

Realizzazione del Nuovo Ospedale Unico della Penisola Sorrentina e della Costiera Amalfitana in via Mariano Lauro 28, Comune di Sant'Agello (NA)
 CUP : D13D19000310003

PROGETTO ESECUTIVO

COMMITTENTE:

Azienda Sanitaria Locale NAPOLI 3 SUD

Commissario ad Acta (DPGR Campania 126 del 06/07/22): Ing. Gennaro Sosto

R.U.P. :

Ing. Ciro Visone

Responsabile del coordinamento ed integrazione prestazioni specialistiche:

Arch. Maurizio Pavani | MATE

Progetto Architettonico cat. E.10:

Responsabile progetto: Arch. Maurizio Pavani | MATE

Team di progetto: Arch. Fabiana Aneghini | MATE; Ing. Emilio Bona Veggi | MATE; Arch. Tommaso Cesaro | MATE; Arch. Giulio Felli | CSPE; Arch. Paolo Felli | CSPE; Arch. Sara Greco | MATE; Arch. Michela Pucciariello | MATE

Progetto Architettonico cat. E.18:

Responsabile progetto: Ing. Emilio Bona Veggi | MATE

Team di progetto: Arch. Martina Buccitti | MATE; Arch. Manola Caruso | CSPE

Progetto opere strutturali cat. S.06:

Responsabile progetto: Ing. Carmine Mascolo | MASCOLO INGEGNERIA

Team di progetto: Ing. Matteo Gregorini | STUDIO GREGORINI; Ing. Mauro Perini | MATE

Progetto impianti meccanici cat. IA.01:

Responsabile progetto: Ing. Luca Melucci | STUDIO TI

Team di progetto: Ing. Lino Pollastri | MATE; Ing. Lanfranco Ricci | STUDIO TI; Ing. Silvio Stivaletta | MATE

Progetto impianti meccanici cat. IA.02:

Responsabile progetto: Ing. Lorenzo Genestreti | STUDIO TI

Team di progetto: Ing. Lino Pollastri | MATE; Ing. Lanfranco Ricci | STUDIO TI; Ing. Silvio Stivaletta | MATE;

Progetto impianti elettrici e speciali cat. IA.04:

Responsabile progetto: Ing. Claudio Muscioni | STUDIO TI

Team di progetto: Ing. Lino Pollastri | MATE; Ing. Lanfranco Ricci | STUDIO TI

Prevenzione incendi:

Responsabile progetto: Arch. Corrado Lupatelli | CSPE

Team di progetto: Ing. Alessandro Sanna | MATE

Coordinatore della sicurezza in fase di progettazione:

Arch. Corrado Lupatelli | CSPE

Responsabile della relazione sui requisiti acustici delle opere ai sensi della L. 447/95:

Ing. Sacha Slim Bouhageb

Stime, computi e value engineering, misure e contabilità:

Geom. Andrea Elmi | MATE

Geologia:

Dott. Geol. Salvatore Costabile | GIA CONSULTING

Archeologia:

Dott. Alessandra Saba | NURE ARCHEOLOGIA

Esperto Via e Vas - Controllo Qualità ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015:

Ing. Elettra Lowenthal | MATE

Urbanistica:

Urb. Raffaele Gerometta | MATE

Esperto viabilità e infrastrutture:

Ing. Elena Guerzoni | MATE

Responsabile della redazione dell'Attestato di Prestazione Energetica ai sensi del d.m. 26/06/2015:

Ing. Lorenzo Genestreti | STUDIO TI

Esperto sugli aspetti energetici, ambientali e CAM:

Responsabile progetto: Ing. Eleonora Sablone | MATE

Team di progetto: Ing. Silvio Stivaletta | MATE

Responsabile dell'Organizzazione sanitaria:

Responsabile progetto: Dott. Andrea Vannucci

Team di progetto: Dott. Luca Munari

Team BIM:

BIM Manager certificato ICMQ: Arch. Arturo Augelletta | MATE

BIM Manager certificato ICMQ: Ing. Enrico Ricci | STUDIO TI

BIM Manager certificato ICMQ: Ing. Carmine Mascolo | MASCOLO INGEGNERIA

BIM Coordinator certificato ICMQ: Arch. Gianluca Protani | MATE

BIM Coordinator certificato ICMQ: Ing. Gaetano D'Ausilio | MASCOLO INGEGNERIA

Direzione Lavori e Coordinatore della Sicurezza in fase di esecuzione:

Ing. Matteo Gregorini | STUDIO GREGORINI

OGGETTO:

ELABORATI GENERALI

RELAZIONE SPECIALISTICA ACUSTICA

SORR21009 017_EG_1

cod. commessa

num. elaborato

DATA:

14 Novembre 2023

REDATTO: SSB

SCALA:

-

APPROVATO: MP

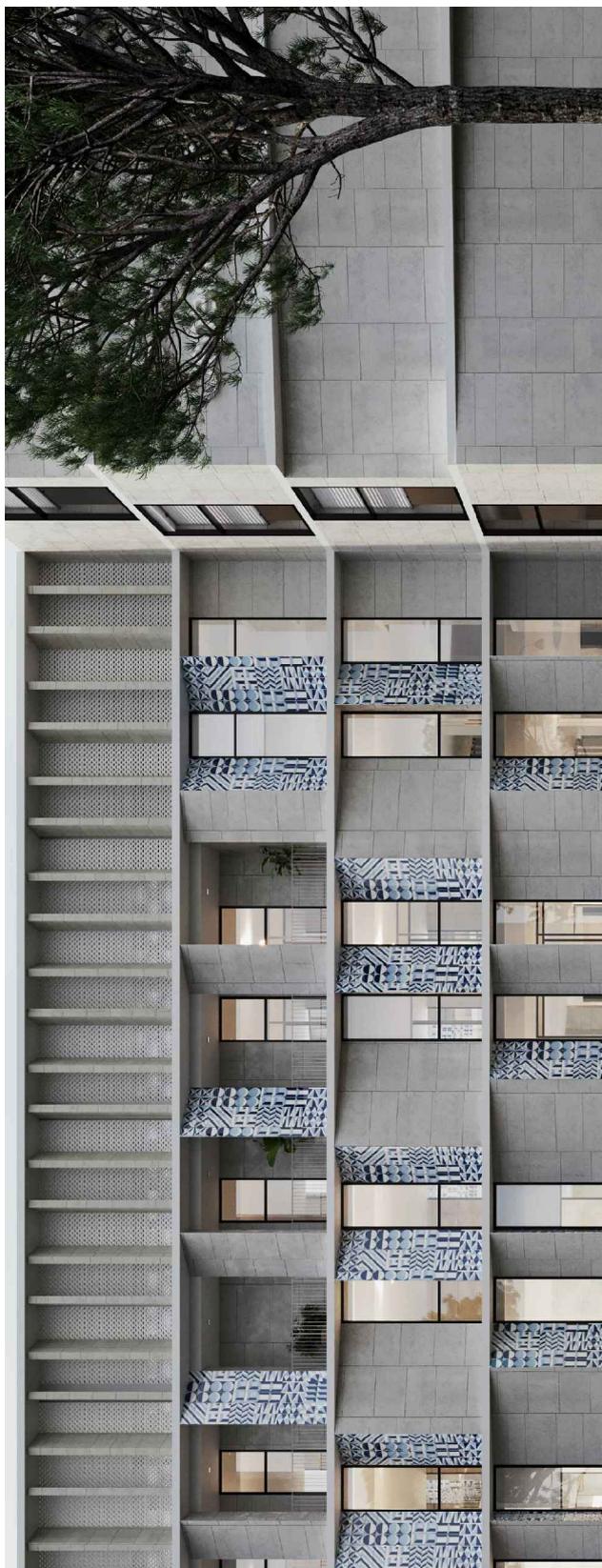
REVISIONE:

00

VERIFICATO: MP

Percorso file

P:\Cile-BO\SORR21009-AI\Produzione\04_Progetto Esecutivo\012_Cartiglio\Cartiglio condiviso\SORR21009_Cartiglio PE.dwg



CAPOGRUPPO
 MATE Soc. Coop.va
 Via San Felice 21
 40122 Bologna (BO)



MANDANTE
 CSPE srl
 Piazzale Donatello 29
 50132 Firenze (FI)



MANDANTE
 STUDIOTI srl
 Via Flaminia 138
 47923 Rimini (RN)



MANDANTE
 MASCOLO Ingegneria
 Via Antonio Gramsci 13
 80033 Cicciano (NA)



MANDANTE
 Ing. Sacha Slim Bouhageb
 Via Pian d'Albero 4
 50012 Bagno a Ripoli (FI)



MANDANTE
 GIA Consulting srl
 Viale degli Astronauti 8
 80131 Napoli (NA)



MANDANTE
 Ing. Matteo Gregorini
 Centro Direzionale
 Isola F11
 80143 Napoli (NA)



MANDANTE
 NURE Soc. Coop.va
 Corso V. Emanuele 2
 09056 Isili (SU)

INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	LEGISLAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
3.	LIMITI DI RUMOROSITÀ	3
	3.1 REQUISITI ACUSTICI PASSIVI D.P.C.M. 5 DICEMBRE 1997	3
	3.2 I CRITERI AMBIENTALI MINIMI (C.A.M.)	4
4.	ISOLAMENTO ACUSTICO NORMALIZZATO $D_{nT,w}$	5
	4.1 PARETE SPESSORE 212,5 MM. – M-PI-02	5
	4.1.1 Parete di separazione degente tipo (testaletto)	6
	4.1.1 Casi particolari	6
	4.2 PARETE SPESSORE 160 MM. – M-PI-03	7
	4.2.1 Parete di separazione degenze tipo (piedi letto)	7
	4.2.2 Casi particolari	8
	4.3 SOLAIO INTERPIANO DI SEPARAZIONE AMBIENTI (COMUNE A TUTTI I PIANI) – S-IN-03/04	12
5.	INDICE DI VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI RUMORE DA CALPESTIO NORMALIZZATO $L'_{n,w}$	14
6.	INDICE DI VALUTAZIONE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA $D_{2m,nT,w}$	15
7.	RUMORE PRODOTTO DA IMPIANTI A FUNZIONAMENTO CONTINUO E DISCONTINUO	18
	7.1 IMPIANTI IDROSANITARI (SERVIZI A FUNZIONAMENTO DISCONTINUO)	18
	7.2 ASCENSORI (SERVIZIO A FUNZIONAMENTO DISCONTINUO)	19
	7.3 IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE (SERVIZI A FUNZIONAMENTO CONTINUO)	20
8.	QUALITÀ ACUSTICA DEGLI AMBIENTI	21
	8.1 DESCRITTORI ACUSTICI DELL'INTELLEGGIBILITÀ	21
	8.1.1 C_{50}	21
	8.1.2 STI	22
	8.2 ANALISI PROGETTUALE DEGLI AMBIENTI	22
9.	CONCLUSIONI	23

Firenze, 15 maggio 2023



Ing. Sasha Slim Bouhageb

N° 7988 Elenco TCAA Ministero Dell'ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
Ex N° 387 Elenco TCAA Reg. Toscana - Ex N° 79 Elenco TCAA Prov. Firenze (atto dir. Prov. FI n. 3451 05/11/2003)

1. PREMESSA

Il presente documento relativo all'Analisi dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici viene redatto nell'ambito del progetto esecutivo per la Realizzazione del Nuovo Ospedale Unico della Penisola Sorrentina e della Costiera Amalfitana in via Mariano Lauro 28, Comune di Sant'Agnello (NA)

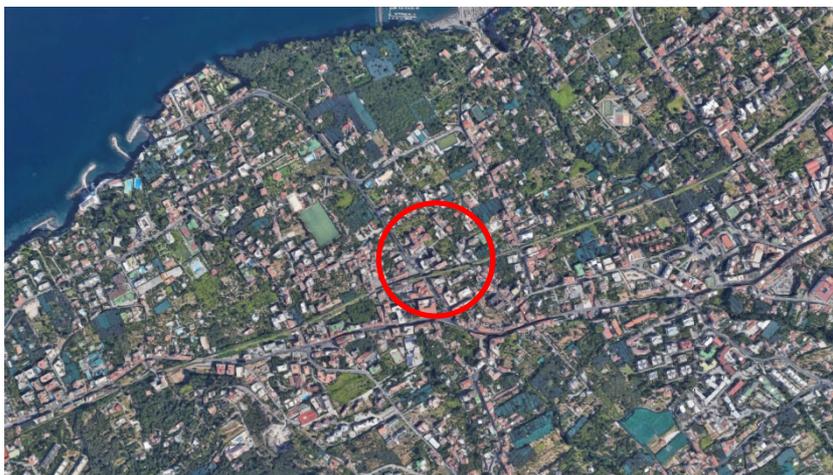


Figura 1 - Immagine della zona con evidenziata la zona di studio

Per ulteriori approfondimenti sull'architettura, l'impiantistica e la parte strutturale si rimanda alle tavole specifiche del progetto esecutivo.

2. LEGISLAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la valutazione dei valori limite di emissione ed immissione si è fatto riferimento alla legislazione seguente:

- Legge n. 447 del 26/10/1995 "Legge quadro sull'inquinamento acustico".
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici".
- Ministero della Transizione Ecologica. Decreto 23 giugno 2022. "Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi". Specifica tecnica progettuale - § 2.4.11 Prestazioni e comfort acustici.

ed alla seguente normativa tecnica:

- UNI 11367:2023. Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari. Procedura di validazione e verifica in opera.
- UNI 11532-1:2018. Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati - Metodi di progettazione e tecniche di valutazione - Parte1: Requisiti generali.
- UNI/TR 11469:2012. Acustica - Estendibilità del potere fonoisolante per serramenti.
- UNI EN 16798-1:2019. Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 1: Parametri di ingresso dell'ambiente interno per la progettazione e la valutazione della prestazione energetica degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica.
- UNI 11175-1:2021. Acustica in edilizia - Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Parte 1: Applicazione delle norme tecniche alla tipologia costruttiva nazionale

- UNI 11175-2:2021. Acustica in edilizia - Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici
 - Parte 2: dati di ingresso per il modello di calcolo.
- UNI EN ISO 12354-1:2017. Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti - Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti.
- UNI EN ISO 12354-2:2017. Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti - Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti.
- UNI EN ISO 12354-3:2017. Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Parte 3: Isolamento acustico dal rumore proveniente dall'esterno per via aerea.

3. LIMITI DI RUMOROSITÀ

3.1 REQUISITI ACUSTICI PASSIVI D.P.C.M. 5 DICEMBRE 1997

Il D.P.C.M. 5/12/97 determina i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera. La legislazione suddetta fissa i valori minimi di isolamento acustico in riferimento ai seguenti requisiti:

- indice di valutazione del potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari, R'_w ;
- indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti e/o adiacenti appartenenti a differenti unità immobiliari, L'_{nw} ;
- indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di facciata, $D_{2m,nT,w}$;
- livello sonoro corretto immesso in una unità immobiliare da impianti a funzionamento continuo (L_{ic} ; L_{Aeq}) a servizio di unità immobiliari diverse;
- livello sonoro corretto immesso in una unità immobiliare da impianti a funzionamento discontinuo (L_{id} ; L_{ASmax}) a servizio di unità immobiliari diverse.

Classificazione degli ambienti abitativi

D.P.C.M. 5/12/97 - (art. 2) Tab. A – classificazione degli ambienti abitativi
categoria A: edifici adibiti a residenza o assimilabili
categoria B: edifici adibiti ad uffici o assimilabili
categoria C: edifici adibiti ad alberghi pensioni ed attività assimilabili
categoria D: edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
categoria E: edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
categoria F: edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili
categoria G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

Il D.P.C.M. 5 dicembre 1997 “Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”, prevede la verifica in opera dei componenti edilizi e fissa criteri e metodologie per il contenimento dell'inquinamento da rumore all'interno degli ambienti abitativi.

I valori degli indici a singolo numero delle grandezze acustiche precedentemente richiamate devono essere confrontati con i valori limite fissati dal D.P.C.M. 05/12/1997 (Tab. 1), ove applicabili, infatti trattandosi di unità immobiliari distinte (edificio ospedaliero) l'unica grandezza acustica “normata” è l'isolamento acustico normalizzato di facciata diversificato per destinazione “d'uso”, degenze e ambulatori (uffici):

Categoria	Parametro
	$D_{2m,nT,w}$
categoria D- edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili (degenze Ospedale)	≥ 45
categoria B - edifici adibiti ad uffici o assimilabili (ambulatori ed uffici Ospedale)	≥ 42

3.2 I CRITERI AMBIENTALI MINIMI (C.A.M.)

Con l'emanazione del Decreto 11 Gennaio 2017, "Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili", meglio conosciuto come Criteri Ambientali Minimi (C.A.M.), sono stati introdotti requisiti acustici (al punto 2.3.5.6, comfort acustico), il Decreto del 23 giugno 2022, assieme all'aggiornamento della norma 11367 nel 2023, ha aggiornato tali requisiti introducendo le relative prestazioni (verranno riportati i riferimenti relativi solo all'intervento in oggetto:

- i valori dei requisiti acustici passivi dell'edificio devono corrispondere almeno a quelli della Classe II ai sensi della norma UNI 11367:2023

Descrittore	Classe II
Isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$ [dB]	≥ 40

La norma UNI 11367:2023 precisa che è esclusa la valutazione del rumore immesso dagli impianti nella stessa unità immobiliare cui essi sono asserviti e in ambienti accessori o di servizio di unità immobiliari diverse (considerati come ambienti riceventi). Intatto la nota 1 della citata appendice (A) riporta che "Il livello sonoro immesso da un impianto a servizio di una camera di degenza, d' un'aula e di aule polifunzionali deve essere valutato all'interno di ambienti acusticamente verificabili diversi dall'ambiente servito".

- nel caso in cui l'edificio sia un ospedale, una casa di cura o una scuola, i requisiti acustici passivi devono soddisfare il livello di "prestazione superiore" riportato nel Prospetto A. 1 nell'Appendice A della norma UNI 11367

Descrittore	Prestazione superiore
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata, $D_{2m,nT,w}$ [dB]	≥ 43
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti di differenti unità immobiliari, R'_w [dB]	≥ 56
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, L_{ic} in ambienti diversi da quello di installazione [dB(A)]	≤ 28
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, L_{id} in ambienti diversi da quello di installazione [dB(A)]	≤ 34
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ [dB]	≥ 55
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni i fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ [dB]	≥ 50
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, $L'_{n,w}$ [dB]	≤ 53

Le prescrizioni di isolamento acustico normalizzato di partizioni tra ambienti adiacenti o sovrapposti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$, indicate nel prospetto A.1 sono riferite ad elementi tecnici di separazione tra ambienti contigui e collegati da spazi distributivi comuni di una stessa UI (es.: aule di una stessa sezione o ala di un edificio scolastico, camere di degenza di uno stesso reparto ospedaliero, ambulatori di uno stesso servizio sanitario, ecc.). Nel caso, invece, di ambienti adiacenti o sovrapposti non collegati tra di loro da spazi distributivi comuni, pur all'interno della stessa UI, viene valutato il parametro descrittore del potere fonoisolante apparente, R'_w .

La norma 11367: riporta, alla Note dell'appendice B, che "I valori di riferimento indicati nel prospetto B.1 (Requisiti per l'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo dell'edificio collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi) non si applicano nel caso di partizioni dotate di accessi o aperture verso spazi distributivi interni orizzontali o verticali destinati esclusivamente al transito degli utenti di una stessa unità immobiliare (corridoi, anditi, passaggi, ecc.)".

- relativamente alla qualità acustica interna degli ambienti (qualità del parlato in relazione al tempo di riverbero) non essendo ad oggi stata rilasciata la parte relativa all'edilizia ospedaliera della norma UNI 11532-1:2018¹, i descrittori acustici riportati nella norma UNI 11532 (C50, chiarezza, e STI, Speech Transmission Index) verranno confrontati con i valori riportati nella norma UNI 11367:2023 prospetto C.1:

Descrittore	C ₅₀ dB	STI dB
Ambienti adibiti al parlato	≥ 0	≥ 0,6
Ambienti adibiti ad attività sportive	≥ -2	≥ 0,5

Nel caso in cui il D.P.C.M. 05/12/97 e la norma UNI 11367 prevedano prestazioni differenti per lo stesso indicatore, si dovrà conseguire la prestazione più restrittiva.

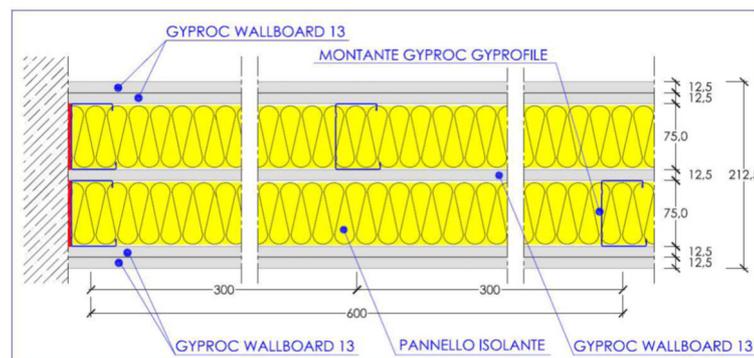
Nella tabella seguente sono riportati i valori prestazionali dei requisiti acustici passivi degli elementi tecnici:

Descrittore	Prestazione
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata, $D_{2m,nT,w}$ [dB]	Degenze ≥ 45 Uffici (Ambulatori) ≥ 43
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti di differenti unità immobiliari, R'_w [dB]	Tra ambienti "diversi" (es. reparti) ≥ 56
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, L_{ic} in ambienti diversi da quello di installazione [dB(A)]	≤ 28
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, L_{id} in ambienti diversi da quello di installazione [dB(A)]	≤ 34
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ [dB]	Tutti ≥ 55
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni i fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ [dB]	Tutti ≥ 50
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, $L'_{n,w}$ [dB]	Tutti ≤ 53

4. ISOLAMENTO ACUSTICO NORMALIZZATO $D_{nT,w}$

Per poter determinare l'isolamento acustico normalizzato tra ambienti si utilizzerà il grafico seguente (caso di strutture leggere a secco, tratta dal manuale tecnico "Specialist services - Health Technical - Memorandum 08-01: Acoustics - Department of Health (UK)"): nelle ascisse viene indicata la superficie di separazione tra l'ambiente emittente e quello ricevente mentre nelle ordinate il volume, sempre dell'ambiente ricevente, dall'incrocio di tali dati si incontra il segmento identificativo del calcolo per la determinazione dell'isolamento acustico, $D_{nT,w} = R_w - X$ dB.

4.1 PARETE SPESORE 212,5 MM. – M-PI-02

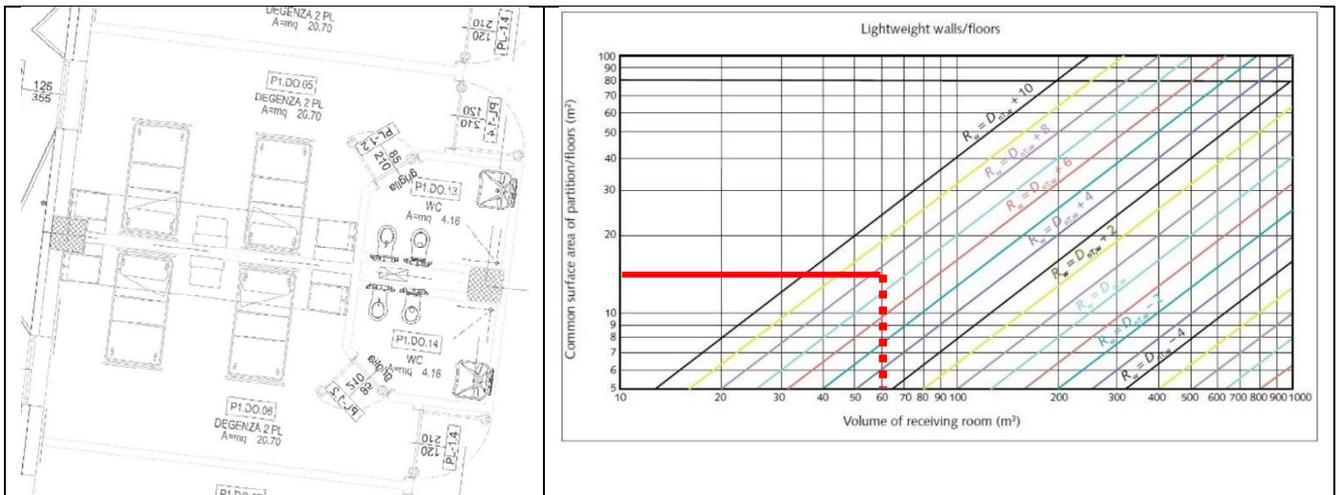


¹ Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati - Metodi di progettazione e tecniche di valutazione - Parte1: Requisiti generali

La parete divisoria verrà realizzata con struttura a secco, tipologia a 5 lastre, con doppia struttura in metallica da 75 mm., all'interno pannelli isolanti in lana di vetro spessore 75 mm., doppia lastra di rivestimento e lastra interna tra i montati (tipologia standard).

