



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero dell'Istruzione



Italiadomani

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

FUTURA LA SCUOLA PER L'ITALIA DI DOMANI

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR)

MISSIONE 4: Istruzione e ricerca

COMPONENTE 1: Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle università

INVESTIMENTO 1.1: Piano per asili nido e scuole dell'infanzia e servizi di educazione e cura per la prima infanzia

REALIZZAZIONE DI UN POLO PER L'INFANZIA - NUOVO ASILO NIDO

CUP G41B22001910006 - CIG 9688378E6F

COMMITTENTE:

COMUNE DI VARALLO POMBIA

SINDACO: **Joshua Carlomagno**

RUP: **Geom. Ferrario Massimiliano**



PROGETTISTA:

3TI PROGETTI ITALIA-INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Via delle Sette Chiese n.142 - Roma

C.F e P.IVA n° 07025291001



Ing. Alfredo Ingletti - Iscritto all'ordine degli Ingegneri di Roma n. 16300

IMPRESA ESECUTRICE:

NEOCOS S.r.l

Via Gozzano n.66/68 - Borgomanero (NO)

P.IVA n° 01128640032



PROGETTO ESECUTIVO

Descrizione elaborato:

PARTE GENERALE

RELAZIONI SPECIALISTICHE

Relazione sui requisiti acustici (Legge 447/95 d.p.c.m 5/12/97)

Data:
Ottobre 2023

Scala:
-

Codice elaborato:
NAN.PE.GEN.RS.RT.002

Revisione:
A.01

A.01	Ott 2023	EMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO
Revisione	Data	Descrizione

SOMMARIO

1.	PREMESSA.....	3
2.	RIFERIMENTI NORMATIVI	4
2.1.	Valori limite per il caso in esame	4
3.	DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO IN ESAME	6
4.	CALCOLO DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI	8
4.1.	Dati di ingresso per il calcolo (Requisiti prestazionali intrinseci)	9
4.2.	Valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi.....	12
4.2.1.	Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$	13
4.2.2.	Indice dell'isolamento acustico normalizzato $D_{nT,w}$	14
5.	CARATTERISTICHE ACUSTICHE INTERNE DEGLI AMBIENTI	16
5.1.	Stima del tempo di riverbero	17
5.2.	Caratteristiche prestazionali e descrittive dei materiali prescelti	17
5.3.	Calcolo previsionale STI.....	18
5.4.	Riepilogo sintetico	18
6.	LIVELLO DI RUMORE DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI	20
6.1.	Prescrizione per la posa in opera degli impianti tecnologici	20
7.	CONCLUSIONI.....	26
	APPENDICE A – SIMBOLI E DEFINIZIONI	27
	APPENDICE B – TIPO DI FORMA DELLA FACCIATA	30
	APPENDICE C – REQUISITI ACUSTICI PASSIVI E METODI DI VERIFICA.....	31

PD	PROGETTO ESECUTIVO							
	PARTE GENERALE				ELABORATI SPECIALISTICI			
	Relazione sui requisiti acustici passivi				NAN	PE	GEN	RS RT 002 pag. 2/66

ALLEGATO 1 – TITOLO DI QUALIFICA DEL TECNICO.....50

REALIZZAZIONE DI UN POLO PER L'INFANZIA - NUOVO ASILO NIDO

Committente:

COMUNE DI
VARALLO POMBIA



Progettista:



Impresa esecutrice:



PD	PROGETTO ESECUTIVO							
	PARTE GENERALE				ELABORATI SPECIALISTICI			
	Relazione sui requisiti acustici passivi				NAN	PE	GEN	RS RT 002 pag. 3/66

1. PREMESSA

L'intervento in esame riguarda la realizzazione di un nuovo asilo nido a servizio del comune di Varallo Pombia (NO). La capienza della nuova struttura sarà pari a n. 33 bambini e sarà situata in Via A. Insignoli.

Al fine di verificare la rispondenza prestazionale dei componenti edilizi da un punto di vista acustico sono stati realizzati calcoli manuali utilizzando, per i dati di ingresso, le stratigrafie delle partizioni verticali e le relative masse superficiali e volumetriche, desunte dagli elaborati del progetto architettonico, compreso le denominazioni degli ambienti.

Si premette che, come disposto dal Decreto 22 giugno 2023 sui Criteri Ambientali Minimi (CAM), al paragrafo 2.4.11 "Prestazioni e comfort acustici" riguardo al rispetto dei requisiti acustici passivi e del confort interno, per interventi su edifici esistenti va assicurato il miglioramento dei requisiti acustici passivi preesistenti. Detto miglioramento non è richiesto quando l'elemento tecnico rispetti le prescrizioni sopra indicate, quando esistano vincoli architettonici o divieti legati a regolamenti edilizi e regolamenti locali che precludano la realizzazione di soluzioni per il miglioramento dei requisiti acustici passivi, o in caso di impossibilità tecnica ad apportare un miglioramento dei requisiti acustici esistenti degli elementi tecnici coinvolti.

La presente valutazione previsionale del clima acustico è stata eseguita da:

- Dott. Ing. Anna Tarsitano (iscrizione al n° 1155 elenco dei Tecnici Competenti in Acustica Ambientale della Regione Lazio e iscrizione al n° 7708 elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica ai sensi dell'art. 21 del D.Lgs 17/02/2017 n. 42).



PD	PROGETTO ESECUTIVO							
	PARTE GENERALE				ELABORATI SPECIALISTICI			
	Relazione sui requisiti acustici passivi				NAN	PE	GEN	RS RT 002 pag. 4/66

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

- Legge 26 ottobre 1995 n° 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico";
- D.P.C.M. 5/12/97 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici";
- Circolare del Ministero dell'Ambiente 9/03/1999 (richiesta parere in merito all'applicabilità del D.P.C.M. 5/12/1997 recante "determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici");
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Adunanza del 26/06/2014 "Richiesta di parere in merito al rispetto dei requisiti acustici passivi in caso di ristrutturazioni";
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, chiarimenti del 29/07/2014 "Chiarimenti in merito alla applicabilità del DPCM 5.12.97 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"";
- UNI EN ISO 717-1: 1997 "Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Isolamento acustico per via aerea";
- UNI EN ISO 12354-1: 2017 – Acustica in edilizia – "Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti";
- UNI EN ISO 12354-3: 2017 – Acustica in edilizia – "Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Parte 3: Isolamento acustico dal rumore proveniente dall'esterno per via aerea";
- Decreto 23/06/2022 - Criteri ambientali minimi (CAM) 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.

2.1. Valori limite per il caso in esame

Come descritto in Appendice C, i valori limite per queste destinazioni d'uso sono stabiliti dal D.P.C.M. 5/12/1997 e dai CAM.

Pertanto, i valori limite che definiscono i requisiti acustici passivi dei componenti degli edifici appartenenti alle categorie E (locali adibiti ad attività scolastiche) e del confort interno della classificazione degli ambienti del DPCM 5/12/97 e dei CAM risultano i seguenti:

PARAMETRO DI RIFERIMENTO	DESCRITTORE ACUSTICO	VALORI LIMITE
Isolamento acustico normalizzato di facciata	$D_{2m, nT,w}$	$\geq 48 \text{ dB}^{(1)}$
Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare	$L'_{n,w}$	$\leq 53 \text{ dB}^{(2)}$
Isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare	$D_{nT,w}$	$\geq 55^{(2)}$
Isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare	$D_{nT,w}$	$\geq 50^{(2)}$
Isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo dell'edificio collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi	$D_{nT,w}$	$\geq 30^{(2)}$
Rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici a funzionamento discontinuo	L_{id}	$\leq 28 \text{ dB}^{(2)}$
Rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici a funzionamento continuo	L_{ic}	$\leq 33 \text{ dB}^{(2)}$
Confort interno	T_{60}	categoria A6.5: $A/V \geq 1/[1.47+4.69 \cdot \log(h/1m)]^{(2)}$

(1) Limite imposto dal D.P.C.M. 5/12/1997; (2) Limite imposto dai C.A.M.

Tabella – Valori limite dei requisiti acustici passivi per il caso in esame

3. DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO IN ESAME

L'intervento proposto riguarda la realizzazione di un nuovo Asilo nido a servizio del Comune di Varallo Pombia (NO). La capienza della nuova struttura sarà pari a n. 33 bambini. L'obiettivo perseguito dall'Amministrazione è quello di fornire alla cittadinanza un servizio pubblico 0-3 anni nel Comune.

Si prevede la realizzazione del nuovo edificio presso Via A. Ingnoli con accesso pedonale da via Circonvallazione e carrabile da via A Ingnoli.

La necessità di costruire una nuova scuola nasce dall'esigenza di capienza, in quanto le strutture esistenti sono deficitarie.

Il progetto si pone come obiettivo la realizzazione di una nuova struttura adeguata sismicamente e anche dal punto di vista energetico e che mediante una ridefinizione degli spazi, possa garantire un ottimo utilizzo e una flessibilità dei luoghi destinati ai bambini.

L'area coperta del nuovo edificio sarà pari a 459.43 mq, più parte della copertura che connette questo fabbricato alla Nuova Scuola dell'Infanzia adiacente.

La struttura sarà collocata nei pressi di un'area destinata ad "aree per l'istruzione". La destinazione d'uso dell'area oggetto di intervento risulta compatibile con la realizzazione della scuola.

La posizione individuata è adeguatamente lontana da fonti di inquinamento, dalle vie principali di traffico e da attrezzature urbane che possono comunque arrecare disagio.

I terreni interessati dalla costruzione della nuova scuola dell'infanzia sono identificati al catasto terreni sul foglio di mappa n. 8 mapp. 1158, 531, 1042 di proprietà del Comune di Varallo Pombia (NO).

L'ingresso pedonale all'edificio avverrà da via Circonvallazione e carrabile da via A. Ingnoli in cui è presente un parcheggio funzionale alla scuola e che verrà adeguatamente ampliato.

*Inquadramento dell'area di interesse*

REALIZZAZIONE DI UN POLO PER L'INFANZIA - NUOVO ASILO NIDO

Committente:

COMUNE DI
VARALLO POMBIA

Progettista:



Impresa esecutrice:



4. CALCOLO DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

La valutazione della conformità ai requisiti acustici passivi dei componenti è stata eseguita con riferimento agli ambienti abitativi del complesso in esame.

