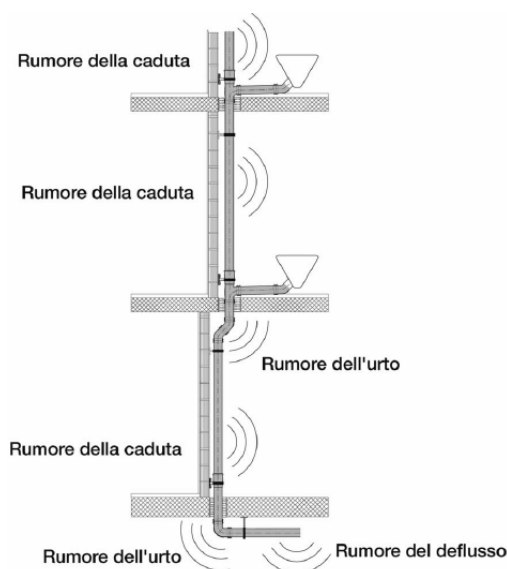


Figura 7-4: Rumore generato dalla caduta dell'acqua

- rumore causato dalla caduta dell'acqua  
cos'è: rumore causato dall'acqua che cade verso il basso all'interno di un tubo  
soluzione: utilizzo di tubazioni silenziate, fissate alla struttura con collari antivibranti o desolidarizzate con guaine resilienti
- rumore da urto  
cos'è: rumore causato dall'impatto dell'acqua in corrispondenza dei cambiamenti di direzione dell'impianto  
soluzione: introduzione di variazioni di pendenza in corrispondenza dei cambi di direzione delle tubazioni (nel caso di un raccordo a 90° il rumore generato è massimo; nel caso di un doppio raccordo a 45° con uno spostamento controllato della colonna pari ad almeno due diametri si ha una riduzione di rumorosità compresa tra il 35% e il 50%)
- rumore del deflusso  
cos'è: rumore causato dallo scorrimento dell'acqua nella tubazione orizzontale in corrispondenza di cambiamenti di direzione della condotta  
soluzione: utilizzo di tubazioni silenziate, fissate alla struttura con collari antivibranti o desolidarizzate con guaine resilienti; in casi specifici si ha la necessità di prevedere un ulteriore strato con guaina isolante anche sulle tubazioni già silenziate





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

#### **7.4.2 Tubazioni**

In generale le tubazioni di scarico dovranno essere adeguatamente coibentate: la soluzione più semplice è costituita dall'adozione delle cosiddette "tubazioni silenziate" in polietilene ad alta densità.

Esistono in commercio molte tipologie di tubazioni con sistemi di fonoisolamento e di smorzamento delle vibrazioni strutturali, che in generale risolvono efficacemente il problema.

Occorre tuttavia sempre ricordare che le tubazioni silenziate riducono il rumore generato dallo scarico, ma non lo eliminano: dove necessario occorre comunque prevedere degli opportuni accorgimenti per limitare ulteriormente la propagazione di rumore.

L'inserimento dei tubi all'interno delle partizioni non deve creare percorsi preferenziali di propagazione del rumore, a causa dell'indebolimento strutturale delle pareti.

Le tubazioni devono essere fissate, sempre con collare o guaina antivibrante, su elementi strutturali con un peso specifico elevato: maggiore è la densità della parete di fissaggio, minore sarà la trasmissione di oscillazioni sonore dal fissaggio della tubazione al locale adiacente.

È sempre preferibile posizionare le tubazioni in corrispondenza di spigoli: un posizionamento al centro di una parete tende a massimizzare la generazione di oscillazioni nella struttura.

I tasselli di fissaggio a muro di tubazioni o di eventuali altri impianti dovranno essere i più corti possibile e disaccoppiati rispetto alla vite di fissaggio: in generale i fissaggi devono essere realizzati mediante collari antivibranti.

Le tubazioni, per quanto possibile, devono essere contenute in colonne esterne di laterizio pieno o in calcestruzzo (cavedi) o di strutture autoportanti in cartongesso, per non compromettere le prestazioni delle partizioni verticali.

### 7.4.3 Contatti rigidi tra tubazioni e tra tubazioni e muratura

Si tratta di una situazione molto comune, legata alla fase di messa in opera, all'origine di molti dei problemi di rumore da impianti.

Quando vi sono più tubazioni affiancate e non correttamente distanziate, le vibrazioni generate dal sistema creano percorsi preferenziali di propagazione del rumore per via strutturale.

Quando le tubazioni, per quanto silenziate (ed eventualmente fissate con collari antivibranti in altri punti), creano un contatto rigido con la muratura, si ha automaticamente trasmissione di rumore per via strutturale.



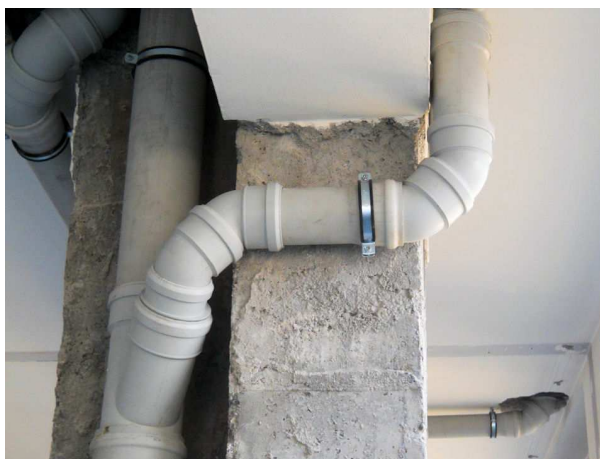
*Figura 7-5: Rumore generato dai contatti rigidi tra tubazioni e muratura - DA EVITARE*

#### 7.4.4 Raccordi e curve

La deviazione di una colonna di scarico comporta automaticamente degli innalzamenti dei livelli sonori generati dalla tubazione.

Indicativamente si può stabilire che:

- deviazione di colonna  
aumento del livello sonoro compreso tra 5 e 8 dBA
- braghe miscelatrici  
aumento del livello sonoro compreso tra 3 e 7 dBA
- altre tipologie (raccordi non standard, curve)  
aumento del livello sonoro non quantificabile (10 dBA come riferimento)



*Figura 7-6: Rumore generato da raccordi e curve delle tubazioni delle colonne di scarico - DA EVITARE*

In generale occorre minimizzare la presenza di raccordi e di curve ed evitare curve a 90 gradi.

Per evitare l'innalzamento dei livelli sonori in corrispondenza delle curve, è buona norma coibentare la tubazione nei punti critici, ad esempio mediante l'utilizzo di guaine fonoimpedenti.

#### 7.4.5 Passaggio tubazioni di scarico tra piani sovrapposti

Il passaggio delle tubazioni tra i piani può avvenire con apposito collare antivibrante, in grado di eliminare ogni possibile contatto rigido tra i tubi e il solaio stesso, in genere all'origine di rumore strutturale che si propaga in tutto l'edificio.

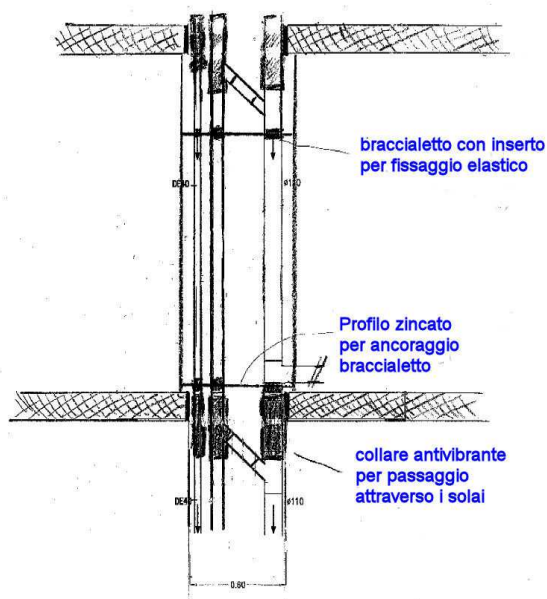


Figura 7-7: Passaggio delle tubazioni tra piani sovrapposti

In alternativa, è possibile fasciare le tubazioni con guaine resilienti, per limitare al massimo la trasmissione delle vibrazioni al solaio.

In entrambi i casi, occorre evitare la creazione di ponti acustici tra piani sovrapposti, dovuti alla presenza di intercapedini d'aria in corrispondenza dei passaggi interpiano.

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

### 7.4.6 Bagni

I bagni impongono sicuramente delle attenzioni particolari per evitare la trasmissione di rumore indesiderato.

In ogni caso, la soluzione migliore dal punto di vista acustico è l'inserimento delle tubazioni, opportunamente coibentate, in cavedi dedicati.

Tutte le tubazioni devono essere isolate dalla struttura dell'edificio, ad esempio utilizzando attacchi dei rubinetti con isolamento integrato, braccialetti di fissaggio con inserto isolante, guaine isolate per attraversamenti della parete o del solaio.

Nel caso in cui sia necessario adottare cassette di scarico da annegare nella muratura, occorre assolutamente utilizzare elementi silenziati e di nuovo evitare ogni possibile contatto rigido tra le cassette e la muratura, ad esempio fasciando tutta la cassetta con una guaina resiliente.

Una nota particolare, infine, merita il fissaggio dei sanitari.

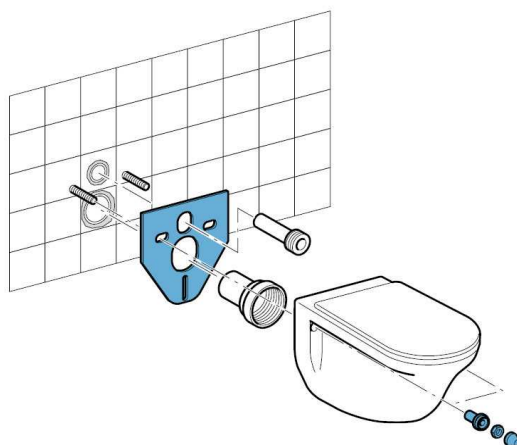


Figura 7-8: Fissaggio dei sanitari mediante interposizione di strato resiliente

Un fissaggio rigido a parete aumenta la trasmissione del rumore per vibrazione (getto del rubinetto o della doccia, minzione, chiusura sedile WC, ...); in generale, la soluzione migliore dal punto di vista acustico consiste nell'interposizione tra i sanitari e il muro di fissaggio di un apposito strato resiliente, che impedisca la propagazione del rumore da impatto.

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

#### 7.4.7 Sistema di fissaggio dei sanitari

All'interno dei bagni è previsto l'utilizzo delle pareti o delle contropareti in cartongesso per l'alloggiamento degli impianti, in particolare delle tubazioni e delle cassette di scarico.

Esistono in commercio unità, costituite da elementi di montaggio zincato con punti di fissaggio e supporti a pavimento regolabili in altezza ed orientabili.

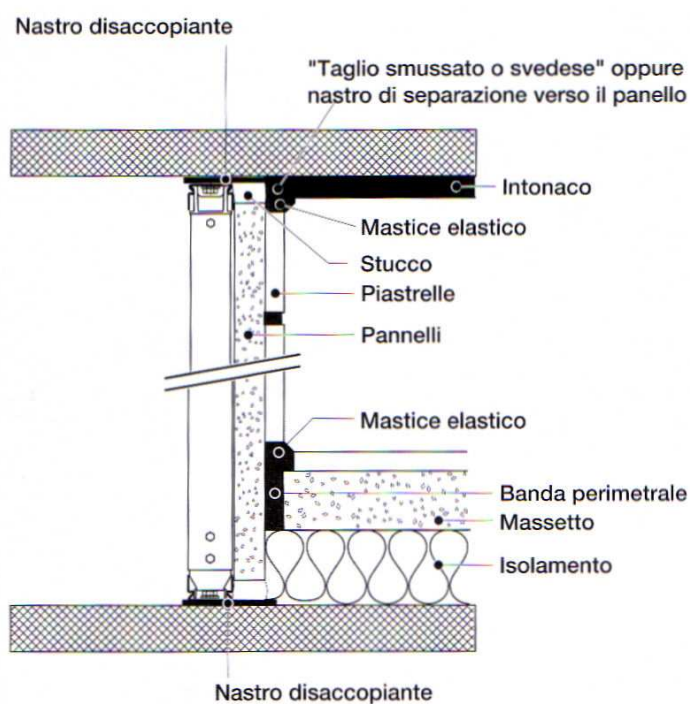


Figura 7-9: Schema del sistema di fissaggio dei sanitari

Questi sistemi consentono in generale delle buone prestazioni di isolamento acustico, a patto di seguire alcune indicazioni specifiche:

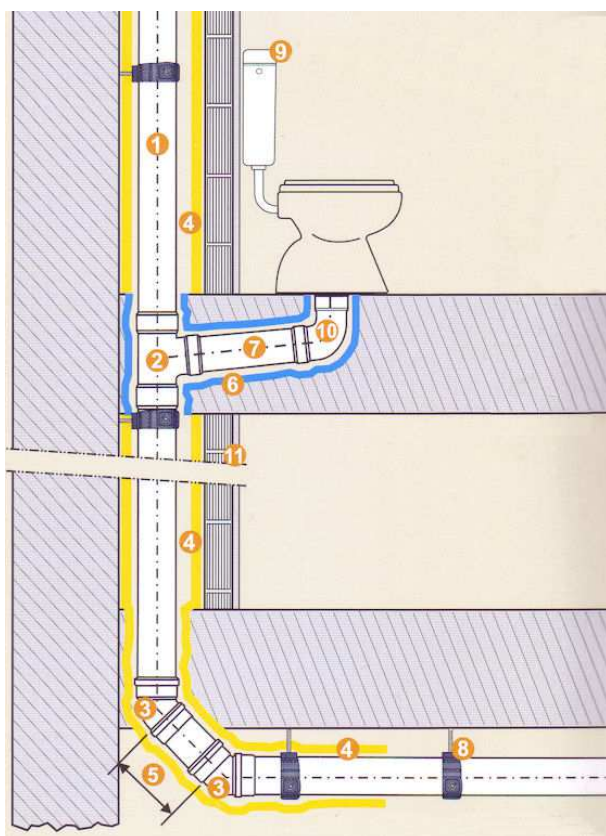
- l'installazione deve avvenire mediante la posa degli appositi binari, avendo cura di disaccoppiare il sistema dalla struttura mediante nastro antivibrante
- il nastro contribuisce anche ad eliminare possibili fessure e a ridurre la trasmissione del rumore
- tutti i fori devono essere sigillati con mastice elastico
- i giunti delle piastrelle posate sui pannelli in cartongesso devono essere eseguiti mediante mastice elastico
- tra pannelli in cartongesso e pavimento occorre applicare una banda isolante per pavimenti
- il vano tecnico all'interno deve essere foderato con lana minerale o altro materiale fonoassorbente



### 7.4.8 Cassetta risciacquo e scarichi WC

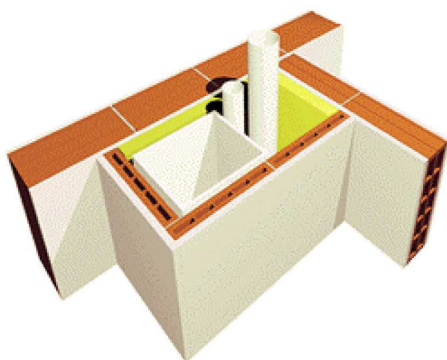
La principale fonte di rumore in un bagno (nonché esempio specifico di sistema di scarico) è l'azionamento dello scarico della cassetta del WC: questa operazione, infatti, sposta in un brevissimo lasso di tempo una grande quantità d'acqua, con conseguente importante generazione di rumore aereo e strutturale.

Di seguito si riportano alcune indicazioni per la realizzazione di un sistema di scarico per quanto possibile silenzioso.



schema di un impianto di scarico

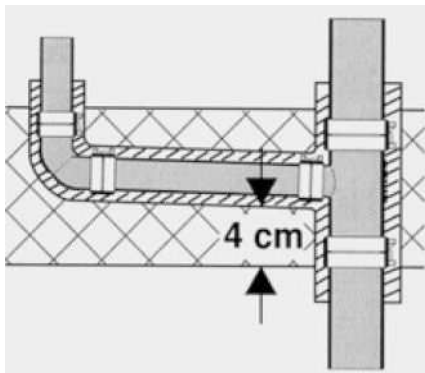
1. utilizzo di tubi di scarico insonorizzati e inserimento in cavedi



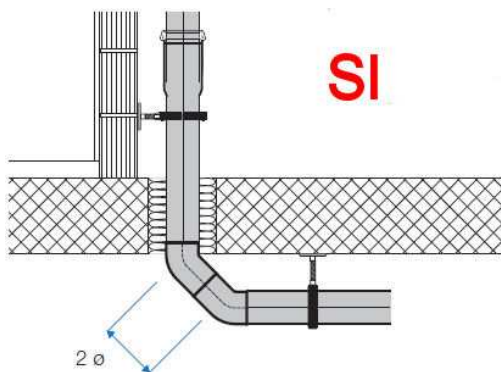


AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

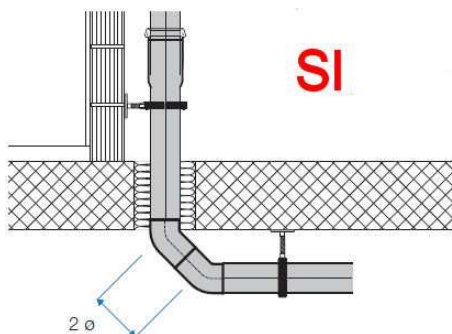
2. inserimento di una braga di collegamento inclinata



3. inserimento di raccordi a 45° per la giunzione tra il tubo di scarico del water e le tubazioni di trasporto (riduce il rumore da impatto)



4. se necessario, coibentazione della tubazione con materiale fonoisolante ad elevate prestazioni; inserimento nel cavedio di materiale fonoassorbente per evitare l'amplificazione del rumore generato
5. sufficiente lunghezza del tronchetto di collegamento (almeno 2 volte il diametro del tubo)

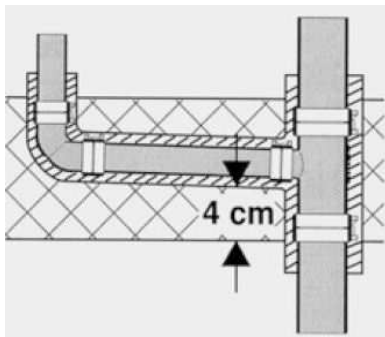


**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

6. coibentazione del tubo con materiale resiliente disaccoppiante (riduce la trasmissione di rumore strutturale)



7. utilizzo di tubi di scarico insonorizzati



8. tubazioni agganciate mediante appositi collari antivibranti; se inserite nella muratura, evitare il collegamento rigido interponendo materiale resiliente



9. se possibile, cassetta di scarico esterna; in alternativa, se la cassetta di scarico è interna, occorre prestare particolare attenzione ad evitare collegamenti rigidi con la muratura (la cosa migliore è interporre del materiale resiliente tra la cassetta e la muratura; esistono anche galleggianti silenziosi, che di fatto eliminano il rumore generato dal riempimento della cassetta)
10. la curva di allaccio del WC alla tubazione deve essere specificamente insonorizzata per attenuare il rumore da impatto del deflusso dell'acqua

## 8 TEMATICHE DI POSA IN OPERA

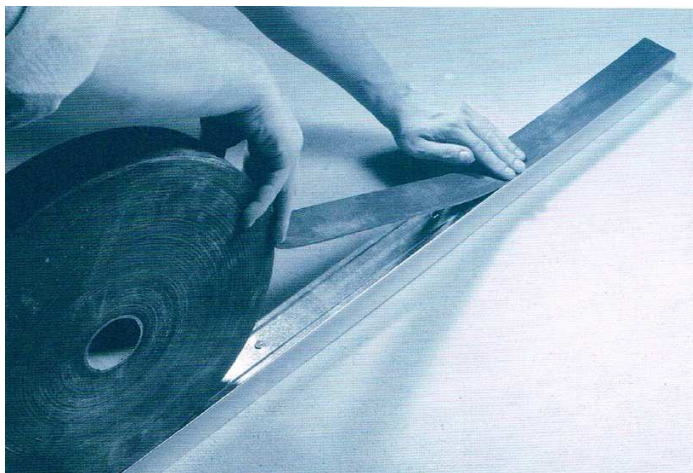
### 8.1 Soluzioni tecniche per l'isolamento acustico con pareti leggere

Le prestazioni delle pareti leggere, delle contropareti e dei controsoffitti sono nominalmente molto elevate, soprattutto se confrontate con soluzioni in laterizio di pari spessore.

Tuttavia, tali prestazioni risentono in modo diretto delle soluzioni tecnologiche di costruzione adottate, quali ad esempio la realizzazione dei giunti e il collegamento con le pareti e i solai massicci; anche il passaggio di impianti tecnici all'interno delle pareti risulta critico per la "robustezza" acustica di questo tipo di parete.

Occorre pertanto prestare particolare attenzione alla corretta realizzazione e posa in opera di questa tipologia di partizioni: alcune indicazioni costruttive sono riportate di seguito, ma i fornitori sono in generale in grado di suggerire gli accorgimenti e le soluzioni migliori per i loro prodotti.

#### 8.1.1 Nastro di guarnizione isolante

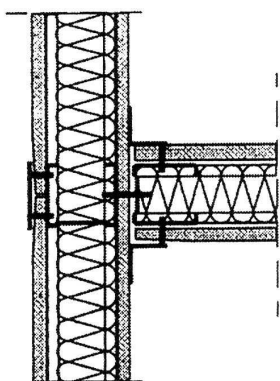


È il prodotto fondamentale per il fissaggio dei profili metallici (montanti e guide perimetrali), al fine di evitare ponti acustici e contribuire al corretto fissaggio della struttura stessa, riducendo al massimo i collegamenti rigidi tra orditura metallica e muratura.

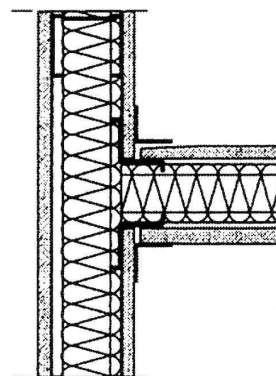
Si tratta in generale di un nastro mono/biadesivo in polietilene espanso a cellule chiuse (polietilene espanso reticolato), idoneo alla tenuta ad aria, polvere ed acqua.

### 8.1.2 Giunto tra pareti leggere

Quando due strutture leggere devono essere collegate tra loro, le possibili soluzioni sono essenzialmente due.



**NO**



**SI**

La prima delle due soluzioni non consente di sfruttare completamente le proprietà fonoisolanti di entrambe le pareti, dando quindi luogo a dei valori di isolamento complessivo più basso rispetto al caso in cui il rivestimento viene interrotto: la lastra interna della parete laterale agisce infatti come un ponte acustico.

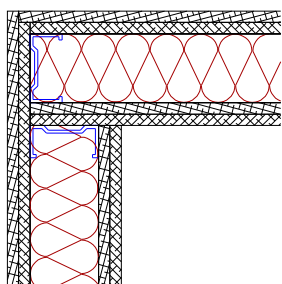
Nella seconda soluzione, l'interruzione del rivestimento diminuisce la trasmissione del rumore per via strutturale e consente di sfruttare completamente le proprietà fonoassorbenti del materiale interno.



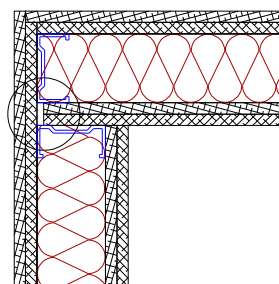
AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

### 8.1.3 Giunto ad angolo

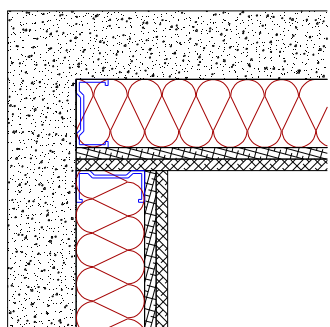
Quando due strutture leggere devono essere collegate tra loro per formare un angolo (sia nel caso di angolo tra pareti leggere sia nel caso di angolo tra contropareti), occorre prestare attenzione a evitare che la o le lastre interne all'angolo siano prolungate fino a toccare l'elemento esterno.



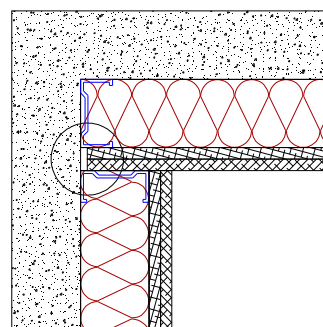
**NO**



**SI**



**NO**



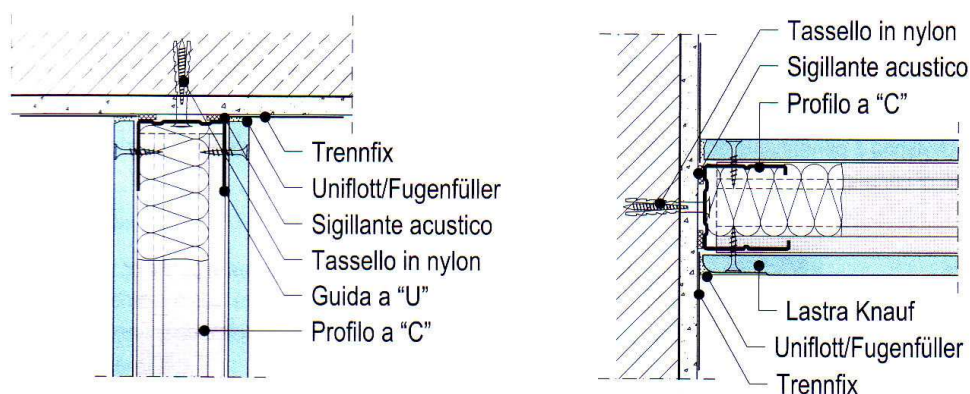
**SI**

In caso contrario, le lastre interne tenderanno a formare un ponte acustico, limitando in modo anche significativo le prestazioni complessive di isolamento.



### 8.1.4 Giunto tra parete divisoria leggera e strutture massicce

Quando una struttura leggera deve essere collegata direttamente a un elemento massiccio in muratura o calcestruzzo, occorre fondamentalmente prestare molta attenzione a garantire la continuità del giunto: qualunque passaggio d'aria, anche minimo, tra la muratura e la parete leggera implica una diminuzione sostanziale delle prestazioni di isolamento acustico ottenibili.



Il sigillante acustico e lo stucco a completo riempimento delle fughe hanno appunto lo scopo di bloccare completamente il passaggio dell'aria.

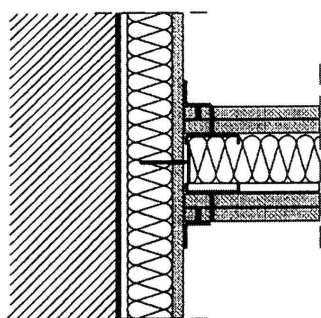


In generale, quanto più è massiccia la struttura di appoggio laterale, tanto inferiori sono le perdite di isolamento della parete divisoria, in quanto il ponte acustico laterale si riduce all'aumentare della massa superficiale della parete massiccia.

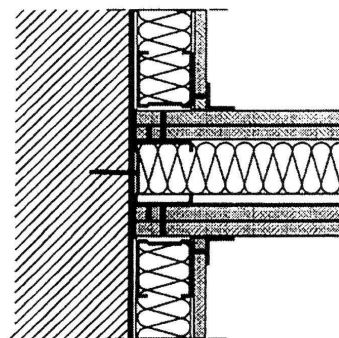
In ogni caso, non si tratta di una soluzione in grado di massimizzare le prestazioni di isolamento acustico delle pareti leggere.

### 8.1.5 Giunto su rivestimenti isolanti di pareti massive

Quando una struttura leggera deve essere collegata a un elemento massiccio laterale in muratura o calcestruzzo, dotato di una controparte leggera interna, sono possibili essenzialmente due soluzioni.



**NO**



**SI**

Con un effetto del tutto simile a quanto avviene nel caso dei giunti tra pareti leggere, la prima delle due soluzioni fornisce delle prestazioni di isolamento laterale in genere non molto elevate: la lastra interna della controparete agisce infatti come un ponte acustico e l'effettivo isolamento viene determinato dalle proprietà della sola controparete, indipendentemente dalle potenzialità della struttura divisoria.

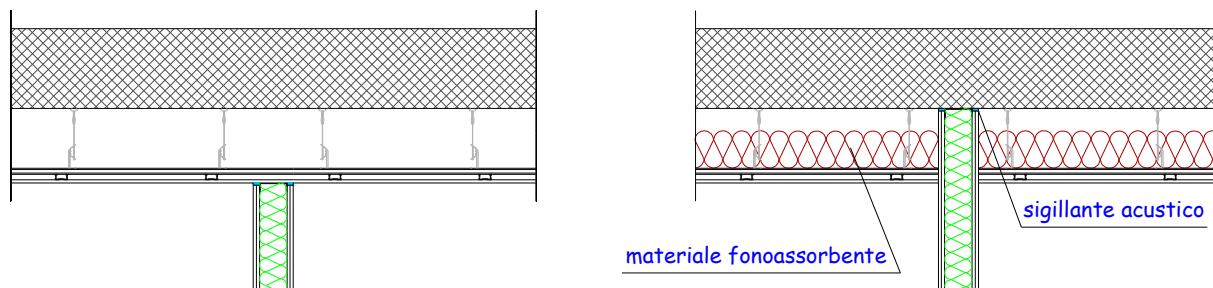
La seconda soluzione, invece, consente di sfruttare sia le proprietà di fonoisolamento della parete divisoria leggera sia il comportamento da strato addizionale della controparete: in pratica, la controparete blocca la trasmissione laterale attraverso la struttura massiccia.

Come regola generale, l'approccio corretto implica che le pareti divisorie debbano essere montate prima delle contropareti: il corretto montaggio della parete divisoria è in questo caso del tutto analogo al caso del giunto tra parete divisoria leggera e strutture massicce.



### 8.1.6 Controsoffitti - Prolungamento pareti divisorie fino al solaio omogeneo

Quando è presente una struttura omogenea al disopra dell'intercapedine, la migliore soluzione dal punto di vista acustico è quella di prolungare i divisori tra gli ambienti fino a tale struttura, al fine di isolare completamente i controsoffitti dei diversi ambienti; l'introduzione di materiale fonoassorbente all'interno del controsoffitto costituisce l'approccio acusticamente più efficace.



**NO**

**SI**

In pratica, la parete divisoria deve appoggiarsi direttamente al solaio soprastante, mentre il controsoffitto deve essere installato in un secondo tempo, in modo da lavorare come strato addizionale del solaio massiccio, opponendosi alla trasmissione laterale.

In caso contrario, il percorso sopra la parete attraverso l'intercapedine del controsoffitto diventerebbe un ponte acustico in grado di vanificare completamente le caratteristiche di isolamento della parete divisoria, soprattutto nel caso in cui il controsoffitto sia realizzato a quadrotti non sigillati e non sia presente materiale fonoassorbente nell'intercapedine.

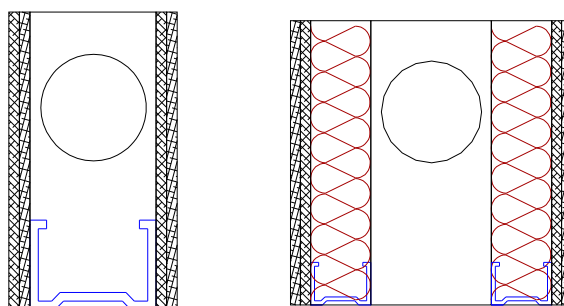
L'approccio corretto significa essenzialmente, come nel caso delle contropareti, che i controsoffitti debbano essere realizzati in un momento successivo a quello della posa in opera delle pareti divisorie.

### 8.1.7 Cavedi per impianti tecnici

Le pareti leggere in cartongesso sono riconducibili a strutture formate da due elementi separati (le lastre di cartongesso esterne), collegati tra loro da una o due orditure metalliche e dalla lana minerale nell'intercapedine.

Questa peculiarità rende relativamente semplice identificare queste strutture come "facili" contenitori per il passaggio di tubazioni e canalizzazioni collegate agli impianti tecnici: l'interno delle pareti leggere è infatti in generale percepito come un elemento cavo, "sfortunatamente" riempito di lana minerale.

Occorre fare molta attenzione al fatto che, mentre è perfettamente possibile utilizzare le pareti leggere per il passaggio di impianti, l'eliminazione o la diminuzione degli spessori della lana minerale all'interno riduce in modo drastico le proprietà di isolamento di tali pareti.



**NO**

**SI**

Occorre sempre ricordare che anche le tubazioni e le canalizzazioni sono sorgenti di rumore, per cui se la parete ha scarse proprietà di fonoisolamento, è anche molto probabile che lasci passare buona parte di questo rumore verso l'ambiente esterno.

È comunque importante adottare sempre alcuni accorgimenti:

- le due orditure metalliche non devono toccarsi (in caso contrario, le prestazioni di isolamento diminuiscono in modo significativo)
- il fissaggio delle tubazioni e delle canalizzazioni può avvenire sui montanti metallici esclusivamente ricorrendo a dei collari antivibranti, per evitare la propagazione delle vibrazioni strutturali che si trasformerebbero in rumore negli ambienti adiacenti
- le tubazioni non devono presentare nessun contatto rigido con la struttura



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## **8.2 Rumore di calpestio**

### **8.2.1 Pavimento galleggiante**

Sull'intero solaio P1 sarà realizzato il pavimento galleggiante: si tratta in pratica di inserire uno strato resiliente tra il solaio in laterocemento e il massetto sottopavimento, in modo da eliminare qualunque contatto rigido tra pavimento e strutture contigue.

Il pavimento galleggiante consente in ogni situazione di ottenere un ottimo comfort acustico e di limitare in modo sostanziale la trasmissione dei rumori da impatto.

La presenza del pavimento galleggiante incide anche sull'isolamento ai rumori aerei, togliendo rigidità all'intero sistema, quindi opponendosi alla trasmissione del rumore aereo per via solida: questo effetto ha una ricaduta positiva (e necessaria) anche sulle prestazioni dei divisori verticali.

Inoltre, grazie alla creazione di un sistema massa-molla-massa sul solaio, questo sistema consente di incrementare in modo significativo anche le prestazioni di isolamento aereo del solaio stesso.

### **8.2.2 Scelta del materiale resiliente**

La scelta del materiale resiliente ("materassino") è fondamentale per il raggiungimento dei valori di isolamento acustico di progetto sia per quanto riguarda i rumori da impatto sia per quanto riguarda i rumori aerei.

Vi sono innumerevoli produttori e fornitori di materiali resilienti con valori di rigidità dinamica analoghi o migliori di quelli considerati nei calcoli previsionali: la valutazione del prodotto potrà essere modificata anche in sede di acquisto del materiale, privilegiando materiali con caratteristiche simili o migliori a quelle qui considerate.

Occorre sottolineare che il dato di rigidità dinamica proveniente da dati di laboratorio soffre sempre di approssimazioni anche rilevanti, intrinseche nel procedimento di misura: i valori forniti da prove di laboratorio devono quindi essere presi con molta cautela.

Le caratteristiche da controllare sono quelle di una rigidità dinamica  $s'$  piuttosto bassa, uno spessore significativo (in generale spessori di almeno 7-8 mm sono raccomandati per evitare rotture in fase di posa), buoni risultati a prove di compressibilità e di compressione a scorrimento viscoso e una buona resistenza a compressione (per evitare lo schiacciamento eccessivo del materiale e la conseguente perdita delle caratteristiche elastiche).

In alcuni casi si potrebbe ricorrere all'utilizzo di materiali diversi, con spessori, prestazioni e costi inferiori, e rispettare comunque, almeno in linea teorica, i limiti di legge; tuttavia, alcune considerazioni portano a sconsigliare questo approccio:

- le possibilità di errore nella posa dello strato resiliente sono molte e ogni errore porta a una diminuzione delle prestazioni complessive: poiché un intervento sul sistema finito è nella



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

migliore delle ipotesi molto complesso ed estremamente costoso, un ampio margine teorico è consigliabile in ogni caso

- materiali con spessori inferiori possono essere lacerati molto più facilmente in cantiere, con conseguente creazione di ponti acustici rigidi tra massetto e solaio sottostante
- materiali con spessori inferiori hanno in generale una scarsa resistenza alla compressione e tendono a perdere la loro efficacia in poco tempo: in pratica tendono a schiacciarsi e a smettere di lavorare come molle

### **8.2.3 Posa del materiale resiliente**

Affinché il pavimento galleggiante svolga adeguatamente la sua funzione, occorre prestare particolare cura alla posa in opera: imperfezioni anche minime rispetto alla corretta posa del pavimento galleggiante possono dare origine a variazioni anche molto elevate rispetto ai valori previsti.

In particolare, alcuni accorgimenti importanti sono:

- lo strato di materiale resiliente deve estendersi anche alla parete fino al di sopra del livello del pavimento, allo scopo di eliminare ogni collegamento rigido tra pavimento e pareti laterali: ogni punto di contatto rigido tra pavimento e solaio/pareti implica un decadimento molto importante delle prestazioni del pavimento galleggiante
- è di fatto necessario l'utilizzo di elementi angolari specifici, in modo da limitare la posa del materiale al solo strato orizzontale
- lo strato di materiale resiliente sui bordi del pavimento galleggiante deve essere rifilato solo dopo la posa del pavimento
- occorre prestare particolare attenzione a evitare contatti rigidi tra pavimento e strutture laterali dove sono presenti piastrelle anche sulle pareti verticali (ad esempio nei bagni): le piastrelle verticali non devono essere collegate rigidamente alle piastrelle del pavimento
- dove presenti, i battiscopa devono essere fisicamente staccati dal pavimento (la fuga può essere riempita con silicone morbido)

Occorre sottolineare che eventuali giunti rigidi (ad esempio tra il battiscopa e il pavimento) potrebbero ridurre in maniera significativa le prestazioni complessive del sistema.

Anche accidentali tagli o punti di discontinuità dello strato resiliente potrebbero comportare la creazione di ponti rigidi tra pavimento e solaio durante la posa del massetto sottopavimento, di fatto vanificando l'efficacia del pavimento galleggiante.

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

### 8.3 Serramenti

Le finestre costituiscono sicuramente l'elemento debole della facciata per quanto riguarda l'isolamento acustico.

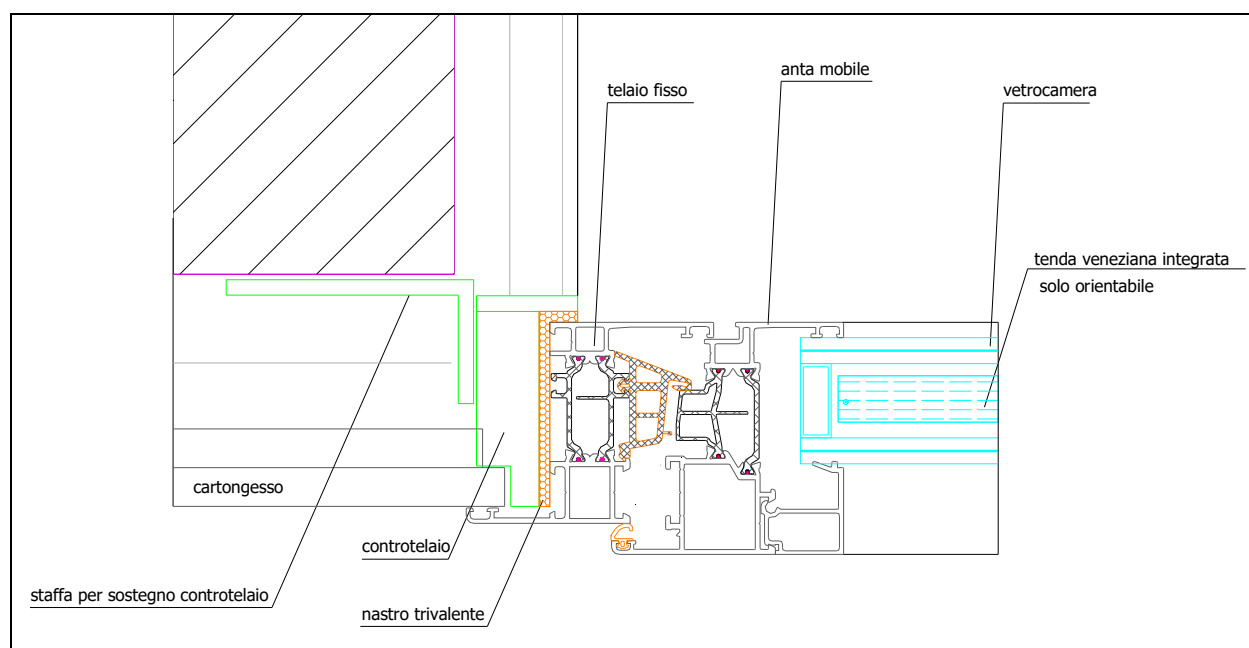
I serramenti da utilizzare devono prevedere l'inserimento di un vetro-camera con vetri stratificati specifici per gradi elevati di isolamento acustico.

In generale, occorre assolutamente evitare soluzioni di vetrage simmetriche, che tendono a introdurre una frequenza di risonanza nel sistema in grado di diminuire in modo significativo le prestazioni teoriche di isolamento acustico.

I serramenti devono risentire quanto meno possibile delle perdite dovute alla non perfetta tenuta all'aria e devono quindi essere scelti e montati con cura particolare: infissi di classe 4 secondo la UNI EN 12207:2000 (con permeabilità < 3 m<sup>3</sup>/h per m<sup>2</sup>) sono sicuramente la scelta migliore: in generale, i serramenti che garantiscono questi livelli di tenuta all'aria prevedono almeno 2 guarnizioni di battuta.

Al fine di garantire il valore previsto, è comunque opportuno effettuare con cura il montaggio in opera, sigillando le giunzioni tra serramento e muro, ad esempio con guaine auto espandenti e silicone: qualunque passaggio di aria attraverso le giunzioni dell'infisso incide in modo significativo sulle prestazioni complessive del serramento.

Nel caso specifico, la soluzione di montaggio prevista a progetto è schematizzata nella figura seguente, con una soluzione che sfrutta la presenza del muro esterno, utilizzandolo come "schermo" per recuperare le discontinuità nelle giunzioni tra il telaio e il falso telaio:





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

## 9 CONCLUSIONI

Scopo del presente elaborato è la valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi relativa al progetto esecutivo di ristrutturazione del Reparto di Farmacia del Presidio Ospedaliero di Lodi.

L'analisi delle caratteristiche costruttive dell'intervento oggetto di valutazione è stata condotta calcolando gli indici di isolamento di progetto (valutando i limiti cogenti dove applicabili e fornendo indicazioni nell'ottica di un miglioramento rispetto allo stato di fatto negli altri casi); nel caso degli impianti, sono state fornite indicazioni operative per la minimizzazione della rumorosità.

Parametro	Risultato ottenuto	Rispetto Requisiti
Indice di isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$	$\geq 45$ dB	SI
Indice del potere fonoisolante $R'_w$	<b>NON APPLICABILE; INDICAZIONI MIGLIORATIVE RISPETTO ALLO STATO DI FATTO</b>	
Indice del livello di rumore di calpestio partizioni orizzontali $L'_{n,w}$	<b>NON APPLICABILE; INDICAZIONI MIGLIORATIVE RISPETTO ALLO STATO DI FATTO</b>	
Rumore degli impianti	<b>FORNITE INDICAZIONI OPERATIVE PER IL CONTENIMENTO DELLA RUMOROSITA'</b>	

In base a quanto sopra, relativamente alle caratteristiche acustiche dell'intervento di progetto, si può affermare che, adottando le soluzioni previste dai Progettisti e rispettando i parametri acustici prescritti per i materiali, gli indici valutati si collocano tutti al di sopra delle soglie minime di accettabilità previste della vigente normativa, dove applicabile.

Gli altri interventi parziali previsti sono in generale in grado di fornire un miglioramento delle prestazioni acustiche rispetto allo stato di fatto.

Rimane comunque importante sottolineare che la fase di posa in opera è fondamentale per garantire l'ottenimento dei valori progettati: la creazione di ponti acustici e di punti acusticamente deboli durante la fase di costruzione è molto facile, se non viene mantenuto un elevato livello di attenzione sulle scelte di posa in opera e sulla corrispondenza dei materiali utilizzati a quanto specificato nel progetto.

**Dott. in Ing. FABRIZIO BONARDI**  
Tec. Comp. in Acust. Ambientale  
(Legge Quadro n. 447/1995)  
Prot. N. 17408 / 15183  
del 02/03/2005 - Prov. RE



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**APPENDICE A**

**Calcolo indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione  $D_{2m,nT,w}$**

D01		ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA				
<b>DIMENSIONI STANZA</b>						
	larghezza	altezza	area ambiente			
	3.80	3.00	22.55			
	superficie facciata		volume amb. int.			
	11.40		67.65			
$R'_w$		elemento 1	elemento 2	elemento 3	elemento 4	elemento 5
		tipologia	tipologia	tipologia	tipologia	tipologia
		M1	AB-S02			
$R_w$	$R_w$	60	40			
superficie	$S_j$	9.00	2.40			
fattore correttivo per trasmissione laterale	K	2				
	$R'_w$ parete =	44.6				
<b><math>D_{2m,nT,w}</math></b>						
	volume ambiente ricevente ( $m^3$ )	V	67.7			
	superficie di facciata vista dall'interno ( $m^2$ )	$S_{int}$	11.4			
	tempo di riferimento (s)	$T_0$	0.5			
Correzione per forma della facciata						
	$D_{2m,nT,w}$ =	47.6				





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

D02		ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA				
<b>DIMENSIONI STANZA</b>						
		larghezza	altezza	area ambiente		
		3.45	3.00	18.68		
		superficie facciata		volume amb. int.		
		10.35		56.04		
$R'_w$		elemento 1	elemento 2	elemento 3	elemento 4	elemento 5
		tipologia	tipologia	tipologia	tipologia	tipologia
		M1	AB-S05			
$R_w$	$R_w$	60	40			
superficie	$S_f$	7.95	2.40			
fattore correttivo per trasmissione laterale	K	2				
		$R'_w$ parete =	44.2			
<b><math>D_{2m,nT,w}</math></b>						
		volume ambiente ricevente (m <sup>3</sup> )	V	56.0		
		superficie di facciata vista dall'interno (m <sup>2</sup> )	$S_{int}$	10.4		
		tempo di riferimento (s)	$T_0$	0.5		
Correzione per forma della facciata						
		$D_{2m,nT,w}$ =	46.8			



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**APPENDICE B**

**Attestato di tecnico competente in acustica ambientale**



**PROVINCIA DI REGGIO EMILIA**

Corso Garibaldi, 59 - 42100 Reggio Emilia - c.f. 00209290352  
Tel 0522.444111 - Fax 0522.444.108  
Servizio AmbientE - Piazza Gioberti, n. 4 - 42100 Reggio Emilia  
E-mail: info@mbox.provincia.re.it - Web: http://www.provincia.re.it

prot. n. 17408 /15183

Reggio Emilia, li 02-3-2005

**SERVIZIO TUTELA AMBIENTALE**

ATTESTATO DI RICONOSCIMENTO DI TECNICO COMPETENTE IN  
ACUSTICA AMBIENTALE, DI CUI ALLA LEGGE 26 OTTOBRE 1995, N° 447.

Esaminata la domanda del sig. **BONARDI FABRIZIO**

Nato a REGGIO EMILIA (RE) il 04/06/1966

codice fiscale BNR FRZ 66H04 H223X

Verificato il possesso dei requisiti di legge;

Visto l' art. 2 della Legge 447/95;

Visto l' art. 124 della L. R. Emilia Romagna n° 3/99;

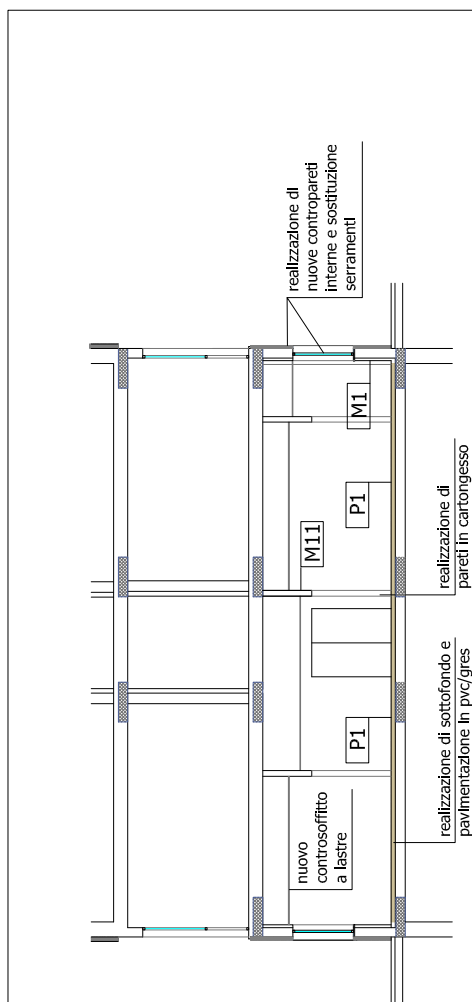
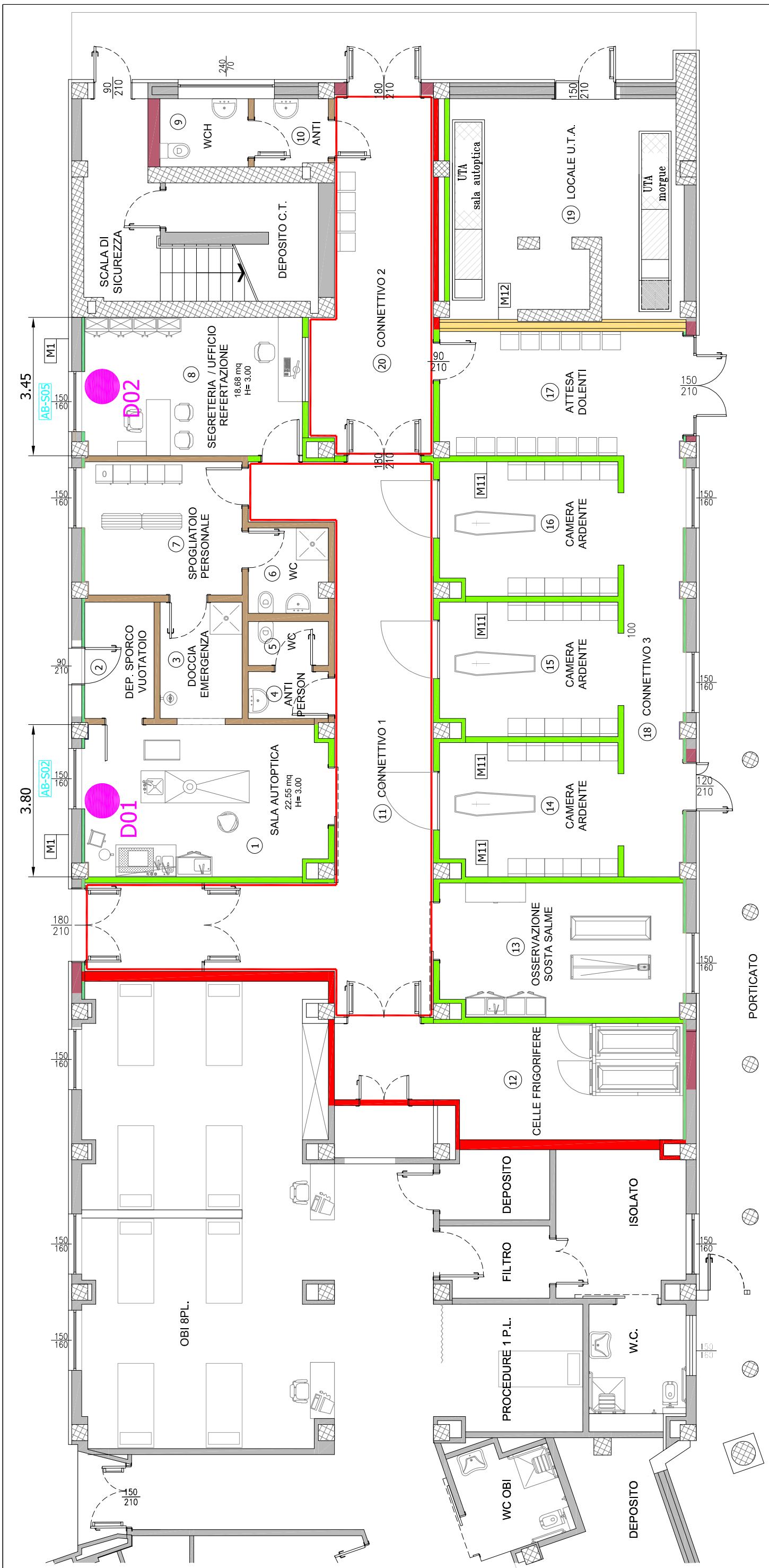
Visti i provvedimenti della Giunta Provinciale n.151/23-5-2000-n. 48/25-02-2003;

**SI COMUNICA**

CHE il sig. **BONARDI FABRIZIO** è risultato **IDONEO** per lo svolgimento  
dell'attività di tecnico competente in acustica ambientale, di cui alla legge 26 ottobre  
1995, n° 447.

IL DIRIGENTE DEL  
SERVIZIO AMBIENTE  
(dr. ssa Annalisa Sansone)





nuovo controsoffitto a lastre  
 realizzazione di sottofondo e pavimentazione in pvc/gres  
 realizzazione di pareti in cartongesso  
 realizzazione di nuove controportelli interne e sostituzione serramenti

scala 1:2000



## VALUTAZIONE PREVISIONALE RAP

### PRONTO SOCCORSO



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

## Sommarario

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>QUADRO NORMATIVO</b>	<b>6</b>
2.1	Decreto MATTM 11.10.2017 sui Criteri Ambientali Minimi	6
2.2	DPCM 05.12.1997	8
2.3	DDG Sanità Lombardia n. 26436 del 6 Novembre 2001	9
2.4	Norma UNI 11367:2010	10
2.4.1	Definizioni e applicabilità dei limiti	10
2.4.2	Valori di riferimento	12
<b>3</b>	<b>PRONTO SOCCORSO - DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO</b>	<b>14</b>
3.1	Componenti edilizie	14
3.1.1	Pareti esterne	14
3.1.2	Pareti esterne con controparete interna	14
3.1.3	Pareti divisorie interne	15
3.1.4	Solaio a pavimento	15
3.1.5	Controsoffitti	15
3.1.6	Finitura pavimenti e rivestimenti	15
3.1.7	Serramenti esterni	15
3.2	Principali componenti impiantistiche	16
3.3	Limiti cogenti e riferimenti	18
3.3.1	Isolamento di facciata (indice $D_{2m,nT,w}$ )	18
3.3.2	Isolamento ai rumori aerei (indice $R'_w$ )	18
3.3.3	Isolamento al rumore di calpestio (indice $L'_{n,w}$ )	19
3.3.4	Rumore degli impianti a funzionamento discontinuo	19
3.3.5	Rumore degli impianti a funzionamento continuo	20
3.3.6	Rumore dei sistemi di trattamento aria	20
<b>4</b>	<b>PRONTO SOCCORSO - MATERIALI E PRESTAZIONI ACUSTICHE</b>	<b>21</b>
4.1	M0 - Partizione verticale esterna - stato di fatto senza interventi	24
4.2	M1 - Partizione verticale esterna	25
4.3	M11 - Partizione verticale interna tipo	27
4.4	M12 - Partizione verticale interna tra area Pronto Soccorso e Area Morgue	28
4.5	Strato resiliente	29
4.6	P1 - Solaio in laterocemento con pavimento in pvc o gres	30
4.6.1	P1 - Stima dell'indice di potere fonoisolante	31
4.6.2	P1 - Stima dell'indice di rumore di calpestio	32
4.7	Serramenti e elementi di facciata	33
4.7.1	Abaco serramenti e prestazioni di isolamento acustico	33
4.7.2	Scelta dei serramenti e valutazione delle prestazioni di isolamento	34
<b>5</b>	<b>PRONTO SOCCORSO - VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE ATTESE</b>	<b>35</b>
5.1	Indice di valutazione dell'isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$	35
5.1.1	Limiti di riferimento	35
5.1.2	Valutazione delle trasmissioni laterali	35
5.1.3	Tempo di riverberazione di riferimento	35
5.1.4	Indici $D_{2m,nT,w}$	36
5.2	Indice di valutazione dell'isolamento ai rumori aerei $R'_w$	37
5.3	Indice di livello di rumore di calpestio $L'_{n,w}$	38
5.3.1	Limiti di riferimento	38



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

5.3.2	Considerazioni sui livelli di rumore di calpestio del solaio a pavimento	38
5.4	Rumore degli impianti a funzionamento discontinuo	39
5.5	Rumore degli impianti a funzionamento continuo	39
<b>6</b>	<b>PRONTO SOCCORSO - INDICAZIONI PER IL CONTENIMENTO DEL RUMORE DELLE UTA</b>	<b>40</b>
6.1	Indicazioni generali	41
6.1.1	Indicazioni per la minimizzazione dei livelli sonori	41
6.1.2	Rumore generato dalle Unità di Trattamento Aria	42
6.2	Indicazioni specifiche per le macchine e le canalizzazioni	43
6.2.1	Isolamento della struttura di supporto dalle vibrazioni	43
6.2.2	Isolamento delle canalizzazioni e dei sistemi collegati dalle vibrazioni	44
6.2.3	Canali	44
6.2.4	Fissaggio e montaggio dei canali	45
6.2.5	Coibentazione dei canali (crossover, break in e break out)	46
6.2.6	Passaggio canalizzazioni tra locali tecnici e ambienti adiacenti	47
6.2.7	Passaggio tubazioni e canalizzazioni fra i piani	48
6.2.8	Passaggi delle canalizzazioni tra ambienti contigui	49
6.2.9	Limitazione della trasmissione delle vibrazioni verso i locali adiacenti	50
6.3	Treatments specifici Reparto Pronto soccorso	51
6.3.1	Macchine	51
6.3.2	Silenziatori	51
6.3.3	Canalizzazioni	51
6.3.4	Coibentazione canali	51
6.3.5	Controsoffitto in cartongesso e lana minerale in intercapedine	51
6.3.6	Pareti di separazione tra locale tecnico e ambienti di vita adiacenti sullo stesso piano	52
6.3.7	Solaio di separazione tra locale tecnico UTA e ambienti al piano inferiore e superiore	52
6.3.8	Treatment fonoassorbente del locale tecnico	52
<b>7</b>	<b>RUMORE GENERATO DAGLI IMPIANTI IDRAULICI</b>	<b>53</b>
7.1	Rumore nei cavedi	54
7.1.1	Cavedi principali	54
7.2	Centrali tecnologiche e impianti idrosanitari	55
7.2.1	Sistemi antivibranti	55
7.3	Rumore generato dal movimento dell'acqua	56
7.3.1	Gruppi di pompaggio	56
7.3.2	Sistema di distribuzione riscaldamento e linee idrosanitarie	56
7.4	Rumore generato internamente alle tubazioni	57
7.4.1	Impianto di scarico	58
7.4.2	Tubazioni	59
7.4.3	Contatti rigidi tra tubazioni e tra tubazioni e muratura	60
7.4.4	Raccordi e curve	61
7.4.5	Passaggio tubazioni di scarico tra piani sovrapposti	62
7.4.6	Bagni	63
7.4.7	Sistema di fissaggio dei sanitari	64
7.4.8	Cassetta risciacquo e scarichi WC	65
<b>8</b>	<b>TEMATICHE DI POSA IN OPERA</b>	<b>68</b>
8.1	Soluzioni tecniche per l'isolamento acustico con pareti leggere	68
8.1.1	Nastro di guarnizione isolante	68
8.1.2	Giunto tra pareti leggere	69
8.1.3	Giunto ad angolo	70
8.1.4	Giunto tra parete divisoria leggera e strutture massicce	71
8.1.5	Giunto su rivestimenti isolanti di pareti massive	72



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

8.1.6	Controsoffitti - Prolungamento pareti divisorie fino al solaio omogeneo	73
8.1.7	Cavedi per impianti tecnici	74
8.2	Rumore di calpestio	75
8.2.1	Pavimento galleggiante	75
8.2.2	Scelta del materiale resiliente	75
8.2.3	Posa del materiale resiliente	76
8.3	Serramenti	77
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>78</b>
<b>APPENDICE A</b>		<b>79</b>
	Calcolo indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione $D_{2m,nT,w}$	79
<b>APPENDICE B</b>		<b>81</b>
	Attestato di tecnico competente in acustica ambientale	81
<b>TAVOLA 1</b>		<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
	Planimetria e sezioni area di intervento, con indicazione delle stratigrafie e delle partizioni esaminate	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## 1 PREMESSA

Obiettivo del presente elaborato è la valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi relativa al progetto esecutivo per la realizzazione dei seguenti interventi di Presidio:

1. Ampliamento Morgue - servizio mortuario - Piano seminterrato Blocco B1 (parte)
2. **Ampliamento area Pronto Soccorso - Piano Seminterrato Blocchi B1 (parte), B2 e B3**
3. Laboratorio di Microbiologia - Piano 1° blocco B1
4. Day Hospital e Area ambulatoriale - Piano Primo Blocchi A1 e A2
5. Farmacia - Padiglione Ex Maternità Corpo C
6. Rifacimento facciate e piazzale - Padiglione Ex Maternità Corpo C (questo intervento non sarà valutato dal punto di vista acustico in quanto non implica elementi significativi; anche nel caso delle facciate si tratta di un intervento esterno limitato alla muratura)

### **In particolare, il presente elaborato si occuperà dell'ampliamento dell'area del Pronto Soccorso.**

In caso di interventi di ristrutturazione parziali, puntuali e di dimensioni relativamente contenute, è sempre piuttosto complesso individuare gli obiettivi relativi alle prestazioni di isolamento acustico da ottenere.

Come descritto con maggior dettaglio nel seguito, sulla base delle indicazioni del Progettista, gli interventi da analizzare sono riferiti a una parte molto contenuta della struttura ospedaliera e dovranno essere realizzati in modo da integrarsi all'interno degli elementi esistenti, in molti casi mantenendo o condividendo sistemi e soluzioni costruttive esistenti.

Per questo motivo, la valutazione analizzerà in dettaglio i diversi interventi, identificando le componenti che dovranno essere adeguate alle richieste normative in materia di isolamento acustico e cercando comunque di ottenere un miglioramento delle prestazioni acustiche rispetto allo stato di fatto, dove possibile e dove tecnicamente, funzionalmente ed economicamente ragionevole.

Le caratteristiche strutturali e costruttive dell'edificio (secondo le indicazioni fornite dal Progettista) e le relative prestazioni acustiche sono state utilizzate per determinare, dove applicabili, le prestazioni delle partizioni di facciata, delle partizioni verticali e di quelle orizzontali.

Il rumore degli impianti è stato trattato fornendo indicazioni operative di indirizzo.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## 2 QUADRO NORMATIVO

La Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico n. 447 del 26 Ottobre 1995 stabilisce le competenze in relazione al rilascio delle concessioni edilizie: in particolare essa attribuisce le funzioni di controllo ai Comuni, oltre a fare riferimento ad una serie di decreti attuativi cui spetta il compito di fissare i limiti di riferimento per le differenti casistiche relative al rumore.

I riferimenti normativi che interessano direttamente la valutazione in oggetto sono:

- Decreto MATTM 11.10.2017 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici"
- DPCM 05.12.1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"
- DDG Sanità Lombardia n. 26436 del 6 Novembre 2001 "Approvazione delle linee guida per la verifica dei requisiti minimi strutturali e tecnologici, generali e specifici"
- Norma UNI 11367:2010 "Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera"

### 2.1 Decreto MATTM 11.10.2017 sui Criteri Ambientali Minimi

Il Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) dell'11.10.2017 definisce i criteri ambientali minimi nel caso di costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici: in particolare, al paragrafo 2.3.5.6 vengono definite le specifiche relative al comfort acustico.

Nel caso specifico, tuttavia, il fatto di intervenire in modo spesso puntuale e comunque con modifiche quasi sempre non indipendenti dall'esistente, impone una riflessione in merito all'effettiva applicabilità di tali specifiche.

In particolare, appare importante una delle risposte alle FAQ che vengono periodicamente pubblicate (ultimo aggiornamento del 12 Giugno 2018):

**D:** *Nei CAM non si trovano tutte le tipologie di progetto, p.es non sono contemplati i restauri. Come ci si deve comportare in questi casi?*

**R:** I CAM edifici, quando fanno riferimento a nuovi edifici o ristrutturazioni di primo e secondo livello o manutenzioni ordinarie e straordinarie, si rifanno alle definizioni del D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 e dei decreti interministeriali del 26 giugno 2015, di attuazione della legge 90/2013. Per le altre tipologie di intervento (quale il restauro) non nominate nel testo i CAM non sono obbligatori. Ovviamente si invitano le stazioni appaltanti a tenerli in considerazione per quanto possibile in base al tipo di progetto.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

Il D.M. Requisiti Minimi del 25 Giugno 2016, al punto 1.4 dell'Allegato 1, riporta la definizione di ristrutturazioni importanti di primo e di secondo livello, che possono essere riassunte come segue:

**Ristrutturazioni importanti**

Si definisce **ristrutturazione importante** l'intervento che interessa gli elementi e i componenti integrati costituenti l'involucro edilizio che delimitano un volume a temperatura controllata dall'ambiente esterno o da ambienti non climatizzati, con un'incidenza superiore al 25% della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio.

Ai fini della determinazione di tale soglia di incidenza, sono da considerarsi unicamente gli elementi edilizi opachi e trasparenti che delimitano il volume a temperatura controllata dall'ambiente esterno e da ambienti non climatizzati quali le pareti verticali, i solai contro terra e su spazi aperti, i tetti e le coperture (solo quando delimitanti volumi climatizzati).

Gli interventi di **ristrutturazione importante** vengono suddivisi in:

1. ristrutturazioni importanti di primo livello
2. ristrutturazioni importanti di secondo livello

**Ristrutturazioni importanti di primo livello**

Le ristrutturazioni importanti di primo livello sono costituite da interventi che interessano più del 50% della superficie disperdente esterna e l'eventuale rifacimento dell'impianto termico invernale e/o estivo.

In tali casi i requisiti di prestazione energetica si applicano all'intero edificio e si riferiscono alla sua prestazione energetica relativa al servizio o servizi interessati.

**Ristrutturazioni importanti di secondo livello**

Le ristrutturazioni importanti di secondo livello consistono in interventi che interessano dal 25% al 50% della superficie disperdente esterna e l'eventuale rifacimento dell'impianto termico invernale e/o estivo.

Sulla base delle informazioni, condivise con il Gruppo di Progettazione, nel caso specifico gli interventi hanno sempre natura più limitata anche rispetto a una ristrutturazione di secondo livello, per cui è possibile concludere che i CAM non sono obbligatori in questo caso.

Si tratta in effetti di interventi specifici, puntuali e/o parziali, che riguarderanno solo piccole porzioni degli edifici esistenti e che dovranno essere realizzati in modo da integrarsi all'interno degli elementi esistenti, in molti casi mantenendo o condividendo sistemi e soluzioni costruttive non modificabili.

Ciò non toglie che essi potranno essere comunque tenuti in considerazione per quanto possibile, nell'ottica di un miglioramento generalizzato delle prestazioni acustiche rispetto allo stato di fatto, dove possibile e dove tecnicamente, funzionalmente ed economicamente ragionevole.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

## 2.2 DPCM 05.12.1997

Il DPCM 05.12.97 fissa i valori limite ai quali fare riferimento per la valutazione in opera sia dei requisiti acustici passivi degli edifici sia delle sorgenti sonore che possono trovarsi all'interno degli edifici stessi (ad esempio gli impianti tecnici).

L'indice  $R'_w$  si riferisce al potere fonoisolante,  $D_{2m,nT,w}$  si riferisce all'isolamento di facciata,  $L'_{n,w}$  è relativo al rumore di calpestio, mentre i parametri  $L_{A,Smax}$  e  $L_{A,eq}$  sono i limiti per gli impianti tecnologici a funzionamento temporale continuo e discontinuo.

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

Categoria	Parametri acustici e limiti [dB]				
	$R'_w$	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	$L_{A,Smax}$	$L_{A,eq}$
1) D	55	45	58	35	25
2) A , C	50	40	63	35	35
3) E	50	48	58	35	25
4) B , F , G	50	42	55	35	35

*Tabella 2-1 – Classificazione degli edifici e limiti sui requisiti acustici passivi*

In questo caso, l'area d'intervento oggetto di ristrutturazione ricade sicuramente all'interno di un edificio ascrivibile alla categoria "Edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura o assimilabili", con i relativi limiti associati.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### 2.3 DDG Sanità Lombardia n. 26436 del 6 Novembre 2001

Il DDG Sanità Lombardia n. 26436 del 6 Novembre 2001 “Approvazione delle linee guida per la verifica dei requisiti minimi strutturali e tecnologici, generali e specifici, previsti dal DPR 14.1.97 e dalla DGR 38133/98”, contiene l'allegato 1 “Linee guida per gli operatori ASL sulla verifica dei requisiti tecnologici e strutturali stabiliti dalla normativa vigente”.

Il Fascicolo 1 dell'Allegato 1 “Requisiti minimi strutturali e tecnologici generali - Verifica ASL ai sensi del DPR 14.01.97 e della DGR n. 7/5724 del 27.07.01” riporta il requisito SGTEC 03, che richiede: “La struttura è in possesso dei requisiti previsti dalle vigenti leggi in materia di protezione acustica?”.

L'adempimento prevede il collaudo delle strutture per la verifica del rispetto dei limiti di legge fissati dal DPCM 05.12.1997.

Passo necessario per consentire l'effettivo ottenimento del rispetto dei limiti a lavori conclusi è l'analisi acustica delle scelte progettuali, valutando in modo previsionale le caratteristiche di isolamento acustico delle strutture dell'edificio a partire dalle prestazioni dei componenti.

Vista la complessità della situazione, nel caso in esame questa fase è necessaria anche solo per la definizione della presenza di limiti cogenti e per la relativa quantificazione.

La valutazione previsionale è condizione necessaria ma non sufficiente: occorre sottolineare che la fase di posa in opera è fondamentale per garantire l'ottenimento dei valori progettati, assicurando un elevato livello di attenzione sulle scelte costruttive e sulla corrispondenza dei materiali utilizzati a quanto specificato nel progetto.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## 2.4 Norma UNI 11367:2010

Il DPCM 05.12.1997, che continua comunque a costituire il più importante riferimento legislativo, è un decreto che contiene molti errori e lacune, pertanto è sempre stato soggetto a interpretazioni anche contrastanti.

Nel 2010 è stata emanata la norma UNI 11367 "Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera": la norma, richiamata anche dal Decreto MATTM sui Criteri Ambientali Minimi, dovrebbe costituire la base per un nuovo decreto relativo ai requisiti acustici passivi.

L'aspetto attualmente più importante della norma, tuttavia, è attualmente il fatto di fornire elementi importanti per fare chiarezza su molti aspetti dubbi relativi all'applicazione del DPCM 05.12.1997: in particolare, in merito all'applicabilità o meno dei limiti in situazioni specifiche e/o particolari.

### 2.4.1 Definizioni e applicabilità dei limiti

La norma UNI 11367 definisce per la prima volta in modo chiaro gli ambienti abitativi e gli ambienti di servizio e specifica il campo di applicazione dei limiti: si tratta di un riferimento sicuramente molto autorevole per definire come e dove applicare i limiti di legge.

In particolare, sono definiti:

**ambiente abitativo**: porzione di unità immobiliare completamente delimitata destinata al soggiorno e alla permanenza di persone per lo svolgimento di attività e funzioni caratterizzanti la destinazione d'uso

**ambiente accessorio o di servizio**: porzione di unità immobiliare (se di utilizzo individuale) o di sistema edilizio (se di utilizzo comune o collettivo) con funzione diversa da quella abitativa ovvero non destinato allo svolgimento di attività e funzioni caratterizzanti la destinazione d'uso; sono ambienti accessori gli spazi completamente o parzialmente delimitati destinati al collegamento degli ambienti abitativi ed alla distribuzione orizzontale e verticale all'interno del sistema edilizio, nonché gli spazi destinati a deposito, immagazzinamento e rimessaggio; sono ambienti di servizio gli spazi completamente delimitati destinati ad ospitare elementi tecnici connessi con il sistema edilizio (per esempio vani ascensore, vani scala, ecc), e quelli specializzati a fornire servizi richiesti da particolari attività degli utenti, quali i servizi igienici, i locali tecnici degli edifici, i ripostigli anche interni all'unità abitativa, ecc.

**ambiente verificabile acusticamente**: ambiente abitativo di dimensioni sufficienti a consentire l'allestimento di misurazioni in conformità ai procedimenti di prova e di valutazione per la determinazione dei livelli prestazionali acustici in opera.





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Sottolineando che sono esclusi dalla valutazione gli elementi tecnici costituiti da facciate e partizioni interne che delimitano ambienti accessori o di servizio dell'unità immobiliare, la norma specifica che nel considerare i requisiti di isolamento e di rumore di impianti si applicano i seguenti criteri:

- **il requisito  $D_{2m,nT,w}$**  relativo all'isolamento di facciata è riferito alle facciate degli ambienti abitativi; per le pareti finestrate con sistemi oscuranti, si fa riferimento alla situazione con sistemi oscuranti aperti; in caso di presenza di aperture di ingresso aria in facciata queste devono essere considerate nella normale condizione di utilizzo
- **il requisito  $R'_w$**  relativo al potere fonoisolante è riferito alle partizioni orizzontali e verticali che separano ambienti abitativi di unità immobiliari distinte; si applica inoltre alle partizioni orizzontali e verticali che separano ambienti abitativi di una unità immobiliare da ambienti, individuali o collettivi, destinati ad autorimessa, box, garage e alle partizioni (non dotate di accessi o aperture) che separano ambienti abitativi di una unità immobiliare da parti comuni
- **il requisito  $L'_{n,w}$**  relativo al rumore di calpestio è riferito al rumore da calpestio percepito all'interno degli ambienti abitativi e generato in unità immobiliari differenti
- **il requisito  $L_{ic}$**  relativo al rumore degli impianti a funzionamento continuo e il requisito  $L_{id}$  relativo al rumore degli impianti a funzionamento discontinuo sono riferiti a valutazioni 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; nel corso della valutazione devono essere escluse tutte le sorgenti sonore operanti all'interno dell'ambiente di misura ed estranee alla valutazione del rumore indotto dall'impianto in esame.
- il livello sonoro immesso da un impianto a servizio di una camera di degenza deve essere valutato all'interno di ambienti acusticamente verificabili diversi dall'ambiente servito





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

### 2.4.2 Valori di riferimento

La norma UNI 11367:2010 identifica, nel caso degli ospedali, una serie di prestazioni definite "di base" e "superiore": i valori di riferimento sono riportati in Tabella, insieme ai corrispondenti limiti del DPCM 05.12.1997 (per quanto possibile).

Descrizione	Parametro	Prestazione di base	Prestazione superiore	Limite corrispondente DPCM 05.12.1997
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata	$D_{2m,nT,w}$ [dB]	38	43	45
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti di differenti unità immobiliari	$R'_w$ [dB]	50	56	55
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari	$L'_{n,w}$ [dB]	63	53	58
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo in ambienti diversi da quello d'installazione	$L_{ic}$ [dBA]	32	28	25 (*)
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo in ambienti diversi da quello d'installazione	$L_{id}$ [dBA]	39	34	35 (*)
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare	$D_{nT,w}$ [dB]	50	55	-
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare	$D_{nT,w}$ [dB]	45	50	-
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare	$L'_{n,w}$ [dB]	63	53	-

(\*) livelli non direttamente confrontabili - riportati solo come riferimento

*Tabella 2-2 - UNI 11367: 2010 - Valori di riferimento per i requisiti acustici di ospedali - a destra i limiti corrispondenti del DPCM 05.12.1997*



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Si possono fare alcune considerazioni:

- nel caso dell'isolamento di facciata per edifici di tipo ospedaliero, sia considerando la prestazione di base sia considerando la prestazione superiore, il limite indicato dalla norma UNI è inferiore al limite previsto dal DPCM 05.12.1997; nel caso in cui venga invece previsto un limite diverso per sottoinsiemi di ambienti con diversa destinazione d'uso (ad esempio uffici e/o laboratori), il limite del DPCM 05.12.1995 è appena inferiore al limite definito dalla prestazione superiore
- il fatto che siano identificati in modo specifico dei parametri per l'isolamento acustico tra ambienti sovrapposti e adiacenti della stessa unità immobiliare conferma la prassi di non ritenere applicabili i limiti del DPCM 05.12.1997 relativi all'indice di potere fonoisolante apparente all'interno dello stesso edificio contenente una sola unità immobiliare
- il fatto che siano identificati in modo specifico dei parametri per il livello di rumore di calpestio tra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare conferma l'ipotesi di non ritenere applicabili i limiti del DPCM 05.12.1997 relativi al livello di rumore di calpestio all'interno dello stesso edificio contenente una sola unità immobiliare
- è importante notare che non sono stati definiti valori di riferimento per il livello sonoro di calpestio fra ambienti adiacenti all'interno della stessa unità immobiliare, poiché è prassi attualmente molto diffusa realizzare solai con massetto di ripartizione continuo: per queste tipologie costruttive i dati attualmente disponibili non consentono di stabilire criteri condivisi; questo significa anche che i limiti del DPCM 05.12.1997 relativi al rumore di calpestio non sono applicabili tra ambienti adiacenti sullo stesso piano
- i valori di riferimento per il rumore degli impianti vengono corretti per il livello di rumore residuo e per il tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente: queste operazioni, che rendono il livello calcolato essenzialmente indipendente dalle caratteristiche dell'ambiente ricevente, superano una criticità intrinseca ai limiti fissati dal DPCM 05.12.1997, in cui questo approccio tecnicamente corretto spesso rimane a discrezione del tecnico: un collaudo che non consideri la correzione per il tempo di riverberazione implica che i livelli sonori misurati dipendano dalle dimensioni e dal grado di arredamento dell'ambiente ricevente; come conseguenza diretta, non è detto che i valori della norma UNI siano confrontabili con i limiti del DPCM 05.12.1997



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### **3 PRONTO SOCCORSO - DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO**

L'area del Pronto Soccorso dell'Ospedale Maggiore di Lodi è sottoposta a una crescente pressione derivante dal costante incremento del numero di accessi.

L'attuale configurazione necessita di una parziale revisione anche in relazione al riordino della rete di emergenza ed urgenza aziendale.

Essendo sopravvenuta la soppressione del Pronto Soccorso di Casalpusterlengo e del punto di primo intervento di Sant'Angelo Lodigiano e dato che tali strutture sono state dedicate alla degenza riabilitativa, esse sono ora sprovviste dei servizi clinico diagnostici di supporto ad un efficiente pronto soccorso.

Per far fronte alla crescente domanda gravante sul Pronto Soccorso di Lodi è dunque necessario estenderne, anche in termini di superfici disponibili, la capacità di trattare sia pazienti adulti sia pazienti pediatrici.

Tale estensione interesserà l'adiacente area già occupata in parte dal laboratorio di microbiologia, oggetto del trasferimento di seguito descritto.

L'intervento è subordinato al trasferimento del laboratorio di microbiologia.

#### **3.1 Componenti edilizie**

##### **3.1.1 Pareti esterne**

Le facciate esistenti sono già dotate di cappotto esterno in polistirene e la maggior parte di esse non verrà interessata da alcun tipo di intervento.

##### **3.1.2 Pareti esterne con controparete interna**

Solo nel caso dell'area OBI (Osservazione Breve Intensiva) è prevista la modifica della facciata e la sostituzione dei serramenti esistenti.

In corrispondenza delle murature esterne esistenti, già dotate di cappotto esterno in polistirene, verranno realizzate delle contropareti in cartongesso.

Le contropareti avranno uno spessore complessivo di 7.5 cm, con orditura metallica singola da 5 cm e rivestimento realizzato con un doppio strato di lastre in gesso rivestito, dello spessore di 1.25 cm ciascuna.

Nell'intercapedine verrà inserito un singolo materassino di lana minerale dello spessore di 4 cm e densità indicativa di 50 kg/m<sup>3</sup>.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### **3.1.3 Pareti divisorie interne**

Il layout del reparto sarà oggetto di una modifica sostanziale.

Tutte le principali partizioni interne saranno costruite con pareti ad orditura metallica singola da 7.5 cm e rivestimento realizzato con un doppio strato di lastre in gesso rivestito, dello spessore di 1.25 cm ciascuna; dove necessario, le lastre esterne potranno essere sostituite da lastre in classe A1 di reazione al fuoco.

Nell'intercapedine verrà inserito un materassino di lana minerale dello spessore di 60 mm e densità indicativa di 50 kg/m<sup>3</sup>.

### **3.1.4 Solaio a pavimento**

Il solaio a pavimento sarà riportato allo stato grezzo, di fatto caratterizzato dal solo solaio base in laterocemento 20+5, per poi essere nuovamente completato con uno strato di alleggerito, uno strato resiliente anticlastico, un massetto sottopavimento e il pavimento in pvc o gres.

### **3.1.5 Controsoffitti**

Le tipologie di controsoffitto previste all'interno del reparto sono:

- controsoffitto metallico a doghe (per i connettivi)
- controsoffitto a pannelli in cartongesso 60x60
- controsoffitto a lastre in cartongesso (idrorepellenti dove necessario) in piccole aree di dimensioni contenute

### **3.1.6 Finitura pavimenti e rivestimenti**

Per quanto riguarda i pavimenti, essi sono previsti in gres (bagni, cucine e locali di servizio collegati) e in pvc a teli auto posante, che prevede anche la realizzazione di una sguscia di 20 cm, per facilitare le operazioni di pulizia.

### **3.1.7 Serramenti esterni**

Saranno installati nuovi serramenti esterni in sostituzione dei serramenti esistenti solo nel reparto OBI (Osservazione Breve Intensiva).

I cassonetti per avvolgibili esistenti saranno rimossi ed eliminati: i nuovi serramenti non saranno dotati di tale sistema di oscuramento.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### 3.2 Principali componenti impiantistiche

#### **Impianto di climatizzazione**

L'impianto di condizionamento del nuovo reparto sarà del tipo a tutta aria esterna, alimentato da una nuova macchina di trattamento dell'aria del tipo a sezioni componibili, con sezione di mandata e ripresa separate sovrapposte.

La macchina di trattamento dell'aria garantirà circa 6 volumi ora di ricambio dell'aria in ogni ambiente.

L'UTA, suddivisa in due sezioni distinte, avrà la seguente configurazione:

#### Sezione di ripresa

- Ventilatore di ripresa modello Plug Fan EC
- Batteria di recupero calore
- Silenziatori

#### Sezione di mandata

- Filtri piani classe G3 eff 80 % e a tasche classe F9 eff 95 %
- Batteria di recupero calore
- Batteria calda alimentata a 70-55 °C
- Batteria fredda alimentata con acqua a 7-12 °C
- Rampa umidificazione a vapore alimentata dalla rete vapore pulito esistente nell'Ospedale
- Separatore di gocce
- Batteria di post-riscaldamento alimentata con acqua a 70-55 °C
- Ventilatore di mandata Plug Fan EC
- Silenziatori

L'umidificazione invernale sarà realizzata con vapore pulito spillato dalla rete di distribuzione generale dell'ospedale.

L'unità di trattamento aria consentirà di condizionare l'aria immessa sia in regime estivo che invernale, svolgendo anche la funzione di recupero di calore necessario.

Le condotte di distribuzione dell'aria verranno realizzate con canali in pannello sandwich con trattamento antibatterico a sezione rettangolare.

Ogni ambiente sarà equipaggiato con batteria di post riscaldamento con valvola di regolazione a due vie di tipo modulante dedicata, in modo da poter regolare la temperatura dell'aria immessa nel locale in modo indipendente ambiente per ambiente.

La temperatura di ogni ambiente sarà gestita dal sistema di regolazione: una sonda ambiente posta sulla parete di ogni locale sarà in grado di regolarne la temperatura al valore desiderato.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

**Impianto idrosanitario**

L'impianto di distribuzione dell'acqua fredda, calda e ricircolo verrà derivato dalle colonne già esistenti al piano.

Verranno realizzate nuove dorsali principali di distribuzione dell'acqua fredda, calda e ricircolo dedicate al reparto oggetto di ristrutturazione a partire dal cavedio tecnico.

La rete di distribuzione acqua calda e fredda sarà dimensionata in conformità alla norma UNI 9182 e sarà realizzata con tubazioni in multistrato isolate a Norma di legge.

Nei locali igienici saranno installati radiatori a colonne in acciaio dotati di valvole termostatiche.

La dotazione dei servizi igienici sarà costituita da apparecchiature di tipo sospeso e piatti doccia a filo pavimento, completi di dotazioni di sicurezza per renderli compatibili alla presenza di utenti con ridotta mobilità.

Gli apparecchi sanitari saranno in ceramica, con rubinetteria del tipo a miscela monocomando.

**Impianto di scarico**

Per la realizzazione dell'impianto di scarico verranno utilizzate tubazioni in polietilene alta densità.

L'allacciamento degli apparecchi sanitari avverrà nelle colonne verticali esistenti transitanti al piano oggetto di ristrutturazione.

La nuova rete di scarico del piano verrà collegata alle colonne di scarico esistenti transitanti nei cavedi tecnici.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### 3.3 Limiti cogenti e riferimenti

#### 3.3.1 Isolamento di facciata (indice $D_{2m,nT,w}$ )

L'intervento prevede la sostituzione, all'interno del locale OBI (Osservazione Breve Intensiva), dei serramenti esistenti (comprensivi di cassonetti per avvolgibili) con nuovi serramenti senza avvolgibili; è anche prevista la realizzazione di una controparete interna sulla muratura di facciata esistente, con l'inserimento di lana di roccia nell'intercapedine.

Il limite cogente di riferimento è quello relativo all'isolamento normalizzato di facciata  $D_{2m,nT,w} \geq 45$  dB, applicabile a tutte le facciate interessate dall'intervento (locale OBI).

Tutti gli altri serramenti e tutte le altre partizioni di facciata rimarranno inalterate, per cui il limite relativo all'isolamento acustico di facciata non è applicabile.

#### 3.3.2 Isolamento ai rumori aerei (indice $R'_w$ )

Un limite di riferimento potrebbe essere quello relativo all'indice di potere fonoisolante  $R'_w \geq 55$  dB, applicabile però solo tra diverse unità immobiliari: l'intera struttura ospedaliera costituisce una singola unità immobiliare, per cui il limite relativo all'isolamento ai rumori aerei non è applicabile.

Dato che comunque l'intero reparto sarà oggetto di ristrutturazione, con la realizzazione di un nuovo layout, verranno comunque analizzate le prestazioni delle nuove pareti divisorie interne, al fine di verificare che gli elementi coinvolti siano in grado di assicurare un buon comfort acustico.

Un discorso analogo vale per il solaio in laterocemento a pavimento, che insiste peraltro su locali di servizio di tipo impiantistico (infernotto), che sarà completato con un pavimento galleggiante (strato resiliente e massetto): l'obiettivo progettuale sarà quello di un miglioramento del livello di isolamento acustico rispetto alla situazione attuale, in cui non è presente lo strato resiliente.





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### **3.3.3 Isolamento al rumore di calpestio (indice $L'_{n,w}$ )**

Un limite di riferimento cogente potrebbe essere quello relativo all'indice di rumore di calpestio  $L'_{n,w} \leq 58$  dB indicato dal DPCM 05.12.1997.

Tuttavia, secondo la norma UNI 11367:2010, questo limite è applicabile solo tra diverse unità immobiliari, tanto da fornire un limite specifico (e diverso da quello del DPCM 05.12.1997) per il rumore di calpestio all'interno delle strutture ospedaliere: si parla infatti di 63 dB per la prestazione base e di 53 dB per la prestazione superiore.

In questo caso, quindi, dato che l'intera struttura ospedaliera costituisce una singola unità immobiliare, il limite relativo all'isolamento ai rumori di calpestio non è applicabile.

Occorre peraltro sottolineare che l'intero reparto sarà oggetto di ristrutturazione e il solaio a pavimento sarà realizzato ex novo a partire dal solaio in laterocemento base esistente, che insiste peraltro su locali di servizio di tipo impiantistico (infernotto).

Il solaio in laterocemento, che non può essere oggetto di modifica, sarà completato con un pavimento galleggiante (strato resiliente e massetto): di nuovo, l'obiettivo progettuale sarà quello di un miglioramento del livello di rumore di calpestio rispetto alla situazione attuale, in cui non è presente lo strato resiliente.

Sempre la norma UNI 11367:2010 esclude esplicitamente che il limite sul rumore di calpestio sia applicabile tra ambienti adiacenti sullo stesso piano, in quanto la tecnologia del massetto continuo, normalmente utilizzata in questi casi, non consente di ottenere risultati certi e affidabili.

### **3.3.4 Rumore degli impianti a funzionamento discontinuo**

Per quanto riguarda gli impianti a funzionamento discontinuo, un limite di riferimento potrebbe essere quello indicato dal DPCM 05.12.1997:  $L_{ASmax} \leq 35$  dBA.