L'indice di valutazione del potere fonoisolante (R_w) della parete è stimato non inferiore a 64 dB².

4.1.1 Parete di separazione degente tipo (testaletto)



Superficie separazione ambiente emittente e ricevente $\approx 14,5 \text{ m}^2$

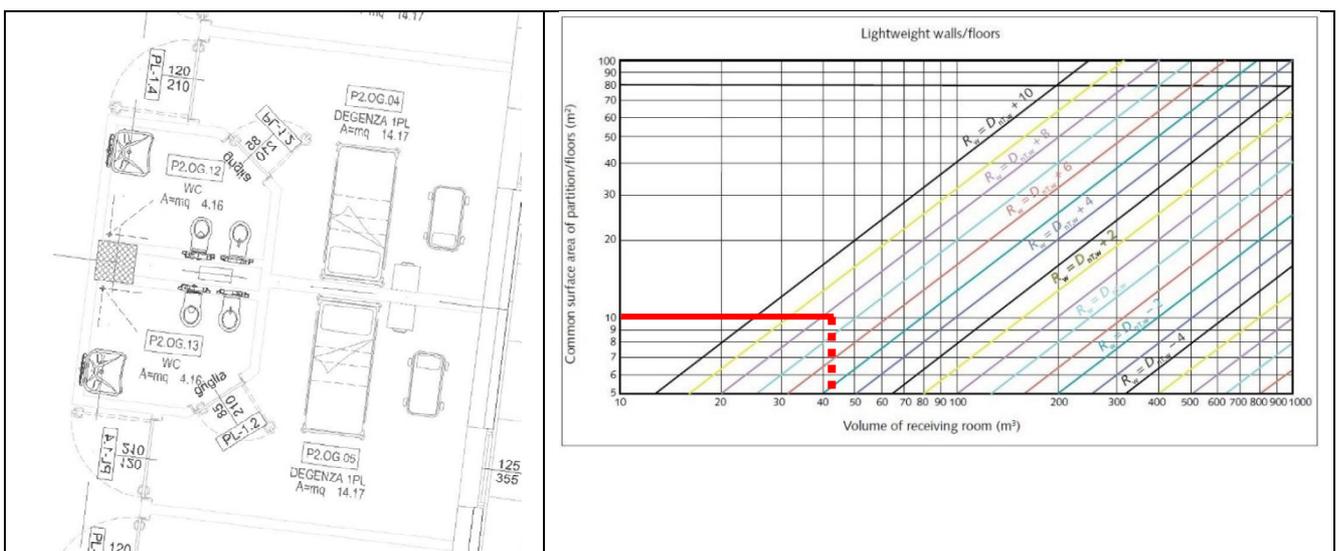
Volume ambiente ricevente $\approx 63 \text{ m}^3$

Risulta quindi:

$$D_{nT,w} = R_w - 8 \text{ dB} = 64 - 8 \text{ dB} = 56 \text{ dB}.$$

Come indicato dalla UNI/TR 11175, è necessario considerare un fattore cautelativo di almeno 2 dB, il valore risultante $D_{nT,w} = 54 \text{ dB}$ è superiore alla prestazione superiore secondo l'Appendice A della norma UNI 11367 per ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare (minimo 50 dB).

4.1.1 Casi particolari



Superficie separazione ambiente emittente e ricevente $\approx 10 \text{ m}^2$

Volume ambiente ricevente $\approx 43 \text{ m}^3$

² Scheda tecnica di sistema Gyproc SAD5 215/75

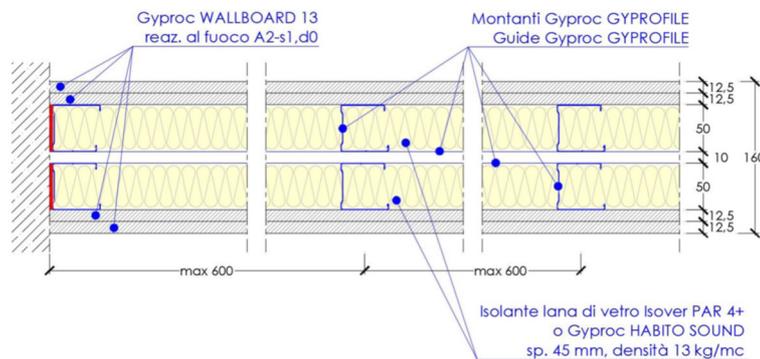
Risulta quindi:

$$D_{nT,w} = R_w - 8 \text{ dB} = 64 - 8 \text{ dB} = 56 \text{ dB.}$$

Come indicato dalla UNI/TR 11175, è necessario considerare un fattore cautelativo di almeno 2 dB, il valore risultante $D_{nT,w} = 54 \text{ dB}$ è superiore alla prestazione superiore secondo l'Appendice A della norma UNI 11367 per ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare (minimo 50 dB).

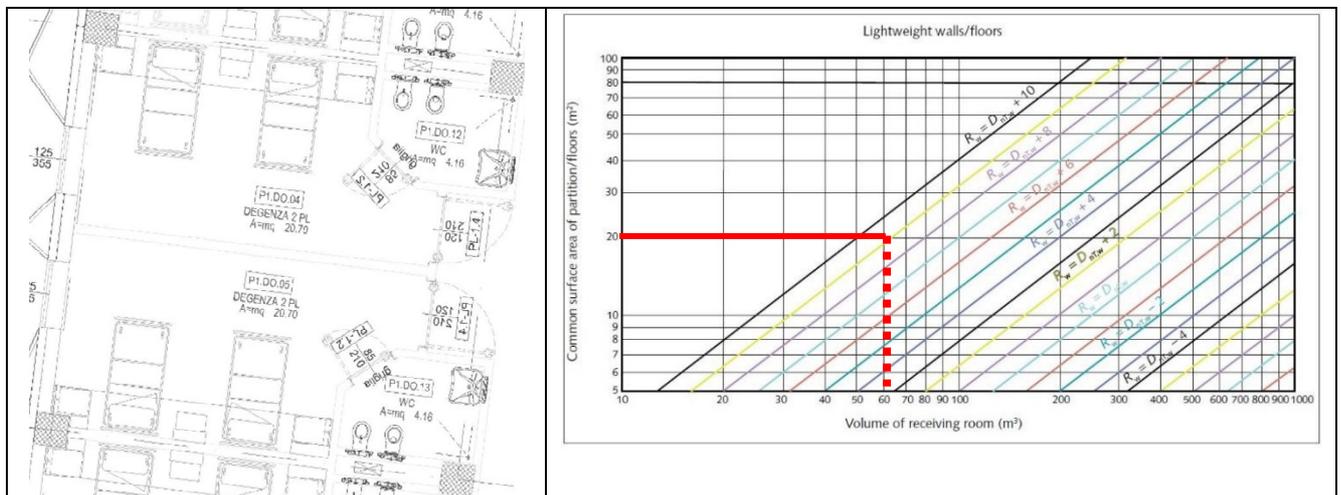
4.2 PARETE SPESORE 160 MM. – M-PI-03

La parete divisoria verrà realizzata con struttura a secco, tipologia a 4 lastre, con doppia struttura in metallica da 50 mm., all'interno pannelli isolanti in lana di vetro spessore 50 mm. e doppia lastra di rivestimento (tipologia standard).



L'indice di valutazione del potere fonoisolante (R_w) della parete è stimato non inferiore a 63 dB³.

4.2.1 Parete di separazione degenze tipo (piedi letto)



Superficie separazione ambiente emittente e ricevente $\approx 20 \text{ m}^2$

Volume ambiente ricevente $\approx 63 \text{ m}^3$

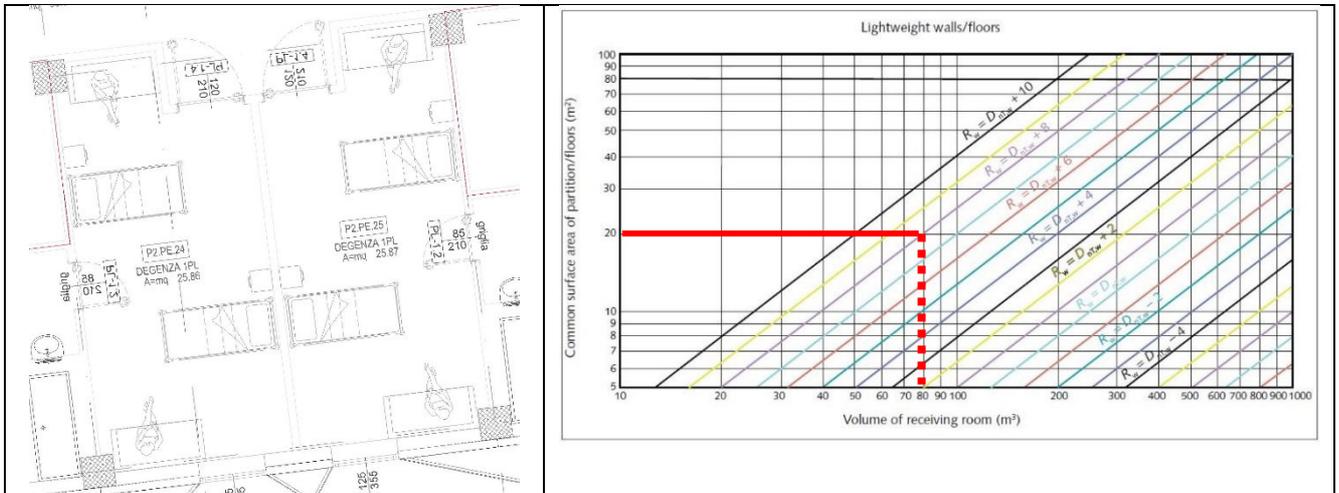
Risulta quindi:

$$D_{nT,w} = R_w - 9 \text{ dB} = 63 - 9 \text{ dB} = 54 \text{ dB.}$$

Come indicato dalla UNI/TR 11175, è necessario considerare un fattore cautelativo di almeno 2 dB, il valore risultante $D_{nT,w} = 52 \text{ dB}$ è superiore alla prestazione superiore secondo l'Appendice A della norma UNI 11367 per ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare (minimo 50 dB).

³ Scheda tecnica di sistema Gyproc SAD 160/50 L STD, Rapporto di prova n. 222355 del 23/02/2007 rilasciato da Istituto Giordano

4.2.2 Casi particolari



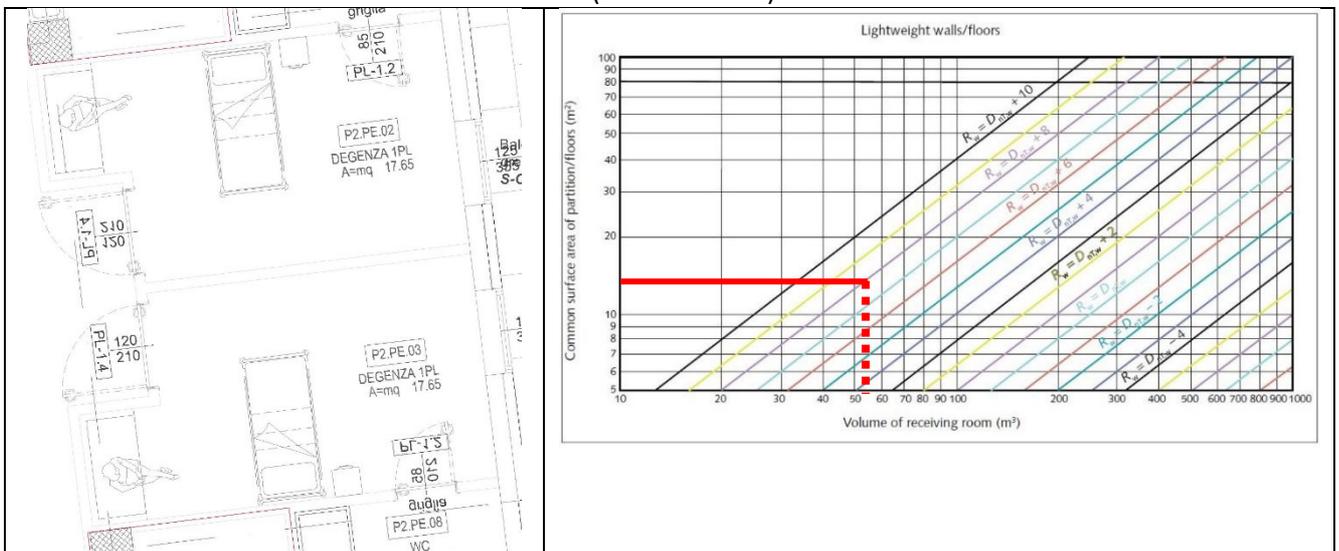
Superficie separazione ambiente emittente e ricevente $\approx 20 \text{ m}^2$

Volume ambiente ricevente $\approx 79 \text{ m}^3$

Risulta quindi:

$$D_{nT,w} = R_w - 8 \text{ dB} = 63 - 8 \text{ dB} = 55 \text{ dB}.$$

Come indicato dalla UNI/TR 11175, è necessario considerare un fattore cautelativo di almeno 2 dB, il valore risultante $D_{nT,w} = 53 \text{ dB}$ è superiore alla prestazione superiore secondo l'Appendice A della norma UNI 11367 per ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare (minimo 50 dB).