Lo studio è stato sviluppato attraverso il progressivo conseguimento delle seguenti fasi:

- definizione delle caratteristiche dell'edificio: vengono analizzate le caratteristiche progettuali e costruttive dell'opera e la sua ripartizione in termini di ambienti interni e caratteristiche dei vani (destinazione e ubicazione)
- definizione degli indici di valutazione: sulla base delle caratteristiche progettuali e costruttive e di ripartizione dell'edificio, viene definito l'insieme di indici di valutazione necessari per compiere la verifica della conformità del progetto dell'edificio ai requisiti acustici passivi stabiliti dalla normativa vigente
- determinazione dei requisiti prestazionali intrinseci delle partizioni interne ed esterne: stima degli indici di valutazione e analisi della conformità normativa

Gli indici calcolati per la verifica della conformità ai requisiti acustici passivi e al confort interno sono stati i seguenti:

- Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione ($D_{2m,nT,w}$)
- Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare ($D_{nT,w}$)
- Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo dell'edificio collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi ($D_{nT,w}$)

Non è stato valutato l'indice del livello di rumore di calpestio dei solai in quanto l'edificio è composto da un solo piano fuori terra.

Le grandezze che esprimono le proprietà acustiche degli edifici e dei prodotti considerate nella presente relazione sono tutte indipendenti dalla frequenza (si prendono a riferimento gli indici di valutazione).

Per il calcolo previsionale si è utilizzato il programma commerciale SuoNus ver. 9.00b, commercializzato dell'ACCA Software.

PD	PROGETTO ESECUTIVO							
	PARTE GENERALE				ELABORATI SPECIALISTICI			
	Relazione sui requisiti acustici passivi				NAN	PE	GEN	RS RT 002 pag. 9/66

4.1. Dati di ingresso per il calcolo (Requisiti prestazionali intrinseci)

Sulla base delle stratigrafie delle partizioni riportate negli elaborati architettonici è stato possibile stimare gli indici di valutazione dei diversi elementi.

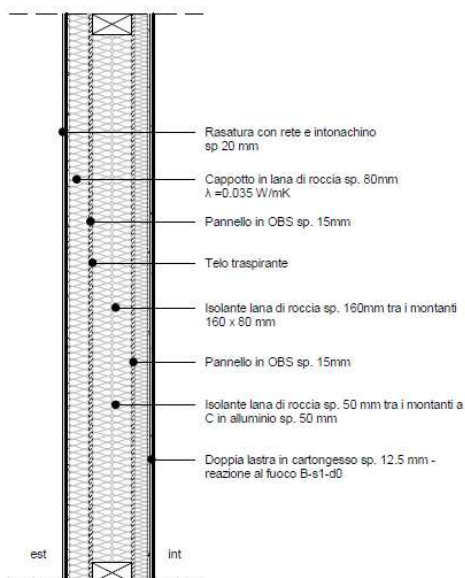
Per la stima numerica, in generale, si adottano i seguenti criteri:

- rapporti di prova di laboratorio: gli indici di valutazione vengono determinati sulla base di rapporti di prova eseguiti su campioni di laboratorio corrispondenti alla struttura realizzata in opera (soluzioni costruttive riconducibili a quelle impiegate)
- gli indici di valutazione vengono determinati sulla base di correlazioni specifiche che si riferiscono a prove effettuate su elementi costituiti dallo stesso materiale e con la stessa tecnologia di quanto impiegato in opera
- valutazioni analitiche: per una valutazione di massima degli indici di valutazione, si può far ricorso a relazioni generali che vengono determinate in base a calcoli teorici a partire dalle caratteristiche strutturali e dimensionali dei componenti e dalle caratteristiche acustiche dei materiali utilizzati (tale stima si basa essenzialmente sulla massa per unità di area della partizione considerata)

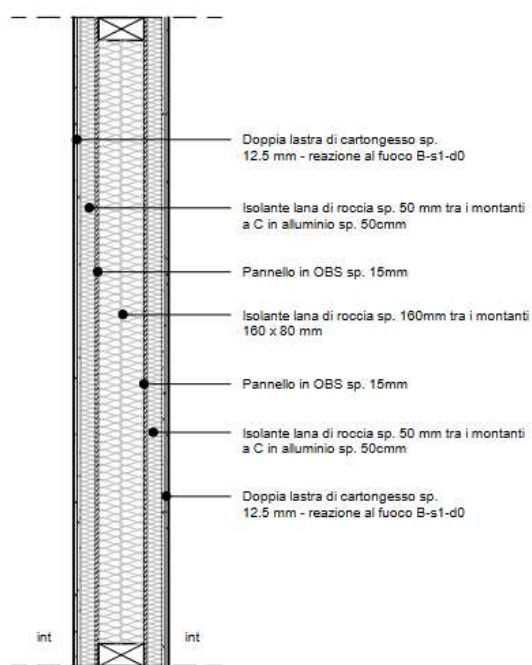
Nel calcolo delle prestazioni intrinseche degli elementi opachi, alcuni dati sono stati necessariamente estrapolati da valori di letteratura o di laboratorio relativi a strutture simili, pertanto presentano un certo margine di incertezza.

Nella tabella seguente vengono elencati gli elementi opachi, riportando la descrizione, la stratigrafia, lo spessore, la massa superficiale e la stima dell'indice di valutazione del potere fonoisolante.



PARETI**ME01_Parete portante interno-esterno finitura in intonaco****CARATTERISTICHE DELLA PARETE**

CODICE	ME01
DESCRIZIONE	Parete portante esterna
SPESSORE	42,0 cm
MASSA	119 Kg/mq
Rw (stimato)	55,0 dB

MI01_Parete portante interno-interno**CARATTERISTICHE DELLA PARETE**

CODICE	ME01
DESCRIZIONE	Parete portante interna
SPESSORE	42,0 cm
MASSA	106 Kg/mq
Rw (stimato)	53,0 dB

MI03_Parete portante interno-interno

REALIZZAZIONE DI UN POLO PER L'INFANZIA - NUOVO ASILO NIDO

Committente:

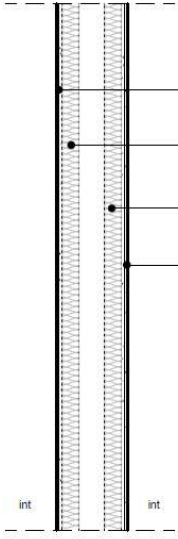
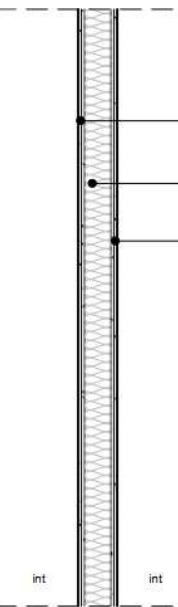
COMUNE DI
VARALLO POMBIA

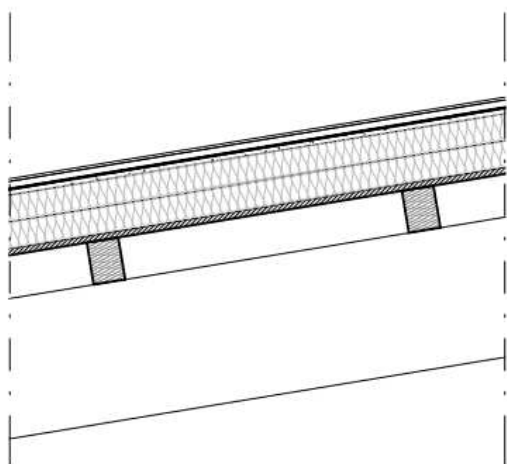
Progettista:



Impresa esecutrice:



 <p>Doppia lastra di cartongesso sp. 12,5 mm</p> <p>Isolante lana di roccia sp. 75 mm tra i montanti in alluminio sp. 75 m</p> <p>Isolante lana di roccia sp. 75 mm tra i montanti in alluminio sp. 75 m</p> <p>Doppia lastra di cartongesso sp. 12,5 mm</p> <p>int int</p>	<table> <tr> <th colspan="2">CARATTERISTICHE DELLA PARETE</th></tr> <tr> <td>CODICE</td><td>MI03</td></tr> <tr> <td>DESCRIZIONE</td><td>Parete portante INTERNA</td></tr> <tr> <td>SPESSORE</td><td>41 cm</td></tr> <tr> <td>MASSA</td><td>80 Kg/mq</td></tr> <tr> <td>Rw (stimato)</td><td>65,0 dB</td></tr> </table>	CARATTERISTICHE DELLA PARETE		CODICE	MI03	DESCRIZIONE	Parete portante INTERNA	SPESSORE	41 cm	MASSA	80 Kg/mq	Rw (stimato)	65,0 dB
CARATTERISTICHE DELLA PARETE													
CODICE	MI03												
DESCRIZIONE	Parete portante INTERNA												
SPESSORE	41 cm												
MASSA	80 Kg/mq												
Rw (stimato)	65,0 dB												
MI02_Parete divisoria interno-interno													
 <p>Doppia lastra di cartongesso sp. 12,5 mm</p> <p>Isolante lana di roccia sp. 100 mm montanti in alluminio sp. 100 mm</p> <p>Doppia lastra di cartongesso sp. 12,5 mm</p> <p>int int</p>	<table> <tr> <th colspan="2">CARATTERISTICHE DELLA PARETE</th></tr> <tr> <td>CODICE</td><td>MI02</td></tr> <tr> <td>DESCRIZIONE</td><td>Tamponatura</td></tr> <tr> <td>SPESSORE</td><td>15 cm</td></tr> <tr> <td>MASSA</td><td>100 Kg/mq</td></tr> <tr> <td>Rw (certificato)</td><td>62,0 dB</td></tr> </table>	CARATTERISTICHE DELLA PARETE		CODICE	MI02	DESCRIZIONE	Tamponatura	SPESSORE	15 cm	MASSA	100 Kg/mq	Rw (certificato)	62,0 dB
CARATTERISTICHE DELLA PARETE													
CODICE	MI02												
DESCRIZIONE	Tamponatura												
SPESSORE	15 cm												
MASSA	100 Kg/mq												
Rw (certificato)	62,0 dB												