Alla luce del fatto che anche in questo caso la norma UNI 11367:2010 indica che tale limite si applica solo tra unità immobiliari distinte e fornisce valori di riferimento diversi nel caso delle strutture ospedaliere, si potrebbe concludere che tale limite non è cogente.

Stabilisce anche che il livello sonoro immesso da un impianto a servizio di una camera di degenza deve essere valutato all'interno di ambienti acusticamente verificabili diversi dall'ambiente servito.

Occorre peraltro considerare che, nel caso in esame, il sistema di scarico dei nuovi bagni si innesterà direttamente sulle colonne di scarico esistenti: questo significa che non è di fatto possibile controllare o modificare il rumore generato dagli impianti, in quanto esso si origina essenzialmente lungo le colonne di scarico, che non saranno modificate.

Si può pertanto concludere che, anche in questo caso, il limite relativo al rumore degli impianti a funzionamento discontinuo non è applicabile.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Pur non essendo applicabile il limite di rumorosità specifico, avendo come obiettivo il comfort acustico, il rumore degli impianti a funzionamento discontinuo verrà trattato con indicazioni operative, analizzando le soluzioni tecniche che si intendono adottare e le eventuali relative criticità.

Occorre infatti ricordare che, in generale, non esistono metodi di calcolo efficaci e affidabili per la previsione del rumore degli impianti (soprattutto non esistono dati significativi da implementare nei modelli previsionali, estremamente complessi da utilizzare).

### **3.3.5 Rumore degli impianti a funzionamento continuo**

Per quanto riguarda gli impianti a funzionamento continuo, un limite di riferimento potrebbe essere quello indicato dal DPCM 05.12.1997:  $L_{Aeq} \leq 25$  dBA.

Alla luce del fatto che anche in questo caso la norma UNI 11367:2010 indica che tale limite si applica solo tra unità immobiliari distinte e fornisce valori di riferimento diversi nel caso delle strutture ospedaliere, si può concludere che il limite relativo al rumore degli impianti a funzionamento continuo non è applicabile.

### **3.3.6 Rumore dei sistemi di trattamento aria**

Occorre considerare che il rumore generato dalle bocchette di immissione e di aspirazione dell'aria all'interno degli ambienti non è riconducibile al rumore degli impianti disciplinato dal DPCM 05.12.1997 e dalla norma UNI 11367.

Questo assunto è confermato dal fatto che esistono norme specifiche che disciplinano il rumore degli impianti di trattamento aria (ad esempio la UNI 8199) e che suggeriscono livelli di riferimento diversi in funzione della destinazione d'uso dell'ambiente.

Anche in questo caso, non vi sono indicazioni cogenti, ma si è comunque proceduto con indicazioni operative per l'inserimento di sistemi di contenimento del rumore in corrispondenza dei passaggi più critici, compatibilmente con i vincoli e le condizioni esistenti.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

#### 4 PRONTO SOCCORSO - MATERIALI E PRESTAZIONI ACUSTICHE

I materiali utilizzati e le soluzioni costruttive sono stati indicati dal Progettista.

Ogni tipo di materiale o componente utilizzato è stato caratterizzato, ovunque possibile, facendo riferimento a dati forniti dai Produttori; negli altri casi si è fatto ricorso alle formule previsionali più opportune.

Nelle Tabelle seguenti si riporta un elenco riassuntivo dei materiali e dei componenti utilizzati, descritti in dettaglio ai paragrafi successivi.

Struttura	Descrizione	Massa superf. strato base[kg/m <sup>2</sup> ]	R <sub>w</sub> - base [dB]	ΔR <sub>w</sub> strato aggiuntivo [dB]	R <sub>w</sub> [dB] - complessivo	Note
<b>M0</b>	Parete esterna - stqato di fatto invariato	Muratura esistente in laterizio	174	43	<b>43</b>	da legge di massa UNI EN 12354-1 per pareti semplici in laterizio; - 1 dB per cappotto in EPS
<b>M1</b>	Parete esterna - con nuova controparete	Muratura esistente in laterizio con controparete interna in lana di roccia e cartongesso	174	43	<b>60</b>	da legge di massa UNI EN 12354-1 per pareti semplici in laterizio; - 1 dB per cappotto in EPS incremento indice per strato aggiuntivo secondo UNI EN 12354-1; troncato all'unità
<b>M11</b>	Pareti divisorie interne in cartongesso	Parete leggera su orditura metallica spessore 7.5 cm, con doppia lastra di cartongesso da 1.25 cm su ambo i lati	38	54	<b>54</b>	da dati Knauf per pareti W112 con stessa stratigrafia
<b>M12</b>	Pareti divisorie interne - tra P.S. e Area Morgue	Parete leggera su doppia orditura metallica tipo W115+1 Knauf	47	63	<b>63</b>	da prova di laboratorio 270296 Knauf per pareti W115+1 con stessa stratigrafia

*Tabella 4-1 - Materiali e componenti - partizioni verticali*



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

Elemento	Descrizione	s' di progetto [MN/m <sup>3</sup> ]	Note
STR-RES	Strato resiliente per pavimento galleggiante	≤ 15	<p>Valore di riferimento del parametro; possibile la scelta di materiali con valori analoghi o inferiori</p> <p>Resistenza a compressione sufficiente a sopportare senza problemi il carico del massetto</p> <p>Prove secondo UNI EN 12431 (comprimibilità) e UNI EN 1606 (creep)</p>

Tabella 4-2 - Materiali e componenti - strato resiliente per pavimento galleggiante

Struttura	Descrizione	Massa superficiale strato base[kg/m <sup>2</sup> ]	R <sub>w</sub> - base [dB]	ΔR <sub>w</sub> strato aggiuntivo [dB]	R <sub>w</sub> [dB] - complessivo	Note
P1	Pavimento con pvc o gres Solaio in laterocemento 20+5 con pavimento galleggiante	324	49	12	61	<p>da formule previsionali specifiche per solai in laterocemento; troncato all'unità; OK - cautelativo</p> <p>da formule previsionali UNI EN 12354-1:2017</p>

Tabella 4-3 - Materiali e componenti - partizioni orizzontali - isolamento ai rumori aerei

Struttura	Descrizione	Massa superficiale strato base[kg/m <sup>2</sup> ]	L <sub>n,w</sub> - base [dB]	ΔL <sub>n,w</sub> pav. gall. [dB]	L <sub>n,w</sub> [dB] - complessivo	Note
P1	Pavimento con pvc o gres Solaio in laterocemento 20+5 con pavimento galleggiante	324	85	29	56	<p>da formule previsionali specifiche per solai in laterocemento; arrotondato all'unità successiva; OK - cautelativo</p> <p>da formule previsionali UNI EN 12354-2; troncato all'unità</p>

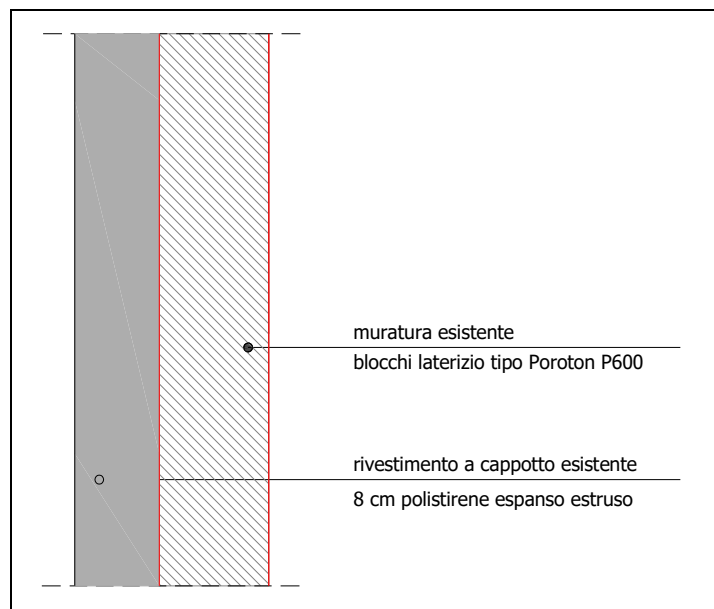
Tabella 4-4 - Materiali e componenti - partizioni orizzontali - livello di rumore di calpestio



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

Serramento	Descrizione	R <sub>w</sub> [dB] serramento - prova di laboratorio sul serramento specifico	R <sub>w</sub> [dB] serramento nel caso di rapporto di prova su infisso standard 1.23x1.48 m (norma UNI EN 14351-1)	Note
AB-S01	Finestra	40	40	
AB-S02	Finestra	40	40	Valore minimo del serramento completo (infisso+vetri) - infissi classe 4 UNI EN 12207 - vetri stratificati
AB-S03	Finestra	40	40	

Tabella 4-5 - Materiali e componenti - serramenti esterni

AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO****4.1 M0 - Partizione verticale esterna - stato di fatto senza interventi**

M0		Parete esterna - stato di fatto invariato	
M0	Struttura base		
Descrizione	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
Intonaco plastico per cappotto	0.5	1500	
Cappotto in EPS	8.0	30	
Muratura esistente (blocchi foratura 55%)	25.0		174.2
<b>TOTALE</b>	<b>33.5</b>		<b>174</b>
<b>R<sub>w</sub> [dB] - indice potere fonoisolante strato base (minimo)</b>			<b>43</b>

da legge di massa UNI EN 12354-1 per pareti semplici in laterizio; - 1 dB per cappotto in EPS

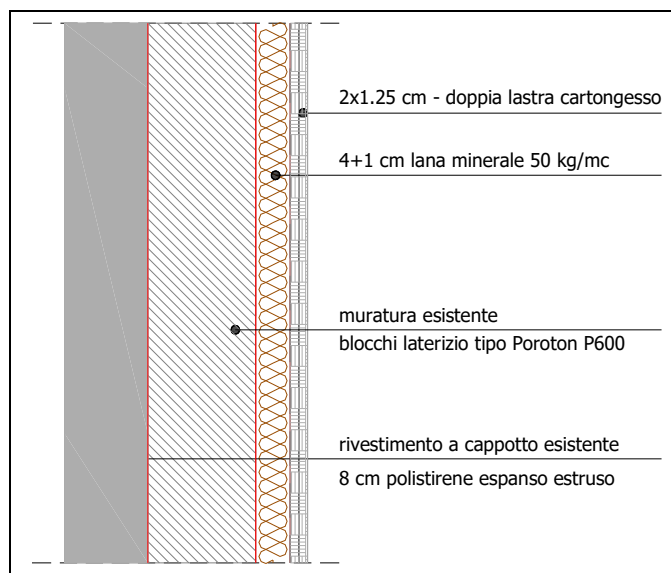
Si tratta della struttura cieca principale presente nelle partizioni di facciata, in generale non oggetto di interventi: viene riportata solo per completezza di informazione.

L'indice del potere fonoisolante è stato ottenuto applicando la legge di massa suggerita dalla norme UNI EN 12354-1 per pareti semplici in laterizio e troncando il risultato ottenuto all'unità e riducendolo di 1 dB per la presenza del cappotto in EPS.

La tipologia di blocchi in laterizio non è nota con precisione: cautelativamente sono stati considerati blocchi da tamponamento con foratura 55% e 1 cm di malta sui giunti verticali e orizzontali.

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**4.2 M1 - Partizione verticale esterna**



M1	Parete esterna		
M1	Struttura base		
Descrizione	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
Intonaco plastico per cappotto	0.5	1500	
Cappotto in EPS	8.0	30	
Muratura esistente (blocchi foratura 55%)	25.0		174.2
<b>TOTALE</b>	<b>33.5</b>		<b>174</b>
<b>R<sub>w</sub> [dB] - indice potere fonoisolante strato base (minimo)</b>			<b>43</b>
da legge di massa UNI EN 12354-1 per pareti semplici in laterizio; - 1 dB per cappotto in EPS			
M1	Controparete interna		
Descrizione	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
Lana minerale + aria	5.0	50	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5
<b>TOTALE</b>	<b>7.5</b>		<b>19.0</b>
<b>ΔR<sub>w</sub> controparete</b>			
Spessore intercapedine		0.050	m
f <sub>0</sub> - frequenza di risonanza		57.6	Hz
<b>ΔR<sub>w</sub> [dB] - incremento indice potere fonoisolante</b>			<b>17</b>
incremento indice per strato addizionale secondo UNI EN 12354-1; troncato all'unità			
M1	Struttura completa		
<b>R<sub>w</sub> [dB] - indice potere fonoisolante complessivo</b>			<b>60</b>





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Si tratta della struttura cieca principale presente nelle partizioni di facciata.

Cautelativamente, non è stata considerata la presenza dei pilastri in c.a., che forniscono livelli di isolamento acustico superiori a quelli della struttura M1.

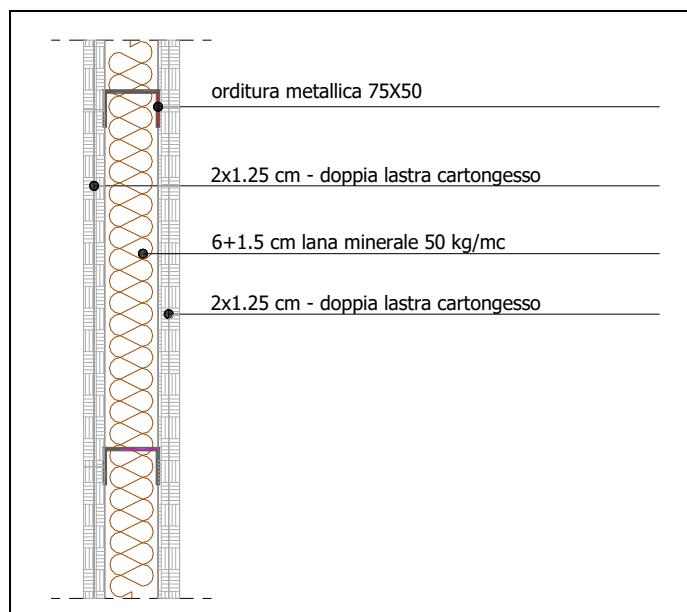
Nel caso della struttura base, l'indice del potere fonoisolante è stato ottenuto applicando la legge di massa suggerita dalla norme UNI EN 12354-1 per pareti semplici in laterizio e troncando il risultato ottenuto all'unità e riducendolo di 1 dB per la presenza del cappotto in EPS.

La tipologia di blocchi in laterizio non è nota con precisione: cautelativamente sono stati considerati blocchi da tamponamento con foratura 55% e 1 cm di malta sui giunti verticali e orizzontali.

L'incremento dell'indice di potere fonoisolante per la presenza della controparete interna è stato calcolato secondo le indicazioni della norma UNI EN 12354-1 e troncando all'unità il risultato ottenuto.

AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
PROGETTO ESECUTIVO

### 4.3 M11 - Partizione verticale interna tipo



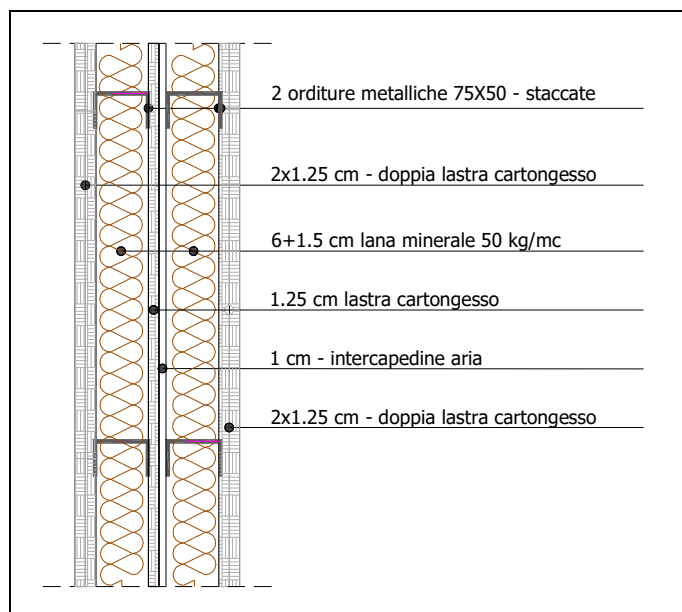
M11		Pareti divisorie interne in cartongesso		
	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
Lana minerale + aria	7.5	50		
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
<b>TOTALE</b>	<b>12.5</b>		<b>38</b>	
<b>R<sub>w</sub> [dB] - indice potere fonoisolante</b>			<b>54</b>	
da dati Knauf per pareti W112 con stessa stratigrafia				

Si tratta della struttura di separazione tipo tra ambienti interni; può essere o meno fornita di lastre con elevata resistenza al fuoco a seconda delle necessità.

La stima dell'indice di potere fonoisolante, relativamente elevato, è stata eseguita a partire da dati pubblicati da Knauf per una parete del tutto simile.

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

#### 4.4 M12 - Partizione verticale interna tra area Pronto Soccorso e Area Morgue



<b>M12</b>		<b>Pareti divisorie interne - tra P.S. e Area Morgue</b>		
	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
Lana minerale + aria	7.5	50		
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
Intercapedine aria (stacco orditure)	1.0			
Lana minerale + aria	7.5	50		
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
<b>TOTALE</b>	<b>22.25</b>		<b>47</b>	
<b>R<sub>w</sub> [dB] - indice potere fonoisolante</b>			<b>63</b>	
da prova di laboratorio 270296 Knauf per pareti W115+1 con stessa stratigrafia				

Si tratta della struttura di separazione tra l'area del Pronto Soccorso e l'area Morgue.

In particolare, costituisce anche la partizione di separazione tra il vano tecnico in cui è alloggiato uno dei recuperatori dedicato all'aspirazione degli ambienti isolati del Pronto Soccorso.

La stima dell'indice di potere fonoisolante, sicuramente elevato, è stata eseguita a partire da dati pubblicati da Knauf per una parete del tutto simile.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

#### 4.5 Strato resiliente

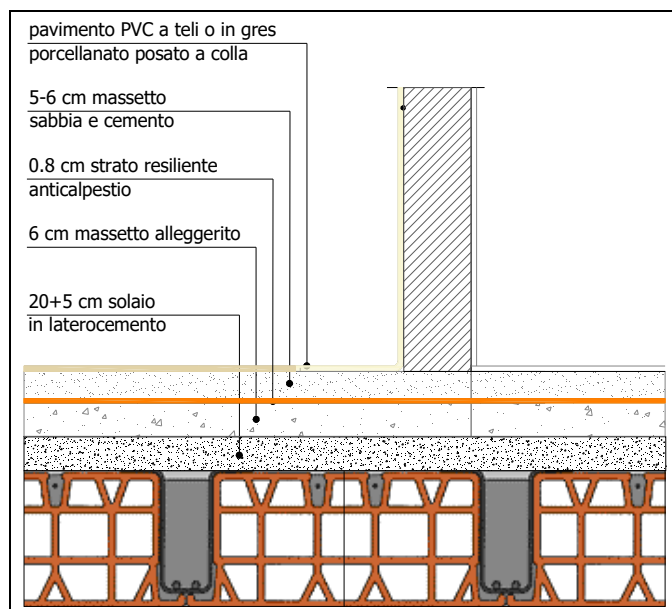
Anche se l'area del Pronto Soccorso si trova al piano seminterrato, si è previsto uno strato resiliente per la realizzazione del pavimento galleggiante, al fine di ottimizzare il comfort acustico all'interno del reparto e dell'edificio.

Di seguito vengono riportati i dati di riferimento dello strato resiliente da utilizzare:

STR-RES		Strato resiliente per pavimento galleggiante	
spessore nominale	8-10	mm	
<b>s' - rigidità dinamica di riferimento</b>	<b>≤ 15</b>	<b>MN/m<sup>3</sup></b>	
Valore di riferimento del parametro; possibile la scelta di materiali con valori analoghi o inferiori			
Resistenza a compressione sufficiente a sopportare senza problemi il carico del massetto			
Prove secondo UNI EN 12431 (comprimibilità) e UNI EN 1606 (creep)			

Il valore di rigidità dinamica sopra indicato costituisce un parametro di progetto ed è quello utilizzato nei calcoli previsionali.

È possibile la scelta di un materiale con caratteristiche di rigidità dinamica uguali o inferiori, a patto che sia in grado di rispettare anche le altre caratteristiche richieste.

AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO****4.6 P1 - Solaio in laterocemento con pavimento in pvc o gres**

P1		Pavimento con pvc o gres		
Struttura base				
Elemento	Spessore [cm]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	
Intonaco	1.5	1500		
Solaio in laterocemento	20.0		300	
Soletta resistente in calcestruzzo	5.0			
Alleggerito	6.0	400	24	
<b>TOTALE STRUTTURA BASE</b>	<b>32.5</b>		<b>324</b>	
Pavimento galleggiante				
Elemento	Spessore [cm]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	
<b>STRATO RESILIENTE</b>	0.8			
Sottofondo sabbia-cemento	5.0	1800	90	
Pavimento in pvc o gres	1.0			
<b>TOTALE PAV. GALL.</b>	<b>6.8</b>		<b>90</b>	

Si tratta del solaio in laterocemento a pavimento.

Le uniche differenze nelle varie zone dell'area di intervento sono legate alla finitura superficiale, che può essere in pvc o in gres (non considerati nei calcoli).



AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**4.6.1 P1 - Stima dell'indice di potere fonoisolante**

P1		Stima dell'indice di potere fonoisolante $R_w$	
STRUTTURA BASE	Massa superficiale [ $\text{kg/m}^2$ ]	324	
<b><math>R_w</math> [dB] - indice potere fonoisolante struttura base</b>		<b>52</b>	
da formule previsionali UNI EN 12354-1 per solai omogenei; troncato all'unità			
<b><math>R_w</math> [dB] - indice potere fonoisolante struttura base</b>		<b>49</b>	
da formule previsionali specifiche per solai in laterocemento; troncato all'unità; OK - cautelativo			
<b><math>\Delta R_w</math> pavimento galleggiante</b>			
<b>Rigidità dinamica strato resiliente tipo</b>	<b>15</b>	<b><math>\text{MN/m}^3</math></b>	
$m'_1$ - massa superficiale solaio base	324	$\text{kg/m}^2$	
$m'_2$ - massa superficiale pavim. gallegg.	90	$\text{kg/m}^2$	
$f_0$ - frequenza di risonanza	74	Hz	
<b><math>\Delta R_w</math> [dB] - incremento indice potere fonoisolante pav. gall.</b>		<b>12</b>	
da formule previsionali UNI EN 12354-1:2017			
<b><math>R_w</math> [dB] - indice potere fonoisolante complessivo</b>		<b>61</b>	
da formule previsionali specifiche per solai in laterocemento; OK - cautelativo			

La presenza delle pignatte in laterizio all'interno del solaio in laterocemento altera il comportamento della struttura, che di fatto non è assimilabile a un solaio omogeneo: esistono formule previsionali specifiche per questo tipo di solaio, che forniscono stime migliori per l'indice di potere fonoisolante apparente rispetto a quelle ottenibili utilizzando le formule previsionali della norma UNI EN 12354-1 (si tratta comunque di stime più cautelative rispetto a quelle ottenibili applicando semplicemente le indicazioni delle norme).

Il pavimento galleggiante al di sopra dello strato resiliente si comporta come uno strato addizionale e l'intero pacchetto implica un incremento dell'indice di potere fonoisolante, che è stato calcolato secondo le indicazioni della norma UNI EN 12354-1, troncando cautelativamente all'unità il valore stimato.

Un elevato indice di potere fonoisolante della struttura e in particolare la presenza del pavimento galleggiante migliora in generale il comfort acustico all'interno degli ambienti interessati.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

#### 4.6.2 P1 - Stima dell'indice di rumore di calpestio

P1		Stima dell'indice di livello di rumore di calpestio $L_{n,w}$
STRUTTURA BASE	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	324
<b><math>L_{n,w}</math> [dB] - indice rumore calpestio solaio nudo</b>		<b>77</b>
da formule previsionali UNI EN 12354-2 per solai omogenei; arrotondato all'unità successiva		
<b><math>L_{n,w}</math> [dB] - indice rumore calpestio solaio nudo</b>		<b>85</b>
da formule previsionali specifiche per solai in laterocemento; arrotondato all'unità successiva; OK - cautelativo		
<b><math>\Delta L_w</math> pavimento galleggiante</b>		
<b>Rigidità dinamica strato resiliente tipo</b>	<b>15</b>	<b>MN/m<sup>3</sup></b>
m <sub>2</sub> - massa superficiale pavim. gallegg.	90	kg/m <sup>2</sup>
f <sub>0</sub> - frequenza di risonanza del pavimento	65	Hz
<b><math>\Delta L_w</math> [dB] - stima decremento indice rumore calpestio - pav. gall.</b>		<b>29</b>
da formule previsionali UNI EN 12354-2; troncato all'unità		
<b><math>L_{n,w}</math> [dB] - indice rumore di calpestio struttura completa</b>		<b>56</b>
da formule previsionali specifiche per solai in laterocemento; OK - cautelativo		

La presenza delle pignatte in laterizio all'interno del solaio in laterocemento altera il comportamento della struttura, che di fatto non è assimilabile a un solaio omogeneo: anche in questo caso, esistono formule previsionali specifiche per questo tipo di solaio, che forniscono stime migliori per l'indice di livello di rumore di calpestio rispetto a quelle ottenibili utilizzando le formule previsionali della norma UNI EN 12354-2 (si tratta comunque di stime più cautelative rispetto a quelle ottenibili applicando semplicemente le indicazioni delle norme).

Il pavimento galleggiante al di sopra dello strato resiliente si comporta come uno strato addizionale e l'intero pacchetto implica una riduzione dell'indice di livello di rumore di calpestio: tale riduzione è stata calcolata secondo le indicazioni della norma UNI EN 12354-2, troncando cautelativamente all'unità il valore stimato.

Un ridotto livello di rumore di calpestio della struttura, ottenuto con l'introduzione del pavimento galleggiante, migliora in generale il comfort acustico all'interno degli ambienti interessati e limita la trasmissione del rumore da impatto verso i piani superiori.





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

#### 4.7 Serramenti e elementi di facciata

Le finestre e le porte-finestra costituiscono sicuramente uno degli elementi deboli della facciata per quanto riguarda l'isolamento acustico: per questo motivo occorre prestare particolare cura nella scelta di tali elementi, in quanto essi possono facilmente pregiudicare il rispetto dei limiti di legge relativi all'isolamento di facciata.

Il sistema di oscuramento è realizzato mediante elementi interni, che non costituiscono un aspetto critico dal punto di vista acustico (gli elementi avvolgibili esistenti saranno completamente rimossi ed eliminati).

##### 4.7.1 Abaco serramenti e prestazioni di isolamento acustico

L'identificazione dei serramenti considerati ai fini della valutazione dell'isolamento di facciata è riportata nelle Tavole in allegato.

Il valore dell'indice di potere fonoisolante indicato costituisce un parametro di progetto da garantire in opera per ottenere un indice dell'isolamento di facciata in grado di rispettare il limite di legge.

Serramenti esterni						
Id	Tipologia	Dimensioni [m]		Superficie [m <sup>2</sup> ]	Valore minimo del serramento completo (infisso+vetri) - infissi classe 4 UNI EN 12207 - vetri stratificati	
		Larghezza	Altezza		R <sub>w</sub> [dB] serramento - prova di laboratorio sul serramento specifico	R <sub>w</sub> [dB] serramento nel caso di rapporto di prova su infisso standard 1.23x1.48 m (norma UNI EN 14351-1)
<b>AB-S01</b>	Finestra	1.50	1.60	<b>2.40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
<b>AB-S02</b>	Finestra	1.50	1.60	<b>2.40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
<b>AB-S03</b>	Finestra	1.50	1.60	<b>2.40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>

Occorre sottolineare che il capitolato prestazionale prevede dei valori di indice di potere fonoisolante  $R_w > 42$  dB, sicuramente più performanti rispetto a quanto indicato in tabella, che deve essere inteso come valore minimo in grado di garantire il risultato necessario: la scelta progettuale, prioritaria, ha portato all'adozione di serramenti con caratteristiche di isolamento superiore.

Nell'elenco, sono riportati solo i serramenti che saranno oggetto di sostituzione (sala OBI).

In generale è necessario utilizzare serramenti con valori certificati di isolamento acustico: è responsabilità del fornitore e dell'installatore dei serramenti garantire i valori minimi di indice di potere fonoisolante in opera, curando in modo particolare la tenuta all'aria dei giunti tra telaio e falso telaio.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

**4.7.2 Scelta dei serramenti e valutazione delle prestazioni di isolamento**

Come indicato nella norma UNI EN 14351-1, il valore dell'indice di isolamento ottenuto dalla prova di laboratorio è utilizzabile, senza modifiche, per serramenti simili con gli stessi vetri con superficie totale fino al 50% in più, con una riduzione di 1 dB fino a una superficie complessiva del 100% in più, con una riduzione di 2 dB fino a una superficie complessiva del 150% in più e con una riduzione di 3 dB per superfici superiori.

I valori di potere fonoisolante dei serramenti forniti dai costruttori si riferiscono quasi sempre a infissi di prova di dimensioni ridotte: una tipica configurazione di prova è costituita da un serramento ad anta singola o doppia di dimensioni 1.23x1.48 m.

Questo significa che, anche non considerando le specificità delle porte-finestra (in particolare il problema della soglia), a un aumento della superficie vetrata corrisponde una diminuzione delle prestazioni di isolamento del serramento; in altre parole, l'indice di potere fonoisolante ottenuto dalle prove di laboratorio deve essere corretto come segue:

Dimensione del serramento		Correzione rispetto al valore della prova di laboratorio		
serramento 1.23 x 1.48 m	S =	1.82		
fino a	S =	2.73	0	dB
fino a	S =	3.64	-1	dB
fino a	S =	4.55	-2	dB
	S >	4.55	-3	dB

Tabella 4-6: Correzione isolamento acustico in funzione delle dimensioni del serramento

In alcuni casi, un serramento base con prestazioni apparentemente elevate può non essere sufficiente a garantire le prestazioni necessarie, qualora sia di grandi dimensioni.

Questo è il motivo per cui nell'abaco prestazione dei serramenti sono riportati due valori: il primo associato a un certificato specifico su un serramento analogo, il secondo a un certificato su un serramento equivalente di dimensioni 1.23 x 1.48 m.



## 5 PRONTO SOCCORSO - VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE ATTESE

### 5.1 Indice di valutazione dell'isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$

#### 5.1.1 Limiti di riferimento

Nel caso degli edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura o assimilabili, il DPCM 05.12.1997 fissa  $D_{2m,nT,w} \geq 45$  dB come limite di legge per l'indice di isolamento di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione.

#### 5.1.2 Valutazione delle trasmissioni laterali

Secondo la norma UNI EN 12354-3, il contributo della trasmissione laterale è solitamente trascurabile.

Nel caso in esame, la facciata da valutare è costituita da una struttura leggera appoggiata su elementi massicci: in questi casi, l'entità delle trasmissioni laterali è in generale molto limitata.

Per lasciare un margine di sicurezza, è sufficiente incorporare la trasmissione laterale in modo globale, diminuendo il potere fonoisolante mediante un fattore correttivo  $K = 2$  dB.

#### 5.1.3 Tempo di riverberazione di riferimento

Secondo le norme UNI EN 12354-3 e UNI/TR 11175, il tempo di riverberazione dell'ambiente di riferimento è fissato in  $T_0 = 0.5$  s.

Questa impostazione risente del fatto che le norme nascono per la valutazione dell'isolamento di facciata di ambienti residenziali tipici, per cui un valore di 0.5 s costituisce una buona approssimazione.

Nel caso di ambienti molto grandi, questo valore porta facilmente a degli errori anche elevati nella stima: a grandi volumi corrispondono in generale tempi di riverberazione più elevati.

Per questo motivo, nei calcoli si è adottata la valutazione del tempo di riverberazione di riferimento suggerita dalla norma UNI 11367:2010, relativa alla classificazione acustica degli edifici, con il seguente algoritmo di calcolo:

$V [m^3]$	$T_0 [s]$
$V \leq 100$	0.5
$100 < V < 2500$	$0.05 (V)^{0.5}$
$V \geq 2500$	2.5

Tabella 5-1: Tempo di riverberazione di riferimento in funzione del volume dell'ambiente



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

#### 5.1.4 Indici $D_{2m,nT,w}$

I divisori esterni oggetto di valutazione sono definiti nelle Tavole in allegato.

Nelle Tabelle seguenti si ha la sintesi dei risultati ottenuti: i valori dell'indice di valutazione sotto riportati sono troncati all'unità; in Appendice A si trovano i calcoli completi.

Riassunto indici di valutazione							
Indice isolamento di facciata standardizzato rispetto al tempo di riverberazione $D_{2m,nT,w}$							
PRONTO SOCCORSO							
Partizione	Indice di valutazione (troncato all'unità)	Limite	Elementi				
D01	46	45	M1	AB-S01	AB-S02	AB-S03	-
D01a	46	45	M1	AB-S01	AB-S02	-	-
D01b	49	45	M1	AB-S01	-	-	-

Tabella 5-2: Sintesi valutazione previsionale indice isolamento di facciata Pronto Soccorso

I parametri di isolamento acustico dei serramenti sono stati determinati in modo che la previsione dell'indice di isolamento di facciata fornisca un valore non inferiore a 46 dB, per garantire un margine di sicurezza.

Alla luce dei risultati ottenuti, si può concludere che le facciate, così come definite dal Progettista, utilizzando i serramenti con le caratteristiche di potere fonoisolante indicate e curando in modo attento la fase di posa in opera, possono fornire un indice  $D_{2m,nT,w}$  (isolamento di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione) non inferiore al valore minimo di 45 dB richiesto dal DPCM 05.12.97.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## 5.2 Indice di valutazione dell'isolamento ai rumori aerei $R'_w$

### Limiti di riferimento

Dal punto di vista legislativo, non esistono limiti di riferimento applicabili, in quanto l'intero edificio costituisce una singola unità immobiliare e il DPCM 05.12.1997 stabilisce in modo esplicito che i limiti di riferimento per il parametro  $R_w$  "sono riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari".

Ciononostante, l'isolamento ai rumori aerei rimane un elemento importante per il comfort acustico anche all'interno di un reparto ospedaliero: per questo motivo, nel seguito verranno esaminate le prestazioni acustiche di isolamento ai rumori aerei relative a situazioni specifiche.

### Considerazioni sui livelli di isolamento delle partizioni verticali interne

Dal punto di vista del comfort, nel caso di una struttura ospedaliera, l'effettivo isolamento acustico tra ambienti sullo stesso piano dipende da una molteplicità di fattori:

- indice di potere fonoisolante delle partizione di separazione (in questo caso M11, struttura in cartongesso su orditura metallica, con indice di potere fonoisolante  $R_w = 54$  dB)
- presenza di controsoffitti e contropareti (che tendono a limitare le trasmissioni laterali e quindi a mantenere elevato l'effettivo isolamento acustico ottenibili)
- ponti acustici attraverso gli impianti aerulici (che spesso, a causa del canale di distribuzione centralizzato nel corridoio, sono gli elementi che determinano l'effettivo isolamento acustico tra ambienti sullo stesso piano)
- ponti acustici attraverso le porte (spesso aperte, in particolare nelle degenze, per esigenze di controllo ed assistenza) e il corridoio

Sulla base delle considerazioni precedenti è possibile stabilire che i livelli di isolamento acustico tra ambienti sullo stesso piano dipendono soprattutto dai ponti acustici attraverso i sistemi impiantistici e il corridoio comune.

Le sole pareti di separazione tipo M11 forniscono livelli di isolamento teoricamente molto elevati e quindi costituiscono la scelta migliore per la massimizzazione del comfort acustico, per quanto possibile in funzione dei vincoli al contorno.

### Considerazioni sui livelli di isolamento delle partizioni orizzontali interne

L'intervento riguarda principalmente il solaio a pavimento del piano seminterrato, che non si trova immediatamente a contatto con altri ambienti di vita: l'introduzione del pavimento galleggiante anche in questo caso tende comunque a incrementare il comfort acustico dell'intera struttura.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### 5.3 Indice di livello di rumore di calpestio $L'_{n,w}$

#### 5.3.1 Limiti di riferimento

Sulla base dell'interpretazione autorevole della norma UNI 11367, non esistono partizioni di progetto per cui sia applicabile questo limite di riferimento: l'intervento avverrà all'interno di una singola unità immobiliare.

Tuttavia, la stessa norma indica valori di riferimento diversi da quelli del DPCM 05.12.1997 all'interno di una struttura ospedaliera, il che lascia intendere che occorra comunque perseguire un certo livello di comfort acustico: per questo motivo, è stata adottata la soluzione del pavimento galleggiante anche per il solaio a pavimento P1, nonostante non insista su altri ambienti di vita.

#### 5.3.2 Considerazioni sui livelli di rumore di calpestio del solaio a pavimento

L'intervento riguarda il solo solaio a pavimento del piano seminterrato, che non si trova immediatamente a contatto con altri ambienti di vita.

L'introduzione del pavimento galleggiante ha consentito un notevole miglioramento del livello di rumore di calpestio rispetto allo stato di fatto, con l'ottenimento di un livello teorico  $L_{n,w} = 56$  dB della struttura: si tratta in ogni caso di un miglioramento significativo rispetto alla situazione esistente, in cui non è presente lo strato resiliente.

Si tratta comunque di un livello sicuramente buono, anche in considerazione del fatto che il solaio non si trova al di sopra di ambienti riceventi e la struttura di base è in laterocemento.

Occorre anche considerare che la trasmissione del rumore di calpestio verso i locali soprastanti fornisce in generale livelli ampiamente inferiori negli ambienti riceventi.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

#### **5.4 Rumore degli impianti a funzionamento discontinuo**

Nell'analisi iniziale, si è concluso che il limite relativo al rumore degli impianti a funzionamento discontinuo non è applicabile.

Nel caso specifico, gli unici impianti a funzionamento discontinuo sono costituiti dagli impianti meccanici, con particolare riferimento agli scarichi.

Il Pronto Soccorso si trova nel piano seminterrato e non prevede la presenza di ambienti di vita direttamente interessati dai nuovi scarichi.

Occorre peraltro anche considerare che il sistema di scarico dei nuovi bagni si innesterà direttamente sulle colonne di scarico esistenti: questo significa che non è di fatto possibile controllare o modificare il rumore generato dagli impianti, in quanto esso si origina essenzialmente lungo le colonne di scarico, che non saranno modificate.

Pur non essendo applicabile il limite di rumorosità specifico, avendo come obiettivo il comfort acustico, il rumore degli impianti a funzionamento discontinuo è stato trattato nel paragrafo dedicato con indicazioni operative.

#### **5.5 Rumore degli impianti a funzionamento continuo**

Nell'analisi iniziale, si è concluso che il limite relativo al rumore degli impianti a funzionamento continuo non è applicabile.

Gli unici impianti a funzionamento continuo che possono introdurre un livello di rumore significativo sono costituiti dagli impianti di trattamento aria collegati alle nuove UTA: le tematiche collegate sono trattate nel paragrafo dedicato con indicazioni operative generali e con l'indicazione di accorgimenti costruttivi specifici per il reparto del Pronto Soccorso.





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## **6 PRONTO SOCCORSO - INDICAZIONI PER IL CONTENIMENTO DEL RUMORE DELLE UTA**

Gli impianti deputati al trattamento aria previsti nel contesto del progetto di ristrutturazione del reparto Pronto Soccorso dell'Ospedale di Lodi sono di due tipologie:

- n. 1 unità trattamento aria (UTA), che sarà collocata in uno spazio in ambiente esterno ricavato in una sorta di vasca interrata
- n. 2 unità di trattamento aria per il solo recupero, filtraggio ed espulsione dei volumi d'aria provenienti dalle stanze in cui è previsto l'isolamento dei pazienti, le cui macchine trovano collocazione l'una in un piccolo vano sul confine con il reparto Morgue e l'altra nella medesima "vasca" dell'UTA principale

La vicinanza delle UTA ai locali serviti e, soprattutto la portata dell'UTA principale, potrebbero implicare la generazione di livelli di rumorosità elevati, che devono quindi essere ridotti e/o contenuti con opportuni interventi, al fine di una confortevole fruibilità di tali ambienti (molti dei quali dedicati all'attesa, all'osservazione, alle sale visita o all'isolamento dei pazienti con urgenze).

L'approccio adottato prevede l'identificazione dei principali percorsi di propagazione del rumore, al fine di fornire delle indicazioni operative per il contenimento della trasmissione dei livelli sonori attraverso:

- i condotti alloggiati nei controsoffitti e i controsoffitti stessi
- le bocchette di aerazione (sia di mandata sia di ripresa)
- le partizioni di confine tra locale tecnico e ambienti adiacenti
- eventuali vibrazioni strutturali

Di seguito verranno pertanto riportate delle indicazioni generali per il contenimento del rumore generato dalle UTA: si tratta di indicazioni direttamente collegate alla messa in opera e alle modalità di installazione delle macchine.

Successivamente, verranno invece descritte le specifiche azioni di contenimento del rumore generato dalle UTA verso gli ambienti interni del reparto Pronto Soccorso.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## **6.1 Indicazioni generali**

### **6.1.1 Indicazioni per la minimizzazione dei livelli sonori**

Vi sono alcuni accorgimenti che consentono di minimizzare i livelli sonori generati dalle UTA e dai sistemi collegati: le indicazioni qui riportate sono di natura sia progettuale sia operativa e potranno essere calibrate con più accuratezza in fase di messa in opera.

Per minimizzare i livelli sonori immessi nei controsoffitti e negli ambienti interni occorre:

- scegliere le UTA in modo da minimizzare la rumorosità generata dai ventilatori
- utilizzare sistemi di disgiunzione tra le UTA e i canali, per limitare la trasmissione di vibrazioni sull'impianto e a valle di questo
- inserire silenziatori sia sui canali di mandata sia sui canali di ripresa, il più vicino possibile alle sorgenti di rumore (ventilatori), ma cercando di evitare, per quanto possibile, di lasciare tratti di canale a valle dei silenziatori esposti alla rumorosità dei locali macchina
- nel caso, coibentare i canali in modo da minimizzare il fenomeno di break in, ossia il rumore che dal locale tecnico passa all'interno dei canali stessi
- inserire materiale fonoassorbente all'interno dei locali tecnici, dei cavedi e in generale in tutti i volumi confinati, al fine di ridurre l'amplificazione per riverberazione del rumore ivi generato
- dimensionare i canali in modo da avere velocità dell'aria quanto più basse possibile
- utilizzare canali a sezione quadrata o rettangolare, che attenuano i livelli sonori interni in modo più efficace rispetto ai canali a sezione circolare
- garantire un flusso d'aria il più uniforme possibile, evitando brusche variazioni di direzione
- utilizzare canali dotati di elevata attenuazione del livello di rumore
- fissare i canali ai solai con sistemi antivibranti
- utilizzare plenum silenziati
- utilizzare dispositivi terminali di diffusione a bassa rumorosità



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### **6.1.2 Rumore generato dalle Unità di Trattamento Aria**

L'operazione fondamentale di una UTA è quella di prelevare aria dall'ambiente interno, raffreddarla o riscaldarla (eventualmente miscelandola con aria esterna) e re-immeterla nell'ambiente interno dopo il trattamento.

Le operazioni di estrazione e di immissione dell'aria negli ambienti interni sono controllate dai ventilatori delle macchine, quello di mandata per l'immissione e quello di ripresa per l'estrazione.

I ventilatori sono tipiche sorgenti sonore, la cui potenza dipende da vari parametri, tra cui la velocità dell'aria, il numero di pale, la potenza elettrica del sistema, il tipo di ventilatore, la velocità di rotazione, ...

Il rumore generato dai ventilatori viene immesso nelle canalizzazioni e trasmesso agli ambienti interni.

La propagazione e la generazione del rumore all'interno delle canalizzazioni è un fenomeno complesso, che dipende in prima approssimazione:

- dalla presenza di silenziatori
- dalla velocità dell'aria
- dalle variazioni di sezione dei canali
- dalle variazioni di direzione
- dalle suddivisioni delle portate
- dai sistemi di controllo interni ai canali (serrande tagliafuoco, alette deflettrici, ...)
- dagli effetti di riflessione prima dell'immissione nell'ambiente

Appare immediatamente chiaro che la soluzione più efficace per il contenimento dei livelli sonori è l'identificazione di UTA con livelli di emissione sonora il più contenuti possibili: questo significa in particolare utilizzare ventilatori con livelli di rumorosità moderata.

Questo approccio potrebbe essere perseguito con la scelta e la definizione in fase di acquisto di macchine già dotate di silenziatore inglobato (compatibilmente con gli spazi disponibili) o intrinsecamente più efficienti, quindi meno rumorose.

Una scelta di questo tipo permetterebbe di ridurre al massimo le emissioni sonore dalle bocche di mandata e ripresa e, di conseguenza, di ridurre sia i livelli sonori all'interno dei locali tecnici sia i livelli sonori trasmessi nei canali.

In generale, se non è possibile prevedere macchine con silenziatori interni, risulta necessario prevedere la presenza di silenziatori esterni.

## 6.2 Indicazioni specifiche per le macchine e le canalizzazioni

### 6.2.1 Isolamento della struttura di supporto dalle vibrazioni

Le Unità di Trattamento Aria, oltre a generare rumore direttamente, sono anche all'origine di livelli di vibrazione potenzialmente molto elevati, che possono essere facilmente trasmessi alle strutture e all'intero edificio.

Per questo motivo, le UTA dovranno essere adeguatamente ammortizzate (ad esempio mediante l'utilizzo di giunti antivibranti sui fissaggi dei ventilatori).

Inoltre, le macchine dovranno essere adeguatamente ammortizzate nei confronti della struttura di supporto.

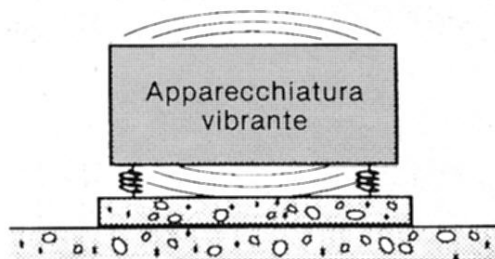


Figura 6-1: Schematizzazione sistema antivibrante

Tutti i sistemi antivibranti devono essere progettati e dimensionati per ridurre al minimo le vibrazioni trasmesse al solaio di appoggio dalla specifica macchina che sarà utilizzata, sulla base della massa e della frequenza naturale di funzionamento.

Esistono fornitori di specifici supporti antivibranti in grado di progettare tali supporti per ridurre al minimo la frequenza di taglio, che generalmente, come dato di progetto, viene fissata come minore di 10 Hz (anche se valori fino a 20 Hz sono in generale accettabili): questa situazione di fatto impedisce la trasmissione delle componenti vibrazionali che possono essere all'origine di rumore strutturale.

Sempre in generale, non è detto che i sistemi antivibranti direttamente forniti con le macchine e le apparecchiature siano in grado di garantire prestazioni sufficienti in relazione al controllo delle vibrazioni.

### 6.2.2 Isolamento delle canalizzazioni e dei sistemi collegati dalle vibrazioni

Le vibrazioni generate dalle UTA possono propagarsi anche attraverso le tubazioni e le canalizzazioni di collegamento: se tali elementi sono fissati in modo rigido alla macchina, le vibrazioni generate durante il funzionamento si trasmettono a tali elementi e quindi all'intero edificio.

In generale occorre quindi isolare le tubazioni e le canalizzazioni di collegamento dal corpo macchina, interponendo specifici elementi di disaccoppiamento.

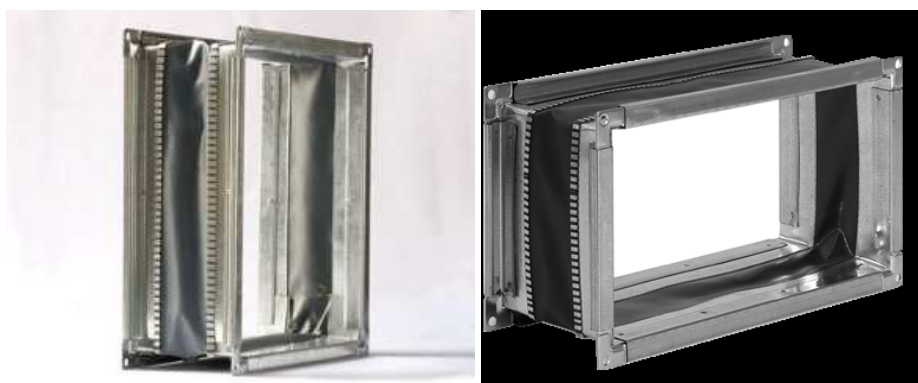


Figura 6-2: Tipologie di elementi disaccoppianti

### 6.2.3 Canali

I canali previsti nel caso in esame sono in alluminio preisolati, realizzati con pannelli sandwich eco-compatibili con trattamento antimicrobico con le seguenti caratteristiche:

- Spessore pannello: 20.5 mm
- Alluminio esterno: gofrato, spessore 0.08 mm, protetto con laccatura poliesteri
- Alluminio interno: liscio, spessore 0.08 mm, con trattamento antimicrobico

Anche se non sono disponibili dei dati specifici, in generale le informazioni disponibili vanno nella direzione di un miglioramento delle prestazioni acustiche rispetto ai canali tradizionali in acciaio.

#### 6.2.4 Fissaggio e montaggio dei canali

Le canalizzazioni di distribuzione e ripresa dell'aria dovranno essere fissate mediante staffe d'ancoraggio elastiche, in modo tale da non propagare alle strutture eventuali vibrazioni o rumorosità dovute all'aria in transito o generate nel sistema.



Figura 6-3: Tipologie di staffe di ancoraggio antivibranti

Le guarnizioni di tenuta dovranno essere posate in modo da realizzare una sigillatura completa in corrispondenza delle giunzioni flangiate.

Le aperture di accesso dovranno essere costruite con accessori tali da non limitare le prestazioni dell'impianto in merito all'isolamento acustico.

### 6.2.5 Coibentazione dei canali (crossover, break in e break out)

I normali canali di aspirazione e mandata, in particolare all'interno dei cavedi tecnici, sono soggetti a tre tipologie di fenomeni collegati alla propagazione del rumore:

- il fenomeno di crossover, in cui il rumore generato dai ventilatori di aspirazione o mandata viene trasmesso attraverso il canale, da cui, a causa di un isolamento insufficiente, passa in un canale adiacente ed entra in un diverso ambiente
- il fenomeno di break in, in cui il rumore generato all'interno del cavedio o del locale tecnico (da tutti gli impianti e le attrezzature presenti) entra nei canali a causa dell'isolamento insufficiente, e si propaga all'interno dei diversi ambienti
- il fenomeno di break out, in cui il rumore generato e trasportato all'interno di un singolo canale si propaga all'esterno del canale all'interno del locale tecnico e si trasmette agli ambienti adiacenti

Quando non è possibile controllare il rumore alla sorgente, occorre predisporre un adeguato isolamento acustico dei canali stessi, ad esempio con un rivestimento isolante, in modo che il rumore venga attenuato nel passaggio da dentro a fuori o da fuori a dentro più di quanto avviene con i canali nudi standard.

Nel caso specifico, la fasciatura della canalizzazioni è stata prevista come segue:

- pannello arrotolato in lana di vetro di spessore minimo di 25 mm, da avvolgere attorno ai canali da coibentare
- ulteriore rivestimento fonoisolante (foglio appesantito): serve per introdurre un elemento massivo e completare il sistema massa-molla-massa in grado di aumentare il potere fonoisolante del canale

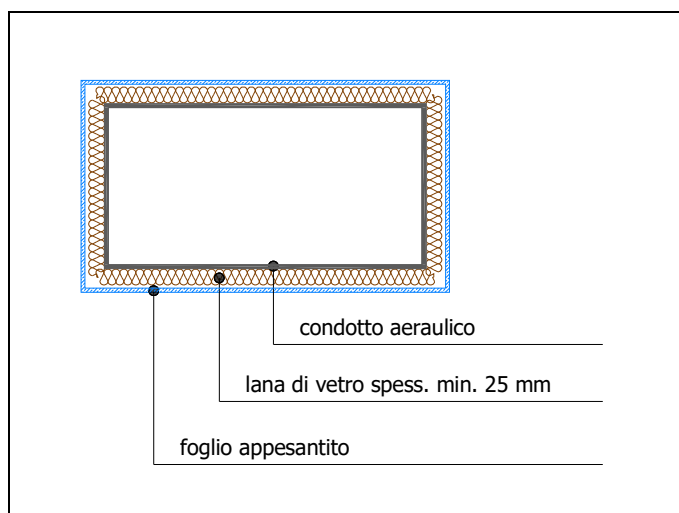


Figura 6-4: Fasciatura delle canalizzazioni



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

### 6.2.6 Passaggio canalizzazioni tra locali tecnici e ambienti adiacenti

I locali tecnici principali costituiscono dei volumi indipendenti, da cui le canalizzazioni e le tubazioni devono uscire per entrare negli ambienti serviti e raggiungere la loro destinazione.

In considerazione del fatto che i locali tecnici sono ambienti rumorosi, il passaggio di tali elementi nel controsoffitto può costituire una criticità acustica: sono necessari accorgimenti specifici per ridurre la trasmissione di rumore al minimo indispensabile.

L'approccio acusticamente corretto prevede una serie di operazioni ben definite, leggermente diverse nel caso di passaggio attraverso strutture in muratura o attraverso strutture leggere in cartongesso o gessofibra:

- realizzazione di forature di passaggio singole di dimensioni appena più grandi delle dimensioni dei canali e delle tubazioni
- protezione dei canali e dei tubi, limitatamente alla zona di passaggio, mediante guaina resiliente (per evitare la trasmissione di vibrazioni alla struttura)
- inserimento dei canali e dei tubi completi di guaina resiliente nei fori
- nel caso di strutture in muratura, completa chiusura dei fori di passaggio attorno alla guaina antivibrante, ad esempio mediante malta o altro materiale idoneo, facendo attenzione a non creare punti di contatto rigidi tra muratura e canali

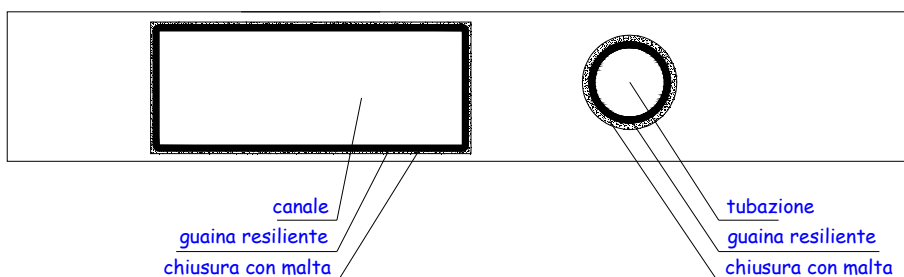


Figura 6-5: Passaggio dei canali e delle tubazioni attraverso elementi in muratura

- nel caso di strutture in cartongesso, completa chiusura dei fori di passaggio attorno alla guaina antivibrante mediante stuccatura con gesso a riempimento, facendo attenzione a non creare punti di contatto rigidi tra pareti leggere e canali

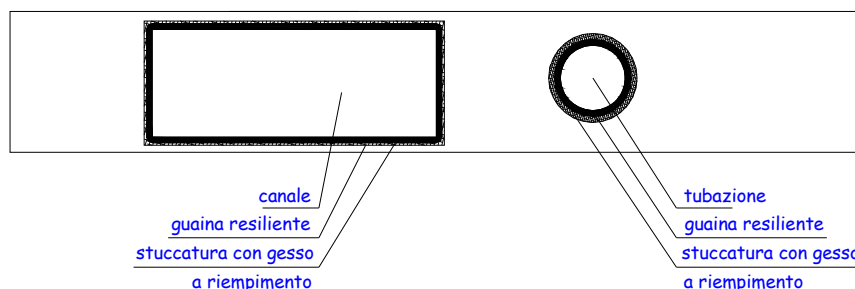


Figura 6-6: Passaggio dei canali e delle tubazioni attraverso elementi in cartongesso

### 6.2.7 Passaggio tubazioni e canalizzazioni fra i piani

Nel caso del passaggio di tubazioni e di canalizzazioni tra piani sovrapposti, se il passaggio non avviene all'interno di un cavedio dedicato, completamente isolato dagli ambienti circostanti, occorre prestare particolare attenzione: infatti, se il foro di passaggio è a misura e si crea un contatto rigido tra tubazione e soletta, si dà origine anche a un ponte acustico di tipo strutturale. In generale, occorre sempre interporre una guaina elastica tra tubazione e soletta.

La soluzione corretta è la completa chiusura dei fori di passaggio attorno alla guaina antivibrante, ad esempio mediante malta o altro materiale idoneo.

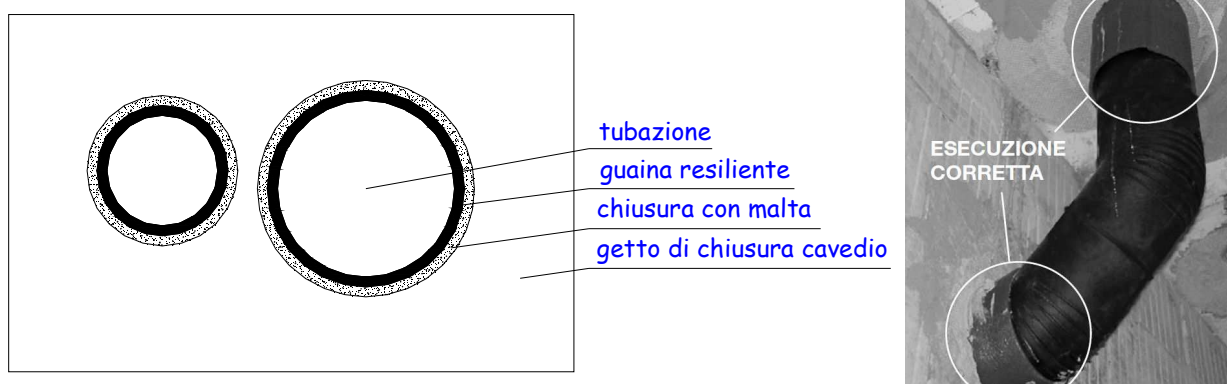


Figura 6-7: Passaggio dei canali e delle tubazioni attraverso piani sovrapposti

### 6.2.8 Passaggi delle canalizzazioni tra ambienti contigui

Il fatto che le pareti di separazione tra i diversi ambienti proseguano fino al solaio soprastante (per massimizzare le prestazioni di isolamento acustico) rende necessaria l'adozione di accorgimenti specifici per il passaggio dei canali tra due zone separate dalle pareti in cartongesso: questa situazione è vera in particolare per il passaggio dei canali dalla linea di distribuzione principale al di sopra dei corridoi verso i singoli uffici.

Una situazione analoga si ha nel passaggio dei canali attraverso le parti interne residuali in muratura.

L'approccio acusticamente corretto prevede una serie di operazioni ben definite:

- realizzazione della foratura di passaggio di dimensioni appena più grandi delle dimensioni del canale
- protezione del canale, limitatamente alla zona di passaggio mediante guaina resiliente (per evitare la trasmissione di vibrazioni)
- inserimento del canale completo di guaina resiliente nel foro
- nel caso delle pareti in cartongesso, completa chiusura dei fori di passaggio attorno alla guaina antivibrante mediante stuccatura con gesso a riempimento, facendo attenzione a non creare punti di contatto rigidi tra pareti leggere e canali
- nel caso di pareti in muratura, completa chiusura dei fori di passaggio attorno alla guaina antivibrante, ad esempio mediante malta o altro materiale idoneo, facendo attenzione a non creare punti di contatto rigidi tra muratura e canali

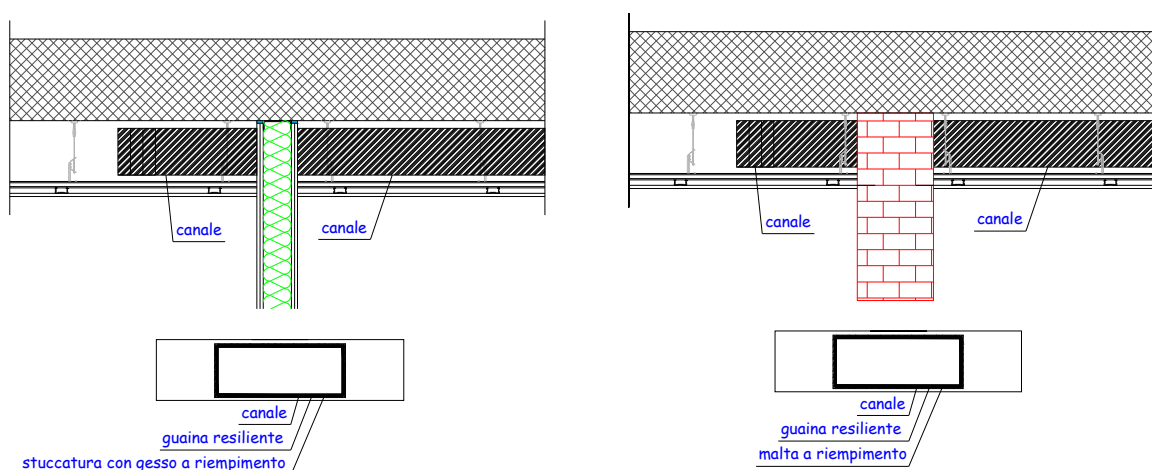


Figura 6-8: Passaggio dei canali tra pareti divisorie in cartongesso e in muratura

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

### 6.2.9 Limitazione della trasmissione delle vibrazioni verso i locali adiacenti

Uno dei problemi principali per l'isolamento acustico dei locali tecnici è la trasmissione del rumore strutturale generato dagli impianti e dalle tubazioni quando queste vengono fissate rigidamente alle strutture di contenimento: le vibrazioni trasmesse alle strutture murarie si propagano in modo imprevedibile agli ambienti di vita adiacenti.

Per questo motivo, tutti i sistemi ausiliari che possono generare vibrazioni e/o sono collegati direttamente alle macchine (tubazioni, canalizzazioni, ...) NON DEVONO essere fissati in modo rigido alle strutture di contenimento.

In questo caso, infatti, le vibrazioni verrebbero trasmesse alla struttura, che finirebbe per immetterle come rumore nell'ambiente ricevente: la parete diventerebbe un vero e proprio amplificatore.

#### DA EVITARE



Figura 6-9: Errori da evitare nel fissaggio dei canali e delle tubazioni



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### **6.3 Trattamenti specifici Reparto Pronto soccorso**

#### **6.3.1 Macchine**

Devono essere rispettate tutte le indicazioni riportate nel paragrafo precedente, dedicato alle "Indicazioni specifiche per le macchine e le canalizzazioni" (adozione di sistemi antivibranti opportunamente dimensionati, interposizione di elementi di disaccoppiamento tra corpo macchina canalizzazioni).

#### **6.3.2 Silenziatori**

Tutte le canalizzazioni di distribuzione dell'aria, sia in uscita sia in entrata dalle sottocentrali tecniche dove sono posizionate le UTA, sono dotate di silenziatori per attenuare i rumori trasmessi dai macchinari di centrale.

I silenziatori sono previsti - per quanto possibile - in prossimità delle macchine, tenendo però presente la necessità di evitare che il rumore del locale tecnico non li possa bypassare, entrando nel tratto di canale a valle del silenziatore stesso.

#### **6.3.3 Canalizzazioni**

Devono essere rispettate tutte le indicazioni riportate nel paragrafo precedente, dedicato alle "Indicazioni specifiche per le macchine e le canalizzazioni" (adozione di sistemi di fissaggio elastico alle strutture, indicazioni per il passaggio dei canali tra locali tecnici e ambienti adiacenti, tra piani diversi e tra ambienti contigui).

#### **6.3.4 Coibentazione canali**

I tratti di canale compresi tra le macchine e i silenziatori devono essere coibentati, come descritto al paragrafo precedente "Indicazioni specifiche per le macchine e le canalizzazioni", per evitare che agiscano come sorgenti sonore importanti all'interno e all'esterno dei locali tecnici e per evitare i fenomeni di break in e break out.

#### **6.3.5 Controsoffitto in cartongesso e lana minerale in intercapedine**

Ovunque sia previsto un controsoffitto in cartongesso, al suo interno deve essere inserito un materassino di lana di lana di roccia di spessore minimo 5 cm e densità 50 kg/m<sup>3</sup>.

Questo intervento ha l'obiettivo di ridurre significativamente il campo riverberato all'interno del controsoffitto, riducendo di conseguenza la rumorosità presente nell'intercapedine, che può propagarsi verso gli ambienti sottostanti e adiacenti.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**6.3.6 Pareti di separazione tra locale tecnico e ambienti di vita adiacenti sullo stesso piano**

Il vano tecnico ospitante l'UTA principale e uno dei recuperatori dedicato all'aspirazione degli ambienti isolati non è contiguo al reparto e si trova in ambiente esterno, pertanto non sono necessari accorgimenti finalizzati al potenziamento dell'isolamento acustico delle pareti separazione tra questo e ambienti di vita del reparto in oggetto.

Per quanto riguarda l'altro recuperatore, dedicato agli ambienti isolati, esso è collocato in un piccolo vano che confina con ambienti di servizio del Pronto Soccorso e della Morgue, ad esclusione di un lato che condivide la partizione con l'area OBI (Osservazione Breve Intensiva).

Si tratta di una macchina le cui dimensioni sono relativamente contenute (sia in termini geometrici sia in termini di portata d'aria), ma che merita comunque attenzione in funzione della presenza dell'area OBI adiacente.

Per questo motivo, è stata definita una struttura di separazione, identificata come M12, che sarà utilizzata su tutta la zona di confine tra il Pronto Soccorso e l'area Morgue e in particolare tra il locale tecnico e l'area OBI.

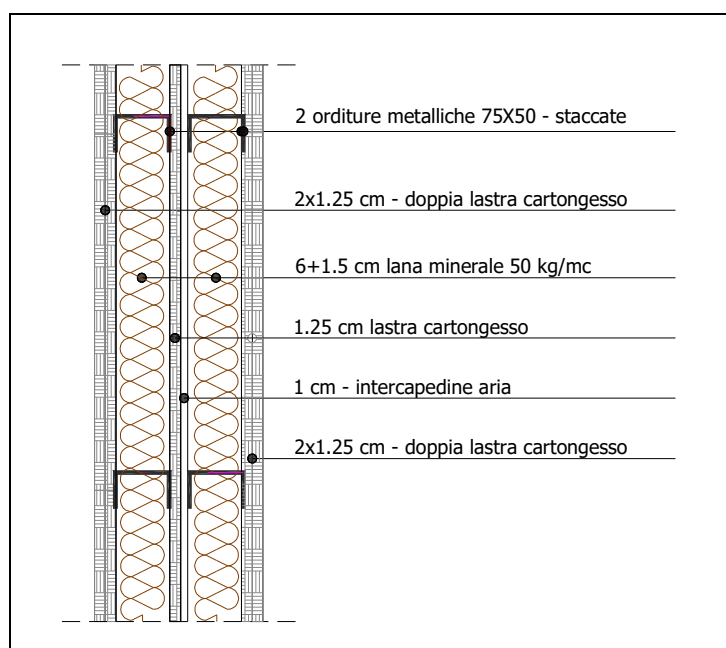


Figura 6-10: Stratigrafia partizione M12

**6.3.7 Solaio di separazione tra locale tecnico UTA e ambienti al piano inferiore e superiore**

Non sono presenti locali né al piano inferiore né al piano superiore.

**6.3.8 Trattamento fonoassorbente del locale tecnico**

L'UTA si trova in ambiente esterno, in una "vasca" aperta dedicata.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## **7 RUMORE GENERATO DAGLI IMPIANTI IDRAULICI**

Non esistono metodi di calcolo efficaci e affidabili per la previsione del rumore degli impianti idraulici; soprattutto non esistono dati significativi da utilizzare per l'applicazione dei modelli previsionali estremamente complessi che sono stati definiti: l'effettiva rumorosità può essere determinata solo in fase di collaudo.

In questa fase, si possono comunque fornire alcune indicazioni elementari relative alla scelta e alla messa in opera degli impianti, che consentano di contenere e limitare il rumore generato.



## 7.1 Rumore nei cavedi

### 7.1.1 Cavedi principali

Da un punto di vista acustico, i cavedi sono in generale la soluzione migliore per il passaggio delle tubazioni e delle canalizzazioni: senza indebolire l'isolamento garantito dalle strutture circostanti, sono in grado di contenere a livelli accettabili il rumore generato internamente.

Vi sono però alcuni accorgimenti da seguire nella loro realizzazione, per evitare problemi intrinseci che potrebbero pregiudicare il corretto risultato in opera.

La caratteristica fondamentale dei cavedi è di essere ambienti di volume contenuto, con pareti in generale altamente riflettenti, che tendono ad amplificare il rumore generato dagli impianti che scorrono al loro interno.

Per questo motivo, è importante che le tubazioni e le canalizzazioni che scorrono all'interno dei cavedi siano silenziate e/o adeguatamente coibentate, in modo da ridurre la generazione di rumore all'origine.

Inoltre, le tubazioni e le canalizzazioni devono essere fissate con opportuni collari antivibranti, per ridurre la trasmissione di rumore strutturale alle pareti del cavedio.

All'interno di un vano tecnico senza particolari trattamenti alle pareti interne, si deve ipotizzare un aumento del livello sonoro fino a un massimo di 10 dBA, a causa delle riflessioni del suono generato internamente.

Per evitare questo inconveniente, occorre trattare le pareti interne con del materiale assorbente, in modo da limitare il numero di riflessioni: un trattamento su due pareti consente di limitare l'incremento del rumore generato a circa 5 dBA, mentre un trattamento completo delle 4 pareti interne, di fatto, elimina il fenomeno dell'amplificazione sonora.

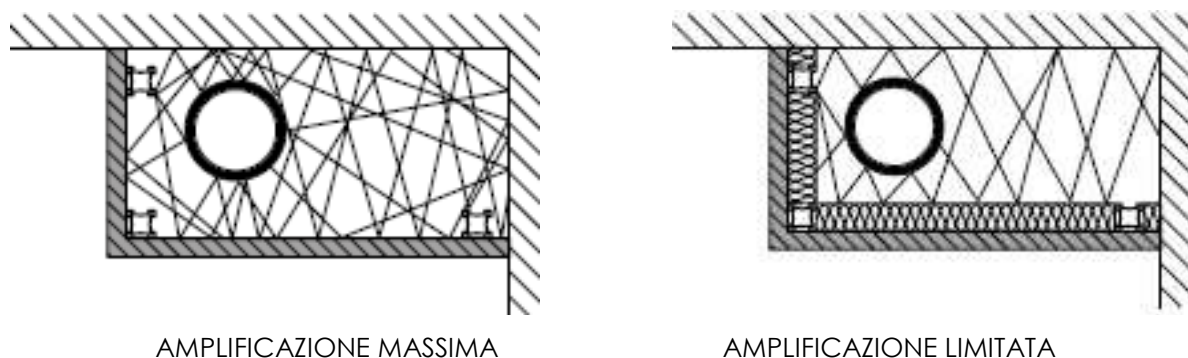


Figura 7-1: Riduzione del rumore riflesso con il trattamento fonoassorbente dei cavedi

## 7.2 Centrali tecnologiche e impianti idrosanitari

### 7.2.1 Sistemi antivibranti

Come già descritto nel caso delle Unità di Trattamento Aria, anche tutti i sistemi che possono generare vibrazioni (quali ad esempio i gruppi di pompaggio), oltre a generare rumore direttamente, sono all'origine di livelli di vibrazione potenzialmente molto elevati, che possono essere facilmente trasmessi alle strutture e all'intero edificio e devono quindi essere adeguatamente ammortizzati.

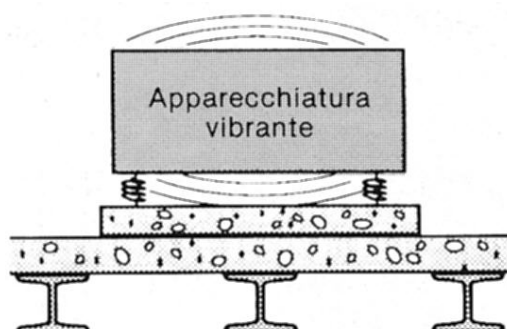


Figura 7-2: Schematizzazione sistema antivibrante

Tutti i sistemi antivibranti dovranno essere opportunamente progettati e dimensionati per ridurre al minimo le vibrazioni trasmesse al solaio di appoggio, utilizzando specifici materiali antivibranti e progettandone le prestazioni in base alle masse delle macchine, alle frequenze proprie di vibrazione e alle condizioni di installazione.

In generale, esistono fornitori di specifici supporti antivibranti in grado di progettare tali supporti per ridurre al minimo la frequenza di taglio, che generalmente, come dato di progetto, viene fissata come minore di 20 Hz: questa situazione di fatto impedisce la trasmissione delle componenti vibrazionali che possono essere all'origine di rumore strutturale.

Sempre in generale, non è detto che i tradizionali sistemi antivibranti forniti con le macchine e le apparecchiature siano in grado di garantire prestazioni sufficienti in relazione al controllo delle vibrazioni.

### 7.3 Rumore generato dal movimento dell'acqua

#### 7.3.1 Gruppi di pompaggio

I gruppi di pompaggio e i sistemi collegati dovranno essere adeguatamente ammortizzati, per evitare la trasmissione delle vibrazioni generate alla struttura dell'edificio.

In particolare, dovranno essere installati su specifici supporti antivibranti e le tubazioni collegate dovranno essere disaccoppiate dagli elementi vibranti e dalle strutture di sostegno.

#### 7.3.2 Sistema di distribuzione riscaldamento e linee idrosanitarie

Le dorsali di circolazione degli impianti di riscaldamento e degli impianti idrosanitari dovranno essere tutte opportunamente isolate.

A patto di mantenere basse velocità del fluido, le tubazioni per la distribuzione dell'acqua non costituiscono sorgenti di rumore significative.

Dal punto di vista acustico vi sono alcuni aspetti fondamentali:

- il passaggio attraverso i cavedi è sempre la soluzione migliore
- tutte le tubazioni di distribuzione devono evitare contatti rigidi con le strutture murarie, per limitare la generazione di rumore di tipo strutturale collegato alle vibrazioni provocate dal fluido in movimento nelle tubazioni



Figura 7-3: Fissaggio tubazioni con sistemi antivibranti



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

#### **7.4 Rumore generato internamente alle tubazioni**

Le vibrazioni prodotte dall'acqua all'interno delle tubazioni, che nella rubinetteria sono causa del cosiddetto rumore di cavitazione, sono generate in corrispondenza di restrizioni che provocano velocità di scorrimento elevate, accompagnate da pressioni molto basse: il tipico rumore da cavitazione è contraddistinto da componenti in alta frequenza (sibili) e può, in certi casi, essere piuttosto intenso.

Poiché il rumore generato è direttamente proporzionale al salto di pressione, è opportuno installare a monte dell'impianto un riduttore di pressione che permetta una maggiore apertura delle valvole.

La pressione ottimale non dovrebbe superare gli  $0.2\div 0.3$  MPa, mentre la velocità di scorrimento dell'acqua nelle tubature non dovrebbe andare oltre  $1.5\div 2$  m/s nelle tubazioni principali, oltre  $0.5\div 1.5$  m/s nelle tubazioni secondarie, oltre  $0.2\div 0.7$  m/s nelle derivazioni: queste indicazioni sono rispettate dalle indicazioni progettuali riportate anche al paragrafo precedente relativo alla descrizione degli impianti idrosanitari.

Un sistema efficace e al tempo stesso economico per la riduzione del rumore di cavitazione è l'adozione di elementi rompi-getto sui rubinetti, per provocare una riduzione della pressione dell'acqua all'uscita.

Un altro rischio di disturbo è dato dal cosiddetto "colpo di ariete", fenomeno causato dalla brusca interruzione del flusso d'acqua all'interno del tubo (tipico esempio è il colpo che si avverte quanto si chiude improvvisamente il rubinetto): un tipico sistema per l'eliminazione del problema consiste nell'installazione di barilotti anticolpo di ariete alla sommità delle colonne idriche di acqua fredda e calda.

### 7.4.1 Impianto di scarico

Negli impianti di scarico, la generazione del rumore avviene in più punti e vi sono diversi tipi di rumore associati a punti diversi dell'impianto.

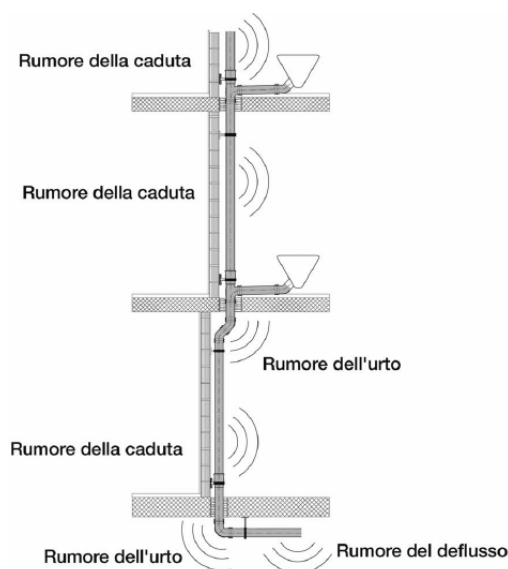


Figura 7-4: Rumore generato dalla caduta dell'acqua

- rumore causato dalla caduta dell'acqua  
cos'è: rumore causato dall'acqua che cade verso il basso all'interno di un tubo  
soluzione: utilizzo di tubazioni silenziate, fissate alla struttura con collari antivibranti o desolidarizzate con guaine resilienti
- rumore da urto  
cos'è: rumore causato dall'impatto dell'acqua in corrispondenza dei cambiamenti di direzione dell'impianto  
soluzione: introduzione di variazioni di pendenza in corrispondenza dei cambi di direzione delle tubazioni (nel caso di un raccordo a 90° il rumore generato è massimo; nel caso di un doppio raccordo a 45° con uno spostamento controllato della colonna pari ad almeno due diametri si ha una riduzione di rumorosità compresa tra il 35% e il 50%)
- rumore del deflusso  
cos'è: rumore causato dallo scorrimento dell'acqua nella tubazione orizzontale in corrispondenza di cambiamenti di direzione della condotta  
soluzione: utilizzo di tubazioni silenziate, fissate alla struttura con collari antivibranti o desolidarizzate con guaine resilienti; in casi specifici si ha la necessità di prevedere un ulteriore strato con guaina isolante anche sulle tubazioni già silenziate



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### 7.4.2 Tubazioni

In generale le tubazioni di scarico dovranno essere adeguatamente coibentate: la soluzione più semplice è costituita dall'adozione delle cosiddette "tubazioni silenziate" in polietilene ad alta densità.

Esistono in commercio molte tipologie di tubazioni con sistemi di fonoisolamento e di smorzamento delle vibrazioni strutturali, che in generale risolvono efficacemente il problema.

Occorre tuttavia sempre ricordare che le tubazioni silenziate riducono il rumore generato dallo scarico, ma non lo eliminano: dove necessario occorre comunque prevedere degli opportuni accorgimenti per limitare ulteriormente la propagazione di rumore.

L'inserimento dei tubi all'interno delle partizioni non deve creare percorsi preferenziali di propagazione del rumore, a causa dell'indebolimento strutturale delle pareti.

Le tubazioni devono essere fissate, sempre con collare o guaina antivibrante, su elementi strutturali con un peso specifico elevato: maggiore è la densità della parete di fissaggio, minore sarà la trasmissione di oscillazioni sonore dal fissaggio della tubazione al locale adiacente.

È sempre preferibile posizionare le tubazioni in corrispondenza di spigoli: un posizionamento al centro di una parete tende a massimizzare la generazione di oscillazioni nella struttura.

I tasselli di fissaggio a muro di tubazioni o di eventuali altri impianti dovranno essere i più corti possibile e disaccoppiati rispetto alla vite di fissaggio: in generale i fissaggi devono essere realizzati mediante collari antivibranti.

Le tubazioni, per quanto possibile, devono essere contenute in colonne esterne di laterizio pieno o in calcestruzzo (cavedi) o di strutture autoportanti in cartongesso, per non compromettere le prestazioni delle partizioni verticali.



### 7.4.3 Contatti rigidi tra tubazioni e tra tubazioni e muratura

Si tratta di una situazione molto comune, legata alla fase di messa in opera, all'origine di molti dei problemi di rumore da impianti.

Quando vi sono più tubazioni affiancate e non correttamente distanziate, le vibrazioni generate dal sistema creano percorsi preferenziali di propagazione del rumore per via strutturale.

Quando le tubazioni, per quanto silenziate (ed eventualmente fissate con collari antivibranti in altri punti), creano un contatto rigido con la muratura, si ha automaticamente trasmissione di rumore per via strutturale.



*Figura 7-5: Rumore generato dai contatti rigidi tra tubazioni e muratura - DA EVITARE*



#### 7.4.4 Raccordi e curve

La deviazione di una colonna di scarico comporta automaticamente degli innalzamenti dei livelli sonori generati dalla tubazione.

Indicativamente si può stabilire che:

- deviazione di colonna  
aumento del livello sonoro compreso tra 5 e 8 dBA
- braghe miscelatrici  
aumento del livello sonoro compreso tra 3 e 7 dBA
- altre tipologie (raccordi non standard, curve)  
aumento del livello sonoro non quantificabile (10 dBA come riferimento)

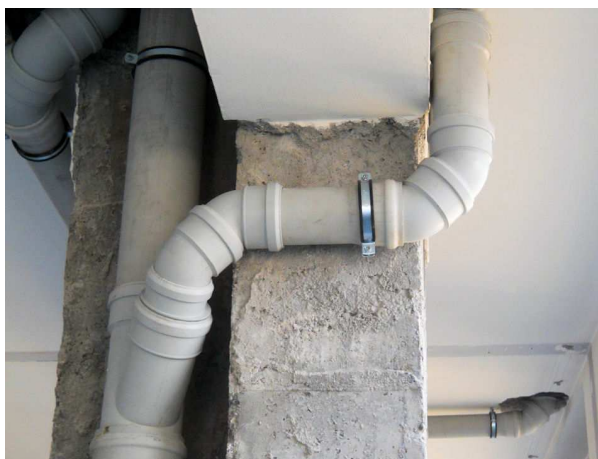


Figura 7-6: Rumore generato da raccordi e curve delle tubazioni delle colonne di scarico - DA EVITARE

In generale occorre minimizzare la presenza di raccordi e di curve ed evitare curve a 90 gradi.

Per evitare l'innalzamento dei livelli sonori in corrispondenza delle curve, è buona norma coibentare la tubazione nei punti critici, ad esempio mediante l'utilizzo di guaine fonoimpedenti.

#### 7.4.5 Passaggio tubazioni di scarico tra piani sovrapposti

Il passaggio delle tubazioni tra i piani può avvenire con apposito collare antivibrante, in grado di eliminare ogni possibile contatto rigido tra i tubi e il solaio stesso, in genere all'origine di rumore strutturale che si propaga in tutto l'edificio.

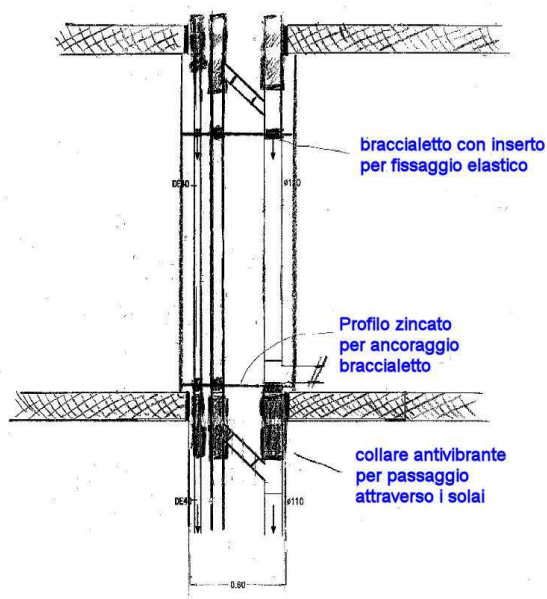


Figura 7-7: Passaggio delle tubazioni tra piani sovrapposti

In alternativa, è possibile fasciare le tubazioni con guaine resilienti, per limitare al massimo la trasmissione delle vibrazioni al solaio.

In entrambi i casi, occorre evitare la creazione di ponti acustici tra piani sovrapposti, dovuti alla presenza di intercapedini d'aria in corrispondenza dei passaggi interpiano.

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

### 7.4.6 Bagni

I bagni impongono sicuramente delle attenzioni particolari per evitare la trasmissione di rumore indesiderato.

In ogni caso, la soluzione migliore dal punto di vista acustico è l'inserimento delle tubazioni, opportunamente coibentate, in cavedi dedicati.

Tutte le tubazioni devono essere isolate dalla struttura dell'edificio, ad esempio utilizzando attacchi dei rubinetti con isolamento integrato, braccialetti di fissaggio con inserto isolante, guaine isolate per attraversamenti della parete o del solaio.

Nel caso in cui sia necessario adottare cassette di scarico da annegare nella muratura, occorre assolutamente utilizzare elementi silenziati e di nuovo evitare ogni possibile contatto rigido tra le cassette e la muratura, ad esempio fasciando tutta la cassetta con una guaina resiliente.

Una nota particolare, infine, merita il fissaggio dei sanitari.

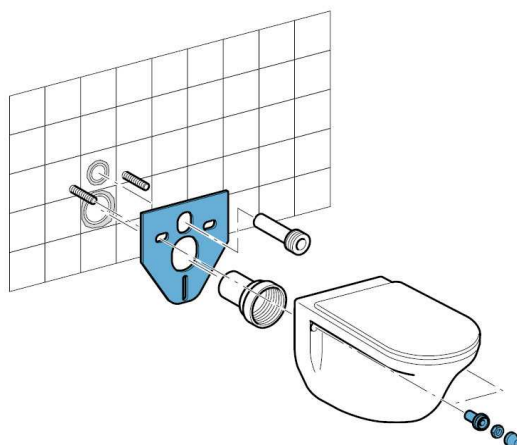


Figura 7-8: Fissaggio dei sanitari mediante interposizione di strato resiliente

Un fissaggio rigido a parete aumenta la trasmissione del rumore per vibrazione (getto del rubinetto o della doccia, minzione, chiusura sedile WC, ...); in generale, la soluzione migliore dal punto di vista acustico consiste nell'interposizione tra i sanitari e il muro di fissaggio di un apposito strato resiliente, che impedisca la propagazione del rumore da impatto.

#### 7.4.7 Sistema di fissaggio dei sanitari

All'interno dei bagni è previsto l'utilizzo delle pareti o delle contropareti in cartongesso per l'alloggiamento degli impianti, in particolare delle tubazioni e delle cassette di scarico.

Esistono in commercio unità, costituite da elementi di montaggio zincato con punti di fissaggio e supporti a pavimento regolabili in altezza ed orientabili.