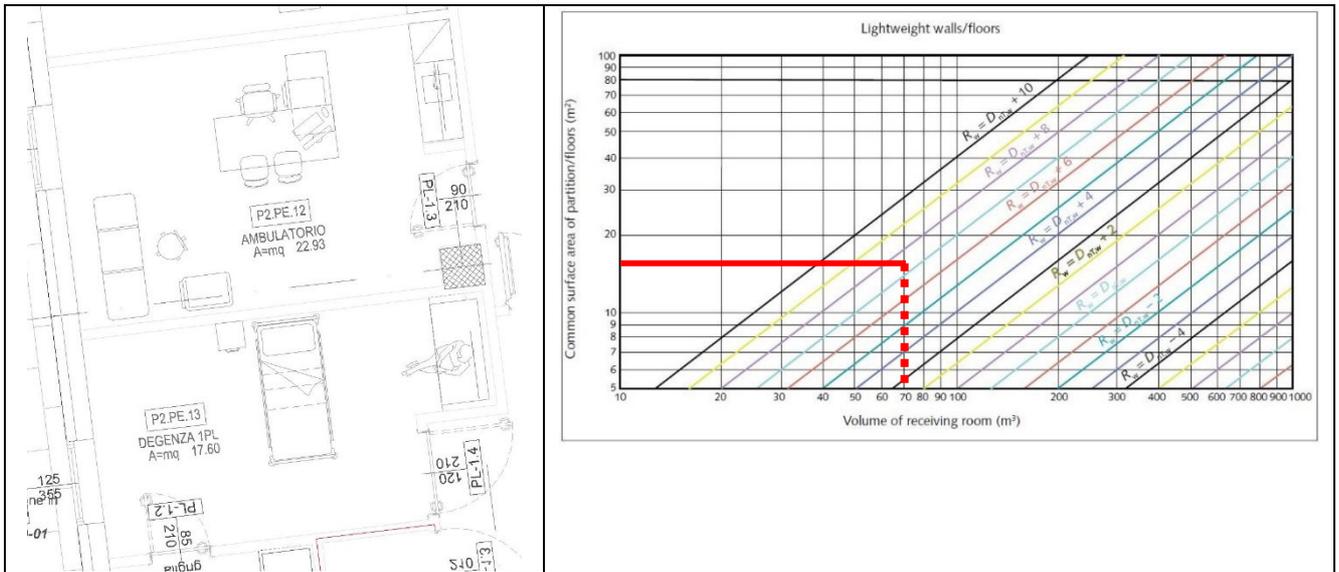
Superficie separazione ambiente emittente e ricevente $\approx 14,5 \text{ m}^2$

Volume ambiente ricevente $\approx 54 \text{ m}^3$

Risulta quindi:

$$D_{nT,w} = R_w - 8 \text{ dB} = 63 - 9 \text{ dB} = 54 \text{ dB}.$$

Come indicato dalla UNI/TR 11175, è necessario considerare un fattore cautelativo di almeno 2 dB, il valore risultante $D_{nT,w} = 52 \text{ dB}$ è superiore alla prestazione superiore secondo l'Appendice A della norma UNI 11367 per ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare (minimo 50 dB).

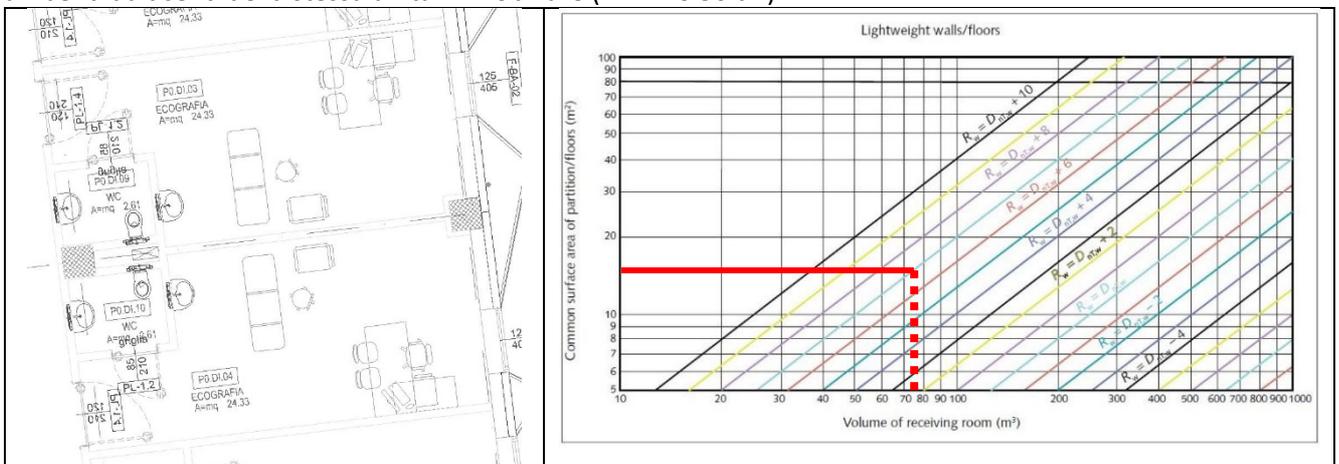


Superficie separazione ambiente emittente e ricevente $\approx 16,5 \text{ m}^2$
 Volume ambiente ricevente $\approx 70 \text{ m}^3$

Risulta quindi:

$$D_{nT,w} = R_w - 8 \text{ dB} = 63 - 8 \text{ dB} = 55 \text{ dB.}$$

Come indicato dalla UNI/TR 11175, è necessario considerare un fattore cautelativo di almeno 2 dB, il valore risultante $D_{nT,w} = 53 \text{ dB}$ è superiore alla prestazione superiore secondo l'Appendice A della norma UNI 11367 per ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare (minimo 50 dB).

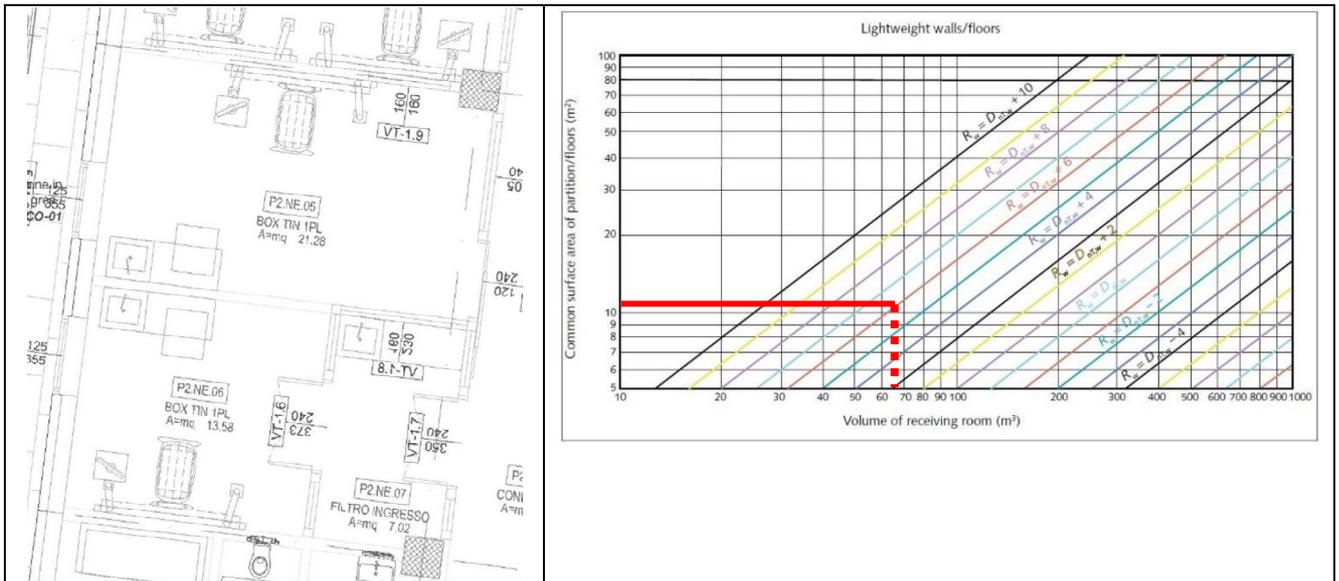


Superficie separazione ambiente emittente e ricevente $\approx 16,5 \text{ m}^2$
 Volume ambiente ricevente $\approx 74 \text{ m}^3$

Risulta quindi:

$$D_{nT,w} = R_w - 8 \text{ dB} = 63 - 7 \text{ dB} = 56 \text{ dB.}$$

Come indicato dalla UNI/TR 11175, è necessario considerare un fattore cautelativo di almeno 2 dB, il valore risultante $D_{nT,w} = 54 \text{ dB}$ è superiore alla prestazione superiore secondo l'Appendice A della norma UNI 11367 per ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare (minimo 50 dB).



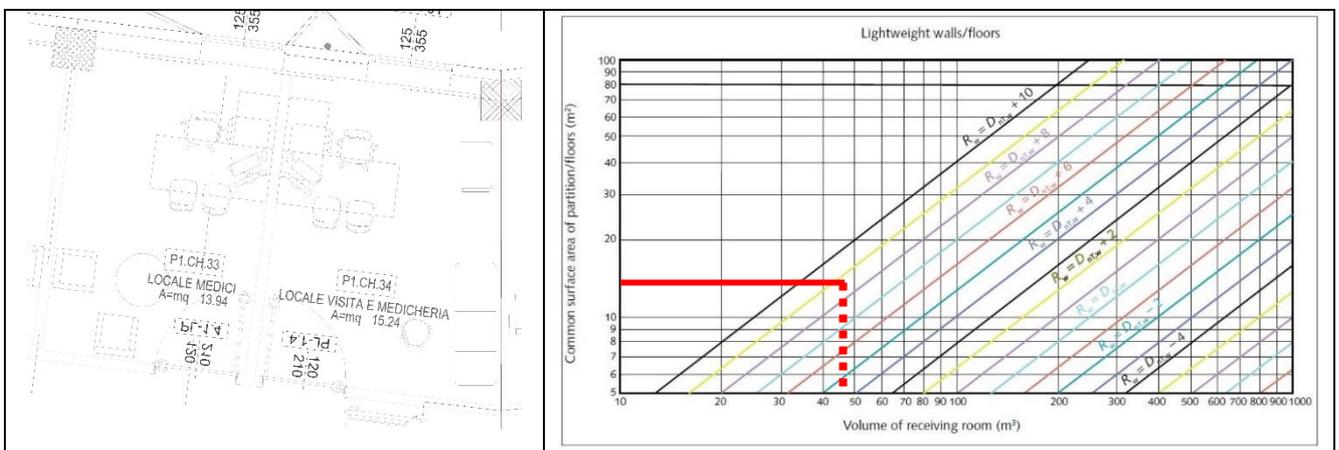
Superficie separazione ambiente emittente e ricevente $\approx 11,5 \text{ m}^2$

Volume ambiente ricevente $\approx 65 \text{ m}^3$

Risulta quindi:

$$D_{nT,w} = R_w - 8 \text{ dB} = 63 - 6 \text{ dB} = 57 \text{ dB.}$$

Come indicato dalla UNI/TR 11175, è necessario considerare un fattore cautelativo di almeno 2 dB, il valore risultante $D_{nT,w} = 55 \text{ dB}$ è superiore alla prestazione superiore secondo l'Appendice A della norma UNI 11367 per ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare (minimo 50 dB).