SOLAI**C-01– Solaio copertura****CARATTERISTICHE DEL SOLAIO**

CODICE	C-01
COMPOSIZIONE	Solaio in legno con cotrosoffitto
SPESSORE	37 cm
MASSA	60 Kg/mq
R_w (stimato)	60 dB

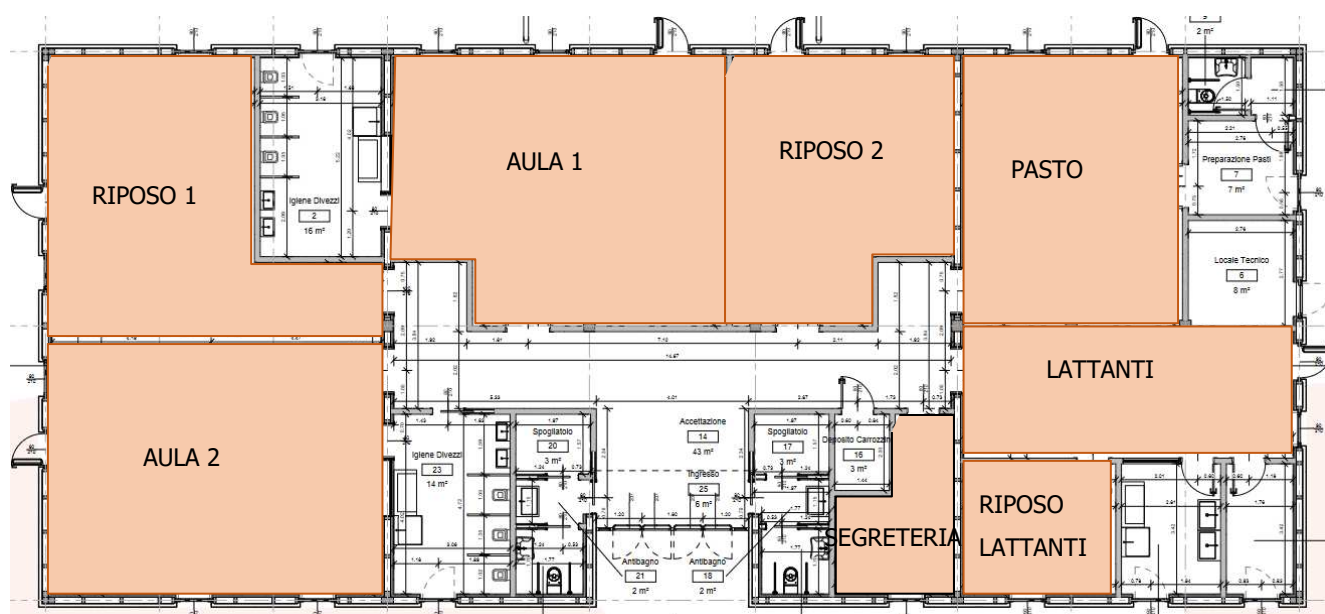
Il potere fonoisolante R_w del serramento, utilizzato per il calcolo dell'isolamento acustico di facciata, si è assunto maggiore di 45 dB.

Per le porte interne di collegamento con l'atrio/corridoi si è assunto un valore del potere fonoisolante R_w maggiore di 27 dB. Per le porte di collegamento tra le aule un valore del potere fonoisolante R_w maggiore di 37 dB.

Eventuali piccoli elementi di facciata che saranno impiegati dovranno avere un indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato maggiore o uguale a 50 dB ($D_{n,e} \geq 50$ dB).

4.2. Valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi

Ai fini della valutazione previsionale del rispetto dei requisiti acustici passivi, dopo aver individuato le caratteristiche geometriche, strutturali, di vincolo e i poteri fonoisolanti delle partizioni in esame, sono state applicate le procedure di calcolo semplificate riportate nelle UNI EN ISO 12354 parti 1, 2 e 3.



Piano terra - Identificazione e denominazione degli ambienti oggetto di verifica

4.2.1. Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$

La stima dell'indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata, $D_{2m,nT,w}$ deve essere effettuata sulle partizioni degli ambienti abitativi che confinano con l'ambiente esterno. Per il caso oggetto di studio la stima è stata eseguita per le porzioni di facciata riportate di seguito in tabella, dove sono indicati anche i risultati delle verifiche effettuate.

La verifica dell'isolamento acustico standardizzato di facciata è stata svolta nei locali in cui una o più pareti appartengono alla facciata dell'edificio e le cui destinazioni d'uso richiedono la stima dell'isolamento di facciata.

Si riporta di seguito la sintesi dei risultati ottenuti; si tenga presente che il parametro che individua il potere fonoisolante dei serramenti è da intendersi come prescrittivo al fine del raggiungimento del requisito acustico.

Facciata in esame	Requisiti intrinseci*	Stima Indici	Valore limite
Riposo 1	Elemento opaco: $R_w = 55$ dB Infissi: $R_w(F) = 45$ dB	$D_{2m,nT,w} = 48.3$ dB	$D_{2m,nT,w} \geq 48$ dB
Riposo 2	Elemento opaco: $R_w = 55$ dB Infissi: $R_w(F) = 45$ dB	$D_{2m,nT,w} = 50.2$ dB	$D_{2m,nT,w} \geq 48$ dB
Riposo Lattanti	Elemento opaco: $R_w = 55$ dB Infissi: $R_w(F) = 45$ dB	$D_{2m,nT,w} = 48.6$ dB	$D_{2m,nT,w} \geq 48$ dB
Aula 2	Elemento opaco: $R_w = 55$ dB Infissi: $R_w(F) = 45$ dB	$D_{2m,nT,w} = 48.9$ dB	$D_{2m,nT,w} \geq 48$ dB
Aula 1	Elemento opaco: $R_w = 55$ dB Infissi: $R_w(F) = 45$ dB	$D_{2m,nT,w} = 50.4$ dB	$D_{2m,nT,w} \geq 48$ dB
Pasto	Elemento opaco: $R_w = 55$ dB Infissi: $R_w(F) = 45$ dB	$D_{2m,nT,w} = 49.9$ dB	$D_{2m,nT,w} \geq 48$ dB
Lattanti	Elemento opaco: $R_w = 55$ dB Infissi: $R_w(F) = 45$ dB	$D_{2m,nT,w} = 49.6$ dB	$D_{2m,nT,w} \geq 48$ dB
Segreteria	Elemento opaco: $R_w = 55$ dB Infissi: $R_w(F) = 45$ dB	$D_{2m,nT,w} = 48.0$ dB	$D_{2m,nT,w} \geq 48$ dB
Riposo Lattanti (copertura)	Elemento opaco: $R_w = 60$ dB	$D_{2m,nT,w} = 57.8$ dB	$D_{2m,nT,w} \geq 48$ dB

4.2.2. Indice dell'isolamento acustico normalizzato $D_{nT,w}$

La stima dell'indice dell'isolamento acustico normalizzato $D_{nT,w}$ deve essere effettuata sulle partizioni orizzontali e verticali che separano gli ambienti abitativi. Per il caso oggetto di studio la stima è stata eseguita per le partizioni fra ambienti adiacenti e sovrapposti della stessa unità immobiliare e rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo dell'edificio collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi.

Partizione in esame	Ambienti confinanti	Stima Indice	Valore limite
Parete MI01	Aula 2 Riposo 1	$D_{nT,w} = 50,0$ dB	$D_{nT,w} \geq 50$ dB

Parete MI01	Corridoio Riposo 1	$D_{nT,w} = 37,0$ dB	$D_{nT,w} \geq 30$ dB
Parete MI02	Pasto Riposo 2	$D_{nT,w} = 53,4$ dB	$D_{nT,w} \geq 50$ dB
Parete MI01	Corridoio Riposo 2	$D_{nT,w} = 36,8$ dB	$D_{nT,w} \geq 30$ dB
Parete MI02	Segreteria Riposo lattanti	$D_{nT,w} = 50,7$ dB	$D_{nT,w} \geq 30$ dB



5. CARATTERISTICHE ACUSTICHE INTERNE DEGLI AMBIENTI

Per i descrittori acustici che caratterizzano il confort acustico degli spazi confinati, si prescrivono valori di riferimento sulla base delle norme tecniche.

Nello specifico per i diversi ambienti, in base alla destinazione d'uso e al volume dell'ambiente, si sono determinati i valori di riferimento dei seguenti descrittori acustici:

- Tempo di riverberazione

Il decreto 23 giugno 2022 prescrive, inoltre, che tutti gli ambienti interni siano idonei al raggiungimento dei valori di tempo di riverberazione (T).

L'edificio analizzato è a destinazione d'uso scolastica, perciò si possono prendere a riferimento i valori di tempo di riverberazione ottimale riportati nella UNI 11532-2 destinata al settore scolastico. Ai prospetti 2 e 3 di tale norma si definiscono gli obiettivi di qualità acustica da perseguire in relazione allo specifico utilizzo previsto nell'ambiente studiato. Di seguito viene riportato il prospetto 3 con evidenziato in rosso la categoria di interesse.

Categoria	Descrizione dell'utilizzo	Esempi
A6.1	Spazi senza permanenza	Vani scala
A6.2	Spazi con permanenza ridotta	Spogliatoi palestre e similari
A6.3	Ambienti per la permanenza a lungo termine e/o di collegamento.	Ambienti espositivi con interattività oppure sorgente di rumore elevata (multimedia, arte visive e suoni, ecc.). Spazi di studio, spazi/corridoi per attività didattiche alternative/ricreative, in scuole di ogni ordine e grado. Laboratorio, Biblioteche.
A6.4	Ambienti con necessità di riduzione del rumore e di comfort nell'ambiente	Reception/ area desk (bidelleria) con postazione di lavoro fissa. Laboratorio con postazione di lavoro fissa, mense in scuole di ogni ordine e grado. Area distribuzione nelle mense
A6.5	Ambienti con particolare necessità di riduzione del rumore e di comfort nell'ambiente	Sale da pranzo. Aule e spogliatoi nelle scuole materne e nido.

Tabella - Descrizione dettagliata di utilizzo per le categorie da A6 (UNI 11532-2)

5.1. Stima del tempo di riverbero

Per le categorie A6 la norma dà un valore di riferimento al rapporto A/V e non prevede un T60 ottimale.