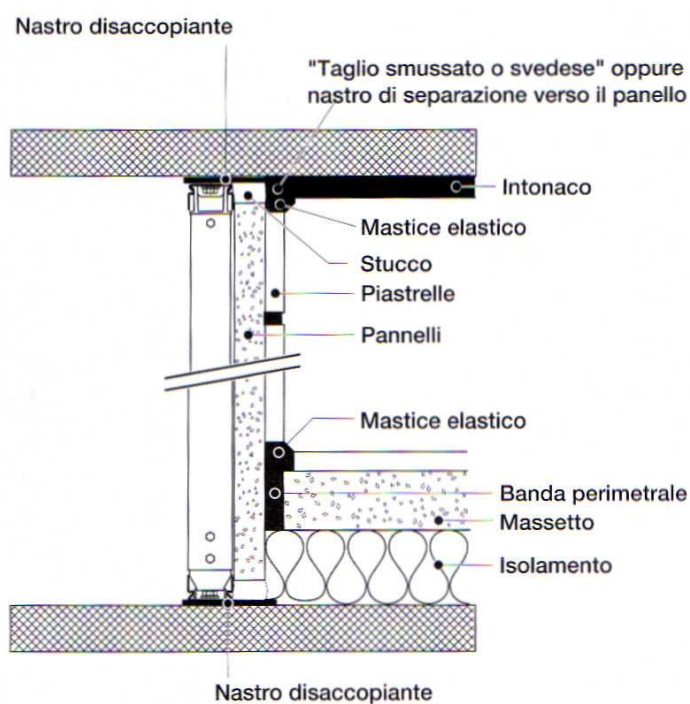


Figura 7-9: Schema del sistema di fissaggio dei sanitari

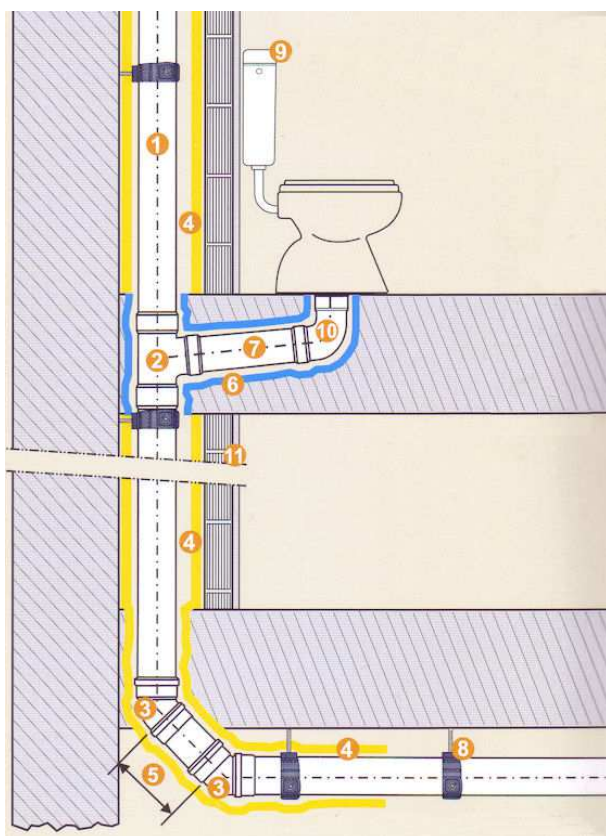
Questi sistemi consentono in generale delle buone prestazioni di isolamento acustico, a patto di seguire alcune indicazioni specifiche:

- l'installazione deve avvenire mediante la posa degli appositi binari, avendo cura di disaccoppiare il sistema dalla struttura mediante nastro antivibrante
- il nastro contribuisce anche ad eliminare possibili fessure e a ridurre la trasmissione del rumore
- tutti i fori devono essere sigillati con mastice elastico
- i giunti delle piastrelle posate sui pannelli in cartongesso devono essere eseguiti mediante mastice elastico
- tra pannelli in cartongesso e pavimento occorre applicare una banda isolante per pavimenti
- il vano tecnico all'interno deve essere foderato con lana minerale o altro materiale fonoassorbente

### 7.4.8 Cassetta risciacquo e scarichi WC

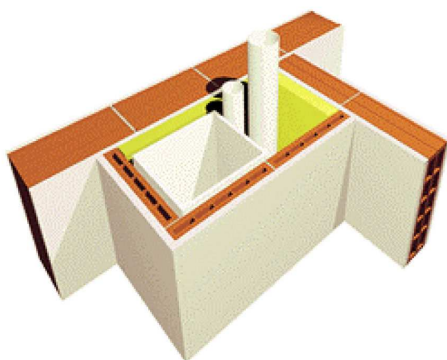
La principale fonte di rumore in un bagno (nonché esempio specifico di sistema di scarico) è l'azionamento dello scarico della cassetta del WC: questa operazione, infatti, sposta in un brevissimo lasso di tempo una grande quantità d'acqua, con conseguente importante generazione di rumore aereo e strutturale.

Di seguito si riportano alcune indicazioni per la realizzazione di un sistema di scarico per quanto possibile silenzioso.



schema di un impianto di scarico

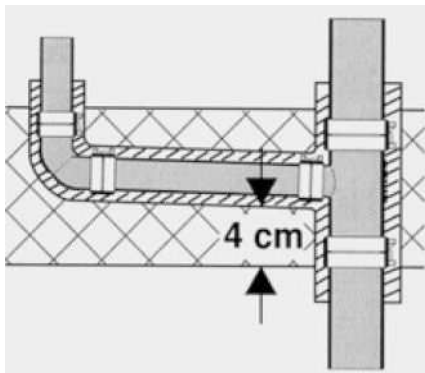
1. utilizzo di tubi di scarico insonorizzati e inserimento in cavedi



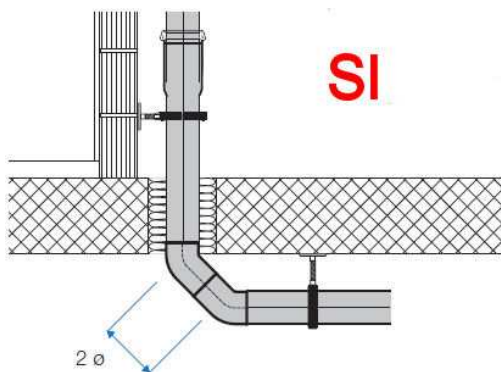


AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

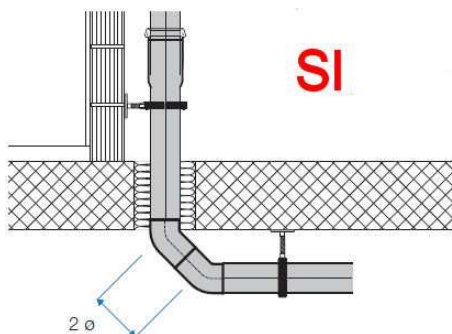
2. inserimento di una braga di collegamento inclinata



3. inserimento di raccordi a 45° per la giunzione tra il tubo di scarico del water e le tubazioni di trasporto (riduce il rumore da impatto)



4. se necessario, coibentazione della tubazione con materiale fonoisolante ad elevate prestazioni; inserimento nel cavedio di materiale fonoassorbente per evitare l'amplificazione del rumore generato
5. sufficiente lunghezza del tronchetto di collegamento (almeno 2 volte il diametro del tubo)

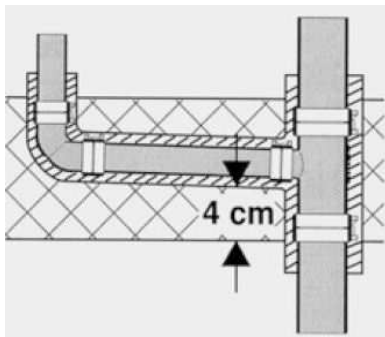


**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

6. coibentazione del tubo con materiale resiliente disaccoppiante (riduce la trasmissione di rumore strutturale)



7. utilizzo di tubi di scarico insonorizzati



8. tubazioni agganciate mediante appositi collari antivibranti; se inserite nella muratura, evitare il collegamento rigido interponendo materiale resiliente



9. se possibile, cassetta di scarico esterna; in alternativa, se la cassetta di scarico è interna, occorre prestare particolare attenzione ad evitare collegamenti rigidi con la muratura (la cosa migliore è interporre del materiale resiliente tra la cassetta e la muratura; esistono anche galleggianti silenziosi, che di fatto eliminano il rumore generato dal riempimento della cassetta)
10. la curva di allaccio del WC alla tubazione deve essere specificamente insonorizzata per attenuare il rumore da impatto del deflusso dell'acqua





## 8 TEMATICHE DI POSA IN OPERA

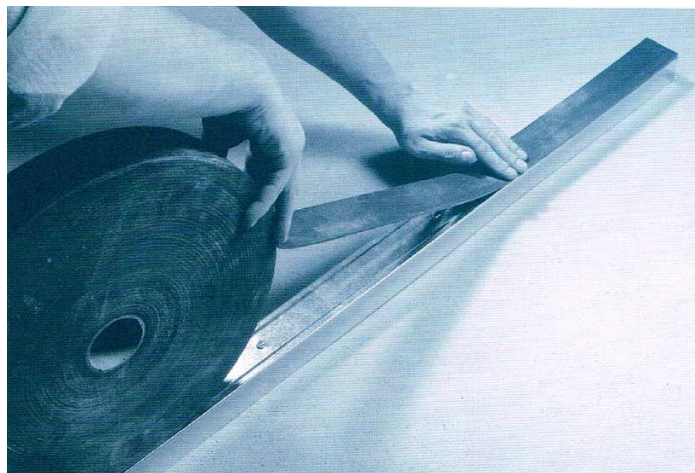
### 8.1 Soluzioni tecniche per l'isolamento acustico con pareti leggere

Le prestazioni delle pareti leggere, delle contropareti e dei controsoffitti sono nominalmente molto elevate, soprattutto se confrontate con soluzioni in laterizio di pari spessore.

Tuttavia, tali prestazioni risentono in modo diretto delle soluzioni tecnologiche di costruzione adottate, quali ad esempio la realizzazione dei giunti e il collegamento con le pareti e i solai massicci; anche il passaggio di impianti tecnici all'interno delle pareti risulta critico per la "robustezza" acustica di questo tipo di parete.

Occorre pertanto prestare particolare attenzione alla corretta realizzazione e posa in opera di questa tipologia di partizioni: alcune indicazioni costruttive sono riportate di seguito, ma i fornitori sono in generale in grado di suggerire gli accorgimenti e le soluzioni migliori per i loro prodotti.

#### 8.1.1 Nastro di guarnizione isolante

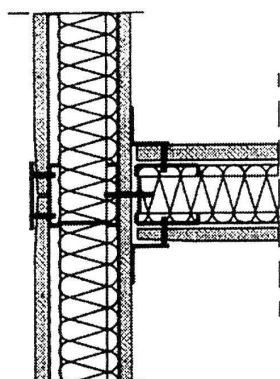


È il prodotto fondamentale per il fissaggio dei profili metallici (montanti e guide perimetrali), al fine di evitare ponti acustici e contribuire al corretto fissaggio della struttura stessa, riducendo al massimo i collegamenti rigidi tra orditura metallica e muratura.

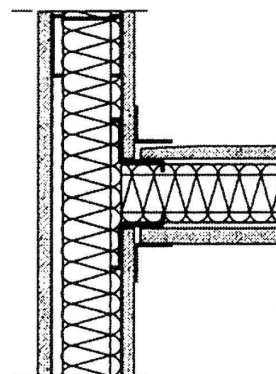
Si tratta in generale di un nastro mono/biadesivo in polietilene espanso a cellule chiuse (polietilene espanso reticolato), idoneo alla tenuta ad aria, polvere ed acqua.

### 8.1.2 Giunto tra pareti leggere

Quando due strutture leggere devono essere collegate tra loro, le possibili soluzioni sono essenzialmente due.



**NO**



**SI**

La prima delle due soluzioni non consente di sfruttare completamente le proprietà fonoisolanti di entrambe le pareti, dando quindi luogo a dei valori di isolamento complessivo più basso rispetto al caso in cui il rivestimento viene interrotto: la lastra interna della parete laterale agisce infatti come un ponte acustico.

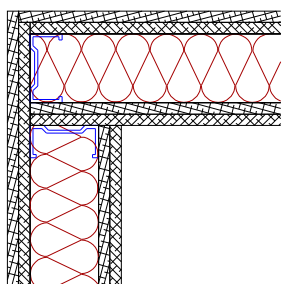
Nella seconda soluzione, l'interruzione del rivestimento diminuisce la trasmissione del rumore per via strutturale e consente di sfruttare completamente le proprietà fonoassorbenti del materiale interno.



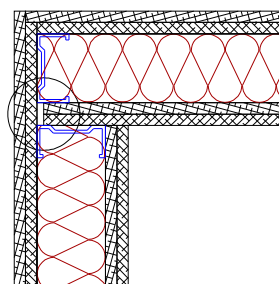
AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

### 8.1.3 Giunto ad angolo

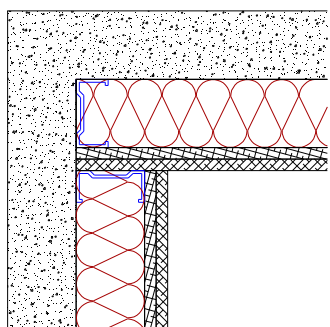
Quando due strutture leggere devono essere collegate tra loro per formare un angolo (sia nel caso di angolo tra pareti leggere sia nel caso di angolo tra contropareti), occorre prestare attenzione a evitare che la o le lastre interne all'angolo siano prolungate fino a toccare l'elemento esterno.



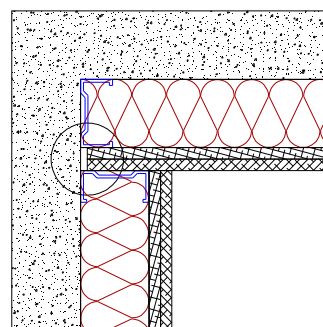
**NO**



**SI**



**NO**

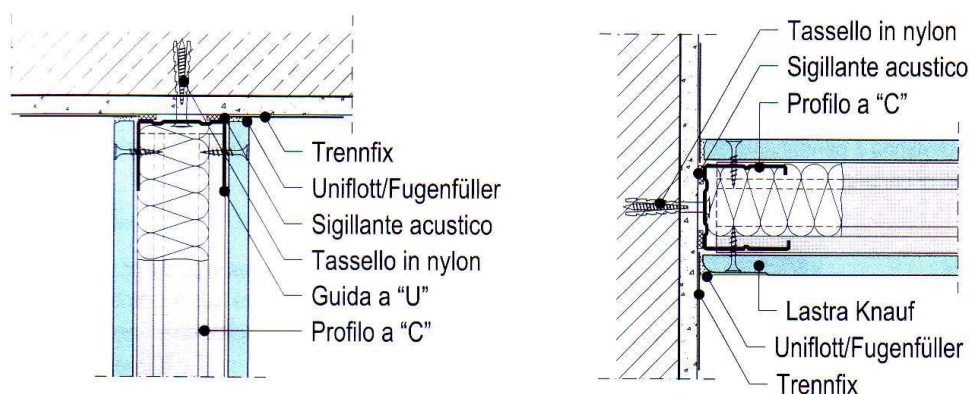


**SI**

In caso contrario, le lastre interne tenderanno a formare un ponte acustico, limitando in modo anche significativo le prestazioni complessive di isolamento.

### 8.1.4 Giunto tra parete divisoria leggera e strutture massicce

Quando una struttura leggera deve essere collegata direttamente a un elemento massiccio in muratura o calcestruzzo, occorre fondamentalmente prestare molta attenzione a garantire la continuità del giunto: qualunque passaggio d'aria, anche minimo, tra la muratura e la parete leggera implica una diminuzione sostanziale delle prestazioni di isolamento acustico ottenibili.



Il sigillante acustico e lo stucco a completo riempimento delle fughe hanno appunto lo scopo di bloccare completamente il passaggio dell'aria.

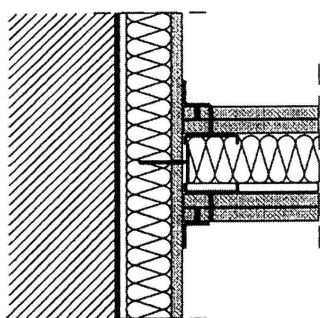


In generale, quanto più è massiccia la struttura di appoggio laterale, tanto inferiori sono le perdite di isolamento della parete divisoria, in quanto il ponte acustico laterale si riduce all'aumentare della massa superficiale della parete massiccia.

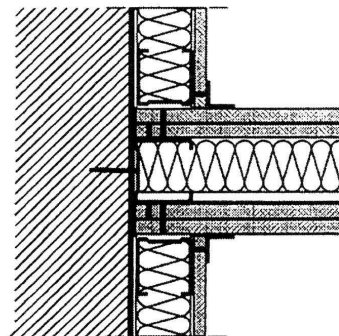
In ogni caso, non si tratta di una soluzione in grado di massimizzare le prestazioni di isolamento acustico delle pareti leggere.

### 8.1.5 Giunto su rivestimenti isolanti di pareti massive

Quando una struttura leggera deve essere collegata a un elemento massiccio laterale in muratura o calcestruzzo, dotato di una controparte leggera interna, sono possibili essenzialmente due soluzioni.



**NO**



**SI**

Con un effetto del tutto simile a quanto avviene nel caso dei giunti tra pareti leggere, la prima delle due soluzioni fornisce delle prestazioni di isolamento laterale in genere non molto elevate: la lastra interna della controparete agisce infatti come un ponte acustico e l'effettivo isolamento viene determinato dalle proprietà della sola controparete, indipendentemente dalle potenzialità della struttura divisoria.

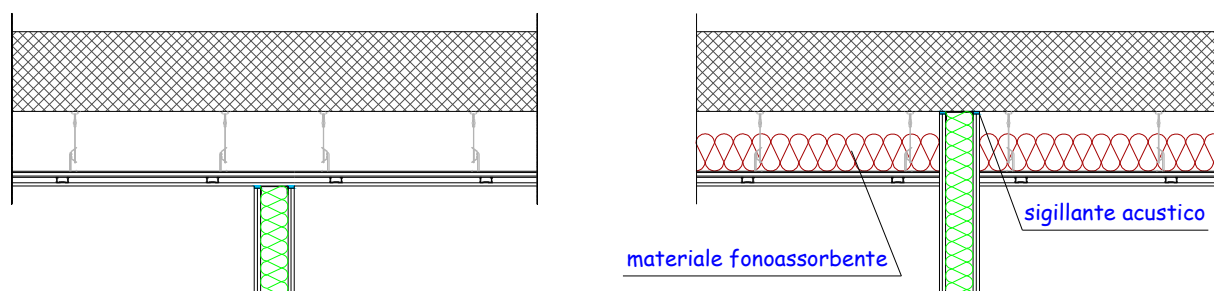
La seconda soluzione, invece, consente di sfruttare sia le proprietà di fonoisolamento della parete divisoria leggera sia il comportamento da strato addizionale della controparete: in pratica, la controparete blocca la trasmissione laterale attraverso la struttura massiccia.

Come regola generale, l'approccio corretto implica che le pareti divisorie debbano essere montate prima delle contropareti: il corretto montaggio della parete divisoria è in questo caso del tutto analogo al caso del giunto tra parete divisoria leggera e strutture massicce.



### 8.1.6 Controsoffitti - Prolungamento pareti divisorie fino al solaio omogeneo

Quando è presente una struttura omogenea al disopra dell'intercapedine, la migliore soluzione dal punto di vista acustico è quella di prolungare i divisori tra gli ambienti fino a tale struttura, al fine di isolare completamente i controsoffitti dei diversi ambienti; l'introduzione di materiale fonoassorbente all'interno del controsoffitto costituisce l'approccio acusticamente più efficace.



**NO**

**SI**

In pratica, la parete divisoria deve appoggiarsi direttamente al solaio soprastante, mentre il controsoffitto deve essere installato in un secondo tempo, in modo da lavorare come strato addizionale del solaio massiccio, opponendosi alla trasmissione laterale.

In caso contrario, il percorso sopra la parete attraverso l'intercapedine del controsoffitto diventerebbe un ponte acustico in grado di vanificare completamente le caratteristiche di isolamento della parete divisoria, soprattutto nel caso in cui il controsoffitto sia realizzato a quadrotti non sigillati e non sia presente materiale fonoassorbente nell'intercapedine.

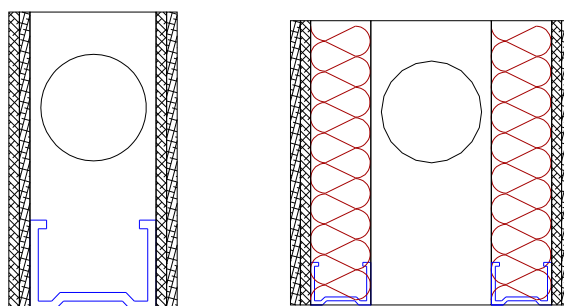
L'approccio corretto significa essenzialmente, come nel caso delle contropareti, che i controsoffitti debbano essere realizzati in un momento successivo a quello della posa in opera delle pareti divisorie.

### 8.1.7 Cavedi per impianti tecnici

Le pareti leggere in cartongesso sono riconducibili a strutture formate da due elementi separati (le lastre di cartongesso esterne), collegati tra loro da una o due orditure metalliche e dalla lana minerale nell'intercapedine.

Questa peculiarità rende relativamente semplice identificare queste strutture come "facili" contenitori per il passaggio di tubazioni e canalizzazioni collegate agli impianti tecnici: l'interno delle pareti leggere è infatti in generale percepito come un elemento cavo, "sfortunatamente" riempito di lana minerale.

Occorre fare molta attenzione al fatto che, mentre è perfettamente possibile utilizzare le pareti leggere per il passaggio di impianti, l'eliminazione o la diminuzione degli spessori della lana minerale all'interno riduce in modo drastico le proprietà di isolamento di tali pareti.



**NO**

**SI**

Occorre sempre ricordare che anche le tubazioni e le canalizzazioni sono sorgenti di rumore, per cui se la parete ha scarse proprietà di fonoisolamento, è anche molto probabile che lasci passare buona parte di questo rumore verso l'ambiente esterno.

È comunque importante adottare sempre alcuni accorgimenti:

- le due orditure metalliche non devono toccarsi (in caso contrario, le prestazioni di isolamento diminuiscono in modo significativo)
- il fissaggio delle tubazioni e delle canalizzazioni può avvenire sui montanti metallici esclusivamente ricorrendo a dei collari antivibranti, per evitare la propagazione delle vibrazioni strutturali che si trasformerebbero in rumore negli ambienti adiacenti
- le tubazioni non devono presentare nessun contatto rigido con la struttura





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## **8.2 Rumore di calpestio**

### **8.2.1 Pavimento galleggiante**

Sull'intero solaio P1 sarà realizzato il pavimento galleggiante: si tratta in pratica di inserire uno strato resiliente tra il solaio in laterocemento e il massetto sottopavimento, in modo da eliminare qualunque contatto rigido tra pavimento e strutture contigue.

Il pavimento galleggiante consente in ogni situazione di ottenere un ottimo comfort acustico e di limitare in modo sostanziale la trasmissione dei rumori da impatto.

La presenza del pavimento galleggiante incide anche sull'isolamento ai rumori aerei, togliendo rigidità all'intero sistema, quindi opponendosi alla trasmissione del rumore aereo per via solida: questo effetto ha una ricaduta positiva (e necessaria) anche sulle prestazioni dei divisori verticali.

Inoltre, grazie alla creazione di un sistema massa-molla-massa sul solaio, questo sistema consente di incrementare in modo significativo anche le prestazioni di isolamento aereo del solaio stesso.

### **8.2.2 Scelta del materiale resiliente**

La scelta del materiale resiliente ("materassino") è fondamentale per il raggiungimento dei valori di isolamento acustico di progetto sia per quanto riguarda i rumori da impatto sia per quanto riguarda i rumori aerei.

Vi sono innumerevoli produttori e fornitori di materiali resilienti con valori di rigidità dinamica analoghi o migliori di quelli considerati nei calcoli previsionali: la valutazione del prodotto potrà essere modificata anche in sede di acquisto del materiale, privilegiando materiali con caratteristiche simili o migliori a quelle qui considerate.

Occorre sottolineare che il dato di rigidità dinamica proveniente da dati di laboratorio soffre sempre di approssimazioni anche rilevanti, intrinseche nel procedimento di misura: i valori forniti da prove di laboratorio devono quindi essere presi con molta cautela.

Le caratteristiche da controllare sono quelle di una rigidità dinamica  $s'$  piuttosto bassa, uno spessore significativo (in generale spessori di almeno 7-8 mm sono raccomandati per evitare rotture in fase di posa), buoni risultati a prove di compressibilità e di compressione a scorrimento viscoso e una buona resistenza a compressione (per evitare lo schiacciamento eccessivo del materiale e la conseguente perdita delle caratteristiche elastiche).

In alcuni casi si potrebbe ricorrere all'utilizzo di materiali diversi, con spessori, prestazioni e costi inferiori, e rispettare comunque, almeno in linea teorica, i limiti di legge; tuttavia, alcune considerazioni portano a sconsigliare questo approccio:

- le possibilità di errore nella posa dello strato resiliente sono molte e ogni errore porta a una diminuzione delle prestazioni complessive: poiché un intervento sul sistema finito è nella



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

migliore delle ipotesi molto complesso ed estremamente costoso, un ampio margine teorico è consigliabile in ogni caso

- materiali con spessori inferiori possono essere lacerati molto più facilmente in cantiere, con conseguente creazione di ponti acustici rigidi tra massetto e solaio sottostante
- materiali con spessori inferiori hanno in generale una scarsa resistenza alla compressione e tendono a perdere la loro efficacia in poco tempo: in pratica tendono a schiacciarsi e a smettere di lavorare come molle

### **8.2.3 Posa del materiale resiliente**

Affinché il pavimento galleggiante svolga adeguatamente la sua funzione, occorre prestare particolare cura alla posa in opera: imperfezioni anche minime rispetto alla corretta posa del pavimento galleggiante possono dare origine a variazioni anche molto elevate rispetto ai valori previsti.

In particolare, alcuni accorgimenti importanti sono:

- lo strato di materiale resiliente deve estendersi anche alla parete fino al di sopra del livello del pavimento, allo scopo di eliminare ogni collegamento rigido tra pavimento e pareti laterali: ogni punto di contatto rigido tra pavimento e solaio/pareti implica un decadimento molto importante delle prestazioni del pavimento galleggiante
- è di fatto necessario l'utilizzo di elementi angolari specifici, in modo da limitare la posa del materiale al solo strato orizzontale
- lo strato di materiale resiliente sui bordi del pavimento galleggiante deve essere rifilato solo dopo la posa del pavimento
- occorre prestare particolare attenzione a evitare contatti rigidi tra pavimento e strutture laterali dove sono presenti piastrelle anche sulle pareti verticali (ad esempio nei bagni): le piastrelle verticali non devono essere collegate rigidamente alle piastrelle del pavimento
- dove presenti, i battiscopa devono essere fisicamente staccati dal pavimento (la fuga può essere riempita con silicone morbido)

Occorre sottolineare che eventuali giunti rigidi (ad esempio tra il battiscopa e il pavimento) potrebbero ridurre in maniera significativa le prestazioni complessive del sistema.

Anche accidentali tagli o punti di discontinuità dello strato resiliente potrebbero comportare la creazione di ponti rigidi tra pavimento e solaio durante la posa del massetto sottopavimento, di fatto vanificando l'efficacia del pavimento galleggiante.

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

### 8.3 Serramenti

Le finestre costituiscono sicuramente l'elemento debole della facciata per quanto riguarda l'isolamento acustico.

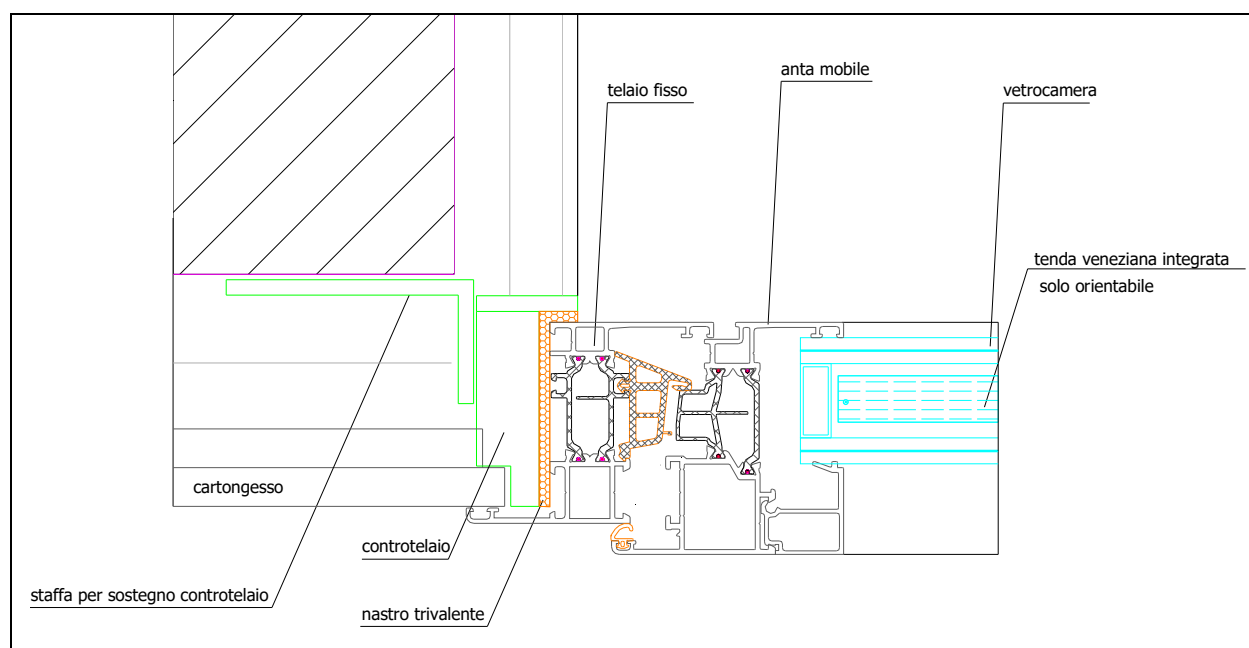
I serramenti da utilizzare devono prevedere l'inserimento di un vetro-camera con vetri stratificati specifici per gradi elevati di isolamento acustico.

In generale, occorre assolutamente evitare soluzioni di vetratura simmetriche, che tendono a introdurre una frequenza di risonanza nel sistema in grado di diminuire in modo significativo le prestazioni teoriche di isolamento acustico.

I serramenti devono risentire quanto meno possibile delle perdite dovute alla non perfetta tenuta all'aria e devono quindi essere scelti e montati con cura particolare: infissi di classe 4 secondo la UNI EN 12207:2000 (con permeabilità < 3 m<sup>3</sup>/h per m<sup>2</sup>) sono sicuramente la scelta migliore: in generale, i serramenti che garantiscono questi livelli di tenuta all'aria prevedono almeno 2 guarnizioni di battuta.

Al fine di garantire il valore previsto, è comunque opportuno effettuare con cura il montaggio in opera, sigillando le giunzioni tra serramento e muro, ad esempio con guaine auto espandenti e silicone: qualunque passaggio di aria attraverso le giunzioni dell'infisso incide in modo significativo sulle prestazioni complessive del serramento.

Nel caso specifico, la soluzione di montaggio prevista a progetto è schematizzata nella figura seguente, con una soluzione che sfrutta la presenza del muro esterno, utilizzandolo come "schermo" per recuperare le discontinuità nelle giunzioni tra il telaio e il falso telaio:





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

## 9 CONCLUSIONI

Scopo del presente elaborato è la valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi relativa al progetto esecutivo di ristrutturazione del Reparto di Farmacia del Presidio Ospedaliero di Lodi.

L'analisi delle caratteristiche costruttive dell'intervento oggetto di valutazione è stata condotta calcolando gli indici di isolamento di progetto (valutando i limiti cogenti dove applicabili e fornendo indicazioni nell'ottica di un miglioramento rispetto allo stato di fatto negli altri casi); nel caso degli impianti, sono state fornite indicazioni operative per la minimizzazione della rumorosità.

Parametro	Risultato ottenuto	Rispetto Requisiti
Indice di isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$	$\geq 45$ dB	SI
Indice del potere fonoisolante $R'_w$	<b>NON APPLICABILE; INDICAZIONI MIGLIORATIVE RISPETTO ALLO STATO DI FATTO</b>	
Indice del livello di rumore di calpestio partizioni orizzontali $L'_{n,w}$	<b>NON APPLICABILE; INDICAZIONI MIGLIORATIVE RISPETTO ALLO STATO DI FATTO</b>	
Rumore degli impianti	<b>FORNITE INDICAZIONI OPERATIVE PER IL CONTENIMENTO DELLA RUMOROSITA'</b>	

In base a quanto sopra, relativamente alle caratteristiche acustiche dell'intervento di progetto, si può affermare che, adottando le soluzioni previste dai Progettisti e rispettando i parametri acustici prescritti per i materiali, gli indici valutati si collocano tutti al di sopra delle soglie minime di accettabilità previste della vigente normativa, dove applicabile.

Gli altri interventi parziali previsti sono in generale in grado di fornire un miglioramento delle prestazioni acustiche rispetto allo stato di fatto.

Rimane comunque importante sottolineare che la fase di posa in opera è fondamentale per garantire l'ottenimento dei valori progettati: la creazione di ponti acustici e di punti acusticamente deboli durante la fase di costruzione è molto facile, se non viene mantenuto un elevato livello di attenzione sulle scelte di posa in opera e sulla corrispondenza dei materiali utilizzati a quanto specificato nel progetto.

**Dott. in Ing. FABRIZIO BONARDI**  
Tec. Comp. in Acust. Ambientale  
(Legge Quadro n. 447/1995)  
Prot. N. 17408 / 15183  
del 02/03/2005 - Prov. RE



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**APPENDICE A**

**Calcolo indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione  $D_{2m,nT,w}$**

D01		ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA				
<b>DIMENSIONI STANZA</b>						
	larghezza	altezza	area ambiente			
	11.65	3.00	69.55			
	superficie facciata		volume amb. int.			
	34.95		208.65			
$R'_w$		elemento 1	elemento 2	elemento 3	elemento 4	elemento 5
		tipologia	tipologia	tipologia	tipologia	tipologia
		M1	AB-S01	AB-S02	AB-S03	
$R_w$	$R_w$	60	40	40	40	
superficie	$S_j$	27.75	2.40	2.40	2.40	
fattore correttivo per trasmissione laterale	K	2				
	$R'_w$ parete =	44.7				
<b><math>D_{2m,nT,w}</math></b>						
	volume ambiente ricevente ( $m^3$ )	V	208.7			
	superficie di facciata vista dall'interno ( $m^2$ )	$S_{int}$	35.0			
	tempo di riferimento (s)	$T_0$	0.7			
Correzione per forma della facciata						
	$D_{2m,nT,w}$ =	46.1				



AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

D01a		ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA				
<b>DIMENSIONI STANZA</b>						
larghezza		altezza		area ambiente		
5.75		3.00		34.78		
superficie facciata		volume amb. int.				
17.25		104.34				
$R'_w$		elemento 1	elemento 2	elemento 3	elemento 4	elemento 5
		tipologia	tipologia	tipologia	tipologia	tipologia
		M1	AB-S01	AB-S02		
$R_w$	$R_w$	60	40	40		
superficie	$S_f$	12.45	2.40	2.40		
fattore correttivo per trasmissione laterale	K	2				
$R'_w$ parete =		43.4				
<b><math>D_{2m,nT,w}</math></b>						
volume ambiente ricevente ( $m^3$ )		V		104.3		
superficie di facciata vista dall'interno ( $m^2$ )		$S_{int}$		17.3		
tempo di riferimento (s)		$T_0$		0.5		
Correzione per forma della facciata						
$D_{2m,nT,w}$ =		46.4				

D01b		ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA				
<b>DIMENSIONI STANZA</b>						
larghezza		altezza		area ambiente		
5.70		3.00		34.78		
superficie facciata		volume amb. int.				
17.10		104.34				
$R'_w$		elemento 1	elemento 2	elemento 3	elemento 4	elemento 5
		tipologia	tipologia	tipologia	tipologia	tipologia
		M1	AB-S01			
$R_w$	$R_w$	60	40			
superficie	$S_f$	14.70	2.40			
fattore correttivo per trasmissione laterale	K	2				
$R'_w$ parete =		46.3				
<b><math>D_{2m,nT,w}</math></b>						
volume ambiente ricevente ( $m^3$ )		V		104.3		
superficie di facciata vista dall'interno ( $m^2$ )		$S_{int}$		17.1		
tempo di riferimento (s)		$T_0$		0.5		
Correzione per forma della facciata						
$D_{2m,nT,w}$ =		49.3				



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**APPENDICE B**

**Attestato di tecnico competente in acustica ambientale**



**PROVINCIA DI REGGIO EMILIA**

Corso Garibaldi, 59 - 42100 Reggio Emilia - c.f. 00209290352  
Tel 0522.444111 - Fax 0522.444.108  
Servizio AmbientE - Piazza Gioberti, n. 4 - 42100 Reggio Emilia  
E-mail: info@mbox.provincia.re.it - Web: http://www.provincia.re.it

prot. n. 17408 /15183      Reggio Emilia, lì 02-3-2005

**SERVIZIO TUTELA AMBIENTALE**

ATTESTATO DI RICONOSCIMENTO DI TECNICO COMPETENTE IN  
ACUSTICA AMBIENTALE, DI CUI ALLA LEGGE 26 OTTOBRE 1995, N° 447.

Esaminata la domanda del sig. **BONARDI FABRIZIO**

Nato a REGGIO EMILIA (RE) il 04/06/1966

codice fiscale BNR FRZ 66H04 H223X

Verificato il possesso dei requisiti di legge;

Visto l' art. 2 della Legge 447/95;

Visto l' art. 124 della L. R. Emilia Romagna n° 3/99;

Visti i provvedimenti della Giunta Provinciale n.151/23-5-2000-n. 48/25-02-2003;

**SI COMUNICA**

CHE il sig. **BONARDI FABRIZIO** è risultato **IDONEO** per lo svolgimento  
dell'attività di tecnico competente in acustica ambientale, di cui alla legge 26 ottobre  
1995, n° 447.

IL DIRIGENTE DEL  
SERVIZIO AMBIENTE  
(dr.ssa Annalisa Sansone)







**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**



Direzione Generale Cura del Territorio e dell'Ambiente  
Servizio Tutela e Risanamento Acqua, Aria e Agenti Fisici

**BONARDI FABRIZIO**

VIA C.A. DALLA CHIESA 17  
42016 GUASTALLA (RE)

**ESITO DOMANDA DI ISCRIZIONE NELL'ELENCO NOMINATIVO NAZIONALE  
DEI TECNICI COMPETENTI IN ACUSTICA  
(D. Lgs. n. 42/2017)**

Si comunica che la domanda di iscrizione nell'elenco nominativo nazionale dei tecnici competenti in acustica di BONARDI FABRIZIO (codice fiscale: BNRFRZ66H04H223X) con PG/2018/149607 in data 02/03/2018 12.01.00 è stata

**AMMESSA**

con il seguente registro regionale: RER/00260

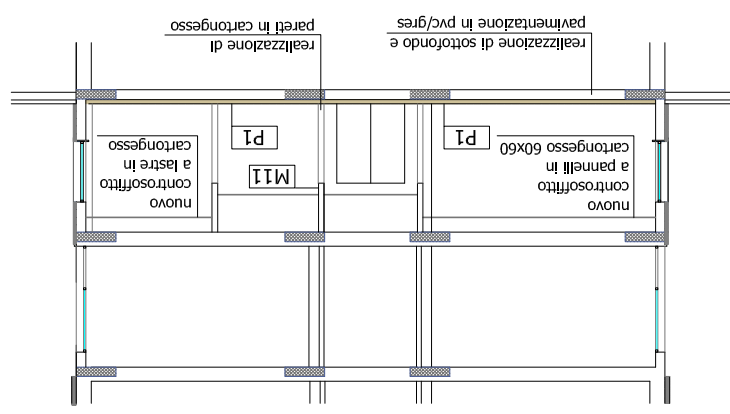
Il responsabile del servizio  
BISSOLI ROSANNA

Viale della Fiera 8  
40121 Bologna

tel 051.527.6980  
051.527.6041  
Fax 051.527.6874

[ambpiani@regione.emilia-romagna.it](mailto:ambpiani@regione.emilia-romagna.it)  
[ambpiani@postacert.regione.emilia-romagna.it](mailto:ambpiani@postacert.regione.emilia-romagna.it)  
[www.regione.emilia-romagna.it](http://www.regione.emilia-romagna.it)

VALUTAZIONE PREVISIONALE REQUISITI ACUSTICI PASSIVI  
 RISTRUTTURAZIONE PRONTO SOCCORSO - PRES. OSPEDAL. DI LODI  
 PLANIMETRIA E SEZIONI AREA DI INTERVENTO CON INDICAZIONE  
 DELLE STRATEGIE E DELLE PARTIZIONI ESAMINATE





## VALUTAZIONE PREVISIONALE RAP

### MICROBIOLOGIA



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>QUADRO NORMATIVO</b>	<b>6</b>
2.1	Decreto MATTM 11.10.2017 sui Criteri Ambientali Minimi	6
2.2	DPCM 05.12.1997	8
2.3	DDG Sanità Lombardia n. 26436 del 6 Novembre 2001	9
2.4	Norma UNI 11367:2010	10
2.4.1	Definizioni e applicabilità dei limiti	10
2.4.2	Valori di riferimento	12
<b>3</b>	<b>MICROBIOLOGIA - DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO</b>	<b>14</b>
3.1	Componenti edilizie	14
3.1.1	Pareti esterne con controparete interna	14
3.1.2	Pareti divisorie interne	14
3.1.3	Solaio a pavimento	15
3.1.4	Controsoffitti	15
3.1.5	Finitura pavimenti e rivestimenti	15
3.1.6	Serramenti esterni	15
3.2	Principali componenti impiantistiche	16
3.3	Limiti cogenti e riferimenti	18
3.3.1	Isolamento di facciata (indice $D_{2m,nT,w}$ )	18
3.3.2	Isolamento ai rumori aerei (indice $R'_{w}$ )	18
3.3.3	Isolamento al rumore di calpestio (indice $L'_{n,w}$ )	19
3.3.4	Rumore degli impianti a funzionamento discontinuo	19
3.3.5	Rumore degli impianti a funzionamento continuo	20
3.3.6	Rumore dei sistemi di trattamento aria	20
<b>4</b>	<b>MICROBIOLOGIA - MATERIALI E PRESTAZIONI ACUSTICHE</b>	<b>21</b>
4.1	M1 - Partizione verticale esterna	23
4.2	M11 - Partizione verticale interna tipo	25
4.3	M12 - Partizione verticale interna tra locale UTA e ambienti Microbiologia - con gasbeton	26
4.4	Strato resiliente	28
4.5	P1 - Solaio in laterocemento con pavimento in pvc o gres	29
4.5.1	P1 - Stima dell'indice di potere fonoisolante	30
4.5.2	P1 - Stima dell'indice di rumore di calpestio	31
<b>5</b>	<b>MICROBIOLOGIA - VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE ATTESE</b>	<b>32</b>
5.1	Indice di valutazione dell'isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$	32
5.2	Indice di valutazione dell'isolamento ai rumori aerei $R'_{w}$	32
5.3	Indice di livello di rumore di calpestio $L'_{n,w}$	33
5.3.1	Limiti di riferimento	33
5.3.2	Considerazioni sui livelli di rumore di calpestio del solaio a pavimento	33
5.4	Rumore degli impianti a funzionamento discontinuo	34
5.5	Rumore degli impianti a funzionamento continuo	34
<b>6</b>	<b>MICROBIOLOGIA - INDICAZIONI PER IL CONTENIMENTO DEL RUMORE DELLE UTA</b>	<b>35</b>
6.1	Indicazioni generali	36
6.1.1	Indicazioni per la minimizzazione dei livelli sonori	36
6.1.2	Rumore generato dalle Unità di Trattamento Aria	37
6.2	Indicazioni specifiche per le macchine e le canalizzazioni	38



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

6.2.1	Isolamento della struttura di supporto dalle vibrazioni	38
6.2.2	Isolamento delle canalizzazioni e dei sistemi collegati dalle vibrazioni	39
6.2.3	Canali	39
6.2.4	Fissaggio e montaggio dei canali	40
6.2.5	Coibentazione dei canali (crossover, break in e break out)	41
6.2.6	Passaggio canalizzazioni tra locali tecnici e ambienti adiacenti	42
6.2.7	Passaggio tubazioni e canalizzazioni fra i piani	43
6.2.8	Passaggi delle canalizzazioni tra ambienti contigui	44
6.2.9	Limitazione della trasmissione delle vibrazioni verso i locali adiacenti	45
<b>6.3</b>	<b>T Trattamenti specifici Reparto Microbiologia</b>	<b>46</b>
6.3.1	Macchine	46
6.3.2	Silenziatori	46
6.3.3	Canalizzazioni	46
6.3.4	Coibentazione canali	46
6.3.5	Controsoffitto in cartongesso e lana minerale in intercapedine	46
6.3.6	Tattamento fonoassorbente del locale tecnico	47
6.3.7	Parete di separazione tra locale tecnico e ambienti di vita adiacenti sullo stesso piano	48
6.3.8	Solaio di separazione tra locale tecnico e ambienti al piano inferiore	48
6.3.9	Solaio di separazione tra locale tecnico e ambienti al piano superiore	48
6.3.10	Bussola di accesso ai locali tecnici	49
<b>7</b>	<b>RUMORE GENERATO DAGLI IMPIANTI IDRAULICI</b>	<b>50</b>
7.1	Rumore nei cavedi	51
7.1.1	Cavedi principali	51
7.2	Centrali tecnologiche e impianti idrosanitari	52
7.2.1	Sistemi antivibranti	52
7.3	Rumore generato dal movimento dell'acqua	53
7.3.1	Gruppi di pompaggio	53
7.3.2	Sistema di distribuzione riscaldamento e linee idrosanitarie	53
7.4	Rumore generato internamente alle tubazioni	54
7.4.1	Impianto di scarico	55
7.4.2	Tubazioni	56
7.4.3	Contatti rigidi tra tubazioni e tra tubazioni e muratura	57
7.4.4	Raccordi e curve	58
7.4.5	Passaggio tubazioni di scarico tra piani sovrapposti	59
7.4.6	Bagni	60
7.4.7	Sistema di fissaggio dei sanitari	61
7.4.8	Cassetta risciacquo e scarichi WC	62
<b>8</b>	<b>TEMATICHE DI POSA IN OPERA</b>	<b>65</b>
8.1	Soluzioni tecniche per l'isolamento acustico con pareti leggere	65
8.1.1	Nastro di guarnizione isolante	65
8.1.2	Giunto tra pareti leggere	66
8.1.3	Giunto ad angolo	67
8.1.4	Giunto tra parete divisoria leggera e strutture massicce	68
8.1.5	Giunto su rivestimenti isolanti di pareti massive	69
8.1.6	Controsoffiti - Prolungamento pareti divisorie fino al solaio omogeneo	70
8.1.7	Cavedi per impianti tecnici	71
8.2	Rumore di calpestio	72
8.2.1	Pavimento galleggiante	72
8.2.2	Scelta del materiale resiliente	72
8.2.3	Posa del materiale resiliente	73



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

**9 CONCLUSIONI 74**

**APPENDICE A 75**

Attestato di tecnico competente in acustica ambientale 75

**TAVOLA 1** Errore. Il segnalibro non è definito.

Planimetria e sezioni area di intervento, con indicazione delle stratigrafie e delle partizioni esaminate  
**Errore. Il segnalibro non è definito.**





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## 1 PREMESSA

Obiettivo del presente elaborato è la valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi relativa al progetto esecutivo per la realizzazione dei seguenti interventi di Presidio:

1. Ampliamento Morgue - servizio mortuario - Piano seminterrato Blocco B1 (parte)
2. Ampliamento area Pronto Soccorso - Piano Seminterrato Blocchi B1 (parte), B2 e B3
3. **Laboratorio di Microbiologia - Piano 1° blocco B1**
4. Day Hospital e Area ambulatoriale - Piano Primo Blocchi A1 e A2
5. Farmacia - Padiglione Ex Maternità Corpo C
6. Rifacimento facciate e piazzale - Padiglione Ex Maternità Corpo C (questo intervento non sarà valutato dal punto di vista acustico in quanto non implica elementi significativi; anche nel caso delle facciate si tratta di un intervento esterno limitato alla muratura)

### **In particolare, il presente elaborato si occuperà della ristrutturazione del Laboratorio di Microbiologia.**

In caso di interventi di ristrutturazione parziali, puntuali e di dimensioni relativamente contenute, è sempre piuttosto complesso individuare gli obiettivi relativi alle prestazioni di isolamento acustico da ottenere.

Come descritto con maggior dettaglio nel seguito, sulla base delle indicazioni del Progettista, gli interventi da analizzare sono riferiti a una parte molto contenuta della struttura ospedaliera e dovranno essere realizzati in modo da integrarsi all'interno degli elementi esistenti, in molti casi mantenendo o condividendo sistemi e soluzioni costruttive esistenti.

Per questo motivo, la valutazione analizzerà in dettaglio i diversi interventi, identificando le componenti che dovranno essere adeguate alle richieste normative in materia di isolamento acustico e cercando comunque di ottenere un miglioramento delle prestazioni acustiche rispetto allo stato di fatto, dove possibile e dove tecnicamente, funzionalmente ed economicamente ragionevole.

Le caratteristiche strutturali e costruttive dell'edificio (secondo le indicazioni fornite dal Progettista) e le relative prestazioni acustiche sono state utilizzate per determinare, dove applicabili, le prestazioni delle partizioni di facciata, delle partizioni verticali e di quelle orizzontali.

Il rumore degli impianti è stato trattato fornendo indicazioni operative di indirizzo.





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## 2 QUADRO NORMATIVO

La Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico n. 447 del 26 Ottobre 1995 stabilisce le competenze in relazione al rilascio delle concessioni edilizie: in particolare essa attribuisce le funzioni di controllo ai Comuni, oltre a fare riferimento ad una serie di decreti attuativi cui spetta il compito di fissare i limiti di riferimento per le differenti casistiche relative al rumore.

I riferimenti normativi che interessano direttamente la valutazione in oggetto sono:

- Decreto MATTM 11.10.2017 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici"
- DPCM 05.12.1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"
- DDG Sanità Lombardia n. 26436 del 6 Novembre 2001 "Approvazione delle linee guida per la verifica dei requisiti minimi strutturali e tecnologici, generali e specifici"
- Norma UNI 11367:2010 "Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera"

### 2.1 Decreto MATTM 11.10.2017 sui Criteri Ambientali Minimi

Il Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) dell'11.10.2017 definisce i criteri ambientali minimi nel caso di costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici: in particolare, al paragrafo 2.3.5.6 vengono definite le specifiche relative al comfort acustico.

Nel caso specifico, tuttavia, il fatto di intervenire in modo spesso puntuale e comunque con modifiche quasi sempre non indipendenti dall'esistente, impone una riflessione in merito all'effettiva applicabilità di tali specifiche.

In particolare, appare importante una delle risposte alle FAQ che vengono periodicamente pubblicate (ultimo aggiornamento del 12 Giugno 2018):

**D:** *Nei CAM non si trovano tutte le tipologie di progetto, p.es non sono contemplati i restauri. Come ci si deve comportare in questi casi?*

**R:** I CAM edifici, quando fanno riferimento a nuovi edifici o ristrutturazioni di primo e secondo livello o manutenzioni ordinarie e straordinarie, si rifanno alle definizioni del D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 e dei decreti interministeriali del 26 giugno 2015, di attuazione della legge 90/2013. Per le altre tipologie di intervento (quale il restauro) non nominate nel testo i CAM non sono obbligatori. Ovviamente si invitano le stazioni appaltanti a tenerli in considerazione per quanto possibile in base al tipo di progetto.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

Il D.M. Requisiti Minimi del 25 Giugno 2016, al punto 1.4 dell'Allegato 1, riporta la definizione di ristrutturazioni importanti di primo e di secondo livello, che possono essere riassunte come segue:

**Ristrutturazioni importanti**

Si definisce **ristrutturazione importante** l'intervento che interessa gli elementi e i componenti integrati costituenti l'involucro edilizio che delimitano un volume a temperatura controllata dall'ambiente esterno o da ambienti non climatizzati, con un'incidenza superiore al 25% della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio.

Ai fini della determinazione di tale soglia di incidenza, sono da considerarsi unicamente gli elementi edilizi opachi e trasparenti che delimitano il volume a temperatura controllata dall'ambiente esterno e da ambienti non climatizzati quali le pareti verticali, i solai contro terra e su spazi aperti, i tetti e le coperture (solo quando delimitanti volumi climatizzati).

Gli interventi di **ristrutturazione importante** vengono suddivisi in:

1. ristrutturazioni importanti di primo livello
2. ristrutturazioni importanti di secondo livello

**Ristrutturazioni importanti di primo livello**

Le ristrutturazioni importanti di primo livello sono costituite da interventi che interessano più del 50% della superficie disperdente esterna e l'eventuale rifacimento dell'impianto termico invernale e/o estivo.

In tali casi i requisiti di prestazione energetica si applicano all'intero edificio e si riferiscono alla sua prestazione energetica relativa al servizio o servizi interessati.

**Ristrutturazioni importanti di secondo livello**

Le ristrutturazioni importanti di secondo livello consistono in interventi che interessano dal 25% al 50% della superficie disperdente esterna e l'eventuale rifacimento dell'impianto termico invernale e/o estivo.

Sulla base delle informazioni, condivise con il Gruppo di Progettazione, nel caso specifico gli interventi hanno sempre natura più limitata anche rispetto a una ristrutturazione di secondo livello, per cui è possibile concludere che i CAM non sono obbligatori in questo caso.

Si tratta in effetti di interventi specifici, puntuali e/o parziali, che riguarderanno solo piccole porzioni degli edifici esistenti e che dovranno essere realizzati in modo da integrarsi all'interno degli elementi esistenti, in molti casi mantenendo o condividendo sistemi e soluzioni costruttive non modificabili.

Ciò non toglie che essi potranno essere comunque tenuti in considerazione per quanto possibile, nell'ottica di un miglioramento generalizzato delle prestazioni acustiche rispetto allo stato di fatto, dove possibile e dove tecnicamente, funzionalmente ed economicamente ragionevole.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

## 2.2 DPCM 05.12.1997

Il DPCM 05.12.97 fissa i valori limite ai quali fare riferimento per la valutazione in opera sia dei requisiti acustici passivi degli edifici sia delle sorgenti sonore che possono trovarsi all'interno degli edifici stessi (ad esempio gli impianti tecnici).

L'indice  $R'_w$  si riferisce al potere fonoisolante,  $D_{2m,nT,w}$  si riferisce all'isolamento di facciata,  $L'_{n,w}$  è relativo al rumore di calpestio, mentre i parametri  $L_{A,Smax}$  e  $L_{A,eq}$  sono i limiti per gli impianti tecnologici a funzionamento temporale continuo e discontinuo.

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

Categoria	Parametri acustici e limiti [dB]				
	$R'_w$	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	$L_{A,Smax}$	$L_{A,eq}$
1) D	55	45	58	35	25
2) A , C	50	40	63	35	35
3) E	50	48	58	35	25
4) B , F , G	50	42	55	35	35

*Tabella 2-1 – Classificazione degli edifici e limiti sui requisiti acustici passivi*

In questo caso, l'area d'intervento oggetto di ristrutturazione ricade sicuramente all'interno di un edificio ascrivibile alla categoria "Edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura o assimilabili", con i relativi limiti associati.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### **2.3 DDG Sanità Lombardia n. 26436 del 6 Novembre 2001**

Il DDG Sanità Lombardia n. 26436 del 6 Novembre 2001 “Approvazione delle linee guida per la verifica dei requisiti minimi strutturali e tecnologici, generali e specifici, previsti dal DPR 14.1.97 e dalla DGR 38133/98”, contiene l'allegato 1 “Linee guida per gli operatori ASL sulla verifica dei requisiti tecnologici e strutturali stabiliti dalla normativa vigente”.

Il Fascicolo 1 dell'Allegato 1 “Requisiti minimi strutturali e tecnologici generali - Verifica ASL ai sensi del DPR 14.01.97 e della DGR n. 7/5724 del 27.07.01” riporta il requisito SGTEC 03, che richiede: “La struttura è in possesso dei requisiti previsti dalle vigenti leggi in materia di protezione acustica?”.

L'adempimento prevede il collaudo delle strutture per la verifica del rispetto dei limiti di legge fissati dal DPCM 05.12.1997.

Passo necessario per consentire l'effettivo ottenimento del rispetto dei limiti a lavori conclusi è l'analisi acustica delle scelte progettuali, valutando in modo previsionale le caratteristiche di isolamento acustico delle strutture dell'edificio a partire dalle prestazioni dei componenti.

Vista la complessità della situazione, nel caso in esame questa fase è necessaria anche solo per la definizione della presenza di limiti cogenti e per la relativa quantificazione.

La valutazione previsionale è condizione necessaria ma non sufficiente: occorre sottolineare che la fase di posa in opera è fondamentale per garantire l'ottenimento dei valori progettati, assicurando un elevato livello di attenzione sulle scelte costruttive e sulla corrispondenza dei materiali utilizzati a quanto specificato nel progetto.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## 2.4 Norma UNI 11367:2010

Il DPCM 05.12.1997, che continua comunque a costituire il più importante riferimento legislativo, è un decreto che contiene molti errori e lacune, pertanto è sempre stato soggetto a interpretazioni anche contrastanti.

Nel 2010 è stata emanata la norma UNI 11367 "Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera": la norma, richiamata anche dal Decreto MATTM sui Criteri Ambientali Minimi, dovrebbe costituire la base per un nuovo decreto relativo ai requisiti acustici passivi.

L'aspetto attualmente più importante della norma, tuttavia, è attualmente il fatto di fornire elementi importanti per fare chiarezza su molti aspetti dubbi relativi all'applicazione del DPCM 05.12.1997: in particolare, in merito all'applicabilità o meno dei limiti in situazioni specifiche e/o particolari.

### 2.4.1 Definizioni e applicabilità dei limiti

La norma UNI 11367 definisce per la prima volta in modo chiaro gli ambienti abitativi e gli ambienti di servizio e specifica il campo di applicazione dei limiti: si tratta di un riferimento sicuramente molto autorevole per definire come e dove applicare i limiti di legge.

In particolare, sono definiti:

**ambiente abitativo**: porzione di unità immobiliare completamente delimitata destinata al soggiorno e alla permanenza di persone per lo svolgimento di attività e funzioni caratterizzanti la destinazione d'uso

**ambiente accessorio o di servizio**: porzione di unità immobiliare (se di utilizzo individuale) o di sistema edilizio (se di utilizzo comune o collettivo) con funzione diversa da quella abitativa ovvero non destinato allo svolgimento di attività e funzioni caratterizzanti la destinazione d'uso; sono ambienti accessori gli spazi completamente o parzialmente delimitati destinati al collegamento degli ambienti abitativi ed alla distribuzione orizzontale e verticale all'interno del sistema edilizio, nonché gli spazi destinati a deposito, immagazzinamento e rimessaggio; sono ambienti di servizio gli spazi completamente delimitati destinati ad ospitare elementi tecnici connessi con il sistema edilizio (per esempio vani ascensore, vani scala, ecc), e quelli specializzati a fornire servizi richiesti da particolari attività degli utenti, quali i servizi igienici, i locali tecnici degli edifici, i ripostigli anche interni all'unità abitativa, ecc.

**ambiente verificabile acusticamente**: ambiente abitativo di dimensioni sufficienti a consentire l'allestimento di misurazioni in conformità ai procedimenti di prova e di valutazione per la determinazione dei livelli prestazionali acustici in opera.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Sottolineando che sono esclusi dalla valutazione gli elementi tecnici costituiti da facciate e partizioni interne che delimitano ambienti accessori o di servizio dell'unità immobiliare, la norma specifica che nel considerare i requisiti di isolamento e di rumore di impianti si applicano i seguenti criteri:

- **il requisito  $D_{2m,nT,w}$**  relativo all'isolamento di facciata è riferito alle facciate degli ambienti abitativi; per le pareti finestrate con sistemi oscuranti, si fa riferimento alla situazione con sistemi oscuranti aperti; in caso di presenza di aperture di ingresso aria in facciata queste devono essere considerate nella normale condizione di utilizzo
- **il requisito  $R'_w$**  relativo al potere fonoisolante è riferito alle partizioni orizzontali e verticali che separano ambienti abitativi di unità immobiliari distinte; si applica inoltre alle partizioni orizzontali e verticali che separano ambienti abitativi di una unità immobiliare da ambienti, individuali o collettivi, destinati ad autorimessa, box, garage e alle partizioni (non dotate di accessi o aperture) che separano ambienti abitativi di una unità immobiliare da parti comuni
- **il requisito  $L'_{n,w}$**  relativo al rumore di calpestio è riferito al rumore da calpestio percepito all'interno degli ambienti abitativi e generato in unità immobiliari differenti
- **il requisito  $L_{ic}$**  relativo al rumore degli impianti a funzionamento continuo e il requisito  $L_{id}$  relativo al rumore degli impianti a funzionamento discontinuo sono riferiti a valutazioni 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; nel corso della valutazione devono essere escluse tutte le sorgenti sonore operanti all'interno dell'ambiente di misura ed estranee alla valutazione del rumore indotto dall'impianto in esame.
- il livello sonoro immesso da un impianto a servizio di una camera di degenza deve essere valutato all'interno di ambienti acusticamente verificabili diversi dall'ambiente servito





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

### 2.4.2 Valori di riferimento

La norma UNI 11367:2010 identifica, nel caso degli ospedali, una serie di prestazioni definite "di base" e "superiore": i valori di riferimento sono riportati in Tabella, insieme ai corrispondenti limiti del DPCM 05.12.1997 (per quanto possibile).

Descrizione	Parametro	Prestazione di base	Prestazione superiore	Limite corrispondente DPCM 05.12.1997
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata	$D_{2m,nT,w}$ [dB]	38	43	45
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti di differenti unità immobiliari	$R'_w$ [dB]	50	56	55
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari	$L'_{n,w}$ [dB]	63	53	58
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo in ambienti diversi da quello d'installazione	$L_{ic}$ [dBA]	32	28	25 (*)
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo in ambienti diversi da quello d'installazione	$L_{id}$ [dBA]	39	34	35 (*)
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare	$D_{nT,w}$ [dB]	50	55	-
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare	$D_{nT,w}$ [dB]	45	50	-
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare	$L'_{n,w}$ [dB]	63	53	-

(\*) livelli non direttamente confrontabili - riportati solo come riferimento

*Tabella 2-2 - UNI 11367: 2010 - Valori di riferimento per i requisiti acustici di ospedali - a destra i limiti corrispondenti del DPCM 05.12.1997*





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Si possono fare alcune considerazioni:

- nel caso dell'isolamento di facciata per edifici di tipo ospedaliero, sia considerando la prestazione di base sia considerando la prestazione superiore, il limite indicato dalla norma UNI è inferiore al limite previsto dal DPCM 05.12.1997; nel caso in cui venga invece previsto un limite diverso per sottoinsiemi di ambienti con diversa destinazione d'uso (ad esempio uffici e/o laboratori), il limite del DPCM 05.12.1995 è appena inferiore al limite definito dalla prestazione superiore
- il fatto che siano identificati in modo specifico dei parametri per l'isolamento acustico tra ambienti sovrapposti e adiacenti della stessa unità immobiliare conferma la prassi di non ritenere applicabili i limiti del DPCM 05.12.1997 relativi all'indice di potere fonoisolante apparente all'interno dello stesso edificio contenente una sola unità immobiliare
- il fatto che siano identificati in modo specifico dei parametri per il livello di rumore di calpestio tra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare conferma l'ipotesi di non ritenere applicabili i limiti del DPCM 05.12.1997 relativi al livello di rumore di calpestio all'interno dello stesso edificio contenente una sola unità immobiliare
- è importante notare che non sono stati definiti valori di riferimento per il livello sonoro di calpestio fra ambienti adiacenti all'interno della stessa unità immobiliare, poiché è prassi attualmente molto diffusa realizzare solai con massetto di ripartizione continuo: per queste tipologie costruttive i dati attualmente disponibili non consentono di stabilire criteri condivisi; questo significa anche che i limiti del DPCM 05.12.1997 relativi al rumore di calpestio non sono applicabili tra ambienti adiacenti sullo stesso piano
- i valori di riferimento per il rumore degli impianti vengono corretti per il livello di rumore residuo e per il tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente: queste operazioni, che rendono il livello calcolato essenzialmente indipendente dalle caratteristiche dell'ambiente ricevente, superano una criticità intrinseca ai limiti fissati dal DPCM 05.12.1997, in cui questo approccio tecnicamente corretto spesso rimane a discrezione del tecnico: un collaudo che non consideri la correzione per il tempo di riverberazione implica che i livelli sonori misurati dipendano dalle dimensioni e dal grado di arredamento dell'ambiente ricevente; come conseguenza diretta, non è detto che i valori della norma UNI siano confrontabili con i limiti del DPCM 05.12.1997



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### **3 MICROBIOLOGIA - DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO**

Nell'area resa disponibile con il trasferimento del Day Hospital Medico Oncologico (blocco B1 - piano primo) verso il nuovo servizio centralizzato, verranno trasferite funzioni laboratoristiche ad essa complementari quali il Laboratorio di Microbiologia, oggi dislocato in prossimità del Pronto Soccorso, e le attività laboratoristiche del Centro Trasfusionale.

Verrà così realizzata nella struttura un'unica area dedicata alle attività di laboratorio integrate, con il conseguente miglior impiego delle risorse strumentali e di personale ad esse dedicate.

Nella nuova area laboratoristica integrata è prevista la concentrazione di tutta l'attività di analisi di chimica clinica e di microbiologia necessaria all'assolvimento della domanda derivante dai quattro stabilimenti aziendali e dall'utenza ambulatoriale dell'intera area provinciale servita.

L'intervento è subordinato al trasferimento del Day Hospital Medico Oncologico.

#### **3.1 Componenti edilizie**

##### **3.1.1 Pareti esterne con controparete interna**

In corrispondenza delle murature esterne esistenti, già dotate di cappotto esterno in polistirene, verranno realizzate delle contropareti in cartongesso.

Le contropareti avranno uno spessore complessivo di 7.5 cm, con orditura metallica singola da 5 cm e rivestimento realizzato con un doppio strato di lastre in gesso rivestito, dello spessore di 1.25 cm ciascuna.

Nell'intercapedine verrà inserito un singolo materassino di lana minerale dello spessore di 4 cm e densità indicativa di 50 kg/m<sup>3</sup>.

Dato che i serramenti esterni non saranno oggetto di intervento, questa informazione è riportata solo per completezza, ma non ha alcuna ricaduta dal punto di vista acustico: il miglioramento dell'isolamento acustico delle parti cieche di fatto non altera le prestazioni di isolamento di facciata, che sono determinate dai serramenti.

##### **3.1.2 Pareti divisorie interne**

###### Pareti divisorie principali

Tutte le principali partizioni interne saranno costruite con pareti ad orditura metallica singola da 7.5 cm e rivestimento realizzato con un doppio strato di lastre in gesso rivestito, dello spessore di 1.25 cm ciascuna; dove necessario, le lastre esterne potranno essere sostituite da lastre in classe A1 di reazione al fuoco.

Nell'intercapedine verrà inserito un materassino di lana minerale dello spessore di 60 mm e densità indicativa di 50 kg/m<sup>3</sup>.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### **3.1.3 Solaio a pavimento**

Il solaio a pavimento sarà riportato allo stato grezzo, di fatto caratterizzato dal solo solaio base in laterocemento 20+5, per poi essere nuovamente completato con uno strato di alleggerito, uno strato resiliente anticalpestio, un massetto sottopavimento e il pavimento in pvc o gres.

### **3.1.4 Controsoffitti**

Le tipologie di controsoffitto previste all'interno del reparto sono:

- controsoffitto metallico a doghe (nei connettivi)
- controsoffitto a pannelli in cartongesso (in un connettivo)
- controsoffitto a lastre in cartongesso (idrorepellenti dove necessario)

in particolare, questa soluzione consentirà un significativo incremento dell'isolamento acustico del solaio soprastante, con un notevole miglioramento rispetto allo stato di fatto

### **3.1.5 Finitura pavimenti e rivestimenti**

Per quanto riguarda i pavimenti, essi sono previsti in gres (locali di servizio e locali tecnici) e in pvc a teli auto posante, che prevede anche la realizzazione di una sguscia di 20 cm, per facilitare le operazioni di pulizia.

### **3.1.6 Serramenti esterni**

I serramenti esterni non saranno oggetto di intervento.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### 3.2 Principali componenti impiantistiche

#### Impianto di climatizzazione

L'area sarà condizionata con impianto a tutta aria esterna alimentato da una macchina di trattamento dell'aria dedicata posta nel locale tecnico di piano.

Il funzionamento dell'UTA sarà coordinato con il funzionamento delle sei cappe di aspirazione presenti nei laboratori: l'UTA consentirà di compensare l'aria estratta dalle cappe presenti nel reparto durante il loro funzionamento.

Ogni cappa sarà dotata di condotto di estrazione realizzato in PVC con diametro 250 mm e ventilatore di estrazione con INVERTER comandato da segale 0-10V proveniente direttamente dal pannello di controllo della cappa.

L'UTA, suddivisa in due sezioni distinte sovrapposte, avrà la seguente configurazione:

#### Sezione di ripresa:

- Ventilatore di ripresa modello Plug Fan EC
- Batteria di recupero calore
- Silenziatori;

#### Sezione di mandata:

- Filtri piani classe G3 eff 80 % e a tasche classe F9 eff 95 %
- Batteria di recupero calore
- Batteria calda alimentata a 70-55 °C
- Batteria fredda alimentata con acqua a 7-12 °C
- Rampa umidificazione a vapore alimentata dalla rete vapore pulito esistente nell'Ospedale
- Separatore di gocce
- Batteria di post-riscaldamento alimentata con acqua a 70-55 °C
- Ventilatore di mandata Plug Fan EC
- Silenziatori

Il controllo della temperatura di ogni laboratorio/ambiente del reparto sarà realizzato mediante batteria di post-riscaldamento installata a canale, mentre il controllo dei differenziali di pressione fra i laboratori e il connettivo sarà realizzato mediante cassette a portata variabile motorizzate, regolate mediante differenziali di pressione installati direttamente negli ambienti.

Le VAV installate sia sui condotti di mandata sia sui condotti di aspirazione dedicati a i laboratori funzioneranno in modo coordinato con il funzionamento delle cappe.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

La regolazione delle condizioni ambientali (temperature e pressione) sarà realizzata mediante sonda ambiente e trasduttori differenziali di pressione installati in ambiente e connessi al sistema di supervisione esistente dell'Ospedale.

Il sistema di controllo consentirà a cappe spente di regolare la portata d'aria immessa ed estratta al valore minimo pari a circa 12 volumi ora. Il trasduttore differenziale di pressione regolerà l'estrazione dell'aria in modo da raggiungere i valori desiderati di differenza di pressione negativa o positiva all'interno del laboratorio rispetto agli ambienti attigui.

All'attivarsi delle cappe, le VAV installate sui condotti di aspirazione diminuiranno la quantità di aria aspirata dall'ambiente fino a chiudersi totalmente, mentre le VAV installate sui condotti di mandata consentiranno di implementare la quantità di aria immessa nel laboratorio compensando l'aria estratta dalle cappe.

In questo modo, verrà mantenuto sempre costante il differenziale di pressione impostato fra laboratori e locali attigui.

L'utilizzo delle cassette a portata variabile consente di ridurre le portate dell'aria trattate dall'impianto nelle ore notturne quando i laboratori sono inutilizzati.

Tutte le condotte di distribuzione dell'aria verranno realizzate con canali a sezione rettangolare realizzati in pannello sandwich con trattamento antibatterico.

### **Impianto di scarico**

Per la realizzazione dell'impianto di scarico verranno utilizzate tubazioni in polietilene alta densità conformi alla normativa UNI vigente.

L'allacciamento degli apparecchi sanitari avverrà nelle colonne verticali esistenti transitanti al piano oggetto di ristrutturazione.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### 3.3 Limiti cogenti e riferimenti

#### 3.3.1 Isolamento di facciata (indice $D_{2m,nT,w}$ )

L'intervento non prevede la sostituzione dei serramenti esistenti, per cui il limite di isolamento di facciata non è applicabile.

Il miglioramento dell'isolamento acustico delle parti cieche, legate all'introduzione di una controparete interna, di fatto non altera le prestazioni di isolamento di facciata, che sono determinate essenzialmente dai serramenti.

#### 3.3.2 Isolamento ai rumori aerei (indice $R'_w$ )

Un limite di riferimento potrebbe essere quello relativo all'indice di potere fonoisolante  $R'_w \geq 55$  dB, applicabile però solo tra diverse unità immobiliari: l'intera struttura ospedaliera costituisce una singola unità immobiliare, per cui il limite relativo all'isolamento ai rumori aerei non è applicabile.

Dato che comunque l'intero reparto sarà oggetto di ristrutturazione, con la realizzazione di un nuovo layout, verranno comunque analizzate le prestazioni delle nuove pareti divisorie interne, al fine di verificare che gli elementi coinvolti siano in grado di assicurare un buon comfort acustico.

Un discorso analogo vale per il solaio in laterocemento a pavimento, che sarà completato con un pavimento galleggiante (strato resiliente e massetto): non potendo intervenire in alcun modo al piano sottostante, l'obiettivo progettuale sarà quello di un miglioramento del livello di isolamento acustico rispetto alla situazione attuale, in cui non è presente lo strato resiliente.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### 3.3.3 Isolamento al rumore di calpestio (indice $L'_{n,w}$ )

Un limite di riferimento cogente potrebbe essere quello relativo all'indice di rumore di calpestio  $L'_{n,w} \leq 58$  dB indicato dal DPCM 05.12.1997.

Tuttavia, secondo la norma UNI 11367:2010, questo limite è applicabile solo tra diverse unità immobiliari, tanto da fornire un limite specifico (e diverso da quello del DPCM 05.12.1997) per il rumore di calpestio all'interno delle strutture ospedaliere: si parla infatti di 63 dB per la prestazione base e di 53 dB per la prestazione superiore.

In questo caso, quindi, dato che l'intera struttura ospedaliera costituisce una singola unità immobiliare, il limite relativo all'isolamento ai rumori di calpestio non è applicabile.

Dato che comunque l'intero reparto sarà oggetto di ristrutturazione e il solaio a pavimento sarà realizzato ex novo a partire dal solaio in laterocemento base esistente, non potendo intervenire in alcun modo al piano sottostante e non potendo modificare il solaio esistente, anche in questo caso l'obiettivo progettuale sarà quello di una riduzione del livello di rumore di calpestio rispetto alla situazione attuale, in cui non è presente uno strato resiliente.

Sempre la norma UNI 11367:2010 esclude esplicitamente che il limite sul rumore di calpestio sia applicabile tra ambienti adiacenti sullo stesso piano, in quanto la tecnologia del massetto continuo, normalmente utilizzata in questi casi, non consente di ottenere risultati certi e affidabili.

### 3.3.4 Rumore degli impianti a funzionamento discontinuo

Per quanto riguarda gli impianti a funzionamento discontinuo, un limite di riferimento potrebbe essere quello indicato dal DPCM 05.12.1997:  $L_{ASmax} \leq 35$  dBA.

Alla luce del fatto che anche in questo caso la norma UNI 11367:2010 indica che tale limite si applica solo tra unità immobiliari distinte e fornisce valori di riferimento diversi nel caso delle strutture ospedaliere, si potrebbe concludere che tale limite non è cogente.

Stabilisce anche che il livello sonoro immesso da un impianto a servizio di una camera di degenza deve essere valutato all'interno di ambienti acusticamente verificabili diversi dall'ambiente servito.

Occorre peraltro considerare che, nel caso in esame, il sistema di scarico dei nuovi bagni si innesterà direttamente sulle colonne di scarico esistenti: questo significa che non è di fatto possibile controllare o modificare il rumore generato dagli impianti negli ambienti sottostanti, in quanto esso si origina essenzialmente lungo le colonne di scarico, che non saranno modificate.

Si può pertanto concludere che il limite relativo al rumore degli impianti a funzionamento discontinuo non è applicabile.

Pur non essendo applicabile il limite di rumorosità specifico, avendo come obiettivo il comfort acustico, il rumore degli impianti a funzionamento discontinuo verrà trattato con indicazioni operative, analizzando le soluzioni tecniche che si intendono adottare e le eventuali relative criticità.





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Occorre peraltro ricordare che, in generale, non esistono metodi di calcolo efficaci e affidabili per la previsione del rumore degli impianti (soprattutto non esistono dati significativi da implementare nei modelli previsionali, estremamente complessi da utilizzare).

### **3.3.5 Rumore degli impianti a funzionamento continuo**

Per quanto riguarda gli impianti a funzionamento continuo, un limite di riferimento potrebbe essere quello indicato dal DPCM 05.12.1997:  $L_{Aeq} \leq 25$  dBA.

Alla luce del fatto che anche in questo caso la norma UNI 11367:2010 indica che tale limite si applica solo tra unità immobiliari distinte e fornisce valori di riferimento diversi nel caso delle strutture ospedaliere, si può concludere che il limite relativo al rumore degli impianti a funzionamento continuo non è applicabile.

### **3.3.6 Rumore dei sistemi di trattamento aria**

Occorre considerare che il rumore generato dalle bocchette di immissione e di aspirazione dell'aria all'interno degli ambienti non è riconducibile al rumore degli impianti disciplinato dal DPCM 05.12.1997 e dalla norma UNI 11367.

Questo assunto è confermato dal fatto che esistono norme specifiche che disciplinano il rumore degli impianti di trattamento aria (ad esempio la UNI 8199) e che suggeriscono livelli di riferimento diversi in funzione della destinazione d'uso dell'ambiente.

Anche in questo caso, non vi sono indicazioni cogenti, ma si è comunque proceduto con indicazioni operative per l'inserimento di sistemi di contenimento del rumore in corrispondenza dei passaggi più critici, compatibilmente con i vincoli e le condizioni esistenti.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

**4 MICROBIOLOGIA - MATERIALI E PRESTAZIONI ACUSTICHE**

I materiali utilizzati e le soluzioni costruttive sono stati indicati dal Progettista.

Ogni tipo di materiale o componente utilizzato è stato caratterizzato, ovunque possibile, facendo riferimento a dati forniti dai Produttori; negli altri casi si è fatto ricorso alle formule previsionali più opportune.

Nelle Tabelle seguenti si riporta un elenco riassuntivo dei materiali e dei componenti utilizzati, descritti in dettaglio ai paragrafi successivi.

Struttura	Descrizione	Massa superf. strato base [kg/m <sup>2</sup> ]	R <sub>w</sub> - base [dB]	ΔR <sub>w</sub> strato aggiuntivo [dB]	R <sub>w</sub> [dB] - complessivo	Note		
M1	Parete esterna	Muratura esistente in laterizio con controparete interna in lana di roccia e cartongesso	174	43	17	60	da legge di massa UNI EN 12354-1 per pareti semplici in laterizio; - 1 dB per cappotto in EPS incremento indice per strato aggiuntivo secondo UNI EN 12354-1; troncato all'unità	
M11	Pareti divisorie interne in cartongesso	Parete leggera su orditura metallica spessore 7.5 cm, con doppia lastra di cartongesso da 1.25 cm su ambo i lati	38	54		54	da dati Knauf per pareti W112 con stessa stratigrafia	
M12	Parete locale tecnico UTA	Struttura in Gasbeton 500 con doppia controparete con lana di roccia e doppia lastra di cartongesso su entrambi i lati	87	40	18	18	67	estratto dalle Raccomandazioni Tecniche EAACA "European Autoclaved Concrete Association" incremento indice per strato aggiuntivo secondo UNI EN 12354-1; troncato all'unità incremento indice per strato aggiuntivo secondo UNI EN 12354-1; troncato all'unità

Tabella 4-1 - Materiali e componenti - partizioni verticali

Elemento	Descrizione	s' di progetto [MN/m <sup>3</sup> ]	Note
STR-RES	Strato resiliente per pavimento galleggiante	≤ 15	Valore di riferimento del parametro; possibile la scelta di materiali con valori analoghi o inferiori Resistenza a compressione sufficiente a sopportare senza problemi il carico del massetto Prove secondo UNI EN 12431 (comprimibilità) e UNI EN 1606 (creep)

Tabella 4-2 - Materiali e componenti - strato resiliente per pavimento galleggiante



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

Struttura	Descrizione	Massa superficiale strato base [kg/m <sup>2</sup> ]	R <sub>w</sub> - base [dB]	ΔR <sub>w</sub> strato aggiuntivo [dB]	R <sub>w</sub> [dB] - complessivo	Note
P1	Pavimento con pvc o gres	Solaio in laterocemento 20+5 con pavimento galleggiante	324	49	61	da formule previsionali specifiche per solai in laterocemento; troncato all'unità; OK - cautelativo
				12		da formule previsionali UNI EN 12354-1:2017

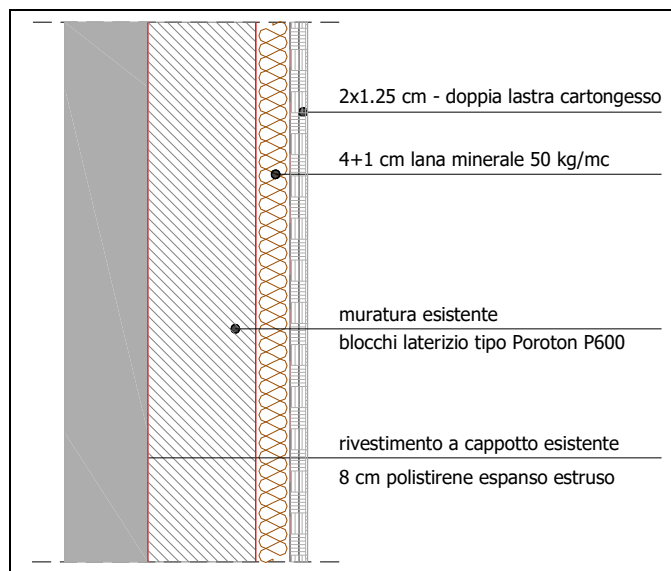
Tabella 4-3 - Materiali e componenti - partizioni orizzontali - isolamento ai rumori aerei

Struttura	Descrizione	Massa superficiale strato base [kg/m <sup>2</sup> ]	L <sub>n,w</sub> - base [dB]	ΔL <sub>n,w</sub> pav. gall. [dB]	L <sub>n,w</sub> [dB] - complessivo	Note
P1	Pavimento con pvc o gres	Solaio in laterocemento 20+5 con pavimento galleggiante	324	85	56	da formule previsionali specifiche per solai in laterocemento; arrotondato all'unità successiva; OK - cautelativo
				29		da formule previsionali UNI EN 12354-2; troncato all'unità

Tabella 4-4 - Materiali e componenti - partizioni orizzontali - livello di rumore di calpestio

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**4.1 M1 - Partizione verticale esterna**



**M1 Parete esterna**

**M1 Struttura base**

Descrizione	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
Intonaco plastico per cappotto	0.5	1500	
Cappotto in EPS	8.0	30	
Muratura esistente (blocchi foratura 55%)	25.0		174.2
<b>TOTALE</b>	<b>33.5</b>		<b>174</b>
<b>R<sub>w</sub> [dB] - indice potere fonoisolante strato base (minimo)</b>			<b>43</b>

da legge di massa UNI EN 12354-1 per pareti semplici in laterizio; - 1 dB per cappotto in EPS

**M1 Controparete interna**

Descrizione	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
Lana minerale + aria	5.0	50	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5
<b>TOTALE</b>	<b>7.5</b>		<b>19.0</b>

**ΔR<sub>w</sub> controparete**

Spessore intercapedine	0.050	m
f <sub>0</sub> - frequenza di risonanza	57.6	Hz
<b>ΔR<sub>w</sub> [dB] - incremento indice potere fonoisolante</b>		<b>17</b>

incremento indice per strato addizionale secondo UNI EN 12354-1; troncato all'unità

**M1 Struttura completa**

<b>R<sub>w</sub> [dB] - indice potere fonoisolante complessivo</b>	<b>60</b>
--	-----------



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Si tratta della struttura cieca principale presente nelle partizioni di facciata.

Cautelativamente, non è stata considerata la presenza dei pilastri in c.a., che forniscono livelli di isolamento acustico superiori a quelli della struttura M1.

Nel caso della struttura base, l'indice del potere fonoisolante è stato ottenuto applicando la legge di massa suggerita dalla norme UNI EN 12354-1 per pareti semplici in laterizio e troncando il risultato ottenuto all'unità e riducendolo di 1 dB per la presenza del cappotto in EPS.

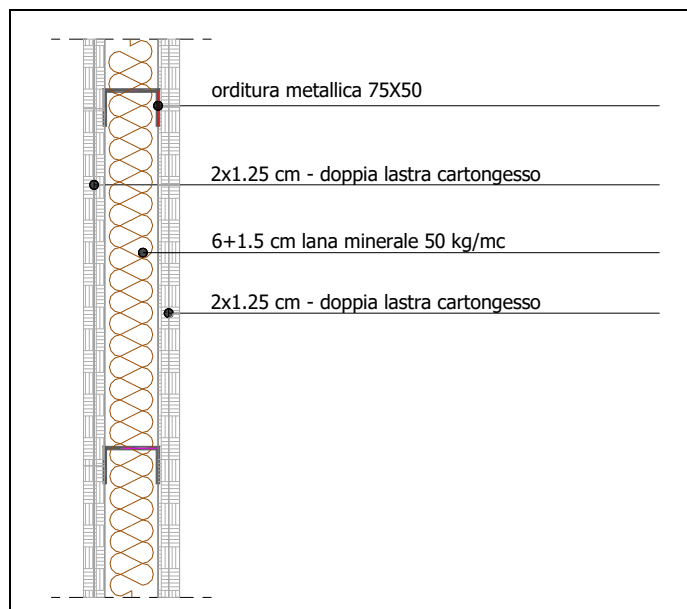
La tipologia di blocchi in laterizio non è nota con precisione: cautelativamente sono stati considerati blocchi da tamponamento con foratura 55% e 1 cm di malta sui giunti verticali e orizzontali.

L'incremento dell'indice di potere fonoisolante per la presenza della controparete interna è stato calcolato secondo le indicazioni della norma UNI EN 12354-1 e troncando all'unità il risultato ottenuto.

Dato che i serramenti esterni non saranno oggetto di intervento, questa informazione è riportata solo per completezza, ma non ha alcuna ricaduta dal punto di vista acustico: il miglioramento dell'isolamento acustico delle parti cieche di fatto non altera le prestazioni di isolamento di facciata, che sono determinate dai serramenti.

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

#### 4.2 M11 - Partizione verticale interna tipo



M11		Pareti divisorie interne in cartongesso		
	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
Lana minerale + aria	7.5	50		
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
<b>TOTALE</b>	<b>12.5</b>		<b>38</b>	

<b>R<sub>w</sub> [dB] - indice potere fonoisolante</b>	<b>54</b>
--	-----------

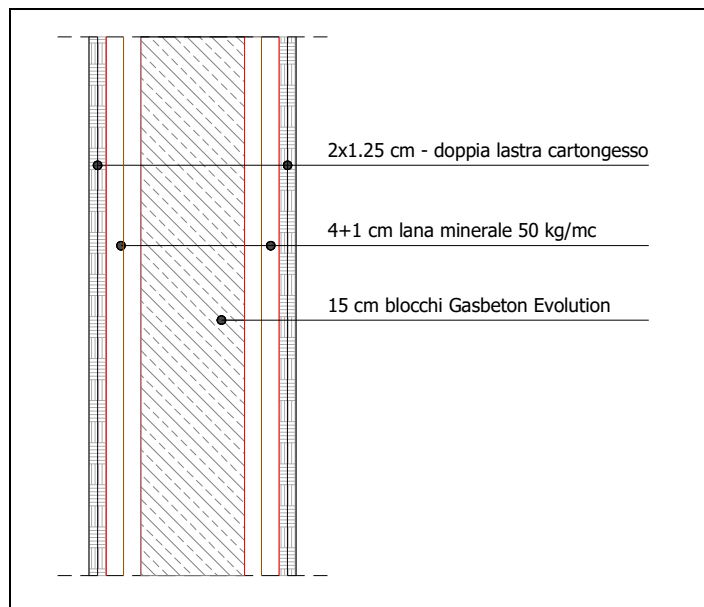
da dati Knauf per pareti W112 con stessa stratigrafia

Si tratta della struttura di separazione tipo tra ambienti interni; può essere o meno fornita di lastre con elevata resistenza al fuoco a seconda delle necessità.

La stima dell'indice di potere fonoisolante, relativamente elevato, è stata eseguita a partire da dati pubblicati da Knauf per una parete del tutto simile.

AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**4.3 M12 - Partizione verticale interna tra locale UTA e ambienti Microbiologia - con gasbeton**



<b>M12</b>		<b>Parete locale tecnico UTA</b>	
Descrizione	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
Intonaco	1	600	6
Blocchi Gasbeton EVOLUTION	15	500	75
Intonaco	1	600	6
<b>TOTALE</b>	<b>15.0</b>		<b>87</b>
<b>R<sub>w</sub> [dB] - indice potere fonoisolante strato base (minimo)</b>			<b>40</b>

estratto dalle Raccomandazioni Tecniche EAACA "European Autoclaved Concrete Association"

Nel caso della struttura base, l'indice del potere fonoisolante è stato ottenuto applicando la legge di massa suggerita dalle Raccomandazioni Tecniche EAACA "European Autoclaved Concrete Association" per pareti con massa superficiale inferiore a 150 kg/m<sup>2</sup>) e troncando il risultato ottenuto all'unità.





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

L'incremento dell'indice di potere fonoisolante per la presenza della due contropareti sui due lati è stato calcolato secondo le indicazioni della norma UNI EN 12354-1, troncando all'unità il risultato ottenuto.

M12		Prima controparete	
Descrizione	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
Lana minerale e aria	5.0	20	
Lastra in cartongesso	1.25	760	9.5
Lastra in cartongesso	1.25	760	9.5
<b>TOTALE</b>	<b>7.5</b>		<b>19.0</b>
$\Delta R_w$ controparete			
Spessore intercapedine		0.050	m
$f_0$ - frequenza di risonanza		60.4	Hz
<b><math>\Delta R_w</math> [dB] - incremento indice potere fonoisolante</b>			<b>18</b>
incremento indice per strato aggiuntivo secondo UNI EN 12354-1; troncato all'unità			

M12		Seconda controparete	
Descrizione	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
Lana minerale e aria	5.0	20	
Lastra in cartongesso	1.25	760	9.5
Lastra in cartongesso	1.25	760	9.5
<b>TOTALE</b>	<b>7.5</b>		<b>19.0</b>
$\Delta R_w$ controparete			
Spessore intercapedine		0.050	m
$f_0$ - frequenza di risonanza		60.4	Hz
<b><math>\Delta R_w</math> [dB] - incremento indice potere fonoisolante</b>			<b>18</b>
incremento indice per strato aggiuntivo secondo UNI EN 12354-1; troncato all'unità			

L'indice di potere fonoisolante complessivo è stato calcolato a partire dall'indice di potere fonoisolante della struttura base, considerando l'intero contributo della prima controparete e solo metà del contributo della seconda controparete.