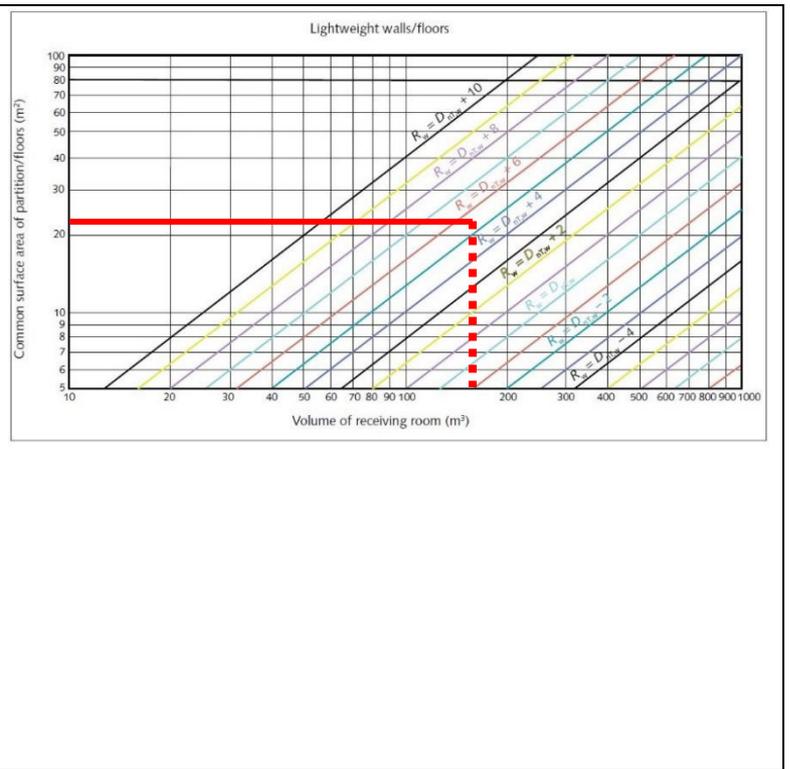
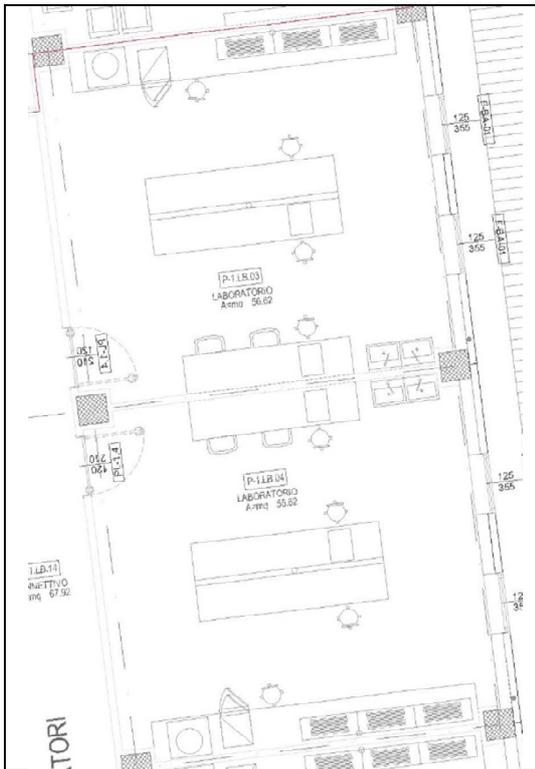
Superficie separazione ambiente emittente e ricevente $\approx 14,5 \text{ m}^2$

Volume ambiente ricevente $\approx 47 \text{ m}^3$

Risulta quindi:

$$D_{nT,w} = R_w - 8 \text{ dB} = 63 - 9 \text{ dB} = 54 \text{ dB.}$$

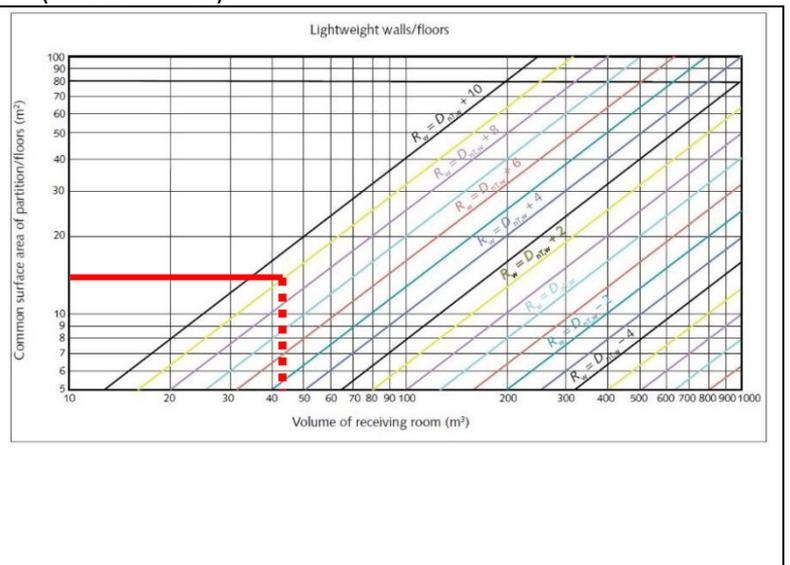
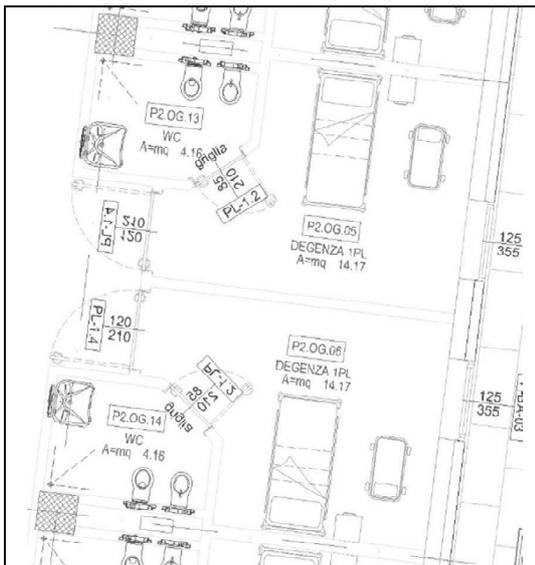
Come indicato dalla UNI/TR 11175, è necessario considerare un fattore cautelativo di almeno 2 dB, il valore risultante $D_{nT,w} = 52 \text{ dB}$ è superiore alla prestazione superiore secondo l'Appendice A della norma UNI 11367 per ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare (minimo 50 dB).



Superficie separazione ambiente emittente e ricevente $\approx 21 \text{ m}^2$
 Volume ambiente ricevente $\approx 172 \text{ m}^3$
 Risulta quindi:

$$D_{nT,w} = R_w - 8 \text{ dB} = 63 - 6 \text{ dB} = 57 \text{ dB.}$$

Come indicato dalla UNI/TR 11175, è necessario considerare un fattore cautelativo di almeno 2 dB, il valore risultante $D_{nT,w} = 55 \text{ dB}$ è superiore alla prestazione superiore secondo l'Appendice A della norma UNI 11367 per ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare (minimo 50 dB).



Superficie separazione ambiente emittente e ricevente $\approx 14,5 \text{ m}^2$
 Volume ambiente ricevente $\approx 43 \text{ m}^3$
 Risulta quindi:

$$D_{nT,w} = R_w - 8 \text{ dB} = 63 - 9 \text{ dB} = 54 \text{ dB.}$$

Come indicato dalla UNI/TR 11175, è necessario considerare un fattore cautelativo di almeno 2 dB, il valore risultante $D_{nT,w} = 52$ dB è superiore alla prestazione superiore secondo l'Appendice A della norma UNI 11367 per ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare (minimo 50 dB).

N.B.

Si ricorda che la massima prestazione degli elementi divisori si ha nella condizione che gli elementi edilizi (nel caso specifico pareti a secco) non siano soggetti a forature per il passaggio e montaggio impianti (elettrici e meccanici), si rimanda alle proposte sotto riportate raccomandando una corretta ed attenta posa in opera.

INDICAZIONI PER UNA CORRETTA INSTALLAZIONE

Le cassette elettriche e i quadri elettrici non dovranno essere posizionati sui due lati di una stessa parete in simmetria l'uno dell'altro, occorre che siano sempre presenti almeno uno o più strati intermedi non oggetto di scassi e fessure. In tal caso le scatolette elettriche possono essere realizzate con diversi accorgimenti, tra cui:

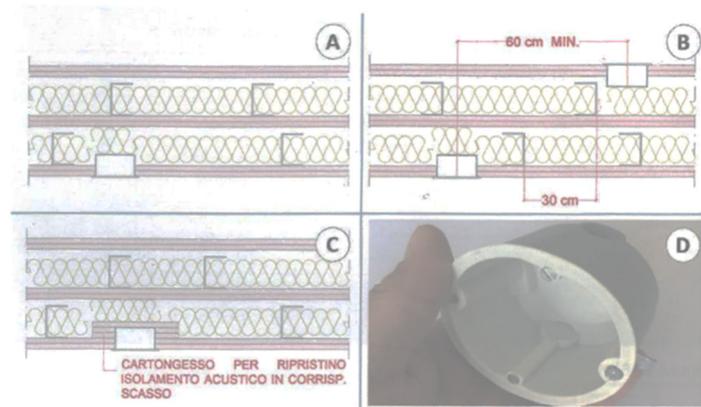


Figura 2 – Soluzioni per il posizionamento delle scatole elettriche su parete a secco

- realizzare scassi solamente da un lato della partizione (A);
- realizzare scassi su due lati, avendo cura che siano tra loro sfalsati di almeno 60 cm, così da avere interposto almeno un montante di sostegno del cartongesso e avendo all'interno materiale fibroso (B), realizzando i montanti stessi sfalsati per avere maggiore certezza che almeno un montante intercetti il rumore in ingresso dalla scatoletta;
- realizzare almeno da uno dei lati un ulteriore rivestimento della scatoletta con pezzi di lastra o gomma pesante (C);
- utilizzare scatolette acustiche, realizzate con plastiche additivate di inerti per aumentarne la massa e dotate di guarnizioni nei punti di passaggio dei cavi per limitare ogni fessura (D).

4.3 SOLAIO INTERPIANO DI SEPARAZIONE AMBIENTI (COMUNE A TUTTI I PIANI) – S-IN-03/04

Il solaio verrà realizzato con struttura a piastra alleggerita in calcestruzzo grazie all'utilizzo di elementi cavi in polietilene, inseriti in una speciale gabbia di rete elettrosaldata, spessore 350 mm. (peso max zona piena 845 daN/m²; peso min zona alleggerita 580 daN/m²), all'estradosso verrà collocato un tappetino anticalpestio spessore 9 mm. e rigidità dinamica 11 MN/m³ e massetto porta pavimento spessore 100 mm. (peso 180 daN/m²). La prestazione fonoisolante del solaio strutturale "nudo" (massa superficiale minima 590 kg/m³) è pari

a 53 dB⁴, il contributo al potere fonoisolante dato dal pacchetto del massetto portapavimento (massa superficiale pari a 183 kg/m²) con tappetino anticalpestio è pari a 12 dB⁵, il potere fonoisolante risulta pari a 65 dB; ai fini della sicurezza non è stato considerato l'eventuale contributo dato dal controsoffitto all'intradosso e della pavimentazione in linoleum all'estradosso.