In questo caso la categoria A6.5 è stata utilizzata per le aule e la sala pranzo, in ambiente non occupato si prevede

$$A/V \geq [1,47 + 4,69 \lg(h/1m)]^{-1} \quad \text{per } h > 2.5m$$

La conversione tra i valori dello stato occupato T_{occ} e i valori dello stato non occupato ma arredato T_{inocc} , come al momento della verifica, deve essere effettuata conformemente all'equazione sotto riportata nelle bande d'ottave tra 125 Hz e 4000 Hz:

$$T_{inocc} = T_{occ} / ([1 - T_{occ} (\Delta A_{pers}) / 0.16V])$$

Dove ΔA_{pers} [m²] è la superficie aggiuntiva equivalente di assorbimento acustico delle persone.

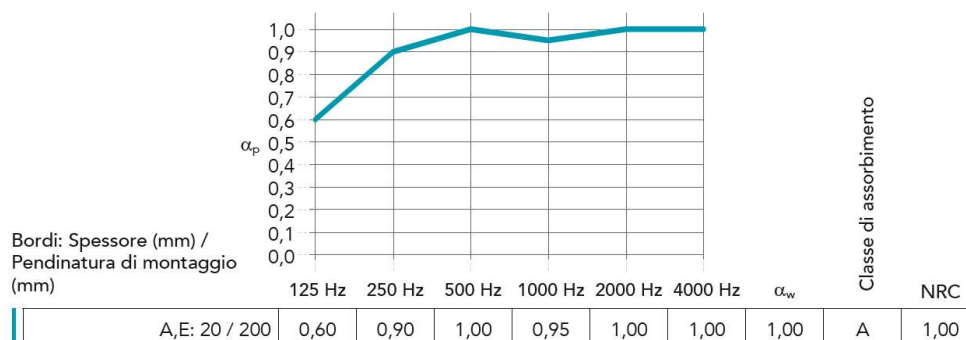
Il dimensionamento e l'implementazione dei materiali per la correzione acustica è stato effettuato considerando il layout architettonico delle finiture interne.

Di seguito il dettaglio dell'elemento fonoassorbente previsto:

- Controsoffitto modulare costituito da un prodotto con elevate proprietà fonoassorbenti tipo **Rockfon Ekla** con spessore di 2 mm e montato con pendinatura di 20 cm.

5.2. Caratteristiche prestazionali e descrittive dei materiali prescelti

Si riportano di seguito i valori dei coefficienti di assorbimento acustico "alfa" dei prodotti fonoassorbenti tipologici considerati nei calcoli, i coefficienti degli altri materiali sono noti in letteratura o, se presenti, sono desunti dalla norma UNI 11532-2 al prospetto C.2.



Stralcio di scheda tecnica del prodotto tipologica installato a controsoffitto – Coefficienti di assorbimento in banda di frequenza

5.3. Calcolo previsionale STI

Per la norma UNI 11532-2 il descrittore acustico STI si applica solo alle categorie A1, A2, A3, A4.

Per ambienti di dimensioni inferiori a 250mc può essere utilizzato il C50 in alternativa allo STI mentre per ambienti di dimensioni superiori si applica esclusivamente lo STI.

Per il caso specifico, essendo gli ambienti ricadenti nella categoria A6, non è stato calcolato lo STI.

5.4. Riepilogo sintetico

La scelta degli ambienti oggetto di verifica, campione rappresentativo della totalità degli ambienti soggetti a vincoli normativi relativi al confort acustico interno, è riportata in pianta di seguito con relativa denominazione dei locali studiati. Nelle schede in allegato sono riportati i dettagli dei calcoli effettuati.

Di seguito si riportano i risultati relativi alle stime effettuate sul confort interno negli ambienti indagati.

Dati in ingresso:

AMBIENTE				FINITURE FONOASSORBENTI		
Piano	Nome		Superficie [m ²]	Tipologia	Superficie [m ²]	% su totale ambiente
Piano PT	Aula	3	61.0	Controsoffitto	48.0	78%
Piano PT	Pasto	5	36.0	Controsoffitto	30.0	86%

Risultati acustici ottenuti:

AMBIENTE		TEMPO DI RIVERBERAZIONE [s]		
Nome	Superficie [m ²]	Vincolo normativo	Valore stimato	Verifica (*)
Aula 3	61.0	$A/V \geq 0.27$	$A/V = 0.29$	✓
Pasto 5	36.0	$A/V \geq 0.27$	$A/V = 0.31$	✓

(*) il valore rientra all'interno dell'intervallo di variabilità in frequenza del tempo di riverbero specificato dalla normativa

Si conclude quindi che negli ambienti scolastici studiati è necessario prevedere il suddetto controsoffitto ed i rivestimenti a parete con proprietà fonoassorbenti, per la metratura dell'ambiente minima specificata in tabella (vedi in tabella "FINITURE FONOASSORBENTI"). Nelle figure seguenti, l'ubicazione e la denominazione dei locali oggetto di verifica.



Piano terra - Identificazione e denominazione degli ambienti oggetto di verifica

6. LIVELLO DI RUMORE DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI

La stima dei livelli di rumorosità prodotti dagli impianti tecnologici (sorgenti interne agli edifici) è estremamente complessa, 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 qualitativa del fenomeno.

In mancanza di un dato previsionale, vengono descritte le prescrizioni 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.

6.1. Prescrizione per la posa in opera degli impianti tecnologici

I valori ottimali per gli ambienti analizzati nella presente relazione sono stati individuati secondo le indicazioni della UNI 11367 secondo quanto descritto in Appendice C. La norma individua i valori

ottimali del tempo di riverberazione medio tra 500 Hz e 1.000 Hz ricavabili dalla seguente espressione:

Impianti di scarico:

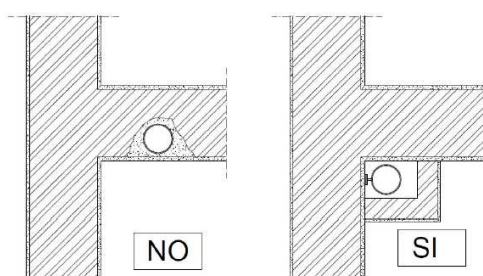
I rumori delle condotte idrauliche rappresentano una delle fonti principali di disturbo acustico all'interno di un edificio, in quanto i sistemi di tubature spesso consentono al suono di propagarsi anche a notevole distanza dal punto di origine. Il rimbalzare dell'acqua e delle particelle di materiale solido sulle pareti interne del tubo porta alla creazione di vibrazioni flessorie; tali oscillazioni possono propagarsi lungo l'intera colonna venendo trasmesse, attraverso i punti di contatto con la struttura (collari, annegamento nel cls, ecc.) alle pareti e ai solai. Queste vibrazioni sono particolarmente forti in presenza dei cambi di direzione e, in modo particolare, all'altezza della curva di inversione dell'impianto.

Al fine di ridurre la rumorosità degli impianti di scarico di seguito si riportano alcune indicazioni progettuali:

- curve: evitare, specialmente a fine colonna, deviazioni a 90° utilizzando due raccordi a 45° con un tratto rettilineo intermedio;
- diramazioni: ridurre al minimo indispensabile il loro impiego, prevedendo l'uso di elementi coibentati;
- attraversamento di solai e pareti: utilizzare dei materiali isolanti per desolidarizzare la tubazione dagli elementi attraversati;
- fissaggio a parete: impiegare staffature non rigide (supporti elastici);
- tubazioni non a contatto con altri elementi rigidi (tubi, strutture, pareti, pavimento, ecc.): nei passaggi strutturali fasciare le tubazioni con materiale fonoattenuante e antirombo;
- posizionamento: per quanto possibile evitare il passaggio delle tubazioni vicino alle camere da letto. Se possibile utilizzare dei cavedi esterni;
- prevedere dei condotti di aerazione che arrivino fino al tetto;
- utilizzare in generale delle soluzioni per la realizzazione di scarichi isolati (ad esempio tubazioni multistrato con massa elevata);
- collari di sostegno delle tubazioni preferibilmente non connessi direttamente alle pareti ma ai solai;



- collari di sostegno delle tubazioni dotati di anello in elastomero in conformità alla norma DIN 4109 (per limitare i rumori che si propagano per via strutturale); l'anello deve essere di dimensione adatta al diametro esterno della tubazione e non deve essere eccessivamente compresso;
- nel caso di utilizzo di pareti in cartongesso le tubazioni e i collari di supporto non devono toccare né il cartongesso né le strutture metalliche di sostegno;
- fissaggio del tubo: evitare di coprirlo con malta cementizia (si creerebbe un ponte acustico tra muratura e tubazioni).



Particolari indicazioni per scarichi in cavedio dedicato

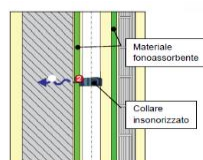
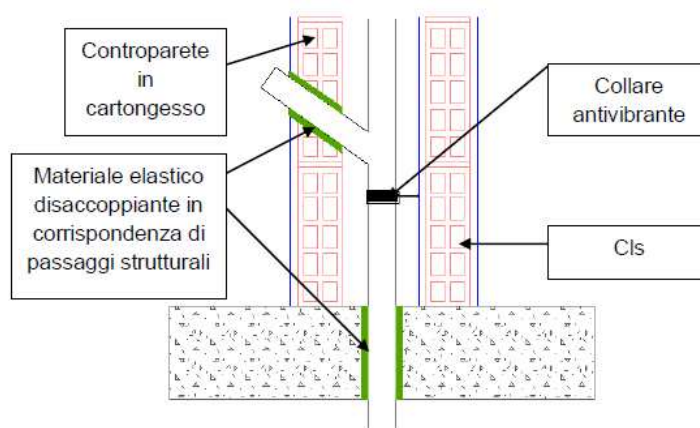


Fig 9 - particolari costruttivi all'interno di un cavedio tecnico



Particolari costruttivi all'interno di un cavedio (curva con gomiti a 45° in alto a sinistra, guaine isolanti al passaggio di muri e solette in basso a sinistra, fissaggio tubi con collari antivibranti a destra)



Particolare indicazione per isolamento fori nel muro e nella soletta

Impianto idrico sanitario, rubinetteria:

- evitare il fissaggio dei sanitari direttamente agli elementi strutturali;
- utilizzare cassette WC silenti;
- per i lavabi e i bidet sospesi utilizzare blocchi di gomma nei punti di fissaggio alle mensole;
- per i lavabi e i bidet lasciare uno spazio di qualche cm tra sanitario e muro, applicando tra essi una fascia resiliente e sigillando l'interstizio in modo da garantire una perfetta impermeabilità;
- le rubinetterie installate devono essere di classe 1 ($L_{ap} < 20\text{dB}$) secondo la norma UNI EN ISO 3822.