M12	Struttura completa
<b><math>R_w</math> [dB] - indice potere fonoisolante complessivo</b>	<b>67</b>

Il nucleo centrale in muratura e la doppia lastra in cartongesso su entrambi i lati forniscono un incremento, per quanto possibile visti gli spessori limitati, delle prestazioni di isolamento acustico alle basse frequenze.

Occorre peraltro sottolineare che il locale UTA della Microbiologia confina, sullo stesso piano, solo con locali di servizio.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

#### 4.4 Strato resiliente

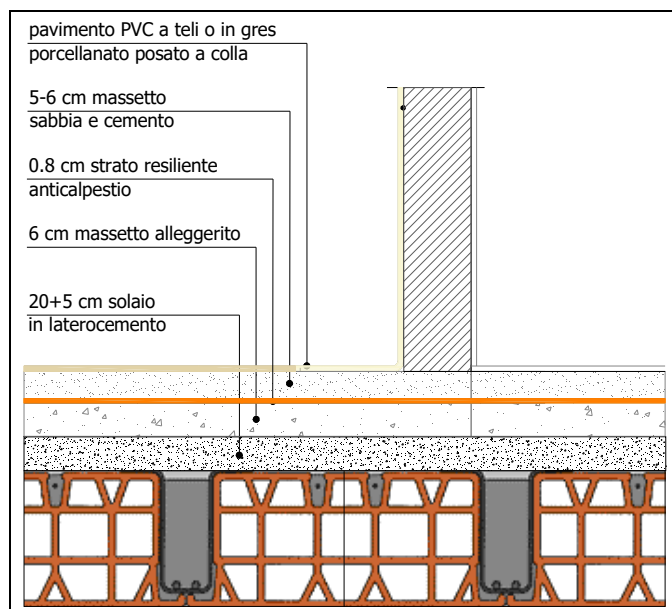
In funzione del miglioramento sia dell'isolamento acustico ai rumori aerei sia soprattutto del livello di rumore di calpestio del solaio interpiano, si è previsto uno strato resiliente per la realizzazione del pavimento galleggiante.

Di seguito vengono riportati i dati di riferimento dello strato resiliente da utilizzare:

STR-RES		Strato resiliente per pavimento galleggiante	
spessore nominale	8-10	mm	
<b>s' - rigidità dinamica di riferimento</b>	<b>≤ 15</b>	<b>MN/m<sup>3</sup></b>	
Valore di riferimento del parametro; possibile la scelta di materiali con valori analoghi o inferiori			
Resistenza a compressione sufficiente a sopportare senza problemi il carico del massetto			
Prove secondo UNI EN 12431 (comprimibilità) e UNI EN 1606 (creep)			

Il valore di rigidità dinamica sopra indicato costituisce un parametro di progetto ed è quello utilizzato nei calcoli previsionali.

È possibile la scelta di un materiale con caratteristiche di rigidità dinamica uguali o inferiori, a patto che sia in grado di rispettare anche le altre caratteristiche richieste.

AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO****4.5 P1 - Solaio in laterocemento con pavimento in pvc o gres**

P1		Pavimento con pvc o gres		
Struttura base				
Elemento	Spessore [cm]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	
Intonaco	1.5	1500		
Solaio in laterocemento	20.0		300	
Soletta resistente in calcestruzzo	5.0			
Alleggerito	6.0	400	24	
<b>TOTALE STRUTTURA BASE</b>	<b>32.5</b>		<b>324</b>	
Pavimento galleggiante				
Elemento	Spessore [cm]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	
<b>STRATO RESILIENTE</b>	0.8			
Sottofondo sabbia-cemento	5.0	1800	90	
Pavimento in pvc o gres	1.0			
<b>TOTALE PAV. GALL.</b>	<b>6.8</b>		<b>90</b>	

Si tratta del solaio in laterocemento a pavimento.

Le uniche differenze nelle varie zone dell'area di intervento sono legate alla finitura superficiale, che può essere in pvc o in gres (non considerati nei calcoli).



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

#### 4.5.1 P1 - Stima dell'indice di potere fonoisolante

P1		Stima dell'indice di potere fonoisolante $R_w$	
STRUTTURA BASE	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	324	
<b><math>R_w</math> [dB] - indice potere fonoisolante struttura base</b>		<b>52</b>	
da formule previsionali UNI EN 12354-1 per solai omogenei; troncato all'unità			
<b><math>R_w</math> [dB] - indice potere fonoisolante struttura base</b>		<b>49</b>	
da formule previsionali specifiche per solai in laterocemento; troncato all'unità; OK - cautelativo			
<b><math>\Delta R_w</math> pavimento galleggiante</b>			
<b>Rigidità dinamica strato resiliente tipo</b>	<b>15</b>	<b>MN/m<sup>3</sup></b>	
$m'_1$ - massa superficiale solaio base	324	kg/m <sup>2</sup>	
$m'_2$ - massa superficiale pavim. gallegg.	90	kg/m <sup>2</sup>	
$f_0$ - frequenza di risonanza	74	Hz	
<b><math>\Delta R_w</math> [dB] - incremento indice potere fonoisolante pav. gall.</b>		<b>12</b>	
da formule previsionali UNI EN 12354-1:2017			
<b><math>R_w</math> [dB] - indice potere fonoisolante complessivo</b>		<b>61</b>	
da formule previsionali specifiche per solai in laterocemento; OK - cautelativo			

La presenza delle pignatte in laterizio all'interno del solaio in laterocemento altera il comportamento della struttura, che di fatto non è assimilabile a un solaio omogeneo: esistono formule previsionali specifiche per questo tipo di solaio, che forniscono stime migliori per l'indice di potere fonoisolante apparente rispetto a quelle ottenibili utilizzando le formule previsionali della norma UNI EN 12354-1 (si tratta comunque di stime più cautelative rispetto a quelle ottenibili applicando semplicemente le indicazioni delle norme).

Il pavimento galleggiante al di sopra dello strato resiliente si comporta come uno strato addizionale e l'intero pacchetto implica un incremento dell'indice di potere fonoisolante, che è stato calcolato secondo le indicazioni della norma UNI EN 12354-1, troncando cautelativamente all'unità il valore stimato.

Un elevato indice di potere fonoisolante della struttura e in particolare la presenza del pavimento galleggiante migliora in generale il comfort acustico all'interno degli ambienti interessati e soprattutto negli ambienti sottostanti.



AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
PROGETTO ESECUTIVO

4.5.2 P1 - Stima dell'indice di rumore di calpestio

P1		Stima dell'indice di livello di rumore di calpestio $L_{n,w}$
STRUTTURA BASE	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	324
$L_{n,w}$ [dB] - indice rumore calpestio solaio nudo		77
da formule previsionali UNI EN 12354-2 per solai omogenei; arrotondato all'unità successiva		
$L_{n,w}$ [dB] - indice rumore calpestio solaio nudo		85
da formule previsionali specifiche per solai in laterocemento; arrotondato all'unità successiva; OK - cautelativo		
<b><math>\Delta L_w</math> pavimento galleggiante</b>		
Rigidità dinamica strato resiliente tipo	15	MN/m <sup>3</sup>
m <sub>2</sub> - massa superficiale pavim. gallegg.	90	kg/m <sup>2</sup>
f <sub>0</sub> - frequenza di risonanza del pavimento	65	Hz
$\Delta L_w$ [dB] - stima decremento indice rumore calpestio - pav. gall.		29
da formule previsionali UNI EN 12354-2; troncato all'unità		
$L_{n,w}$ [dB] - indice rumore di calpestio struttura completa		56
da formule previsionali specifiche per solai in laterocemento; arrotondato all'unità successiva		

La presenza delle pignatte in laterizio all'interno del solaio in laterocemento altera il comportamento della struttura, che di fatto non è assimilabile a un solaio omogeneo: anche in questo caso, esistono formule previsionali specifiche per questo tipo di solaio, che forniscono stime migliori per l'indice di livello di rumore di calpestio rispetto a quelle ottenibili utilizzando le formule previsionali della norma UNI EN 12354-2 (si tratta comunque di stime più cautelative rispetto a quelle ottenibili applicando semplicemente le indicazioni delle norme).

Il pavimento galleggiante al di sopra dello strato resiliente si comporta come uno strato addizionale e l'intero pacchetto implica una riduzione dell'indice di livello di rumore di calpestio: tale riduzione è stata calcolata secondo le indicazioni della norma UNI EN 12354-2, troncando cautelativamente all'unità il valore stimato.

Un ridotto livello di rumore di calpestio della struttura, ottenuto con l'introduzione del pavimento galleggiante, migliora in generale il comfort acustico all'interno degli ambienti interessati e in particolare limita la trasmissione del rumore da impatto verso i piani inferiori (e anche superiori).



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## 5 MICROBIOLOGIA - VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE ATTESE

### 5.1 Indice di valutazione dell'isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$

L'intervento non prevede la sostituzione dei serramenti esistenti, per cui il limite di isolamento di facciata non è applicabile.

Il miglioramento dell'isolamento acustico delle parti cieche, legate all'introduzione di una controparete interna e identificate come struttura M1 per completezza di informazione, di fatto non altera le prestazioni di isolamento di facciata, che sono determinate essenzialmente dai serramenti.

### 5.2 Indice di valutazione dell'isolamento ai rumori aerei $R'_w$

#### Limiti di riferimento

Dal punto di vista legislativo, non esistono limiti di riferimento applicabili, in quanto l'intero edificio costituisce una singola unità immobiliare e il DPCM 05.12.1997 stabilisce in modo esplicito che i limiti di riferimento per il parametro  $R_w$  "sono riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari".

Ciononostante, l'isolamento ai rumori aerei rimane un elemento importante per il comfort acustico anche all'interno di un reparto ospedaliero: per questo motivo, nel seguito verranno esaminate le prestazioni acustiche di isolamento ai rumori aerei relative a situazioni specifiche.

#### Considerazioni sui livelli di isolamento delle partizioni verticali interne

Dal punto di vista del comfort, nel caso di una struttura ospedaliera, l'effettivo isolamento acustico tra ambienti sullo stesso piano dipende da una molteplicità di fattori:

- indice di potere fonoisolante delle partizione di separazione (in questo caso M11, struttura in cartongesso su orditura metallica, con indice di potere fonoisolante  $R_w = 54$  dB)
- presenza di controsoffitti e contropareti (che tendono a limitare le trasmissioni laterali e quindi a mantenere elevato l'effettivo isolamento acustico ottenibili)
- ponti acustici attraverso gli impianti aeraulici (che spesso, a causa del canale di distribuzione centralizzato nel corridoio, sono gli elementi che determinano l'effettivo isolamento acustico tra ambienti sullo stesso piano)
- ponti acustici attraverso le porte (spesso aperte, in particolare nelle degenze, per esigenze di controllo ed assistenza) e il corridoio



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Sulla base delle considerazioni precedenti è possibile stabilire che i livelli di isolamento acustico tra ambienti sullo stesso piano dipendono soprattutto dai ponti acustici attraverso i sistemi impiantistici e il corridoio comune.

Le sole pareti di separazione tipo M11 forniscono livelli di isolamento teoricamente molto elevati e quindi costituiscono la scelta migliore per la massimizzazione del comfort acustico, per quanto possibile in funzione dei vincoli al contorno.

Occorre peraltro sottolineare che è prevista l'introduzione di un controsoffitto continuo a lastre di cartongesso in corrispondenza della quasi totalità dell'area trattata (solo i connettivi prevedono un controsoffitto a doghe metalliche): questa soluzione, rispetto allo stato di fatto, consentirà un significativo incremento dell'isolamento acustico delle pareti di separazione sullo stesso piano.

### **Considerazioni sui livelli di isolamento delle partizioni orizzontali interne**

L'intervento riguarda il solo solaio a pavimento: l'introduzione del pavimento galleggiante anche in questo caso tende comunque a incrementare il comfort acustico dell'intera struttura.

Occorre peraltro sottolineare che è prevista l'introduzione di un controsoffitto continuo a lastre di cartongesso in corrispondenza della quasi totalità dell'area trattata (solo i connettivi prevedono un controsoffitto a doghe metalliche): questa soluzione, rispetto allo stato di fatto, consentirà un significativo incremento dell'isolamento acustico del solaio soprastante.

## **5.3 Indice di livello di rumore di calpestio $L'_{n,w}$**

### **5.3.1 Limiti di riferimento**

Sulla base dell'interpretazione autorevole della norma UNI 11367, non esistono partizioni di progetto per cui sia applicabile questo limite di riferimento: l'intervento avverrà all'interno di una singola unità immobiliare.

Tuttavia, la stessa norma indica valori di riferimento diversi da quelli del DPCM 05.12.1997 all'interno di una struttura ospedaliera, il che lascia intendere che occorra comunque perseguire un certo livello di comfort acustico: per questo motivo, è stata adottata la soluzione del pavimento galleggiante anche per il solaio a pavimento P1, nonostante non insista su altri ambienti di vita.

### **5.3.2 Considerazioni sui livelli di rumore di calpestio del solaio a pavimento**

L'intervento riguarda il solo solaio a pavimento: L'introduzione del pavimento galleggiante ha consentito un notevole miglioramento del livello di rumore di calpestio rispetto allo stato di fatto, con l'ottenimento di un livello teorico  $L_{n,w} = 56$  dB della struttura: si tratta in ogni caso di un





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

miglioramento significativo rispetto alla situazione esistente, in cui non è presente lo strato resiliente.

Si tratta anche di un livello sicuramente accettabile anche dal punto di vista del comfort acustico, anche in considerazione del fatto che il solaio di base in laterocemento non può essere modificato e non possono essere eseguiti interventi sugli ambienti al piano sottostante.

Occorre anche considerare che la trasmissione del rumore di calpestio verso i locali soprastanti fornisce in generale livelli ampiamente inferiori negli ambienti riceventi.

#### **5.4 Rumore degli impianti a funzionamento discontinuo**

Nell'analisi iniziale, si è concluso che il limite relativo al rumore degli impianti a funzionamento discontinuo non è applicabile.

Nel caso specifico, gli unici impianti a funzionamento discontinuo sono costituiti dagli impianti meccanici, con particolare riferimento agli scarichi.

Occorre peraltro anche considerare che il sistema di scarico dei nuovi bagni si innesterà direttamente sulle colonne di scarico esistenti: questo significa che non è di fatto possibile controllare o modificare il rumore generato dagli impianti, in quanto esso si origina essenzialmente lungo le colonne di scarico, che non saranno modificate.

Pur non essendo applicabile il limite di rumorosità specifico, avendo come obiettivo il comfort acustico, il rumore degli impianti a funzionamento discontinuo è stato trattato nel paragrafo dedicato con indicazioni operative.

#### **5.5 Rumore degli impianti a funzionamento continuo**

Nell'analisi iniziale, si è concluso che il limite relativo al rumore degli impianti a funzionamento continuo non è applicabile.

Gli unici impianti a funzionamento continuo che possono introdurre un livello di rumore significativo sono costituiti dagli impianti di trattamento aria collegati alle nuove UTA: le tematiche collegate sono trattate nel paragrafo dedicato con indicazioni operative generali e con l'indicazione di accorgimenti costruttivi specifici per il reparto di Microbiologia.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## **6 MICROBIOLOGIA - INDICAZIONI PER IL CONTENIMENTO DEL RUMORE DELLE UTA**

Gli impianti deputati al trattamento aria previsti nel contesto del progetto di ristrutturazione del reparto Microbiologia dell'Ospedale di Lodi sono di due tipologie:

- n. 1 unità trattamento aria (UTA), che sarà collocata in un locale tecnico adiacente al reparto stesso e che sarà a servizio di tutti i laboratori e dell'ufficio Segreteria e Refertazione
- n. 1 recuperatore per il trattamento aria dei soli studi medici

La relativa vicinanza dell'UTA ai locali serviti e la portata "importante" dovuta anche al contributo delle cappe a servizio dei laboratori potrebbero implicare la generazione di livelli di rumorosità elevati, che devono quindi essere ridotti e/o contenuti con opportuni interventi, al fine di una confortevole fruibilità di tali ambienti (anche se per la maggior parte dedicati ad ambienti di lavoro quali uffici e laboratori).

L'approccio adottato prevede l'identificazione dei principali percorsi di propagazione del rumore, al fine di fornire delle indicazioni operative per il contenimento della trasmissione dei livelli sonori attraverso:

- i condotti alloggiati nei controsoffitti e i controsoffitti stessi
- le bocchette di aerazione (sia di mandata sia di ripresa)
- le partizioni di confine tra locale tecnico e ambienti adiacenti
- eventuali vibrazioni strutturali

Di seguito verranno pertanto riportate delle indicazioni generali per il contenimento del rumore generato dalle UTA: si tratta di indicazioni direttamente collegate alla messa in opera e alle modalità di installazione delle macchine.

Successivamente, verranno invece descritte le specifiche azioni di contenimento del rumore generato dalle UTA verso gli ambienti interni del reparto Microbiologia.

Tutte le strategie indicate saranno finalizzate all'ottimizzazione del comfort acustico tenendo però in considerazione la prioritaria necessità di garantire il corretto ricambio d'aria negli ambienti in depressione.

Per quanto riguarda il recuperatore, si tratta di una macchina esplicitamente pensata per gli ambienti interni: non si ritiene quindi necessario approfondire aspetti acustici né prevedere interventi di abbattimento/contenimento del rumore da esso generato, anche in considerazione del fatto che la macchina è comunque alloggiata nello stesso vano tecnico dell'UTA, per il quale sono indicati gli opportuni accorgimenti da adottare.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## **6.1 Indicazioni generali**

### **6.1.1 Indicazioni per la minimizzazione dei livelli sonori**

Vi sono alcuni accorgimenti che consentono di minimizzare i livelli sonori generati dalle UTA e dai sistemi collegati: le indicazioni qui riportate sono di natura sia progettuale sia operativa e potranno essere calibrate con più accuratezza in fase di messa in opera.

Per minimizzare i livelli sonori immessi nei controsoffitti e negli ambienti interni occorre:

- scegliere le UTA in modo da minimizzare la rumorosità generata dai ventilatori
- utilizzare sistemi di disgiunzione tra le UTA e i canali, per limitare la trasmissione di vibrazioni sull'impianto e a valle di questo
- inserire silenziatori sia sui canali di mandata sia sui canali di ripresa, il più vicino possibile alle sorgenti di rumore (ventilatori), ma cercando di evitare, per quanto possibile, di lasciare tratti di canale a valle dei silenziatori esposti alla rumorosità dei locali macchina
- nel caso, coibentare i canali in modo da minimizzare il fenomeno di break in, ossia il rumore che dal locale tecnico passa all'interno dei canali stessi
- inserire materiale fonoassorbente all'interno dei locali tecnici, dei cavedi e in generale in tutti i volumi confinati, al fine di ridurre l'amplificazione per riverberazione del rumore ivi generato
- dimensionare i canali in modo da avere velocità dell'aria quanto più basse possibile
- utilizzare canali a sezione quadrata o rettangolare, che attenuano i livelli sonori interni in modo più efficace rispetto ai canali a sezione circolare
- garantire un flusso d'aria il più uniforme possibile, evitando brusche variazioni di direzione
- utilizzare canali dotati di elevata attenuazione del livello di rumore
- fissare i canali ai solai con sistemi antivibranti
- utilizzare plenum silenziati
- utilizzare dispositivi terminali di diffusione a bassa rumorosità



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### **6.1.2 Rumore generato dalle Unità di Trattamento Aria**

L'operazione fondamentale di una UTA è quella di prelevare aria dall'ambiente interno, raffreddarla o riscaldarla (eventualmente miscelandola con aria esterna) e re-immeterla nell'ambiente interno dopo il trattamento.

Le operazioni di estrazione e di immissione dell'aria negli ambienti interni sono controllate dai ventilatori delle macchine, quello di mandata per l'immissione e quello di ripresa per l'estrazione.

I ventilatori sono tipiche sorgenti sonore, la cui potenza dipende da vari parametri, tra cui la velocità dell'aria, il numero di pale, la potenza elettrica del sistema, il tipo di ventilatore, la velocità di rotazione, ...

Il rumore generato dai ventilatori viene immesso nelle canalizzazioni e trasmesso agli ambienti interni.

La propagazione e la generazione del rumore all'interno delle canalizzazioni è un fenomeno complesso, che dipende in prima approssimazione:

- dalla presenza di silenziatori
- dalla velocità dell'aria
- dalle variazioni di sezione dei canali
- dalle variazioni di direzione
- dalle suddivisioni delle portate
- dai sistemi di controllo interni ai canali (serrande tagliafuoco, alette deflettrici, ...)
- dagli effetti di riflessione prima dell'immissione nell'ambiente

Appare immediatamente chiaro che la soluzione più efficace per il contenimento dei livelli sonori è l'identificazione di UTA con livelli di emissione sonora il più contenuti possibili: questo significa in particolare utilizzare ventilatori con livelli di rumorosità moderata.

Questo approccio potrebbe essere perseguito con la scelta e la definizione in fase di acquisto di macchine già dotate di silenziatore inglobato (compatibilmente con gli spazi disponibili) o intrinsecamente più efficienti, quindi meno rumorose.

Una scelta di questo tipo permetterebbe di ridurre al massimo le emissioni sonore dalle bocche di mandata e ripresa e, di conseguenza, di ridurre sia i livelli sonori all'interno dei locali tecnici sia i livelli sonori trasmessi nei canali.

In generale, se non è possibile prevedere macchine con silenziatori interni, risulta necessario prevedere la presenza di silenziatori esterni.

## 6.2 Indicazioni specifiche per le macchine e le canalizzazioni

### 6.2.1 Isolamento della struttura di supporto dalle vibrazioni

Le Unità di Trattamento Aria, oltre a generare rumore direttamente, sono anche all'origine di livelli di vibrazione potenzialmente molto elevati, che possono essere facilmente trasmessi alle strutture e all'intero edificio.

Per questo motivo, le UTA dovranno essere adeguatamente ammortizzate (ad esempio mediante l'utilizzo di giunti antivibranti sui fissaggi dei ventilatori).

Inoltre, le macchine dovranno essere adeguatamente ammortizzate nei confronti della struttura di supporto.

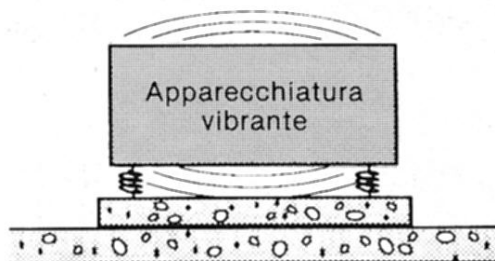


Figura 6-1: Schematizzazione sistema antivibrante

Tutti i sistemi antivibranti devono essere progettati e dimensionati per ridurre al minimo le vibrazioni trasmesse al solaio di appoggio dalla specifica macchina che sarà utilizzata, sulla base della massa e della frequenza naturale di funzionamento.

Esistono fornitori di specifici supporti antivibranti in grado di progettare tali supporti per ridurre al minimo la frequenza di taglio, che generalmente, come dato di progetto, viene fissata come minore di 10 Hz (anche se valori fino a 20 Hz sono in generale accettabili): questa situazione di fatto impedisce la trasmissione delle componenti vibrazionali che possono essere all'origine di rumore strutturale.

Sempre in generale, non è detto che i sistemi antivibranti direttamente forniti con le macchine e le apparecchiature siano in grado di garantire prestazioni sufficienti in relazione al controllo delle vibrazioni.

### 6.2.2 Isolamento delle canalizzazioni e dei sistemi collegati dalle vibrazioni

Le vibrazioni generate dalle UTA possono propagarsi anche attraverso le tubazioni e le canalizzazioni di collegamento: se tali elementi sono fissati in modo rigido alla macchina, le vibrazioni generate durante il funzionamento si trasmettono a tali elementi e quindi all'intero edificio.

In generale occorre quindi isolare le tubazioni e le canalizzazioni di collegamento dal corpo macchina, interponendo specifici elementi di disaccoppiamento.

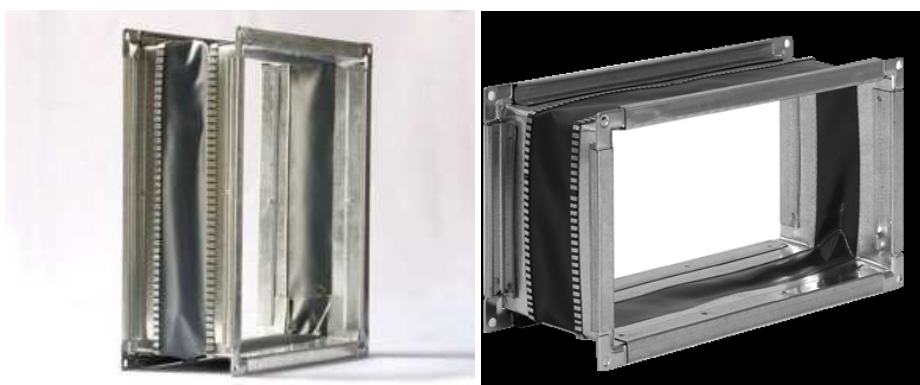


Figura 6-2: Tipologie di elementi disaccoppianti

### 6.2.3 Canali

I canali previsti nel caso in esame sono in alluminio preisolati, realizzati con pannelli sandwich eco-compatibili con trattamento antimicrobico con le seguenti caratteristiche:

- Spessore pannello: 20.5 mm
- Alluminio esterno: gofrato, spessore 0.08 mm, protetto con laccatura poliestere
- Alluminio interno: liscio, spessore 0.08 mm, con trattamento antimicrobico

Anche se non sono disponibili dei dati specifici, in generale le informazioni disponibili vanno nella direzione di un miglioramento delle prestazioni acustiche rispetto ai canali tradizionali in acciaio.

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

#### 6.2.4 Fissaggio e montaggio dei canali

Le canalizzazioni di distribuzione e ripresa dell'aria dovranno essere fissate mediante staffe d'ancoraggio elastiche, in modo tale da non propagare alle strutture eventuali vibrazioni o rumorosità dovute all'aria in transito o generate nel sistema.



Figura 6-3: Tipologie di staffe di ancoraggio antivibranti

Le guarnizioni di tenuta dovranno essere posate in modo da realizzare una sigillatura completa in corrispondenza delle giunzioni flangiate.

Le aperture di accesso dovranno essere costruite con accessori tali da non limitare le prestazioni dell'impianto in merito all'isolamento acustico.



### 6.2.5 Coibentazione dei canali (crossover, break in e break out)

I normali canali di aspirazione e mandata, in particolare all'interno dei cavedi tecnici, sono soggetti a tre tipologie di fenomeni collegati alla propagazione del rumore:

- il fenomeno di crossover, in cui il rumore generato dai ventilatori di aspirazione o mandata viene trasmesso attraverso il canale, da cui, a causa di un isolamento insufficiente, passa in un canale adiacente ed entra in un diverso ambiente
- il fenomeno di break in, in cui il rumore generato all'interno del cavedio o del locale tecnico (da tutti gli impianti e le attrezzature presenti) entra nei canali a causa dell'isolamento insufficiente, e si propaga all'interno dei diversi ambienti
- il fenomeno di break out, in cui il rumore generato e trasportato all'interno di un singolo canale si propaga all'esterno del canale all'interno del locale tecnico e si trasmette agli ambienti adiacenti

Quando non è possibile controllare il rumore alla sorgente, occorre predisporre un adeguato isolamento acustico dei canali stessi, ad esempio con un rivestimento isolante, in modo che il rumore venga attenuato nel passaggio da dentro a fuori o da fuori a dentro più di quanto avviene con i canali nudi standard.

Nel caso specifico, la fasciatura della canalizzazioni è stata prevista come segue:

- pannello arrotolato in lana di vetro di spessore minimo di 25 mm, da avvolgere attorno ai canali da coibentare
- ulteriore rivestimento fonoisolante (foglio appesantito): serve per introdurre un elemento massivo e completare il sistema massa-molla-massa in grado di aumentare il potere fonoisolante del canale

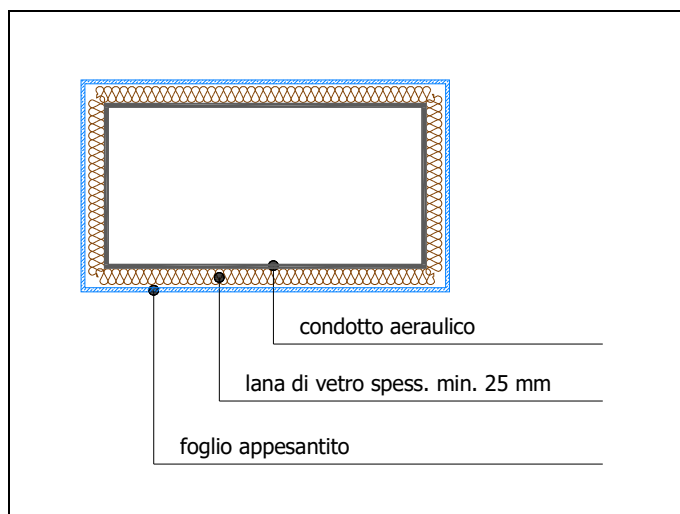


Figura 6-4: Fasciatura delle canalizzazioni

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

### 6.2.6 Passaggio canalizzazioni tra locali tecnici e ambienti adiacenti

I locali tecnici principali costituiscono dei volumi indipendenti, da cui le canalizzazioni e le tubazioni devono uscire per entrare negli ambienti serviti e raggiungere la loro destinazione.

In considerazione del fatto che i locali tecnici sono ambienti rumorosi, il passaggio di tali elementi nel controsoffitto può costituire una criticità acustica: sono necessari accorgimenti specifici per ridurre la trasmissione di rumore al minimo indispensabile.

L'approccio acusticamente corretto prevede una serie di operazioni ben definite, leggermente diverse nel caso di passaggio attraverso strutture in muratura o attraverso strutture leggere in cartongesso o gessofibra:

- realizzazione di forature di passaggio singole di dimensioni appena più grandi delle dimensioni dei canali e delle tubazioni
- protezione dei canali e dei tubi, limitatamente alla zona di passaggio, mediante guaina resiliente (per evitare la trasmissione di vibrazioni alla struttura)
- inserimento dei canali e dei tubi completi di guaina resiliente nei fori
- nel caso di strutture in muratura, completa chiusura dei fori di passaggio attorno alla guaina antivibrante, ad esempio mediante malta o altro materiale idoneo, facendo attenzione a non creare punti di contatto rigidi tra muratura e canali

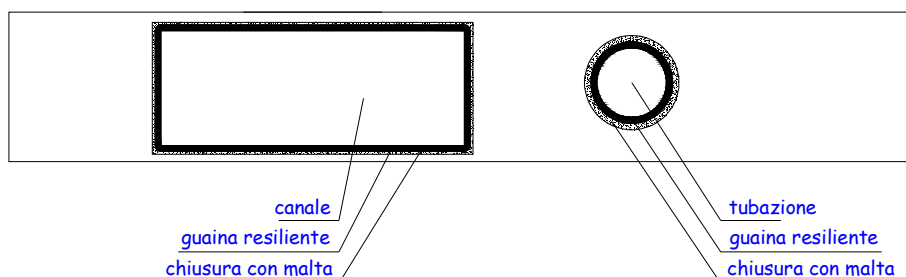


Figura 6-5: Passaggio dei canali e delle tubazioni attraverso elementi in muratura

- nel caso di strutture in cartongesso, completa chiusura dei fori di passaggio attorno alla guaina antivibrante mediante stuccatura con gesso a riempimento, facendo attenzione a non creare punti di contatto rigidi tra pareti leggere e canali

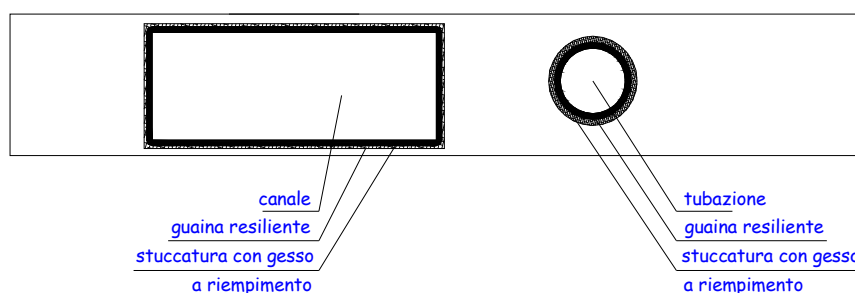


Figura 6-6: Passaggio dei canali e delle tubazioni attraverso elementi in cartongesso

### 6.2.7 Passaggio tubazioni e canalizzazioni fra i piani

Nel caso del passaggio di tubazioni e di canalizzazioni tra piani sovrapposti, se il passaggio non avviene all'interno di un cavedio dedicato, completamente isolato dagli ambienti circostanti, occorre prestare particolare attenzione: infatti, se il foro di passaggio è a misura e si crea un contatto rigido tra tubazione e soletta, si dà origine anche a un ponte acustico di tipo strutturale. In generale, occorre sempre interporre una guaina elastica tra tubazione e soletta.

La soluzione corretta è la completa chiusura dei fori di passaggio attorno alla guaina antivibrante, ad esempio mediante malta o altro materiale idoneo.

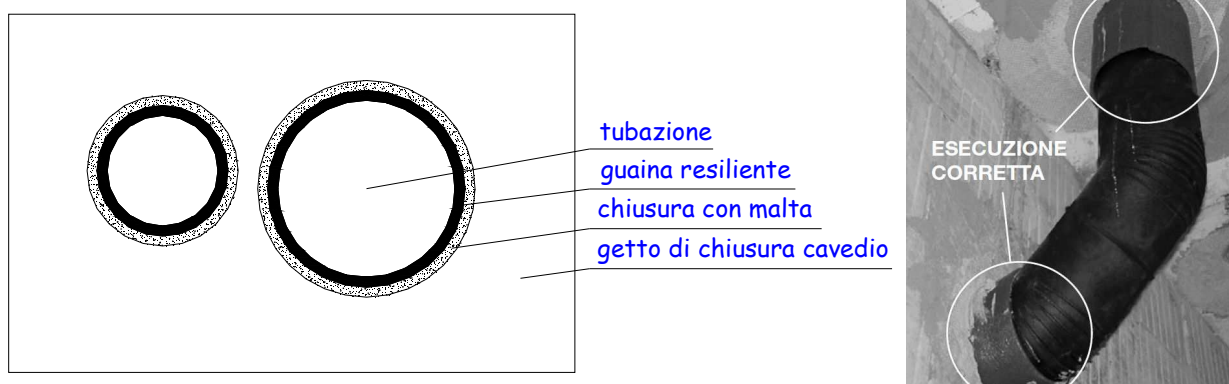


Figura 6-7: Passaggio dei canali e delle tubazioni attraverso piani sovrapposti

### 6.2.8 Passaggi delle canalizzazioni tra ambienti contigui

Il fatto che le pareti di separazione tra i diversi ambienti proseguano fino al solaio soprastante (per massimizzare le prestazioni di isolamento acustico) rende necessaria l'adozione di accorgimenti specifici per il passaggio dei canali tra due zone separate dalle pareti in cartongesso: questa situazione è vera in particolare per il passaggio dei canali dalla linea di distribuzione principale al di sopra dei corridoi verso i singoli uffici.

Una situazione analoga si ha nel passaggio dei canali attraverso le parti interne residuali in muratura.

L'approccio acusticamente corretto prevede una serie di operazioni ben definite:

- realizzazione della foratura di passaggio di dimensioni appena più grandi delle dimensioni del canale
- protezione del canale, limitatamente alla zona di passaggio mediante guaina resiliente (per evitare la trasmissione di vibrazioni)
- inserimento del canale completo di guaina resiliente nel foro
- nel caso delle pareti in cartongesso, completa chiusura dei fori di passaggio attorno alla guaina antivibrante mediante stuccatura con gesso a riempimento, facendo attenzione a non creare punti di contatto rigidi tra pareti leggere e canali
- nel caso di pareti in muratura, completa chiusura dei fori di passaggio attorno alla guaina antivibrante, ad esempio mediante malta o altro materiale idoneo, facendo attenzione a non creare punti di contatto rigidi tra muratura e canali

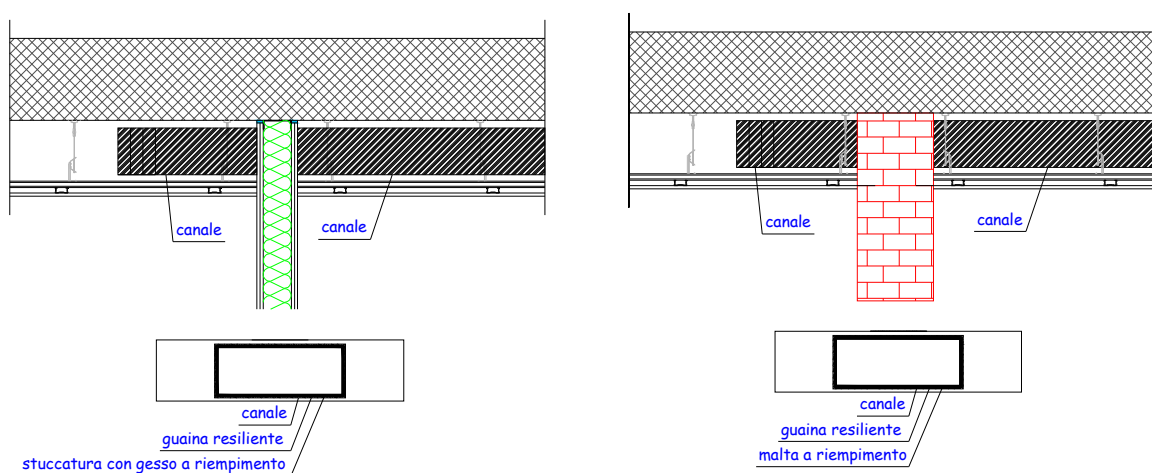


Figura 6-8: Passaggio dei canali tra pareti divisorie in cartongesso e in muratura

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

### 6.2.9 Limitazione della trasmissione delle vibrazioni verso i locali adiacenti

Uno dei problemi principali per l'isolamento acustico dei locali tecnici è la trasmissione del rumore strutturale generato dagli impianti e dalle tubazioni quando queste vengono fissate rigidamente alle strutture di contenimento: le vibrazioni trasmesse alle strutture murarie si propagano in modo imprevedibile agli ambienti di vita adiacenti.

Per questo motivo, tutti i sistemi ausiliari che possono generare vibrazioni e/o sono collegati direttamente alle macchine (tubazioni, canalizzazioni, ...) NON DEVONO essere fissati in modo rigido alle strutture di contenimento.

In questo caso, infatti, le vibrazioni verrebbero trasmesse alla struttura, che finirebbe per immetterle come rumore nell'ambiente ricevente: la parete diventerebbe un vero e proprio amplificatore.

#### DA EVITARE



Figura 6-9: Errori da evitare nel fissaggio dei canali e delle tubazioni





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### **6.3 Trattamenti specifici Reparto Microbiologia**

#### **6.3.1 Macchine**

Devono essere rispettate tutte le indicazioni riportate nel paragrafo precedente, dedicato alle "Indicazioni specifiche per le macchine e le canalizzazioni" (adozione di sistemi antivibranti opportunamente dimensionati, interposizione di elementi di disaccoppiamento tra corpo macchina canalizzazioni).

#### **6.3.2 Silenziatori**

Tutte le canalizzazioni di distribuzione dell'aria, sia in uscita sia in entrata dalle sottocentrali tecniche dove sono posizionate le UTA, sono dotate di silenziatori per attenuare i rumori trasmessi dai macchinari di centrale.

I silenziatori sono previsti - per quanto possibile - in prossimità delle macchine, tenendo però presente la necessità di evitare che il rumore del locale tecnico non li possa bypassare, entrando nel tratto di canale a valle del silenziatore stesso.

#### **6.3.3 Canalizzazioni**

Devono essere rispettate tutte le indicazioni riportate nel paragrafo precedente, dedicato alle "Indicazioni specifiche per le macchine e le canalizzazioni" (adozione di sistemi di fissaggio elastico alle strutture, indicazioni per il passaggio dei canali tra locali tecnici e ambienti adiacenti, tra piani diversi e tra ambienti contigui).

#### **6.3.4 Coibentazione canali**

I tratti di canale compresi tra le macchine e i silenziatori devono essere coibentati, come descritto al paragrafo precedente "Indicazioni specifiche per le macchine e le canalizzazioni", per evitare che agiscano come sorgenti sonore importanti all'interno e all'esterno dei locali tecnici e per evitare i fenomeni di break in e break out.

Tutti i canali interni al locale UTA dovranno essere parimenti coibentati, in ragione della presenza di uno Studio Medico al Piano Superiore.

#### **6.3.5 Controsoffitto in cartongesso e lana minerale in intercapedine**

Ovunque sia previsto un controsoffitto in cartongesso, al suo interno deve essere inserito un materassino di lana di lana di roccia di spessore minimo 5 cm e densità 50 kg/m<sup>3</sup>.

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Questo intervento ha l'obiettivo di ridurre significativamente il campo riverberato all'interno del controsoffitto, riducendo di conseguenza la rumorosità presente nell'intercapedine, che può propagarsi verso gli ambienti sottostanti e adiacenti.

### **6.3.6 Trattamento fonoassorbente del locale tecnico**

Il rumore generato all'interno di un volume chiuso di dimensioni contenute (quali sono i locali tecnici contenenti le UTA) tende ad amplificarsi a causa della riverberazione dell'ambiente.

Per limitare le riflessioni interne e contenere per quanto possibile i livelli sonori che vi si instaurano, è possibile ricorrere all'utilizzo di materiale fonoassorbente, da fissare sulle pareti del locale stesso, prima dell'installazione dei macchinari.

Una possibile soluzione è costituita da pannelli di lana di legno mineralizzata.

Lo spessore dovrebbe essere il più elevato possibile: la scelta tipica si riferisce a pannelli di spessore 2.5 o 3.5 cm; dovunque possibile, sarebbe preferibile estendere il trattamento anche a soffitto.



Figura 6-10: Esempio di pannello fonoassorbente in legno mineralizzato e sua applicazione a parete



### 6.3.7 Parete di separazione tra locale tecnico e ambienti di vita adiacenti sullo stesso piano

È stata definita una struttura di separazione, identificata come M12, da utilizzare in corrispondenza del locale tecnico UTA.

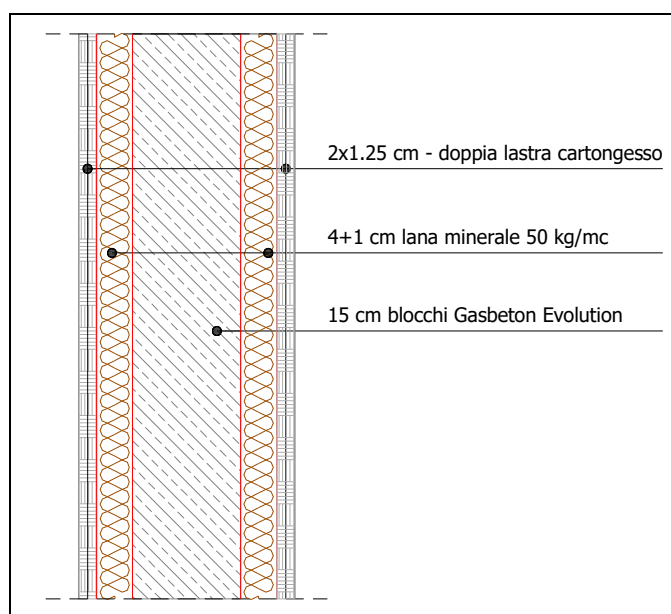


Figura 6-11: Stratigrafia della struttura M12

Come indicato nelle Tavole in allegato, questa soluzione è stata applicata alle strutture di separazione tra il locale UTA e gli ambienti adiacenti, seppure di servizio: l'introduzione dell'elemento massiccio nella struttura ha lo scopo di bloccare, per quanto possibile in spazi ridotti, il passaggio delle basse frequenze e impedirne la propagazione anche agli altri ambienti.

### 6.3.8 Solaio di separazione tra locale tecnico e ambienti al piano inferiore

Al piano inferiore sono presenti solo locali di servizio.

### 6.3.9 Solaio di separazione tra locale tecnico e ambienti al piano superiore

Al piano superiore è presente uno Studio Medico.

Nell'impossibilità di prevedere un controsoffitto o qualunque altro tipo di intervento significativo nel locale UTA, sono stati previsti il trattamento fonoassorbente del locale tecnico e la coibentazione dei canali presenti all'interno.

Se queste soluzioni non dovessero risultare sufficienti, si dovrà destinare il locale soprastante ad altro utilizzo (locale di servizio anziché ambiente di vita).

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

### 6.3.10 Bussola di accesso ai locali tecnici

I livelli sonori presenti all'interno del locale tecnico contenente l'UTA e il recuperatore possono costituire una potenziale criticità in relazione alle porte di accesso.

Per questo motivo, l'accesso al locale tecnico avviene attraverso una bussola, ossia attraverso una doppia porta: questa soluzione confina l'eventuale rumorosità in una zona di servizio.

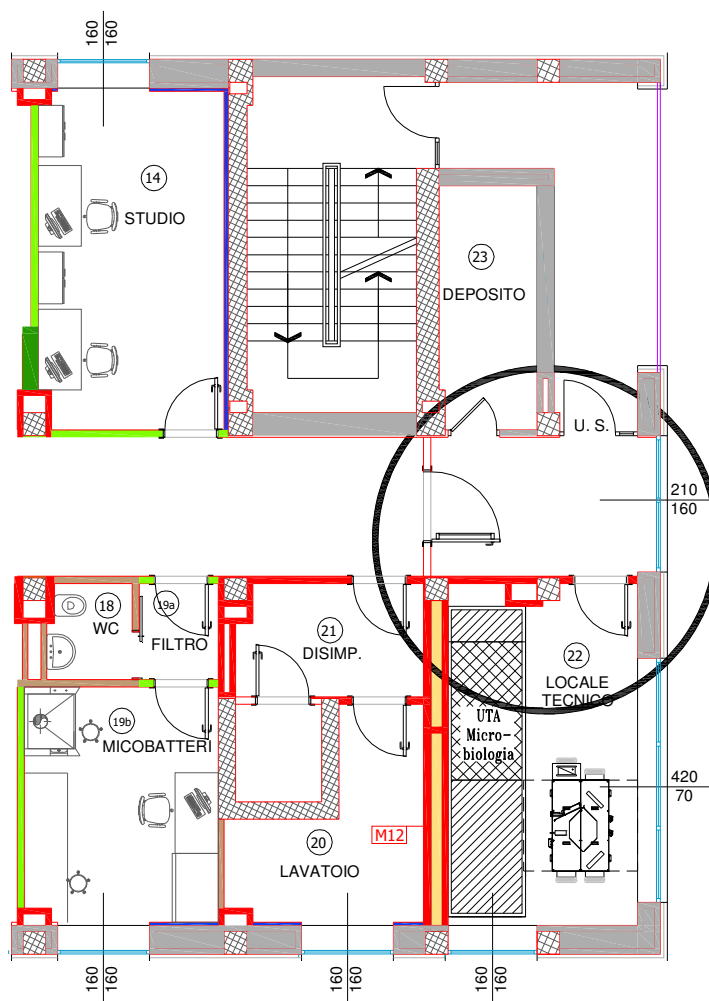


Figura 6-12: Bussola di accesso al locale tecnico



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## **7 RUMORE GENERATO DAGLI IMPIANTI IDRAULICI**

Non esistono metodi di calcolo efficaci e affidabili per la previsione del rumore degli impianti idraulici; soprattutto non esistono dati significativi da utilizzare per l'applicazione dei modelli previsionali estremamente complessi che sono stati definiti: l'effettiva rumorosità può essere determinata solo in fase di collaudo.

In questa fase, si possono comunque fornire alcune indicazioni elementari relative alla scelta e alla messa in opera degli impianti, che consentano di contenere e limitare il rumore generato.

## 7.1 Rumore nei cavedi

### 7.1.1 Cavedi principali

Da un punto di vista acustico, i cavedi sono in generale la soluzione migliore per il passaggio delle tubazioni e delle canalizzazioni: senza indebolire l'isolamento garantito dalle strutture circostanti, sono in grado di contenere a livelli accettabili il rumore generato internamente.

Vi sono però alcuni accorgimenti da seguire nella loro realizzazione, per evitare problemi intrinseci che potrebbero pregiudicare il corretto risultato in opera.

La caratteristica fondamentale dei cavedi è di essere ambienti di volume contenuto, con pareti in generale altamente riflettenti, che tendono ad amplificare il rumore generato dagli impianti che scorrono al loro interno.

Per questo motivo, è importante che le tubazioni e le canalizzazioni che scorrono all'interno dei cavedi siano silenziate e/o adeguatamente coibentate, in modo da ridurre la generazione di rumore all'origine.

Inoltre, le tubazioni e le canalizzazioni devono essere fissate con opportuni collari antivibranti, per ridurre la trasmissione di rumore strutturale alle pareti del cavedio.

All'interno di un vano tecnico senza particolari trattamenti alle pareti interne, si deve ipotizzare un aumento del livello sonoro fino a un massimo di 10 dBA, a causa delle riflessioni del suono generato internamente.

Per evitare questo inconveniente, occorre trattare le pareti interne con del materiale assorbente, in modo da limitare il numero di riflessioni: un trattamento su due pareti consente di limitare l'incremento del rumore generato a circa 5 dBA, mentre un trattamento completo delle 4 pareti interne, di fatto, elimina il fenomeno dell'amplificazione sonora.

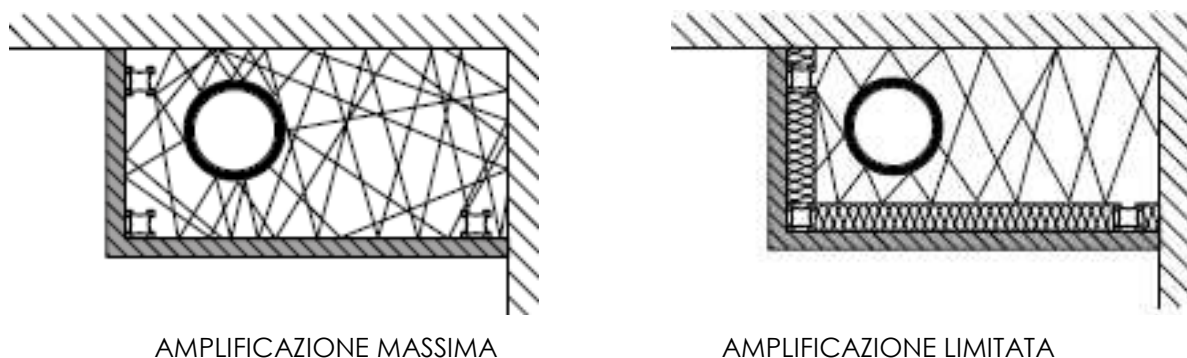


Figura 7-1: Riduzione del rumore riflesso con il trattamento fonoassorbente dei cavedi

## 7.2 Centrali tecnologiche e impianti idrosanitari

### 7.2.1 Sistemi antivibranti

Come già descritto nel caso delle Unità di Trattamento Aria, anche tutti i sistemi che possono generare vibrazioni (quali ad esempio i gruppi di pompaggio), oltre a generare rumore direttamente, sono all'origine di livelli di vibrazione potenzialmente molto elevati, che possono essere facilmente trasmessi alle strutture e all'intero edificio e devono quindi essere adeguatamente ammortizzati.

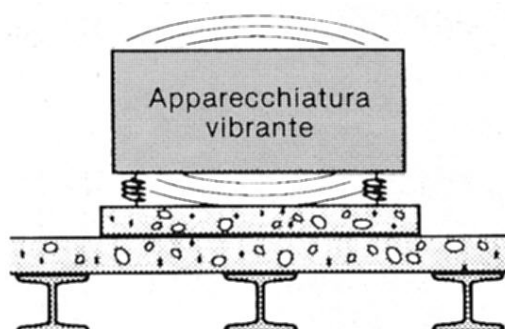


Figura 7-2: Schematizzazione sistema antivibrante

Tutti i sistemi antivibranti dovranno essere opportunamente progettati e dimensionati per ridurre al minimo le vibrazioni trasmesse al solaio di appoggio, utilizzando specifici materiali antivibranti e progettandone le prestazioni in base alle masse delle macchine, alle frequenze proprie di vibrazione e alle condizioni di installazione.

In generale, esistono fornitori di specifici supporti antivibranti in grado di progettare tali supporti per ridurre al minimo la frequenza di taglio, che generalmente, come dato di progetto, viene fissata come minore di 20 Hz: questa situazione di fatto impedisce la trasmissione delle componenti vibrazionali che possono essere all'origine di rumore strutturale.

Sempre in generale, non è detto che i tradizionali sistemi antivibranti forniti con le macchine e le apparecchiature siano in grado di garantire prestazioni sufficienti in relazione al controllo delle vibrazioni.

### 7.3 Rumore generato dal movimento dell'acqua

#### 7.3.1 Gruppi di pompaggio

I gruppi di pompaggio e i sistemi collegati dovranno essere adeguatamente ammortizzati, per evitare la trasmissione delle vibrazioni generate alla struttura dell'edificio.

In particolare, dovranno essere installati su specifici supporti antivibranti e le tubazioni collegate dovranno essere disaccoppiate dagli elementi vibranti e dalle strutture di sostegno.

#### 7.3.2 Sistema di distribuzione riscaldamento e linee idrosanitarie

Le dorsali di circolazione degli impianti di riscaldamento e degli impianti idrosanitari dovranno essere tutte opportunamente isolate.

A patto di mantenere basse velocità del fluido, le tubazioni per la distribuzione dell'acqua non costituiscono sorgenti di rumore significative.

Dal punto di vista acustico vi sono alcuni aspetti fondamentali:

- il passaggio attraverso i cavedi è sempre la soluzione migliore
- tutte le tubazioni di distribuzione devono evitare contatti rigidi con le strutture murarie, per limitare la generazione di rumore di tipo strutturale collegato alle vibrazioni provocate dal fluido in movimento nelle tubazioni



Figura 7-3: Fissaggio tubazioni con sistemi antivibranti



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

#### **7.4 Rumore generato internamente alle tubazioni**

Le vibrazioni prodotte dall'acqua all'interno delle tubazioni, che nella rubinetteria sono causa del cosiddetto rumore di cavitazione, sono generate in corrispondenza di restrizioni che provocano velocità di scorrimento elevate, accompagnate da pressioni molto basse: il tipico rumore da cavitazione è contraddistinto da componenti in alta frequenza (sibili) e può, in certi casi, essere piuttosto intenso.

Poiché il rumore generato è direttamente proporzionale al salto di pressione, è opportuno installare a monte dell'impianto un riduttore di pressione che permetta una maggiore apertura delle valvole.

La pressione ottimale non dovrebbe superare gli  $0.2 \div 0.3$  MPa, mentre la velocità di scorrimento dell'acqua nelle tubature non dovrebbe andare oltre  $1.5 \div 2$  m/s nelle tubazioni principali, oltre  $0.5 \div 1.5$  m/s nelle tubazioni secondarie, oltre  $0.2 \div 0.7$  m/s nelle derivazioni: queste indicazioni sono rispettate dalle indicazioni progettuali riportate anche al paragrafo precedente relativo alla descrizione degli impianti idrosanitari.

Un sistema efficace e al tempo stesso economico per la riduzione del rumore di cavitazione è l'adozione di elementi rompi-getto sui rubinetti, per provocare una riduzione della pressione dell'acqua all'uscita.

Un altro rischio di disturbo è dato dal cosiddetto "colpo di ariete", fenomeno causato dalla brusca interruzione del flusso d'acqua all'interno del tubo (tipico esempio è il colpo che si avverte quanto si chiude improvvisamente il rubinetto): un tipico sistema per l'eliminazione del problema consiste nell'installazione di barilotti anticolpo di ariete alla sommità delle colonne idriche di acqua fredda e calda.



### 7.4.1 Impianto di scarico

Negli impianti di scarico, la generazione del rumore avviene in più punti e vi sono diversi tipi di rumore associati a punti diversi dell'impianto.

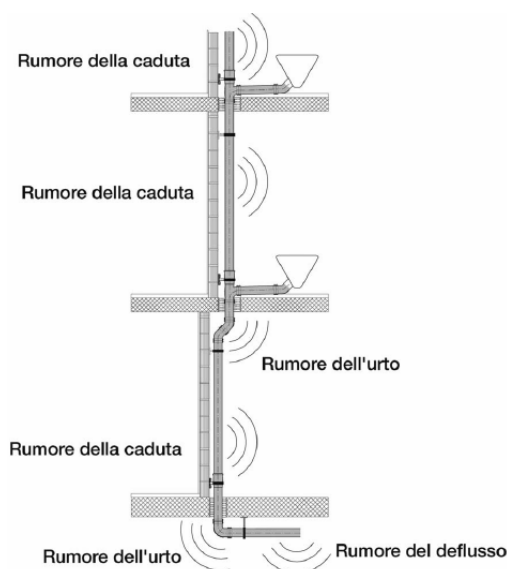


Figura 7-4: Rumore generato dalla caduta dell'acqua

- rumore causato dalla caduta dell'acqua  
cos'è: rumore causato dall'acqua che cade verso il basso all'interno di un tubo  
soluzione: utilizzo di tubazioni silenziate, fissate alla struttura con collari antivibranti o desolidarizzate con guaine resilienti
- rumore da urto  
cos'è: rumore causato dall'impatto dell'acqua in corrispondenza dei cambiamenti di direzione dell'impianto  
soluzione: introduzione di variazioni di pendenza in corrispondenza dei cambi di direzione delle tubazioni (nel caso di un raccordo a 90° il rumore generato è massimo; nel caso di un doppio raccordo a 45° con uno spostamento controllato della colonna pari ad almeno due diametri si ha una riduzione di rumorosità compresa tra il 35% e il 50%)
- rumore del deflusso  
cos'è: rumore causato dallo scorrimento dell'acqua nella tubazione orizzontale in corrispondenza di cambiamenti di direzione della condotta  
soluzione: utilizzo di tubazioni silenziate, fissate alla struttura con collari antivibranti o desolidarizzate con guaine resilienti; in casi specifici si ha la necessità di prevedere un ulteriore strato con guaina isolante anche sulle tubazioni già silenziate



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### 7.4.2 Tubazioni

In generale le tubazioni di scarico dovranno essere adeguatamente coibentate: la soluzione più semplice è costituita dall'adozione delle cosiddette "tubazioni silenziate" in polietilene ad alta densità.

Esistono in commercio molte tipologie di tubazioni con sistemi di fonoisolamento e di smorzamento delle vibrazioni strutturali, che in generale risolvono efficacemente il problema.

Occorre tuttavia sempre ricordare che le tubazioni silenziate riducono il rumore generato dallo scarico, ma non lo eliminano: dove necessario occorre comunque prevedere degli opportuni accorgimenti per limitare ulteriormente la propagazione di rumore.

L'inserimento dei tubi all'interno delle partizioni non deve creare percorsi preferenziali di propagazione del rumore, a causa dell'indebolimento strutturale delle pareti.

Le tubazioni devono essere fissate, sempre con collare o guaina antivibrante, su elementi strutturali con un peso specifico elevato: maggiore è la densità della parete di fissaggio, minore sarà la trasmissione di oscillazioni sonore dal fissaggio della tubazione al locale adiacente.

È sempre preferibile posizionare le tubazioni in corrispondenza di spigoli: un posizionamento al centro di una parete tende a massimizzare la generazione di oscillazioni nella struttura.

I tasselli di fissaggio a muro di tubazioni o di eventuali altri impianti dovranno essere i più corti possibile e disaccoppiati rispetto alla vite di fissaggio: in generale i fissaggi devono essere realizzati mediante collari antivibranti.

Le tubazioni, per quanto possibile, devono essere contenute in colonne esterne di laterizio pieno o in calcestruzzo (cavedi) o di strutture autoportanti in cartongesso, per non compromettere le prestazioni delle partizioni verticali.

### 7.4.3 Contatti rigidi tra tubazioni e tra tubazioni e muratura

Si tratta di una situazione molto comune, legata alla fase di messa in opera, all'origine di molti dei problemi di rumore da impianti.

Quando vi sono più tubazioni affiancate e non correttamente distanziate, le vibrazioni generate dal sistema creano percorsi preferenziali di propagazione del rumore per via strutturale.

Quando le tubazioni, per quanto silenziate (ed eventualmente fissate con collari antivibranti in altri punti), creano un contatto rigido con la muratura, si ha automaticamente trasmissione di rumore per via strutturale.



*Figura 7-5: Rumore generato dai contatti rigidi tra tubazioni e muratura - DA EVITARE*

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

#### 7.4.4 Raccordi e curve

La deviazione di una colonna di scarico comporta automaticamente degli innalzamenti dei livelli sonori generati dalla tubazione.

Indicativamente si può stabilire che:

- deviazione di colonna  
aumento del livello sonoro compreso tra 5 e 8 dBA
- braghe miscelatrici  
aumento del livello sonoro compreso tra 3 e 7 dBA
- altre tipologie (raccordi non standard, curve)  
aumento del livello sonoro non quantificabile (10 dBA come riferimento)

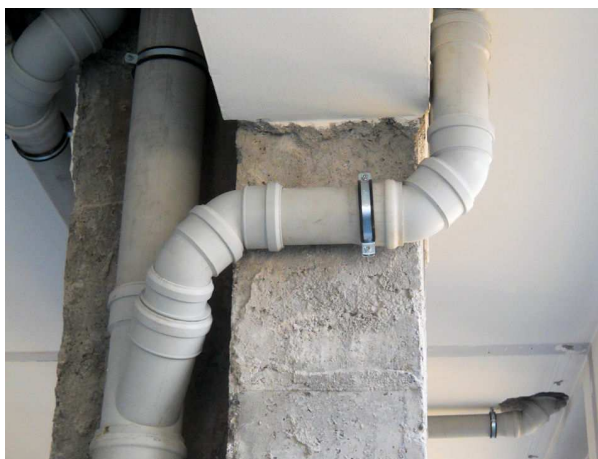


Figura 7-6: Rumore generato da raccordi e curve delle tubazioni delle colonne di scarico - DA EVITARE

In generale occorre minimizzare la presenza di raccordi e di curve ed evitare curve a 90 gradi.

Per evitare l'innalzamento dei livelli sonori in corrispondenza delle curve, è buona norma coibentare la tubazione nei punti critici, ad esempio mediante l'utilizzo di guaine fonoimpedenti.

#### 7.4.5 Passaggio tubazioni di scarico tra piani sovrapposti

Il passaggio delle tubazioni tra i piani può avvenire con apposito collare antivibrante, in grado di eliminare ogni possibile contatto rigido tra i tubi e il solaio stesso, in genere all'origine di rumore strutturale che si propaga in tutto l'edificio.

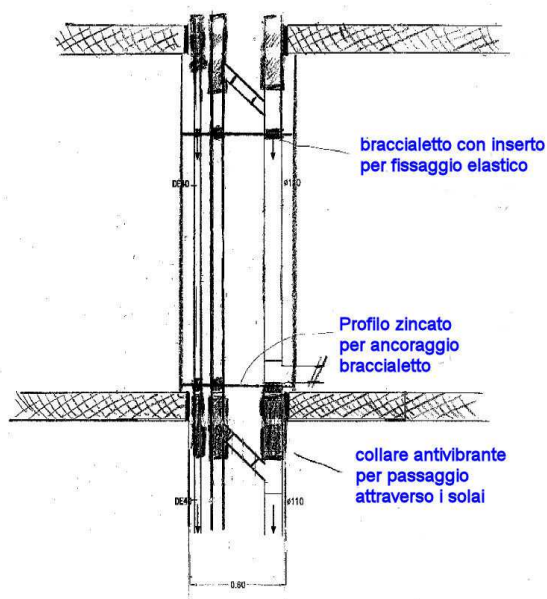


Figura 7-7: Passaggio delle tubazioni tra piani sovrapposti

In alternativa, è possibile fasciare le tubazioni con guaine resilienti, per limitare al massimo la trasmissione delle vibrazioni al solaio.

In entrambi i casi, occorre evitare la creazione di ponti acustici tra piani sovrapposti, dovuti alla presenza di intercapedini d'aria in corrispondenza dei passaggi interpiano.

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

### 7.4.6 Bagni

I bagni impongono sicuramente delle attenzioni particolari per evitare la trasmissione di rumore indesiderato.

In ogni caso, la soluzione migliore dal punto di vista acustico è l'inserimento delle tubazioni, opportunamente coibentate, in cavedi dedicati.

Tutte le tubazioni devono essere isolate dalla struttura dell'edificio, ad esempio utilizzando attacchi dei rubinetti con isolamento integrato, braccialetti di fissaggio con inserto isolante, guaine isolate per attraversamenti della parete o del solaio.

Nel caso in cui sia necessario adottare cassette di scarico da annegare nella muratura, occorre assolutamente utilizzare elementi silenziati e di nuovo evitare ogni possibile contatto rigido tra le cassette e la muratura, ad esempio fasciando tutta la cassetta con una guaina resiliente.

Una nota particolare, infine, merita il fissaggio dei sanitari.

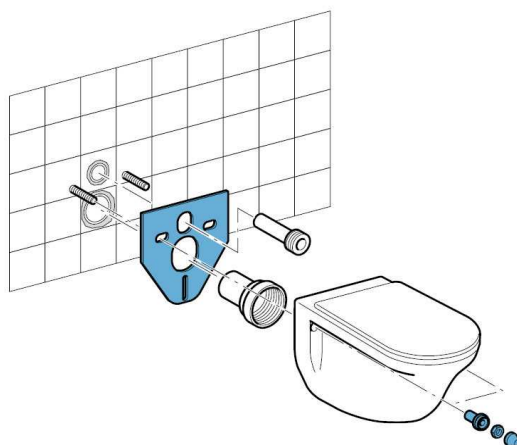


Figura 7-8: Fissaggio dei sanitari mediante interposizione di strato resiliente

Un fissaggio rigido a parete aumenta la trasmissione del rumore per vibrazione (getto del rubinetto o della doccia, minzione, chiusura sedile WC, ...); in generale, la soluzione migliore dal punto di vista acustico consiste nell'interposizione tra i sanitari e il muro di fissaggio di un apposito strato resiliente, che impedisca la propagazione del rumore da impatto.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

#### 7.4.7 Sistema di fissaggio dei sanitari

All'interno dei bagni è previsto l'utilizzo delle pareti o delle contropareti in cartongesso per l'alloggiamento degli impianti, in particolare delle tubazioni e delle cassette di scarico.

Esistono in commercio unità, costituite da elementi di montaggio zincato con punti di fissaggio e supporti a pavimento regolabili in altezza ed orientabili.

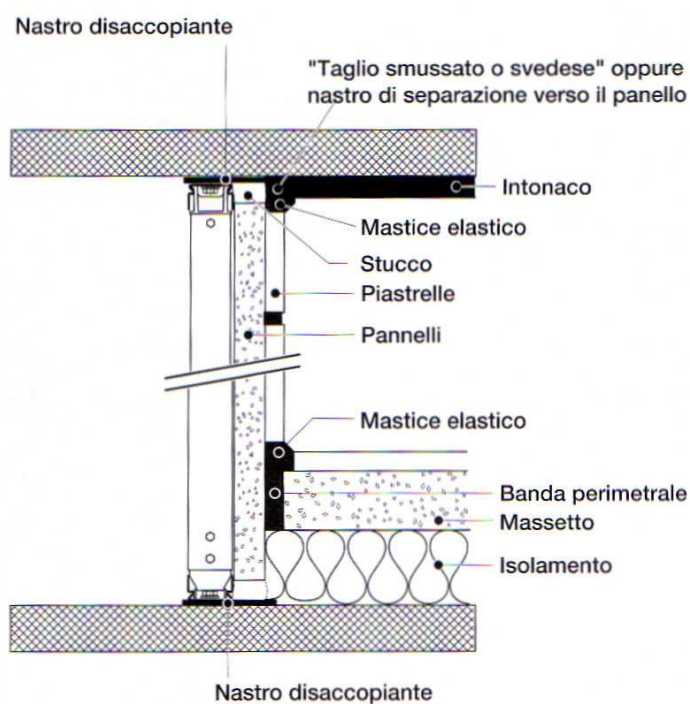


Figura 7-9: Schema del sistema di fissaggio dei sanitari

Questi sistemi consentono in generale delle buone prestazioni di isolamento acustico, a patto di seguire alcune indicazioni specifiche:

- l'installazione deve avvenire mediante la posa degli appositi binari, avendo cura di disaccoppiare il sistema dalla struttura mediante nastro antivibrante
- il nastro contribuisce anche ad eliminare possibili fessure e a ridurre la trasmissione del rumore
- tutti i fori devono essere sigillati con mastice elastico
- i giunti delle piastrelle posate sui pannelli in cartongesso devono essere eseguiti mediante mastice elastico
- tra pannelli in cartongesso e pavimento occorre applicare una banda isolante per pavimenti
- il vano tecnico all'interno deve essere foderato con lana minerale o altro materiale fonoassorbente

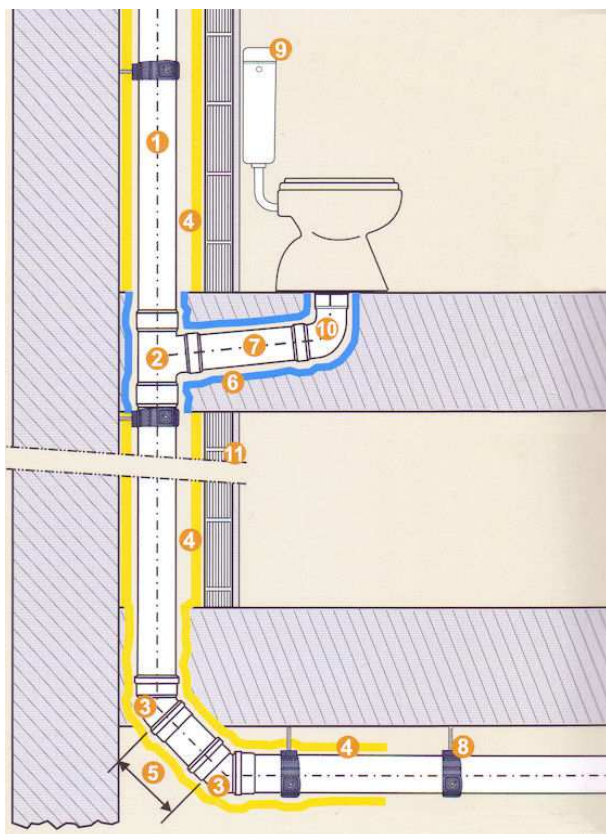


**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

### 7.4.8 Cassetta risciacquo e scarichi WC

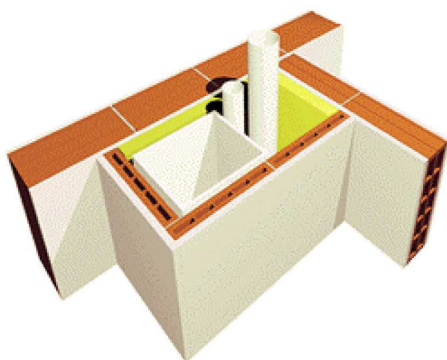
La principale fonte di rumore in un bagno (nonché esempio specifico di sistema di scarico) è l'azionamento dello scarico della cassetta del WC: questa operazione, infatti, sposta in un brevissimo lasso di tempo una grande quantità d'acqua, con conseguente importante generazione di rumore aereo e strutturale.

Di seguito si riportano alcune indicazioni per la realizzazione di un sistema di scarico per quanto possibile silenzioso.



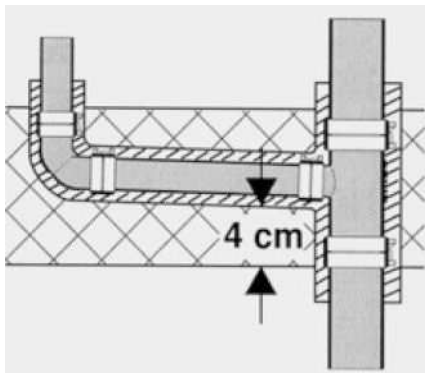
schema di un impianto di scarico

1. utilizzo di tubi di scarico insonorizzati e inserimento in cavedi

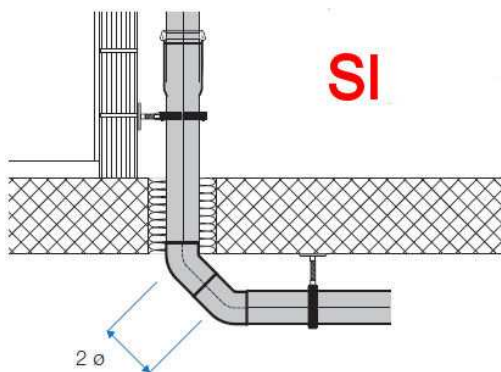


AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

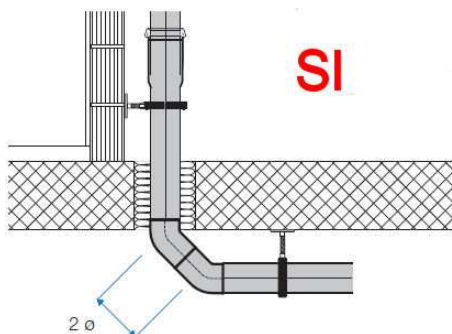
2. inserimento di una braga di collegamento inclinata



3. inserimento di raccordi a 45° per la giunzione tra il tubo di scarico del water e le tubazioni di trasporto (riduce il rumore da impatto)



4. se necessario, coibentazione della tubazione con materiale fonoisolante ad elevate prestazioni; inserimento nel cavedio di materiale fonoassorbente per evitare l'amplificazione del rumore generato
5. sufficiente lunghezza del tronchetto di collegamento (almeno 2 volte il diametro del tubo)

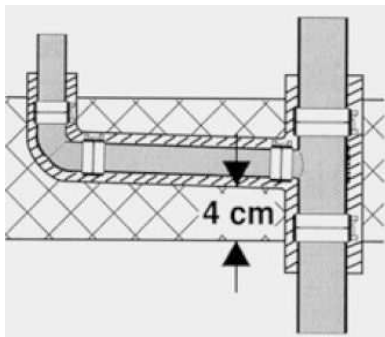


**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

6. coibentazione del tubo con materiale resiliente disaccoppiante (riduce la trasmissione di rumore strutturale)



7. utilizzo di tubi di scarico insonorizzati



8. tubazioni agganciate mediante appositi collari antivibranti; se inserite nella muratura, evitare il collegamento rigido interponendo materiale resiliente



9. se possibile, cassetta di scarico esterna; in alternativa, se la cassetta di scarico è interna, occorre prestare particolare attenzione ad evitare collegamenti rigidi con la muratura (la cosa migliore è interporre del materiale resiliente tra la cassetta e la muratura; esistono anche galleggianti silenziati, che di fatto eliminano il rumore generato dal riempimento della cassetta)
10. la curva di allaccio del WC alla tubazione deve essere specificamente insonorizzata per attenuare il rumore da impatto del deflusso dell'acqua

## 8 TEMATICHE DI POSA IN OPERA

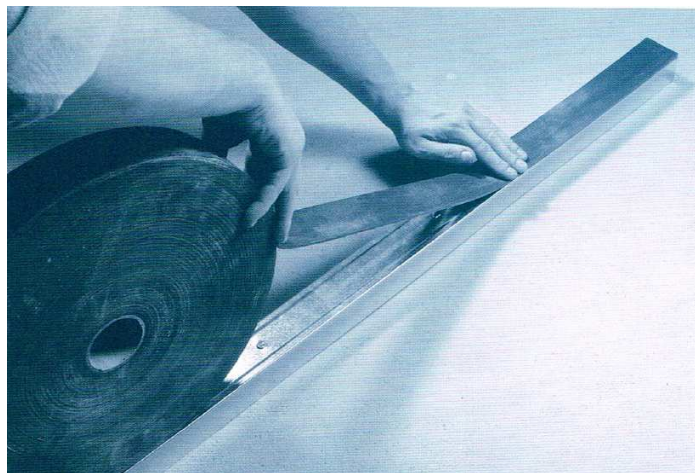
### 8.1 Soluzioni tecniche per l'isolamento acustico con pareti leggere

Le prestazioni delle pareti leggere, delle contropareti e dei controsoffitti sono nominalmente molto elevate, soprattutto se confrontate con soluzioni in laterizio di pari spessore.

Tuttavia, tali prestazioni risentono in modo diretto delle soluzioni tecnologiche di costruzione adottate, quali ad esempio la realizzazione dei giunti e il collegamento con le pareti e i solai massicci; anche il passaggio di impianti tecnici all'interno delle pareti risulta critico per la "robustezza" acustica di questo tipo di parete.

Occorre pertanto prestare particolare attenzione alla corretta realizzazione e posa in opera di questa tipologia di partizioni: alcune indicazioni costruttive sono riportate di seguito, ma i fornitori sono in generale in grado di suggerire gli accorgimenti e le soluzioni migliori per i loro prodotti.

#### 8.1.1 Nastro di guarnizione isolante

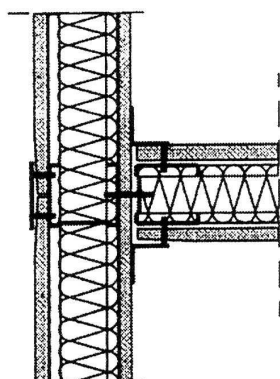


È il prodotto fondamentale per il fissaggio dei profili metallici (montanti e guide perimetrali), al fine di evitare ponti acustici e contribuire al corretto fissaggio della struttura stessa, riducendo al massimo i collegamenti rigidi tra orditura metallica e muratura.

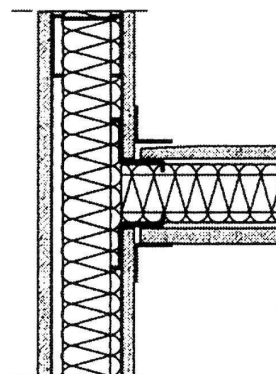
Si tratta in generale di un nastro mono/biadesivo in polietilene espanso a cellule chiuse (polietilene espanso reticolato), idoneo alla tenuta ad aria, polvere ed acqua.

### 8.1.2 Giunto tra pareti leggere

Quando due strutture leggere devono essere collegate tra loro, le possibili soluzioni sono essenzialmente due.



**NO**



**SI**

La prima delle due soluzioni non consente di sfruttare completamente le proprietà fonoisolanti di entrambe le pareti, dando quindi luogo a dei valori di isolamento complessivo più basso rispetto al caso in cui il rivestimento viene interrotto: la lastra interna della parete laterale agisce infatti come un ponte acustico.

Nella seconda soluzione, l'interruzione del rivestimento diminuisce la trasmissione del rumore per via strutturale e consente di sfruttare completamente le proprietà fonoassorbenti del materiale interno.

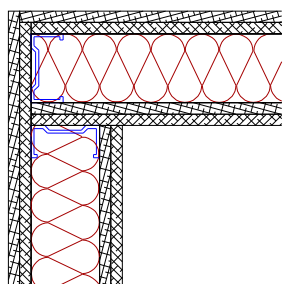




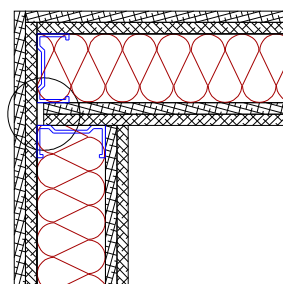
AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

### 8.1.3 Giunto ad angolo

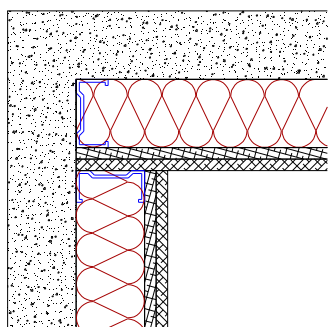
Quando due strutture leggere devono essere collegate tra loro per formare un angolo (sia nel caso di angolo tra pareti leggere sia nel caso di angolo tra contropareti), occorre prestare attenzione a evitare che la o le lastre interne all'angolo siano prolungate fino a toccare l'elemento esterno.



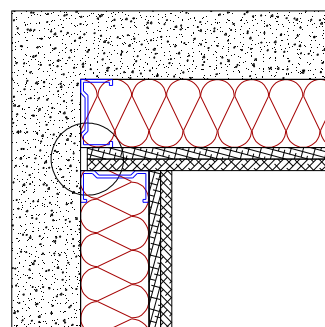
**NO**



**SI**



**NO**

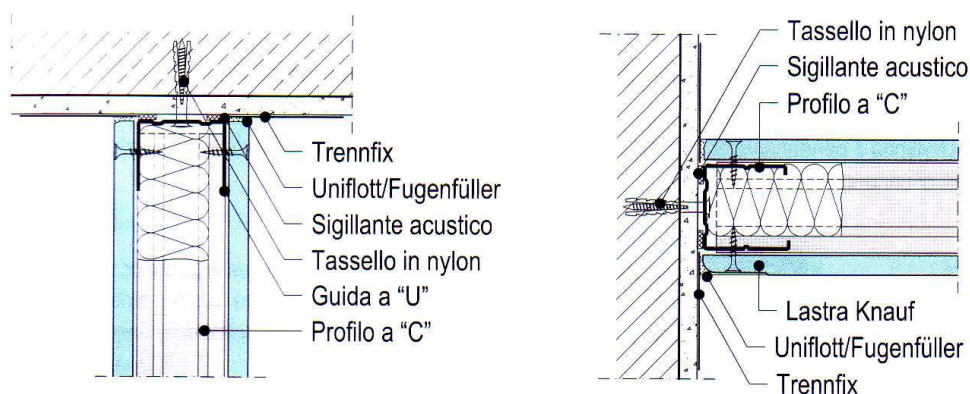


**SI**

In caso contrario, le lastre interne tenderanno a formare un ponte acustico, limitando in modo anche significativo le prestazioni complessive di isolamento.

### 8.1.4 Giunto tra parete divisoria leggera e strutture massicce

Quando una struttura leggera deve essere collegata direttamente a un elemento massiccio in muratura o calcestruzzo, occorre fundamentalmente prestare molta attenzione a garantire la continuità del giunto: qualunque passaggio d'aria, anche minimo, tra la muratura e la parete leggera implica una diminuzione sostanziale delle prestazioni di isolamento acustico ottenibili.



Il sigillante acustico e lo stucco a completo riempimento delle fughe hanno appunto lo scopo di bloccare completamente il passaggio dell'aria.



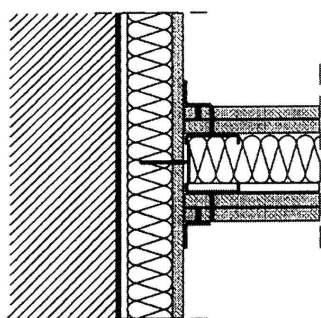
In generale, quanto più è massiccia la struttura di appoggio laterale, tanto inferiori sono le perdite di isolamento della parete divisoria, in quanto il ponte acustico laterale si riduce all'aumentare della massa superficiale della parete massiccia.

In ogni caso, non si tratta di una soluzione in grado di massimizzare le prestazioni di isolamento acustico delle pareti leggere.

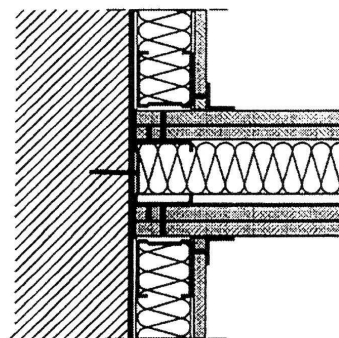


### 8.1.5 Giunto su rivestimenti isolanti di pareti massive

Quando una struttura leggera deve essere collegata a un elemento massiccio laterale in muratura o calcestruzzo, dotato di una controparte leggera interna, sono possibili essenzialmente due soluzioni.



**NO**



**SI**

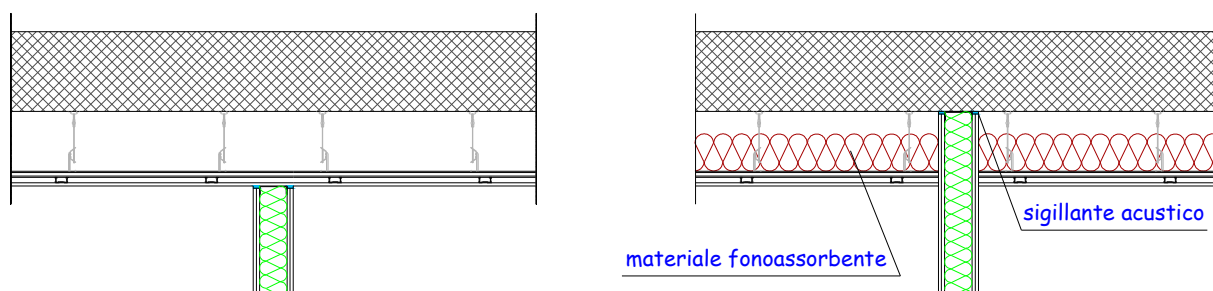
Con un effetto del tutto simile a quanto avviene nel caso dei giunti tra pareti leggere, la prima delle due soluzioni fornisce delle prestazioni di isolamento laterale in genere non molto elevate: la lastra interna della controparete agisce infatti come un ponte acustico e l'effettivo isolamento viene determinato dalle proprietà della sola controparete, indipendentemente dalle potenzialità della struttura divisoria.

La seconda soluzione, invece, consente di sfruttare sia le proprietà di fonoisolamento della parete divisoria leggera sia il comportamento da strato addizionale della controparete: in pratica, la controparete blocca la trasmissione laterale attraverso la struttura massiccia.

Come regola generale, l'approccio corretto implica che le pareti divisorie debbano essere montate prima delle contropareti: il corretto montaggio della parete divisoria è in questo caso del tutto analogo al caso del giunto tra parete divisoria leggera e strutture massicce.

### 8.1.6 Controsoffitti - Prolungamento pareti divisorie fino al solaio omogeneo

Quando è presente una struttura omogenea al disopra dell'intercapedine, la migliore soluzione dal punto di vista acustico è quella di prolungare i divisori tra gli ambienti fino a tale struttura, al fine di isolare completamente i controsoffitti dei diversi ambienti; l'introduzione di materiale fonoassorbente all'interno del controsoffitto costituisce l'approccio acusticamente più efficace.



**NO**

**SI**

In pratica, la parete divisoria deve appoggiarsi direttamente al solaio soprastante, mentre il controsoffitto deve essere installato in un secondo tempo, in modo da lavorare come strato addizionale del solaio massiccio, opponendosi alla trasmissione laterale.

In caso contrario, il percorso sopra la parete attraverso l'intercapedine del controsoffitto diventerebbe un ponte acustico in grado di vanificare completamente le caratteristiche di isolamento della parete divisoria, soprattutto nel caso in cui il controsoffitto sia realizzato a quadrotti non sigillati e non sia presente materiale fonoassorbente nell'intercapedine.

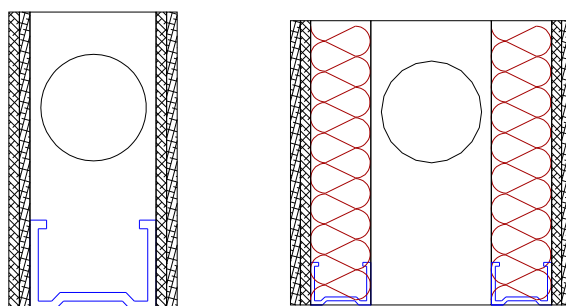
L'approccio corretto significa essenzialmente, come nel caso delle contropareti, che i controsoffitti debbano essere realizzati in un momento successivo a quello della posa in opera delle pareti divisorie.

### 8.1.7 Cavedi per impianti tecnici

Le pareti leggere in cartongesso sono riconducibili a strutture formate da due elementi separati (le lastre di cartongesso esterne), collegati tra loro da una o due orditure metalliche e dalla lana minerale nell'intercapedine.

Questa peculiarità rende relativamente semplice identificare queste strutture come "facili" contenitori per il passaggio di tubazioni e canalizzazioni collegate agli impianti tecnici: l'interno delle pareti leggere è infatti in generale percepito come un elemento cavo, "sfortunatamente" riempito di lana minerale.

Occorre fare molta attenzione al fatto che, mentre è perfettamente possibile utilizzare le pareti leggere per il passaggio di impianti, l'eliminazione o la diminuzione degli spessori della lana minerale all'interno riduce in modo drastico le proprietà di isolamento di tali pareti.



**NO**

**SI**

Occorre sempre ricordare che anche le tubazioni e le canalizzazioni sono sorgenti di rumore, per cui se la parete ha scarse proprietà di fonoisolamento, è anche molto probabile che lasci passare buona parte di questo rumore verso l'ambiente esterno.