L'indice del potere fonoisolante apparente (R'_w) è legato all'indice dell'isolamento acustico normalizzato (D_{nT,w}) attraverso la seguente formula:

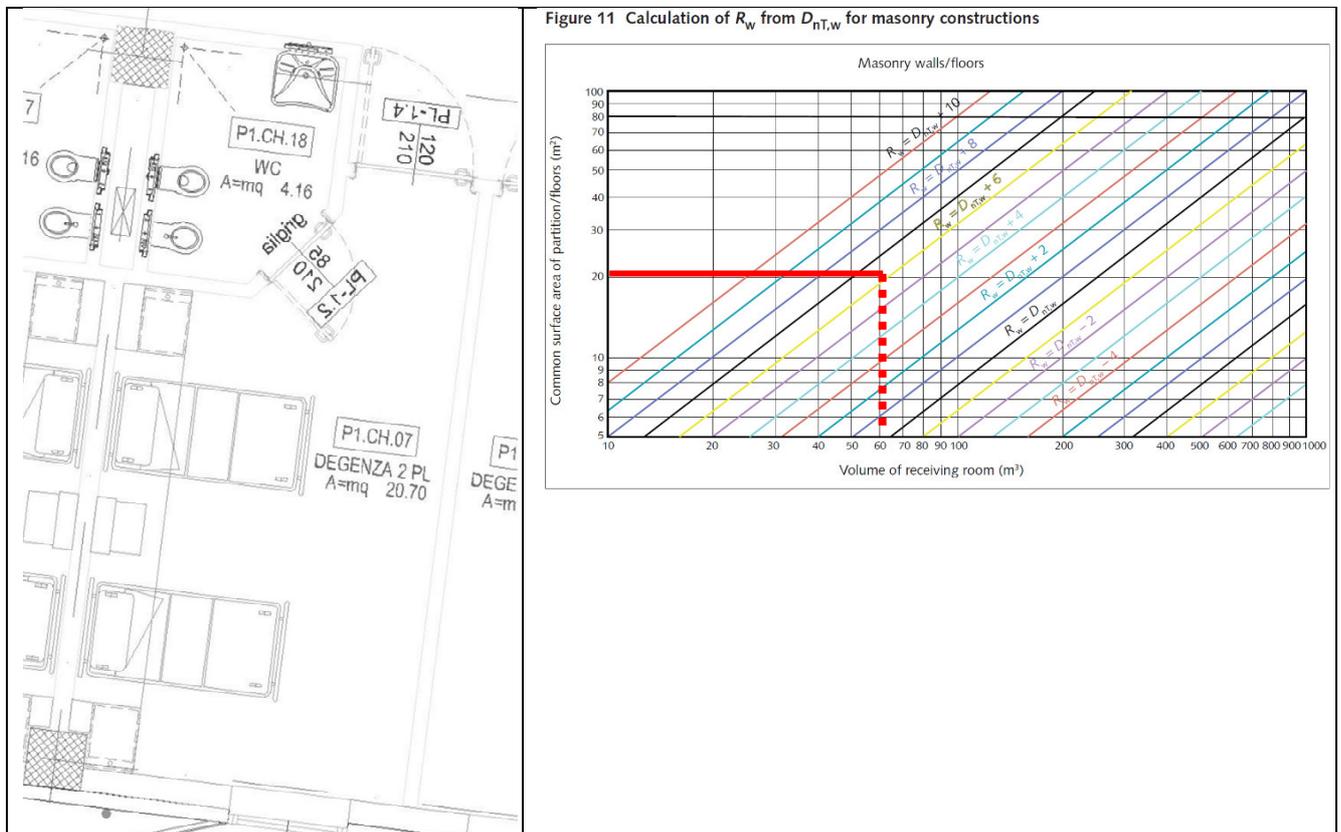
$$R'_w = D_{nT,w} + 10 \log \left(3,125 \left(\frac{S}{V} \right) \right) \text{ dB}$$

Dove:

S = superficie divisoria tra ambiente emittente ed ambiente ricevente;

V = volume ambiente ricevente.

Per poter determinare l'isolamento acustico normalizzato tra ambienti si utilizzerà il grafico sottostante (caso di strutture pesanti, tratta dal manuale tecnico "Specialist services - Health Technical - Memorandum 08-01: Acoustics - Department of Health (UK)"): la procedura è la stessa descritta nel paragrafo precedente.



Superficie separazione ambiente emittente e ricevente ≈ 21 m²

Volume ambiente ricevente ≈ 63 m³

⁴ $R_w = 20 \log(m')$ dB, dove m' = massa superficiale in kg/m²; al risultato viene applicato un fattore correttivo pari a -2 dB come indicato dalla Norma UNI/TR 11175

⁵ Per determinare il contributo al potere fonoisolante è necessario determinare la frequenza $f_0 = 160 \sqrt{s' \left(\frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)}$, dove s' = rigidità dinamica del materiale resiliente [MN/m³], m'_1 = massa superficiale della struttura di base [kg/m²] e m'_2 = massa superficiale dell'elemento di rivestimento [kg/m²], $f_0 = 45$ Hz, dalla tabella del prospetto D.1 UNI EN ISO 12354-1:2017 è possibile determinare il contributo $\Delta R_w = 74,4 - 20 \log(f_0) - \frac{R_w}{2} = 74,4 - 33,1 - 26,5 \cong 14$ dB, al risultato viene applicato un fattore correttivo pari a -2 dB come indicato dalla Norma UNI/TR 11175

Risulta quindi:

$$D_{nT,w} = R_w - 8 \text{ dB} = 65 - 6 \text{ dB} = 59 \text{ dB}.$$

Come indicato dalla UNI/TR 11175, è necessario considerare un fattore cautelativo di almeno 2 dB, il valore risultante $D_{nT,w} = 57 \text{ dB}$, quindi

$$R'_w = D_{nT,w} + 10 \log \left(3,125 \left(\frac{S}{V} \right) \right) = 57 + 10 \log \left(3,125 \left(\frac{21}{63} \right) \right) = 57 + 0,2 \approx 57 \text{ dB}$$

valore di potere fonoisolante apparente superiore alla prestazione superiore secondo l'Appendice A della norma UNI 11367 per ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare ma di diversi "reparti" (minimo 56 dB).

5. INDICE DI VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI RUMORE DA CALPESTIO NORMALIZZATO

$L'_{n,w}$

Per la stima teorica del livello di rumore di calpestio la norma UNI EN ISO 12354-2:2017 propone un modello di calcolo semplificato che si basa sul calcolo degli indici di valutazione.

Il metodo semplificato, applicabile nell'intervallo da 100 kg/m² a 600 kg/m², consente di stimare direttamente l'indice di valutazione del livello equivalente di pressione sonora di calpestio normalizzato di solaio omogeneo, senza pavimento galleggiante, mediante la seguente relazione empirica:

$$L_{n,w,eq} = 164 - 35 \log \left(\frac{m'}{m_0} \right)$$

dove:

m' = massa superficiale del solaio grezzo, nel caso in esame 590 kg/m²;

m_0 = massa di riferimento pari a 1 kg/m².

Sviluppando i calcoli si ottiene:

$$L_{n,w,eq} = 164 - 35 \log \left(\frac{590}{1} \right) = 164 - 96 \cong 68 \text{ dB}$$

Stando ai risultati di prove sperimentali eseguite dal CNR e dal Galileo Ferraris, per la tipologia di solaio (latero-cemento) prevista nel progetto architettonico, tale formula risulterebbe sovrastimare l'isolamento al calpestio⁶. Da letteratura si ricava un'altra relazione più conservativa, riportata di seguito, ripresa anche dalle Linee Guida regionali:

$$L_{n,w,eq} = 160 - 30 \log \left(\frac{m'}{m_0} \right)$$

Sviluppando i calcoli si ottiene:

$$L_{n,w,eq} = 160 - 30 \log \left(\frac{590}{1} \right) = 160 - 83 \cong 77 \text{ dB}$$

Cautelativamente si assume quindi pari a 77 dB il livello di rumore al calpestio del solaio grezzo (privo di pavimento galleggiante).

Si determina quindi l'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico $L'_{n,w}$ attraverso la relazione:

$$L'_{n,w} = L_{n,w,eq} - \Delta L_w + K$$

⁶ E. Brosio *Possibilità di previsione del comportamento acustico di strutture in laterizio*. Tratto da "Il collaudo acustico degli edifici secondo il DPCM 5-12-97". Ancona 15 giugno 2005.

Per solaio interpiano nudo in latero cemento con travetti a traliccio spessore (1,5+16+4) si registra uno scostamento di 5 dB tra il livello normalizzato da calpestio in opera rilevato dal Laboratorio di Acustica dell'Università di Bologna e il livello stimato con tale formula.

dove:

ΔL_w = indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio, ottenuta con la posa in opera di isolante e pavimentazione, rispetto al solaio grezzo dB;

K = termine di correzione trasmissione dei rumori di calpestio attraverso le strutture laterali omogenee dB.

Il valore correttivo (K) varia in funzione della massa superficiale media degli elementi laterali omogenei, non ricoperti da rivestimenti resilienti, e della massa superficiale del solaio di separazione. Nel caso in esame viene stimato cautelativamente pari a 4 dB (norma UNI/TR 11175:2005 - prospetto 5).

L'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio (ΔL_w), ottenuta con la posa del pavimento galleggiante, è funzione della rigidità dinamica del materassino anticalepestio suddetto ($s' = 11 \text{ MN/m}^3$) e della massa superficiale del massetto (m' circa 183 kg/m^2). L'indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio (ΔL_w) viene determinato attraverso la seguente relazione:

$$\Delta L_w = 13 \log(m') - 14,2 \log(s') + 20,8$$

Quindi=

$$\Delta L_w = 13 \log(183) - 14,2 \log(11) + 20,8 = 29,4 - 14,8 + 20,8 = 35,4 \approx 35 \text{ dB}$$

Si ottiene quindi, $L'_{n,w} = 77 - 35 + 4 = 46 \text{ dB}$, valore inferiore alla prestazione superiore secondo l'Appendice A della norma UNI 11367 per ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare (massimo 53 dB).

6. INDICE DI VALUTAZIONE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA $D_{2m,nT,w}$

La normativa stabilisce che la misura in opera di tale grandezza venga effettuata a partire dalle misure dei livelli di pressione sonora: in particolare quello esterno a 2 m dalla facciata, prodotto dal rumore da traffico se prevalente o da altoparlante con angolo di incidenza sulla facciata pari a 45° ($L_{1,2m}$) e quello interno (L_2) dato dalla seguente formula:

$$L_2 = 10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \right)$$

in cui L_i sono gli n livelli sonori misurati per ciascuna banda di terzi d'ottava (con n pari al numero intero immediatamente superiore a un decimo del volume dell'ambiente ricevente e comunque non minore di cinque) applicando successivamente la seguente relazione:

$$D_{2m,nT} = D_{2m} + 10 \log \frac{T}{T_0}$$

in cui:

$D_{2m} = L_{1,2m} - L_2$ (dB) è la differenza tra i livelli sonori precedentemente definiti

T (s) = tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente

T_0 (s) = tempo di riverberazione di riferimento (0.5 s)

In questa fase progettuale, il calcolo dell'isolamento acustico di facciata si effettua applicando la relazione fornita dalla UNI 12354-3, che calcola il relativo indice di valutazione:

$$D_{2m,nT} = R'_w + \Delta L_{fs} + 10 \log \frac{V}{6T_0S}$$

in cui:

R'_w = indice di valutazione del potere fonoisolante apparente di facciata

ΔL_{fs} = termine correttivo che quantifica l'influenza della forma della facciata

V = volume interno del locale

T_0 = tempo di riverberazione di riferimento assunto pari a 0.5 s

S = superficie di facciata vista dall'interno

L'indice del potere fonoisolante apparente in facciata, si calcola tenendo conto di tutti gli elementi che la compongono, sommando gli indici di valutazione del potere fonoisolante di ciascun elemento costituente la facciata, distinguendo tra elementi considerati normali (murature e finestre) e dai piccoli elementi (prese aria, bocche di ventilazione con superficie inferiore a 1 m²); la formula utilizzata è la seguente:

$$R'_{w} = -10\log\left(\sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} 10^{\frac{-R'_{iw}}{10}} + \frac{A_0}{A} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{-D_{m,i}}{10}}\right) - K$$

in cui:

R'_{iw} (dB) = indici di valutazione dei poteri fonoisolanti degli n elementi i che compongono la facciata

S_i (m²) = superfici degli n elementi i che compongono la facciata

S (m²) = superficie totale della facciata

A_0 (m²) = area equivalente di assorbimento acustico di riferimento (pari a 10 m²)

$D_{m,i}$ (dB) = isolamenti acustici normalizzati degli m piccoli elementi i di facciata, e si calcolano utilizzando la seguente formula:

$$D_{m,i} = -10\log\left(\frac{S_i}{10}\right)$$

Il termine ΔL_{fs} dipende dalla forma della facciata, dall'assorbimento acustico delle superfici aggettanti (balconi) e dalla direzione del campo sonoro. La forma della facciata si individua su una sezione verticale della facciata in cui le eventuali barriere (parapetti di balconi, ecc., cfr figura seguente) sono indicate solo se a sezione piena; l'assorbimento w si riferisce all'indice di valutazione dell'assorbimento sonoro come definito dalla norma UNI EN ISO 11654. Il valore massimo per w (0,9) si applica anche qualora la superficie riflettente sopra la facciata sia assente. La direzione dell'onda sonora incidente, si caratterizza mediante l'altezza definita dall'intersezione tra la linea di veduta dalla sorgente ed il piano della facciata.