Inoltre, per evitare fischi e ronzii delle tubazioni e delle valvole, la velocità dell'acqua deve essere contenuta come indicato da tabella sottostante.

Tabella: Velocità massime consigliate per l'acqua nelle tubazioni

MASSIME VELOCITÀ CONSIGLIABILI PER L'ACQUA NELLE TUBAZIONI									
Diametro del tubo (mm)									
25	50	80	100	125	150	200	250	≥300	
0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	2,9	3,0	
Velocità massima (m/s)									

In generale, nessuna condotta dovrebbe essere direttamente congiunta con l'opera muraria, ossia vanno evitati punti di contatto "scoperti" tra tubi e strutture edilizie, soprattutto nel caso di punti critici (raccordi e cambi di direzione del flusso idrico).

Impianto di condizionamento:

- uso di dispositivi con ridotte emissioni sonore certificate;
- posizionamento dei dispositivi in vani con partizioni a più elevato potere fonoisolante.

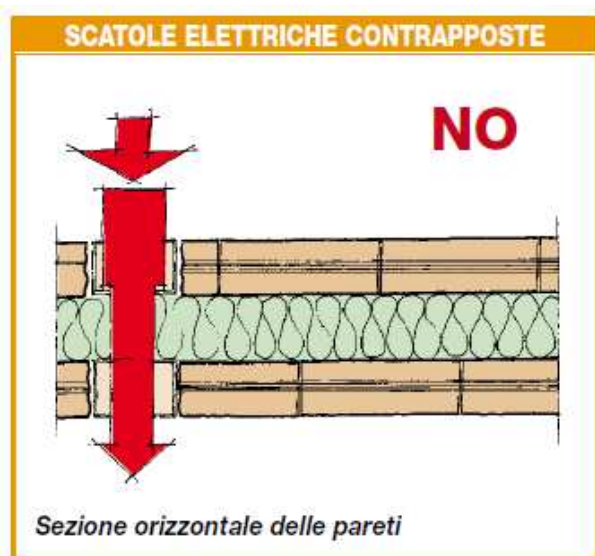
Motori a servizio degli impianti:

Tutti i macchinari che generano vibrazioni dovranno essere montati su appositi supporti antivibranti, quali supporti in neoprene o gomma oppure molle. La scelta del tipo di supporto va effettuata in base alle caratteristiche proprie dell'impianto (peso, velocità di rotazione dei motori, ecc.). I supporti antivibranti potranno poggiare su basamento inerziale a sua volta disconnesso dal solaio portante mediante l'interposizione di materiale resiliente.

Impianti elettrici:

Gli impianti elettrici in genere non producono una rumorosità significativa da imporre particolari precauzioni di isolamento ed in genere è sufficiente avere l'accortezza di evitare di contrapporre le scatole elettriche, le tracce e gli interruttori elettrici nella stessa parete in modo da non avvertire il "click" di accensione o spegnimento degli stessi ed evitare i ponti acustici nelle pareti divisorie. La figura seguente individua l'errata e la corretta posa in opera delle scatole elettriche nei divisorii; lo stesso criterio è valido per le tracce degli impianti da prevedere non contrapposte.





Scatole impianti elettrici

Si evidenzia che una posa in opera errata può determinare scostamenti anche rilevanti tra le valutazioni previsionali dei requisiti acustici passivi e i risultati effettivamente ottenuti al termine dei lavori.

PD	PROGETTO ESECUTIVO							
	PARTE GENERALE				ELABORATI SPECIALISTICI			
	Relazione sui requisiti acustici passivi				NAN	PE	GEN	RS RT 002 pag. 26/66

7. CONCLUSIONI

Il presente studio ha riguardato la valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi degli edifici ai sensi della normativa vigente in materia, relativamente alla Costruzione dell'asilo nido a Varallo Pombia, situata in Via A. Ingnoli.

Le verifiche eseguite per gli ambienti esaminati attraverso i procedimenti descritti hanno dimostrato la rispondenza alla normativa nazionale di riferimento in via del tutto previsionale.

Si ricorda che una posa in opera errata può determinare scostamenti anche rilevanti tra le valutazioni previsionali dei requisiti acustici passivi e i risultati effettivamente ottenuti al termine dei lavori. È opportuno condurre una serie di misure in opera durante l'esecuzione dei lavori al fine di verificare quanto stimato in via previsionale.



PD	PROGETTO ESECUTIVO							
	PARTE GENERALE				ELABORATI SPECIALISTICI			
	Relazione sui requisiti acustici passivi				NAN	PE	GEN	RS RT 002 pag. 27/66

APPENDICE A – SIMBOLI E DEFINIZIONI

SIMBOLI:

- R** Potere fonoisolante di un elemento [dB]
- R'** Potere fonoisolante apparente [dB]
- ΔR_i** Incremento del potere fonoisolante mediante strati addizionali per l'elemento i [dB]
- R_w** Indice di valutazione del potere fonoisolante (EN ISO 717-1) [dB]
- ΔR_w** Indice di valutazione dell'incremento del potere fonoisolante (EN ISO 717-1) [dB]
- R'_w** Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente (EN ISO 717-1) [dB]
- C** Termine di adattamento allo spettro 1 (EN ISO 717-1) [dB]
- C_{tr}** Termine di adattamento allo spettro 2 (EN ISO 717-1) [dB]
- T_{60}** Tempo di riverberazione in cui l'energia sonora decresce di 60 dB dopo lo spegnimento della sorgente sonora [s]
- L_n** Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato [dB]
- $L_{n,w}$** Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato [dB]
- $L'_{n,w}$** Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato, in opera (EN ISO 717-2) [dB]
- $L'_{nT,w}$** Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, in opera [dB]
- ΔL_n** Attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato di un rivestimento di pavimentazione [dB]
- $\Delta L_{n,w}$** Indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato dovuto ad un rivestimento di pavimentazione (EN ISO 717-2) [dB]
- C_i** Termine di adattamento allo spettro per il rumore da calpestio (EN ISO 717-2) [dB]
- $D_{nT,w}$** Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione [dB]
- $D_{2m,nT,w}$** Indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata standardizzato (EN ISO 717-1) [dB]
- $D_{2m,n,w}$** Indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato (EN ISO 717-1) [dB]
- $D_{n,e}$** Isolamento acustico normalizzato di piccoli elementi di edificio [dB]
- $D_{n,e,w}$** Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di piccoli elementi di edificio [dB]
- K** Termine di correzione per la trasmissione laterale [dB]
- ΔL_{fs}** Differenza di livello di pressione sonora in facciata che dipende dalla forma della facciata, dall'assorbimento acustico delle superfici aggettanti (balconi) e dalla direzione del campo sonoro (UNI EN 12354-3, Appendice C)
- L_{Amax}** Livello massimo di pressione sonora, ponderata A con costante di tempo slow [dB]
- L_{Aeq}** Livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderata A [dB]

DEFINIZIONI

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

PD	PROGETTO ESECUTIVO							
	PARTE GENERALE				ELABORATI SPECIALISTICI			
	Relazione sui requisiti acustici passivi				NAN	PE	GEN	RS RT 002 pag. 28/66

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 valutazione descritti nelle pertinenti parti della serie UNI EN ISO 140 per la determinazione dei livelli prestazionali acustici in opera.

Edificio: sistema edilizio costituito dalle strutture esterne che delimitano uno spazio di volume definito, dalle strutture interne che ripartiscono detto volume e da tutti gli impianti, dispositivi tecnologici ed eventuali arredi che si trovano al suo interno. La superficie esterna che delimita un edificio può confinare con tutti o alcuni di questi elementi: l'ambiente esterno, il terreno, altri edifici. L'edificio può essere composto da una o più unità immobiliari.

Facciata: Chiusura di un ambiente che delimita lo spazio interno da quello esterno; può essere orizzontale, verticale o inclinata e può essere caratterizzata dalla compresenza di elementi opachi e trasparenti, con o senza elementi per impianti e sistemi di oscuramento, ventilazione, sicurezza, controllo o altre attrezzature esterne.

Indice di valutazione dell'isolamento acustico per via aerea negli edifici: Numero unico di valutazione della grandezza descrittiva dell'isolamento acustico per via aerea negli edifici. Questa grandezza è determinata in conformità alla UNI EN ISO 717-1.

Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio negli edifici: Numero unico di valutazione della grandezza descrittiva del livello di rumore di calpestio negli edifici. Questa grandezza è determinata in conformità alla UNI EN ISO 717-2.

Isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, D_{nT} : Differenza tra le medie spazio-temporali dei livelli di pressione sonora prodotti in due ambienti da una sorgente posta in uno degli stessi, normalizzato rispetto al valore di riferimento del tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente. Questa grandezza è determinata in conformità alla UNI EN ISO 140-4.

Isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, $D_{2m,nT}$: Differenza tra il livello di pressione sonora all'esterno alla distanza di 2 m dalla facciata e la media spazio-temporale del livello di pressione sonora nell'ambiente ricevente, normalizzato rispetto al valore del tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente. Questa grandezza è determinata in conformità alla UNI EN ISO 140-5.

PD	PROGETTO ESECUTIVO							
	PARTE GENERALE				ELABORATI SPECIALISTICI			
	Relazione sui requisiti acustici passivi				NAN	PE	GEN	RS RT 002 pag. 29/66

Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, L'_n : Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'area di assorbimento acustico equivalente di riferimento nell'ambiente ricevente. Questa grandezza è determinata in conformità alla UNI EN ISO 140-7.