È comunque importante adottare sempre alcuni accorgimenti:

- le due orditure metalliche non devono toccarsi (in caso contrario, le prestazioni di isolamento diminuiscono in modo significativo)
- il fissaggio delle tubazioni e delle canalizzazioni può avvenire sui montanti metallici esclusivamente ricorrendo a dei collari antivibranti, per evitare la propagazione delle vibrazioni strutturali che si trasformerebbero in rumore negli ambienti adiacenti
- le tubazioni non devono presentare nessun contatto rigido con la struttura



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## **8.2 Rumore di calpestio**

### **8.2.1 Pavimento galleggiante**

Sull'intero solaio P1 sarà realizzato il pavimento galleggiante: si tratta in pratica di inserire uno strato resiliente tra il solaio in laterocemento e il massetto sottopavimento, in modo da eliminare qualunque contatto rigido tra pavimento e strutture contigue.

Il pavimento galleggiante consente in ogni situazione di ottenere un ottimo comfort acustico e di limitare in modo sostanziale la trasmissione dei rumori da impatto.

La presenza del pavimento galleggiante incide anche sull'isolamento ai rumori aerei, togliendo rigidità all'intero sistema, quindi opponendosi alla trasmissione del rumore aereo per via solida: questo effetto ha una ricaduta positiva (e necessaria) anche sulle prestazioni dei divisori verticali.

Inoltre, grazie alla creazione di un sistema massa-molla-massa sul solaio, questo sistema consente di incrementare in modo significativo anche le prestazioni di isolamento aereo del solaio stesso.

### **8.2.2 Scelta del materiale resiliente**

La scelta del materiale resiliente ("materassino") è fondamentale per il raggiungimento dei valori di isolamento acustico di progetto sia per quanto riguarda i rumori da impatto sia per quanto riguarda i rumori aerei.

Vi sono innumerevoli produttori e fornitori di materiali resilienti con valori di rigidità dinamica analoghi o migliori di quelli considerati nei calcoli previsionali: la valutazione del prodotto potrà essere modificata anche in sede di acquisto del materiale, privilegiando materiali con caratteristiche simili o migliori a quelle qui considerate.

Occorre sottolineare che il dato di rigidità dinamica proveniente da dati di laboratorio soffre sempre di approssimazioni anche rilevanti, intrinseche nel procedimento di misura: i valori forniti da prove di laboratorio devono quindi essere presi con molta cautela.

Le caratteristiche da controllare sono quelle di una rigidità dinamica  $s'$  piuttosto bassa, uno spessore significativo (in generale spessori di almeno 7-8 mm sono raccomandati per evitare rotture in fase di posa), buoni risultati a prove di compressibilità e di compressione a scorrimento viscoso e una buona resistenza a compressione (per evitare lo schiacciamento eccessivo del materiale e la conseguente perdita delle caratteristiche elastiche).

In alcuni casi si potrebbe ricorrere all'utilizzo di materiali diversi, con spessori, prestazioni e costi inferiori, e rispettare comunque, almeno in linea teorica, i limiti di legge; tuttavia, alcune considerazioni portano a sconsigliare questo approccio:

- le possibilità di errore nella posa dello strato resiliente sono molte e ogni errore porta a una diminuzione delle prestazioni complessive: poiché un intervento sul sistema finito è nella



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

migliore delle ipotesi molto complesso ed estremamente costoso, un ampio margine teorico è consigliabile in ogni caso

- materiali con spessori inferiori possono essere lacerati molto più facilmente in cantiere, con conseguente creazione di ponti acustici rigidi tra massetto e solaio sottostante
- materiali con spessori inferiori hanno in generale una scarsa resistenza alla compressione e tendono a perdere la loro efficacia in poco tempo: in pratica tendono a schiacciarsi e a smettere di lavorare come molle

### **8.2.3 Posa del materiale resiliente**

Affinché il pavimento galleggiante svolga adeguatamente la sua funzione, occorre prestare particolare cura alla posa in opera: imperfezioni anche minime rispetto alla corretta posa del pavimento galleggiante possono dare origine a variazioni anche molto elevate rispetto ai valori previsti.

In particolare, alcuni accorgimenti importanti sono:

- lo strato di materiale resiliente deve estendersi anche alla parete fino al di sopra del livello del pavimento, allo scopo di eliminare ogni collegamento rigido tra pavimento e pareti laterali: ogni punto di contatto rigido tra pavimento e solaio/pareti implica un decadimento molto importante delle prestazioni del pavimento galleggiante
- è di fatto necessario l'utilizzo di elementi angolari specifici, in modo da limitare la posa del materiale al solo strato orizzontale
- lo strato di materiale resiliente sui bordi del pavimento galleggiante deve essere rifilato solo dopo la posa del pavimento
- occorre prestare particolare attenzione a evitare contatti rigidi tra pavimento e strutture laterali dove sono presenti piastrelle anche sulle pareti verticali (ad esempio nei bagni): le piastrelle verticali non devono essere collegate rigidamente alle piastrelle del pavimento
- dove presenti, i battiscopa devono essere fisicamente staccati dal pavimento (la fuga può essere riempita con silicone morbido)

Occorre sottolineare che eventuali giunti rigidi (ad esempio tra il battiscopa e il pavimento) potrebbero ridurre in maniera significativa le prestazioni complessive del sistema.

Anche accidentali tagli o punti di discontinuità dello strato resiliente potrebbero comportare la creazione di ponti rigidi tra pavimento e solaio durante la posa del massetto sottopavimento, di fatto vanificando l'efficacia del pavimento galleggiante.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

## 9 CONCLUSIONI

Scopo del presente elaborato è la valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi relativa al progetto esecutivo di ristrutturazione del Reparto di Farmacia del Presidio Ospedaliero di Lodi.

L'analisi delle caratteristiche costruttive dell'intervento oggetto di valutazione è stata condotta calcolando gli indici di isolamento di progetto (valutando i limiti cogenti dove applicabili e fornendo indicazioni nell'ottica di un miglioramento rispetto allo stato di fatto negli altri casi); nel caso degli impianti, sono state fornite indicazioni operative per la minimizzazione della rumorosità.

Parametro	Risultato ottenuto	Rispetto Requisiti
Indice di isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$	<b>NON APPLICABILE; NESSUN INTERVENTO SUI SERRAMENTI ESTERNI</b>	
Indice del potere fonoisolante $R'_w$	<b>NON APPLICABILE; INDICAZIONI MIGLIORATIVE RISPETTO ALLO STATO DI FATTO</b>	
Indice del livello di rumore di calpestio partizioni orizzontali $L'_{n,w}$	<b>NON APPLICABILE; INDICAZIONI MIGLIORATIVE RISPETTO ALLO STATO DI FATTO</b>	
Rumore degli impianti	<b>FORNITE INDICAZIONI OPERATIVE PER IL CONTENIMENTO DELLA RUMOROSITA'</b>	

In base a quanto sopra, relativamente alle caratteristiche acustiche dell'intervento di progetto, si può affermare che, adottando le soluzioni previste dai Progettisti e rispettando i parametri acustici prescritti per i materiali, gli indici valutati si collocano tutti al di sopra delle soglie minime di accettabilità previste della vigente normativa, dove applicabile.

Gli altri interventi parziali previsti sono in generale in grado di fornire un miglioramento delle prestazioni acustiche rispetto allo stato di fatto.

Rimane comunque importante sottolineare che la fase di posa in opera è fondamentale per garantire l'ottenimento dei valori progettati: la creazione di ponti acustici e di punti acusticamente deboli durante la fase di costruzione è molto facile, se non viene mantenuto un elevato livello di attenzione sulle scelte di posa in opera e sulla corrispondenza dei materiali utilizzati a quanto specificato nel progetto.

**Dott. in Ing. FABRIZIO BONARDI**  
Tec. Comp. in Acust. Ambientale  
(Legge Quadro n. 447/1995)  
Prot. N. 17408 / 15183  
del 02/03/2005 - Prov. RE





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

**APPENDICE A**

**Attestato di tecnico competente in acustica ambientale**



**PROVINCIA DI REGGIO EMILIA**

Corso Garibaldi, 59 - 42100 Reggio Emilia - c.f. 00209290352  
Tel 0522.444111 - Fax 0522.444.108  
Servizio AmbientE - Piazza Gioberti, n. 4 - 42100 Reggio Emilia  
E-mail: info@mbox.provincia.re.it - Web: http://www.provincia.re.it

prot. n. 17408 /15183

Reggio Emilia, li 02-3-2005

**SERVIZIO TUTELA AMBIENTALE**

ATTESTATO DI RICONOSCIMENTO DI TECNICO COMPETENTE IN  
ACUSTICA AMBIENTALE, DI CUI ALLA LEGGE 26 OTTOBRE 1995, N° 447.

Esaminata la domanda del sig. **BONARDI FABRIZIO**

Nato a REGGIO EMILIA (RE) il 04/06/1966

codice fiscale BNR FRZ 66H04 H223X

Verificato il possesso dei requisiti di legge;

Visto l' art. 2 della Legge 447/95;

Visto l' art. 124 della L. R. Emilia Romagna n° 3/99;

Visti i provvedimenti della Giunta Provinciale n.151/23-5-2000-n. 48/25-02-2003;

**SI COMUNICA**

CHE il sig. **BONARDI FABRIZIO** è risultato **IDONEO** per lo svolgimento  
dell'attività di tecnico competente in acustica ambientale, di cui alla legge 26 ottobre  
1995, n° 447.

IL DIRIGENTE DEL  
SERVIZIO AMBIENTE  
(dr. ssa Annalisa Sansone)







**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**



Direzione Generale Cura del Territorio e dell'Ambiente  
Servizio Tutela e Risanamento Acqua, Aria e Agenti Fisici

**BONARDI FABRIZIO**

VIA C.A. DALLA CHIESA 17  
42016 GUASTALLA (RE)

**ESITO DOMANDA DI ISCRIZIONE NELL'ELENCO NOMINATIVO NAZIONALE  
DEI TECNICI COMPETENTI IN ACUSTICA  
(D. Lgs. n. 42/2017)**

Si comunica che la domanda di iscrizione nell'elenco nominativo nazionale dei tecnici competenti in acustica di BONARDI FABRIZIO (codice fiscale: BNRFRZ66H04H223X) con PG/2018/149607 in data 02/03/2018 12.01.00 è stata

**AMMESSA**

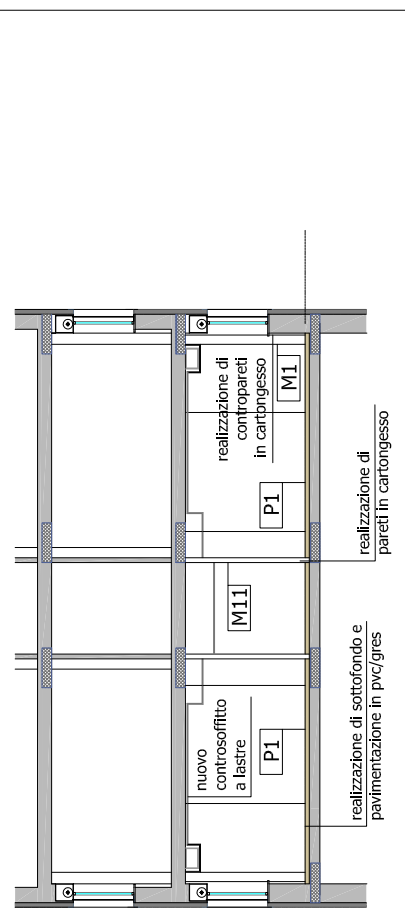
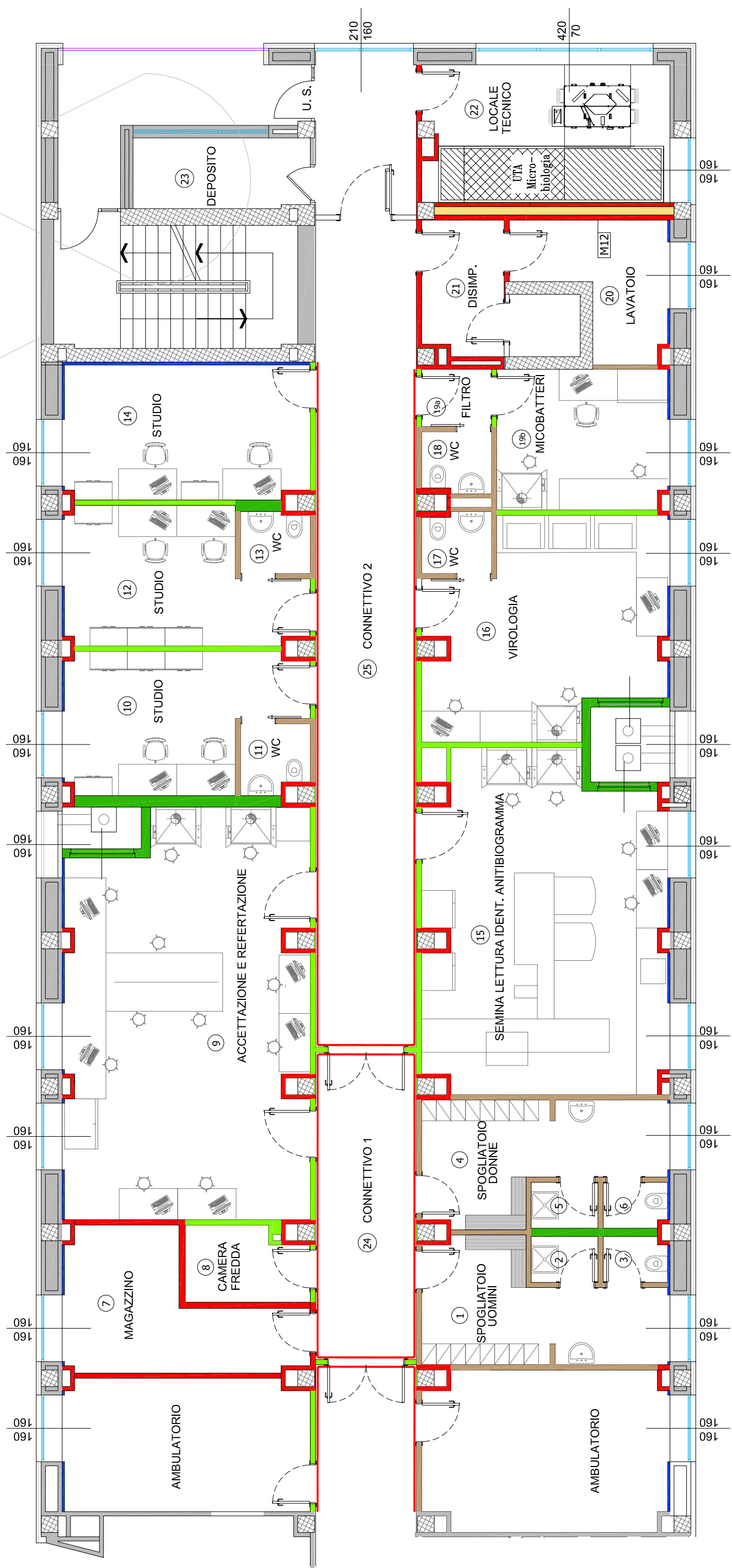
con il seguente registro regionale: RER/00260

Il responsabile del servizio  
BISSOLI ROSANNA

Viale della Fiera 8  
40121 Bologna

tel 051.527.6980  
051.527.6041  
Fax 051.527.6874

ambpiani@regione.emilia-romagna.it  
ambpiani@postacert.regione.emilia-romagna.it  
www.regione.emilia-romagna.it



scala 1:2000



## VALUTAZIONE PREVISIONALE RAP

### DAY HOSPITAL



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>QUADRO NORMATIVO</b>	<b>6</b>
2.1	Decreto MATTM 11.10.2017 sui Criteri Ambientali Minimi	6
2.2	DPCM 05.12.1997	8
2.3	DDG Sanità Lombardia n. 26436 del 6 Novembre 2001	9
2.4	Norma UNI 11367:2010	10
2.4.1	Definizioni e applicabilità dei limiti	10
2.4.2	Valori di riferimento	12
<b>3</b>	<b>DAY HOSPITAL - DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO</b>	<b>14</b>
3.1	Componenti edilizie	14
3.1.1	Pareti esterne con controparete interna	14
3.1.2	Pareti divisorie interne	14
3.1.3	Solaio a pavimento	15
3.1.4	Controsoffitti	15
3.1.5	Finitura pavimenti e rivestimenti	15
3.1.6	Serramenti esterni	15
3.2	Principali componenti impiantistiche	16
3.3	Limiti cogenti e riferimenti	19
3.3.1	Isolamento di facciata (indice $D_{2m,nT,w}$ )	19
3.3.2	Isolamento ai rumori aerei (indice $R'_w$ )	19
3.3.3	Isolamento al rumore di calpestio (indice $L'_{n,w}$ )	20
3.3.4	Rumore degli impianti a funzionamento discontinuo	20
3.3.5	Rumore degli impianti a funzionamento continuo	21
3.3.6	Rumore dei sistemi di trattamento aria	21
<b>4</b>	<b>DAY HOSPITAL - MATERIALI E PRESTAZIONI ACUSTICHE</b>	<b>22</b>
4.1	M1 - Partizione verticale esterna	24
4.2	M11 - Partizione verticale interna tipo	26
4.3	M12 - Partizione verticale interna a protezione del rumore degli scarichi - 1	27
4.4	M13 - Partizione verticale interna a protezione del rumore degli scarichi - 2	28
4.5	M14 - Partizione verticale interna tra locale UTA e ambienti Day Hospital - con gasbeton	30
4.6	Strato resiliente	32
4.7	P1 - Solaio in laterocemento con pavimento in pvc o gres	33
4.7.1	P1 - Stima dell'indice di potere fonoisolante	34
4.7.2	P1 - Stima dell'indice di rumore di calpestio	35
<b>5</b>	<b>DAY HOSPITAL - VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE ATTESE</b>	<b>36</b>
5.1	Indice di valutazione dell'isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$	36
5.2	Indice di valutazione dell'isolamento ai rumori aerei $R'_w$	36
5.3	Indice di livello di rumore di calpestio $L'_{n,w}$	37
5.3.1	Limiti di riferimento	37
5.3.2	Considerazioni sui livelli di rumore di calpestio del solaio a pavimento	37
5.4	Rumore degli impianti a funzionamento discontinuo	38
5.5	Rumore degli impianti a funzionamento continuo	39
<b>6</b>	<b>DAY HOSPITAL - INDICAZIONI PER IL CONTENIMENTO DEL RUMORE DELLE UTA</b>	<b>40</b>
6.1	Indicazioni generali	41
6.1.1	Indicazioni per la minimizzazione dei livelli sonori	41



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

6.1.2	Rumore generato dalle Unità di Trattamento Aria	42
6.2	Indicazioni specifiche per le macchine e le canalizzazioni	43
6.2.1	Isolamento della struttura di supporto dalle vibrazioni	43
6.2.2	Isolamento delle canalizzazioni e dei sistemi collegati dalle vibrazioni	44
6.2.3	Canali	44
6.2.4	Fissaggio e montaggio dei canali	45
6.2.5	Coibentazione dei canali (crossover, break in e break out)	46
6.2.6	Passaggio canalizzazioni tra locali tecnici e ambienti adiacenti	47
6.2.7	Passaggio tubazioni e canalizzazioni fra i piani	48
6.2.8	Passaggi delle canalizzazioni tra ambienti contigui	49
6.2.9	Limitazione della trasmissione delle vibrazioni verso i locali adiacenti	50
6.3	Trattamenti specifici Reparto Day Hospital	51
6.3.1	Macchine	51
6.3.2	Silenziatori	51
6.3.3	Canalizzazioni	51
6.3.4	Coibentazione canali	51
6.3.5	Parete di separazione tra locale tecnico e ambienti di vita adiacenti sullo stesso piano	52
6.3.6	Solaio di separazione tra locale tecnico e ambienti al piano inferiore	52
6.3.7	Solaio di separazione tra locale tecnico e ambienti al piano superiore	52
6.3.8	Bussole di accesso ai locali tecnici	53
<b>7</b>	<b>RUMORE GENERATO DAGLI IMPIANTI IDRAULICI</b>	<b>54</b>
7.1	Rumore nei cavedi	55
7.1.1	Cavedi principali	55
7.2	Centrali tecnologiche e impianti idrosanitari	56
7.2.1	Sistemi antivibranti	56
7.3	Rumore generato dal movimento dell'acqua	57
7.3.1	Gruppi di pompaggio	57
7.3.2	Sistema di distribuzione riscaldamento e linee idrosanitarie	57
7.4	Rumore generato internamente alle tubazioni	58
7.4.1	Impianto di scarico	59
7.4.2	Tubazioni	60
7.4.3	Contatti rigidi tra tubazioni e tra tubazioni e muratura	61
7.4.4	Raccordi e curve	62
7.4.5	Passaggio tubazioni di scarico tra piani sovrapposti	63
7.4.6	Bagni	64
7.4.7	Sistema di fissaggio dei sanitari	65
7.4.8	Cassetta risciacquo e scarichi WC	66
<b>8</b>	<b>TEMATICHE DI POSA IN OPERA</b>	<b>69</b>
8.1	Soluzioni tecniche per l'isolamento acustico con pareti leggere	69
8.1.1	Nastro di guarnizione isolante	69
8.1.2	Giunto tra pareti leggere	70
8.1.3	Giunto ad angolo	71
8.1.4	Giunto tra parete divisoria leggera e strutture massicce	72
8.1.5	Giunto su rivestimenti isolanti di pareti massive	73
8.1.6	Controsoffitti - Prolungamento pareti divisorie fino al solaio omogeneo	74
8.1.7	Cavedi per impianti tecnici	75
8.2	Rumore di calpestio	76
8.2.1	Pavimento galleggiante	76
8.2.2	Scelta del materiale resiliente	76
8.2.3	Posa del materiale resiliente	77



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

**9 CONCLUSIONI 78**

**APPENDICE A 79**

Attestato di tecnico competente in acustica ambientale 79

**TAVOLA 1** Errore. Il segnalibro non è definito.

Planimetria e sezioni area di intervento, con indicazione delle stratigrafie  
e delle partizioni esaminate - Ala A2

**Errore. Il segnalibro non è definito.**

**TAVOLA 2** Errore. Il segnalibro non è definito.

Planimetria e sezioni area di intervento, con indicazione delle stratigrafie  
e delle partizioni esaminate - Ala A1

**Errore. Il segnalibro non è definito.**



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## 1 PREMESSA

Obiettivo del presente elaborato è la valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi relativa al progetto esecutivo per la realizzazione dei seguenti interventi di Presidio:

1. Ampliamento Morgue - servizio mortuario - Piano seminterrato Blocco B1 (parte)
2. Ampliamento area Pronto Soccorso - Piano Seminterrato Blocchi B1 (parte), B2 e B3
3. Laboratorio di microbiologia - Piano 1° blocco B1
- 4. Day Hospital e Area ambulatoriale - Piano Primo Blocchi A1 e A2**
5. Farmacia - Padiglione Ex Maternità Corpo C
6. Rifacimento facciate e piazzale - Padiglione Ex Maternità Corpo C (questo intervento non sarà valutato dal punto di vista acustico in quanto non implica elementi significativi; anche nel caso delle facciate si tratta di un intervento esterno limitato alla muratura)

**In particolare, il presente elaborato si occuperà della ristrutturazione del Day Hospital e dell'Area ambulatoriale.**

In caso di interventi di ristrutturazione parziali, puntuali e di dimensioni relativamente contenute, è sempre piuttosto complesso individuare gli obiettivi relativi alle prestazioni di isolamento acustico da ottenere.

Come descritto con maggior dettaglio nel seguito, sulla base delle indicazioni del Progettista, gli interventi da analizzare sono riferiti a una parte molto contenuta della struttura ospedaliera e dovranno essere realizzati in modo da integrarsi all'interno degli elementi esistenti, in molti casi mantenendo o condividendo sistemi e soluzioni costruttive esistenti.

Per questo motivo, la valutazione analizzerà in dettaglio i diversi interventi, identificando le componenti che dovranno essere adeguate alle richieste normative in materia di isolamento acustico e cercando comunque di ottenere un miglioramento delle prestazioni acustiche rispetto allo stato di fatto, dove possibile e dove tecnicamente, funzionalmente ed economicamente ragionevole.

Le caratteristiche strutturali e costruttive dell'edificio (secondo le indicazioni fornite dal Progettista) e le relative prestazioni acustiche sono state utilizzate per determinare, dove applicabili, le prestazioni delle partizioni di facciata, delle partizioni verticali e di quelle orizzontali.

Il rumore degli impianti è stato trattato fornendo indicazioni operative di indirizzo.





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

## 2 QUADRO NORMATIVO

La Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico n. 447 del 26 Ottobre 1995 stabilisce le competenze in relazione al rilascio delle concessioni edilizie: in particolare essa attribuisce le funzioni di controllo ai Comuni, oltre a fare riferimento ad una serie di decreti attuativi cui spetta il compito di fissare i limiti di riferimento per le differenti casistiche relative al rumore.

I riferimenti normativi che interessano direttamente la valutazione in oggetto sono:

- Decreto MATTM 11.10.2017 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici"
- DPCM 05.12.1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"
- DDG Sanità Lombardia n. 26436 del 6 Novembre 2001 "Approvazione delle linee guida per la verifica dei requisiti minimi strutturali e tecnologici, generali e specifici"
- Norma UNI 11367:2010 "Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera"

### 2.1 Decreto MATTM 11.10.2017 sui Criteri Ambientali Minimi

Il Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) dell'11.10.2017 definisce i criteri ambientali minimi nel caso di costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici: in particolare, al paragrafo 2.3.5.6 vengono definite le specifiche relative al comfort acustico.

Nel caso specifico, tuttavia, il fatto di intervenire in modo spesso puntuale e comunque con modifiche quasi sempre non indipendenti dall'esistente, impone una riflessione in merito all'effettiva applicabilità di tali specifiche.

In particolare, appare importante una delle risposte alle FAQ che vengono periodicamente pubblicate (ultimo aggiornamento del 12 Giugno 2018):

**D:** *Nei CAM non si trovano tutte le tipologie di progetto, p.es non sono contemplati i restauri. Come ci si deve comportare in questi casi?*

**R:** I CAM edifici, quando fanno riferimento a nuovi edifici o ristrutturazioni di primo e secondo livello o manutenzioni ordinarie e straordinarie, si rifanno alle definizioni del D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 e dei decreti interministeriali del 26 giugno 2015, di attuazione della legge 90/2013. Per le altre tipologie di intervento (quale il restauro) non nominate nel testo i CAM non sono obbligatori. Ovviamente si invitano le stazioni appaltanti a tenerli in considerazione per quanto possibile in base al tipo di progetto.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

Il D.M. Requisiti Minimi del 25 Giugno 2016, al punto 1.4 dell'Allegato 1, riporta la definizione di ristrutturazioni importanti di primo e di secondo livello, che possono essere riassunte come segue:

**Ristrutturazioni importanti**

Si definisce **ristrutturazione importante** l'intervento che interessa gli elementi e i componenti integrati costituenti l'involucro edilizio che delimitano un volume a temperatura controllata dall'ambiente esterno o da ambienti non climatizzati, con un'incidenza superiore al 25% della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio.

Ai fini della determinazione di tale soglia di incidenza, sono da considerarsi unicamente gli elementi edilizi opachi e trasparenti che delimitano il volume a temperatura controllata dall'ambiente esterno e da ambienti non climatizzati quali le pareti verticali, i solai contro terra e su spazi aperti, i tetti e le coperture (solo quando delimitanti volumi climatizzati).

Gli interventi di **ristrutturazione importante** vengono suddivisi in:

1. ristrutturazioni importanti di primo livello
2. ristrutturazioni importanti di secondo livello

**Ristrutturazioni importanti di primo livello**

Le ristrutturazioni importanti di primo livello sono costituite da interventi che interessano più del 50% della superficie disperdente esterna e l'eventuale rifacimento dell'impianto termico invernale e/o estivo.

In tali casi i requisiti di prestazione energetica si applicano all'intero edificio e si riferiscono alla sua prestazione energetica relativa al servizio o servizi interessati.

**Ristrutturazioni importanti di secondo livello**

Le ristrutturazioni importanti di secondo livello consistono in interventi che interessano dal 25% al 50% della superficie disperdente esterna e l'eventuale rifacimento dell'impianto termico invernale e/o estivo.

Sulla base delle informazioni, condivise con il Gruppo di Progettazione, nel caso specifico gli interventi hanno sempre natura più limitata anche rispetto a una ristrutturazione di secondo livello, per cui è possibile concludere che i CAM non sono obbligatori in questo caso.

Si tratta in effetti di interventi specifici, puntuali e/o parziali, che riguarderanno solo piccole porzioni degli edifici esistenti e che dovranno essere realizzati in modo da integrarsi all'interno degli elementi esistenti, in molti casi mantenendo o condividendo sistemi e soluzioni costruttive non modificabili.

Ciò non toglie che essi potranno essere comunque tenuti in considerazione per quanto possibile, nell'ottica di un miglioramento generalizzato delle prestazioni acustiche rispetto allo stato di fatto, dove possibile e dove tecnicamente, funzionalmente ed economicamente ragionevole.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

## 2.2 DPCM 05.12.1997

Il DPCM 05.12.97 fissa i valori limite ai quali fare riferimento per la valutazione in opera sia dei requisiti acustici passivi degli edifici sia delle sorgenti sonore che possono trovarsi all'interno degli edifici stessi (ad esempio gli impianti tecnici).

L'indice  $R'_w$  si riferisce al potere fonoisolante,  $D_{2m,nT,w}$  si riferisce all'isolamento di facciata,  $L'_{n,w}$  è relativo al rumore di calpestio, mentre i parametri  $L_{A,Smax}$  e  $L_{A,eq}$  sono i limiti per gli impianti tecnologici a funzionamento temporale continuo e discontinuo.

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

Categoria	Parametri acustici e limiti [dB]				
	$R'_w$	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	$L_{A,Smax}$	$L_{A,eq}$
1) D	55	45	58	35	25
2) A , C	50	40	63	35	35
3) E	50	48	58	35	25
4) B , F , G	50	42	55	35	35

*Tabella 2-1 – Classificazione degli edifici e limiti sui requisiti acustici passivi*

In questo caso, l'area d'intervento oggetto di ristrutturazione ricade sicuramente all'interno di un edificio ascrivibile alla categoria "Edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura o assimilabili", con i relativi limiti associati.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### **2.3 DDG Sanità Lombardia n. 26436 del 6 Novembre 2001**

Il DDG Sanità Lombardia n. 26436 del 6 Novembre 2001 “Approvazione delle linee guida per la verifica dei requisiti minimi strutturali e tecnologici, generali e specifici, previsti dal DPR 14.1.97 e dalla DGR 38133/98”, contiene l'allegato 1 “Linee guida per gli operatori ASL sulla verifica dei requisiti tecnologici e strutturali stabiliti dalla normativa vigente”.

Il Fascicolo 1 dell'Allegato 1 “Requisiti minimi strutturali e tecnologici generali - Verifica ASL ai sensi del DPR 14.01.97 e della DGR n. 7/5724 del 27.07.01” riporta il requisito SGTEC 03, che richiede: “La struttura è in possesso dei requisiti previsti dalle vigenti leggi in materia di protezione acustica?”.

L'adempimento prevede il collaudo delle strutture per la verifica del rispetto dei limiti di legge fissati dal DPCM 05.12.1997.

Passo necessario per consentire l'effettivo ottenimento del rispetto dei limiti a lavori conclusi è l'analisi acustica delle scelte progettuali, valutando in modo previsionale le caratteristiche di isolamento acustico delle strutture dell'edificio a partire dalle prestazioni dei componenti.

Vista la complessità della situazione, nel caso in esame questa fase è necessaria anche solo per la definizione della presenza di limiti cogenti e per la relativa quantificazione.

La valutazione previsionale è condizione necessaria ma non sufficiente: occorre sottolineare che la fase di posa in opera è fondamentale per garantire l'ottenimento dei valori progettati, assicurando un elevato livello di attenzione sulle scelte costruttive e sulla corrispondenza dei materiali utilizzati a quanto specificato nel progetto.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## 2.4 Norma UNI 11367:2010

Il DPCM 05.12.1997, che continua comunque a costituire il più importante riferimento legislativo, è un decreto che contiene molti errori e lacune, pertanto è sempre stato soggetto a interpretazioni anche contrastanti.

Nel 2010 è stata emanata la norma UNI 11367 "Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera": la norma, richiamata anche dal Decreto MATTM sui Criteri Ambientali Minimi, dovrebbe costituire la base per un nuovo decreto relativo ai requisiti acustici passivi.

L'aspetto attualmente più importante della norma, tuttavia, è attualmente il fatto di fornire elementi importanti per fare chiarezza su molti aspetti dubbi relativi all'applicazione del DPCM 05.12.1997: in particolare, in merito all'applicabilità o meno dei limiti in situazioni specifiche e/o particolari.

### 2.4.1 Definizioni e applicabilità dei limiti

La norma UNI 11367 definisce per la prima volta in modo chiaro gli ambienti abitativi e gli ambienti di servizio e specifica il campo di applicazione dei limiti: si tratta di un riferimento sicuramente molto autorevole per definire come e dove applicare i limiti di legge.

In particolare, sono definiti:

**ambiente abitativo**: porzione di unità immobiliare completamente delimitata destinata al soggiorno e alla permanenza di persone per lo svolgimento di attività e funzioni caratterizzanti la destinazione d'uso

**ambiente accessorio o di servizio**: porzione di unità immobiliare (se di utilizzo individuale) o di sistema edilizio (se di utilizzo comune o collettivo) con funzione diversa da quella abitativa ovvero non destinato allo svolgimento di attività e funzioni caratterizzanti la destinazione d'uso; sono ambienti accessori gli spazi completamente o parzialmente delimitati destinati al collegamento degli ambienti abitativi ed alla distribuzione orizzontale e verticale all'interno del sistema edilizio, nonché gli spazi destinati a deposito, immagazzinamento e rimessaggio; sono ambienti di servizio gli spazi completamente delimitati destinati ad ospitare elementi tecnici connessi con il sistema edilizio (per esempio vani ascensore, vani scala, ecc), e quelli specializzati a fornire servizi richiesti da particolari attività degli utenti, quali i servizi igienici, i locali tecnici degli edifici, i ripostigli anche interni all'unità abitativa, ecc.

**ambiente verificabile acusticamente**: ambiente abitativo di dimensioni sufficienti a consentire l'allestimento di misurazioni in conformità ai procedimenti di prova e di valutazione per la determinazione dei livelli prestazionali acustici in opera.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Sottolineando che sono esclusi dalla valutazione gli elementi tecnici costituiti da facciate e partizioni interne che delimitano ambienti accessori o di servizio dell'unità immobiliare, la norma specifica che nel considerare i requisiti di isolamento e di rumore di impianti si applicano i seguenti criteri:

- **il requisito  $D_{2m,nT,w}$**  relativo all'isolamento di facciata è riferito alle facciate degli ambienti abitativi; per le pareti finestrate con sistemi oscuranti, si fa riferimento alla situazione con sistemi oscuranti aperti; in caso di presenza di aperture di ingresso aria in facciata queste devono essere considerate nella normale condizione di utilizzo
- **il requisito  $R'_{w}$**  relativo al potere fonoisolante è riferito alle partizioni orizzontali e verticali che separano ambienti abitativi di unità immobiliari distinte; si applica inoltre alle partizioni orizzontali e verticali che separano ambienti abitativi di una unità immobiliare da ambienti, individuali o collettivi, destinati ad autorimessa, box, garage e alle partizioni (non dotate di accessi o aperture) che separano ambienti abitativi di una unità immobiliare da parti comuni
- **il requisito  $L'_{n,w}$**  relativo al rumore di calpestio è riferito al rumore da calpestio percepito all'interno degli ambienti abitativi e generato in unità immobiliari differenti
- **il requisito  $L_{ic}$**  relativo al rumore degli impianti a funzionamento continuo e il requisito  $L_{id}$  relativo al rumore degli impianti a funzionamento discontinuo sono riferiti a valutazioni 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; nel corso della valutazione devono essere escluse tutte le sorgenti sonore operanti all'interno dell'ambiente di misura ed estranee alla valutazione del rumore indotto dall'impianto in esame.
- il livello sonoro immesso da un impianto a servizio di una camera di degenza deve essere valutato all'interno di ambienti acusticamente verificabili diversi dall'ambiente servito





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

### 2.4.2 Valori di riferimento

La norma UNI 11367:2010 identifica, nel caso degli ospedali, una serie di prestazioni definite "di base" e "superiore": i valori di riferimento sono riportati in Tabella, insieme ai corrispondenti limiti del DPCM 05.12.1997 (per quanto possibile).

Descrizione	Parametro	Prestazione di base	Prestazione superiore	Limite corrispondente DPCM 05.12.1997
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata	$D_{2m,nT,w}$ [dB]	38	43	45
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti di differenti unità immobiliari	$R'_w$ [dB]	50	56	55
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari	$L'_{n,w}$ [dB]	63	53	58
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo in ambienti diversi da quello d'installazione	$L_{ic}$ [dBA]	32	28	25 (*)
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo in ambienti diversi da quello d'installazione	$L_{id}$ [dBA]	39	34	35 (*)
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare	$D_{nT,w}$ [dB]	50	55	-
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare	$D_{nT,w}$ [dB]	45	50	-
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare	$L'_{n,w}$ [dB]	63	53	-

(\*) livelli non direttamente confrontabili - riportati solo come riferimento

Tabella 2-2 - UNI 11367: 2010 - Valori di riferimento per i requisiti acustici di ospedali - a destra i limiti corrispondenti del DPCM 05.12.1997





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Si possono fare alcune considerazioni:

- nel caso dell'isolamento di facciata per edifici di tipo ospedaliero, sia considerando la prestazione di base sia considerando la prestazione superiore, il limite indicato dalla norma UNI è inferiore al limite previsto dal DPCM 05.12.1997; nel caso in cui venga invece previsto un limite diverso per sottoinsiemi di ambienti con diversa destinazione d'uso (ad esempio uffici e/o laboratori), il limite del DPCM 05.12.1995 è appena inferiore al limite definito dalla prestazione superiore
- il fatto che siano identificati in modo specifico dei parametri per l'isolamento acustico tra ambienti sovrapposti e adiacenti della stessa unità immobiliare conferma la prassi di non ritenere applicabili i limiti del DPCM 05.12.1997 relativi all'indice di potere fonoisolante apparente all'interno dello stesso edificio contenente una sola unità immobiliare
- il fatto che siano identificati in modo specifico dei parametri per il livello di rumore di calpestio tra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare conferma l'ipotesi di non ritenere applicabili i limiti del DPCM 05.12.1997 relativi al livello di rumore di calpestio all'interno dello stesso edificio contenente una sola unità immobiliare
- è importante notare che non sono stati definiti valori di riferimento per il livello sonoro di calpestio fra ambienti adiacenti all'interno della stessa unità immobiliare, poiché è prassi attualmente molto diffusa realizzare solai con massetto di ripartizione continuo: per queste tipologie costruttive i dati attualmente disponibili non consentono di stabilire criteri condivisi; questo significa anche che i limiti del DPCM 05.12.1997 relativi al rumore di calpestio non sono applicabili tra ambienti adiacenti sullo stesso piano
- i valori di riferimento per il rumore degli impianti vengono corretti per il livello di rumore residuo e per il tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente: queste operazioni, che rendono il livello calcolato essenzialmente indipendente dalle caratteristiche dell'ambiente ricevente, superano una criticità intrinseca ai limiti fissati dal DPCM 05.12.1997, in cui questo approccio tecnicamente corretto spesso rimane a discrezione del tecnico: un collaudo che non consideri la correzione per il tempo di riverberazione implica che i livelli sonori misurati dipendano dalle dimensioni e dal grado di arredamento dell'ambiente ricevente; come conseguenza diretta, non è detto che i valori della norma UNI siano confrontabili con i limiti del DPCM 05.12.1997



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### **3 DAY HOSPITAL - DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO**

L'area identificata al piano primo dai blocchi A1 e A2 verrà dedicata ad un reparto di degenza Day Hospital unificato, nel quale verranno riuniti tutti i posti letto del suddetto regime di ricovero attribuiti alle diverse specialità mediche e chirurgiche (che sono oggi distribuiti nei vari reparti).

Verrà inserita anche un'ala di nuovi ambulatori medici.

La razionale riunione in un'unica area degenze di tutti i posti letto per prestazioni in regime di Day Hospital consentirà intuibili economie di scala in termini di maggiore efficienza ed efficacia delle risorse impiegate in particolare per quanto riguarda assistenza medica ed infermieristica.

#### **3.1 Componenti edilizie**

##### **3.1.1 Pareti esterne con controparete interna**

In corrispondenza delle murature esterne esistenti, già dotate di cappotto esterno in polistirene, verranno realizzate delle contropareti in cartongesso.

Le contropareti avranno uno spessore complessivo di 7.5 cm, con orditura metallica singola da 5 cm e rivestimento realizzato con un doppio strato di lastre in gesso rivestito, dello spessore di 1.25 cm ciascuna.

Nell'intercapedine verrà inserito un singolo materassino di lana minerale dello spessore di 4 cm e densità indicativa di 50 kg/m<sup>3</sup>.

Dato che i serramenti esterni non saranno oggetto di intervento, questa informazione è riportata solo per completezza, ma non ha alcuna ricaduta dal punto di vista acustico: il miglioramento dell'isolamento acustico delle parti cieche di fatto non altera le prestazioni di isolamento di facciata, che sono determinate dai serramenti.

##### **3.1.2 Pareti divisorie interne**

###### Pareti divisorie principali

Tutte le principali partizioni interne saranno costruite con pareti ad orditura metallica singola da 7.5 cm e rivestimento realizzato con un doppio strato di lastre in gesso rivestito, dello spessore di 1.25 cm ciascuna; dove necessario, le lastre esterne potranno essere sostituite da lastre in classe A1 di reazione al fuoco.

Nell'intercapedine verrà inserito un materassino di lana minerale dello spessore di 60 mm e densità indicativa di 50 kg/m<sup>3</sup>.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Pareti divisorie tra bagni e ambienti di vita

Nel caso di un bagno a confine con un ambiente di vita, la parete di separazione sarà realizzata con una struttura a doppia orditura metallica, che prevede uno spessore complessivo di 30 cm per consentire il passaggio degli impianti.

La struttura prevede sul lato rivolto verso gli ambienti di vita una doppia lastra di cartongesso, un'intercapedine con lana minerale e un'ulteriore lastra di cartongesso: questa soluzione, unitamente all'inserimento di lana minerale anche nell'intercapedine impianti, consente di massimizzare l'isolamento acustico tra le componenti impiantistiche e l'ambiente di vita.

Sul lato verso i bagni, non essendo necessari elevati livelli di isolamento, è invece prevista semplicemente un'intercapedine con lana minerale e una doppia lastra in cartongesso

Pareti divisorie tra ambienti di vita con tubazioni di scarico nell'intercapedine

Per esigenze costruttive, alcuni dei sistemi di scarico dovranno transitare all'interno della parete di separazione tra due ambienti di vita.

Per limitare al massimo il rumore degli impianti verso entrambi gli ambienti interessati, la parete prevede su entrambi i lati la soluzione descritta in precedenza tra zona passaggio impianti e ambienti di vita

### **3.1.3 Solaio a pavimento**

Il solaio a pavimento sarà riportato allo stato grezzo, di fatto caratterizzato dal solo solaio base in laterocemento 20+5, per poi essere nuovamente completato con uno strato di alleggerito, uno strato resiliente anticalpestio, un massetto sottopavimento e il pavimento in pvc o gres.

### **3.1.4 Controsoffitti**

Le tipologie di controsoffitto previste all'interno del reparto sono: controsoffitto a lastre in cartongesso (idrorepellenti dove necessario), controsoffitto metallico a doghe (nei connettivi), controsoffitto a pannelli radianti (negli ambienti di vita).

### **3.1.5 Finitura pavimenti e rivestimenti**

Per quanto riguarda i pavimenti, essi sono previsti in gres (nei bagni) e in pvc a teli auto posante, che prevede anche la realizzazione di una sguscia di 20 cm, per facilitare le operazioni di pulizia.

### **3.1.6 Serramenti esterni**

I serramenti esterni non saranno oggetto di intervento.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### 3.2 Principali componenti impiantistiche

#### Impianto di climatizzazione

L'impianto di riscaldamento e raffrescamento del nuovo reparto sarà del tipo a pannelli radianti a soffitto integrato da un impianto di ricambio d'aria alimentato da due macchine di trattamento funzionanti a tutta aria esterna.

Una UTA sarà dedicata al reparto Day Hospital del blocco A1 e una macchina sarà dedicata al reparto Day Hospital del blocco A2.

Entrambi gli impianti di ricambio dell'aria garantiranno circa 2,5 volumi di ricambi/ora.

Entrambe le UTA saranno posizionate in locali tecnici dedicati posti all'estremità dei blocchi A 1 e A2, in corrispondenza delle scale.

Tutta la distribuzione al piano oggetto di intervento transiterà a soffitto e sarà realizzata con tubazioni multistrato isolate.

L'allaccio dei pannelli radianti alla distribuzione principale del piano sarà effettuato tramite tubazioni in multistrato pre-isolato, con 2 valvole di intercettazione per ogni zona/ambiente.

Ogni ambiente sarà equipaggiato con valvola di regolazione di tipo modulante a due vie dedicata, montata sul circuito di alimentazione dei pannelli radianti in modo da poter regolare la potenza termica erogata dal soffitto in modo indipendente ambiente per ambiente.

La temperatura in ogni ambiente sarà gestita dal sistema di regolazione che prevedrà una sonda ambiente posta sulla parete di ogni locale in grado di regolare la temperatura dell'ambiente al valore desiderato.

Il controllo commuterà in automatico l'inversione del ciclo da riscaldamento al raffrescamento, e viceversa, in funzione del carico termico del piano e delle esigenze degli occupanti.

I servizi igienici e i corridoi verranno riscaldati con radiatori dotati di valvola termostatica alimentati da linea dedicata.

Dai bagni sarà prevista l'estrazione dell'aria in modo da garantire un ricambio minimo superiore ai 10 volumi ora.

L'impianto a soffitto radiante sarà integrato da un impianto ad aria primaria che garantirà circa 2,5 volumi ora di ricambio dell'aria ad ogni ambiente.

L'impianto sarà alimentato da un'unità di trattamento aria del tipo a sezioni componibili in esecuzione verticale.

L'UTA, posizionata nella sottocentrale di piano, sarà così composta:

- Ventilatore di ripresa modello Plug Fan EC
- Recuperatore di calore rotativo igroscopico con serranda di by pass
- Filtri piani classe G3 eff 80 % e a tasche classe F9 eff 95 %
- Batteria calda alimentata con acqua a 70-55 °C



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

- Batteria fredda alimentata con acqua a 7-12 °C
- Rampa umidificazione a vapore alimentata dalla rete vapore pulito esistente nell'Ospedale
- Separatore di gocce
- Batteria di post-riscaldamento alimentata con acqua a 70-55 °C
- Ventilatore di mandata Plug Fan EC
- Silenziatori

L'umidificazione invernale sarà realizzata con vapore pulito spillato dalla rete di distribuzione generale dell'ospedale.

L'unità di trattamento aria consentirà di condizionare l'aria immessa sia in regime estivo che invernale ottenendo anche il recupero di calore previsto dalla norma.

Le condotte di distribuzione dell'aria verranno realizzate con canali in pannello sandwich con trattamento antibatterico a sezione rettangolare.

In ogni locale sarà immesso il necessario ricambio d'aria (circa 2,5 volumi ora per le camere di degenza) tramite bocchetta di mandata mentre la ripresa sarà effettuata o direttamente nei servizi o in ambiente tramite griglie di ripresa posizionate a soffitto, dotate di plenum realizzato in lamiera zincata predisposto per l'allaccio del flessibile..

### **Sottocentrali di piano**

Le due nuove macchine di trattamento dell'aria e i collettori di distribuzione e regolazione dell'impianto a pannelli radianti a soffitto saranno ubicate nelle due centrali tecniche dedicate al nuovo reparto Day Hospital e poste al piano, alle due estremità.

### **Impianto idrosanitario**

L'impianto di distribuzione dell'acqua fredda, calda e ricircolo verrà derivato dalle colonne già esistenti al piano.

Verranno realizzate nuove dorsali principali di distribuzione dell'acqua fredda, calda e ricircolo dedicate al reparto oggetto di ristrutturazione a partire dal cavedio tecnico.

La rete di distribuzione acqua calda e fredda sarà dimensionata in conformità alla norma UNI 9182 e sarà realizzata con tubazioni in multistrato isolate.

Nei locali igienici saranno installati radiatori a colonne in acciaio dotati di valvole termostatiche.

La dotazione dei servizi igienici sarà costituita da apparecchiature di tipo sospeso e piatti doccia a filo pavimento completi di dotazioni di sicurezza per renderli compatibili alla presenza di utenti con ridotta mobilità.

Gli apparecchi sanitari saranno in ceramica con rubinetteria del tipo a miscela monocomando.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

**Impianto di scarico**

Per la realizzazione dell'impianto di scarico verranno utilizzate tubazioni in polietilene alta densità conformi alla normativa UNI vigente.

L'allacciamento degli apparecchi sanitari avverrà nelle colonne verticali esistenti transitanti al piano oggetto di ristrutturazione.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### 3.3 Limiti cogenti e riferimenti

#### 3.3.1 Isolamento di facciata (indice $D_{2m,nT,w}$ )

L'intervento non prevede la sostituzione dei serramenti esistenti, per cui il limite di isolamento di facciata non è applicabile.

Il miglioramento dell'isolamento acustico delle parti cieche, legate all'introduzione di una controparete interna, di fatto non altera le prestazioni di isolamento di facciata, che sono determinate essenzialmente dai serramenti.

#### 3.3.2 Isolamento ai rumori aerei (indice $R'_w$ )

Un limite di riferimento potrebbe essere quello relativo all'indice di potere fonoisolante  $R'_w \geq 55$  dB, applicabile però solo tra diverse unità immobiliari: l'intera struttura ospedaliera costituisce una singola unità immobiliare, per cui il limite relativo all'isolamento ai rumori aerei non è applicabile.

Dato che comunque l'intero reparto sarà oggetto di ristrutturazione, con la realizzazione di un nuovo layout, verranno comunque analizzate le prestazioni delle nuove pareti divisorie interne, al fine di verificare che gli elementi coinvolti siano in grado di assicurare un buon comfort acustico.

Un discorso analogo vale per il solaio in laterocemento a pavimento, che sarà completato con un pavimento galleggiante (strato resiliente e massetto): non potendo intervenire in alcun modo al piano sottostante, l'obiettivo progettuale sarà quello di un miglioramento del livello di isolamento acustico rispetto alla situazione attuale, in cui non è presente lo strato resiliente.





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### 3.3.3 Isolamento al rumore di calpestio (indice $L'_{n,w}$ )

Un limite di riferimento cogente potrebbe essere quello relativo all'indice di rumore di calpestio  $L'_{n,w} \leq 58$  dB indicato dal DPCM 05.12.1997.

Tuttavia, secondo la norma UNI 11367:2010, questo limite è applicabile solo tra diverse unità immobiliari, tanto da fornire un limite specifico (e diverso da quello del DPCM 05.12.1997) per il rumore di calpestio all'interno delle strutture ospedaliere: si parla infatti di 63 dB per la prestazione base e di 53 dB per la prestazione superiore.

In questo caso, quindi, dato che l'intera struttura ospedaliera costituisce una singola unità immobiliare, il limite relativo all'isolamento ai rumori di calpestio non è applicabile.

Dato che comunque l'intero reparto sarà oggetto di ristrutturazione e il solaio a pavimento sarà realizzato ex novo a partire dal solaio in laterocemento base esistente, non potendo intervenire in alcun modo al piano sottostante e non potendo modificare il solaio esistente, anche in questo caso l'obiettivo progettuale sarà quello di una riduzione del livello di rumore di calpestio rispetto alla situazione attuale, in cui non è presente uno strato resiliente.

Sempre la norma UNI 11367:2010 esclude esplicitamente che il limite sul rumore di calpestio sia applicabile tra ambienti adiacenti sullo stesso piano, in quanto la tecnologia del massetto continuo, normalmente utilizzata in questi casi, non consente di ottenere risultati certi e affidabili.

### 3.3.4 Rumore degli impianti a funzionamento discontinuo

Per quanto riguarda gli impianti a funzionamento discontinuo, un limite di riferimento potrebbe essere quello indicato dal DPCM 05.12.1997:  $L_{ASmax} \leq 35$  dBA.

Alla luce del fatto che anche in questo caso la norma UNI 11367:2010 indica che tale limite si applica solo tra unità immobiliari distinte e fornisce valori di riferimento diversi nel caso delle strutture ospedaliere, si potrebbe concludere che tale limite non è cogente.

Stabilisce anche che il livello sonoro immesso da un impianto a servizio di una camera di degenza deve essere valutato all'interno di ambienti acusticamente verificabili diversi dall'ambiente servito.

Occorre peraltro considerare che, nel caso in esame, il sistema di scarico dei nuovi bagni si innesterà direttamente sulle colonne di scarico esistenti: questo significa che non è di fatto possibile controllare o modificare il rumore generato dagli impianti negli ambienti sottostanti, in quanto esso si origina essenzialmente lungo le colonne di scarico, che non saranno modificate.

Si può pertanto concludere che il limite relativo al rumore degli impianti a funzionamento discontinuo non è applicabile.

Pur non essendo applicabile il limite di rumorosità specifico, avendo come obiettivo il comfort acustico, il rumore degli impianti a funzionamento discontinuo verrà trattato con indicazioni operative, analizzando le soluzioni tecniche che si intendono adottare e le eventuali relative criticità.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Occorre peraltro ricordare che, in generale, non esistono metodi di calcolo efficaci e affidabili per la previsione del rumore degli impianti (soprattutto non esistono dati significativi da implementare nei modelli previsionali, estremamente complessi da utilizzare).

Si è quindi proceduto con indicazioni operative, in particolare definendo specifiche stratigrafie di separazione tra bagni e ambienti di vita, in grado di minimizzare il rumore degli scarichi tra ambienti adiacenti.

Inoltre, dato che in alcuni casi, per raggiungere le colonne di scarico principali, è stato necessario prolungare le tubazioni di scarico a pavimento facendole passare nelle pareti di separazione tra due ambienti di vita adiacenti, anche in questo caso sono state definite delle stratigrafie specifiche in grado di minimizzare il rumore degli scarichi tra ambienti adiacenti.

### **3.3.5 Rumore degli impianti a funzionamento continuo**

Per quanto riguarda gli impianti a funzionamento continuo, un limite di riferimento potrebbe essere quello indicato dal DPCM 05.12.1997:  $L_{Aeq} \leq 25$  dBA.

Alla luce del fatto che anche in questo caso la norma UNI 11367:2010 indica che tale limite si applica solo tra unità immobiliari distinte e fornisce valori di riferimento diversi nel caso delle strutture ospedaliere, si può concludere che il limite relativo al rumore degli impianti a funzionamento continuo non è applicabile.

### **3.3.6 Rumore dei sistemi di trattamento aria**

Occorre considerare che il rumore generato dalle bocchette di immissione e di aspirazione dell'aria all'interno degli ambienti non è riconducibile al rumore degli impianti disciplinato dal DPCM 05.12.1997 e dalla norma UNI 11367.

Questo assunto è confermato dal fatto che esistono norme specifiche che disciplinano il rumore degli impianti di trattamento aria (ad esempio la UNI 8199) e che suggeriscono livelli di riferimento diversi in funzione della destinazione d'uso dell'ambiente.

Anche in questo caso, non vi sono indicazioni cogenti, ma si è comunque proceduto con indicazioni operative per l'inserimento di sistemi di contenimento del rumore in corrispondenza dei passaggi più critici, compatibilmente con i vincoli e le condizioni esistenti.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

#### 4 DAY HOSPITAL - MATERIALI E PRESTAZIONI ACUSTICHE

I materiali utilizzati e le soluzioni costruttive sono stati indicati dal Progettista.

Ogni tipo di materiale o componente utilizzato è stato caratterizzato, ovunque possibile, facendo riferimento a dati forniti dai Produttori; negli altri casi si è fatto ricorso alle formule previsionali più opportune.

Nelle Tabelle seguenti si riporta un elenco riassuntivo dei materiali e dei componenti utilizzati, descritti in dettaglio ai paragrafi successivi.

Struttura	Descrizione	Massa superf. strato base [kg/m <sup>2</sup> ]	R <sub>w</sub> - base [dB]	ΔR <sub>w</sub> strato aggiuntivo [dB]	R <sub>w</sub> [dB] - complessivo	Note
M1	Parete esterna	Muratura esistente in laterizio con controparete interna in lana di roccia e cartongesso	174	43	60	da legge di massa UNI EN 12354-1 per pareti semplici in laterizio; - 1 dB per cappotto in EPS  incremento indice per strato aggiuntivo secondo UNI EN 12354-1; troncato all'unità
M11	Pareti divisorie interne in cartongesso	Parete leggera su orditura metallica spessore 7.5 cm, con doppia lastra di cartongesso da 1.25 cm su ambo i lati	38	54	54	da dati Knauf per pareti W112 con stessa stratigrafia
M12	Pareti divisorie interne in cartongesso - impianti	Parete leggera in cartongesso su doppia orditura metallica con elevato isolamento acustico delle tubazioni di scarico	47	NON NECESSARIO	NON NECESSARIO	stratigrafia definita per massimizzare isolamento acustico tubazioni di scarico
M13	Pareti divisorie interne in cartongesso - impianti	Parete leggera in cartongesso su tripla orditura metallica con elevato isolamento acustico delle tubazioni di scarico	57	NON NECESSARIO	NON NECESSARIO	stratigrafia definita per massimizzare isolamento acustico tubazioni di scarico
M14	Parete locali tecnici e Day Hospital	Struttura su muratura esistente spessore minimo 25 cm con doppia controparete con lana di roccia e doppia lastra di cartongesso su entrambi i lati	204	46	70	da legge di massa UNI EN 12354-1 per pareti semplici in laterizio  incremento indice per strato aggiuntivo secondo UNI EN 12354-1; troncato all'unità  incremento indice per strato aggiuntivo secondo UNI EN 12354-1; troncato all'unità

*Tabella 4-1 - Materiali e componenti - partizioni verticali*



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

Elemento	Descrizione	s' di progetto [MN/m <sup>3</sup> ]	Note
STR-RES	Strato resiliente per pavimento galleggiante	≤ 15	<p>Valore di riferimento del parametro; possibile la scelta di materiali con valori analoghi o inferiori</p> <p>Resistenza a compressione sufficiente a sopportare senza problemi il carico del massetto</p> <p>Prove secondo UNI EN 12431 (comprimibilità) e UNI EN 1606 (creep)</p>

Tabella 4-2 - Materiali e componenti - strato resiliente per pavimento galleggiante

Struttura	Descrizione	Massa superficiale strato base[kg/m <sup>2</sup> ]	R <sub>w</sub> - base [dB]	ΔR <sub>w</sub> strato aggiuntivo [dB]	R <sub>w</sub> [dB] - complessivo	Note
P1	Pavimento con pvc o gres Solaio in laterocemento 20+5 con pavimento galleggiante	324	49	12	61	<p>da formule previsionali specifiche per solai in laterocemento; troncato all'unità; OK - cautelativo</p> <p>da formule previsionali UNI EN 12354-1:2017</p>

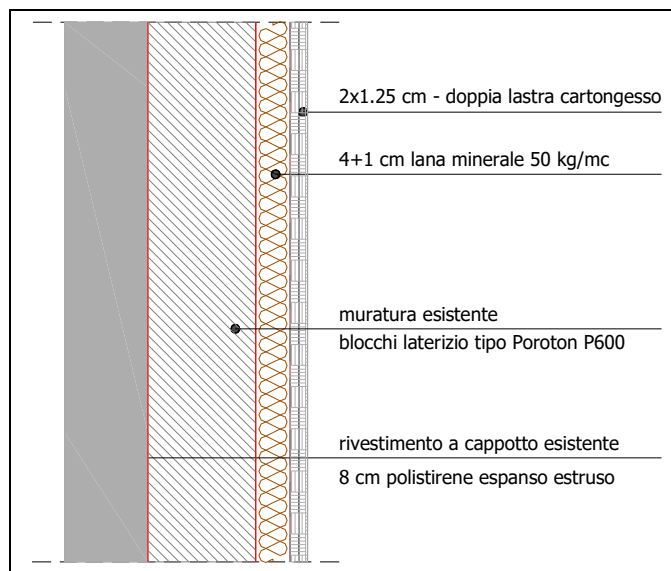
Tabella 4-3 - Materiali e componenti - partizioni orizzontali - isolamento ai rumori aerei

Struttura	Descrizione	Massa superficiale strato base[kg/m <sup>2</sup> ]	L <sub>n,w</sub> - base [dB]	ΔL <sub>n,w</sub> pav. gall. [dB]	L <sub>n,w</sub> [dB] - complessivo	Note
P1	Pavimento con pvc o gres Solaio in laterocemento 20+5 con pavimento galleggiante	324	85	29	56	<p>da formule previsionali specifiche per solai in laterocemento; arrotondato all'unità successiva; OK - cautelativo</p> <p>da formule previsionali UNI EN 12354-2; troncato all'unità</p>

Tabella 4-4 - Materiali e componenti - partizioni orizzontali - livello di rumore di calpestio

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**4.1 M1 - Partizione verticale esterna**



M1	Parete esterna		
M1	Struttura base		
Descrizione	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
Intonaco plastico per cappotto	0.5	1500	
Cappotto in EPS	8.0	30	
Muratura esistente (blocchi foratura 55%)	25.0		174.2
<b>TOTALE</b>	<b>33.5</b>		<b>174</b>
<b>R<sub>w</sub> [dB] - indice potere fonoisolante strato base (minimo)</b>			<b>43</b>
da legge di massa UNI EN 12354-1 per pareti semplici in laterizio; - 1 dB per cappotto in EPS			
M1	Controparete interna		
Descrizione	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
Lana minerale + aria	5.0	50	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5
<b>TOTALE</b>	<b>7.5</b>		<b>19.0</b>
<b>ΔR<sub>w</sub> controparete</b>			
Spessore intercapedine		0.050	m
f <sub>0</sub> - frequenza di risonanza		57.6	Hz
<b>ΔR<sub>w</sub> [dB] - incremento indice potere fonoisolante</b>			<b>17</b>
incremento indice per strato addizionale secondo UNI EN 12354-1; troncato all'unità			
M1	Struttura completa		
<b>R<sub>w</sub> [dB] - indice potere fonoisolante complessivo</b>			<b>60</b>



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Si tratta della struttura cieca principale presente nelle partizioni di facciata.

Cautelativamente, non è stata considerata la presenza dei pilastri in c.a., che forniscono livelli di isolamento acustico superiori a quelli della struttura M1.

Nel caso della struttura base, l'indice del potere fonoisolante è stato ottenuto applicando la legge di massa suggerita dalla norme UNI EN 12354-1 per pareti semplici in laterizio e troncando il risultato ottenuto all'unità e riducendolo di 1 dB per la presenza del cappotto in EPS.

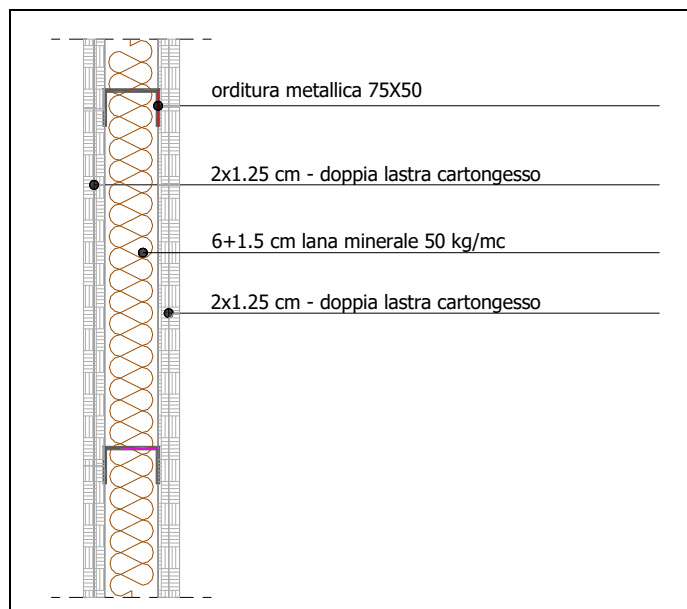
La tipologia di blocchi in laterizio non è nota con precisione: cautelativamente sono stati considerati blocchi da tamponamento con foratura 55% e 1 cm di malta sui giunti verticali e orizzontali.

L'incremento dell'indice di potere fonoisolante per la presenza della controparete interna è stato calcolato secondo le indicazioni della norma UNI EN 12354-1 e troncando all'unità il risultato ottenuto.

Dato che i serramenti esterni non saranno oggetto di intervento, questa informazione è riportata solo per completezza, ma non ha alcuna ricaduta dal punto di vista acustico: il miglioramento dell'isolamento acustico delle parti cieche di fatto non altera le prestazioni di isolamento di facciata, che sono determinate dai serramenti.

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

#### 4.2 M11 - Partizione verticale interna tipo



M11		Pareti divisorie interne in cartongesso		
	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
Lana minerale + aria	7.5	50		
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
<b>TOTALE</b>	<b>12.5</b>		<b>38</b>	

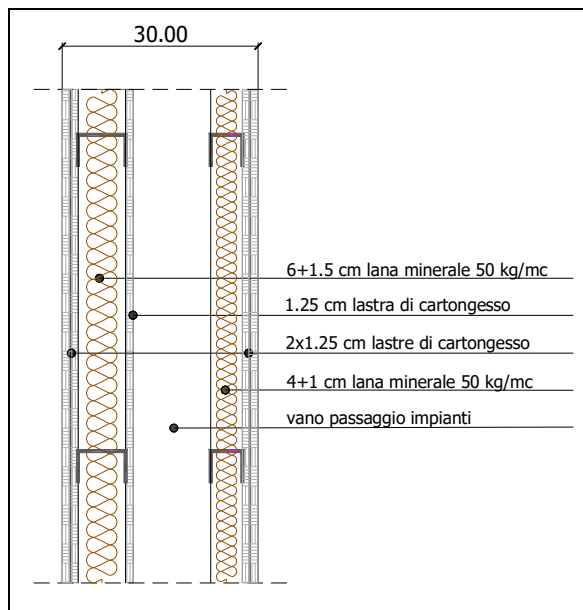
<b>R<sub>w</sub> [dB] - indice potere fonoisolante</b>	<b>54</b>
--	-----------

da dati Knauf per pareti W112 con stessa stratigrafia

Si tratta della struttura di separazione tipo tra ambienti interni; può essere o meno fornita di lastre con elevata resistenza al fuoco a seconda delle necessità.

La stima dell'indice di potere fonoisolante, relativamente elevato, è stata eseguita a partire da dati pubblicati da Knauf per una parete del tutto simile.



AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO****4.3 M12 - Partizione verticale interna a protezione del rumore degli scarichi - 1**

M12		Pareti divisorie interne in cartongesso - impianti		
	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
Lana minerale + aria	7.5	50		
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
Vuoto per passaggio impianti	11.25			
Lana minerale + aria	5.0	50		
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
<b>TOTALE</b>	<b>30.0</b>		<b>47</b>	

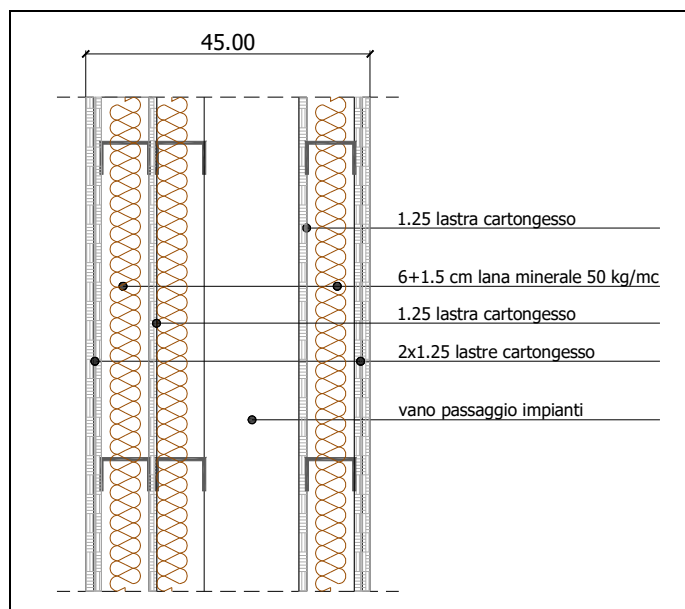
R <sub>w</sub> [dB] - indice potere fonoisolante	NON NECESSARIO
stratigrafia definita per massimizzare isolamento acustico tubazioni di scarico	

Si tratta della struttura di separazione tra bagni e ambienti di vita interni, definita per massimizzare l'isolamento acustico nei confronti degli impianti inseriti nella struttura.

Gli elementi a protezione del rumore degli impianti (a sinistra nell'immagine soprastante) definiscono di fatto una struttura in cartongesso molto simile a M11, con livelli molto elevati di isolamento acustico.

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**4.4 M13 - Partizione verticale interna a protezione del rumore degli scarichi - 2**



<b>M13</b>		<b>Pareti divisorie interne in cartongesso - impianti</b>	
	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5
Lana minerale + aria	7.5	50	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5
Lana minerale + aria	5.0	50	
Vuoto per passaggio impianti	17.5		
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5
Lana minerale + aria	7.5	50	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5
<b>TOTALE</b>	<b>45.0</b>		<b>57</b>

<b>R<sub>w</sub> [dB] - indice potere fonoisolante</b>	<b>NON NECESSARIO</b>
stratigrafia definita per massimizzare isolamento acustico tubazioni di scarico	

Si tratta della struttura di separazione tra ambienti di vita interni, nel caso in cui la parete di separazione debba ospitare delle tubazioni di scarico (che in alcuni casi devono essere spostate dai bagni verso la facciata per ricongiungersi alla colonna di scarico principale).



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

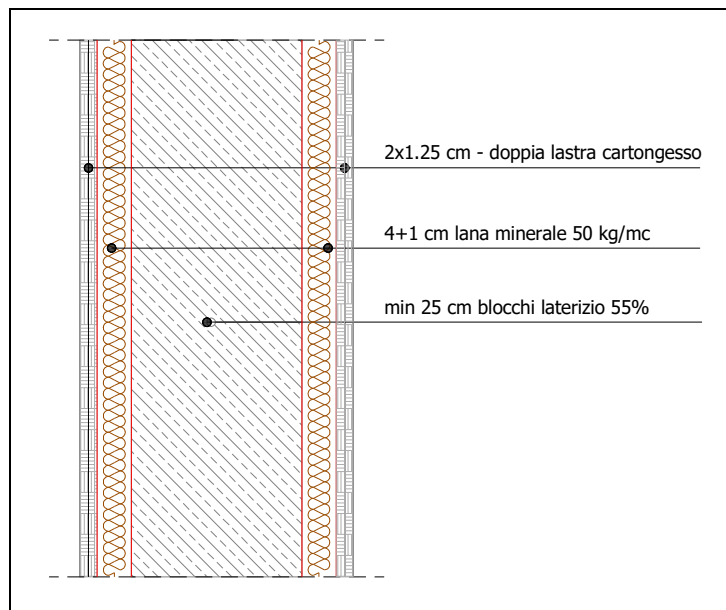
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

La struttura, grazie anche allo spazio disponibile, è stata definita per massimizzare l'isolamento acustico tra le tubazioni inserite nella struttura di confine tra i due ambienti di vita e gli ambienti di vita stessa.

Gli elementi a protezione del rumore degli impianti (sia a sinistra sia a destra del vano passaggio impianti nell'immagine soprastante) definiscono di fatto una struttura in cartongesso molto simile a M11, con livelli molto elevati di isolamento acustico.

L'inserimento di un materassino di lana minerale nel vano passaggio impianti consente di limitare l'amplificazione del rumore generato dalle tubazioni di scarico nell'intercapedine.

AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO****4.5 M14 - Partizione verticale interna tra locale UTA e ambienti Day Hospital - con gasbeton**

M14		Parete locali tecnici e Day Hospital	
Descrizione	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
Intonaco	1	1500	15
Muratura esistente (blocchi foratura 55%)	25.0		174.2
Intonaco	1	1500	15
<b>TOTALE</b>	<b>25.0</b>		<b>204</b>
<b>R<sub>w</sub> [dB] - indice potere fonoisolante strato base (minimo)</b>			<b>46</b>

da legge di massa UNI EN 12354-1 per pareti semplici in laterizio

Si tratta della struttura di separazione tra locali tecnici contenenti le UTA e gli ambienti di vita adiacenti.

Nel caso della struttura base, l'indice del potere fonoisolante è stato ottenuto applicando la legge di massa suggerita dalla norme UNI EN 12354-1 per pareti semplici in laterizio e troncando il risultato ottenuto all'unità.

La tipologia di blocchi in laterizio non è nota con precisione: cautelativamente sono stati considerati blocchi da tamponamento con foratura 55% e 1 cm di malta sui giunti verticali e orizzontali.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

L'incremento dell'indice di potere fonoisolante per la presenza della due contropareti sui due lati è stato calcolato secondo le indicazioni della norma UNI EN 12354-1, troncando all'unità il risultato ottenuto.

M14		Prima controparete	
Descrizione	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
Lana minerale e aria	5.0	20	
Lastra in cartongesso	1.25	760	9.5
Lastra in cartongesso	1.25	760	9.5
<b>TOTALE</b>	<b>7.5</b>		<b>19.0</b>
$\Delta R_w$ controparete			
Spessore intercapedine		0.050	m
$f_0$ - frequenza di risonanza		57.2	Hz
<b><math>\Delta R_w</math> [dB] - incremento indice potere fonoisolante</b>			<b>16</b>
incremento indice per strato aggiuntivo secondo UNI EN 12354-1; troncato all'unità			

M14		Seconda controparete	
Descrizione	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
Lana minerale e aria	5.0	20	
Lastra in cartongesso	1.25	760	9.5
Lastra in cartongesso	1.25	760	9.5
<b>TOTALE</b>	<b>7.5</b>		<b>19.0</b>
$\Delta R_w$ controparete			
Spessore intercapedine		0.050	m
$f_0$ - frequenza di risonanza		57.2	Hz
<b><math>\Delta R_w</math> [dB] - incremento indice potere fonoisolante</b>			<b>16</b>
incremento indice per strato aggiuntivo secondo UNI EN 12354-1; troncato all'unità			

L'indice di potere fonoisolante complessivo è stato calcolato a partire dall'indice di potere fonoisolante della struttura base, considerando l'intero contributo della prima controparete e solo metà del contributo della seconda controparete.

M14	Struttura completa
<b><math>R_w</math> [dB] - indice potere fonoisolante complessivo</b>	<b>70</b>

Il nucleo centrale in muratura e la doppia lastra in cartongesso su entrambi i lati forniscono un incremento, per quanto possibile visti gli spessori limitati, delle prestazioni di isolamento acustico alle basse frequenze.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

#### 4.6 Strato resiliente

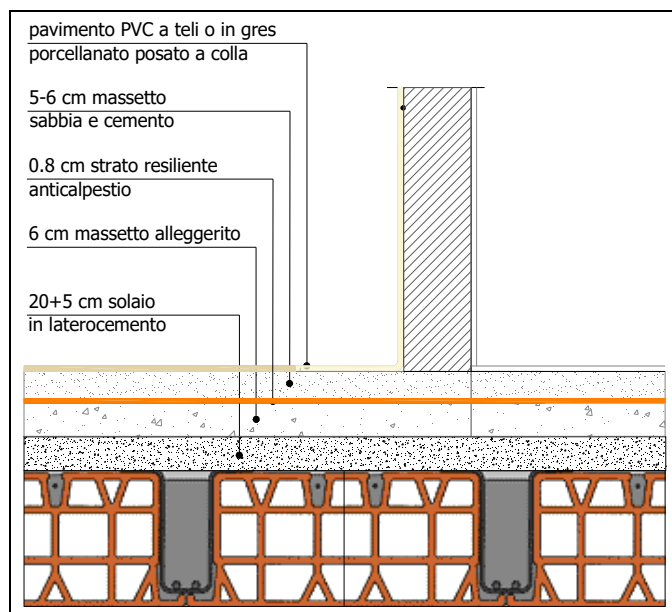
In funzione del miglioramento sia dell'isolamento acustico ai rumori aerei sia soprattutto del livello di rumore di calpestio del solaio interpiano, si è previsto uno strato resiliente per la realizzazione del pavimento galleggiante.

Di seguito vengono riportati i dati di riferimento dello strato resiliente da utilizzare:

<b>STR-RES</b>		<b>Strato resiliente per pavimento galleggiante</b>	
spessore nominale	8-10	mm	
<b>s' - rigidità dinamica di riferimento</b>	<b>≤ 15</b>	<b>MN/m<sup>3</sup></b>	
Valore di riferimento del parametro; possibile la scelta di materiali con valori analoghi o inferiori			
Resistenza a compressione sufficiente a sopportare senza problemi il carico del massetto			
Prove secondo UNI EN 12431 (comprimibilità) e UNI EN 1606 (creep)			

Il valore di rigidità dinamica sopra indicato costituisce un parametro di progetto ed è quello utilizzato nei calcoli previsionali.

È possibile la scelta di un materiale con caratteristiche di rigidità dinamica uguali o inferiori, a patto che sia in grado di rispettare anche le altre caratteristiche richieste.

AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO****4.7 P1 - Solaio in laterocemento con pavimento in pvc o gres**

P1		Pavimento con pvc o gres		
Struttura base				
Elemento	Spessore [cm]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	
Intonaco	1.5	1500		
Solaio in laterocemento	20		300	
Soletta resistente in calcestruzzo	5.0			
Alleggerito	6.0	400	24	
<b>TOTALE STRUTTURA BASE</b>	<b>32.5</b>		<b>324</b>	
Pavimento galleggiante				
Elemento	Spessore [cm]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	
<b>STRATO RESILIENTE</b>	0.8			
Sottofondo sabbia-cemento	5.0	1800	90	
Pavimento in pvc o gres	1.0			
<b>TOTALE PAV. GALL.</b>	<b>6.8</b>		<b>90</b>	

Si tratta del solaio in laterocemento a pavimento.

Le uniche differenze nelle varie zone dell'area di intervento sono legate alla finitura superficiale, che può essere in pvc o in gres (non considerati nei calcoli).





AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
PROGETTO ESECUTIVO

4.7.1 P1 - Stima dell'indice di potere fonoisolante

P1		Stima dell'indice di potere fonoisolante $R_w$	
STRUTTURA BASE	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	324	
<b><math>R_w</math> [dB] - indice potere fonoisolante struttura base</b>		<b>52</b>	
da formule previsionali UNI EN 12354-1 per solai omogenei; troncato all'unità			
<b><math>R_w</math> [dB] - indice potere fonoisolante struttura base</b>		<b>49</b>	
da formule previsionali specifiche per solai in laterocemento; troncato all'unità; OK - cautelativo			
<b><math>\Delta R_w</math> pavimento galleggiante</b>			
<b>Rigidità dinamica strato resiliente tipo</b>	<b>15</b>	<b>MN/m<sup>3</sup></b>	
$m'_1$ - massa superficiale solaio base	324	kg/m <sup>2</sup>	
$m'_2$ - massa superficiale pavim. gallegg.	90	kg/m <sup>2</sup>	
$f_0$ - frequenza di risonanza	74	Hz	
<b><math>\Delta R_w</math> [dB] - incremento indice potere fonoisolante pav. gall.</b>		<b>12</b>	
da formule previsionali UNI EN 12354-1:2017			
<b><math>R_w</math> [dB] - indice potere fonoisolante complessivo</b>		<b>61</b>	
da formule previsionali specifiche per solai in laterocemento; OK - cautelativo			

La presenza delle pignatte in laterizio all'interno del solaio in laterocemento altera il comportamento della struttura, che di fatto non è assimilabile a un solaio omogeneo: esistono formule previsionali specifiche per questo tipo di solaio, che forniscono stime migliori per l'indice di potere fonoisolante apparente rispetto a quelle ottenibili utilizzando le formule previsionali della norma UNI EN 12354-1 (si tratta comunque di stime più cautelative rispetto a quelle ottenibili applicando semplicemente le indicazioni delle norme).

Il pavimento galleggiante al di sopra dello strato resiliente si comporta come uno strato addizionale e l'intero pacchetto implica un incremento dell'indice di potere fonoisolante, che è stato calcolato secondo le indicazioni della norma UNI EN 12354-1, troncando cautelativamente all'unità il valore stimato.

Un elevato indice di potere fonoisolante della struttura e in particolare la presenza del pavimento galleggiante migliora in generale il comfort acustico all'interno degli ambienti interessati e soprattutto negli ambienti sottostanti.



AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
PROGETTO ESECUTIVO

4.7.2 P1 - Stima dell'indice di rumore di calpestio

P1		Stima dell'indice di livello di rumore di calpestio $L_{n,w}$
STRUTTURA BASE	Massa superficiale [ $kg/m^2$ ]	324
$L_{n,w}$ [dB] - indice rumore calpestio solaio nudo		77
da formule previsionali UNI EN 12354-2 per solai omogenei; arrotondato all'unità successiva		
$L_{n,w}$ [dB] - indice rumore calpestio solaio nudo		85
da formule previsionali specifiche per solai in laterocemento; arrotondato all'unità successiva; OK - cautelativo		
<b><math>\Delta L_w</math> pavimento galleggiante</b>		
Rigidità dinamica strato resiliente tipo	15	$MN/m^3$
$m'_2$ - massa superficiale pavim. gallegg.	90	$kg/m^2$
$f_0$ - frequenza di risonanza del pavimento	65	Hz
$\Delta L_w$ [dB] - stima decremento indice rumore calpestio - pav. gall.		29
da formule previsionali UNI EN 12354-2; troncato all'unità		
$L_{n,w}$ [dB] - indice rumore di calpestio struttura completa		56
da formule previsionali specifiche per solai in laterocemento; arrotondato all'unità successiva		

La presenza delle pignatte in laterizio all'interno del solaio in laterocemento altera il comportamento della struttura, che di fatto non è assimilabile a un solaio omogeneo: anche in questo caso, esistono formule previsionali specifiche per questo tipo di solaio, che forniscono stime migliori per l'indice di livello di rumore di calpestio rispetto a quelle ottenibili utilizzando le formule previsionali della norma UNI EN 12354-2 (si tratta comunque di stime più cautelative rispetto a quelle ottenibili applicando semplicemente le indicazioni delle norme).

Il pavimento galleggiante al di sopra dello strato resiliente si comporta come uno strato addizionale e l'intero pacchetto implica una riduzione dell'indice di livello di rumore di calpestio: tale riduzione è stata calcolata secondo le indicazioni della norma UNI EN 12354-2, troncando cautelativamente all'unità il valore stimato.

Un ridotto livello di rumore di calpestio della struttura, ottenuto con l'introduzione del pavimento galleggiante, migliora in generale il comfort acustico all'interno degli ambienti interessati e in particolare limita la trasmissione del rumore da impatto verso i piani inferiori (e anche superiori).



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## **5 DAY HOSPITAL - VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE ATTESE**

### **5.1 Indice di valutazione dell'isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$**

L'intervento non prevede la sostituzione dei serramenti esistenti, per cui il limite di isolamento di facciata non è applicabile.

Il miglioramento dell'isolamento acustico delle parti cieche (identificate come struttura M1 per completezza di informazione) legato all'introduzione di una controparete interna, di fatto non altera le prestazioni di isolamento di facciata, che sono determinate essenzialmente dai serramenti.

### **5.2 Indice di valutazione dell'isolamento ai rumori aerei $R'_w$**

#### **Limiti di riferimento**

Dal punto di vista legislativo, non esistono limiti di riferimento applicabili, in quanto l'intero edificio costituisce una singola unità immobiliare e il DPCM 05.12.1997 stabilisce in modo esplicito che i limiti di riferimento per il parametro  $R_w$  "sono riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari".

Ciononostante, l'isolamento ai rumori aerei rimane un elemento importante per il comfort acustico anche all'interno di un reparto ospedaliero: per questo motivo, nel seguito verranno esaminate le prestazioni acustiche di isolamento ai rumori aerei relative a situazioni specifiche.

#### **Considerazioni sui livelli di isolamento delle partizioni verticali interne**

Dal punto di vista del comfort, nel caso di una struttura ospedaliera, l'effettivo isolamento acustico tra ambienti sullo stesso piano dipende da una molteplicità di fattori:

- indice di potere fonoisolante delle partizione di separazione (in questo caso M11, struttura in cartongesso su orditura metallica, con indice di potere fonoisolante  $R_w = 54$  dB)
- presenza di controsoffitti e contropareti (che tendono a limitare le trasmissioni laterali quindi a mantenere elevato l'effettivo isolamento acustico ottenibili)
- ponti acustici attraverso gli impianti aerulici (che spesso, a causa del canale di distribuzione centralizzato nel corridoio, sono gli elementi che determinano l'effettivo isolamento acustico tra ambienti sullo stesso piano)
- ponti acustici attraverso le porte (spesso aperte, in particolare nelle degenze, per esigenze di controllo ed assistenza) e il corridoio



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Sulla base delle considerazioni precedenti è possibile stabilire che i livelli di isolamento acustico tra ambienti sullo stesso piano dipendono soprattutto dai ponti acustici attraverso i sistemi impiantistici e il corridoio comune.

Le pareti di separazione tipo M11 forniscono livelli di isolamento teoricamente molto elevati e quindi costituiscono la scelta migliore per la massimizzazione del comfort acustico, per quanto possibile in funzione dei vincoli al contorno.

**Considerazioni sui livelli di isolamento delle partizioni orizzontali interne**

L'intervento riguarda il solo solaio a pavimento del piano interrato, che non si trova immediatamente a contatto con altri ambienti di vita: l'introduzione del pavimento galleggiante anche in questo caso tende comunque a incrementare il comfort acustico dell'intera struttura.

**5.3 Indice di livello di rumore di calpestio  $L'_{n,w}$**

**5.3.1 Limiti di riferimento**

Sulla base dell'interpretazione autorevole della norma UNI 11367, non esistono partizioni di progetto per cui sia applicabile questo limite di riferimento: l'intervento avverrà all'interno di una singola unità immobiliare.

Tuttavia, la stessa norma indica valori di riferimento diversi da quelli del DPCM 05.12.1997 all'interno di una struttura ospedaliera, il che lascia intendere che occorra comunque perseguire un certo livello di comfort acustico: per questo motivo, è stata adottata la soluzione del pavimento galleggiante anche per il solaio a pavimento P1.

**5.3.2 Considerazioni sui livelli di rumore di calpestio del solaio a pavimento**

L'intervento riguarda il solo solaio a pavimento.

L'introduzione del pavimento galleggiante ha consentito un notevole miglioramento del livello di rumore di calpestio rispetto allo stato di fatto, con l'ottenimento di un livello teorico  $L_{n,w} = 56$  dB della struttura: si tratta in ogni caso di un miglioramento significativo rispetto alla situazione esistente, in cui non è presente lo strato resiliente.

Si tratta anche di un livello sicuramente accettabile anche dal punto di vista del comfort acustico, anche in considerazione del fatto che il solaio di base in laterocemento non può essere modificato e non possono essere eseguiti interventi sugli ambienti al piano sottostante.

Occorre anche considerare che la trasmissione del rumore di calpestio verso i locali soprastanti fornisce in generale livelli ampiamente inferiori negli ambienti riceventi.

#### 5.4 Rumore degli impianti a funzionamento discontinuo

Nell'analisi iniziale, si è concluso che il limite relativo al rumore degli impianti a funzionamento discontinuo non è applicabile.

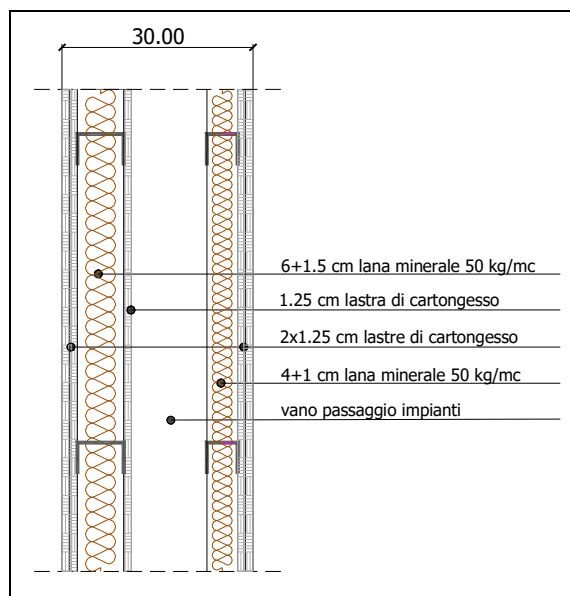
Nel caso specifico, gli unici impianti a funzionamento discontinuo oggetto di intervento sono costituiti dagli impianti meccanici, con particolare riferimento agli scarichi.

Pur non essendo applicabile il limite di rumorosità specifico, avendo come obiettivo il comfort acustico, il rumore degli impianti a funzionamento discontinuo è stato trattato nel paragrafo dedicato con indicazioni operative.