Per la schematizzazione e determinazione del contributo dato dalla forma di facciata si rimanda al Prospetto 6 della Norma UNI/TR 11175:2005, nel caso specifico si considera pari a 0.

K è un coefficiente che tiene conto della trasmissione laterale, si assume pari a 0 per elementi di facciata non connessi e pari a 2 per elementi di facciata pesanti con giunti rigidi, nel caso in esame, anche se siamo in presenza di pareti leggere (a secco con massa superficiale < 100 kg/m²) verrà assunto il valore pari a 2.

I serramenti saranno in alluminio a taglio termico, sezione da 75 cm, realizzati con profilati estrusi in lega primaria di alluminio, anta apribile a battente/apribile ad anta ribalta/fissa motorizzabile. Vetrocamera costituita da lastra esterna ed interna stratificate con pellicola acustica con intercapedine sp. 20 mm. Isolamento acustico 45 dB (come da specifiche tecniche ditta fornitrice).

La parete "cieca" (M-PE-01) risulta così composta (dall'interno verso l'esterno):

- lastra in gesso rivestito fibrato spessore 12,5 mm.
- Lastra di gesso rivestito spessore 12,5 mm.
- struttura di sostegno in metallo da 100 mm. con all'interno pannello in lana minerale spessore 95 mm. con densità 22 kg/m³
- lastra in gesso rivestito fibrato spessore 12,5 mm.
- struttura di sostegno in metallo da 100 mm. con all'interno pannello in lana minerale spessore 95 mm. con densità 22 kg/m³
- lastra in gesso fibrato rinforzato spessore 12,5 mm.

Tale stratigrafia garantisce un potere fonoisolante di 69 dB⁷ (per confronto con soluzioni similari riportate nella norma UNI/TR 11175), a tale valore verrà applicato un coefficiente pari a - 4 dB a compensare eventuali difetti di posa.

⁷ Valutazione analitica con riferimento al rapporto di prova del laboratorio Istituto Giordano n° 355572

Verranno effettuate di seguito le verifiche prestazionali sui vani rappresentativi (per i codici identificativi dei vari locali si rimanda alle tavole architettoniche) al fine di appurare la prestazione complessiva della parete⁸ (il valore risultante è arrotondato all'unità inferiore), con un margine cautelativo di almeno 2 dB superiore al limite minimo richiesto per legge (quindi 47 per ambienti ospedalieri, es. Degenze, e 45 per ambienti "lavorativi", es. Ambulatori):

Ambienti	Parametri di calcolo						
	Sup. facciata interna [m ²]	Sup. finestra [m ²]	Sup. opaca [m ²]	R _w opaco [dB]	R _w infisso [dB]	Vol. [m ³]	D _{2m,nT,w} [dB]
<i>Livello -1</i>							
P-1.MU.08	11,89	4,44	7,46	65	45	62,10	49
P-1.PS.66	11,64	4,44	7,21	65	45	62,31	49
P-1.PS.60	24,14	8,88	15,27	65	45	105,33	48
P-1.LB.06	23,79	8,88	14,91	65	45	163,29	50
P-1.LB.02	11,64	4,44	7,21	65	45	83,16	50
P-1.PS.41	12,96	4,44	8,52	65	45	50,37	48
<i>Livello 0</i>							
P0.SU.02	8,10	5,06	3,04	65	45	49,20	48
P0.SU.05	8,10	5,06	3,04	65	45	74,76	49
P0.DI.38	13,69	5,06	8,63	65	45	85,92	50
P0.DI.05	13,28	5,06	8,22	65	45	72,93	49
P0.AM.08	14,18	5,06	9,11	65	45	61,20	49
P0.FO.01	28,15	10,13	18,02	65	45	122,88	49
P0.AI.32	13,28	5,06	8,22	65	45	67,56	49
P0.TI.05	13,28	5,06	8,22	65	45	54,54	48
P0.AI.30	13,69	5,06	8,63	65	45	101,52	51
<i>Livello 1</i>							
P1.CH.08	11,89	4,44	7,46	65	45	62,10	49
P1.CH.33	10,22	4,44	5,79	65	45	41,82	47
P1.DU.01*	71,36	26,63	44,73	65	45	519,18	51
P1.DH.01	12,43	4,44	7,99	65	45	60,03	49
P1.DS.02	11,64	4,44	7,21	65	45	61,95	49
P1.DS.08	11,89	4,44	7,46	65	45	61,20	49
<i>Livello 2</i>							
P2.OG.22	11,89	4,44	7,46	65	45	80,28	50
P2.OG.17	11,89	4,44	7,46	65	45	59,88	49
P2.PE.23	11,89	4,44	7,46	65	45	80,16	50
P2.PE.04	11,64	4,44	7,21	65	45	52,80	48
P2.IN.19	11,47	4,44	7,03	65	45	69,06	50
P2.IN.02	11,89	4,44	7,46	65	45	62,10	49
P2.BP.04	11,89	4,44	7,46	65	45	60,75	49
P2.NE.01	11,47	4,44	7,03	65	45	58,56	49
P2.NE.06	12,71	4,44	8,27	65	45	40,74	47
P2.NE.09	24,85	8,88	15,98	65	45	79,23	47
P2.OG.06	12,71	4,44	8,27	65	45	42,51	48
P2.PE.06	11,47	4,44	7,03	65	45	52,80	48
P2.PE.11	11,47	4,44	7,03	65	45	68,79	50
<i>Livello 3</i>							
P3.SD.01	12,43	4,44	7,99	65	45	61,20	49
B_L03_125	11,16	4,50	6,66	53	48	55,80	49

* Gli altri ambienti risultano non collaudabili ai sensi della UNI EN ISO 16283-3 - 2016 "Acustica - Misure in opera dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 3: Isolamento acustico di facciata" (volume massimo degli ambienti 250 m³)

⁸ Ai fini del raggiungimento dei valori di fonoisolamento degli infissi indicati ed utilizzati per l'elaborazione, si raccomanda fortemente la posa in opera di tutti i serramenti secondo quanto indicato dalla UNI 11296:2018 - Acustica in edilizia - Posa in opera di serramenti e altri componenti di facciata - Criteri finalizzati all'ottimizzazione dell'isolamento acustico di facciata dal rumore esterno

7. RUMORE PRODOTTO DA IMPIANTI A FUNZIONAMENTO CONTINUO E DISCONTINUO

Allo stato odierno non esistono metodologie di calcolo predittive per la rumorosità generata dagli impianti; la stima dei livelli di rumorosità prodotti dagli impianti tecnologici è estremamente problematica, poiché le variabili in gioco sono molteplici e i risultati sono spesso imprevedibili, causa la notevole difficoltà a sintetizzare aspetti quali materiali impiegati, posa in opera, caratteristiche dell'edificio. Per tale motivo è possibile soltanto definire una previsione quantitativa del fenomeno.

In mancanza di un dato previsionale, verranno descritti alcuni consigli di "buona tecnica" utili a contenere il fenomeno della trasmissione del rumore per Via strutturale, essendo questa la componente del rumore maggiormente significativa per quanto attiene gli impianti tecnologici.

Tali valori sono da verificarsi tramite misure effettuate in opera, e le misure devono essere eseguite nell'ambiente nel quale il livello di rumore è più elevato, il quale deve essere un ambiente diverso da quello in cui il rumore si genera.

Di seguito si riportano alcune indicazioni e le misure necessarie per la corretta posa in opera finalizzate al contenimento ed alla trasmissione del rumore proveniente dagli impianti.

7.1 IMPIANTI IDROSANITARI (SERVIZI A FUNZIONAMENTO DISCONTINUO)

Per arginare la propagazione del rumore provocato dalle colonne di scarico bisogna mantenere basse le vibrazioni delle pareti del tubo contro ogni forza eccitante, evitandone così la propagazione all'edificio.

I metodi per ottenere questo obiettivo sono:

Con lo scopo di eliminare il disturbo da rumore proveniente dagli impianti idrico-sanitari, si stabilisce che:

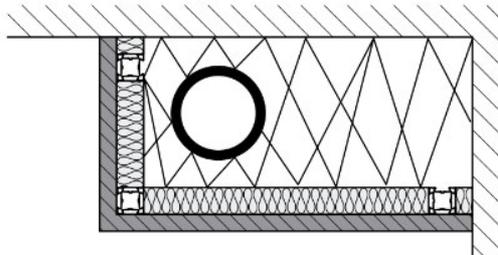
- Utilizzare tubazioni con struttura del tipo a 3 strati o di tecnologia "silent" (ad alta densità e multicomposito);
- rivestire i tubi con del materiale morbido prima di essere annegati nel calcestruzzo;



- fissaggio dei tubi tramite l'utilizzo di collari corredati di kit fonoassorbente;



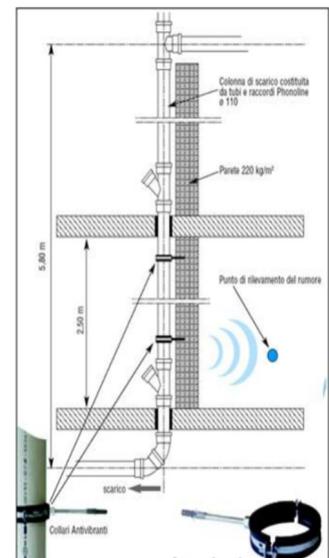
- installazione della colonna di scarico principale all'interno di un cavedio appositamente realizzato (spessore 170 mm. con sistema a varie lastre, sistemi a doppie lastre con strutture distinte, e materiale fonoassorbente all'interno);



- cambiamento di direzione della colonna al di sotto della soletta realizzando, in presenza di variazioni a 90°, tratti di smorzamento utilizzando due curve a 45° ed un tubo di lunghezza pari a due volte il diametro usato;
- Le cassette degli scarichi dei bagni non devono essere posizionate nelle pareti di separazione tra due diverse unità abitative. (realizzare cavedio tecnico)
- Tutti i rubinetti dovranno essere dotati di elementi "rompi-getto".

INDICAZIONI DI CORRETTO ANCORAGGIO

- Ancorare le tubazioni orizzontali adottando una distanza fra i bracciali pari a 10 volte il diametro del tubo. Per condotte verticali invece adottare una distanza da 1 a 2 metri in funzione del diametro del tubo da posare.
- Fissare i bracciali sulle pareti dell'edificio.
- Per le colonne verticali non esistono particolari problemi. Infatti la presenza di bicchieri ad innesto unita alla ridotta lunghezza degli spezzoni di tubazione non richiede l'adozione di particolari accorgimenti.
- Nel caso di tubazioni verticali che attraversano più piani è bene montare un bracciale di guida vicino al bicchiere d'innesto, ed un secondo bracciale alla distanza consigliata sopra. In questo caso il fissaggio alla soletta costituisce di per sé un ancoraggio a punto
- Se l'attraversamento delle solette è effettuato con foro passante si deve montare un bracciale a punto fisso ed un bracciale di guida per ogni tubo; i primi devono essere montati sopra i raccordi o all'estremità inferiore del tubo.



7.2 ASCENSORI (SERVIZIO A FUNZIONAMENTO DISCONTINUO)

Si possono distinguere due tipologie di ascensori:

- gli ascensori idraulici (oleodinamici) a pistone;
- gli ascensori elettrici a fune.