Impianto a funzionamento continuo: impianto il cui livello sonoro emesso nel tempo sia essenzialmente costante; rientrano in questa tipologia gli impianti di climatizzazione, ricambio d'aria, estrazione forzata.

Impianto a funzionamento discontinuo: impianti fissi il cui livello sonoro emesso non sia costante nel tempo e caratterizzato da brevi periodi di funzionamento rispetto al tempo di inattività durante l'arco di una giornata; rientrano in questa tipologia gli impianti sanitari, di scarico, gli ascensori, i montacarichi e le chiusure automatiche.

Intervento edilizio: Ogni lavorazione o opera che modifichi in tutto o in parte un edificio esistente o che porti alla realizzazione di una nuova costruzione.

Partizione: Insieme degli elementi tecnici orizzontali e verticali del sistema edilizio aventi funzione di dividere ed articolare gli spazi interni del sistema edilizio stesso delimitando le diverse unità immobiliari e gli ambienti accessori e di servizio di uso comune o collettivo.

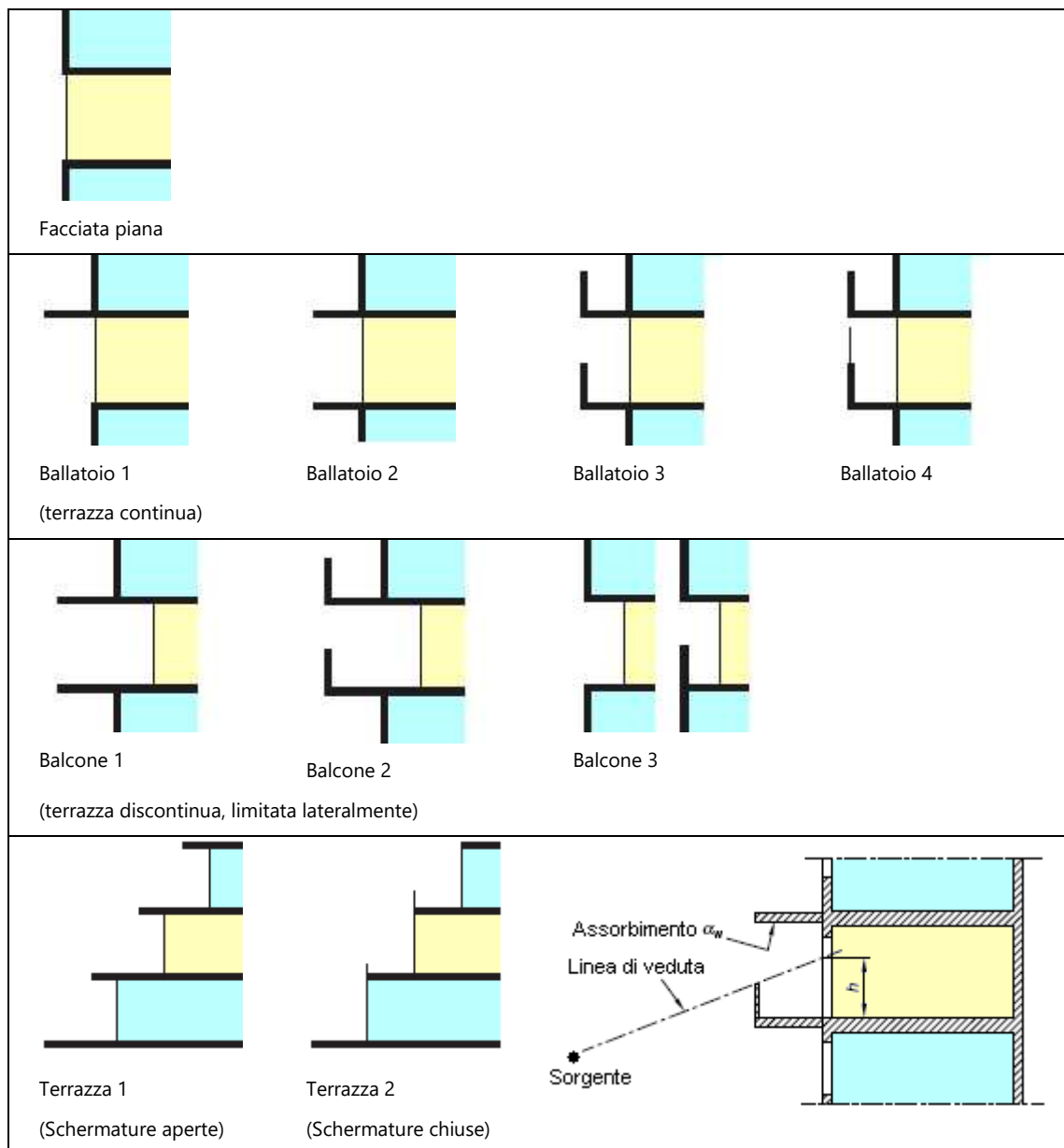
Ristrutturazione edilizia: Opere di revisione parziale o totale dell'edificio esistente anche con variazione di forma o di sagoma, o di volume, o di superficie e risanamento conservativo con o senza opere e variazione di destinazione d'uso. Sono interventi di ristrutturazione edilizia anche le opere di demolizione e ricostruzione integrale ("con stessa volumetria e sagoma di quello preesistente") o, comunque, le opere che portano alla realizzazione di un immobile in tutto o in parte differente dall'originale.

Sistema edilizio: Insieme strutturato di unità ambientali e di unità tecnologiche.

Unità immobiliare, UI: Porzione di fabbricato, o un fabbricato, o un insieme di fabbricati ovvero un'area che, nello stato in cui si trova e secondo l'utilizzo locale, presenta potenzialità di autonomia funzionale e reddituale.

Verifica acustica: Verifica strumentale delle prestazioni acustiche degli elementi tecnici di un edificio, da eseguire in opera, nel rispetto delle vigenti normative tecniche, negli ambienti verificabili acusticamente delle varie unità immobiliari dell'edificio stesso.

APPENDICE B – TIPO DI FORMA DELLA FACCIATA



APPENDICE C – REQUISITI ACUSTICI PASSIVI E METODI DI VERIFICA

D.P.C.M. 5/12/1997 - Requisiti acustici passivi

In attuazione dell'art. 3, comma 1), lettera e), della legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge 26 ottobre 1995 n° 447), è stato emanato il D.P.C.M. 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici". Il decreto determina i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici ed i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore.

Per quanto concerne l'identificazione dei valori limite per gli indici da verificare si fa riferimento alla tabella che comprende le destinazioni d'uso degli edifici.

CATEGORIE
categoria A: edifici adibiti a residenza o assimilabili;
categoria B: edifici adibiti ad uffici e 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.

Tabella - Classificazione degli ambienti abitativi

Sono definiti componenti degli edifici sia le partizioni orizzontali sia quelle verticali.

Vengono definiti servizi a funzionamento discontinuo:

- gli ascensori, gli scarichi idraulici, i bagni, i servizi igienici e la rubinetteria

Mentre vengono definiti servizi a funzionamento continuo:

- gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento

I valori limite sono espressi dalla Tabella seguente.

Categorie	Parametri				
	$R'_w(*)$	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	L_{A5max}	L_{Aeq}

D	55	45	58	35	25
A, C	50	40	63	35	35
E	50	48	58	35	25
B, F, G	50	42	55	35	35

(*) I valori di R'_w sono riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari

in cui:

- R'_w è l'indice del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti;
- $D_{2m,nT,w}$ è l'indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata

$$D_{2m,nT} = D_{2m} + 10 \log \frac{T}{T_0} \quad D_{2m} = L_{1,2m} - L_2$$

con:

- $L_{1,2m}$ livello di pressione sonora esterno a 2 metri dalla facciata, prodotto da rumore da traffico se prevalente, o da altoparlante con incidenza del suono a 45° sulla facciata;
- L_2 livello di pressione sonora medio nell'ambiente ricevente;
- T è il tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente, in s;
- T_0 è il tempo di riverberazione di riferimento assunto pari a 0,5 s.
- $L_{n,w}$ è l'indice del livello di rumore di calpestio di solai, normalizzato;
- L_{ASmax} è il livello massimo di pressione sonora ponderata "A" con costante di tempo slow, prodotto dai servizi a funzionamento discontinuo;
- L_{Aeq} è il livello equivalente continuo di pressione sonora ponderata "A", prodotto dai servizi a funzionamento continuo.

Le grandezze di riferimento riportate nella tabella precedente, che caratterizzano i requisiti acustici degli edifici, devono essere determinate con misure in opera.

Criteri ambientali minimi

La legge 221/2015, "Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali", all'art. 18 e successivamente, l'articolo 34 del D. lgs. 50/2016 "Codice dei contratti" (modificato dal D. lgs 56/2017) recante "Criteri di sostenibilità energetica e ambientale", hanno reso obbligatoria in Italia l'applicazione dei criteri stabiliti dai CAM da parte di tutte le stazioni appaltanti.

Il Decreto 23 giugno 2022 è stato pubblicato nella Gazzetta Ufficiale Serie Generale del 6 agosto 2022 e aggiorna il D.M. 11/10/2017 sui 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 di edifici pubblici, che prevedono al par. 2.4.11 "Prestazioni e comfort acustici" il rispetto dei requisiti acustici passivi e confort interno secondo il prospetto di seguito indicato in base alla differente destinazione d'uso dell'edificio:

RIFERIMENTO NORMATIVO	DESTINAZIONI D'USO		
	Ospedali	Scuole	Altro
D.P.C.M. 05/12/97	SI	SI	SI
UNI 11367, prospetto 1 - <i>Classe II</i>	NO	NO	SI
UNI 11367, prospetto A.1 <i>prestazione superiore</i>	SI	SI	NO
UNI 11367, prospetto B.1 – <i>prestazione buona</i>	SI	SI	NO
UNI 11367, appendice C	SI	NO	SI
UNI 11532-2	NO	SI	NO

Tabella - Riepilogo normativo in materia di prestazioni acustiche per opere pubbliche

Qualora il presente criterio e il DPCM 5/12/97 prevedano il raggiungimento di prestazioni differenti per lo stesso indicatore, sono da considerarsi, quali valori da conseguire, quelli che prevedano le prestazioni più restrittive tra i due.