Occorre considerare che il sistema di scarico dei nuovi bagni si innesterà direttamente sulle colonne di scarico esistenti: questo significa che non è di fatto possibile controllare o modificare il rumore generato dagli impianti, in quanto esso si origina essenzialmente lungo le colonne di scarico, che non saranno modificate.

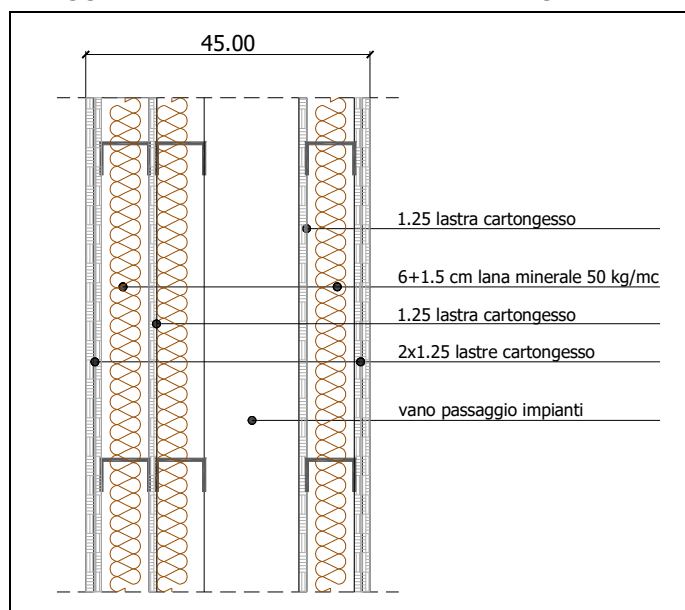
In alcuni casi, il collegamento delle tubazioni di scarico con la colonna principale esistente prevede un passaggio delle tubazioni all'interno delle nuove pareti di separazione: per proteggere al meglio gli ambienti di vita all'interno del Day Hospital, sono state definite due stratigrafie specifiche per i casi in cui le tubazioni di scarico realizzino il passaggio in una partizione tra bagno e ambiente di vita oppure in una partizione tra due ambienti di vita.

#### **Partizione tipo M12 - Passaggio delle tubazioni di scarico tra bagno e ambiente di vita**



Gli elementi a protezione del rumore degli impianti (a sinistra nell'immagine soprastante) definiscono di fatto una struttura in cartongesso molto simile a M11, con livelli molto elevati di isolamento acustico e quindi un elevato abbattimento della relativa rumorosità.

### **Partizione tipo M13 - Passaggio delle tubazioni di scarico tra bagno e ambiente di vita**



Gli elementi a protezione del rumore degli impianti (sia a sinistra sia a destra del vano passaggio impianti nell'immagine soprastante) definiscono di fatto una struttura in cartongesso molto simile a M11, con livelli molto elevati di isolamento acustico.

L'inserimento di un materassino di lana minerale nel vano passaggio impianti consente di limitare l'amplificazione del rumore generato dalle tubazioni di scarico nell'intercapedine.

### **5.5 Rumore degli impianti a funzionamento continuo**

Nell'analisi iniziale, si è concluso che il limite relativo al rumore degli impianti a funzionamento continuo non è applicabile.

Gli unici impianti a funzionamento continuo che possono introdurre un livello di rumore significativo sono costituiti dagli impianti di trattamento aria collegati alle nuove UTA; le tematiche collegate sono trattate nel paragrafo dedicato con indicazioni operative generali e con l'indicazione di accorgimenti costruttivi specifici per il reparto Day Hospital.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## **6 DAY HOSPITAL - INDICAZIONI PER IL CONTENIMENTO DEL RUMORE DELLE UTA**

Le due Unità di Trattamento Aria (UTA) previste nel contesto del progetto di ristrutturazione del reparto Day Hospital dell'Ospedale di Lodi trovano la loro collocazione all'interno di altrettanti locali tecnici posti in testata rispettivamente alle due ali del reparto.

La relativa vicinanza delle UTA ai locali serviti e la loro portata potrebbero implicare la generazione di livelli di rumorosità elevati, che devono quindi essere ridotti e/o contenuti con opportuni interventi, al fine di una confortevole fruibilità di tali ambienti (alcuni dei quali dedicati ai visitatori, altri utilizzati dal personale sanitario).

L'approccio adottato prevede l'identificazione dei principali percorsi di propagazione del rumore, al fine di fornire delle indicazioni operative per il contenimento della trasmissione dei livelli sonori attraverso:

- i condotti alloggiati nei controsoffitti e i controsoffitti stessi
- le bocchette di aerazione (sia di mandata sia di ripresa)
- le partizioni di confine tra locale tecnico e ambienti adiacenti
- eventuali vibrazioni strutturali

Di seguito verranno pertanto riportate delle indicazioni generali per il contenimento del rumore generato dalle UTA: si tratta di indicazioni direttamente collegate alla messa in opera e alle modalità di installazione delle macchine.

Successivamente, verranno invece descritte le specifiche azioni di contenimento del rumore generato dalle UTA verso gli ambienti interni del reparto di Day Hospital.





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## **6.1 Indicazioni generali**

### **6.1.1 Indicazioni per la minimizzazione dei livelli sonori**

Vi sono alcuni accorgimenti che consentono di minimizzare i livelli sonori generati dalle UTA e dai sistemi collegati: le indicazioni qui riportate sono di natura sia progettuale sia operativa e potranno essere calibrate con più accuratezza in fase di messa in opera.

Per minimizzare i livelli sonori immessi nei controsoffitti e negli ambienti interni occorre:

- scegliere le UTA in modo da minimizzare la rumorosità generata dai ventilatori
- utilizzare sistemi di disgiunzione tra le UTA e i canali, per limitare la trasmissione di vibrazioni sull'impianto e a valle di questo
- inserire silenziatori sia sui canali di mandata sia sui canali di ripresa, il più vicino possibile alle sorgenti di rumore (ventilatori), ma cercando di evitare, per quanto possibile, di lasciare tratti di canale a valle dei silenziatori esposti alla rumorosità dei locali macchina
- nel caso, coibentare i canali in modo da minimizzare il fenomeno di break in, ossia il rumore che dal locale tecnico passa all'interno dei canali stessi
- inserire materiale fonoassorbente all'interno dei locali tecnici, dei cavedi e in generale in tutti i volumi confinati, al fine di ridurre l'amplificazione per riverberazione del rumore ivi generato
- dimensionare i canali in modo da avere velocità dell'aria quanto più basse possibile
- utilizzare canali a sezione quadrata o rettangolare, che attenuano i livelli sonori interni in modo più efficace rispetto ai canali a sezione circolare
- garantire un flusso d'aria il più uniforme possibile, evitando brusche variazioni di direzione
- utilizzare canali dotati di elevata attenuazione del livello di rumore
- fissare i canali ai solai con sistemi antivibranti
- utilizzare plenum silenziati
- utilizzare dispositivi terminali di diffusione a bassa rumorosità



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### **6.1.2 Rumore generato dalle Unità di Trattamento Aria**

L'operazione fondamentale di una UTA è quella di prelevare aria dall'ambiente interno, raffreddarla o riscaldarla (eventualmente miscelandola con aria esterna) e re-immeterla nell'ambiente interno dopo il trattamento.

Le operazioni di estrazione e di immissione dell'aria negli ambienti interni sono controllate dai ventilatori delle macchine, quello di mandata per l'immissione e quello di ripresa per l'estrazione.

I ventilatori sono tipiche sorgenti sonore, la cui potenza dipende da vari parametri, tra cui la velocità dell'aria, il numero di pale, la potenza elettrica del sistema, il tipo di ventilatore, la velocità di rotazione, ...

Il rumore generato dai ventilatori viene immesso nelle canalizzazioni e trasmesso agli ambienti interni.

La propagazione e la generazione del rumore all'interno delle canalizzazioni è un fenomeno complesso, che dipende in prima approssimazione:

- dalla presenza di silenziatori
- dalla velocità dell'aria
- dalle variazioni di sezione dei canali
- dalle variazioni di direzione
- dalle suddivisioni delle portate
- dai sistemi di controllo interni ai canali (serrande tagliafuoco, alette deflettrici, ...)
- dagli effetti di riflessione prima dell'immissione nell'ambiente

Appare immediatamente chiaro che la soluzione più efficace per il contenimento dei livelli sonori è l'identificazione di UTA con livelli di emissione sonora il più contenuti possibili: questo significa in particolare utilizzare ventilatori con livelli di rumorosità moderata.

Questo approccio potrebbe essere perseguito con la scelta e la definizione in fase di acquisto di macchine già dotate di silenziatore inglobato (compatibilmente con gli spazi disponibili) o intrinsecamente più efficienti, quindi meno rumorose.

Una scelta di questo tipo permetterebbe di ridurre al massimo le emissioni sonore dalle bocche di mandata e ripresa e, di conseguenza, di ridurre sia i livelli sonori all'interno dei locali tecnici sia i livelli sonori trasmessi nei canali.

In generale, se non è possibile prevedere macchine con silenziatori interni, risulta necessario prevedere la presenza di silenziatori esterni.

## 6.2 Indicazioni specifiche per le macchine e le canalizzazioni

### 6.2.1 Isolamento della struttura di supporto dalle vibrazioni

Le Unità di Trattamento Aria, oltre a generare rumore direttamente, sono anche all'origine di livelli di vibrazione potenzialmente molto elevati, che possono essere facilmente trasmessi alle strutture e all'intero edificio.

Per questo motivo, le UTA dovranno essere adeguatamente ammortizzate (ad esempio mediante l'utilizzo di giunti antivibranti sui fissaggi dei ventilatori).

Inoltre, le macchine dovranno essere adeguatamente ammortizzate nei confronti della struttura di supporto.

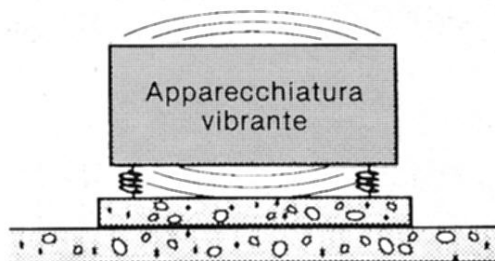


Figura 6-1: Schematizzazione sistema antivibrante

Tutti i sistemi antivibranti devono essere progettati e dimensionati per ridurre al minimo le vibrazioni trasmesse al solaio di appoggio dalla specifica macchina che sarà utilizzata, sulla base della massa e della frequenza naturale di funzionamento.

Esistono fornitori di specifici supporti antivibranti in grado di progettare tali supporti per ridurre al minimo la frequenza di taglio, che generalmente, come dato di progetto, viene fissata come minore di 10 Hz (anche se valori fino a 20 Hz sono in generale accettabili): questa situazione di fatto impedisce la trasmissione delle componenti vibrazionali che possono essere all'origine di rumore strutturale.

Sempre in generale, non è detto che i sistemi antivibranti direttamente forniti con le macchine e le apparecchiature siano in grado di garantire prestazioni sufficienti in relazione al controllo delle vibrazioni.

### 6.2.2 Isolamento delle canalizzazioni e dei sistemi collegati dalle vibrazioni

Le vibrazioni generate dalle UTA possono propagarsi anche attraverso le tubazioni e le canalizzazioni di collegamento: se tali elementi sono fissati in modo rigido alla macchina, le vibrazioni generate durante il funzionamento si trasmettono a tali elementi e quindi all'intero edificio.

In generale occorre quindi isolare le tubazioni e le canalizzazioni di collegamento dal corpo macchina, interponendo specifici elementi di disaccoppiamento.

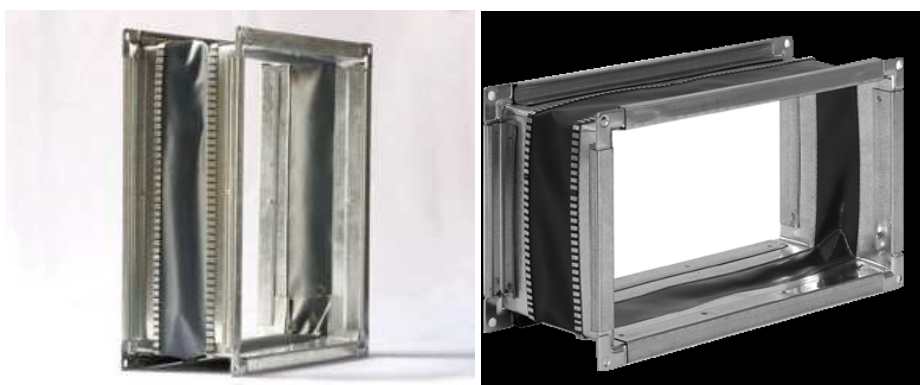


Figura 6-2: Tipologie di elementi disaccoppianti

### 6.2.3 Canali

I canali previsti nel caso in esame sono in alluminio preisolati, realizzati con pannelli sandwich eco-compatibili con trattamento antimicrobico con le seguenti caratteristiche:

- Spessore pannello: 20.5 mm
- Alluminio esterno: gofrato, spessore 0.08 mm, protetto con laccatura poliestere
- Alluminio interno: liscio, spessore 0.08 mm, con trattamento antimicrobico

Anche se non sono disponibili dei dati specifici, in generale le informazioni disponibili vanno nella direzione di un miglioramento delle prestazioni acustiche rispetto ai canali tradizionali in acciaio.

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

#### 6.2.4 Fissaggio e montaggio dei canali

Le canalizzazioni di distribuzione e ripresa dell'aria dovranno essere fissate mediante staffe d'ancoraggio elastiche, in modo tale da non propagare alle strutture eventuali vibrazioni o rumorosità dovute all'aria in transito o generate nel sistema.



Figura 6-3: Tipologie di staffe di ancoraggio antivibranti

Le guarnizioni di tenuta dovranno essere posate in modo da realizzare una sigillatura completa in corrispondenza delle giunzioni flangiate.

Le aperture di accesso dovranno essere costruite con accessori tali da non limitare le prestazioni dell'impianto in merito all'isolamento acustico.

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

### 6.2.5 Coibentazione dei canali (crossover, break in e break out)

I normali canali di aspirazione e mandata, in particolare all'interno dei cavedi tecnici, sono soggetti a tre tipologie di fenomeni collegati alla propagazione del rumore:

- il fenomeno di crossover, in cui il rumore generato dai ventilatori di aspirazione o mandata viene trasmesso attraverso il canale, da cui, a causa di un isolamento insufficiente, passa in un canale adiacente ed entra in un diverso ambiente
- il fenomeno di break in, in cui il rumore generato all'interno del cavedio o del locale tecnico (da tutti gli impianti e le attrezzature presenti) entra nei canali a causa dell'isolamento insufficiente, e si propaga all'interno dei diversi ambienti
- il fenomeno di break out, in cui il rumore generato e trasportato all'interno di un singolo canale si propaga all'esterno del canale all'interno del locale tecnico e si trasmette agli ambienti adiacenti

Quando non è possibile controllare il rumore alla sorgente, occorre predisporre un adeguato isolamento acustico dei canali stessi, ad esempio con un rivestimento isolante, in modo che il rumore venga attenuato nel passaggio da dentro a fuori o da fuori a dentro più di quanto avviene con i canali nudi standard.

Nel caso specifico, la fasciatura della canalizzazioni è stata prevista come segue:

- pannello arrotolato in lana di vetro di spessore minimo di 25 mm, da avvolgere attorno ai canali da coibentare
- ulteriore rivestimento fonoisolante (foglio appesantito): serve per introdurre un elemento massivo e completare il sistema massa-molla-massa in grado di aumentare il potere fonoisolante del canale

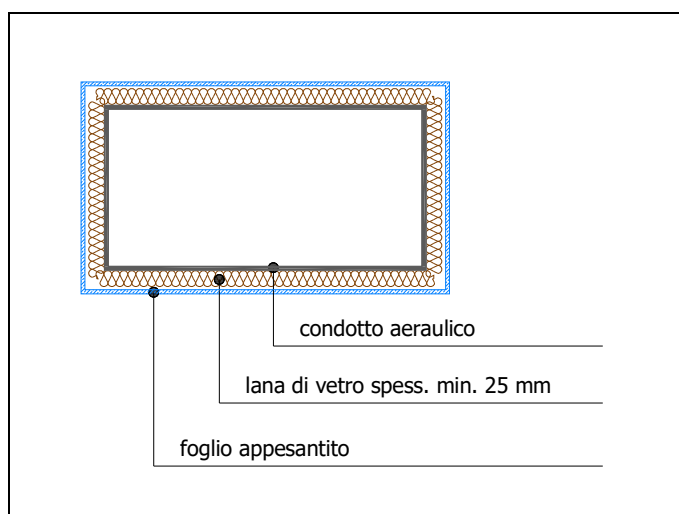


Figura 6-4: Fasciatura delle canalizzazioni

### 6.2.6 Passaggio canalizzazioni tra locali tecnici e ambienti adiacenti

I locali tecnici principali costituiscono dei volumi indipendenti, da cui le canalizzazioni e le tubazioni devono uscire per entrare negli ambienti serviti e raggiungere la loro destinazione.

In considerazione del fatto che i locali tecnici sono ambienti rumorosi, il passaggio di tali elementi nel controsoffitto può costituire una criticità acustica: sono necessari accorgimenti specifici per ridurre la trasmissione di rumore al minimo indispensabile.

L'approccio acusticamente corretto prevede una serie di operazioni ben definite, leggermente diverse nel caso di passaggio attraverso strutture in muratura o attraverso strutture leggere in cartongesso o gessofibra:

- realizzazione di forature di passaggio singole di dimensioni appena più grandi delle dimensioni dei canali e delle tubazioni
- protezione dei canali e dei tubi, limitatamente alla zona di passaggio, mediante guaina resiliente (per evitare la trasmissione di vibrazioni alla struttura)
- inserimento dei canali e dei tubi completi di guaina resiliente nei fori
- nel caso di strutture in muratura, completa chiusura dei fori di passaggio attorno alla guaina antivibrante, ad esempio mediante malta o altro materiale idoneo, facendo attenzione a non creare punti di contatto rigidi tra muratura e canali

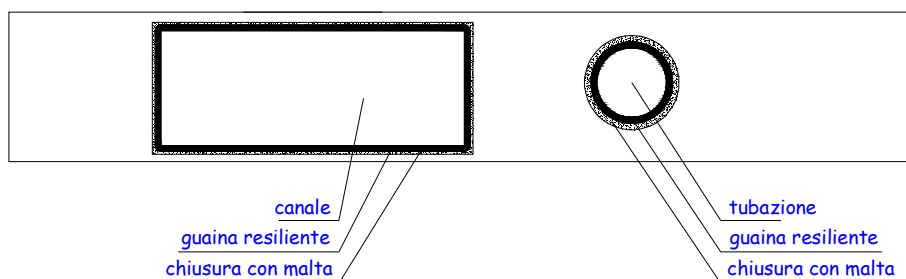


Figura 6-5: Passaggio dei canali e delle tubazioni attraverso elementi in muratura

- nel caso di strutture in cartongesso, completa chiusura dei fori di passaggio attorno alla guaina antivibrante mediante stuccatura con gesso a riempimento, facendo attenzione a non creare punti di contatto rigidi tra pareti leggere e canali

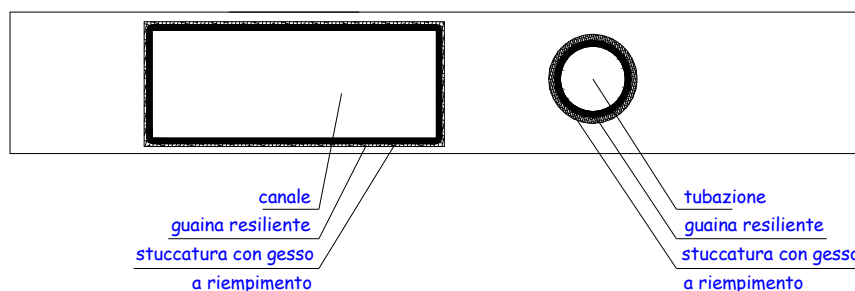


Figura 6-6: Passaggio dei canali e delle tubazioni attraverso elementi in cartongesso



### 6.2.7 Passaggio tubazioni e canalizzazioni fra i piani

Nel caso del passaggio di tubazioni e di canalizzazioni tra piani sovrapposti, se il passaggio non avviene all'interno di un cavedio dedicato, completamente isolato dagli ambienti circostanti, occorre prestare particolare attenzione: infatti, se il foro di passaggio è a misura e si crea un contatto rigido tra tubazione e soletta, si dà origine anche a un ponte acustico di tipo strutturale. In generale, occorre sempre interporre una guaina elastica tra tubazione e soletta.

La soluzione corretta è la completa chiusura dei fori di passaggio attorno alla guaina antivibrante, ad esempio mediante malta o altro materiale idoneo.

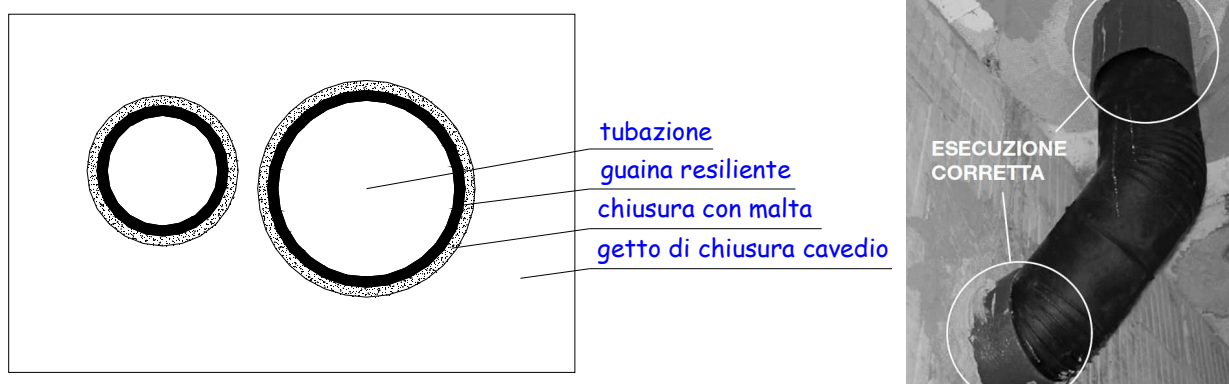


Figura 6-7: Passaggio dei canali e delle tubazioni attraverso piani sovrapposti

### 6.2.8 Passaggi delle canalizzazioni tra ambienti contigui

Il fatto che le pareti di separazione tra i diversi ambienti proseguano fino al solaio soprastante (per massimizzare le prestazioni di isolamento acustico) rende necessaria l'adozione di accorgimenti specifici per il passaggio dei canali tra due zone separate dalle pareti in cartongesso: questa situazione è vera in particolare per il passaggio dei canali dalla linea di distribuzione principale al di sopra dei corridoi verso i singoli uffici.

Una situazione analoga si ha nel passaggio dei canali attraverso le parti interne residuali in muratura.

L'approccio acusticamente corretto prevede una serie di operazioni ben definite:

- realizzazione della foratura di passaggio di dimensioni appena più grandi delle dimensioni del canale
- protezione del canale, limitatamente alla zona di passaggio mediante guaina resiliente (per evitare la trasmissione di vibrazioni)
- inserimento del canale completo di guaina resiliente nel foro
- nel caso delle pareti in cartongesso, completa chiusura dei fori di passaggio attorno alla guaina antivibrante mediante stuccatura con gesso a riempimento, facendo attenzione a non creare punti di contatto rigidi tra pareti leggere e canali
- nel caso di pareti in muratura, completa chiusura dei fori di passaggio attorno alla guaina antivibrante, ad esempio mediante malta o altro materiale idoneo, facendo attenzione a non creare punti di contatto rigidi tra muratura e canali

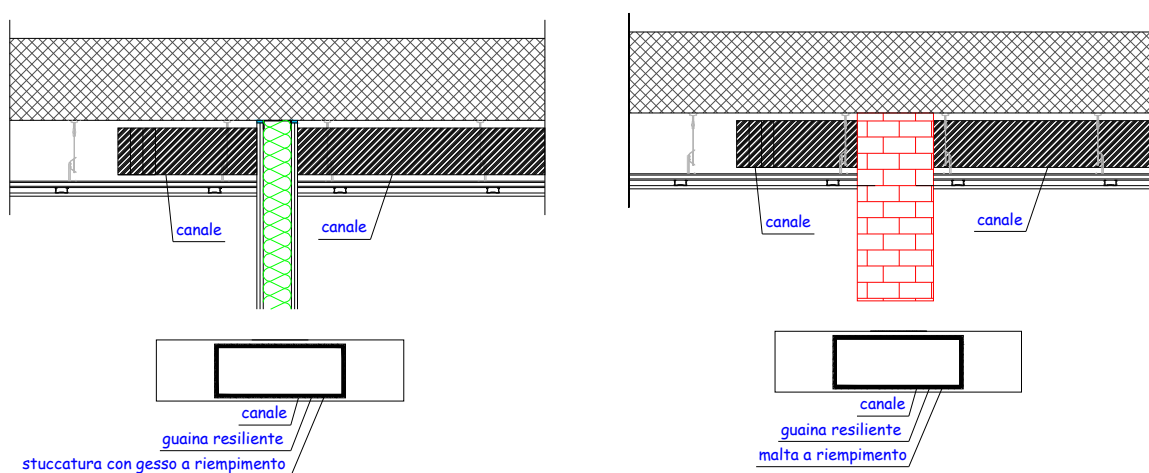


Figura 6-8: Passaggio dei canali tra pareti divisorie in cartongesso e in muratura

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

### 6.2.9 Limitazione della trasmissione delle vibrazioni verso i locali adiacenti

Uno dei problemi principali per l'isolamento acustico dei locali tecnici è la trasmissione del rumore strutturale generato dagli impianti e dalle tubazioni quando queste vengono fissate rigidamente alle strutture di contenimento: le vibrazioni trasmesse alle strutture murarie si propagano in modo imprevedibile agli ambienti di vita adiacenti.

Per questo motivo, tutti i sistemi ausiliari che possono generare vibrazioni e/o sono collegati direttamente alle macchine (tubazioni, canalizzazioni, ...) NON DEVONO essere fissati in modo rigido alle strutture di contenimento.

In questo caso, infatti, le vibrazioni verrebbero trasmesse alla struttura, che finirebbe per immetterle come rumore nell'ambiente ricevente: la parete diventerebbe un vero e proprio amplificatore.

#### DA EVITARE



Figura 6-9: Errori da evitare nel fissaggio dei canali e delle tubazioni



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### **6.3 Trattamenti specifici Reparto Day Hospital**

#### **6.3.1 Macchine**

Devono essere rispettate tutte le indicazioni riportate nel paragrafo precedente, dedicato alle "Indicazioni specifiche per le macchine e le canalizzazioni" (adozione di sistemi antivibranti opportunamente dimensionati, interposizione di elementi di disaccoppiamento tra corpo macchina canalizzazioni).

#### **6.3.2 Silenziatori**

Tutte le canalizzazioni di distribuzione dell'aria, sia in uscita sia in entrata dalle sottocentrali tecniche dove sono posizionate le UTA, sono dotate di silenziatori per attenuare i rumori trasmessi dai macchinari di centrale.

I silenziatori sono previsti - per quanto possibile - in prossimità delle macchine, tenendo però presente la necessità di evitare che il rumore del locale tecnico non li possa bypassare, entrando nel tratto di canale a valle del silenziatore stesso.

#### **6.3.3 Canalizzazioni**

Devono essere rispettate tutte le indicazioni riportate nel paragrafo precedente, dedicato alle "Indicazioni specifiche per le macchine e le canalizzazioni" (adozione di sistemi di fissaggio elastico alle strutture, indicazioni per il passaggio dei canali tra locali tecnici e ambienti adiacenti, tra piani diversi e tra ambienti contigui).

#### **6.3.4 Coibentazione canali**

I tratti di canale compresi tra le macchine e i silenziatori devono essere coibentati, come precedentemente descritto al paragrafo dedicato, per evitare che agiscano come sorgenti sonore importanti all'interno e all'esterno dei locali tecnici e per evitare i fenomeni di break in e break out.

### 6.3.5 Parete di separazione tra locale tecnico e ambienti di vita adiacenti sullo stesso piano

È stata definita una struttura di separazione, identificata come M14, da utilizzare in corrispondenza dei locali tecnici contenenti le UTA.

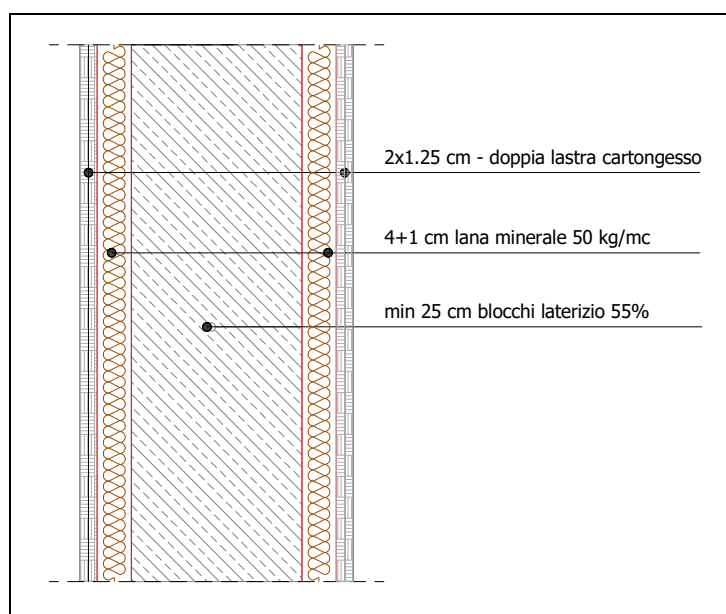


Figura 6-10: stratigrafia struttura M14

Come indicato nelle Tavole in allegato, questa soluzione è stata applicata alle strutture di separazione tra il locale UTA e gli ambienti di vita adiacenti (nel caso specifico, stanza DH 12 nel caso del locale UTA A1 e stanza DH 45 nel caso del locale UTA A2).

L'introduzione dell'elemento massiccio nella struttura ha lo scopo di bloccare, per quanto possibile in spazi ridotti, il passaggio delle basse frequenze.

### 6.3.6 Solaio di separazione tra locale tecnico e ambienti al piano inferiore

Ai piani inferiori sono incolonnati i locali UTA degli altri reparti.

### 6.3.7 Solaio di separazione tra locale tecnico e ambienti al piano superiore

Al piano superiore si trovano rispettivamente un deposito nel caso del locale UTA A1 e un balcone nel caso dell'UTA A2.

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

### 6.3.8 Bussole di accesso ai locali tecnici

I livelli sonori presenti all'interno dei locali tecnici contenenti le UTA possono costituire una potenziale criticità in relazione alle porte di accesso.

Per questo motivo, l'accesso al locale tecnico avviene attraverso una bussola, ossia attraverso una doppia porta: questa soluzione confina l'eventuale rumorosità in una zona di servizio.

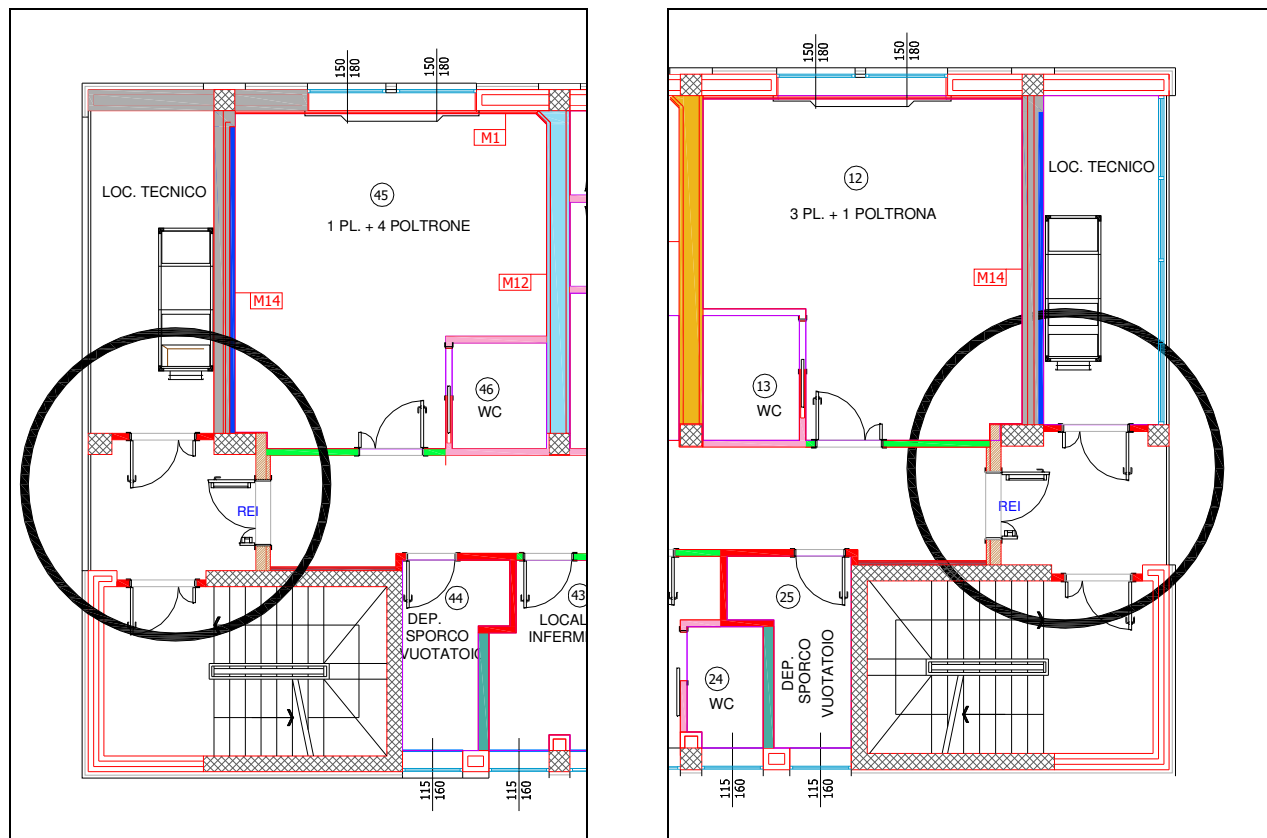


Figura 6-11: Bussole di accesso ai locali tecnici





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## **7 RUMORE GENERATO DAGLI IMPIANTI IDRAULICI**

Non esistono metodi di calcolo efficaci e affidabili per la previsione del rumore degli impianti idraulici; soprattutto non esistono dati significativi da utilizzare per l'applicazione dei modelli previsionali estremamente complessi che sono stati definiti: l'effettiva rumorosità può essere determinata solo in fase di collaudo.

In questa fase, si possono comunque fornire alcune indicazioni elementari relative alla scelta e alla messa in opera degli impianti, che consentano di contenere e limitare il rumore generato.



## 7.1 Rumore nei cavedi

### 7.1.1 Cavedi principali

Da un punto di vista acustico, i cavedi sono in generale la soluzione migliore per il passaggio delle tubazioni e delle canalizzazioni: senza indebolire l'isolamento garantito dalle strutture circostanti, sono in grado di contenere a livelli accettabili il rumore generato internamente.

Vi sono però alcuni accorgimenti da seguire nella loro realizzazione, per evitare problemi intrinseci che potrebbero pregiudicare il corretto risultato in opera.

La caratteristica fondamentale dei cavedi è di essere ambienti di volume contenuto, con pareti in generale altamente riflettenti, che tendono ad amplificare il rumore generato dagli impianti che scorrono al loro interno.

Per questo motivo, è importante che le tubazioni e le canalizzazioni che scorrono all'interno dei cavedi siano silenziate e/o adeguatamente coibentate, in modo da ridurre la generazione di rumore all'origine.

Inoltre, le tubazioni e le canalizzazioni devono essere fissate con opportuni collari antivibranti, per ridurre la trasmissione di rumore strutturale alle pareti del cavedio.

All'interno di un vano tecnico senza particolari trattamenti alle pareti interne, si deve ipotizzare un aumento del livello sonoro fino a un massimo di 10 dBA, a causa delle riflessioni del suono generato internamente.

Per evitare questo inconveniente, occorre trattare le pareti interne con del materiale assorbente, in modo da limitare il numero di riflessioni: un trattamento su due pareti consente di limitare l'incremento del rumore generato a circa 5 dBA, mentre un trattamento completo delle 4 pareti interne, di fatto, elimina il fenomeno dell'amplificazione sonora.

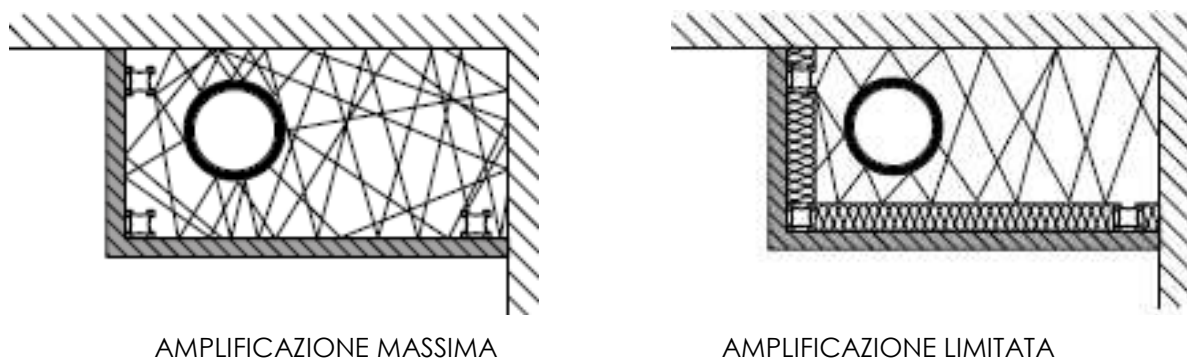


Figura 7-1: Riduzione del rumore riflesso con il trattamento fonoassorbente dei cavedi

## 7.2 Centrali tecnologiche e impianti idrosanitari

### 7.2.1 Sistemi antivibranti

Come già descritto nel caso delle Unità di Trattamento Aria, anche tutti i sistemi che possono generare vibrazioni (quali ad esempio i gruppi di pompaggio), oltre a generare rumore direttamente, sono all'origine di livelli di vibrazione potenzialmente molto elevati, che possono essere facilmente trasmessi alle strutture e all'intero edificio e devono quindi essere adeguatamente ammortizzati.

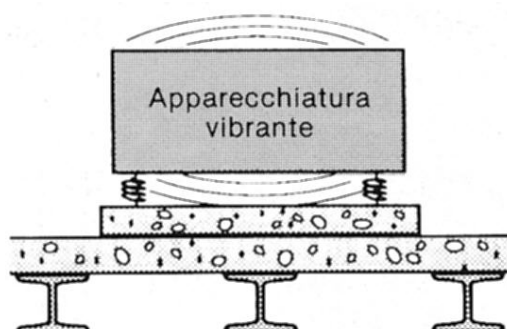


Figura 7-2: Schematizzazione sistema antivibrante

Tutti i sistemi antivibranti dovranno essere opportunamente progettati e dimensionati per ridurre al minimo le vibrazioni trasmesse al solaio di appoggio, utilizzando specifici materiali antivibranti e progettandone le prestazioni in base alle masse delle macchine, alle frequenze proprie di vibrazione e alle condizioni di installazione.

In generale, esistono fornitori di specifici supporti antivibranti in grado di progettare tali supporti per ridurre al minimo la frequenza di taglio, che solitamente, come dato di progetto, viene fissata come minore di 20 Hz: questa situazione di fatto impedisce la trasmissione delle componenti vibrazionali che possono essere all'origine di rumore strutturale.

Sempre in generale, non è detto che i tradizionali sistemi antivibranti forniti con le macchine e le apparecchiature siano in grado di garantire prestazioni sufficienti in relazione al controllo delle vibrazioni.

### 7.3 Rumore generato dal movimento dell'acqua

#### 7.3.1 Gruppi di pompaggio

I gruppi di pompaggio e i sistemi collegati dovranno essere adeguatamente ammortizzati, per evitare la trasmissione delle vibrazioni generate alla struttura dell'edificio.

In particolare, dovranno essere installati su specifici supporti antivibranti e le tubazioni collegate dovranno essere disaccoppiate dagli elementi vibranti e dalle strutture di sostegno.

#### 7.3.2 Sistema di distribuzione riscaldamento e linee idrosanitarie

Le dorsali di circolazione degli impianti di riscaldamento e degli impianti idrosanitari dovranno essere tutte opportunamente isolate.

A patto di mantenere basse velocità del fluido, le tubazioni per la distribuzione dell'acqua non costituiscono sorgenti di rumore significative.

Dal punto di vista acustico vi sono alcuni aspetti fondamentali:

- il passaggio attraverso i cavedi è sempre la soluzione migliore
- tutte le tubazioni di distribuzione devono evitare contatti rigidi con le strutture murarie, per limitare la generazione di rumore di tipo strutturale collegato alle vibrazioni provocate dal fluido in movimento nelle tubazioni



Figura 7-3: Fissaggio tubazioni con sistemi antivibranti



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

#### **7.4 Rumore generato internamente alle tubazioni**

Le vibrazioni prodotte dall'acqua all'interno delle tubazioni, che nella rubinetteria sono causa del cosiddetto rumore di cavitazione, sono generate in corrispondenza di restrizioni che provocano velocità di scorrimento elevate, accompagnate da pressioni molto basse: il tipico rumore da cavitazione è contraddistinto da componenti in alta frequenza (sibili) e può, in certi casi, essere piuttosto intenso.

Poiché il rumore generato è direttamente proporzionale al salto di pressione, è opportuno installare a monte dell'impianto un riduttore di pressione che permetta una maggiore apertura delle valvole.

La pressione ottimale non dovrebbe superare gli  $0.2 \div 0.3$  MPa, mentre la velocità di scorrimento dell'acqua nelle tubature non dovrebbe andare oltre  $1.5 \div 2$  m/s nelle tubazioni principali, oltre  $0.5 \div 1.5$  m/s nelle tubazioni secondarie, oltre  $0.2 \div 0.7$  m/s nelle derivazioni: queste indicazioni sono rispettate dalle indicazioni progettuali riportate anche al paragrafo precedente relativo alla descrizione degli impianti idrosanitari.

Un sistema efficace e al tempo stesso economico per la riduzione del rumore di cavitazione è l'adozione di elementi rompi-getto sui rubinetti, per provocare una riduzione della pressione dell'acqua all'uscita.

Un altro rischio di disturbo è dato dal cosiddetto "colpo di ariete", fenomeno causato dalla brusca interruzione del flusso d'acqua all'interno del tubo (tipico esempio è il colpo che si avverte quanto si chiude improvvisamente il rubinetto): un tipico sistema per l'eliminazione del problema consiste nell'installazione di barilotti anticolpo di ariete alla sommità delle colonne idriche di acqua fredda e calda.

### 7.4.1 Impianto di scarico

Negli impianti di scarico, la generazione del rumore avviene in più punti e vi sono diversi tipi di rumore associati a punti diversi dell'impianto.

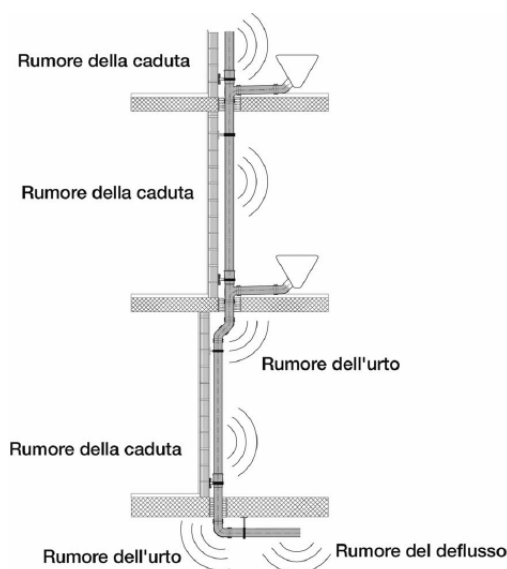


Figura 7-4: Rumore generato dalla caduta dell'acqua

- rumore causato dalla caduta dell'acqua  
cos'è: rumore causato dall'acqua che cade verso il basso all'interno di un tubo  
soluzione: utilizzo di tubazioni silenziate, fissate alla struttura con collari antivibranti o desolidarizzate con guaine resilienti
- rumore da urto  
cos'è: rumore causato dall'impatto dell'acqua in corrispondenza dei cambiamenti di direzione dell'impianto  
soluzione: introduzione di variazioni di pendenza in corrispondenza dei cambi di direzione delle tubazioni (nel caso di un raccordo a 90° il rumore generato è massimo; nel caso di un doppio raccordo a 45° con uno spostamento controllato della colonna pari ad almeno due diametri si ha una riduzione di rumorosità compresa tra il 35% e il 50%)
- rumore del deflusso  
cos'è: rumore causato dallo scorrimento dell'acqua nella tubazione orizzontale in corrispondenza di cambiamenti di direzione della condotta  
soluzione: utilizzo di tubazioni silenziate, fissate alla struttura con collari antivibranti o desolidarizzate con guaine resilienti; in casi specifici si ha la necessità di prevedere un ulteriore strato con guaina isolante anche sulle tubazioni già silenziate



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

#### **7.4.2 Tubazioni**

In generale le tubazioni di scarico dovranno essere adeguatamente coibentate: la soluzione più semplice è costituita dall'adozione delle cosiddette "tubazioni silenziate" in polietilene ad alta densità.

Esistono in commercio molte tipologie di tubazioni con sistemi di fonoisolamento e di smorzamento delle vibrazioni strutturali, che in generale risolvono efficacemente il problema.

Occorre tuttavia sempre ricordare che le tubazioni silenziate riducono il rumore generato dallo scarico, ma non lo eliminano: dove necessario occorre comunque prevedere degli opportuni accorgimenti per limitare ulteriormente la propagazione di rumore.

L'inserimento dei tubi all'interno delle partizioni non deve creare percorsi preferenziali di propagazione del rumore, a causa dell'indebolimento strutturale delle pareti.

Le tubazioni devono essere fissate, sempre con collare o guaina antivibrante, su elementi strutturali con un peso specifico elevato: maggiore è la densità della parete di fissaggio, minore sarà la trasmissione di oscillazioni sonore dal fissaggio della tubazione al locale adiacente.

È sempre preferibile posizionare le tubazioni in corrispondenza di spigoli: un posizionamento al centro di una parete tende a massimizzare la generazione di oscillazioni nella struttura.

I tasselli di fissaggio a muro di tubazioni o di eventuali altri impianti dovranno essere i più corti possibile e disaccoppiati rispetto alla vite di fissaggio: in generale i fissaggi devono essere realizzati mediante collari antivibranti.

Le tubazioni, per quanto possibile, devono essere contenute in colonne esterne di laterizio pieno o in calcestruzzo (cavedi) o di strutture autoportanti in cartongesso, per non compromettere le prestazioni delle partizioni verticali.



### 7.4.3 Contatti rigidi tra tubazioni e tra tubazioni e muratura

Si tratta di una situazione molto comune, legata alla fase di messa in opera, all'origine di molti dei problemi di rumore da impianti.

Quando vi sono più tubazioni affiancate e non correttamente distanziate, le vibrazioni generate dal sistema creano percorsi preferenziali di propagazione del rumore per via strutturale.

Quando le tubazioni, per quanto silenziate (ed eventualmente fissate con collari antivibranti in altri punti), creano un contatto rigido con la muratura, si ha automaticamente trasmissione di rumore per via strutturale.



*Figura 7-5: Rumore generato dai contatti rigidi tra tubazioni e muratura - DA EVITARE*



#### 7.4.4 Raccordi e curve

La deviazione di una colonna di scarico comporta automaticamente degli innalzamenti dei livelli sonori generati dalla tubazione.

Indicativamente si può stabilire che:

- deviazione di colonna  
aumento del livello sonoro compreso tra 5 e 8 dBA
- braghe miscelatrici  
aumento del livello sonoro compreso tra 3 e 7 dBA
- altre tipologie (raccordi non standard, curve)  
aumento del livello sonoro non quantificabile (10 dBA come riferimento)

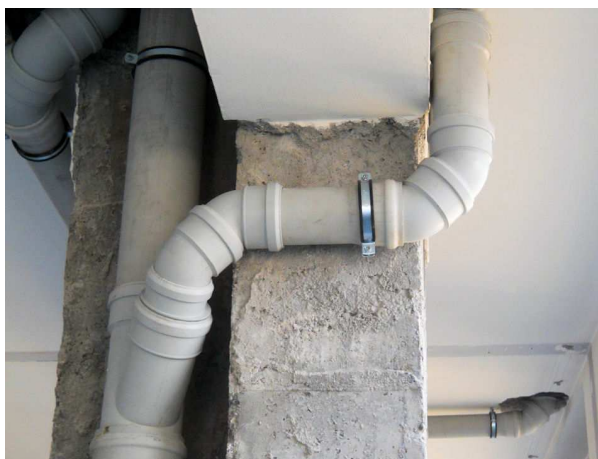


Figura 7-6: Rumore generato da raccordi e curve delle tubazioni delle colonne di scarico - DA EVITARE

In generale occorre minimizzare la presenza di raccordi e di curve ed evitare curve a 90 gradi. Per evitare l'innalzamento dei livelli sonori in corrispondenza delle curve, è buona norma coibentare la tubazione nei punti critici, ad esempio mediante l'utilizzo di guaine fonoimpedenti.

#### 7.4.5 Passaggio tubazioni di scarico tra piani sovrapposti

Il passaggio delle tubazioni tra i piani può avvenire con apposito collare antivibrante, in grado di eliminare ogni possibile contatto rigido tra i tubi e il solaio stesso, in genere all'origine di rumore strutturale che si propaga in tutto l'edificio.

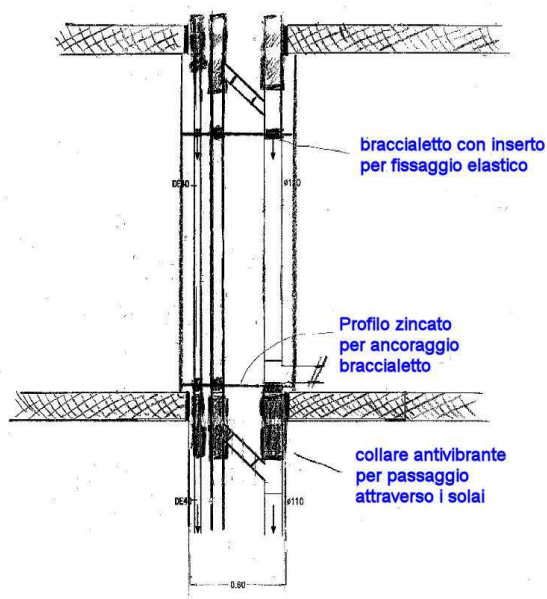


Figura 7-7: Passaggio delle tubazioni tra piani sovrapposti

In alternativa, è possibile fasciare le tubazioni con guaine resilienti, per limitare al massimo la trasmissione delle vibrazioni al solaio.

In entrambi i casi, occorre evitare la creazione di ponti acustici tra piani sovrapposti, dovuti alla presenza di intercapedini d'aria in corrispondenza dei passaggi interpiano.

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

### 7.4.6 Bagni

I bagni impongono sicuramente delle attenzioni particolari per evitare la trasmissione di rumore indesiderato.

In ogni caso, la soluzione migliore dal punto di vista acustico è l'inserimento delle tubazioni, opportunamente coibentate, in cavedi dedicati.

Tutte le tubazioni devono essere isolate dalla struttura dell'edificio, ad esempio utilizzando attacchi dei rubinetti con isolamento integrato, braccialetti di fissaggio con inserto isolante, guaine isolate per attraversamenti della parete o del solaio.

Nel caso in cui sia necessario adottare cassette di scarico da annegare nella muratura, occorre assolutamente utilizzare elementi silenziati e, di nuovo, evitare ogni possibile contatto rigido tra le cassette e la muratura, ad esempio fasciando tutta la cassetta con una guaina resiliente.

Una nota particolare, infine, merita il fissaggio dei sanitari.

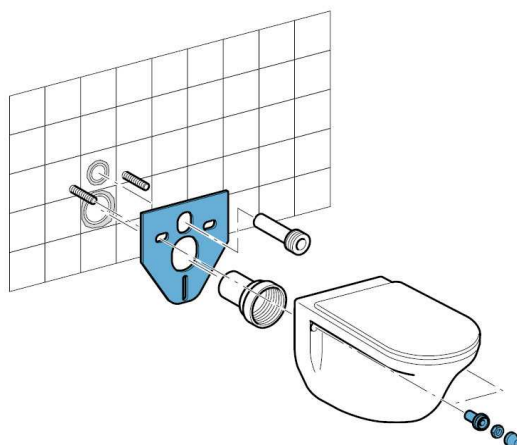


Figura 7-8: Fissaggio dei sanitari mediante interposizione di strato resiliente

Un fissaggio rigido a parete aumenta la trasmissione del rumore per vibrazione (getto del rubinetto o della doccia, minzione, chiusura sedile WC, ...); in generale, la soluzione migliore dal punto di vista acustico consiste nell'interposizione tra i sanitari e il muro di fissaggio di un apposito strato resiliente, che impedisca la propagazione del rumore da impatto.

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

#### 7.4.7 Sistema di fissaggio dei sanitari

All'interno dei bagni è previsto l'utilizzo delle pareti o delle contropareti in cartongesso per l'alloggiamento degli impianti, in particolare delle tubazioni e delle cassette di scarico.

Esistono in commercio unità, costituite da elementi di montaggio zincato con punti di fissaggio e supporti a pavimento regolabili in altezza ed orientabili.

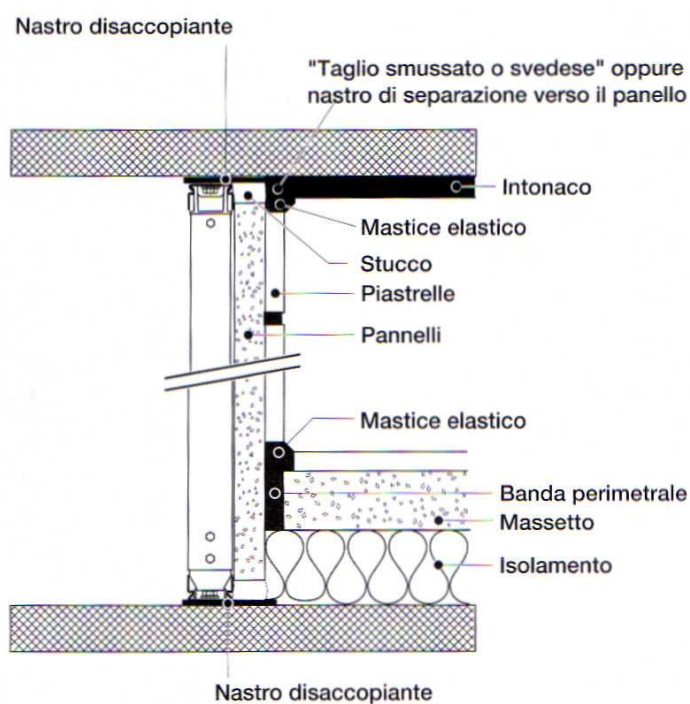


Figura 7-9: Schema del sistema di fissaggio dei sanitari

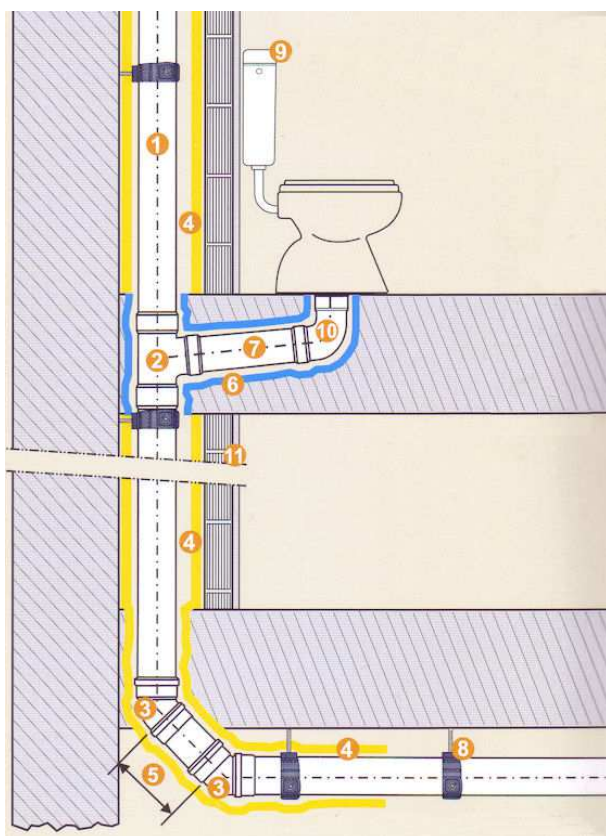
Questi sistemi consentono in generale delle buone prestazioni di isolamento acustico, a patto di seguire alcune indicazioni specifiche:

- l'installazione deve avvenire mediante la posa degli appositi binari, avendo cura di disaccoppiare il sistema dalla struttura mediante nastro antivibrante
- il nastro contribuisce anche ad eliminare possibili fessure e a ridurre la trasmissione del rumore
- tutti i fori devono essere sigillati con mastice elastico
- i giunti delle piastrelle posate sui pannelli in cartongesso devono essere eseguiti mediante mastice elastico
- tra pannelli in cartongesso e pavimento occorre applicare una banda isolante per pavimenti
- il vano tecnico all'interno deve essere foderato con lana minerale o altro materiale fonoassorbente

### 7.4.8 Cassetta risciacquo e scarichi WC

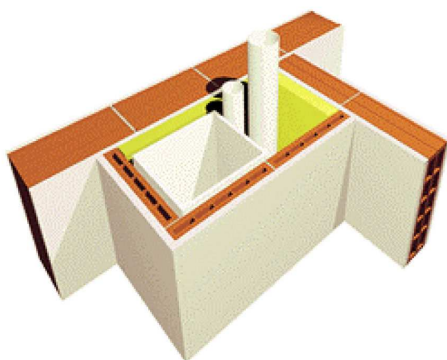
La principale fonte di rumore in un bagno (nonché esempio specifico di sistema di scarico) è l'azionamento dello scarico della cassetta del WC: questa operazione, infatti, sposta in un brevissimo lasso di tempo una grande quantità d'acqua, con conseguente importante generazione di rumore aereo e strutturale.

Di seguito si riportano alcune indicazioni per la realizzazione di un sistema di scarico per quanto possibile silenzioso.



schema di un impianto di scarico

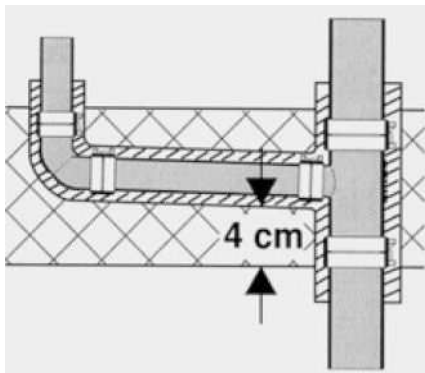
1. utilizzo di tubi di scarico insonorizzati e inserimento in cavedi



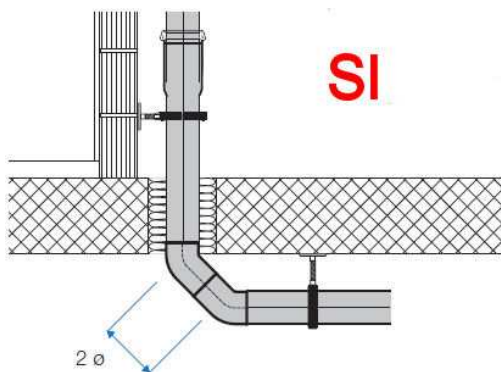


**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

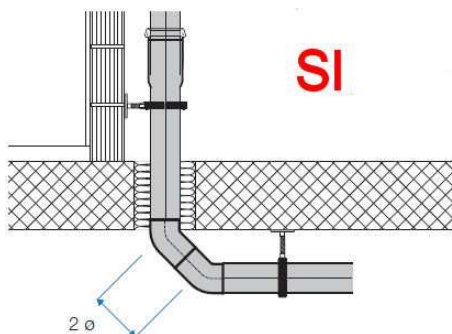
2. inserimento di una braga di collegamento inclinata



3. inserimento di raccordi a 45° per la giunzione tra il tubo di scarico del water e le tubazioni di trasporto (riduce il rumore da impatto)



4. se necessario, coibentazione della tubazione con materiale fonoisolante ad elevate prestazioni; inserimento nel cavedio di materiale fonoassorbente per evitare l'amplificazione del rumore generato
5. sufficiente lunghezza del tronchetto di collegamento (almeno 2 volte il diametro del tubo)

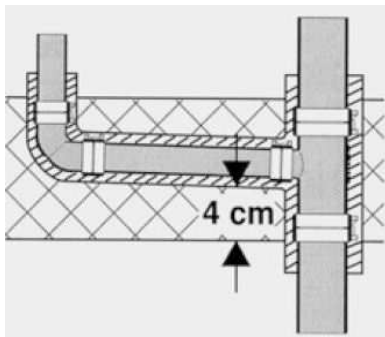


**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

6. coibentazione del tubo con materiale resiliente disaccoppiante (riduce la trasmissione di rumore strutturale)



7. utilizzo di tubi di scarico insonorizzati



8. tubazioni agganciate mediante appositi collari antivibranti; se inserite nella muratura, evitare il collegamento rigido interponendo materiale resiliente



9. se possibile, cassetta di scarico esterna; in alternativa, se la cassetta di scarico è interna, occorre prestare particolare attenzione ad evitare collegamenti rigidi con la muratura (la cosa migliore è interporre del materiale resiliente tra la cassetta e la muratura; esistono anche galleggianti silenziosi, che di fatto eliminano il rumore generato dal riempimento della cassetta)
10. la curva di allaccio del WC alla tubazione deve essere specificamente insonorizzata per attenuare il rumore da impatto del deflusso dell'acqua



## 8 TEMATICHE DI POSA IN OPERA

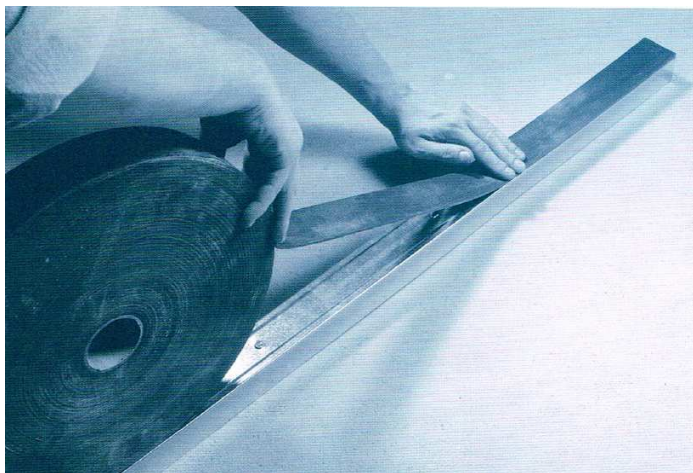
### 8.1 Soluzioni tecniche per l'isolamento acustico con pareti leggere

Le prestazioni delle pareti leggere, delle contropareti e dei controsoffitti sono nominalmente molto elevate, soprattutto se confrontate con soluzioni in laterizio di pari spessore.

Tuttavia, tali prestazioni risentono in modo diretto delle soluzioni tecnologiche di costruzione adottate, quali ad esempio la realizzazione dei giunti e il collegamento con le pareti e i solai massicci; anche il passaggio di impianti tecnici all'interno delle pareti risulta critico per la "robustezza" acustica di questo tipo di parete.

Occorre pertanto prestare particolare attenzione alla corretta realizzazione e posa in opera di questa tipologia di partizioni: alcune indicazioni costruttive sono riportate di seguito, ma i fornitori sono in generale in grado di suggerire gli accorgimenti e le soluzioni migliori per i loro prodotti.

#### 8.1.1 Nastro di guarnizione isolante

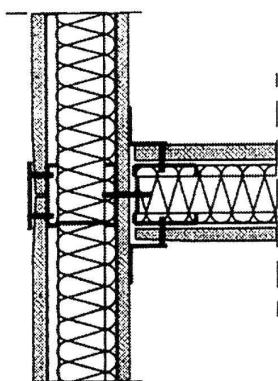


È il prodotto fondamentale per il fissaggio dei profili metallici (montanti e guide perimetrali), al fine di evitare ponti acustici e contribuire al corretto fissaggio della struttura stessa, riducendo al massimo i collegamenti rigidi tra orditura metallica e muratura.

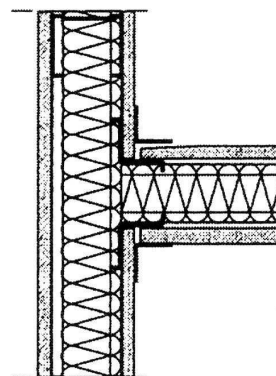
Si tratta in generale di un nastro mono/biadesivo in polietilene espanso a cellule chiuse (polietilene espanso reticolato), idoneo alla tenuta ad aria, polvere ed acqua.

### 8.1.2 Giunto tra pareti leggere

Quando due strutture leggere devono essere collegate tra loro, le possibili soluzioni sono essenzialmente due.



**NO**



**SI**

La prima delle due soluzioni non consente di sfruttare completamente le proprietà fonoisolanti di entrambe le pareti, dando quindi luogo a dei valori di isolamento complessivo più basso rispetto al caso in cui il rivestimento viene interrotto: la lastra interna della parete laterale agisce infatti come un ponte acustico.

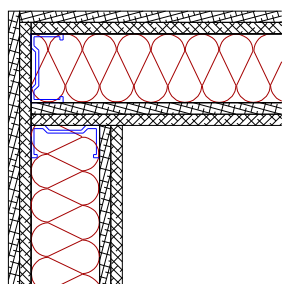
Nella seconda soluzione, l'interruzione del rivestimento diminuisce la trasmissione del rumore per via strutturale e consente di sfruttare completamente le proprietà fonoassorbenti del materiale interno.



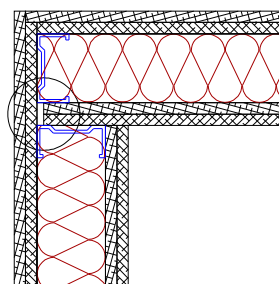
AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

### 8.1.3 Giunto ad angolo

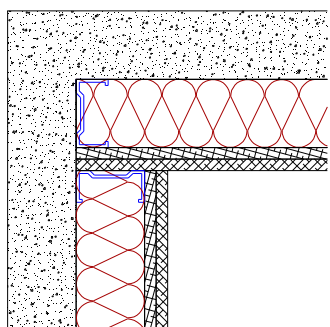
Quando due strutture leggere devono essere collegate tra loro per formare un angolo (sia nel caso di angolo tra pareti leggere sia nel caso di angolo tra contropareti), occorre prestare attenzione a evitare che la o le lastre interne all'angolo siano prolungate fino a toccare l'elemento esterno.



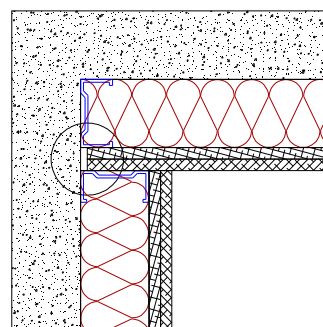
**NO**



**SI**



**NO**



**SI**

In caso contrario, le lastre interne tenderanno a formare un ponte acustico, limitando in modo anche significativo le prestazioni complessive di isolamento.

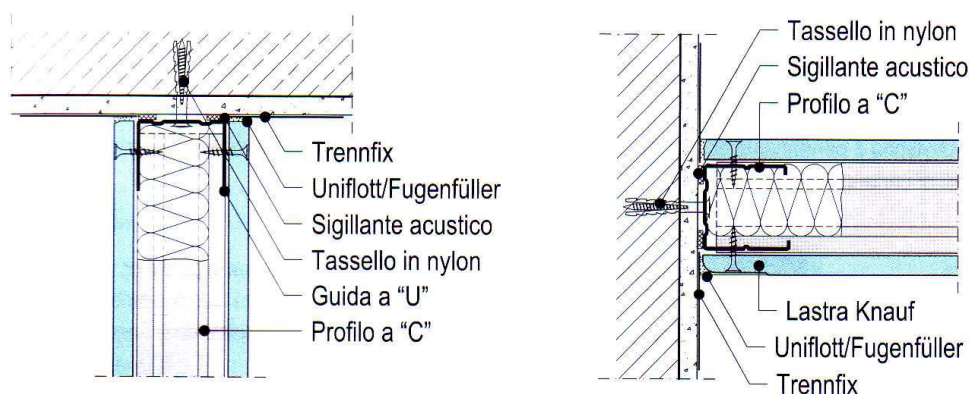
**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

### 8.1.4 Giunto tra parete divisoria leggera e strutture massicce

Quando una struttura leggera deve essere collegata direttamente a un elemento massiccio in muratura o calcestruzzo, occorre fondamentalmente prestare molta attenzione a garantire la continuità del giunto: qualunque passaggio d'aria, anche minimo, tra la muratura e la parete leggera implica una diminuzione sostanziale delle prestazioni di isolamento acustico ottenibili.



Il sigillante acustico e lo stucco a completo riempimento delle fughe hanno appunto lo scopo di bloccare completamente il passaggio dell'aria.

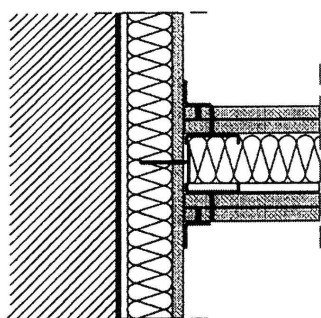


In generale, quanto più è massiccia la struttura di appoggio laterale, tanto inferiori sono le perdite di isolamento della parete divisoria, in quanto il ponte acustico laterale si riduce all'aumentare della massa superficiale della parete massiccia.

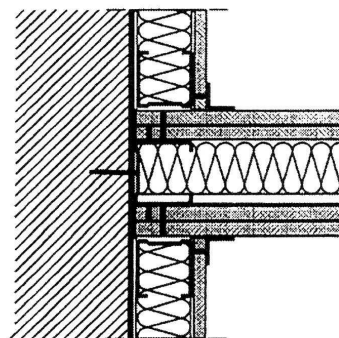
In ogni caso, non si tratta di una soluzione in grado di massimizzare le prestazioni di isolamento acustico delle pareti leggere.

### 8.1.5 Giunto su rivestimenti isolanti di pareti massive

Quando una struttura leggera deve essere collegata a un elemento massiccio laterale in muratura o calcestruzzo, dotato di una controparte leggera interna, sono possibili essenzialmente due soluzioni.



**NO**



**SI**

Con un effetto del tutto simile a quanto avviene nel caso dei giunti tra pareti leggere, la prima delle due soluzioni fornisce delle prestazioni di isolamento laterale in genere non molto elevate: la lastra interna della controparete agisce infatti come un ponte acustico e l'effettivo isolamento viene determinato dalle proprietà della sola controparete, indipendentemente dalle potenzialità della struttura divisoria.

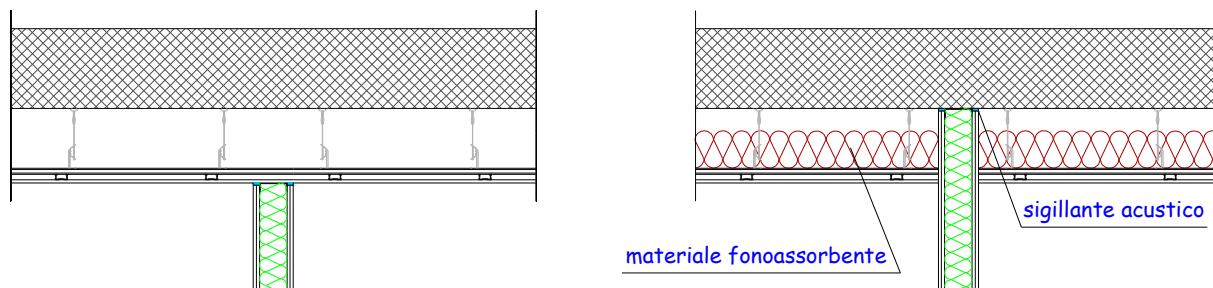
La seconda soluzione, invece, consente di sfruttare sia le proprietà di fonoisolamento della parete divisoria leggera sia il comportamento da strato addizionale della controparete: in pratica, la controparete blocca la trasmissione laterale attraverso la struttura massiccia.

Come regola generale, l'approccio corretto implica che le pareti divisorie debbano essere montate prima delle contropareti: il corretto montaggio della parete divisoria è in questo caso del tutto analogo al caso del giunto tra parete divisoria leggera e strutture massicce.



### 8.1.6 Controsoffitti - Prolungamento pareti divisorie fino al solaio omogeneo

Quando è presente una struttura omogenea al disopra dell'intercapedine, la migliore soluzione dal punto di vista acustico è quella di prolungare i divisori tra gli ambienti fino a tale struttura, al fine di isolare completamente i controsoffitti dei diversi ambienti; l'introduzione di materiale fonoassorbente all'interno del controsoffitto costituisce l'approccio acusticamente più efficace.



**NO**

**SI**

In pratica, la parete divisoria deve appoggiarsi direttamente al solaio soprastante, mentre il controsoffitto deve essere installato in un secondo tempo, in modo da lavorare come strato addizionale del solaio massiccio, opponendosi alla trasmissione laterale.

In caso contrario, il percorso sopra la parete attraverso l'intercapedine del controsoffitto diventerebbe un ponte acustico in grado di vanificare completamente le caratteristiche di isolamento della parete divisoria, soprattutto nel caso in cui il controsoffitto sia realizzato a quadrotti non sigillati e non sia presente materiale fonoassorbente nell'intercapedine.

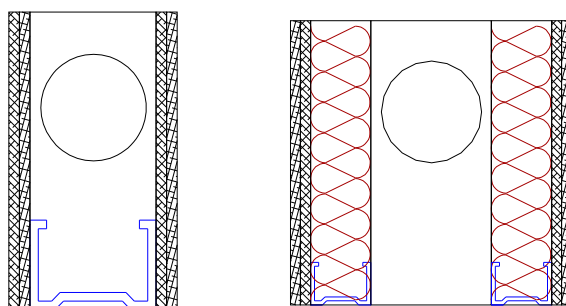
L'approccio corretto significa essenzialmente, come nel caso delle contropareti, che i controsoffitti debbano essere realizzati in un momento successivo a quello della posa in opera delle pareti divisorie.

### 8.1.7 Cavedi per impianti tecnici

Le pareti leggere in cartongesso sono riconducibili a strutture formate da due elementi separati (le lastre di cartongesso esterne), collegati tra loro da una o due orditure metalliche e dalla lana minerale nell'intercapedine.

Questa peculiarità rende relativamente semplice identificare queste strutture come "facili" contenitori per il passaggio di tubazioni e canalizzazioni collegate agli impianti tecnici: l'interno delle pareti leggere è infatti in generale percepito come un elemento cavo, "sfortunatamente" riempito di lana minerale.

Occorre fare molta attenzione al fatto che, mentre è perfettamente possibile utilizzare le pareti leggere per il passaggio di impianti, l'eliminazione o la diminuzione degli spessori della lana minerale all'interno riduce in modo drastico le proprietà di isolamento di tali pareti.



**NO**

**SI**

Occorre sempre ricordare che anche le tubazioni e le canalizzazioni sono sorgenti di rumore, per cui se la parete ha scarse proprietà di fonoisolamento, è anche molto probabile che lasci passare buona parte di questo rumore verso l'ambiente esterno.

È comunque importante adottare sempre alcuni accorgimenti:

- le due orditure metalliche non devono toccarsi (in caso contrario, le prestazioni di isolamento diminuiscono in modo significativo)
- il fissaggio delle tubazioni e delle canalizzazioni può avvenire sui montanti metallici esclusivamente ricorrendo a dei collari antivibranti, per evitare la propagazione delle vibrazioni strutturali che si trasformerebbero in rumore negli ambienti adiacenti
- le tubazioni non devono presentare nessun contatto rigido con la struttura





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## **8.2 Rumore di calpestio**

### **8.2.1 Pavimento galleggiante**

Sull'intero solaio P1 sarà realizzato il pavimento galleggiante: si tratta in pratica di inserire uno strato resiliente tra il solaio in laterocemento e il massetto sottopavimento, in modo da eliminare qualunque contatto rigido tra pavimento e strutture contigue.

Il pavimento galleggiante consente in ogni situazione di ottenere un ottimo comfort acustico e di limitare in modo sostanziale la trasmissione dei rumori da impatto.

La presenza del pavimento galleggiante incide anche sull'isolamento ai rumori aerei, togliendo rigidità all'intero sistema, quindi opponendosi alla trasmissione del rumore aereo per via solida: questo effetto ha una ricaduta positiva (e necessaria) anche sulle prestazioni dei divisori verticali.

Inoltre, grazie alla creazione di un sistema massa-molla-massa sul solaio, questo sistema consente di incrementare in modo significativo anche le prestazioni di isolamento aereo del solaio stesso.

### **8.2.2 Scelta del materiale resiliente**

La scelta del materiale resiliente ("materassino") è fondamentale per il raggiungimento dei valori di isolamento acustico di progetto sia per quanto riguarda i rumori da impatto sia per quanto riguarda i rumori aerei.

Vi sono innumerevoli produttori e fornitori di materiali resilienti con valori di rigidità dinamica analoghi o migliori di quelli considerati nei calcoli previsionali: la valutazione del prodotto potrà essere modificata anche in sede di acquisto del materiale, privilegiando materiali con caratteristiche simili o migliori a quelle qui considerate.

Occorre sottolineare che il dato di rigidità dinamica proveniente da dati di laboratorio soffre sempre di approssimazioni anche rilevanti, intrinseche nel procedimento di misura: i valori forniti da prove di laboratorio devono quindi essere presi con molta cautela.

Le caratteristiche da controllare sono quelle di una rigidità dinamica  $s'$  piuttosto bassa, uno spessore significativo (in generale spessori di almeno 7-8 mm sono raccomandati per evitare rotture in fase di posa), buoni risultati a prove di compressibilità e di compressione a scorrimento viscoso e una buona resistenza a compressione (per evitare lo schiacciamento eccessivo del materiale e la conseguente perdita delle caratteristiche elastiche).

In alcuni casi si potrebbe ricorrere all'utilizzo di materiali diversi, con spessori, prestazioni e costi inferiori, e rispettare comunque, almeno in linea teorica, i limiti di legge; tuttavia, alcune considerazioni portano a sconsigliare questo approccio:

- le possibilità di errore nella posa dello strato resiliente sono molte e ogni errore porta a una diminuzione delle prestazioni complessive: poiché un intervento sul sistema finito è nella



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

migliore delle ipotesi molto complesso ed estremamente costoso, un ampio margine teorico è consigliabile in ogni caso

- materiali con spessori inferiori possono essere lacerati molto più facilmente in cantiere, con conseguente creazione di ponti acustici rigidi tra massetto e solaio sottostante
- materiali con spessori inferiori hanno in generale una scarsa resistenza alla compressione e tendono a perdere la loro efficacia in poco tempo: in pratica tendono a schiacciarsi e a smettere di lavorare come molle

### **8.2.3 Posa del materiale resiliente**

Affinché il pavimento galleggiante svolga adeguatamente la sua funzione, occorre prestare particolare cura alla posa in opera: imperfezioni anche minime rispetto alla corretta posa del pavimento galleggiante possono dare origine a variazioni anche molto elevate rispetto ai valori previsti.

In particolare, alcuni accorgimenti importanti sono:

- lo strato di materiale resiliente deve estendersi anche alla parete fino al di sopra del livello del pavimento, allo scopo di eliminare ogni collegamento rigido tra pavimento e pareti laterali: ogni punto di contatto rigido tra pavimento e solaio/pareti implica un decadimento molto importante delle prestazioni del pavimento galleggiante
- è di fatto necessario l'utilizzo di elementi angolari specifici, in modo da limitare la posa del materiale al solo strato orizzontale
- lo strato di materiale resiliente sui bordi del pavimento galleggiante deve essere rifilato solo dopo la posa del pavimento
- occorre prestare particolare attenzione a evitare contatti rigidi tra pavimento e strutture laterali dove sono presenti piastrelle anche sulle pareti verticali (ad esempio nei bagni): le piastrelle verticali non devono essere collegate rigidamente alle piastrelle del pavimento
- dove presenti, i battiscopa devono essere fisicamente staccati dal pavimento (la fuga può essere riempita con silicone morbido)

Occorre sottolineare che eventuali giunti rigidi (ad esempio tra il battiscopa e il pavimento) potrebbero ridurre in maniera significativa le prestazioni complessive del sistema.

Anche accidentali tagli o punti di discontinuità dello strato resiliente potrebbero comportare la creazione di ponti rigidi tra pavimento e solaio durante la posa del massetto sottopavimento, di fatto vanificando l'efficacia del pavimento galleggiante.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

## 9 CONCLUSIONI

Scopo del presente elaborato è la valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi relativa al progetto esecutivo di ristrutturazione del Reparto di Farmacia del Presidio Ospedaliero di Lodi.

L'analisi delle caratteristiche costruttive dell'intervento oggetto di valutazione è stata condotta calcolando gli indici di isolamento di progetto (valutando i limiti cogenti dove applicabili e fornendo indicazioni nell'ottica di un miglioramento rispetto allo stato di fatto negli altri casi); nel caso degli impianti, sono state fornite indicazioni operative per la minimizzazione della rumorosità.

Parametro	Risultato ottenuto	Rispetto Requisiti
Indice di isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$	<b>NON APPLICABILE; NESSUN INTERVENTO SUI SERRAMENTI ESTERNI</b>	
Indice del potere fonoisolante $R'_w$	<b>NON APPLICABILE; INDICAZIONI MIGLIORATIVE RISPETTO ALLO STATO DI FATTO</b>	
Indice del livello di rumore di calpestio partizioni orizzontali $L'_{n,w}$	<b>NON APPLICABILE; INDICAZIONI MIGLIORATIVE RISPETTO ALLO STATO DI FATTO</b>	
Rumore degli impianti	<b>FORNITE INDICAZIONI OPERATIVE PER IL CONTENIMENTO DELLA RUMOROSITA'</b>	

In base a quanto sopra, relativamente alle caratteristiche acustiche dell'intervento di progetto, si può affermare che, adottando le soluzioni previste dai Progettisti e rispettando i parametri acustici prescritti per i materiali, gli indici valutati si collocano tutti al di sopra delle soglie minime di accettabilità previste della vigente normativa, dove applicabile.

Gli altri interventi parziali previsti sono in generale in grado di fornire un miglioramento delle prestazioni acustiche rispetto allo stato di fatto.

Rimane comunque importante sottolineare che la fase di posa in opera è fondamentale per garantire l'ottenimento dei valori progettati: la creazione di ponti acustici e di punti acusticamente deboli durante la fase di costruzione è molto facile, se non viene mantenuto un elevato livello di attenzione sulle scelte di posa in opera e sulla corrispondenza dei materiali utilizzati a quanto specificato nel progetto.

**Dott. in Ing. FABRIZIO BONARDI**  
Tec. Comp. in Acust. Ambientale  
(Legge Quadro n. 447/1995)  
Prot. N. 17408 / 15183  
del 02/03/2005 - Prov. RE



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

**APPENDICE A**

**Attestato di tecnico competente in acustica ambientale**



**PROVINCIA DI REGGIO EMILIA**

Corso Garibaldi, 59 - 42100 Reggio Emilia - c.f. 00209290352  
Tel 0522.444111 - Fax 0522.444.108  
Servizio AmbientE - Piazza Gioberti, n. 4 - 42100 Reggio Emilia  
E-mail: info@mbox.provincia.re.it - Web: http://www.provincia.re.it

prot. n. 17408 /15183

Reggio Emilia, li 02-3-2005

**SERVIZIO TUTELA AMBIENTALE**

ATTESTATO DI RICONOSCIMENTO DI TECNICO COMPETENTE IN  
ACUSTICA AMBIENTALE, DI CUI ALLA LEGGE 26 OTTOBRE 1995, N° 447.

Esaminata la domanda del sig. **BONARDI FABRIZIO**

Nato a REGGIO EMILIA (RE) il 04/06/1966

codice fiscale BNR FRZ 66H04 H223X

Verificato il possesso dei requisiti di legge;

Visto l' art. 2 della Legge 447/95;

Visto l' art. 124 della L. R. Emilia Romagna n° 3/99;

Visti i provvedimenti della Giunta Provinciale n.151/23-5-2000-n. 48/25-02-2003;

**SI COMUNICA**

CHE il sig. **BONARDI FABRIZIO** è risultato **IDONEO** per lo svolgimento  
dell'attività di tecnico competente in acustica ambientale, di cui alla legge 26 ottobre  
1995, n° 447.