La prima tipologia è la più silenziosa e il compressore idraulico che lo comanda dovrà essere montato in un apposito locale isolato su supporti antivibranti, con una corsa ridotta che ne limiti l'impiego negli edifici più alti. La seconda tipologia, ossia gli ascensori a fune, sono solitamente trainati da un motore elettrico posto sopra il vano ascensore e le cui vibrazioni dovranno essere isolate con un basamento inerziale costituito da supporti antivibranti (aventi deflessione statica di 10-20 mm). Inoltre, tutta la pavimentazione della sala dovrà essere posta su massetto galleggiante (si consigliano almeno su 2 strati) stesi a facce contrapposte, le pareti ed il soffitto del vano tecnico in cui è posta la macchina dovranno essere opportunamente isolate dal punto di vista acustico

e le guide dovranno essere vincolate alle strutture con interposizione di elementi resilienti. Si riporta di seguito un esempio di quanto appena descritto:

- la muratura del vano in cui scorre l'ascensore dovrà essere più pesante, almeno 250 kg/m² a cui, all'interno degli alloggi confinanti, dovrà essere addossato un contromuro in laterizio di almeno 8 cm con una intercapedine di 6 cm isolata con isolante acustico (lo spessore varierà a seconda della casa produttrice);
- in alternativa, il contromuro potrà essere costituito da una parete leggera in gesso rivestito su telaio metallico da 4,9 cm, con intercapedine isolata con materiale isolante ed il cui spessore varierà, anche in questo caso, a seconda della tipologia scelta.

Per limitare ulteriormente la trasmissione di rumori laterali il vano tecnico in cui scorre l'ascensore e su cui appoggia il motore, sarà opportunamente isolati dal resto del fabbricato.

7.3 IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE (SERVIZI A FUNZIONAMENTO CONTINUO)

Normalmente un impianto di climatizzazione è costituito dalle seguenti parti:

- condotti di aspirazione dell'aria di rinnovo dall'esterno;
- unità di trattamento dell'aria, che di solito comprendono i ventilatori di mandata;
- condotti per la distribuzione dell'aria trattata agli ambienti (mandata);
- condotti per l'aspirazione dell'aria dagli ambienti e per lo scarico all'esterno (ripresa) con i ventilatori di ripresa;

Normalmente i ventilatori costituiscono le sorgenti più importanti ed il rumore generato si trasmette agli ambienti principalmente per Via aerea lungo i condotti, a partire sia dal ventilatore di mandata che a quello di ripresa. Sussistono, inoltre, sorgenti secondarie (ovvero punti di possibile irradiazione) lungo i condotti (curve, serrande, bocchette terminali): se l'impianto è ben progettato, queste generano potenze sonore inferiori a quelle dei ventilatori. Infine, ci può essere trasmissione di rumore per Via solida e fuoriuscite attraverso le pareti dei condotti (trasmissione laterale). Le possibilità d'intervento sono due: ridurre il livello di potenza sonora delle sorgenti o incrementare l'attenuazione tra sorgente e l'ambiente. Per l'attenuazione lungo i percorsi, è opportuno valutare l'eventuale adozione di silenziatori, l'incremento del potere fonoisolante delle pareti laterali dei condotti (per ridurre le sfuggite laterali) e l'impiego di supporti antivibranti (per ridurre la trasmissione per Via solida), oltre ad una opportuna progettazione del potere fonoisolante delle pareti degli spazi rumorosi. Per le sorgenti occorre distinguere tra ventilatori (A) e sorgenti secondarie (B); per minimizzare il livello di potenza sonora dei ventilatori sarà necessario:

- adottare ventilatori che generino bassi livelli di potenza sonora in condizioni nominali, specialmente a bassa frequenza (250 Hz); ciò significa preferire basse velocità di rotazione e grandi diametri di pale;
- i ventilatori dovranno funzionare in condizioni prossime a quelle nominali per avere la massima efficienza meccanica oltre che il minimo livello di potenza sonora;
- dovranno essere adottate modalità di installazione appropriate, affinché non si generino forti turbolenze in prossimità delle pale (e per non incrementare il livello di potenza), ed evitando di installare i ventilatori nei pressi di irregolarità del condotto (imboccature, curve, ecc.).

Per le sorgenti secondarie la soluzione principale per ridurre il livello di potenza sonora sarà quello di diminuire la velocità dell'aria lungo i condotti (una riduzione dell'aria pari al 12% garantisce una riduzione della potenza sonora generata pari a 4 dB).

Altri interventi consistono nell'adottare curve raccordate e strozzature troppo marcate. Particolare attenzione dovrà essere posta nella posa delle unità terminali (bocchette e diffusori), basandosi sui dati dei costruttori (che devono certificarli riferendoli alla condizione di funzionamento prevista nell'impianto in esame) o, se l'ottimizzazione acustica delle sorgenti non è sufficiente, aumentando l'attenuazione della rete dei condotti attraverso l'adozione di:

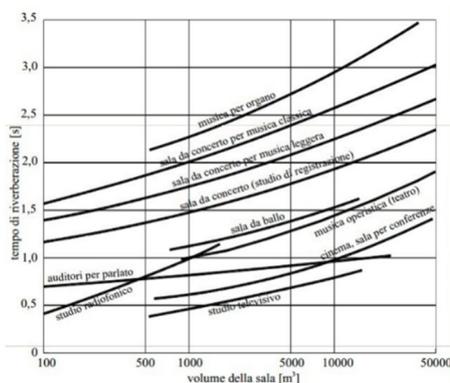
- silenziatori (principali, ossia volti ad attenuare il rumore prodotto dai ventilatori, o secondari, ossia volti ad attenuare il rumore generato dalle sorgenti secondarie, usualmente forniti dalle stesse case produttrici delle Centrali di Trattamento Aria);
- bocchette acustiche (proponibili di solito solo per condotti di aspirazione e di scarico verso l'esterno); Inoltre, per ridurre la trasmissione laterale occorrerà:
- aumentare il potere fonoisolante dei condotti, attraverso un rivestimento dall'esterno di uno strato resiliente (ad esempio lana minerale o schiuma di poliuretano);
- nei punti più "acusticamente" sensibili (come attraversamenti di locali ad uso di degenti, da specificare a progettazione costruttiva), fasciatura finale di massa significativa (almeno 10 Kg/m²), per ottenere un incremento di potere fonoisolante fino a 7 dB per frequenze fino a 2 Hz e di 10 dB per frequenze superiori.

Infine, per ridurre la trasmissione per via solida sarà necessario:

- minimizzare l'energia trasmessa alle strutture adottando supporti antivibranti per i ventilatori (sarà premura della ditta fornitrice delle macchine determinare la tipologia degli antivibranti secondo le proprie caratteristiche costruttive);
- connessioni elastiche per le parti in movimento e le parti fisse;
- realizzazione di fissaggi con interposizione di materiali resilienti.

8. QUALITÀ ACUSTICA DEGLI AMBIENTI

Il valore del tempo di riverberazione che coniuga le due esigenze contrapposte di buona intelligibilità e sufficiente livello di intensità è il tempo di riverberazione ottimale. Esso deve assumere, a seconda delle condizioni di ascolto, un valore tale da offrire il miglior compromesso per l'influenza del campo sonoro riverberato sulla qualità dell'ascolto.



Tipologia di ambiente	T ₆₀ ottimo (secondi)
Aula piccola	0,5
Aula grande	1
Cinema	0,7-0,8
Teatro dell'opera	1,3-1,5
Concert hall	1,7-2,3

Figura 3 - Tempo di riverberazione ottimale per la banda di ottava con frequenza centrale pari a 500 Hz in funzione del volume e della destinazione d'uso del locale.

8.1 DESCRITTORI ACUSTICI DELL'INTELLEGGIBILITÀ

8.1.1 C₅₀

La Chiarezza della parola (C₅₀) concerne la qualità della comunicazione tra due persone e la nitidezza del trasferimento di un discorso da un emittente a un ricevente. Questo parametro prende in esame l'intervallo di tempo che intercorre tra l'emissione del suono diretto e la comparsa delle prime riflessioni, che hanno la caratteristica di rinforzare l'intensità del suono, al contrario delle riflessioni successive che possono essere percepite come fastidiose. Tale indice viene calcolato attraverso un bilancio energetico, confrontando l'energia sonora iniziale con quella successiva ad una soglia temporale definita in base al fine della misurazione. Nel caso di chiarezza del parlato, l'intervallo temporale considerato è di 50 millisecondi e la formula utilizzata è la seguente:

$$C_{50} = \frac{\int_0^{50 \text{ ms}} p^2(t) dt}{\int_{50 \text{ ms}}^{\infty} p^2(t) dt}$$

Ed il valore limite è ≥ 0 per gli ambienti adibiti al parlato (nel caso in esame) e ≥ -2 per gli ambienti adibiti ad attività sportive.

8.1.2 STI

Lo Speech Transmission Index (STI) o "indice di trasmissione del parlato" quantifica l'effetto combinato dell'interferenza del rumore di fondo e della riverberazione sull'intelligibilità del parlato, ossia rappresenta l'effetto del sistema di trasmissione, in questo caso l'ambiente, sull'intelligibilità del parlato. Si calcola come valore medio del rapporto segnale/disturbo apparente (S/N) in un campo di frequenze che sono ritenute importanti per la modulazione di inviluppo del segnale vocale. In questo caso il valore limite è ≥ 0.6 per gli ambienti adibiti al parlato (nel caso in esame) e ≥ 0.5 per gli ambienti adibiti ad attività sportive. La Norma 11532 – 2018 definisce i metodi di calcoli di tali parametri.

8.2 ANALISI PROGETTUALE DEGLI AMBIENTI

Per poter intervenire acusticamente in maniera corretta e nello spirito di progettazione verranno collocati elementi superficiali fonoassorbenti realizzate con pannelli con forometrie variabili dalle seguenti caratteristiche di fonoassorbimento:

Coefficiente di fonoassorbimento	Frequenze					
	125	205	500	1000	2000	4000
A	0,15	0,40	0,72	0,79	0,45	0,43

L'efficacia dei trattamenti fonoassorbenti ambientali è stimabile con la seguente relazione di Sabine:

$$T_R = 0.160 \frac{V}{A}$$

Dove:

T_R = tempo di riverbero [s]

V = volume dell'ambiente [m^3]

A = area equivalente di assorbimento acustico totale [m^2] (coefficiente di assorbimento x superfici assorbenti)⁹.

Di seguito si riportano i valori determinati per gli ambienti in cui l'intelligibilità del parlato (oltre che al tempo di riverbero) rivestono un'importanza fondamentale e che sono anche indicate nel paragrafo C.1 Generalità¹⁰ della UNI 11367:2010:

Ambiente	C50	STI
PO.FO.04 (Aula – Sala Riunioni)	3,2	0.67
Valori di riferimento Prospetto C.1 UNI 11367:2010	≥ 0.00	≥ 0.60

Si rileva che la prestazione relativa al tempo di riverbero (0,62 sec.) è inferiore al valore ottimale estratto dalla tabella di riferimento (Figura 4).

⁹ Ai fini di calcolo sono stati considerati i seguenti elementi con le relative prestazioni fonoassorbenti:

Assorbimento Hz	125	250	500	1000	2000	4000
Pavimento	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
vetro infisso	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
cartongesso	0,2	0,15	0,1	0,07	0,07	0,07
porta	0,3	0,2	0,15	0,1	0,15	0,1

¹⁰ Appendice C Indicazioni per la valutazione delle caratteristiche acustiche interne degli ambienti

9. CONCLUSIONI

Alla luce dei risultati ottenuti si conclude che l'opera in oggetto è conforme alle disposizioni legislative acustiche in materia dei requisiti acustici passivi.

RACCOMANDAZIONI

Sia durante le lavorazioni che al termine dei lavori si raccomanda collaudo acustico degli impianti analizzati tramite sessione fonometrica e rilascio dei relativi certificati.

Le considerazioni precedentemente riportate, relativamente alle tipologie costruttive dei manufatti ed ai materiali utilizzati partono dal requisito fondamentale di una posa in opera a regola d'arte; la non corretta posa in opera dei materiali o sistemi di isolamento acustico inficia in maniera determinante i risultati prevedibili in fase progettuale.

Oltre alle indicazioni generali di buona posa in opera sopra descritte, per l'intervento edificatorio in oggetto saranno individuate di volta in volta le soluzioni da adottare in accordo con la Direzione Lavori, in considerazione anche delle eventuali modifiche che potrebbero essere apportate per venire incontro con l'evolversi della realizzazione dell'opera.