Nel caso di interventi su edifici esistenti, si applicano le prescrizioni sopra indicate se l'intervento riguarda la ristrutturazione totale degli elementi edilizi di separazione tra ambienti interni ed ambienti esterni o tra unità immobiliari differenti e contermini, la realizzazione di nuove partizioni o di nuovi impianti.

Per gli altri interventi su edifici esistenti va assicurato il miglioramento dei requisiti acustici passivi preesistenti. Detto miglioramento non è richiesto quando l'elemento tecnico rispetti le prescrizioni sopra indicate, quando esistano vincoli architettonici o divieti legati a regolamenti edilizi e regolamenti locali che precludano la realizzazione di soluzioni per il miglioramento dei requisiti acustici passivi, o in caso di impossibilità tecnica ad apportare un miglioramento dei requisiti acustici esistenti degli elementi tecnici coinvolti.

I metodi di calcolo utilizzati per la verifica dei parametri di isolamento acustico sono quelli riportati nelle norme della serie UNI EN ISO 12354 e UNI EN ISO 717. Tali metodi si basano sulla conoscenza dei dati certificati di laboratorio degli indici di valutazione delle grandezze che definiscono le prestazioni acustiche dei singoli componenti. I valori relativi al potere fonoisolante degli elementi costruttivi utilizzati nei calcoli previsionali sono tratti da dati certificati di prove di laboratorio.

Potere fonoisolante apparente

La valutazione delle trasmissioni laterali, ossia del flusso di energia che passa attraverso i vincoli strutturali del pannello, è di difficile soluzione, sia perché è complicato schematizzare il fenomeno di accoppiamento strutturale con le pareti laterali, sia perché detto contributo può variare, anche in modo considerevole, in base all'accuratezza con cui è stata realizzata l'opera. Ciò nonostante, alcuni modelli di calcolo consentono di ricavare l'effettivo isolamento acustico tra due ambienti a partire dalle caratteristiche di accoppiamento tra gli elementi strutturali, quali:

- il potere fonoisolante (R) delle strutture coinvolte (partizione + quattro strutture laterali)
- la massa superficiale di tutte le strutture considerate
- le dimensioni dei due ambienti (sorgente e ricevente)
- l'indice di riduzione delle vibrazioni (Kij)
- la differenza di potere fonoisolante (ΔR) qualora siano presenti strati di rivestimento fonoisolanti o pavimenti galleggianti.

La metodologia di calcolo proposta si basa sulle indicazioni della norma UNI EN ISO 12354 parte 1.

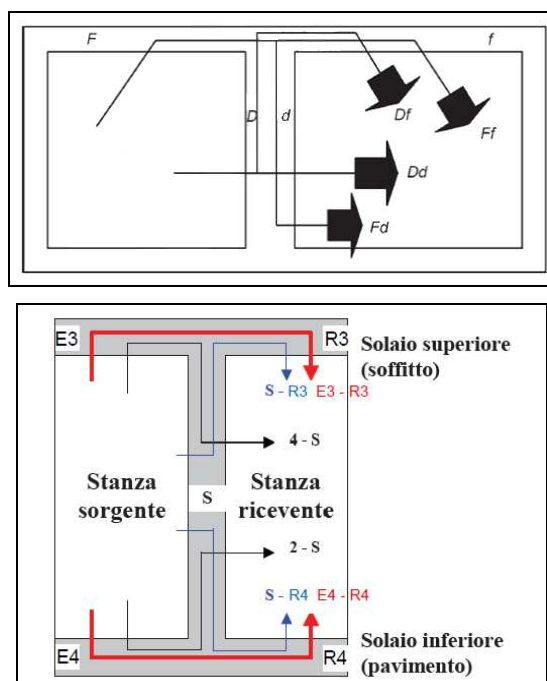
Il metodo di calcolo si basa sui valori del potere fonoisolante del divisorio in esame (R_d misurato in laboratorio senza trasmissioni laterali o stimato tramite correlazioni specifiche o valutazioni analitiche) e del potere fonoisolante relativo ai diversi percorsi di trasmissione strutturale laterale (R_{ij}). Con il modello di calcolo proposto con l'aggiornamento dell'ottobre 2017 è possibile considerare anche i contributi dovuti ai coefficienti di trasmissione sonora di piccoli elementi posti sulla partizione e dei sistemi di trasmissione per via aerea. L' R'_w si calcola mediante la seguente formula:

$$R'_w = -10 \lg \left(10^{-R_{d,w}/10} + \sum_{f=1}^n 10^{-R_{Ff,w}/10} + \sum_{f=1}^n 10^{-R_{Df,w}/10} + \sum_{F=1}^n 10^{-R_{F_d,w}/10} + \frac{A_0}{S_s} \sum_{j=1}^m 10^{-D_{n,j,w}/10} \right)$$

Dove:

- $R_{Dd,w}$ è l'indice di valutazione del potere fonoisolante per la trasmissione diretta per via aerea, in decibel
- $R_{Ff,w}$ è l'indice di valutazione del potere fonoisolante per trasmissione laterale per il percorso di trasmissione Ff , in decibel
- $R_{Df,w}$ è l'indice di valutazione del potere fonoisolante per trasmissione laterale per il percorso di trasmissione Df , in decibel
- $R_{Fd,w}$ è l'indice di valutazione del potere fonoisolante per trasmissione laterale per il percorso di trasmissione Fd , in decibel
- $D_{n,j,w}$ è l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato equivalente per la trasmissione attraverso un piccolo elemento tecnico j ($D_{n,e}$) o un sistema di trasmissione per via aerea j ($D_{n,s}$), in decibel
- n è il numero di elementi laterali in un ambiente; di solito $n = 4$, ma può essere minore o maggiore, a seconda del progetto e della costruzione della situazione presa in considerazione
- m è il numero j di elementi o sistemi di trasmissione per via aerea
- S_s è l'area dell'elemento di separazione, in metri quadri
- A_o è l'area di assorbimento di riferimento, in metri quadri; $A_o = 10 \text{ m}^2$

Nella figura seguente vengono illustrati i diversi percorsi di trasmissione sonora.



Definizione dei percorsi di trasmissione sonora i_j tra due ambienti

Le formule per calcolare gli $R_{ij,w}$ sono riportate nella parte 1 della UNI EN ISO 12354.

Per le costruzioni leggere, l'indice di valutazione del potere fonoisolante per trasmissione laterale, $R_{ij,w}$, per qualsiasi percorso Ff , Df o Fd deve essere determinato dal corrispondente indice di

valutazione dell'isolamento acustico normalizzato per trasmissione laterale, $D_{n,f,ij,w}$, utilizzando la formula seguente:

$$R_{ij,w} = D_{n,f,ij,w} + 10 \lg \left(\frac{l_{lab} S_s}{l_{ij} A_0} \right)$$

Per certe costruzioni laterali, come i controsoffitti e le facciate leggere, la trasmissione è generalmente dominata dal percorso Ff, come caratterizzato dall'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato per trasmissione laterale, $D_{n,f,w}$, così che i contributi dei percorsi Df ed Fd possano essere trascurati. $D_{n,f,w}$ può essere misurato o determinato dalle prestazioni degli elementi (i dettagli per determinare $D_{n,f,w}$ sono riportati nell'appendice G della UNI EN ISO 12354-1). Per elementi laterali orizzontali come i soffitti, l_{lab} è solitamente di 4,5 m mentre per gli elementi laterali verticali come le facciate l_{lab} è solitamente di 2,5 m.

Isolamento acustico normalizzato

Nel modello di calcolo previsionale proposto dalla UNI EN ISO 12354-1 il potere fonoisolante, R' , è la grandezza primaria da stimare.

L'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione è correlato al potere fonoisolante apparente secondo la seguente formula:

$$D_{nT} = R' + 10 \lg \left(\frac{0,16V}{T_0 S_s} \right)$$

Dove:

- V è il volume dell'ambiente ricevente, in m^3
- S_s è l'area dell'elemento di separazione, in m^2
- T_0 è il tempo di riverberazione di riferimento, assunto pari a 0,5 s

Pertanto, una volta determinato l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente è possibile calcolare, con la formula sopra riportata, l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione.

Isolamento acustico di facciata

L'isolamento acustico di una facciata dipende dalle proprietà acustiche di tutti gli elementi che la costituiscono ma il risultato finale è influenzato dagli elementi più deboli, ossia:

- Finestre

- Porte
- Cassonetti
- Eventuali prese d'aria.

Normalmente la muratura opaca essendo a doppio strato o di elevato spessore, ha proprietà acustiche adeguate.

Nella misura dell'isolamento acustico di facciata viene particolarmente evidenziato il fenomeno della coincidenza (questo perché il campo acustico è diretto e non diffuso per l'utilizzo dell'altoparlante direzionato verso la facciata).

È possibile stimare l'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al T60 (tempo di riverberazione), parametro richiesto dal D.P.C.M. 5/12/1997 e dai C.A.M., con il metodo descritto nella norma UNI EN ISO 12354 parte 3.

Il modello di calcolo si basa sulle seguenti relazioni:

$$D_{2m,nT,w} = R'_w + \Delta L_{fs} + 10 \lg \left(\frac{0,16 V}{T_0 S} \right)$$

Dove:

- **R'_w** è l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente di facciata [dB]
- **ΔL_{fs}** è l'isolamento acustico per la forma della facciata [dB]
- **V** è il volume dell'ambiente ricevente [m³]
- **T₀** è il tempo di riverberazione di riferimento = 0,5 s
- **S** è l'area totale della facciata vista dall'interno (la somma delle aree di tutti gli elementi di facciata) [m²]

Il termine ΔL_{fs} dipende dalla forma della facciata, dall'assorbimento acustico delle superfici aggettanti (balconi) e dalla direzione del campo sonoro (nella norma UNI EN ISO 12354-3 sono riportati gli schemi per il calcolo).