IL DIRIGENTE DEL  
SERVIZIO AMBIENTE  
(dr. ssa Annalisa Sansone)





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**



Direzione Generale Cura del Territorio e dell'Ambiente  
Servizio Tutela e Risanamento Acqua, Aria e Agenti Fisici

**BONARDI FABRIZIO**

VIA C.A. DALLA CHIESA 17  
42016 GUASTALLA (RE)

**ESITO DOMANDA DI ISCRIZIONE NELL'ELENCO NOMINATIVO NAZIONALE  
DEI TECNICI COMPETENTI IN ACUSTICA  
(D. Lgs. n. 42/2017)**

Si comunica che la domanda di iscrizione nell'elenco nominativo nazionale dei tecnici competenti in acustica di BONARDI FABRIZIO (codice fiscale: BNRFRZ66H04H223X) con PG/2018/149607 in data 02/03/2018 12.01.00 è stata

**AMMESSA**

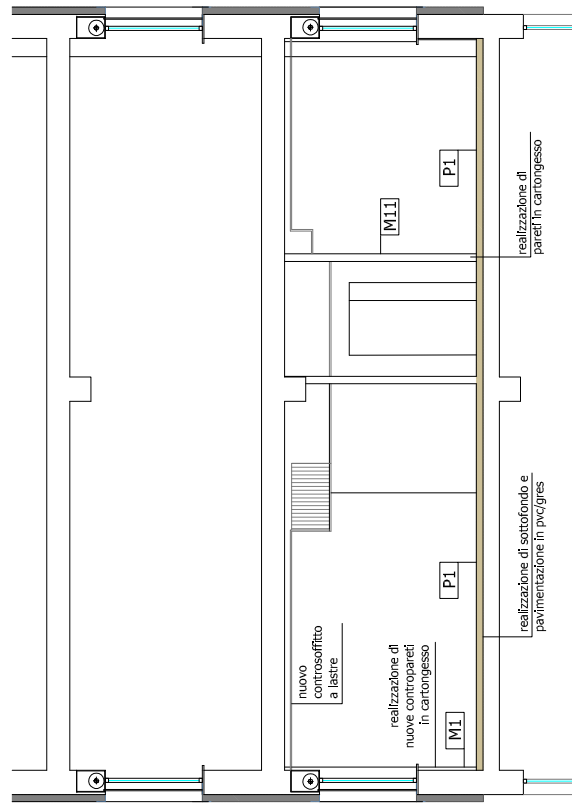
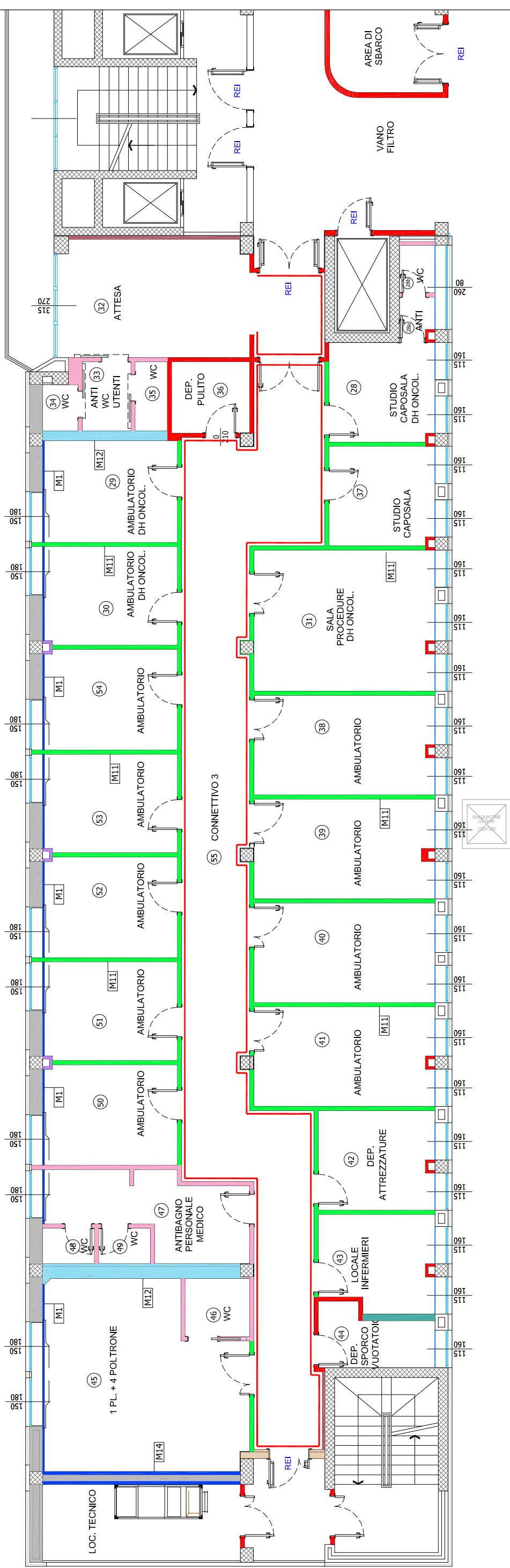
con il seguente registro regionale: RER/00260

Il responsabile del servizio  
BISSOLI ROSANNA

Viale della Fiera 8  
40121 Bologna

tel 051.527.6980  
051.527.6041  
Fax 051.527.6874

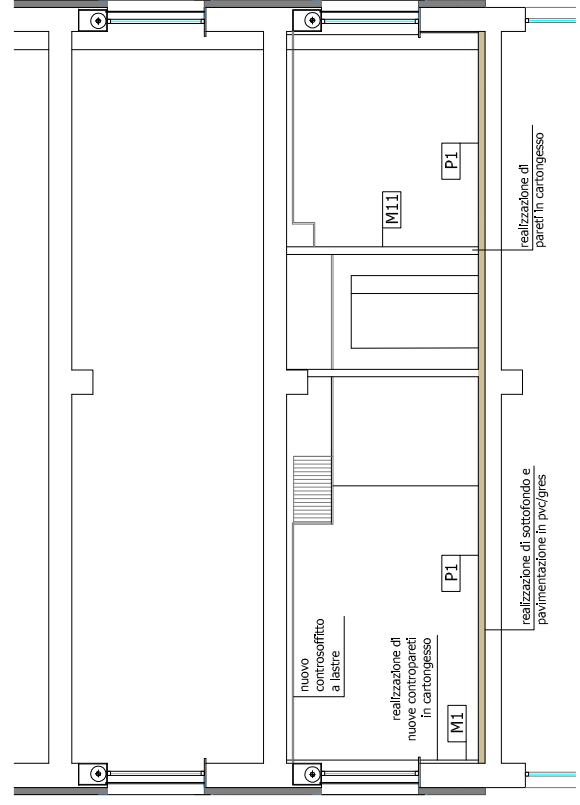
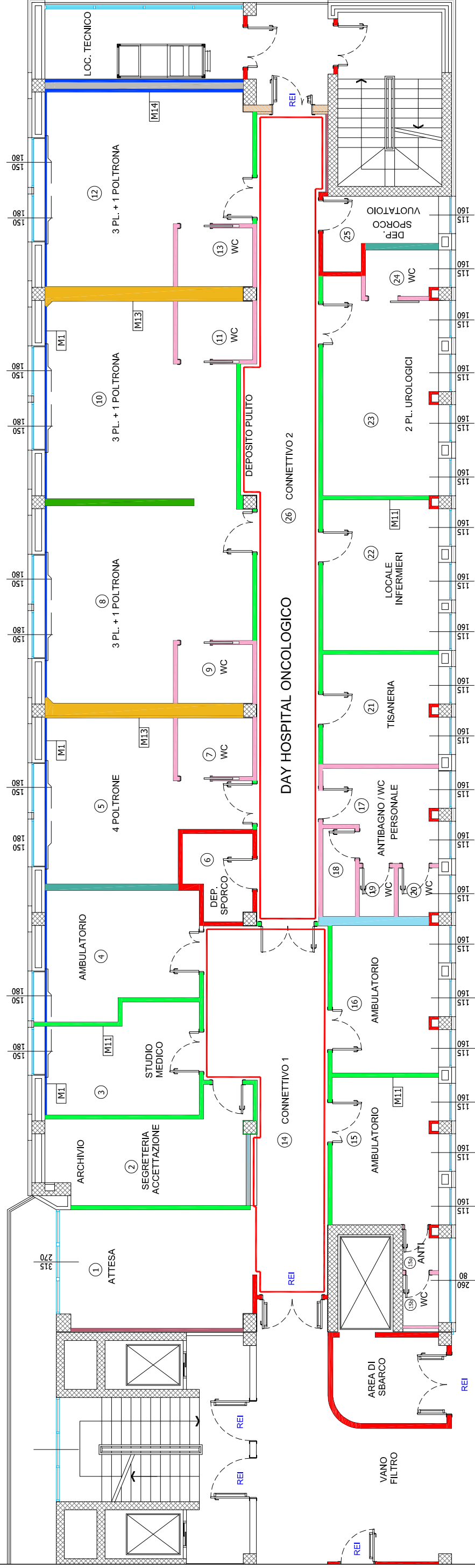
ambpiani@regione.emilia-romagna.it  
ambpiani@postacert.regione.emilia-romagna.it  
www.regione.emilia-romagna.it



VALUTAZIONE PREVISIONALE REQUISITI ACUSTICI PASSIVI  
 RISTRUTTURAZIONE DAY HOSPITAL - PRESIDIO OSPEDAL. DI LODI  
 PLANIMETRIA E SEZIONI AREA DI INTERVENTO CON INDICAZIONE  
 DELLE STRATIGRAFIE E DELLE PARTIZIONI ESAMINATE - ALA A2

GIUGNO 2018  
 scale









## VALUTAZIONE PREVISIONALE RAP

### FARMACIA



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>QUADRO NORMATIVO</b>	<b>6</b>
2.1	Decreto MATTM 11.10.2017 sui Criteri Ambientali Minimi	6
2.2	DPCM 05.12.1997	8
2.3	DDG Sanità Lombardia n. 26436 del 6 Novembre 2001	9
2.4	Norma UNI 11367:2010	10
2.4.1	Definizioni e applicabilità dei limiti	10
2.4.2	Valori di riferimento	12
<b>3</b>	<b>FARMACIA - DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO</b>	<b>14</b>
3.1	Componenti edilizie	14
3.1.1	Pareti esterne	14
3.1.2	Pareti divisorie interne	14
3.1.3	Solaio a pavimento	15
3.1.4	Controsoffitti	15
3.1.5	Finitura pavimenti e rivestimenti	15
3.1.6	Serramenti esterni	15
3.2	Principali componenti impiantistiche	16
3.3	Limiti cogenti e riferimenti	18
3.3.1	Isolamento di facciata (indice $D_{2m,nT,w}$ )	18
3.3.2	Isolamento ai rumori aerei (indice $R'_w$ )	18
3.3.3	Isolamento al rumore di calpestio (indice $L'_{n,w}$ )	19
3.3.4	Rumore degli impianti a funzionamento discontinuo	19
3.3.5	Rumore degli impianti a funzionamento continuo	20
3.3.6	Rumore dei sistemi di trattamento aria	20
<b>4</b>	<b>FARMACIA - MATERIALI E PRESTAZIONI ACUSTICHE</b>	<b>21</b>
4.1	M1 - Partizione verticale esterna	23
4.2	M11 - Partizione verticale interna tipo	24
4.3	Strato resiliente	25
4.4	P1 - Solaio in calcestruzzo con pavimento in pvc o gres	26
4.4.1	P1 - Stima dell'indice di potere fonoisolante	27
4.4.2	P1 - Stima dell'indice di rumore di calpestio	28
4.5	Serramenti e elementi di facciata	29
4.5.1	Abaco serramenti e prestazioni di isolamento acustico	29
4.5.2	Scelta dei serramenti e valutazione delle prestazioni di isolamento	30
<b>5</b>	<b>FARMACIA - VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE ATTESE</b>	<b>31</b>
5.1	Indice di valutazione dell'isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$	31
5.1.1	Limiti di riferimento	31
5.1.2	Valutazione delle trasmissioni laterali	31
5.1.3	Tempo di riverberazione di riferimento	31
5.1.4	Indici $D_{2m,nT,w}$	32
5.2	Indice di valutazione dell'isolamento ai rumori aerei $R'_w$	33
5.2.1	Limiti di riferimento	33
5.2.2	Considerazioni sui livelli di isolamento delle partizioni orizzontali interne	33
5.2.3	Considerazioni sui livelli di isolamento delle partizioni verticali interne	33
5.3	Indice di livello di rumore di calpestio $L'_{n,w}$	34
5.3.1	Limiti di riferimento	34



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

5.3.2	Considerazioni sui livelli di rumore di calpestio del solaio a pavimento	34
5.4	Rumore degli impianti a funzionamento discontinuo	35
5.5	Rumore degli impianti a funzionamento continuo	35
<b>6</b>	<b>FARMACIA - INDICAZIONI PER IL CONTENIMENTO DEL RUMORE DELLE UTA</b>	<b>36</b>
6.1	Indicazioni generali	37
6.1.1	Indicazioni per la minimizzazione dei livelli sonori	37
6.1.2	Rumore generato dalle Unità di Trattamento Aria	38
6.2	Indicazioni specifiche per le macchine e le canalizzazioni	39
6.2.1	Isolamento della struttura di supporto dalle vibrazioni	39
6.2.2	Isolamento delle canalizzazioni e dei sistemi collegati dalle vibrazioni	40
6.2.3	Canali	40
6.2.4	Fissaggio e montaggio dei canali	41
6.2.5	Coibentazione dei canali (crossover, break in e break out)	42
6.2.6	Passaggio canalizzazioni tra locali tecnici e ambienti adiacenti	43
6.2.7	Passaggio tubazioni e canalizzazioni fra i piani	44
6.2.8	Passaggi delle canalizzazioni tra ambienti contigui	45
6.2.9	Limitazione della trasmissione delle vibrazioni verso i locali adiacenti	46
6.3	Treatments specifici Reparto Farmacia	47
6.3.1	Macchine	47
6.3.2	Silenziatori	47
6.3.1	Canalizzazioni	47
6.3.2	Coibentazione canali	47
6.3.3	Controsoffitto in cartongesso e lana minerale in intercapedine	47
6.3.4	Parete di separazione tra locale tecnico e ambienti di vita adiacenti sullo stesso piano	48
6.3.5	Pareti di separazione tra cavedio di passaggio canali e ambienti di vita adiacenti	48
6.3.6	Solaio di separazione tra locale tecnico e ambienti al piano inferiore	48
6.3.7	Solaio di separazione tra locale tecnico e ambienti al piano superiore	48
<b>7</b>	<b>RUMORE GENERATO DAGLI IMPIANTI IDRAULICI</b>	<b>49</b>
7.1	Rumore nei cavedi	50
7.1.1	Cavedi principali	50
7.2	Centrali tecnologiche e impianti idrosanitari	51
7.2.1	Sistemi antivibranti	51
7.3	Rumore generato dal movimento dell'acqua	52
7.3.1	Gruppi di pompaggio	52
7.3.2	Sistema di distribuzione riscaldamento e linee idrosanitarie	52
7.4	Rumore generato internamente alle tubazioni	53
7.4.1	Impianto di scarico	54
7.4.2	Tubazioni	55
7.4.3	Contatti rigidi tra tubazioni e tra tubazioni e muratura	56
7.4.4	Raccordi e curve	57
7.4.5	Passaggio tubazioni di scarico tra piani sovrapposti	58
7.4.6	Bagni	59
7.4.7	Sistema di fissaggio dei sanitari	60
7.4.8	Cassetta risciacquo e scarichi WC	61
<b>8</b>	<b>TEMATICHE DI POSA IN OPERA</b>	<b>64</b>
8.1	Soluzioni tecniche per l'isolamento acustico con pareti leggere	64
8.1.1	Nastro di guarnizione isolante	64
8.1.2	Giunto tra pareti leggere	65
8.1.3	Giunto ad angolo	66
8.1.4	Giunto tra parete divisoria leggera e strutture massicce	67



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

8.1.5	Giunto su rivestimenti isolanti di pareti massive	68
8.1.6	Controsoffitti - Prolungamento pareti divisorie fino al solaio omogeneo	69
8.1.7	Cavedi per impianti tecnici	70
8.2	Rumore di calpestio	71
8.2.1	Pavimento galleggiante	71
8.2.2	Scelta del materiale resiliente	71
8.2.3	Posa del materiale resiliente	72
8.3	Serramenti	73
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>74</b>
<b>APPENDICE A</b>		<b>75</b>
	Calcolo indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione $D_{2m,nT,w}$	75
<b>APPENDICE B</b>		<b>81</b>
	Attestato di tecnico competente in acustica ambientale	81
<b>TAVOLA 1</b>		<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
	Planimetria e sezioni area di intervento, con indicazione delle stratigrafie e delle partizioni esaminate	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## 1 PREMESSA

Obiettivo del presente elaborato è la valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi relativa al progetto esecutivo per la realizzazione dei seguenti interventi di Presidio:

1. Ampliamento Morgue - servizio mortuario - Piano seminterrato Blocco B1 (parte)
2. Ampliamento area Pronto Soccorso - Piano Seminterrato Blocchi B1 (parte), B2 e B3
3. Laboratorio di microbiologia - Piano 1° blocco B1
4. Day Hospital e Area ambulatoriale - Piano Primo Blocchi A1 e A2

### 5. **Farmacia - Padiglione Ex Maternità Corpo C**

6. Rifacimento facciate e piazzale - Padiglione Ex Maternità Corpo C (questo intervento non sarà valutato dal punto di vista acustico in quanto non implica elementi significativi; anche nel caso delle facciate si tratta di un intervento esterno limitato alla muratura)

### **In particolare, il presente elaborato si occuperà della Farmacia.**

In caso di interventi di ristrutturazione parziali, puntuali e di dimensioni relativamente contenute, è sempre piuttosto complesso individuare gli obiettivi relativi alle prestazioni di isolamento acustico da ottenere.

Come descritto con maggior dettaglio nel seguito, sulla base delle indicazioni del Progettista, gli interventi da analizzare sono riferiti a una parte molto contenuta della struttura ospedaliera e dovranno essere realizzati in modo da integrarsi all'interno degli elementi esistenti, in molti casi mantenendo o condividendo sistemi e soluzioni costruttive esistenti.

Per questo motivo, la valutazione analizzerà in dettaglio i diversi interventi, identificando le componenti che dovranno essere adeguate alle richieste normative in materia di isolamento acustico e cercando comunque di ottenere un miglioramento delle prestazioni acustiche rispetto allo stato di fatto, dove possibile e dove tecnicamente, funzionalmente ed economicamente ragionevole.

Le caratteristiche strutturali e costruttive dell'edificio (secondo le indicazioni fornite dal Progettista) e le relative prestazioni acustiche sono state utilizzate per determinare, dove applicabili, le prestazioni delle partizioni di facciata, delle partizioni verticali e di quelle orizzontali.

Il rumore degli impianti è stato trattato fornendo indicazioni operative di indirizzo.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## 2 QUADRO NORMATIVO

La Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico n. 447 del 26 Ottobre 1995 stabilisce le competenze in relazione al rilascio delle concessioni edilizie: in particolare essa attribuisce le funzioni di controllo ai Comuni, oltre a fare riferimento ad una serie di decreti attuativi cui spetta il compito di fissare i limiti di riferimento per le differenti casistiche relative al rumore.

I riferimenti normativi che interessano direttamente la valutazione in oggetto sono:

- Decreto MATTM 11.10.2017 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici"
- DPCM 05.12.1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"
- DDG Sanità Lombardia n. 26436 del 6 Novembre 2001 "Approvazione delle linee guida per la verifica dei requisiti minimi strutturali e tecnologici, generali e specifici"
- Norma UNI 11367:2010 "Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera"

### 2.1 Decreto MATTM 11.10.2017 sui Criteri Ambientali Minimi

Il Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) dell'11.10.2017 definisce i criteri ambientali minimi nel caso di costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici: in particolare, al paragrafo 2.3.5.6 vengono definite le specifiche relative al comfort acustico.

Nel caso specifico, tuttavia, il fatto di intervenire in modo spesso puntuale e comunque con modifiche quasi sempre non indipendenti dall'esistente, impone una riflessione in merito all'effettiva applicabilità di tali specifiche.

In particolare, appare importante una delle risposte alle FAQ che vengono periodicamente pubblicate (ultimo aggiornamento del 12 Giugno 2018):

**D:** *Nei CAM non si trovano tutte le tipologie di progetto, p.es non sono contemplati i restauri. Come ci si deve comportare in questi casi?*

**R:** I CAM edifici, quando fanno riferimento a nuovi edifici o ristrutturazioni di primo e secondo livello o manutenzioni ordinarie e straordinarie, si rifanno alle definizioni del D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 e dei decreti interministeriali del 26 giugno 2015, di attuazione della legge 90/2013. Per le altre tipologie di intervento (quale il restauro) non nominate nel testo i CAM non sono obbligatori. Ovviamente si invitano le stazioni appaltanti a tenerli in considerazione per quanto possibile in base al tipo di progetto.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

Il D.M. Requisiti Minimi del 25 Giugno 2016, al punto 1.4 dell'Allegato 1, riporta la definizione di ristrutturazioni importanti di primo e di secondo livello, che possono essere riassunte come segue:

**Ristrutturazioni importanti**

Si definisce **ristrutturazione importante** l'intervento che interessa gli elementi e i componenti integrati costituenti l'involucro edilizio che delimitano un volume a temperatura controllata dall'ambiente esterno o da ambienti non climatizzati, con un'incidenza superiore al 25% della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio.

Ai fini della determinazione di tale soglia di incidenza, sono da considerarsi unicamente gli elementi edilizi opachi e trasparenti che delimitano il volume a temperatura controllata dall'ambiente esterno e da ambienti non climatizzati quali le pareti verticali, i solai contro terra e su spazi aperti, i tetti e le coperture (solo quando delimitanti volumi climatizzati).

Gli interventi di **ristrutturazione importante** vengono suddivisi in:

1. ristrutturazioni importanti di primo livello
2. ristrutturazioni importanti di secondo livello

**Ristrutturazioni importanti di primo livello**

Le ristrutturazioni importanti di primo livello sono costituite da interventi che interessano più del 50% della superficie disperdente esterna e l'eventuale rifacimento dell'impianto termico invernale e/o estivo.

In tali casi i requisiti di prestazione energetica si applicano all'intero edificio e si riferiscono alla sua prestazione energetica relativa al servizio o servizi interessati.

**Ristrutturazioni importanti di secondo livello**

Le ristrutturazioni importanti di secondo livello consistono in interventi che interessano dal 25% al 50% della superficie disperdente esterna e l'eventuale rifacimento dell'impianto termico invernale e/o estivo.

Sulla base delle informazioni, condivise con il Gruppo di Progettazione, nel caso specifico gli interventi hanno sempre natura più limitata anche rispetto a una ristrutturazione di secondo livello, per cui è possibile concludere che i CAM non sono obbligatori in questo caso.

Si tratta in effetti di interventi specifici, puntuali e/o parziali, che riguarderanno solo piccole porzioni degli edifici esistenti e che dovranno essere realizzati in modo da integrarsi all'interno degli elementi esistenti, in molti casi mantenendo o condividendo sistemi e soluzioni costruttive non modificabili.

Ciò non toglie che essi potranno essere comunque tenuti in considerazione per quanto possibile, nell'ottica di un miglioramento generalizzato delle prestazioni acustiche rispetto allo stato di fatto, dove possibile e dove tecnicamente, funzionalmente ed economicamente ragionevole.





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

## 2.2 DPCM 05.12.1997

Il DPCM 05.12.97 fissa i valori limite ai quali fare riferimento per la valutazione in opera sia dei requisiti acustici passivi degli edifici sia delle sorgenti sonore che possono trovarsi all'interno degli edifici stessi (ad esempio gli impianti tecnici).

L'indice  $R'_w$  si riferisce al potere fonoisolante,  $D_{2m,nT,w}$  si riferisce all'isolamento di facciata,  $L'_{n,w}$  è relativo al rumore di calpestio, mentre i parametri  $L_{A,Smax}$  e  $L_{A,eq}$  sono i limiti per gli impianti tecnologici a funzionamento temporale continuo e discontinuo.

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

Categoria	Parametri acustici e limiti [dB]				
	$R'_w$	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	$L_{A,Smax}$	$L_{A,eq}$
1) D	55	45	58	35	25
2) A, C	50	40	63	35	35
3) E	50	48	58	35	25
4) B, F, G	50	42	55	35	35

*Tabella 2-1 – Classificazione degli edifici e limiti sui requisiti acustici passivi*

Nel caso in esame, occorre fare alcune considerazioni:

- l'area d'intervento oggetto di ristrutturazione ricade sicuramente all'interno di un edificio ascrivibile alla categoria "Edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura o assimilabili", con i relativi limiti associati
- tuttavia, l'area di progetto "Farmacia" presenta delle destinazioni d'uso decisamente più assimilabili a uffici e/o laboratori, per cui si ritiene che in questo caso sia più corretto attribuire allo specifico intervento i limiti corrispondenti a tale destinazione d'uso

questa interpretazione è in linea con il Parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 26 Giugno 2014, dove si stabilisce che, ove sia possibile determinare, con chiarezza e in via



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

permanente, le differenti destinazioni d'uso presenti all'interno di uno stesso immobile, agli ambienti facenti capo alla medesima destinazione d'uso debbano essere applicati i pertinenti requisiti acustici passivi

Per questo motivo, nelle tabelle precedenti è stata solo indicata (in verde) la destinazione d'uso dell'intero edificio, mentre la destinazione d'uso di riferimento (in marrone chiaro) è quella per edifici destinati a uffici/laboratori, specifica della porzione di edificio da ristrutturare.

### **2.3 DDG Sanità Lombardia n. 26436 del 6 Novembre 2001**

Il DDG Sanità Lombardia n. 26436 del 6 Novembre 2001 "Approvazione delle linee guida per la verifica dei requisiti minimi strutturali e tecnologici, generali e specifici, previsti dal DPR 14.1.97 e dalla DGR 38133/98", contiene l'allegato 1 "Linee guida per gli operatori ASL sulla verifica dei requisiti tecnologici e strutturali stabiliti dalla normativa vigente".

Il Fascicolo 1 dell'Allegato 1 "Requisiti minimi strutturali e tecnologici generali - Verifica ASL ai sensi del DPR 14.01.97 e della DGR n. 7/5724 del 27.07.01" riporta il requisito SGTEC 03, che richiede: "La struttura è in possesso dei requisiti previsti dalle vigenti leggi in materia di protezione acustica?".

L'adempimento prevede il collaudo delle strutture per la verifica del rispetto dei limiti di legge fissati dal DPCM 05.12.1997.

Passo necessario per consentire l'effettivo ottenimento del rispetto dei limiti a lavori conclusi è l'analisi acustica delle scelte progettuali, valutando in modo previsionale le caratteristiche di isolamento acustico delle strutture dell'edificio a partire dalle prestazioni dei componenti.

Vista la complessità della situazione, nel caso in esame questa fase è necessaria anche solo per la definizione della presenza di limiti cogenti e per la relativa quantificazione.

La valutazione previsionale è condizione necessaria ma non sufficiente: occorre sottolineare che la fase di posa in opera è fondamentale per garantire l'ottenimento dei valori progettati, assicurando un elevato livello di attenzione sulle scelte costruttive e sulla corrispondenza dei materiali utilizzati a quanto specificato nel progetto.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## 2.4 Norma UNI 11367:2010

Il DPCM 05.12.1997, che continua comunque a costituire il più importante riferimento legislativo, è un decreto che contiene molti errori e lacune, pertanto è sempre stato soggetto a interpretazioni anche contrastanti.

Nel 2010 è stata emanata la norma UNI 11367 "Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera": la norma, richiamata anche dal Decreto MATTM sui Criteri Ambientali Minimi, dovrebbe costituire la base per un nuovo decreto relativo ai requisiti acustici passivi.

L'aspetto attualmente più importante della norma, tuttavia, è attualmente il fatto di fornire elementi importanti per fare chiarezza su molti aspetti dubbi relativi all'applicazione del DPCM 05.12.1997: in particolare, in merito all'applicabilità o meno dei limiti in situazioni specifiche e/o particolari.

### 2.4.1 Definizioni e applicabilità dei limiti

La norma UNI 11367 definisce per la prima volta in modo chiaro gli ambienti abitativi e gli ambienti di servizio e specifica il campo di applicazione dei limiti: si tratta di un riferimento sicuramente molto autorevole per definire come e dove applicare i limiti di legge.

In particolare, sono definiti:

**ambiente abitativo**: porzione di unità immobiliare completamente delimitata destinata al soggiorno e alla permanenza di persone per lo svolgimento di attività e funzioni caratterizzanti la destinazione d'uso

**ambiente accessorio o di servizio**: porzione di unità immobiliare (se di utilizzo individuale) o di sistema edilizio (se di utilizzo comune o collettivo) con funzione diversa da quella abitativa ovvero non destinato allo svolgimento di attività e funzioni caratterizzanti la destinazione d'uso; sono ambienti accessori gli spazi completamente o parzialmente delimitati destinati al collegamento degli ambienti abitativi ed alla distribuzione orizzontale e verticale all'interno del sistema edilizio, nonché gli spazi destinati a deposito, immagazzinamento e rimessaggio; sono ambienti di servizio gli spazi completamente delimitati destinati ad ospitare elementi tecnici connessi con il sistema edilizio (per esempio vani ascensore, vani scala, ecc), e quelli specializzati a fornire servizi richiesti da particolari attività degli utenti, quali i servizi igienici, i locali tecnici degli edifici, i ripostigli anche interni all'unità abitativa, ecc.

**ambiente verificabile acusticamente**: ambiente abitativo di dimensioni sufficienti a consentire l'allestimento di misurazioni in conformità ai procedimenti di prova e di valutazione per la determinazione dei livelli prestazionali acustici in opera.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Sottolineando che sono esclusi dalla valutazione gli elementi tecnici costituiti da facciate e partizioni interne che delimitano ambienti accessori o di servizio dell'unità immobiliare, la norma specifica che nel considerare i requisiti di isolamento e di rumore di impianti si applicano i seguenti criteri:

- **il requisito  $D_{2m,nT,w}$**  relativo all'isolamento di facciata è riferito alle facciate degli ambienti abitativi; per le pareti finestrate con sistemi oscuranti, si fa riferimento alla situazione con sistemi oscuranti aperti; in caso di presenza di aperture di ingresso aria in facciata queste devono essere considerate nella normale condizione di utilizzo
- **il requisito  $R'_w$**  relativo al potere fonoisolante è riferito alle partizioni orizzontali e verticali che separano ambienti abitativi di unità immobiliari distinte; si applica inoltre alle partizioni orizzontali e verticali che separano ambienti abitativi di una unità immobiliare da ambienti, individuali o collettivi, destinati ad autorimessa, box, garage e alle partizioni (non dotate di accessi o aperture) che separano ambienti abitativi di una unità immobiliare da parti comuni
- **il requisito  $L'_{n,w}$**  relativo al rumore di calpestio è riferito al rumore da calpestio percepito all'interno degli ambienti abitativi e generato in unità immobiliari differenti
- **il requisito  $L_{ic}$**  relativo al rumore degli impianti a funzionamento continuo e il requisito  $L_{id}$  relativo al rumore degli impianti a funzionamento discontinuo sono riferiti a valutazioni 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; nel corso della valutazione devono essere escluse tutte le sorgenti sonore operanti all'interno dell'ambiente di misura ed estranee alla valutazione del rumore indotto dall'impianto in esame.
- il livello sonoro immesso da un impianto a servizio di una camera di degenza deve essere valutato all'interno di ambienti acusticamente verificabili diversi dall'ambiente servito



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

### 2.4.2 Valori di riferimento

La norma UNI 11367:2010 identifica, nel caso degli ospedali, una serie di prestazioni definite "di base" e "superiore": i valori di riferimento sono riportati in Tabella, insieme ai corrispondenti limiti del DPCM 05.12.1997 (per quanto possibile).

Descrizione	Parametro	Prestazione di base	Prestazione superiore	Limite corrispondente DPCM 05.12.1997
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata	$D_{2m,nT,w}$ [dB]	38	43	45
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti di differenti unità immobiliari	$R'_w$ [dB]	50	56	55
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari	$L'_{n,w}$ [dB]	63	53	58
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo in ambienti diversi da quello d'installazione	$L_{ic}$ [dBA]	32	28	25 (*)
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo in ambienti diversi da quello d'installazione	$L_{id}$ [dBA]	39	34	35 (*)
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare	$D_{nT,w}$ [dB]	50	55	-
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare	$D_{nT,w}$ [dB]	45	50	-
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare	$L'_{n,w}$ [dB]	63	53	-

(\*) livelli non direttamente confrontabili - riportati solo come riferimento

*Tabella 2-2 - UNI 11367: 2010 - Valori di riferimento per i requisiti acustici di ospedali - a destra i limiti corrispondenti del DPCM 05.12.1997*



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Si possono fare alcune considerazioni:

- nel caso dell'isolamento di facciata per edifici di tipo ospedaliero, sia considerando la prestazione di base sia considerando la prestazione superiore, il limite indicato dalla norma UNI è inferiore al limite previsto dal DPCM 05.12.1997; nel caso in cui venga invece previsto un limite diverso per sottoinsiemi di ambienti con diversa destinazione d'uso (ad esempio uffici e/o laboratori), il limite del DPCM 05.12.1995 è appena inferiore al limite definito dalla prestazione superiore
- il fatto che siano identificati in modo specifico dei parametri per l'isolamento acustico tra ambienti sovrapposti e adiacenti della stessa unità immobiliare conferma la prassi di non ritenere applicabili i limiti del DPCM 05.12.1997 relativi all'indice di potere fonoisolante apparente all'interno dello stesso edificio contenente una sola unità immobiliare
- il fatto che siano identificati in modo specifico dei parametri per il livello di rumore di calpestio tra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare conferma l'ipotesi di non ritenere applicabili i limiti del DPCM 05.12.1997 relativi al livello di rumore di calpestio all'interno dello stesso edificio contenente una sola unità immobiliare
- è importante notare che non sono stati definiti valori di riferimento per il livello sonoro di calpestio fra ambienti adiacenti all'interno della stessa unità immobiliare, poiché è prassi attualmente molto diffusa realizzare solai con massetto di ripartizione continuo: per queste tipologie costruttive i dati attualmente disponibili non consentono di stabilire criteri condivisi; questo significa anche che i limiti del DPCM 05.12.1997 relativi al rumore di calpestio non sono applicabili tra ambienti adiacenti sullo stesso piano
- i valori di riferimento per il rumore degli impianti vengono corretti per il livello di rumore residuo e per il tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente: queste operazioni, che rendono il livello calcolato essenzialmente indipendente dalle caratteristiche dell'ambiente ricevente, superano una criticità intrinseca ai limiti fissati dal DPCM 05.12.1997, in cui questo approccio tecnicamente corretto spesso rimane a discrezione del tecnico: un collaudo che non consideri la correzione per il tempo di riverberazione implica che i livelli sonori misurati dipendano dalle dimensioni e dal grado di arredamento dell'ambiente ricevente; come conseguenza diretta, non è detto che i valori della norma UNI siano confrontabili con i limiti del DPCM 05.12.1997



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### **3 FARMACIA - DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO**

L'intervento in oggetto prevede la realizzazione di camere a contaminazione controllata per allestimento di farmaci chemioterapici e per nutrizione parenterale presso il servizio di Farmacia Ospedaliera dell'Azienda Socio Sanitaria Territoriale di Lodi, collocata al piano rialzato del Padiglione Ex-Maternità (corpo C).

In questi casi, lavorare in condizioni aseptiche è un requisito imprescindibile: spesso, però, i banchi sterili o le cabine di sicurezza microbiologica non sono sufficienti, sia per il limitato spazio di lavoro a disposizione, sia per la mancanza di controllo sull'ambiente per prevenire eventuali contaminazione del materiale sterile.

In tali contesti è difficile garantire il livello richiesto di pulizia ambientale se non ricorrendo a soluzioni edili-impiantistiche complesse e non sempre facilmente ed economicamente realizzabili.

L'intervento proposto consentirà quindi la manipolazione dei prodotti ponendo particolare attenzione alla salvaguardia degli operatori addetti a tali specifiche lavorazioni, dei pazienti, del personale aziendale e degli ambienti esterni, mediante il confinamento delle eventuali contaminazioni aero-disperse, la totale filtrazione dell'aria prima dell'espulsione all'esterno e infine il corretto flusso dei materiali e del personale addetto.

La realizzazione delle camere a contaminazione controllata, delle quali il Servizio Farmaceutico è ad oggi sostanzialmente sprovvisto, sarà resa possibile grazie all'unificazione dei magazzini farmaceutici ed economici aziendali.

#### **3.1 Componenti edilizie**

##### **3.1.1 Pareti esterne**

Dato che l'edificio è vincolato, le componenti cieche della facciata non saranno oggetto di intervento: rimarranno pertanto in blocchi di laterizio, invariate rispetto alle attuali.

A causa del vincolo presente sull'edificio, non è stato possibile identificare con esattezza la tipologia di muratura presente, che pertanto dovrà essere verificata in fase operativa.

Occorre sottolineare che, per le stime previsionali relative all'isolamento acustico di facciata, la muratura esterna è stata considerata come costituita da blocchi di laterizio semipieni (foratura 45%): questo dato dovrà essere verificato, in quanto una diversa composizione delle pareti potrebbe influire sulle prestazioni del sistema muratura + nuovi serramenti.

##### **3.1.2 Pareti divisorie interne**

Il layout del reparto sarà oggetto di una modifica sostanziale.





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Tutte le principali partizioni interne saranno costruite con pareti ad orditura metallica singola da 7.5 cm e rivestimento realizzato con un doppio strato di lastre in gesso rivestito, dello spessore di 1.25 cm ciascuna; dove necessario, le lastre esterne potranno essere sostituite da lastre in classe A1 di reazione al fuoco.

Nell'intercapedine verrà inserito un materassino di lana minerale dello spessore di 60 mm e densità indicativa di 50 kg/m<sup>3</sup>.

### **3.1.3 Solaio a pavimento**

Il solaio a pavimento sarà riportato allo stato grezzo, di fatto caratterizzato dal solo solaio base in calcestruzzo di spessore 29 cm, per poi essere nuovamente completato con uno strato di alleggerito, uno strato resiliente anticalpestio, un massetto sottopavimento e il pavimento in pvc o gres.

### **3.1.4 Controsoffitti**

Le tipologie di controsoffitto previste all'interno del reparto sono:

- controsoffitto metallico a doghe (nei connettivi)
- controsoffitto a lastre in cartongesso (idrorepellenti dove necessario)

in particolare, questa soluzione consentirà un significativo incremento dell'isolamento acustico del solaio soprastante, con un notevole miglioramento rispetto allo stato di fatto

### **3.1.5 Finitura pavimenti e rivestimenti**

Per quanto riguarda i pavimenti, essi sono previsti in gres (nei bagni e nei locali collegati) e in pvc a teli auto posante, che prevede anche la realizzazione di una sguscia di 20 cm, per facilitare le operazioni di pulizia.

### **3.1.6 Serramenti esterni**

Saranno installati nuovi serramenti esterni in sostituzione dei serramenti esistenti.

I cassonetti per avvolgibili esistenti saranno rimossi ed eliminati: i nuovi serramenti non saranno dotati di tale sistema di oscuramento.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### 3.2 Principali componenti impiantistiche

#### Impianto di climatizzazione

L'intervento in oggetto prevede la realizzazione di camere a contaminazione controllata per l'allestimento di farmaci.

Per il nuovo reparto Farmacia, il progetto prevede due tipologie di impianto:

- la zona dedicata agli studi medici, segreteria e uffici sarà riscaldata e raffrescata con un impianto a ventilconvettori e aria primaria.
- la zona laboratoristica sarà condizionata da un impianto di condizionamento a tutta aria.

#### Area studi medici, uffici e segreteria

L'impianto di riscaldamento e raffrescamento di questa parte di reparto sarà realizzato con ventilconvettori a soffitto del tipo a cassetta 60x60 cm alimentati con distribuzione a quattro tubi.

L'impianto a ventilconvettori sarà integrato con un impianto di ricambio dell'aria alimentato da recuperatore di calore ad alta efficienza.

L'impianto di ventilazione garantirà circa 2,5 volumi ora di ricambio d'aria in ogni ambiente.

L'aria di ricambio sarà immessa negli ambienti direttamente nei ventilconvettori mentre sarà estratta tramite griglie di ripresa installate a soffitto.

Le condotte di distribuzione dell'aria verranno realizzate con canali in pannello sandwich con trattamento antibatterico a sezione rettangolare.

#### Area Laboratoristica

L'area laboratoristica sarà condizionata mediante macchina di trattamento dell'aria dedicata, del tipo a sezioni componibili, funzionante a tutta aria esterna.

Il funzionamento dell'UTA sarà coordinato con il funzionamento delle cinque cappe di aspirazione presenti nei laboratori: l'UTA consentirà di compensare l'aria estratta dalle cappe presenti nel reparto durante il loro funzionamento.

Ogni cappa sarà dotata di condotto di estrazione realizzato in PVC con diametro 250 mm e ventilatore di estrazione con INVERTER comandato da segale 0-10V proveniente direttamente dal pannello di controllo della cappa.

L'UTA, suddivisa in due sezioni distinte, avrà la seguente configurazione:

#### Sezione di ripresa:

- Ventilatore di ripresa modello Plug Fan EC
- Batteria di recupero calore
- Silenziatori



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Sezione di mandata:

- Filtri piani classe G3 eff 80 % e a tasche classe F9 eff 95 %
- Batteria di recupero calore
- Batteria calda alimentata a 70-55 °C
- Batteria fredda alimentata con acqua a 7-12 °C
- Rampa umidificazione a vapore alimentata dalla rete vapore pulito esistente nell'Ospedale
- Separatore di gocce
- Batteria di post-riscaldamento alimentata con acqua a 70-55 °C
- Ventilatore di mandata Plug Fan EC
- Silenziatori

Il controllo della temperatura di ogni laboratorio sarà realizzato mediante batteria di post-riscaldamento installata a canale, mentre il controllo dei differenziali di pressione fra laboratorio e connettivi sarà realizzato mediante cassette a portata variabile motorizzate regolate mediante differenziali di pressione installati direttamente negli ambienti.

Le VAV installate sia sui condotti di mandata che sui condotti di aspirazione dei vari ambienti funzioneranno in modo coordinato con il funzionamento delle cappe.

La regolazione delle condizioni ambientali (temperature e pressione) sarà realizzata mediante sonda ambiente e trasduttori differenziali di pressione installati in ambiente e connessi al sistema di supervisione esistente dell'Ospedale.

Il sistema di controllo consentirà a cappe spente di regolare la portata d'aria immessa negli ambienti al valore minimo di circa 15 volumi ora.

Il trasduttore differenziale di pressione regolerà l'estrazione dell'aria in modo da raggiungere i valori desiderati di differenza di pressione negativa o positiva all'interno del laboratorio rispetto agli ambienti attigui.

All'attivarsi delle cappe le VAV installate sui condotti di aspirazione diminuiranno la quantità di aria aspirata fino a chiudersi totalmente mentre le VAV installate sui condotti di mandata consentiranno di implementare la quantità di aria immessa nel laboratorio compensando l'aria estratta dalle cappe.

Verrà mantenuto in questo modo sempre costante il differenziale di pressione impostato fra laboratori e locali attigui.

Tutti i diffusori e le griglie di ripresa dell'aria posti all'interno dei laboratori saranno dotati di filtri assoluti H14.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### 3.3 Limiti cogenti e riferimenti

#### 3.3.1 Isolamento di facciata (indice $D_{2m,nT,w}$ )

L'intervento prevede la sostituzione dei serramenti esistenti (comprensivi di cassonetti per avvolgibili) con nuovi serramenti senza avvolgibili.

Le partizioni cieche di facciata, al contrario, non saranno oggetto di intervento e rimarranno invariate rispetto allo stato attuale.

Come definito in precedenza, l'intero reparto è assimilabile a una struttura con destinazione d'uso mista uffici/laboratori: in questo caso, il limite cogente di riferimento è quello relativo all'isolamento normalizzato di facciata  $D_{2m,nT,w} \geq 42$  dB, applicabile a tutte le facciate degli ambienti di vita.

Seguendo le indicazioni della norma UNI 11367:2010, non verranno considerate le facciate degli ambienti di servizio (bagni, disimpegni, locali tecnici, ...).

#### 3.3.2 Isolamento ai rumori aerei (indice $R'_w$ )

Un limite di riferimento potrebbe essere quello relativo all'indice di potere fonoisolante  $R'_w \geq 55$  dB fissato dal DPCM 05.12.1997, applicabile però solo tra diverse unità immobiliari: dato che l'intera struttura ospedaliera costituisce una singola unità immobiliare, il limite relativo all'isolamento ai rumori aerei non è applicabile.

Occorre però sottolineare che il reparto di Farmacia verrà considerato come un elemento dell'edificio destinato ad attività di ufficio e/o laboratori: verranno pertanto analizzati i livelli di isolamento acustico verso i piani inferiori e superiori, limitatamente alle zone oggetto di intervento, in relazione al limite del DPCM 05.12.1997.

Inoltre, l'isolamento ai rumori aerei rimane un elemento importante per il comfort acustico anche all'interno di un singolo reparto: per questo motivo, nel seguito verranno esaminate le prestazioni acustiche di isolamento ai rumori aerei relative a situazioni specifiche.

Occorre anche ricordare che al piano inferiore non sono presenti ambienti di vita e in ogni caso né il piano inferiore né il piano superiore potrebbero essere oggetto di interventi specifici: l'obiettivo progettuale rimane quello di un miglioramento del livello di isolamento acustico rispetto alla situazione attuale.

Occorre infine sottolineare che è prevista l'introduzione di un controsoffitto continuo a lastre di cartongesso in corrispondenza della quasi totalità dell'area trattata (solo i corridoi prevedono un controsoffitto a doghe metalliche): questa soluzione, rispetto allo stato di fatto, consentirà un significativo incremento dell'isolamento acustico del solaio soprastante.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### 3.3.3 Isolamento al rumore di calpestio (indice $L'_{n,w}$ )

Un limite di riferimento cogente potrebbe essere quello relativo all'indice di rumore di calpestio  $L'_{n,w} \leq 58$  dB indicato dal DPCM 05.12.1997.

Dal punto di vista legislativo, non esistono limiti di riferimento applicabili, in quanto l'intero edificio costituisce una singola unità immobiliare e, sulla base dell'interpretazione autorevole della norma UNI 11367, il limite relativo al rumore di calpestio del DPCM 05.12.1997 non è applicabile all'interno della stessa unità immobiliare.

Dato tuttavia che il reparto di Farmacia è stato considerato come un elemento dell'edificio destinato ad attività di ufficio e/o laboratori, verranno comunque analizzati i livelli di isolamento al rumore di calpestio verso i piani inferiori e superiori, limitatamente alle zone oggetto di intervento e in relazione al limite fissato dal DPCM 05.12.1997.

Anche la stessa norma UNI 11367 suggerisce, all'interno di una struttura ospedaliera, valori di riferimento diversi da quelli del DPCM 05.12.1997, il che lascia intendere che occorra comunque perseguire un certo livello di comfort acustico tra piani sovrapposti.

Al piano inferiore non sono presenti ambienti di vita (solo ambienti di servizio) e in ogni caso non potrebbero essere oggetto di interventi specifici: l'obiettivo progettuale rimarrà sarà quello di un miglioramento del livello di rumore di calpestio rispetto alla situazione attuale, in cui non è presente lo strato resiliente.

Sempre la norma UNI 11367:2010 esclude esplicitamente che il limite sul rumore di calpestio sia applicabile tra ambienti adiacenti sullo stesso piano, in quanto la tecnologia del massetto continuo, normalmente utilizzata in questi casi, non consente di ottenere risultati certi e affidabili.

### 3.3.4 Rumore degli impianti a funzionamento discontinuo

Per quanto riguarda gli impianti a funzionamento discontinuo, un limite di riferimento potrebbe essere quello indicato dal DPCM 05.12.1997:  $L_{ASmax} \leq 35$  dBA.

Alla luce del fatto che anche in questo caso la norma UNI 11367:2010 indica che tale limite si applica solo tra unità immobiliari distinte e fornisce valori di riferimento diversi nel caso delle strutture ospedaliere, si potrebbe concludere che tale limite non è cogente.

Occorre peraltro considerare che, nel caso in esame, il piano sottostante all'area dedicata alla Farmacia è occupato da ambienti di servizio, per cui in ogni caso il sistema di scarico non va a impattare su ambienti che potrebbero essere oggetto di verifica,

Si può pertanto concludere che, anche in questo caso, il limite relativo al rumore degli impianti a funzionamento discontinuo non è applicabile (nel senso che non ci sono elementi su cui applicarlo).

Pur non essendo applicabile il limite di rumorosità specifico, avendo come obiettivo il comfort acustico, il rumore degli impianti a funzionamento discontinuo verrà trattato con indicazioni



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

operative, analizzando le soluzioni tecniche che si intendono adottare e le eventuali relative criticità.

Occorre infatti ricordare che, in generale, non esistono metodi di calcolo efficaci e affidabili per la previsione del rumore degli impianti (soprattutto non esistono dati significativi da implementare nei modelli previsionali, estremamente complessi da utilizzare).

### **3.3.5 Rumore degli impianti a funzionamento continuo**

Per quanto riguarda gli impianti a funzionamento continuo, un limite di riferimento potrebbe essere quello indicato dal DPCM 05.12.1997:  $L_{Aeq} \leq 25$  dBA.

A servizio del nuovo reparto di Farmacia saranno installati, in ambiente eterno sulla copertura dell'edificio, una nuova UTA e i motori delle cappe di estrazione.

Questi elementi dovranno essere isolati strutturalmente dall'edificio stesso per limitare la trasmissione di rumore strutturale: questo aspetto verrà trattato nel paragrafo dedicato al contenimento del rumore generato dalle UTA e viene definito all'interno degli elaborati progettuali.

Gli scambiatori utilizzati a servizio degli uffici saranno installati nell'intercapedine del controsoffitto: si tratta in generale di macchine per ambienti interni, con potenze sonore contenute, non percepibili da locali adiacenti.

### **3.3.6 Rumore dei sistemi di trattamento aria**

Occorre considerare che il rumore generato dalle bocchette di immissione e di aspirazione dell'aria all'interno degli ambienti non è riconducibile al rumore degli impianti disciplinato dal DPCM 05.12.1997 e dalla norma UNI 11367.

Questo assunto è confermato dal fatto che esistono norme specifiche che disciplinano il rumore degli impianti di trattamento aria (ad esempio la UNI 8199) e che suggeriscono livelli di riferimento diversi in funzione della destinazione d'uso dell'ambiente.

Anche in questo caso, non vi sono indicazioni cogenti, ma si è comunque proceduto con indicazioni operative per l'inserimento di sistemi di contenimento del rumore in corrispondenza dei passaggi più critici, compatibilmente con i vincoli e le condizioni esistenti.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

#### 4 FARMACIA - MATERIALI E PRESTAZIONI ACUSTICHE

I materiali utilizzati e le soluzioni costruttive sono stati indicati dal Progettista.

Ogni tipo di materiale o componente utilizzato è stato caratterizzato, ovunque possibile, facendo riferimento a dati forniti dai Produttori; negli altri casi si è fatto ricorso alle formule previsionali più opportune.

Nelle Tabelle seguenti si riporta un elenco riassuntivo dei materiali e dei componenti utilizzati, descritti in dettaglio ai paragrafi successivi.

Struttura	Descrizione	Massa superf. strato base [kg/m <sup>2</sup> ]	R <sub>w</sub> - base [dB]	ΔR <sub>w</sub> strato aggiuntivo [dB]	R <sub>w</sub> [dB] - complessivo	Note
M1	Parete esterna	Muratura esistente in laterizio semipieno (foratura 45%) - DA VERIFICARE	391	51	51	da legge di massa UNI EN 12354-1 per pareti semplici in laterizio
M11	Pareti divisorie interne in cartongesso	Parete leggera su orditura metallica spessore 7.5 cm, con doppia lastra di cartongesso da 1.25 cm su ambo i lati	38	54	54	da dati Knauf per pareti W112 con stessa stratigrafia

*Tabella 4-1 - Materiali e componenti - partizioni verticali*

Elemento	Descrizione	s' di progetto [MN/m <sup>2</sup> ]	Note
STR-RES	Strato resiliente per pavimento galleggiante	≤ 30	<p>Valore di riferimento del parametro; possibile la scelta di materiali con valori analoghi o inferiori</p> <p>Resistenza a compressione sufficiente a sopportare senza problemi il carico del massetto</p> <p>Prove secondo UNI EN 12431 (comprimibilità) e UNI EN 1606 (creep)</p>

*Tabella 4-2 - Materiali e componenti - strato resiliente per pavimento galleggiante*





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

Struttura	Descrizione	Massa superficiale strato base [kg/m <sup>2</sup> ]	R <sub>w</sub> - base [dB]	ΔR <sub>w</sub> strato aggiuntivo [dB]	R <sub>w</sub> [dB] - complessivo	Note
P1	Pavimento con pvc o gres	Solaio in calcestruzzo con pavimento galleggiante	696	64	66	da formule previsionali UNI EN 12354-1 per solai omogenei; troncato all'unità
				2		da formule previsionali UNI EN 12354-1:2017

Tabella 4-3 - Materiali e componenti - partizioni orizzontali - isolamento ai rumori aerei

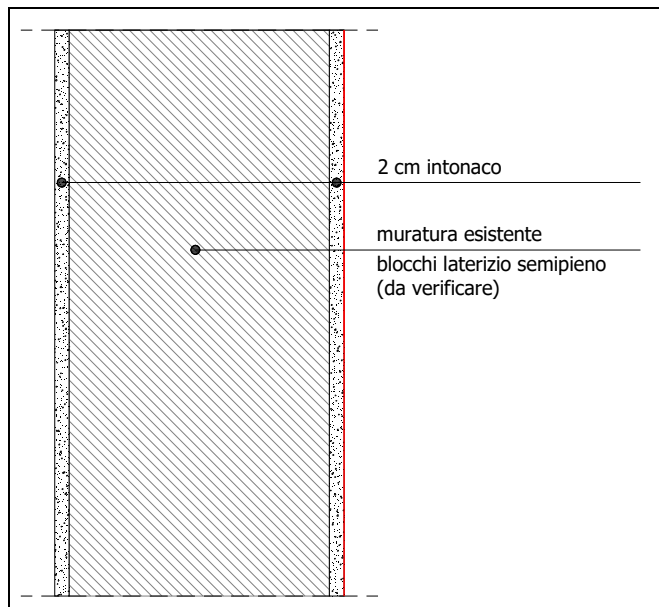
Struttura	Descrizione	Massa superficiale strato base [kg/m <sup>2</sup> ]	L <sub>n,w</sub> - base [dB]	ΔL <sub>n,w</sub> pav. gall. [dB]	L <sub>n,w</sub> [dB] - complessivo	Note
P1	Pavimento con pvc o gres	Solaio in calcestruzzo con pavimento galleggiante	696	65	40	da formule previsionali UNI EN 12354-2 per solai omogenei; arrotondato all'unità successiva
				25		da formule previsionali UNI EN 12354-2; troncato all'unità

Tabella 4-4 - Materiali e componenti - partizioni orizzontali - livello di rumore di calpestio

Serramento	Descrizione	R <sub>w</sub> [dB] serramento - prova di laboratorio sul serramento specifico	R <sub>w</sub> [dB] serramento nel caso di rapporto di prova su infisso standard 1.23x1.48 m (norma UNI EN 14351-1)	Note
AH-S01	Finestra a due ante	41	41	
AH-S02	Finestra a due ante	41	41	
AH-S03	Finestra a due ante	41	41	
AH-S04	Finestra a due ante	41	41	
AH-S05	Finestra a due ante	41	41	
AH-S06	Finestra a due ante	41	41	
AH-S07	Finestra a due ante	41	41	
AH-S12	Finestra a due ante	41	41	
AH-S14	Finestra a due ante	41	41	
AH-S15	Finestra a due ante	41	41	

Valore minimo del serramento completo (infisso+vetri) - infissi classe 4 UNI EN 12207 - vetri stratificati

Tabella 4-5 - Materiali e componenti - serramenti esterni

AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO****4.1 M1 - Partizione verticale esterna**

M1		Parete esterna	
M1		Struttura base	
Descrizione	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
Intonaco	2.0	1800	36
Muratura esistente (blocchi foratura 45%)	36.0		319.2
Intonaco	2.0	1800	36
<b>TOTALE</b>	<b>40.0</b>		<b>391</b>
<b>R<sub>w</sub> [dB] - indice potere fonoisolante strato base (minimo)</b>			<b>51</b>

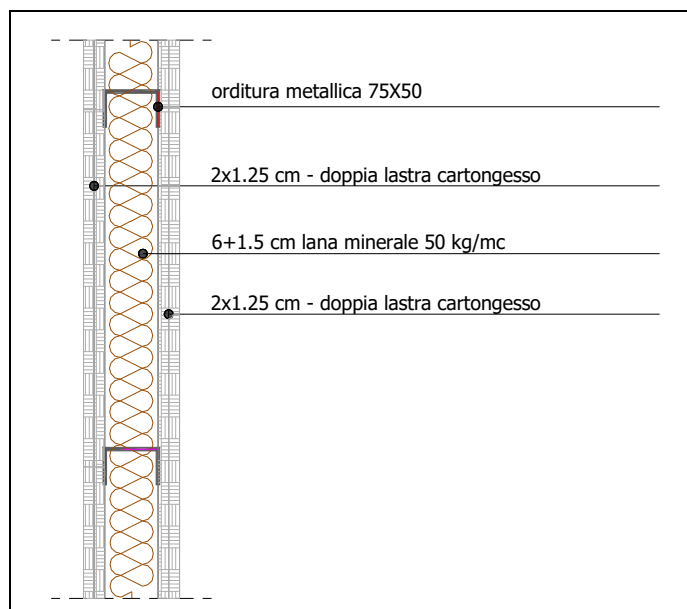
da legge di massa UNI EN 12354-1 per pareti semplici in laterizio

Si tratta della struttura cieca presente nelle partizioni di facciata.

A causa dei vincoli esistenti sull'immobile, non è stato possibile determinare con esattezza l'esatta composizione della muratura in blocchi di laterizio.

Si è assunto come ipotesi cautelativa la presenza di blocchi semipieni con foratura 45% (densità circa 800 kg/m<sup>3</sup>): l'esatta composizione della muratura dovrà essere verificata in fase operativa, in quanto potrebbe avere conseguenze sull'effettivo isolamento di facciata ottenibile.

L'indice del potere fonoisolante è stato ottenuto applicando la legge di massa suggerita dalla norme UNI EN 12354-1 per pareti semplici in laterizio e troncando il risultato ottenuto all'unità.

AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO****4.2 M11 - Partizione verticale interna tipo**

<b>M11</b>		<b>Pareti divisorie interne in cartongesso</b>		
	spessore [cm]	densità [kg/m <sup>3</sup> ]	massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
Lana minerale + aria	7.5	50		
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
Lastra di cartongesso	1.25	760	9.5	
<b>TOTALE</b>	<b>12.5</b>		<b>38</b>	
<b>R<sub>w</sub> [dB] - indice potere fonoisolante</b>			<b>54</b>	
da dati Knauf per pareti W112 con stessa stratigrafia				

Si tratta della struttura di separazione tipo tra ambienti interni; può essere o meno fornita di lastre con elevata resistenza al fuoco a seconda delle necessità.

La stima dell'indice di potere fonoisolante, relativamente elevato, è stata eseguita a partire da dati pubblicati da Knauf per una parete del tutto simile.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

### 4.3 Strato resiliente

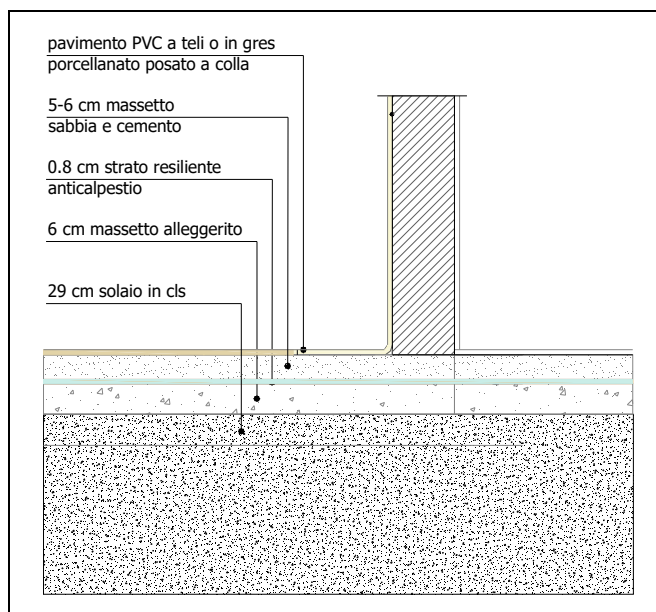
Anche se l'area della Farmacia non insiste direttamente su ambienti di vita, è stato comunque previsto uno strato resiliente per la realizzazione del pavimento galleggiante, al fine di ottimizzare il comfort acustico all'interno del reparto e dell'edificio.

Di seguito vengono riportati i dati di riferimento dello strato resiliente da utilizzare:

STR-RES		Strato resiliente per pavimento galleggiante	
spessore nominale	8-10	mm	
<b>s' - rigidità dinamica di riferimento</b>	<b>≤ 30</b>	<b>MN/m<sup>3</sup></b>	
Valore di riferimento del parametro; possibile la scelta di materiali con valori analoghi o inferiori			
Resistenza a compressione sufficiente a sopportare senza problemi il carico del massetto			
Prove secondo UNI EN 12431 (comprimibilità) e UNI EN 1606 (creep)			

Il valore di rigidità dinamica sopra indicato costituisce un parametro di progetto ed è quello utilizzato nei calcoli previsionali.

È possibile la scelta di un materiale con caratteristiche di rigidità dinamica uguali o inferiori, a patto che sia in grado di rispettare anche le altre caratteristiche richieste.

AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO****4.4 P1 - Solaio in calcestruzzo con pavimento in pvc o gres**

P1		Pavimento con pvc o gres		
<b>Struttura base</b>				
Elemento	Spessore [cm]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	
Intonaco	1.5	1800		
Solaio in cls	29.0	2400	696	
Alleggerito	6.0	400		
<b>TOTALE STRUTTURA BASE</b>	<b>36.5</b>		<b>696</b>	
<b>Pavimento galleggiante</b>				
Elemento	Spessore [cm]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	
<b>STRATO RESILIENTE</b>	0.8			
Sottofondo sabbia-cemento	5.0	1800	90	
Pavimento in pvc o gres	1.0			
<b>TOTALE PAV. GALL.</b>	<b>6.8</b>		<b>90</b>	

Si tratta del solaio in calcestruzzo a pavimento.

Le uniche differenze nelle varie zone dell'area di intervento sono legate alla finitura superficiale, che può essere in pvc o in gres (non considerati nei calcoli).



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**4.4.1 P1 - Stima dell'indice di potere fonoisolante**

P1		Stima dell'indice di potere fonoisolante $R_w$
STRUTTURA BASE	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	696
<b><math>R_w</math> [dB] - indice potere fonoisolante struttura base</b>		<b>64</b>
da formule previsionali UNI EN 12354-1 per solai omogenei; troncato all'unità		
<b><math>\Delta R_w</math> pavimento galleggiante</b>		
<b>Rigidità dinamica strato resiliente tipo</b>	<b>30</b>	<b>MN/m<sup>3</sup></b>
$m'_1$ - massa superficiale solaio base	696	kg/m <sup>2</sup>
$m'_2$ - massa superficiale pavim. gallegg.	90	kg/m <sup>2</sup>
$f_0$ - frequenza di risonanza	98	Hz
<b><math>\Delta R_w</math> [dB] - incremento indice potere fonoisolante pav. gall.</b>		<b>2</b>
da formule previsionali UNI EN 12354-1:2017		
<b><math>R_w</math> [dB] - indice potere fonoisolante complessivo</b>		<b>66</b>
da formule previsionali UNI EN 12354-1 per solai omogenei; troncato all'unità		

La stima dell'indice di potere fonoisolante della struttura base in calcestruzzo è stata realizzata utilizzando le formule previsionali della norma UNI EN 12354-1 per solai omogenei: lo spessore e la notevole massa della struttura in calcestruzzo consentono di ottenere livelli di isolamento acustico ai rumori aerei molto elevati.

Il pavimento galleggiante al di sopra dello strato resiliente si comporta come uno strato addizionale e l'intero pacchetto implica un incremento dell'indice di potere fonoisolante, che è stato calcolato secondo le indicazioni della norma UNI EN 12354-1, troncando cautelativamente all'unità il valore stimato: il fatto che il pacchetto base in calcestruzzo sia già molto prestazionale, implica un aumento molto contenuto dell'indice di potere fonoisolante.

Un elevato indice di potere fonoisolante della struttura e in particolare la presenza del pavimento galleggiante migliora in generale il comfort acustico all'interno degli ambienti interessati.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**4.4.2 P1 - Stima dell'indice di rumore di calpestio**

P1		Stima dell'indice di livello di rumore di calpestio $L_{n,w}$
STRUTTURA BASE	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	696
<b><math>L_{n,w}</math> [dB] - indice rumore calpestio solaio nudo</b>		<b>65</b>
da formule previsionali UNI EN 12354-2 per solai omogenei; arrotondato all'unità successiva		
<b><math>\Delta L_w</math> pavimento galleggiante</b>		
<b>Rigidità dinamica strato resiliente tipo</b>	<b>30</b>	<b>MN/m<sup>3</sup></b>
m <sub>2</sub> - massa superficiale pavim. gallegg.	90	kg/m <sup>2</sup>
f <sub>0</sub> - frequenza di risonanza del pavimento	92	Hz
<b><math>\Delta L_w</math> [dB] - stima decremento indice rumore calpestio - pav. gall.</b>		<b>25</b>
da formule previsionali UNI EN 12354-2; troncato all'unità		
<b><math>L_{n,w}</math> [dB] - indice rumore di calpestio struttura completa</b>		<b>40</b>
da formule previsionali UNI EN 12354-2 per solai omogenei		

La stima dell'indice di potere fonoisolante della struttura base in calcestruzzo è stata realizzata utilizzando le formule previsionali della norma UNI EN 12354-2 per solai omogenei: lo spessore e la notevole massa della struttura in calcestruzzo consentono di ottenere livelli di rumore di calpestio già molto contenuti all'origine.

Il pavimento galleggiante al di sopra dello strato resiliente si comporta come uno strato addizionale e l'intero pacchetto implica una riduzione dell'indice di livello di rumore di calpestio: tale riduzione è stata calcolata secondo le indicazioni della norma UNI EN 12354-2, troncando cautelativamente all'unità il valore stimato.

Il pacchetto fornisce un livello di rumore di calpestio molto ridotto, sia grazie alla massa elevata della struttura base in calcestruzzo sia grazie all'introduzione del pavimento galleggiante: questa situazione consente in generale di migliorare il comfort acustico all'interno degli ambienti interessati e di limitare moltissimo la trasmissione del rumore da impatto anche verso i piani superiori.





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

#### 4.5 Serramenti e elementi di facciata

Le finestre e le porte-finestra costituiscono sicuramente uno degli elementi deboli della facciata per quanto riguarda l'isolamento acustico: per questo motivo occorre prestare particolare cura nella scelta di tali elementi, in quanto essi possono facilmente pregiudicare il rispetto dei limiti di legge relativi all'isolamento di facciata.

Il sistema di oscuramento è realizzato mediante elementi interni, che non costituiscono un aspetto critico dal punto di vista acustico (gli elementi avvolgibili esistenti saranno completamente rimossi ed eliminati).

##### 4.5.1 Abaco serramenti e prestazioni di isolamento acustico

L'identificazione dei serramenti considerati ai fini della valutazione dell'isolamento di facciata è riportata nelle Tavole in allegato.

Il valore dell'indice di potere fonoisolante indicato costituisce un parametro di progetto da garantire in opera per ottenere un indice dell'isolamento di facciata in grado di rispettare il limite di legge.

<b>Serramenti esterni</b>						
Id	Tipologia	Dimensioni [m]		Superficie [m <sup>2</sup> ]	Valore minimo del serramento completo (infisso+vetri) - infissi classe 4 UNI EN 12207 - vetri stratificati	
		Larghezza	Altezza		R <sub>w</sub> [dB] serramento - prova di laboratorio sul serramento specifico	R <sub>w</sub> [dB] serramento nel caso di rapporto di prova su infisso standard 1.23x1.48 m (norma UNI EN 14351-1)
<b>AH-S01</b>	Finestra a due ante	1.10	2.40	<b>2.64</b>	<b>41</b>	<b>41</b>
<b>AH-S02</b>	Finestra a due ante	1.10	2.40	<b>2.64</b>	<b>41</b>	<b>41</b>
<b>AH-S03</b>	Finestra a due ante	1.10	2.40	<b>2.64</b>	<b>41</b>	<b>41</b>
<b>AH-S04</b>	Finestra a due ante	1.10	2.40	<b>2.64</b>	<b>41</b>	<b>41</b>
<b>AH-S05</b>	Finestra a due ante	1.10	2.40	<b>2.64</b>	<b>41</b>	<b>41</b>
<b>AH-S06</b>	Finestra a due ante	1.10	2.40	<b>2.64</b>	<b>41</b>	<b>41</b>
<b>AH-S07</b>	Finestra a due ante	1.10	2.40	<b>2.64</b>	<b>41</b>	<b>41</b>
<b>AH-S12</b>	Finestra a due ante	1.10	2.40	<b>2.64</b>	<b>41</b>	<b>41</b>
<b>AH-S14</b>	Finestra a due ante	1.10	2.40	<b>2.64</b>	<b>41</b>	<b>41</b>
<b>AH-S15</b>	Finestra a due ante	1.10	2.40	<b>2.64</b>	<b>41</b>	<b>41</b>

Occorre sottolineare che il capitolato prestazionale prevede dei valori di indice di potere fonoisolante  $R_w > 42$  dB, sicuramente più performanti rispetto a quanto indicato in tabella, che deve essere inteso come valore minimo in grado di garantire il risultato necessario: la scelta progettuale, prioritaria, ha portato all'adozione di serramenti con caratteristiche di isolamento superiore.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

Nell'elenco, sono riportati solo i serramenti che saranno installati in corrispondenza di ambienti di vita.

Non sono invece riportati i serramenti in corrispondenza di ambienti di servizio (bagni, magazzini, connettivi, ...), in quanto non assimilabili ad ambienti di vita: in questi casi, infatti, non si applica il limite relativo all'isolamento di facciata.

In generale è necessario utilizzare serramenti con valori certificati di isolamento acustico: è responsabilità del fornitore e dell'installatore dei serramenti garantire i valori minimi di indice di potere fonoisolante in opera, curando in modo particolare la tenuta all'aria dei giunti tra telaio e falso telaio.

**4.5.2 Scelta dei serramenti e valutazione delle prestazioni di isolamento**

Come indicato nella norma UNI EN 14351-1, il valore dell'indice di isolamento ottenuto dalla prova di laboratorio è utilizzabile, senza modifiche, per serramenti simili con gli stessi vetri con superficie totale fino al 50% in più, con una riduzione di 1 dB fino a una superficie complessiva del 100% in più, con una riduzione di 2 dB fino a una superficie complessiva del 150% in più e con una riduzione di 3 dB per superfici superiori.

I valori di potere fonoisolante dei serramenti forniti dai costruttori si riferiscono quasi sempre a infissi di prova di dimensioni ridotte: una tipica configurazione di prova è costituita da un serramento ad anta singola o doppia di dimensioni 1.23x1.48 m.

Questo significa che, anche non considerando le specificità delle porte-finestra (in particolare il problema della soglia), a un aumento della superficie vetrata corrisponde una diminuzione delle prestazioni di isolamento del serramento; in altre parole, l'indice di potere fonoisolante ottenuto dalle prove di laboratorio deve essere corretto come segue:

Dimensione del serramento		Correzione rispetto al valore della prova di laboratorio		
serramento 1.23 x 1.48 m	S =	1.82		
fino a	S =	2.73	0	dB
fino a	S =	3.64	-1	dB
fino a	S =	4.55	-2	dB
	S >	4.55	-3	dB

Tabella 4-6: Correzione isolamento acustico in funzione delle dimensioni del serramento

In alcuni casi, un serramento base con prestazioni apparentemente elevate può non essere sufficiente a garantire le prestazioni necessarie, qualora sia di grandi dimensioni.

Questo è il motivo per cui nell'abaco prestazione dei serramenti sono riportati due valori: il primo associato a un certificato specifico su un serramento analogo, il secondo a un certificato su un serramento equivalente di dimensioni 1.23 x 1.48 m.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## 5 FARMACIA - VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE ATTESE

### 5.1 Indice di valutazione dell'isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$

#### 5.1.1 Limiti di riferimento

Come definito in precedenza, l'intero reparto è assimilabile a una struttura con destinazione d'uso mista uffici/laboratori: in questo caso, il limite cogente di riferimento è quello relativo all'isolamento normalizzato di facciata  $D_{2m,nT,w} \geq 42$  dB, applicabile a tutte le facciate degli ambienti abitativi.

Seguendo le indicazioni della norma UNI 11367:2010, non verranno considerate le facciate degli ambienti di servizio (bagni, disimpegni, locali tecnici, ...).

#### 5.1.2 Valutazione delle trasmissioni laterali

Secondo la norma UNI EN 12354-3, il contributo della trasmissione laterale è solitamente trascurabile.

Nel caso in esame, la facciata da valutare è costituita da una struttura leggera appoggiata su elementi massicci: in questi casi, l'entità delle trasmissioni laterali è in generale molto limitata.

Per lasciare un margine di sicurezza, è sufficiente incorporare la trasmissione laterale in modo globale, diminuendo il potere fonoisolante mediante un fattore correttivo  $K = 2$  dB.

#### 5.1.3 Tempo di riverberazione di riferimento

Secondo le norme UNI EN 12354-3 e UNI/TR 11175, il tempo di riverberazione dell'ambiente di riferimento è fissato in  $T_0 = 0.5$  s: questa impostazione risente del fatto che le norme nascono per la valutazione dell'isolamento di facciata di ambienti residenziali tipici, per cui un valore di 0.5 s costituisce una buona approssimazione.

Nel caso di ambienti molto grandi, questo valore porta facilmente a degli errori anche elevati nella stima: a grandi volumi corrispondono in generale tempi di riverberazione più elevati.

Per questo motivo, nei calcoli si è adottata la valutazione del tempo di riverberazione di riferimento suggerita dalla norma UNI 11367:2010, relativa alla classificazione acustica degli edifici, con il seguente algoritmo di calcolo:

$V [m^3]$	$T_0 [s]$
$V \leq 100$	0.5
$100 < V < 2500$	$0.05 (V)^{0.5}$
$V \geq 2500$	2.5

Tabella 5-1: Tempo di riverberazione di riferimento in funzione del volume dell'ambiente



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**5.1.4 Indici  $D_{2m,nT,w}$**

I divisori esterni oggetto di valutazione sono definiti nelle Tavole in allegato: sono stati considerati significativi solo i locali riconducibili ad ambienti di vita.

Nelle Tabelle seguenti si ha la sintesi dei risultati ottenuti: i valori dell'indice di valutazione sotto riportati sono troncati all'unità; in Appendice A si trovano i calcoli completi.

Riassunto indici di valutazione							
Indice isolamento di facciata standardizzato rispetto al tempo di riverberazione $D_{2m,nT,w}$							
MORGUE							
Partizione	Indice di valutazione (troncato all'unità)	Limite	Elementi				
D01	44	42	M1	AH-S01	-	-	-
D02	44	42	M1	AH-S02	-	-	-
D03	44	42	M1	AH-S03	-	-	-
D04	44	42	M1	AH-S04	-	-	-
D05	44	42	M1	AH-S05	-	-	-
D06	44	42	M1	AH-S06	AH-S07	-	-
D06a	44	42	M1	AH-S06	-	-	-
D06b	44	42	M1	AH-S07	-	-	-
D07	45	42	M1	AH-S12	-	-	-
D08	43	42	M1	AH-S14	-	-	-
D09	45	42	M1	AH-S15	-	-	-

Tabella 5-2: Sintesi valutazione previsionale indice isolamento di facciata Farmacia

I parametri di isolamento acustico dei serramenti sono stati determinati in modo che la previsione dell'indice di isolamento di facciata fornisca un valore non inferiore a 43 dB, per garantire un margine di sicurezza.

Alla luce dei risultati ottenuti, si può concludere che le facciate, così come definite dal Progettista, utilizzando i serramenti con le caratteristiche di potere fonoisolante indicate e curando in modo attento la fase di posa in opera, possono fornire un indice  $D_{2m,nT,w}$  (isolamento di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione) non inferiore al valore minimo di 42 dB richiesto dal DPCM 05.12.97.

Da notare che la partizione D06, per la quale non è chiaro se l'ambiente interno possa essere considerato unico o doppio, è stata valutata con entrambe le ipotesi, fornendo livelli di isolamento in linea con quanto richiesto.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## **5.2 Indice di valutazione dell'isolamento ai rumori aerei $R'_w$**

### **5.2.1 Limiti di riferimento**

Dal punto di vista legislativo, non esistono limiti di riferimento applicabili, in quanto l'intero edificio costituisce una singola unità immobiliare e il DPCM 05.12.1997 stabilisce che i limiti di riferimento per il parametro  $R_w$  "sono riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari".

Tuttavia, il reparto di Farmacia è stato considerato come un elemento dell'edificio destinato ad attività di ufficio e/o laboratori, per cui verranno comunque analizzati i livelli di isolamento acustico verso i piani inferiori e superiori, limitatamente alle zone oggetto di intervento.

Inoltre, l'isolamento ai rumori aerei rimane un elemento importante per il comfort acustico anche all'interno di un singolo reparto: per questo motivo, nel seguito verranno esaminate le prestazioni acustiche di isolamento ai rumori aerei relative a situazioni specifiche.

### **5.2.2 Considerazioni sui livelli di isolamento delle partizioni orizzontali interne**

L'intervento principale riguarda il solaio a pavimento del reparto Farmacia, che si trova al di sopra di locali di servizio presenti al piano interrato.

Il solaio a pavimento di progetto P1 fornisce un livello di isolamento ai rumori aerei  $R_w = 66$  dB: si tratta di un valore tale da garantire in ogni condizione il rispetto del limite di 50 dB richiesto dal DPCM 05.12.1997 per gli uffici e di 55 dB per gli ospedali (ma al piano inferiore sono presenti solo ambienti di servizio).

Il solaio verso il piano primo non è oggetto di intervento specifico, anche se è prevista l'introduzione di un controsoffitto (controsoffitto a tenuta a lastre nel caso dei laboratori e controsoffitto a lastre nella zona uffici), per cui la situazione di progetto rappresenta sicuramente il massimo miglioramento possibile rispetto allo stato di fatto.

### **5.2.3 Considerazioni sui livelli di isolamento delle partizioni verticali interne**

Dal punto di vista del comfort acustico, l'effettivo isolamento acustico tra ambienti sullo stesso piano dipende da una molteplicità di fattori:

- indice di potere fonoisolante delle partizioni di separazione (in questo caso M11, struttura in cartongesso su orditura metallica, con indice di potere fonoisolante  $R_w = 54$  dB)
- presenza di controsoffiti e contropareti (che tendono a limitare le trasmissioni laterali e quindi a mantenere elevato l'effettivo isolamento acustico ottenibili)
- ponti acustici attraverso gli impianti aeraulici (che spesso, a causa del canale di distribuzione centralizzato nel corridoio, sono gli elementi che determinano l'effettivo isolamento acustico tra ambienti sullo stesso piano)
- ponti acustici attraverso le porte (spesso aperte per esigenze di comunicazione) e il corridoio



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Sulla base delle considerazioni precedenti è possibile stabilire che i livelli di isolamento acustico tra ambienti sullo stesso piano dipendono soprattutto dai ponti acustici attraverso i sistemi impiantistici e il corridoio comune.

Le pareti di separazione tipo M11 forniscono livelli di isolamento teoricamente molto elevati e quindi costituiscono la scelta migliore per la massimizzazione del comfort acustico, per quanto possibile in funzione dei vincoli al contorno.

### **5.3 Indice di livello di rumore di calpestio $L'_{n,w}$**

#### **5.3.1 Limiti di riferimento**

Dal punto di vista legislativo, non esistono limiti di riferimento applicabili, in quanto l'intero edificio costituisce una singola unità immobiliare e, sulla base dell'interpretazione autorevole della norma UNI 11367, il limite relativo al rumore di calpestio del DPCM 05.12.1997 non è applicabile all'interno della stessa unità immobiliare.

Occorre tuttavia sottolineare che il reparto di Farmacia è stato considerato come un elemento dell'edificio destinato ad attività di ufficio e/o laboratori, per cui verranno comunque analizzati i livelli di isolamento al rumore di calpestio verso i piani inferiori e superiori, limitatamente alle zone oggetto di intervento.

Anche la stessa norma UNI 11367 suggerisce, all'interno di una struttura ospedaliera, valori di riferimento diversi da quelli del DPCM 05.12.1997, il che lascia intendere che occorra comunque perseguire un certo livello di comfort acustico: per questo motivo, è stata adottata la soluzione del pavimento galleggiante anche per il solaio a pavimento P1, nonostante non insista su altri ambienti di vita.

#### **5.3.2 Considerazioni sui livelli di rumore di calpestio del solaio a pavimento**

L'intervento riguarda il solo solaio a pavimento del reparto Farmacia, che si trova al di sopra di locali di servizio presenti al piano interrato.

Il solaio a pavimento di progetto P1 fornisce un livello di rumore di calpestio  $L_{n,w} = 40$  dB: si tratta di un valore tale da garantire in ogni condizione un livello di comfort acustico molto elevato, con un livello di rumore di calpestio in opera sicuramente inferiore al limite di 55 dB, richiesto dal DPCM 05.12.1997 per gli ambienti destinati a uffici (indipendentemente dal fatto che non vi siano ambienti di vita al piano inferiore).

Un livello di rumore di calpestio così contenuto è anche ampiamente in grado di rispettare il limite relativo al rumore di calpestio verso i piani superiori.

Si tratta in ogni caso di un miglioramento significativo rispetto alla situazione esistente, in cui non è presente lo strato resiliente.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

#### **5.4 Rumore degli impianti a funzionamento discontinuo**

Nel caso specifico, gli unici impianti a funzionamento discontinuo sono costituiti dagli impianti meccanici, con particolare riferimento agli scarichi.

Dato che il reparto di Farmacia è stato considerato come un elemento dell'edificio destinato ad attività di ufficio e/o laboratori, un limite di riferimento cogente potrebbe essere quello indicato dal DPCM 05.12.1997:  $L_{A_{max}} \leq 35$  dBA.

Occorre peraltro considerare che, nel caso in esame, il piano sottostante all'area dedicata alla Farmacia è occupato da ambienti di servizio, per cui in ogni caso il sistema di scarico non va a impattare su ambienti che potrebbero essere oggetto di verifica,

Si può pertanto concludere che, anche in questo caso, il limite relativo al rumore degli impianti a funzionamento discontinuo non è applicabile, nel senso che non ci sono elementi su cui applicarlo.

Pur non essendo applicabile il limite di rumorosità specifico, avendo come obiettivo il comfort acustico, il rumore degli impianti a funzionamento discontinuo verrà trattato con indicazioni operative nel paragrafo dedicato, analizzando le soluzioni tecniche che si intendono adottare e le eventuali relative criticità.

Occorre infatti ricordare che, in generale, non esistono metodi di calcolo efficaci e affidabili per la previsione del rumore degli impianti (soprattutto non esistono dati significativi da implementare nei modelli previsionali, estremamente complessi da utilizzare).

#### **5.5 Rumore degli impianti a funzionamento continuo**

Per quanto riguarda gli impianti a funzionamento continuo, un limite di riferimento potrebbe essere quello indicato dal DPCM 05.12.1997:  $L_{Aeq} \leq 25$  dBA.

A servizio del nuovo reparto di Farmacia saranno installati, in ambiente eterno sulla copertura dell'edificio, una nuova UTA e i motori delle cappe di estrazione.

Questi elementi dovranno essere isolati strutturalmente dall'edificio stesso per limitare la trasmissione di rumore strutturale: questo aspetto verrà trattato nel paragrafo dedicato al contenimento del rumore generato dalle UTA e viene definito all'interno degli elaborati progettuali.

Gli scambiatori utilizzati a servizio degli uffici saranno installati nell'intercapedine del controsoffitto: si tratta in generale di macchine per ambienti interni, con potenze sonore contenute, non percepibili da locali adiacenti.





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## **6 FARMACIA - INDICAZIONI PER IL CONTENIMENTO DEL RUMORE DELLE UTA**

Gli impianti deputati al trattamento aria previsti nel contesto del progetto di ristrutturazione del reparto farmacia dell'Ospedale di Lodi sono di due tipologie:

- n. 1 unità trattamento aria (UTA), che sarà collocata in ambiente esterno, sulla terrazza al secondo piano
- n. 1 recuperatore per il trattamento aria a servizio dei soli uffici, installato nel controsoffitto

La portata d'aria "importante", dovuta anche al contributo delle cappe a servizio dei laboratori, potrebbe implicare la generazione di livelli di rumorosità elevati, che devono quindi essere ridotti e/o contenuti con opportuni interventi, al fine di una confortevole fruibilità di tali ambienti (anche se per la maggior parte dedicati ad ambienti di lavoro quali uffici e laboratori).

L'approccio adottato prevede l'identificazione dei principali percorsi di propagazione del rumore, al fine di fornire delle indicazioni operative per il contenimento della trasmissione dei livelli sonori attraverso:

- i condotti alloggiati nei controsoffitti e i controsoffitti stessi
- le bocchette di aerazione (sia di mandata sia di ripresa)
- le partizioni che definiscono il cavedio tecnico di passaggio dei condotti e lo separano dagli ambienti adiacenti ai diversi piani, nel percorso dalla terrazza al piano della Farmacia
- eventuali vibrazioni strutturali

Di seguito verranno pertanto riportate delle indicazioni generali per il contenimento del rumore generato dalle UTA: si tratta di indicazioni direttamente collegate alla messa in opera e alle modalità di installazione delle macchine.

Successivamente, verranno invece descritte le specifiche azioni di contenimento del rumore generato dalle UTA verso gli ambienti interni del reparto Farmacia.

Tutte le strategie indicate saranno finalizzate all'ottimizzazione del comfort acustico tenendo in considerazione il fatto che i locali serviti dall'UTA sono tutti ambienti di lavoro e che, in particolare, si tratta di Laboratori in cui sono presenti anche le cappe.

Per quanto riguarda il recuperatore, si tratta di una macchina esplicitamente pensata per gli ambienti interni: non si ritiene quindi necessario approfondire aspetti acustici né prevedere interventi di abbattimento/contenimento del rumore da esso generato.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## 6.1 Indicazioni generali

### 6.1.1 Indicazioni per la minimizzazione dei livelli sonori

Vi sono alcuni accorgimenti che consentono di minimizzare i livelli sonori generati dalle UTA e dai sistemi collegati: le indicazioni qui riportate sono di natura sia progettuale sia operativa e potranno essere calibrate con più accuratezza in fase di messa in opera.

Per minimizzare i livelli sonori immessi nei controsoffitti e negli ambienti interni occorre:

- scegliere le UTA in modo da minimizzare la rumorosità generata dai ventilatori
- utilizzare sistemi di disgiunzione tra le UTA e i canali, per limitare la trasmissione di vibrazioni sull'impianto e a valle di questo
- inserire silenziatori sia sui canali di mandata sia sui canali di ripresa, il più vicino possibile alle sorgenti di rumore (ventilatori), ma cercando di evitare, per quanto possibile, di lasciare tratti di canale a valle dei silenziatori esposti alla rumorosità dei locali macchina
- nel caso, coibentare i canali in modo da minimizzare il fenomeno di break in, ossia il rumore che dal locale tecnico passa all'interno dei canali stessi
- inserire materiale fonoassorbente all'interno dei locali tecnici, dei cavedi e in generale in tutti i volumi confinati, al fine di ridurre l'amplificazione per riverberazione del rumore ivi generato
- dimensionare i canali in modo da avere velocità dell'aria quanto più basse possibile
- utilizzare canali a sezione quadrata o rettangolare, che attenuano i livelli sonori interni in modo più efficace rispetto ai canali a sezione circolare
- garantire un flusso d'aria il più uniforme possibile, evitando brusche variazioni di direzione
- utilizzare canali dotati di elevata attenuazione del livello di rumore
- fissare i canali ai solai con sistemi antivibranti
- utilizzare plenum silenziati
- utilizzare dispositivi terminali di diffusione a bassa rumorosità



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### **6.1.2 Rumore generato dalle Unità di Trattamento Aria**

L'operazione fondamentale di una UTA è quella di prelevare aria dall'ambiente interno, raffreddarla o riscaldarla (eventualmente miscelandola con aria esterna) e re-immeterla nell'ambiente interno dopo il trattamento.

Le operazioni di estrazione e di immissione dell'aria negli ambienti interni sono controllate dai ventilatori delle macchine, quello di mandata per l'immissione e quello di ripresa per l'estrazione.

I ventilatori sono tipiche sorgenti sonore, la cui potenza dipende da vari parametri, tra cui la velocità dell'aria, il numero di pale, la potenza elettrica del sistema, il tipo di ventilatore, la velocità di rotazione, ...

Il rumore generato dai ventilatori viene immesso nelle canalizzazioni e trasmesso agli ambienti interni.

La propagazione e la generazione del rumore all'interno delle canalizzazioni è un fenomeno complesso, che dipende in prima approssimazione:

- dalla presenza di silenziatori
- dalla velocità dell'aria
- dalle variazioni di sezione dei canali
- dalle variazioni di direzione
- dalle suddivisioni delle portate
- dai sistemi di controllo interni ai canali (serrande tagliafuoco, alette deflettrici, ...)
- dagli effetti di riflessione prima dell'immissione nell'ambiente

Appare immediatamente chiaro che la soluzione più efficace per il contenimento dei livelli sonori è l'identificazione di UTA con livelli di emissione sonora il più contenuti possibili: questo significa in particolare utilizzare ventilatori con livelli di rumorosità moderata.

Questo approccio potrebbe essere perseguito con la scelta e la definizione in fase di acquisto di macchine già dotate di silenziatore inglobato (compatibilmente con gli spazi disponibili) o intrinsecamente più efficienti, quindi meno rumorose.

Una scelta di questo tipo permetterebbe di ridurre al massimo le emissioni sonore dalle bocche di mandata e ripresa e, di conseguenza, di ridurre sia i livelli sonori all'interno dei locali tecnici sia i livelli sonori trasmessi nei canali.

In generale, se non è possibile prevedere macchine con silenziatori interni, risulta necessario prevedere la presenza di silenziatori esterni.

## 6.2 Indicazioni specifiche per le macchine e le canalizzazioni

### 6.2.1 Isolamento della struttura di supporto dalle vibrazioni

Le Unità di Trattamento Aria, oltre a generare rumore direttamente, sono anche all'origine di livelli di vibrazione potenzialmente molto elevati, che possono essere facilmente trasmessi alle strutture e all'intero edificio.

Per questo motivo, le UTA dovranno essere adeguatamente ammortizzate (ad esempio mediante l'utilizzo di giunti antivibranti sui fissaggi dei ventilatori).

Inoltre, le macchine dovranno essere adeguatamente ammortizzate nei confronti della struttura di supporto.

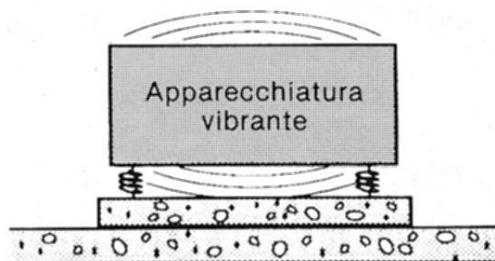


Figura 6-1: Schematizzazione sistema antivibrante

Tutti i sistemi antivibranti devono essere progettati e dimensionati per ridurre al minimo le vibrazioni trasmesse al solaio di appoggio dalla specifica macchina che sarà utilizzata, sulla base della massa e della frequenza naturale di funzionamento.

Esistono fornitori di specifici supporti antivibranti in grado di progettare tali supporti per ridurre al minimo la frequenza di taglio, che generalmente, come dato di progetto, viene fissata come minore di 10 Hz (anche se valori fino a 20 Hz sono in generale accettabili): questa situazione di fatto impedisce la trasmissione delle componenti vibrazionali che possono essere all'origine di rumore strutturale.

Sempre in generale, non è detto che i sistemi antivibranti direttamente forniti con le macchine e le apparecchiature siano in grado di garantire prestazioni sufficienti in relazione al controllo delle vibrazioni.

### 6.2.2 Isolamento delle canalizzazioni e dei sistemi collegati dalle vibrazioni

Le vibrazioni generate dalle UTA possono propagarsi anche attraverso le tubazioni e le canalizzazioni di collegamento: se tali elementi sono fissati in modo rigido alla macchina, le vibrazioni generate durante il funzionamento si trasmettono a tali elementi e quindi all'intero edificio.

In generale occorre quindi isolare le tubazioni e le canalizzazioni di collegamento dal corpo macchina, interponendo specifici elementi di disaccoppiamento.

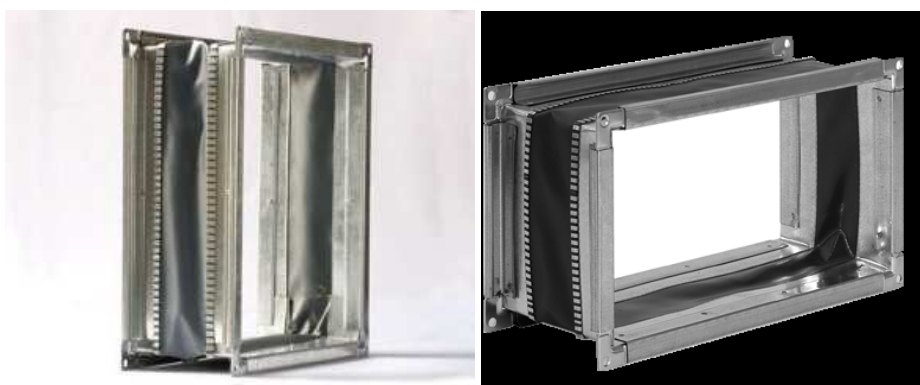


Figura 6-2: Tipologie di elementi disaccoppianti

### 6.2.3 Canali

I canali previsti nel caso in esame sono in alluminio preisolati, realizzati con pannelli sandwich eco-compatibili con trattamento antimicrobico con le seguenti caratteristiche:

- Spessore pannello: 20.5 mm
- Alluminio esterno: gofrato, spessore 0.08 mm, protetto con laccatura poliestere
- Alluminio interno: liscio, spessore 0.08 mm, con trattamento antimicrobico

Anche se non sono disponibili dei dati specifici, in generale le informazioni disponibili vanno nella direzione di un miglioramento delle prestazioni acustiche rispetto ai canali tradizionali in acciaio.

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

#### 6.2.4 Fissaggio e montaggio dei canali

Le canalizzazioni di distribuzione e ripresa dell'aria dovranno essere fissate mediante staffe d'ancoraggio elastiche, in modo tale da non propagare alle strutture eventuali vibrazioni o rumorosità dovute all'aria in transito o generate nel sistema.



Figura 6-3: Tipologie di staffe di ancoraggio antivibranti

Le guarnizioni di tenuta dovranno essere posate in modo da realizzare una sigillatura completa in corrispondenza delle giunzioni flangiate.

Le aperture di accesso dovranno essere costruite con accessori tali da non limitare le prestazioni dell'impianto in merito all'isolamento acustico.

### 6.2.5 Coibentazione dei canali (crossover, break in e break out)

I normali canali di aspirazione e mandata, in particolare all'interno dei cavedi tecnici, sono soggetti a tre tipologie di fenomeni collegati alla propagazione del rumore:

- il fenomeno di crossover, in cui il rumore generato dai ventilatori di aspirazione o mandata viene trasmesso attraverso il canale, da cui, a causa di un isolamento insufficiente, passa in un canale adiacente ed entra in un diverso ambiente
- il fenomeno di break in, in cui il rumore generato all'interno del cavedio o del locale tecnico (da tutti gli impianti e le attrezzature presenti) entra nei canali a causa dell'isolamento insufficiente, e si propaga all'interno dei diversi ambienti
- il fenomeno di break out, in cui il rumore generato e trasportato all'interno di un singolo canale si propaga all'esterno del canale all'interno del locale tecnico e si trasmette agli ambienti adiacenti

Quando non è possibile controllare il rumore alla sorgente, occorre predisporre un adeguato isolamento acustico dei canali stessi, ad esempio con un rivestimento isolante, in modo che il rumore venga attenuato nel passaggio da dentro a fuori o da fuori a dentro più di quanto avviene con i canali nudi standard.

Nel caso specifico, la fasciatura della canalizzazioni è stata prevista come segue:

- pannello arrotolato in lana di vetro di spessore minimo di 25 mm, da avvolgere attorno ai canali da coibentare
- ulteriore rivestimento fonoisolante (foglio appesantito): serve per introdurre un elemento massivo e completare il sistema massa-molla-massa in grado di aumentare il potere fonoisolante del canale

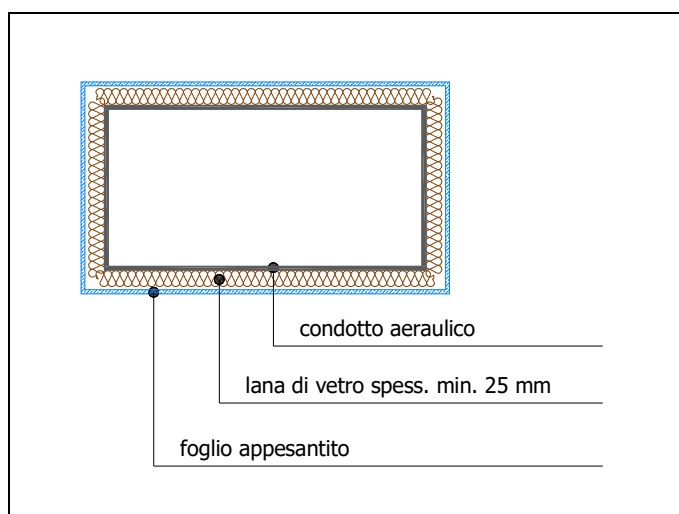


Figura 6-4: Fasciatura delle canalizzazioni



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

### 6.2.6 Passaggio canalizzazioni tra locali tecnici e ambienti adiacenti

I locali tecnici principali costituiscono dei volumi indipendenti, da cui le canalizzazioni e le tubazioni devono uscire per entrare negli ambienti serviti e raggiungere la loro destinazione.

In considerazione del fatto che i locali tecnici sono ambienti rumorosi, il passaggio di tali elementi nel controsoffitto può costituire una criticità acustica: sono necessari accorgimenti specifici per ridurre la trasmissione di rumore al minimo indispensabile.

L'approccio acusticamente corretto prevede una serie di operazioni ben definite, leggermente diverse nel caso di passaggio attraverso strutture in muratura o attraverso strutture leggere in cartongesso o gessofibra:

- realizzazione di forature di passaggio singole di dimensioni appena più grandi delle dimensioni dei canali e delle tubazioni
- protezione dei canali e dei tubi, limitatamente alla zona di passaggio, mediante guaina resiliente (per evitare la trasmissione di vibrazioni alla struttura)
- inserimento dei canali e dei tubi completi di guaina resiliente nei fori
- nel caso di strutture in muratura, completa chiusura dei fori di passaggio attorno alla guaina antivibrante, ad esempio mediante malta o altro materiale idoneo, facendo attenzione a non creare punti di contatto rigidi tra muratura e canali

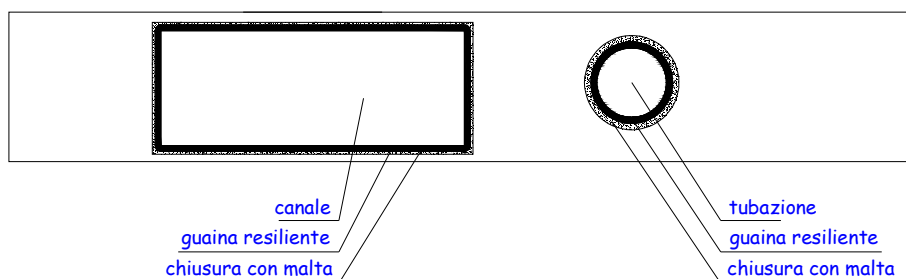


Figura 6-5: Passaggio dei canali e delle tubazioni attraverso elementi in muratura

- nel caso di strutture in cartongesso, completa chiusura dei fori di passaggio attorno alla guaina antivibrante mediante stuccatura con gesso a riempimento, facendo attenzione a non creare punti di contatto rigidi tra pareti leggere e canali

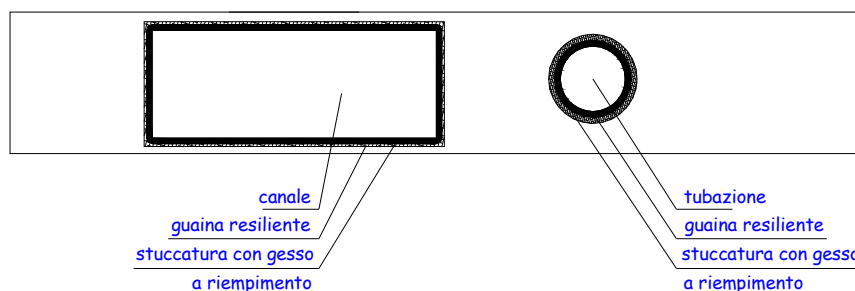


Figura 6-6: Passaggio dei canali e delle tubazioni attraverso elementi in cartongesso

### 6.2.7 Passaggio tubazioni e canalizzazioni fra i piani

Nel caso del passaggio di tubazioni e di canalizzazioni tra piani sovrapposti, se il passaggio non avviene all'interno di un cavedio dedicato, completamente isolato dagli ambienti circostanti, occorre prestare particolare attenzione: infatti, se il foro di passaggio è a misura e si crea un contatto rigido tra tubazione e soletta, si dà origine anche a un ponte acustico di tipo strutturale. In generale, occorre sempre interporre una guaina elastica tra tubazione e soletta.

La soluzione corretta è la completa chiusura dei fori di passaggio attorno alla guaina antivibrante, ad esempio mediante malta o altro materiale idoneo.

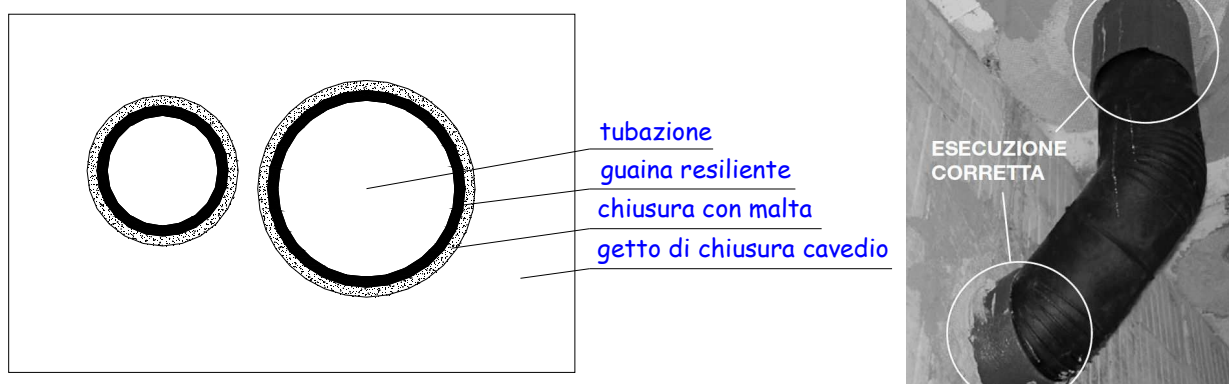


Figura 6-7: Passaggio dei canali e delle tubazioni attraverso piani sovrapposti

### 6.2.8 Passaggi delle canalizzazioni tra ambienti contigui

Il fatto che le pareti di separazione tra i diversi ambienti proseguano fino al solaio soprastante (per massimizzare le prestazioni di isolamento acustico) rende necessaria l'adozione di accorgimenti specifici per il passaggio dei canali tra due zone separate dalle pareti in cartongesso: questa situazione è vera in particolare per il passaggio dei canali dalla linea di distribuzione principale al di sopra dei corridoi verso i singoli uffici.

Una situazione analoga si ha nel passaggio dei canali attraverso le parti interne residuali in muratura.

L'approccio acusticamente corretto prevede una serie di operazioni ben definite:

- realizzazione della foratura di passaggio di dimensioni appena più grandi delle dimensioni del canale
- protezione del canale, limitatamente alla zona di passaggio mediante guaina resiliente (per evitare la trasmissione di vibrazioni)
- inserimento del canale completo di guaina resiliente nel foro
- nel caso delle pareti in cartongesso, completa chiusura dei fori di passaggio attorno alla guaina antivibrante mediante stuccatura con gesso a riempimento, facendo attenzione a non creare punti di contatto rigidi tra pareti leggere e canali
- nel caso di pareti in muratura, completa chiusura dei fori di passaggio attorno alla guaina antivibrante, ad esempio mediante malta o altro materiale idoneo, facendo attenzione a non creare punti di contatto rigidi tra muratura e canali

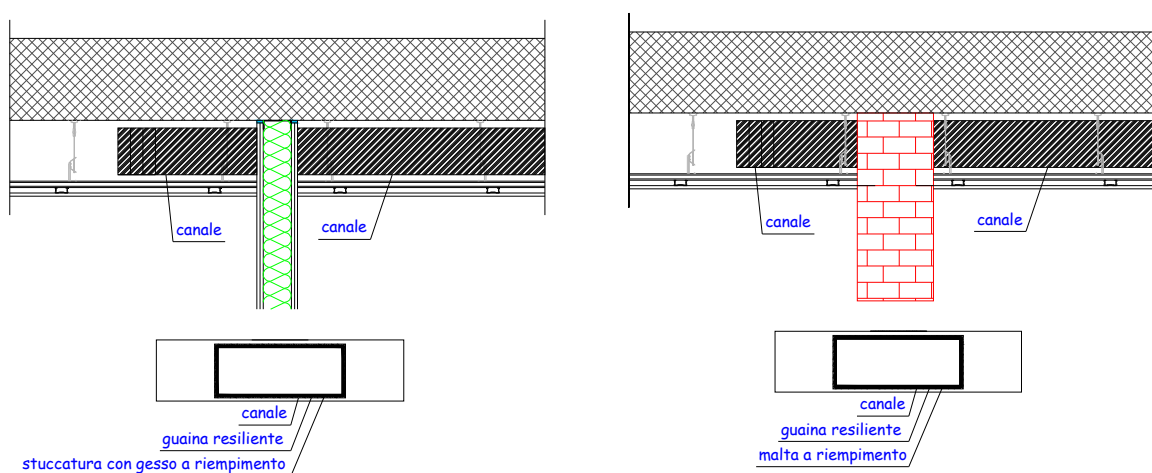


Figura 6-8: Passaggio dei canali tra pareti divisorie in cartongesso e in muratura

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

### 6.2.9 Limitazione della trasmissione delle vibrazioni verso i locali adiacenti

Uno dei problemi principali per l'isolamento acustico dei locali tecnici è la trasmissione del rumore strutturale generato dagli impianti e dalle tubazioni quando queste vengono fissate rigidamente alle strutture di contenimento: le vibrazioni trasmesse alle strutture murarie si propagano in modo imprevedibile agli ambienti di vita adiacenti.

Per questo motivo, tutti i sistemi ausiliari che possono generare vibrazioni e/o sono collegati direttamente alle macchine (tubazioni, canalizzazioni, ...) NON DEVONO essere fissati in modo rigido alle strutture di contenimento.

In questo caso, infatti, le vibrazioni verrebbero trasmesse alla struttura, che finirebbe per immetterle come rumore nell'ambiente ricevente: la parete diventerebbe un vero e proprio amplificatore.

#### DA EVITARE



Figura 6-9: Errori da evitare nel fissaggio dei canali e delle tubazioni



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

### **6.3 Trattamenti specifici Reparto Farmacia**

#### **6.3.1 Macchine**

Devono essere rispettate tutte le indicazioni riportate nel paragrafo precedente, dedicato alle "Indicazioni specifiche per le macchine e le canalizzazioni" (adozione di sistemi antivibranti opportunamente dimensionati, interposizione di elementi di disaccoppiamento tra corpo macchina canalizzazioni).

#### **6.3.2 Silenziatori**

Tutte le canalizzazioni di distribuzione dell'aria, sia in uscita sia in entrata dalle sottocentrali tecniche dove sono posizionate le UTA, sono dotate di silenziatori per attenuare i rumori trasmessi dai macchinari di centrale.

I silenziatori sono previsti - per quanto possibile - in prossimità delle macchine, tenendo però presente la necessità di evitare che il rumore del locale tecnico non li possa bypassare, entrando nel tratto di canale a valle del silenziatore stesso.

#### **6.3.1 Canalizzazioni**

Devono essere rispettate tutte le indicazioni riportate nel paragrafo precedente, dedicato alle "Indicazioni specifiche per le macchine e le canalizzazioni" (adozione di sistemi di fissaggio elastico alle strutture, indicazioni per il passaggio dei canali tra locali tecnici e ambienti adiacenti, tra piani diversi e tra ambienti contigui).

#### **6.3.2 Coibentazione canali**

I tratti di canale compresi tra le macchine e i silenziatori devono essere coibentati, come descritto al paragrafo precedente "Indicazioni specifiche per le macchine e le canalizzazioni", per evitare che agiscano come sorgenti sonore importanti all'interno e all'esterno dei locali tecnici e per evitare i fenomeni di break in e break out.

#### **6.3.3 Controsoffitto in cartongesso e lana minerale in intercapedine**

Ovunque sia previsto un controsoffitto in cartongesso, al suo interno deve essere inserito un materassino di lana di lana di roccia di spessore minimo 5 cm e densità 50 kg/m<sup>3</sup>.

Questo intervento ha l'obiettivo di ridurre significativamente il campo riverberato all'interno del controsoffitto, riducendo di conseguenza la rumorosità presente nell'intercapedine, che può propagarsi verso gli ambienti sottostanti e adiacenti.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**6.3.4 Parete di separazione tra locale tecnico e ambienti di vita adiacenti sullo stesso piano**

L'UTA di Farmacia si trova in ambiente esterno.

**6.3.5 Pareti di separazione tra cavedio di passaggio canali e ambienti di vita adiacenti**

Le canalizzazioni, per arrivare al piano del reparto Farmacia, devono passare in un cavedio tecnico che, prima di arrivare nel reparto Farmacia, attraversa il piano sottostante.

Per proteggere gli ambienti di vita al piano intermedio che si trovano in adiacenza al cavedio, è stata definita una struttura di contenimento dei canali, da installare in corrispondenza del cavedio passante:

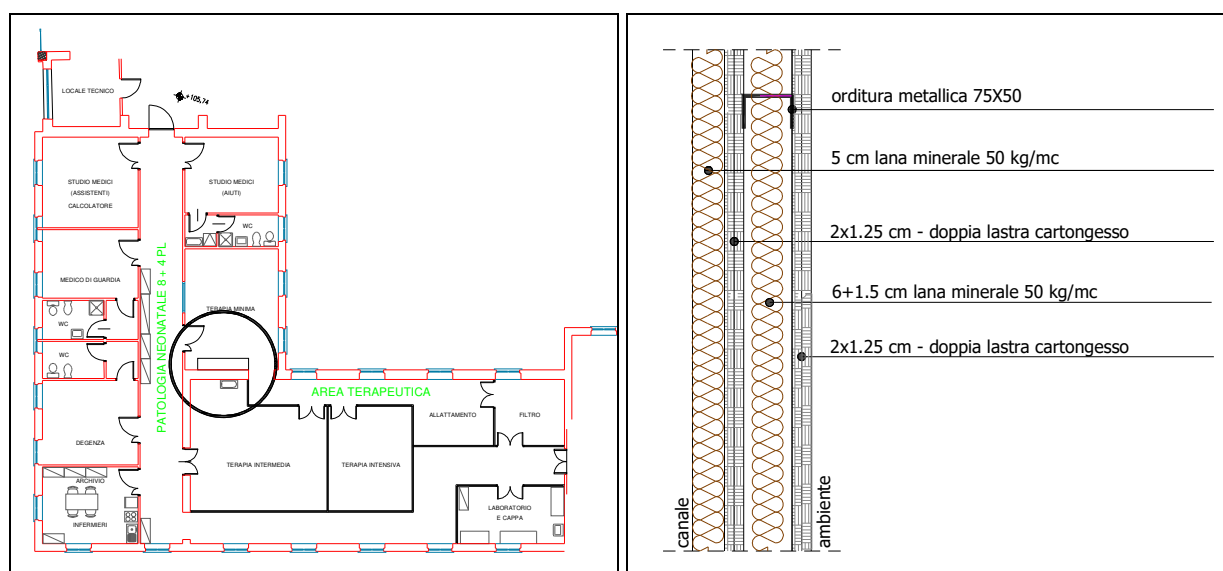


Figura 6-10: Stratigrafia della struttura a protezione dei canali nel passaggio interpiano  
a destra indicazione della posizione in pianta

**6.3.6 Solaio di separazione tra locale tecnico e ambienti al piano inferiore**

L'UTA a servizio del reparto Farmacia si trova sulla terrazza esterna dell'edificio.

Per questo motivo, è necessario - come peraltro per tutte le altre UTA - ammortizzare le vibrazioni generate dalla macchina con un sistema antivibrante opportunamente dimensionato, per limitare il più possibile la rumorosità che si possa trasmettere attraverso il solaio.

**6.3.7 Solaio di separazione tra locale tecnico e ambienti al piano superiore**

L'UTA di Farmacia si trova sulla terrazza esterna dell'edificio.



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## **7 RUMORE GENERATO DAGLI IMPIANTI IDRAULICI**

Non esistono metodi di calcolo efficaci e affidabili per la previsione del rumore degli impianti idraulici; soprattutto non esistono dati significativi da utilizzare per l'applicazione dei modelli previsionali estremamente complessi che sono stati definiti: l'effettiva rumorosità può essere determinata solo in fase di collaudo.

In questa fase, si possono comunque fornire alcune indicazioni elementari relative alla scelta e alla messa in opera degli impianti, che consentano di contenere e limitare il rumore generato.



## 7.1 Rumore nei cavedi

### 7.1.1 Cavedi principali

Da un punto di vista acustico, i cavedi sono in generale la soluzione migliore per il passaggio delle tubazioni e delle canalizzazioni: senza indebolire l'isolamento garantito dalle strutture circostanti, sono in grado di contenere a livelli accettabili il rumore generato internamente.

Vi sono però alcuni accorgimenti da seguire nella loro realizzazione, per evitare problemi intrinseci che potrebbero pregiudicare il corretto risultato in opera.

La caratteristica fondamentale dei cavedi è di essere ambienti di volume contenuto, con pareti in generale altamente riflettenti, che tendono ad amplificare il rumore generato dagli impianti che scorrono al loro interno.

Per questo motivo, è importante che le tubazioni e le canalizzazioni che scorrono all'interno dei cavedi siano silenziate e/o adeguatamente coibentate, in modo da ridurre la generazione di rumore all'origine.

Inoltre, le tubazioni e le canalizzazioni devono essere fissate con opportuni collari antivibranti, per ridurre la trasmissione di rumore strutturale alle pareti del cavedio.

All'interno di un vano tecnico senza particolari trattamenti alle pareti interne, si deve ipotizzare un aumento del livello sonoro fino a un massimo di 10 dBA, a causa delle riflessioni del suono generato internamente.

Per evitare questo inconveniente, occorre trattare le pareti interne con del materiale assorbente, in modo da limitare il numero di riflessioni: un trattamento su due pareti consente di limitare l'incremento del rumore generato a circa 5 dBA, mentre un trattamento completo delle 4 pareti interne, di fatto, elimina il fenomeno dell'amplificazione sonora.

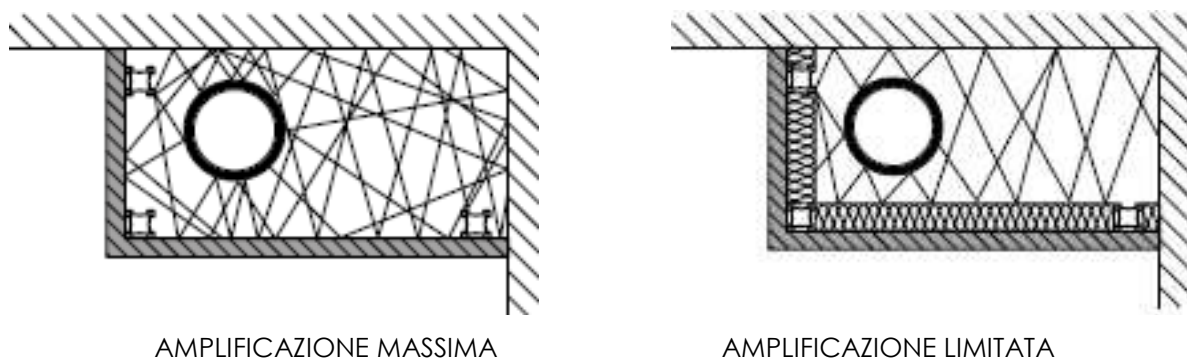


Figura 7-1: Riduzione del rumore riflesso con il trattamento fonoassorbente dei cavedi

## 7.2 Centrali tecnologiche e impianti idrosanitari

### 7.2.1 Sistemi antivibranti

Come già descritto nel caso delle Unità di Trattamento Aria, anche tutti i sistemi che possono generare vibrazioni (quali ad esempio i gruppi di pompaggio), oltre a generare rumore direttamente, sono all'origine di livelli di vibrazione potenzialmente molto elevati, che possono essere facilmente trasmessi alle strutture e all'intero edificio e devono quindi essere adeguatamente ammortizzati.

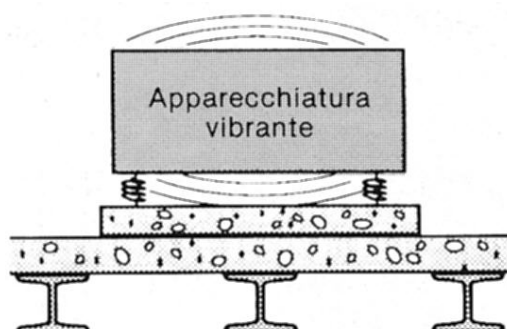


Figura 7-2: Schematizzazione sistema antivibrante

Tutti i sistemi antivibranti dovranno essere opportunamente progettati e dimensionati per ridurre al minimo le vibrazioni trasmesse al solaio di appoggio, utilizzando specifici materiali antivibranti e progettandone le prestazioni in base alle masse delle macchine, alle frequenze proprie di vibrazione e alle condizioni di installazione.

In generale, esistono fornitori di specifici supporti antivibranti in grado di progettare tali supporti per ridurre al minimo la frequenza di taglio, che generalmente, come dato di progetto, viene fissata come minore di 20 Hz: questa situazione di fatto impedisce la trasmissione delle componenti vibrazionali che possono essere all'origine di rumore strutturale.

Sempre in generale, non è detto che i tradizionali sistemi antivibranti forniti con le macchine e le apparecchiature siano in grado di garantire prestazioni sufficienti in relazione al controllo delle vibrazioni.

### 7.3 Rumore generato dal movimento dell'acqua

#### 7.3.1 Gruppi di pompaggio

I gruppi di pompaggio e i sistemi collegati dovranno essere adeguatamente ammortizzati, per evitare la trasmissione delle vibrazioni generate alla struttura dell'edificio.

In particolare, dovranno essere installati su specifici supporti antivibranti e le tubazioni collegate dovranno essere disaccoppiate dagli elementi vibranti e dalle strutture di sostegno.

#### 7.3.2 Sistema di distribuzione riscaldamento e linee idrosanitarie

Le dorsali di circolazione degli impianti di riscaldamento e degli impianti idrosanitari dovranno essere tutte opportunamente isolate.

A patto di mantenere basse velocità del fluido, le tubazioni per la distribuzione dell'acqua non costituiscono sorgenti di rumore significative.

Dal punto di vista acustico vi sono alcuni aspetti fondamentali:

- il passaggio attraverso i cavedi è sempre la soluzione migliore
- tutte le tubazioni di distribuzione devono evitare contatti rigidi con le strutture murarie, per limitare la generazione di rumore di tipo strutturale collegato alle vibrazioni provocate dal fluido in movimento nelle tubazioni



Figura 7-3: Fissaggio tubazioni con sistemi antivibranti



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

#### **7.4 Rumore generato internamente alle tubazioni**

Le vibrazioni prodotte dall'acqua all'interno delle tubazioni, che nella rubinetteria sono causa del cosiddetto rumore di cavitazione, sono generate in corrispondenza di restrizioni che provocano velocità di scorrimento elevate, accompagnate da pressioni molto basse: il tipico rumore da cavitazione è contraddistinto da componenti in alta frequenza (sibili) e può, in certi casi, essere piuttosto intenso.

Poiché il rumore generato è direttamente proporzionale al salto di pressione, è opportuno installare a monte dell'impianto un riduttore di pressione che permetta una maggiore apertura delle valvole.

La pressione ottimale non dovrebbe superare gli  $0.2 \div 0.3$  MPa, mentre la velocità di scorrimento dell'acqua nelle tubature non dovrebbe andare oltre  $1.5 \div 2$  m/s nelle tubazioni principali, oltre  $0.5 \div 1.5$  m/s nelle tubazioni secondarie, oltre  $0.2 \div 0.7$  m/s nelle derivazioni: queste indicazioni sono rispettate dalle indicazioni progettuali riportate anche al paragrafo precedente relativo alla descrizione degli impianti idrosanitari.

Un sistema efficace e al tempo stesso economico per la riduzione del rumore di cavitazione è l'adozione di elementi rompi-getto sui rubinetti, per provocare una riduzione della pressione dell'acqua all'uscita.

Un altro rischio di disturbo è dato dal cosiddetto "colpo di ariete", fenomeno causato dalla brusca interruzione del flusso d'acqua all'interno del tubo (tipico esempio è il colpo che si avverte quanto si chiude improvvisamente il rubinetto): un tipico sistema per l'eliminazione del problema consiste nell'installazione di barilotti anticolpo di ariete alla sommità delle colonne idriche di acqua fredda e calda.

### 7.4.1 Impianto di scarico

Negli impianti di scarico, la generazione del rumore avviene in più punti e vi sono diversi tipi di rumore associati a punti diversi dell'impianto.

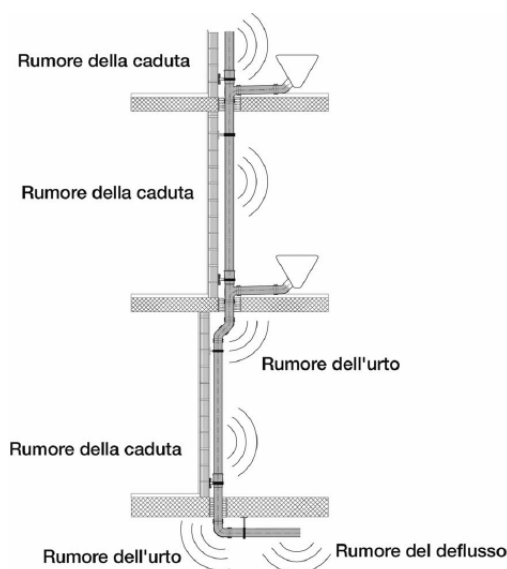


Figura 7-4: Rumore generato dalla caduta dell'acqua

- rumore causato dalla caduta dell'acqua  
cos'è: rumore causato dall'acqua che cade verso il basso all'interno di un tubo  
soluzione: utilizzo di tubazioni silenziate, fissate alla struttura con collari antivibranti o desolidarizzate con guaine resilienti
- rumore da urto  
cos'è: rumore causato dall'impatto dell'acqua in corrispondenza dei cambiamenti di direzione dell'impianto  
soluzione: introduzione di variazioni di pendenza in corrispondenza dei cambi di direzione delle tubazioni (nel caso di un raccordo a 90° il rumore generato è massimo; nel caso di un doppio raccordo a 45° con uno spostamento controllato della colonna pari ad almeno due diametri si ha una riduzione di rumorosità compresa tra il 35% e il 50%)
- rumore del deflusso  
cos'è: rumore causato dallo scorrimento dell'acqua nella tubazione orizzontale in corrispondenza di cambiamenti di direzione della condotta  
soluzione: utilizzo di tubazioni silenziate, fissate alla struttura con collari antivibranti o desolidarizzate con guaine resilienti; in casi specifici si ha la necessità di prevedere un ulteriore strato con guaina isolante anche sulle tubazioni già silenziate



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

#### **7.4.2 Tubazioni**

In generale le tubazioni di scarico dovranno essere adeguatamente coibentate: la soluzione più semplice è costituita dall'adozione delle cosiddette "tubazioni silenziate" in polietilene ad alta densità.

Esistono in commercio molte tipologie di tubazioni con sistemi di fonoisolamento e di smorzamento delle vibrazioni strutturali, che in generale risolvono efficacemente il problema.

Occorre tuttavia sempre ricordare che le tubazioni silenziate riducono il rumore generato dallo scarico, ma non lo eliminano: dove necessario occorre comunque prevedere degli opportuni accorgimenti per limitare ulteriormente la propagazione di rumore.

L'inserimento dei tubi all'interno delle partizioni non deve creare percorsi preferenziali di propagazione del rumore, a causa dell'indebolimento strutturale delle pareti.

Le tubazioni devono essere fissate, sempre con collare o guaina antivibrante, su elementi strutturali con un peso specifico elevato: maggiore è la densità della parete di fissaggio, minore sarà la trasmissione di oscillazioni sonore dal fissaggio della tubazione al locale adiacente.

È sempre preferibile posizionare le tubazioni in corrispondenza di spigoli: un posizionamento al centro di una parete tende a massimizzare la generazione di oscillazioni nella struttura.

I tasselli di fissaggio a muro di tubazioni o di eventuali altri impianti dovranno essere i più corti possibile e disaccoppiati rispetto alla vite di fissaggio: in generale i fissaggi devono essere realizzati mediante collari antivibranti.

Le tubazioni, per quanto possibile, devono essere contenute in colonne esterne di laterizio pieno o in calcestruzzo (cavedi) o di strutture autoportanti in cartongesso, per non compromettere le prestazioni delle partizioni verticali.



### 7.4.3 Contatti rigidi tra tubazioni e tra tubazioni e muratura

Si tratta di una situazione molto comune, legata alla fase di messa in opera, all'origine di molti dei problemi di rumore da impianti.

Quando vi sono più tubazioni affiancate e non correttamente distanziate, le vibrazioni generate dal sistema creano percorsi preferenziali di propagazione del rumore per via strutturale.

Quando le tubazioni, per quanto silenziate (ed eventualmente fissate con collari antivibranti in altri punti), creano un contatto rigido con la muratura, si ha automaticamente trasmissione di rumore per via strutturale.



*Figura 7-5: Rumore generato dai contatti rigidi tra tubazioni e muratura - DA EVITARE*



#### 7.4.4 Raccordi e curve

La deviazione di una colonna di scarico comporta automaticamente degli innalzamenti dei livelli sonori generati dalla tubazione.

Indicativamente si può stabilire che:

- deviazione di colonna  
aumento del livello sonoro compreso tra 5 e 8 dBA
- braghe miscelatrici  
aumento del livello sonoro compreso tra 3 e 7 dBA
- altre tipologie (raccordi non standard, curve)  
aumento del livello sonoro non quantificabile (10 dBA come riferimento)

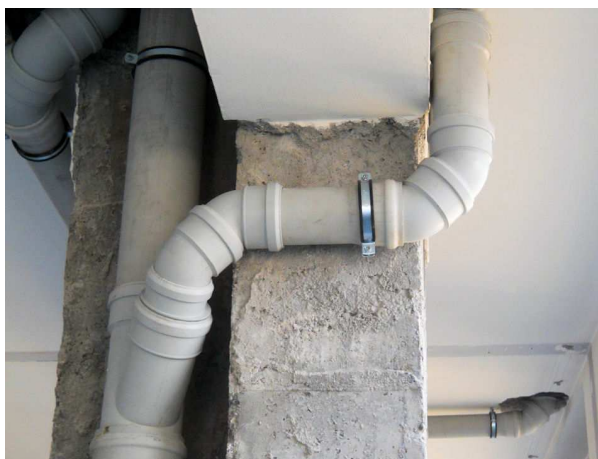


Figura 7-6: Rumore generato da raccordi e curve delle tubazioni delle colonne di scarico - DA EVITARE

In generale occorre minimizzare la presenza di raccordi e di curve ed evitare curve a 90 gradi. Per evitare l'innalzamento dei livelli sonori in corrispondenza delle curve, è buona norma coibentare la tubazione nei punti critici, ad esempio mediante l'utilizzo di guaine fonoimpedenti.

#### 7.4.5 Passaggio tubazioni di scarico tra piani sovrapposti

Il passaggio delle tubazioni tra i piani può avvenire con apposito collare antivibrante, in grado di eliminare ogni possibile contatto rigido tra i tubi e il solaio stesso, in genere all'origine di rumore strutturale che si propaga in tutto l'edificio.

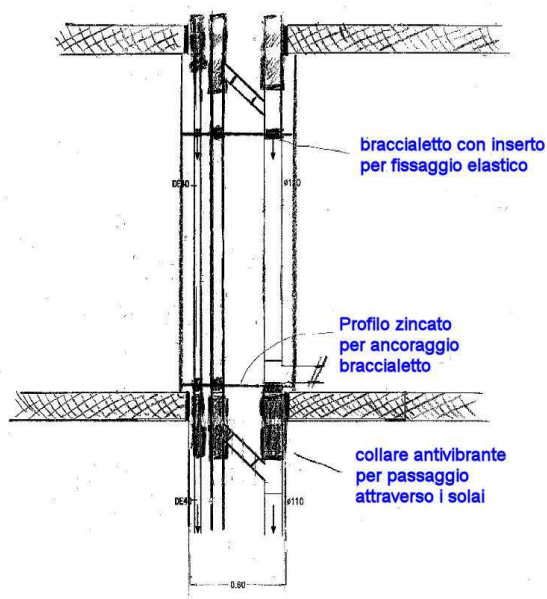


Figura 7-7: Passaggio delle tubazioni tra piani sovrapposti

In alternativa, è possibile fasciare le tubazioni con guaine resilienti, per limitare al massimo la trasmissione delle vibrazioni al solaio.

In entrambi i casi, occorre evitare la creazione di ponti acustici tra piani sovrapposti, dovuti alla presenza di intercapedini d'aria in corrispondenza dei passaggi interpiano.

**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

### 7.4.6 Bagni

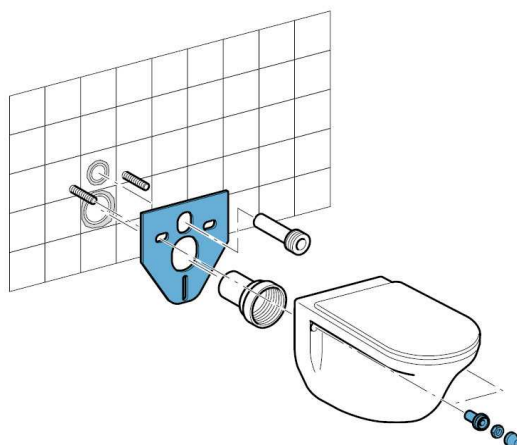
I bagni impongono sicuramente delle attenzioni particolari per evitare la trasmissione di rumore indesiderato.

In ogni caso, la soluzione migliore dal punto di vista acustico è l'inserimento delle tubazioni, opportunamente coibentate, in cavedi dedicati.

Tutte le tubazioni devono essere isolate dalla struttura dell'edificio, ad esempio utilizzando attacchi dei rubinetti con isolamento integrato, braccialetti di fissaggio con inserto isolante, guaine isolate per attraversamenti della parete o del solaio.

Nel caso in cui sia necessario adottare cassette di scarico da annegare nella muratura, occorre assolutamente utilizzare elementi silenziati e di nuovo evitare ogni possibile contatto rigido tra le cassette e la muratura, ad esempio fasciando tutta la cassetta con una guaina resiliente.

Una nota particolare, infine, merita il fissaggio dei sanitari.



*Figura 7-8: Fissaggio dei sanitari mediante interposizione di strato resiliente*

Un fissaggio rigido a parete aumenta la trasmissione del rumore per vibrazione (getto del rubinetto o della doccia, minzione, chiusura sedile WC, ...); in generale, la soluzione migliore dal punto di vista acustico consiste nell'interposizione tra i sanitari e il muro di fissaggio di un apposito strato resiliente, che impedisca la propagazione del rumore da impatto.

#### 7.4.7 Sistema di fissaggio dei sanitari

All'interno dei bagni è previsto l'utilizzo delle pareti o delle contropareti in cartongesso per l'alloggiamento degli impianti, in particolare delle tubazioni e delle cassette di scarico.

Esistono in commercio unità, costituite da elementi di montaggio zincato con punti di fissaggio e supporti a pavimento regolabili in altezza ed orientabili.

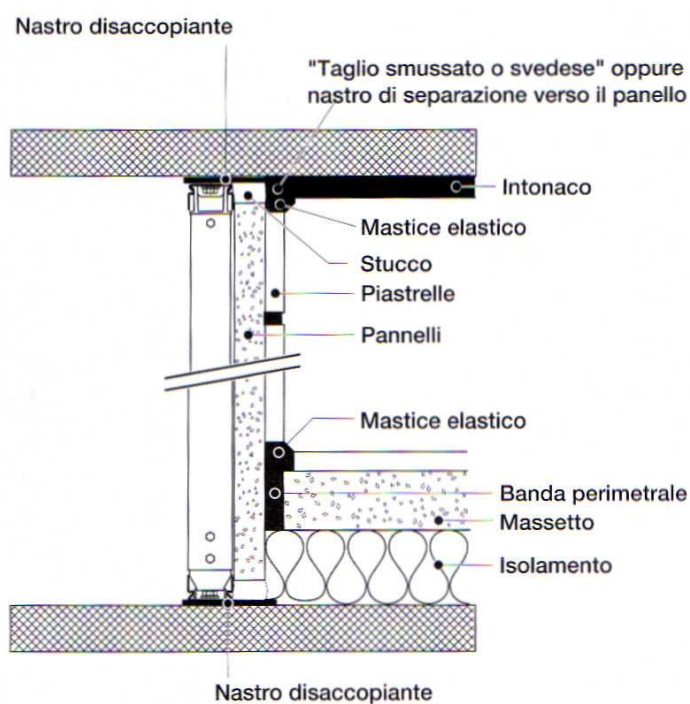


Figura 7-9: Schema del sistema di fissaggio dei sanitari

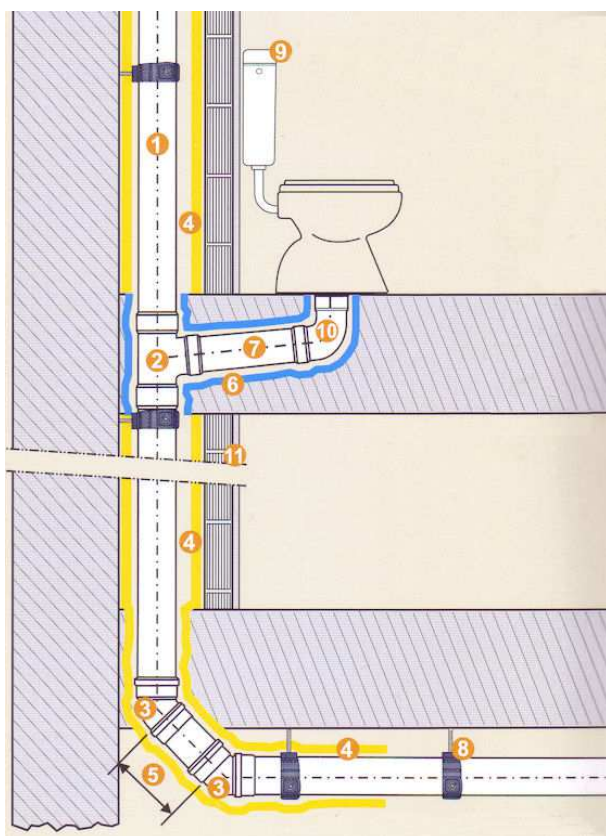
Questi sistemi consentono in generale delle buone prestazioni di isolamento acustico, a patto di seguire alcune indicazioni specifiche:

- l'installazione deve avvenire mediante la posa degli appositi binari, avendo cura di disaccoppiare il sistema dalla struttura mediante nastro antivibrante
- il nastro contribuisce anche ad eliminare possibili fessure e a ridurre la trasmissione del rumore
- tutti i fori devono essere sigillati con mastice elastico
- i giunti delle piastrelle posate sui pannelli in cartongesso devono essere eseguiti mediante mastice elastico
- tra pannelli in cartongesso e pavimento occorre applicare una banda isolante per pavimenti
- il vano tecnico all'interno deve essere foderato con lana minerale o altro materiale fonoassorbente

### 7.4.8 Cassetta risciacquo e scarichi WC

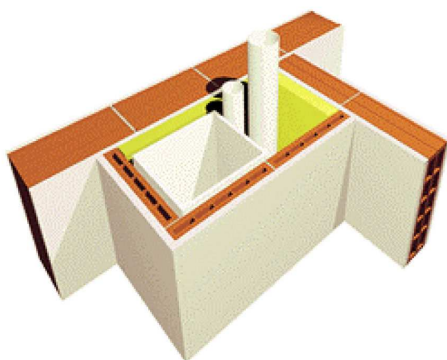
La principale fonte di rumore in un bagno (nonché esempio specifico di sistema di scarico) è l'azionamento dello scarico della cassetta del WC: questa operazione, infatti, sposta in un brevissimo lasso di tempo una grande quantità d'acqua, con conseguente importante generazione di rumore aereo e strutturale.

Di seguito si riportano alcune indicazioni per la realizzazione di un sistema di scarico per quanto possibile silenzioso.



schema di un impianto di scarico

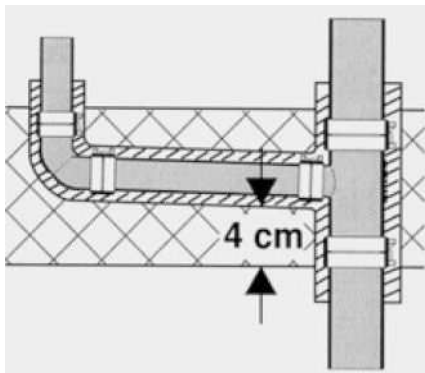
1. utilizzo di tubi di scarico insonorizzati e inserimento in cavedi



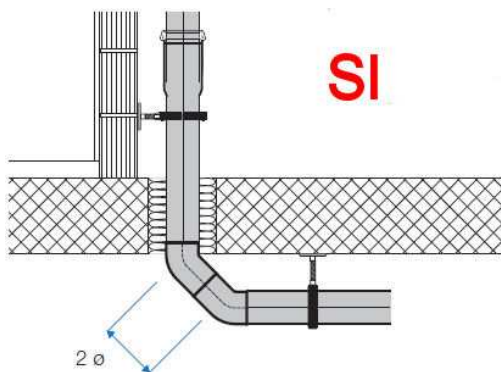


**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

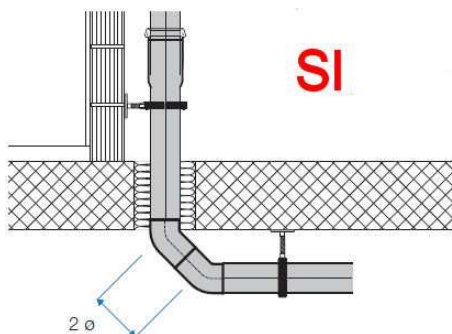
2. inserimento di una braga di collegamento inclinata



3. inserimento di raccordi a 45° per la giunzione tra il tubo di scarico del water e le tubazioni di trasporto (riduce il rumore da impatto)



4. se necessario, coibentazione della tubazione con materiale fonoisolante ad elevate prestazioni; inserimento nel cavedio di materiale fonoassorbente per evitare l'amplificazione del rumore generato
5. sufficiente lunghezza del tronchetto di collegamento (almeno 2 volte il diametro del tubo)

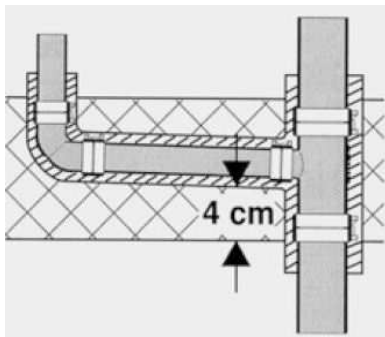


**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

6. coibentazione del tubo con materiale resiliente disaccoppiante (riduce la trasmissione di rumore strutturale)



7. utilizzo di tubi di scarico insonorizzati



8. tubazioni agganciate mediante appositi collari antivibranti; se inserite nella muratura, evitare il collegamento rigido interponendo materiale resiliente



9. se possibile, cassetta di scarico esterna; in alternativa, se la cassetta di scarico è interna, occorre prestare particolare attenzione ad evitare collegamenti rigidi con la muratura (la cosa migliore è interporre del materiale resiliente tra la cassetta e la muratura; esistono anche galleggianti silenziati, che di fatto eliminano il rumore generato dal riempimento della cassetta)
10. la curva di allaccio del WC alla tubazione deve essere specificamente insonorizzata per attenuare il rumore da impatto del deflusso dell'acqua





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## **8 TEMATICHE DI POSA IN OPERA**

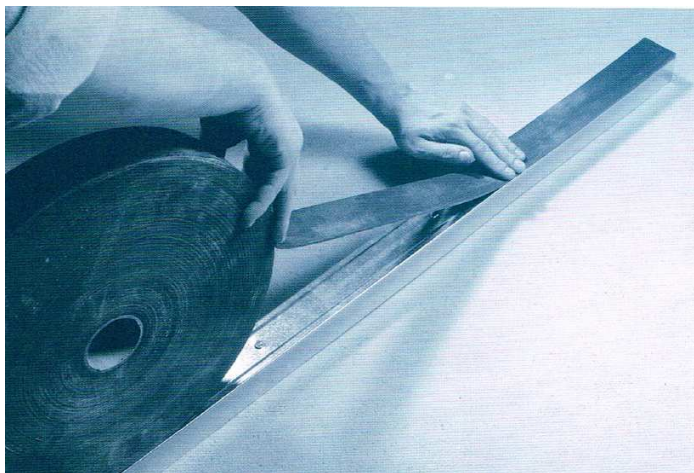
### **8.1 Soluzioni tecniche per l'isolamento acustico con pareti leggere**

Le prestazioni delle pareti leggere, delle contropareti e dei controsoffitti sono nominalmente molto elevate, soprattutto se confrontate con soluzioni in laterizio di pari spessore.

Tuttavia, tali prestazioni risentono in modo diretto delle soluzioni tecnologiche di costruzione adottate, quali ad esempio la realizzazione dei giunti e il collegamento con le pareti e i solai massicci; anche il passaggio di impianti tecnici all'interno delle pareti risulta critico per la "robustezza" acustica di questo tipo di parete.

Occorre pertanto prestare particolare attenzione alla corretta realizzazione e posa in opera di questa tipologia di partizioni: alcune indicazioni costruttive sono riportate di seguito, ma i fornitori sono in generale in grado di suggerire gli accorgimenti e le soluzioni migliori per i loro prodotti.

#### **8.1.1 Nastro di guarnizione isolante**

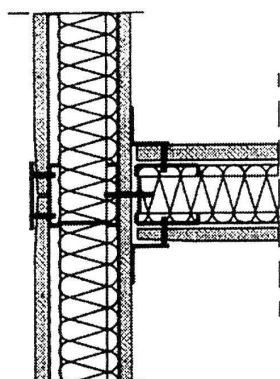


È il prodotto fondamentale per il fissaggio dei profili metallici (montanti e guide perimetrali), al fine di evitare ponti acustici e contribuire al corretto fissaggio della struttura stessa, riducendo al massimo i collegamenti rigidi tra orditura metallica e muratura.

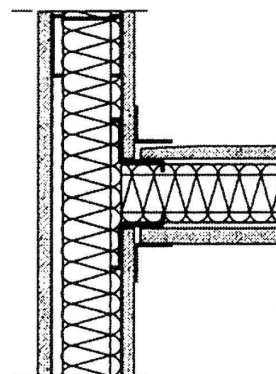
Si tratta in generale di un nastro mono/biadesivo in polietilene espanso a cellule chiuse (polietilene espanso reticolato), idoneo alla tenuta ad aria, polvere ed acqua.

### 8.1.2 Giunto tra pareti leggere

Quando due strutture leggere devono essere collegate tra loro, le possibili soluzioni sono essenzialmente due.



**NO**



**SI**

La prima delle due soluzioni non consente di sfruttare completamente le proprietà fonoisolanti di entrambe le pareti, dando quindi luogo a dei valori di isolamento complessivo più basso rispetto al caso in cui il rivestimento viene interrotto: la lastra interna della parete laterale agisce infatti come un ponte acustico.

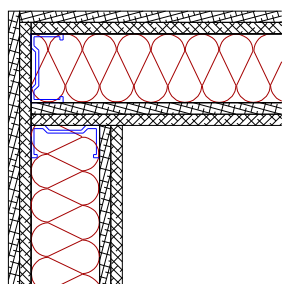
Nella seconda soluzione, l'interruzione del rivestimento diminuisce la trasmissione del rumore per via strutturale e consente di sfruttare completamente le proprietà fonoassorbenti del materiale interno.



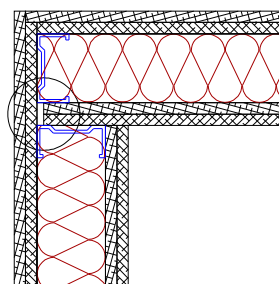
AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

### 8.1.3 Giunto ad angolo

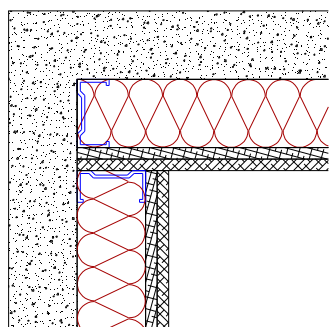
Quando due strutture leggere devono essere collegate tra loro per formare un angolo (sia nel caso di angolo tra pareti leggere sia nel caso di angolo tra contropareti), occorre prestare attenzione a evitare che la o le lastre interne all'angolo siano prolungate fino a toccare l'elemento esterno.



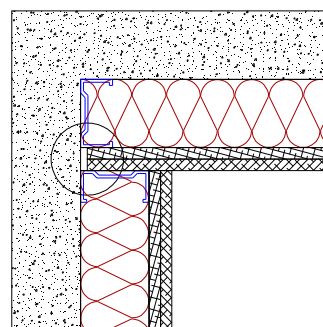
**NO**



**SI**



**NO**

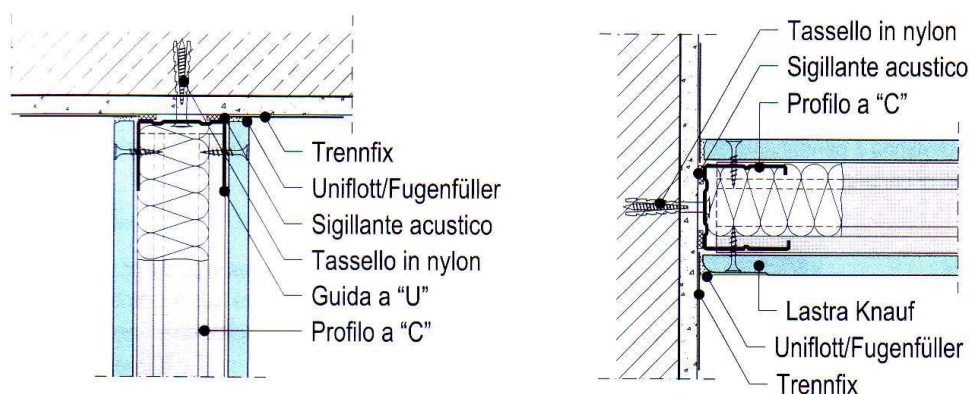


**SI**

In caso contrario, le lastre interne tenderanno a formare un ponte acustico, limitando in modo anche significativo le prestazioni complessive di isolamento.

### 8.1.4 Giunto tra parete divisoria leggera e strutture massicce

Quando una struttura leggera deve essere collegata direttamente a un elemento massiccio in muratura o calcestruzzo, occorre fundamentalmente prestare molta attenzione a garantire la continuità del giunto: qualunque passaggio d'aria, anche minimo, tra la muratura e la parete leggera implica una diminuzione sostanziale delle prestazioni di isolamento acustico ottenibili.



Il sigillante acustico e lo stucco a completo riempimento delle fughe hanno appunto lo scopo di bloccare completamente il passaggio dell'aria.

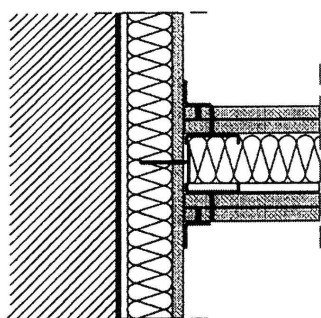


In generale, quanto più è massiccia la struttura di appoggio laterale, tanto inferiori sono le perdite di isolamento della parete divisoria, in quanto il ponte acustico laterale si riduce all'aumentare della massa superficiale della parete massiccia.

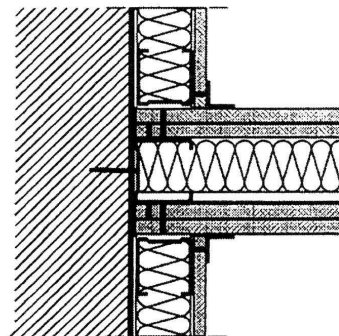
In ogni caso, non si tratta di una soluzione in grado di massimizzare le prestazioni di isolamento acustico delle pareti leggere.

### 8.1.5 Giunto su rivestimenti isolanti di pareti massive

Quando una struttura leggera deve essere collegata a un elemento massiccio laterale in muratura o calcestruzzo, dotato di una controparte leggera interna, sono possibili essenzialmente due soluzioni.



**NO**



**SI**

Con un effetto del tutto simile a quanto avviene nel caso dei giunti tra pareti leggere, la prima delle due soluzioni fornisce delle prestazioni di isolamento laterale in genere non molto elevate: la lastra interna della controparete agisce infatti come un ponte acustico e l'effettivo isolamento viene determinato dalle proprietà della sola controparete, indipendentemente dalle potenzialità della struttura divisoria.

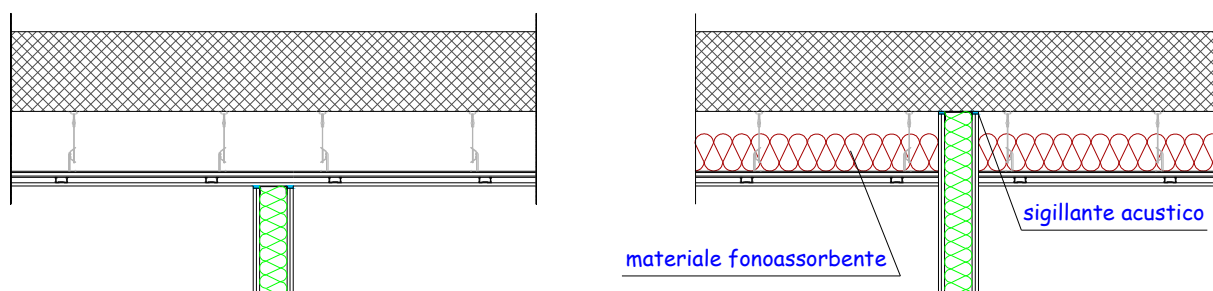
La seconda soluzione, invece, consente di sfruttare sia le proprietà di fonoisolamento della parete divisoria leggera sia il comportamento da strato addizionale della controparete: in pratica, la controparete blocca la trasmissione laterale attraverso la struttura massiccia.

Come regola generale, l'approccio corretto implica che le pareti divisorie debbano essere montate prima delle contropareti: il corretto montaggio della parete divisoria è in questo caso del tutto analogo al caso del giunto tra parete divisoria leggera e strutture massicce.



### 8.1.6 Controsoffitti - Prolungamento pareti divisorie fino al solaio omogeneo

Quando è presente una struttura omogenea al disopra dell'intercapedine, la migliore soluzione dal punto di vista acustico è quella di prolungare i divisori tra gli ambienti fino a tale struttura, al fine di isolare completamente i controsoffitti dei diversi ambienti; l'introduzione di materiale fonoassorbente all'interno del controsoffitto costituisce l'approccio acusticamente più efficace.



**NO**

**SI**

In pratica, la parete divisoria deve appoggiarsi direttamente al solaio soprastante, mentre il controsoffitto deve essere installato in un secondo tempo, in modo da lavorare come strato addizionale del solaio massiccio, opponendosi alla trasmissione laterale.

In caso contrario, il percorso sopra la parete attraverso l'intercapedine del controsoffitto diventerebbe un ponte acustico in grado di vanificare completamente le caratteristiche di isolamento della parete divisoria, soprattutto nel caso in cui il controsoffitto sia realizzato a quadrotti non sigillati e non sia presente materiale fonoassorbente nell'intercapedine.

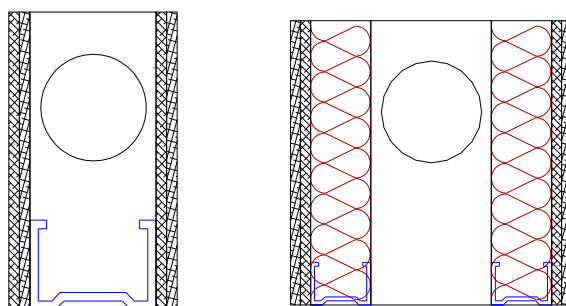
L'approccio corretto significa essenzialmente, come nel caso delle contropareti, che i controsoffitti debbano essere realizzati in un momento successivo a quello della posa in opera delle pareti divisorie.

### 8.1.7 Cavedi per impianti tecnici

Le pareti leggere in cartongesso sono riconducibili a strutture formate da due elementi separati (le lastre di cartongesso esterne), collegati tra loro da una o due orditure metalliche e dalla lana minerale nell'intercapedine.

Questa peculiarità rende relativamente semplice identificare queste strutture come "facili" contenitori per il passaggio di tubazioni e canalizzazioni collegate agli impianti tecnici: l'interno delle pareti leggere è infatti in generale percepito come un elemento cavo, "sfortunatamente" riempito di lana minerale.

Occorre fare molta attenzione al fatto che, mentre è perfettamente possibile utilizzare le pareti leggere per il passaggio di impianti, l'eliminazione o la diminuzione degli spessori della lana minerale all'interno riduce in modo drastico le proprietà di isolamento di tali pareti.



**NO**

**SI**

Occorre sempre ricordare che anche le tubazioni e le canalizzazioni sono sorgenti di rumore, per cui se la parete ha scarse proprietà di fonoisolamento, è anche molto probabile che lasci passare buona parte di questo rumore verso l'ambiente esterno.

È comunque importante adottare sempre alcuni accorgimenti:

- le due orditure metalliche non devono toccarsi (in caso contrario, le prestazioni di isolamento diminuiscono in modo significativo)
- il fissaggio delle tubazioni e delle canalizzazioni può avvenire sui montanti metallici esclusivamente ricorrendo a dei collari antivibranti, per evitare la propagazione delle vibrazioni strutturali che si trasformerebbero in rumore negli ambienti adiacenti
- le tubazioni non devono presentare nessun contatto rigido con la struttura





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

## **8.2 Rumore di calpestio**

### **8.2.1 Pavimento galleggiante**

Sull'intero solaio P1 sarà realizzato il pavimento galleggiante: si tratta in pratica di inserire uno strato resiliente tra il solaio in laterocemento e il massetto sottopavimento, in modo da eliminare qualunque contatto rigido tra pavimento e strutture contigue.

Il pavimento galleggiante consente in ogni situazione di ottenere un ottimo comfort acustico e di limitare in modo sostanziale la trasmissione dei rumori da impatto.

La presenza del pavimento galleggiante incide anche sull'isolamento ai rumori aerei, togliendo rigidità all'intero sistema, quindi opponendosi alla trasmissione del rumore aereo per via solida: questo effetto ha una ricaduta positiva (e necessaria) anche sulle prestazioni dei divisori verticali.

Inoltre, grazie alla creazione di un sistema massa-molla-massa sul solaio, questo sistema consente di incrementare in modo significativo anche le prestazioni di isolamento aereo del solaio stesso.

### **8.2.2 Scelta del materiale resiliente**

La scelta del materiale resiliente ("materassino") è fondamentale per il raggiungimento dei valori di isolamento acustico di progetto sia per quanto riguarda i rumori da impatto sia per quanto riguarda i rumori aerei.

Vi sono innumerevoli produttori e fornitori di materiali resilienti con valori di rigidità dinamica analoghi o migliori di quelli considerati nei calcoli previsionali: la valutazione del prodotto potrà essere modificata anche in sede di acquisto del materiale, privilegiando materiali con caratteristiche simili o migliori a quelle qui considerate.

Occorre sottolineare che il dato di rigidità dinamica proveniente da dati di laboratorio soffre sempre di approssimazioni anche rilevanti, intrinseche nel procedimento di misura: i valori forniti da prove di laboratorio devono quindi essere presi con molta cautela.

Le caratteristiche da controllare sono quelle di una rigidità dinamica  $s'$  piuttosto bassa, uno spessore significativo (in generale spessori di almeno 7-8 mm sono raccomandati per evitare rotture in fase di posa), buoni risultati a prove di compressibilità e di compressione a scorrimento viscoso e una buona resistenza a compressione (per evitare lo schiacciamento eccessivo del materiale e la conseguente perdita delle caratteristiche elastiche).

In alcuni casi si potrebbe ricorrere all'utilizzo di materiali diversi, con spessori, prestazioni e costi inferiori, e rispettare comunque, almeno in linea teorica, i limiti di legge; tuttavia, alcune considerazioni portano a sconsigliare questo approccio:

- le possibilità di errore nella posa dello strato resiliente sono molte e ogni errore porta a una diminuzione delle prestazioni complessive: poiché un intervento sul sistema finito è nella



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

migliore delle ipotesi molto complesso ed estremamente costoso, un ampio margine teorico è consigliabile in ogni caso

- materiali con spessori inferiori possono essere lacerati molto più facilmente in cantiere, con conseguente creazione di ponti acustici rigidi tra massetto e solaio sottostante
- materiali con spessori inferiori hanno in generale una scarsa resistenza alla compressione e tendono a perdere la loro efficacia in poco tempo: in pratica tendono a schiacciarsi e a smettere di lavorare come molle

### **8.2.3 Posa del materiale resiliente**

Affinché il pavimento galleggiante svolga adeguatamente la sua funzione, occorre prestare particolare cura alla posa in opera: imperfezioni anche minime rispetto alla corretta posa del pavimento galleggiante possono dare origine a variazioni anche molto elevate rispetto ai valori previsti.

In particolare, alcuni accorgimenti importanti sono:

- lo strato di materiale resiliente deve estendersi anche alla parete fino al di sopra del livello del pavimento, allo scopo di eliminare ogni collegamento rigido tra pavimento e pareti laterali: ogni punto di contatto rigido tra pavimento e solaio/pareti implica un decadimento molto importante delle prestazioni del pavimento galleggiante
- è di fatto necessario l'utilizzo di elementi angolari specifici, in modo da limitare la posa del materiale al solo strato orizzontale
- lo strato di materiale resiliente sui bordi del pavimento galleggiante deve essere rifilato solo dopo la posa del pavimento
- occorre prestare particolare attenzione a evitare contatti rigidi tra pavimento e strutture laterali dove sono presenti piastrelle anche sulle pareti verticali (ad esempio nei bagni): le piastrelle verticali non devono essere collegate rigidamente alle piastrelle del pavimento
- dove presenti, i battiscopa devono essere fisicamente staccati dal pavimento (la fuga può essere riempita con silicone morbido)

Occorre sottolineare che eventuali giunti rigidi (ad esempio tra il battiscopa e il pavimento) potrebbero ridurre in maniera significativa le prestazioni complessive del sistema.

Anche accidentali tagli o punti di discontinuità dello strato resiliente potrebbero comportare la creazione di ponti rigidi tra pavimento e solaio durante la posa del massetto sottopavimento, di fatto vanificando l'efficacia del pavimento galleggiante.

### 8.3 Serramenti

Le finestre costituiscono sicuramente l'elemento debole della facciata per quanto riguarda l'isolamento acustico.

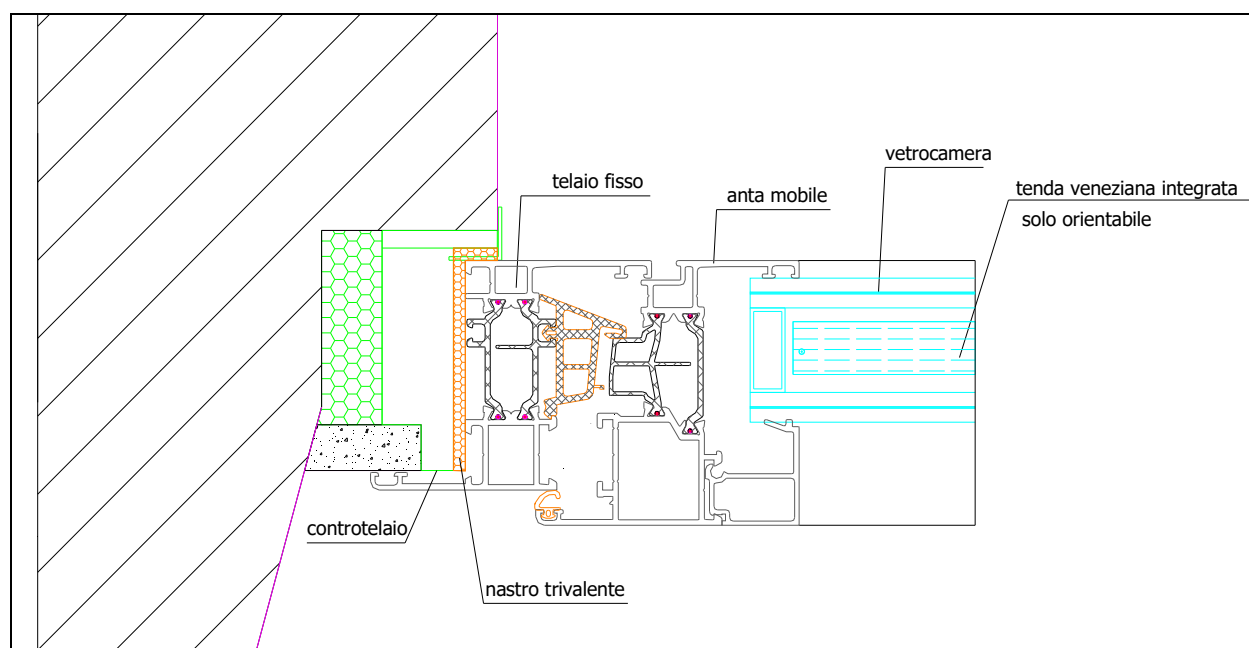
I serramenti da utilizzare devono prevedere l'inserimento di un vetro-camera con vetri stratificati specifici per gradi elevati di isolamento acustico.

In generale, occorre assolutamente evitare soluzioni di vetrage simmetriche, che tendono a introdurre una frequenza di risonanza nel sistema in grado di diminuire in modo significativo le prestazioni teoriche di isolamento acustico.

I serramenti devono risentire quanto meno possibile delle perdite dovute alla non perfetta tenuta all'aria e devono quindi essere scelti e montati con cura particolare: infissi di classe 4 secondo la UNI EN 12207:2000 (con permeabilità < 3 m<sup>3</sup>/h per m<sup>2</sup>) sono sicuramente la scelta migliore: in generale, i serramenti che garantiscono questi livelli di tenuta all'aria prevedono almeno 2 guarnizioni di battuta.

Al fine di garantire il valore previsto, è comunque opportuno effettuare con cura il montaggio in opera, sigillando le giunzioni tra serramento e muro, ad esempio con guaine auto espandenti e silicone: qualunque passaggio di aria attraverso le giunzioni dell'infisso incide in modo significativo sulle prestazioni complessive del serramento.

Nel caso specifico, la soluzione di montaggio prevista a progetto è schematizzata nella figura seguente, con una soluzione che sfrutta la presenza del muro esterno, utilizzandolo come "schermo" per recuperare le discontinuità nelle giunzioni tra il telaio e il falso telaio:





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

## 9 CONCLUSIONI

Scopo del presente elaborato è la valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi relativa al progetto esecutivo di ristrutturazione del Reparto di Farmacia del Presidio Ospedaliero di Lodi.

L'analisi delle caratteristiche costruttive dell'intervento oggetto di valutazione è stata condotta calcolando gli indici di isolamento di progetto (valutando i limiti cogenti dove applicabili e fornendo indicazioni nell'ottica di un miglioramento rispetto allo stato di fatto negli altri casi); nel caso degli impianti, sono state fornite indicazioni operative per la minimizzazione della rumorosità.

Parametro	Risultato ottenuto	Rispetto Requisiti
Indice di isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$	$\geq 42$ dB	SI
Indice del potere fonoisolante $R'_w$ - partizioni orizzontali	<b>NON APPLICABILE; INDICAZIONI MIGLIORATIVE RISPETTO ALLO STATO DI FATTO</b>	
Indice del potere fonoisolante $R'_w$ - partizioni verticali	<b>NON APPLICABILE; INDICAZIONI MIGLIORATIVE RISPETTO ALLO STATO DI FATTO</b>	
Indice del livello di rumore di calpestio partizioni orizzontali $L'_{n,w}$	<b>NON APPLICABILE; INDICAZIONI MIGLIORATIVE RISPETTO ALLO STATO DI FATTO</b>	
Rumore degli impianti	<b>FORNITE INDICAZIONI OPERATIVE PER IL CONTENIMENTO DELLA RUMOROSITA'</b>	

In base a quanto sopra, relativamente alle caratteristiche acustiche dell'intervento di progetto, si può affermare che, adottando le soluzioni previste dai Progettisti e rispettando i parametri acustici prescritti per i materiali, gli indici valutati si collochino tutti al di sopra delle soglie minime di accettabilità previste della vigente normativa, dove applicabile.

Gli altri interventi parziali previsti sono in generale in grado di fornire un miglioramento delle prestazioni acustiche rispetto allo stato di fatto.

Rimane comunque importante sottolineare che la fase di posa in opera è fondamentale per garantire l'ottenimento dei valori progettati: la creazione di ponti acustici e di punti acusticamente deboli durante la fase di costruzione è molto facile, se non viene mantenuto un elevato livello di attenzione sulle scelte di posa in opera e sulla corrispondenza dei materiali utilizzati a quanto specificato nel progetto.

Dott. in Ing. FABRIZIO BONARDI  
Tec. Comp. in Acust. Ambientale  
(Legge Quadro n. 447/1995)  
Prot. N. 17408 / 15183  
del 02/03/2005 - Prov. RE



AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
PROGETTO ESECUTIVO

APPENDICE A

Calcolo indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione  $D_{2m,nT,w}$

D01		ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA				
<b>DIMENSIONI STANZA</b>						
	larghezza	altezza	area ambiente			
	2.60	3.00	11.24			
	superficie facciata		volume amb. int.			
	7.80		33.72			
$R'_w$		elemento 1	elemento 2	elemento 3	elemento 4	elemento 5
		tipologia	tipologia	tipologia	tipologia	tipologia
		M1	AH-S01			
$R_w$	$R_w$	51	41			
superficie	$S_j$	5.16	2.64			
fattore correttivo per trasmissione laterale	K	2				
	$R'_w$ parete =	42.9				
	$D_{2m,nT,w}$					
volume ambiente ricevente ( $m^3$ )	V	33.7				
superficie di facciata vista dall'interno ( $m^2$ )	$S_{int}$	7.8				
tempo di riferimento (s)	$T_0$	0.5				
Correzione per forma della facciata						
	$D_{2m,nT,w}$ =	44.5				



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

D02		ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA			
<b>DIMENSIONI STANZA</b>					
larghezza	altezza	area ambiente			
2.80	3.00	12.10			
		superficie facciata	volume amb. int.		
		8.40	36.30		
<b>R'<sub>w</sub></b>		<b>elemento 1</b>	<b>elemento 2</b>	<b>elemento 3</b>	<b>elemento 4</b>
		tipologia	tipologia	tipologia	tipologia
		<b>M1</b>	<b>AH-S02</b>		
R <sub>w</sub>	R <sub>w</sub>	51	41		
superficie	S <sub>f</sub>	5.76	2.64		
fattore correttivo per trasmissione laterale		K	2		
		<b>R'<sub>w</sub> parete =</b>	<b>43.2</b>		
<b>D<sub>2m,nT,w</sub></b>					
volume ambiente ricevente (m <sup>3</sup> )		V	36.3		
superficie di facciata vista dall'interno (m <sup>2</sup> )		S <sub>int</sub>	8.4		
tempo di riferimento (s)		T <sub>0</sub>	0.5		
Correzione per forma della facciata					
		<b>D<sub>2m,nT,w</sub> =</b>	<b>44.8</b>		

D03		ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA			
<b>DIMENSIONI STANZA</b>					
larghezza	altezza	area ambiente			
2.80	3.00	12.10			
		superficie facciata	volume amb. int.		
		8.40	36.30		
<b>R'<sub>w</sub></b>		<b>elemento 1</b>	<b>elemento 2</b>	<b>elemento 3</b>	<b>elemento 4</b>
		tipologia	tipologia	tipologia	tipologia
		<b>M1</b>	<b>AH-S03</b>		
R <sub>w</sub>	R <sub>w</sub>	51	41		
superficie	S <sub>f</sub>	5.76	2.64		
fattore correttivo per trasmissione laterale		K	2		
		<b>R'<sub>w</sub> parete =</b>	<b>43.2</b>		
<b>D<sub>2m,nT,w</sub></b>					
volume ambiente ricevente (m <sup>3</sup> )		V	36.3		
superficie di facciata vista dall'interno (m <sup>2</sup> )		S <sub>int</sub>	8.4		
tempo di riferimento (s)		T <sub>0</sub>	0.5		
Correzione per forma della facciata					
		<b>D<sub>2m,nT,w</sub> =</b>	<b>44.8</b>		



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

<b>D04</b>		<b>ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA</b>			
<b>DIMENSIONI STANZA</b>					
larghezza	altezza	area ambiente			
2.48	3.00	10.57			
superficie facciata		volume amb. int.			
7.44		31.71			
<b>R'<sub>w</sub></b>		<b>elemento 1</b>	<b>elemento 2</b>	<b>elemento 3</b>	<b>elemento 4</b>
		tipologia	tipologia	tipologia	tipologia
		<b>M1</b>	<b>AH-S04</b>		
R <sub>w</sub>	R <sub>w</sub>	51	41		
superficie	S <sub>f</sub>	4.80	2.64		
fattore correttivo per trasmissione laterale	K	2			
<b>R'<sub>w</sub> parete =</b>		<b>42.8</b>			
<b>D<sub>2m,nT,w</sub></b>					
volume ambiente ricevente (m <sup>3</sup> )	V	31.7			
superficie di facciata vista dall'interno (m <sup>2</sup> )	S <sub>int</sub>	7.4			
tempo di riferimento (s)	T <sub>0</sub>	0.5			
Correzione per forma della facciata					
<b>D<sub>2m,nT,w</sub> =</b>		<b>44.3</b>			

<b>D05</b>		<b>ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA</b>			
<b>DIMENSIONI STANZA</b>					
larghezza	altezza	area ambiente			
3.69	3.00	11.78			
superficie facciata		volume amb. int.			
11.07		35.34			
<b>R'<sub>w</sub></b>		<b>elemento 1</b>	<b>elemento 2</b>	<b>elemento 3</b>	<b>elemento 4</b>
		tipologia	tipologia	tipologia	tipologia
		<b>M1</b>	<b>AH-S05</b>		
R <sub>w</sub>	R <sub>w</sub>	51	41		
superficie	S <sub>f</sub>	8.43	2.64		
fattore correttivo per trasmissione laterale	K	2			
<b>R'<sub>w</sub> parete =</b>		<b>44.0</b>			
<b>D<sub>2m,nT,w</sub></b>					
volume ambiente ricevente (m <sup>3</sup> )	V	35.3			
superficie di facciata vista dall'interno (m <sup>2</sup> )	S <sub>int</sub>	11.1			
tempo di riferimento (s)	T <sub>0</sub>	0.5			
Correzione per forma della facciata					
<b>D<sub>2m,nT,w</sub> =</b>		<b>44.3</b>			





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

<b>D06</b>		<b>ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA</b>				
<b>DIMENSIONI STANZA</b>						
larghezza		altezza		area ambiente		
7.78		3.00		24.31		
superficie facciata		volume amb. int.				
23.34		72.93				
$R'_w$		elemento 1	elemento 2	elemento 3	elemento 4	elemento 5
		tipologia	tipologia	tipologia	tipologia	tipologia
		<b>M1</b>	<b>AH-S06</b>	<b>AH-S07</b>		
$R_w$	$R_w$	51	41	41		
superficie	$S_f$	18.06	2.64	2.64		
fattore correttivo per trasmissione laterale		K		2		
		<b><math>R'_w</math> parete =</b>		<b>44.2</b>		
<b><math>D_{2m,nT,w}</math></b>						
volume ambiente ricevente (m <sup>3</sup> )		V		72.9		
superficie di facciata vista dall'interno (m <sup>2</sup> )		$S_{int}$		23.3		
tempo di riferimento (s)		$T_0$		0.5		
Correzione per forma della facciata						
		<b><math>D_{2m,nT,w}</math> =</b>		<b>44.4</b>		

<b>D06a</b>		<b>ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA</b>				
<b>DIMENSIONI STANZA</b>						
larghezza		altezza		area ambiente		
3.64		3.00		12.16		
superficie facciata		volume amb. int.				
10.92		36.48				
$R'_w$		elemento 1	elemento 2	elemento 3	elemento 4	elemento 5
		tipologia	tipologia	tipologia	tipologia	tipologia
		<b>M1</b>	<b>AH-S06</b>			
$R_w$	$R_w$	51	41			
superficie	$S_f$	8.28	2.64			
fattore correttivo per trasmissione laterale		K		2		
		<b><math>R'_w</math> parete =</b>		<b>44.0</b>		
<b><math>D_{2m,nT,w}</math></b>						
volume ambiente ricevente (m <sup>3</sup> )		V		36.5		
superficie di facciata vista dall'interno (m <sup>2</sup> )		$S_{int}$		10.9		
tempo di riferimento (s)		$T_0$		0.5		
Correzione per forma della facciata						
		<b><math>D_{2m,nT,w}</math> =</b>		<b>44.4</b>		



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

<b>D06b</b>		<b>ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA</b>			
<b>DIMENSIONI STANZA</b>					
larghezza	altezza	area ambiente			
3.64	3.00	12.16			
		superficie facciata	volume amb. int.		
		10.92	36.48		
<b>R'<sub>w</sub></b>		<b>elemento 1</b>	<b>elemento 2</b>	<b>elemento 3</b>	<b>elemento 4</b>
		tipologia	tipologia	tipologia	tipologia
		<b>M1</b>	<b>AH-S07</b>		
R <sub>w</sub>	R <sub>w</sub>	51	41		
superficie	S <sub>f</sub>	8.28	2.64		
fattore correttivo per trasmissione laterale		K	2		
		<b>R'<sub>w</sub> parete =</b>	<b>44.0</b>		
<b>D<sub>2m,nT,w</sub></b>					
volume ambiente ricevente (m <sup>3</sup> )	V	36.5			
superficie di facciata vista dall'interno (m <sup>2</sup> )	S <sub>int</sub>	10.9			
tempo di riferimento (s)	T <sub>0</sub>	0.5			
Correzione per forma della facciata					
		<b>D<sub>2m,nT,w</sub> =</b>	<b>44.4</b>		

<b>D07</b>		<b>ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA</b>			
<b>DIMENSIONI STANZA</b>					
larghezza	altezza	area ambiente			
3.08	3.00	13.22			
		superficie facciata	volume amb. int.		
		9.24	39.66		
<b>R'<sub>w</sub></b>		<b>elemento 1</b>	<b>elemento 2</b>	<b>elemento 3</b>	<b>elemento 4</b>
		tipologia	tipologia	tipologia	tipologia
		<b>M1</b>	<b>AH-S12</b>		
R <sub>w</sub>	R <sub>w</sub>	51	41		
superficie	S <sub>f</sub>	6.60	2.64		
fattore correttivo per trasmissione laterale		K	2		
		<b>R'<sub>w</sub> parete =</b>	<b>43.5</b>		
<b>D<sub>2m,nT,w</sub></b>					
volume ambiente ricevente (m <sup>3</sup> )	V	39.7			
superficie di facciata vista dall'interno (m <sup>2</sup> )	S <sub>int</sub>	9.2			
tempo di riferimento (s)	T <sub>0</sub>	0.5			
Correzione per forma della facciata					
		<b>D<sub>2m,nT,w</sub> =</b>	<b>45.0</b>		



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

D08		ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA				
<b>DIMENSIONI STANZA</b>						
		larghezza	altezza	area ambiente		
		2.00	3.00	8.75		
		superficie facciata		volume amb. int.		
		6.00		26.25		
$R'_w$		elemento 1	elemento 2	elemento 3	elemento 4	elemento 5
		tipologia	tipologia	tipologia	tipologia	tipologia
		M1	AH-S14			
$R_w$	$R_w$	51	41			
superficie	$S_f$	3.36	2.64			
fattore correttivo per trasmissione laterale		K	2			
		<b><math>R'_w</math> parete =</b>		<b>42.0</b>		
<b><math>D_{2m,nT,w}</math></b>						
		volume ambiente ricevente (m <sup>3</sup> )	V	26.3		
		superficie di facciata vista dall'interno (m <sup>2</sup> )	$S_{int}$	6.0		
		tempo di riferimento (s)	$T_0$	0.5		
Correzione per forma della facciata						
		<b><math>D_{2m,nT,w}</math> =</b>		<b>43.7</b>		

D09		ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA				
<b>DIMENSIONI STANZA</b>						
		larghezza	altezza	area ambiente		
		3.53	3.00	15.42		
		superficie facciata		volume amb. int.		
		10.59		46.26		
$R'_w$		elemento 1	elemento 2	elemento 3	elemento 4	elemento 5
		tipologia	tipologia	tipologia	tipologia	tipologia
		M1	AH-S15			
$R_w$	$R_w$	51	41			
superficie	$S_f$	7.95	2.64			
fattore correttivo per trasmissione laterale		K	2			
		<b><math>R'_w</math> parete =</b>		<b>43.9</b>		
<b><math>D_{2m,nT,w}</math></b>						
		volume ambiente ricevente (m <sup>3</sup> )	V	46.3		
		superficie di facciata vista dall'interno (m <sup>2</sup> )	$S_{int}$	10.6		
		tempo di riferimento (s)	$T_0$	0.5		
Correzione per forma della facciata						
		<b><math>D_{2m,nT,w}</math> =</b>		<b>45.5</b>		



**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**APPENDICE B**

**Attestato di tecnico competente in acustica ambientale**



**PROVINCIA DI REGGIO EMILIA**

Corso Garibaldi, 59 - 42100 Reggio Emilia - c.f. 00209290352  
Tel 0522.444111 - Fax 0522.444.108  
Servizio AmbientE - Piazza Gioberti, n. 4 - 42100 Reggio Emilia  
E-mail: info@mbox.provincia.re.it - Web: http://www.provincia.re.it

prot. n. 17408 /15183

Reggio Emilia, lì 02-3-2005

**SERVIZIO TUTELA AMBIENTALE**

ATTESTATO DI RICONOSCIMENTO DI TECNICO COMPETENTE IN  
ACUSTICA AMBIENTALE, DI CUI ALLA LEGGE 26 OTTOBRE 1995, N° 447.

Esaminata la domanda del sig. **BONARDI FABRIZIO**

Nato a REGGIO EMILIA (RE) il 04/06/1966

codice fiscale BNR FRZ 66H04 H223X

Verificato il possesso dei requisiti di legge;

Visto l' art. 2 della Legge 447/95;

Visto l' art. 124 della L. R. Emilia Romagna n° 3/99;

Visti i provvedimenti della Giunta Provinciale n.151/23-5-2000-n. 48/25-02-2003;

**SI COMUNICA**

CHE il sig. **BONARDI FABRIZIO** è risultato **IDONEO** per lo svolgimento  
dell'attività di tecnico competente in acustica ambientale, di cui alla legge 26 ottobre  
1995, n° 447.

IL DIRIGENTE DEL  
SERVIZIO AMBIENTE  
(dr.ssa Annalisa Sansone)





**AZIENDA SOCIO SANITARIA TERRITORIALE DI LODI**  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO DEL PRESIDIO UNICO STABILIMENTO OSPEDALIERO DI LODI  
**PROGETTO ESECUTIVO**



Direzione Generale Cura del Territorio e dell'Ambiente  
Servizio Tutela e Risanamento Acqua, Aria e Agenti Fisici

**BONARDI FABRIZIO**

VIA C.A. DALLA CHIESA 17  
42016 GUASTALLA (RE)

**ESITO DOMANDA DI ISCRIZIONE NELL'ELENCO NOMINATIVO NAZIONALE  
DEI TECNICI COMPETENTI IN ACUSTICA  
(D. Lgs. n. 42/2017)**

Si comunica che la domanda di iscrizione nell'elenco nominativo nazionale dei tecnici competenti in acustica di BONARDI FABRIZIO (codice fiscale: BNRFRZ66H04H223X) con PG/2018/149607 in data 02/03/2018 12.01.00 è stata

**AMMESSA**

con il seguente registro regionale: RER/00260

Il responsabile del servizio  
BISSOLI ROSANNA

Viale della Fiera 8  
40121 Bologna

tel 051.527.6980  
051.527.6041  
Fax 051.527.6874

ambpiani@regione.emilia-romagna.it  
ambpiani@postacert.regione.emilia-romagna.it  
www.regione.emilia-romagna.it