Il R'_w apparente di facciata può essere calcolato sulla base degli R_w dei singoli elementi costituenti la facciata (parte di facciata corrispondente all'ambiente interno) e della trasmissione laterale, utilizzando il metodo della media ponderata dei coefficienti di trasmissione:

$$R'_w = -10 \lg \left(\sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} 10^{-R_{i,w}/10} + \sum_{k=1}^m l_{s,k} 10^{-R_{s,k,w}/10} + \frac{A_0}{S} \sum_{j=1}^p 10^{-D_{n,s,j,w}/10} + \sum_{f=1}^q \tau_f \right)$$

Dove:

- **R_{i,w}** è l'indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento di facciata i-esimo [dB]
- **S_i** è la superficie dell'elemento di facciata i-esimo [m²]
- **R_{s,k,w}** è l'indice di valutazione del potere fonoisolante di un'intercapedine sigillata o del giunto k, in decibel

- $l_{s,k}$ è la lunghezza di un'intercapedine sigillata o del giunto k, in metri, considerando come riferimento $l_0 = 1 \text{ m}$
- A_0 è l'area equivalente di assorbimento acustico di riferimento $= 10 \text{ m}^2$
- $D_{n,e,j,w}$ è l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di un piccolo elemento di facciata j-esimo (ad esempio prese d'aria) [dB]
- τ_f è il fattore di trasmissione della potenza sonora irradiato da una facciata o da un elemento laterale f nell'ambiente ricevente, dovuta alla trasmissione laterale, e la potenza sonora incidente sull'intera facciata
 - S è la superficie complessiva della facciata, come vista dall'interno [m^2]
 - n è il numero di elementi della facciata per la trasmissione diretta
 - m è il numero di intercapedini sigillate o di giunti tra le parti
 - p è il numero di piccoli elementi di facciata
 - q è il numero degli elementi laterali della facciata

Il fattore di trasmissione della potenza sonora, τ_f , relativo alla trasmissione laterale di un elemento f si ottiene a partire dalla somma dei fattori della trasmissione laterale in rapporto a tutte le vie di trasmissione laterale verso questo elemento. Tali fattori di trasmissione laterale possono essere determinati in conformità alla ISO 12354-1, considerando l'area S_s come l'area totale S della facciata. Il contributo della trasmissione laterale è solitamente trascurabile. Tuttavia, se elementi rigidi (quali calcestruzzo o mattoni) sono collegati ad altri elementi rigidi all'interno dell'ambiente ricevente, come pavimenti o pareti divisorie, la trasmissione laterale può contribuire alla trasmissione sonora totale. Tuttavia, nella maggior parte dei casi, non è necessario calcolare il contributo della trasmissione laterale.

Nei casi che comportano la presenza di elementi rigidi, la trasmissione laterale può essere incorporata in modo globale diminuendo il potere fonoisolante per questo tipo di elementi di facciata rigidi e pesanti; è generalmente accettabile sottrarre 2 dB. In assenza di dati specifici degli $R_{i,w}$ e $D_{n,e,j,w}$, si può fare riferimento alle indicazioni riportate nelle normative UNI EN ISO 12354 parte 1 e parte 3.

Nella maggior parte dei casi un significativo deficit rispetto ai calcoli previsionali risulta imputabile ad una non corretta registrazione del serramento, questo con particolare riferimento ad una non sufficiente pressione sulle guarnizioni di battuta delle ante. Il semplice intervento di registrazione nella maggioranza dei casi determina significativi miglioramenti di isolamento con incrementi delle prestazioni acustiche che possono superare anche i 10 dB.

Potere fonoisolante dei serramenti

La normativa di prodotto da applicare per il calcolo che, a partire dal valore della prova di laboratorio, fornisce il potere fonoisolante della finestra, è la UNI 14351-1 e la tabella è riportata nel prospetto B.3 "Regole di estrapolazione per diverse dimensioni di finestre" di seguito riportato.

GAMMA DELLE DIMENSIONI DELLE FINESTRE		VALORE DELL'INDICE DI VALUTAZIONE DEL POTERE FONOISOLANTE PER LA FINESTRA
Risultati della prova (vedere punto B.2) per provini di qualsiasi dimensione	Valori tabellari (vedere punto B.3) ^{a)}	
Dal -100% al +50% dell'area complessiva del provino	Area complessiva 2.7 m ²	Rw e Rw + Ctr secondo il punto B.2 o il punto B.3
Dal +50% al +100% dell'area complessiva del provino	2.7 m ² < area complessiva < 3.6 m ²	Rw e Rw + Ctr corretti di -1 dB
Dal +100% al +150% dell'area complessiva del provino	3.6 m ² < area complessiva < 4.6 m ²	Rw e Rw + Ctr corretti di -2 dB
> 150% dell'area complessiva del provino	4.6 m ² < area complessiva	Rw e Rw + Ctr corretti di -3 dB
a) Gli intervalli delle aree indicati per i valori tabellari sono identici agli intervalli per i risultati delle prove secondo il punto B.2 utilizzando le dimensioni dei provini raccomandate di 1.23m x 1.48m		

UNI 14351-1. Prospetto B3 – Regole di estrapolazione dell'Rw per diverse dimensioni di finestre (UNI 14351-1)

La norma UNI EN ISO 12354-3: 2017 ha introdotto nel calcolo dell'R_w apparente di facciata l'indice di valutazione del potere fonoisolante di un'intercapedine sigillata o del giunto k, R_{s,k,w}.

La norma UNI 11673-1:2017 suggerisce, nel prospetto 1 del paragrafo 5.2, le prestazioni acustiche minime dei sigillanti in funzione dell'indice di valutazione R_w del serramento.

R _w DEL SERRAMENTO (DB)	R _s DEL SIGILLANTE SECONDO L'APPENDICE J DELLA UNI EN ISO 10140-1 (DB)
33	≥ 45
36	≥ 50
39	≥ 55
≥ 40	≥ 58

Tabella - Prestazione minime dei sigillanti (11673-1)

Incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante

L'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante, ΔR_w , ottenuto mediante l'applicazione di strati addizionali quali, per esempio, una controparete con interposto strato isolante, un pavimento galleggiante o un controsoffitto, si differenzia a seconda che venga coinvolta la trasmissione diretta o quella laterale e dipende inoltre dal tipo della struttura di base alla quale lo strato addizionale è applicato.

In mancanza di dati sperimentali, l'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante, ΔR_w , può anche essere calcolato in funzione della frequenza di risonanza f_0 , del sistema "struttura di base - rivestimento" e, a seconda del suo valore, l'indice può assumere valori sia positivi che negativi. Il modello di calcolo è riportato nell'appendice D.2 della UNI EN ISO 12354-1.

Per elementi in cui lo strato di isolamento è fissato direttamente alla costruzione di base (senza montanti o traversi di porta), la frequenza di risonanza, f_0 , si calcola mediante la formula seguente (si fa presente che nella formula riportata nel paragrafo D.2.1 della UNI EN ISO 12354-1:2017 è presente un evidente errore di scrittura; infatti, è erroneamente indicato $1/2n$ come fattore moltiplicatore della parte sotto radice quadrata):

$$f_0 = 160 \cdot \sqrt{s' \cdot \left(\frac{1}{m_1'} + \frac{1}{m_2'} \right)}$$

dove:

- s' è la rigidità dinamica dello strato di isolamento, in MN/m³, ottenuta secondo la UNI EN 29052-1
- m_1' è la massa per unità di area della struttura di base, in kilogrammi al metro quadrato (kg/m²)
- m_2' è la massa per unità di area dello strato addizionale, in kilogrammi al metro quadrato (kg/m²)

Per gli strati addizionali costruiti con montanti o traversi di porta in metallo o legno e non direttamente connessi con la struttura di base, dove l'intercapedine è riempita con uno strato poroso di isolante con una resistività all'aria $r \geq 5 \text{ kPa s/m}^2$ in conformità alla EN 29053, la frequenza di risonanza f_0 si calcola mediante la formula seguente (anche in questo caso nella formula riportata nel paragrafo D.2.1 della UNI EN ISO 12354-1:2017 è erroneamente indicato $1/2n$ come fattore moltiplicatore della parte sotto radice quadrata):

$$f_0 = 160 \cdot \sqrt{\frac{0,111}{d} \cdot \left(\frac{1}{m_1'} + \frac{1}{m_2'} \right)}$$

dove:

- d è la profondità dell'intercapedine, in metri (m).

Previsione delle prestazioni dei rivestimenti interni

Per le strutture di base con un indice di valutazione del potere fonoisolante da $20\text{dB} \leq R_w \leq 60\text{dB}$, l'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante quale risultato di uno strato ulteriore può essere valutato dalla frequenza di risonanza, f_0 , (arrotondata alla frequenza centrale di banda di terzo di ottava nella quale rientra f_0), secondo il prospetto seguente.

Per le frequenze di risonanza minori di 200 Hz, il valore dipende anche dall'indice di valutazione del potere fonoisolante della struttura di base.

FREQUENZA DI RISONANZA DEL RIVESTIMENTO (Hz)	R_w (dB)
$30 \leq f_0 \leq 160$	$74,4 - 20 \lg(f_0) - R_w/2$
200	-1
250	-3
315	-5
400	-7
500	-9
$630 \leq f_0 \leq 1600$	-10
$1600 \leq f_0 \leq 5600$	-5
Nota 1: Per frequenze di risonanza minori di 200 Hz, il valore minimo di R_w è 0 Hz	
Nota 2: R_w designa l'indice di valutazione del potere fonoisolante della sola parete o soffitto, in dB	

Tabella - Incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante per strato addizionale

Previsione delle prestazioni dei rivestimenti esterni

Nell'appendice D.2.3 della UNI EN ISO 12354-1 viene riportato un modello di calcolo per la previsione del ΔR_w nel caso in cui lo strato addizionale sia applicato all'esterno. La parete base pesante viene considerata di circa 350 kg/m².

Anche in questo caso viene fatta la distinzione tra il caso in cui il sistema venga applicato direttamente alla parete base e il caso in cui lo strato aggiuntivo venga realizzato con montanti o traversi di porta di metallo o legno non direttamente connessi all'elemento base.

Nel caso in cui il sistema venga applicato direttamente alla parete base il modello di calcolo distingue inoltre tra la situazione di riferimento, identificata con il sistema applicato alla parete base con area incollata del 40% e nessun ancoraggio o traverso di porta, e la situazione in cui l'area incollata differisce del 40% o siano presenti ancoraggi o un'area incollata differente.

Altra distinzione è tra la lana minerale e le schiume come il polistirene (PS), il polistirene estruso (EPS) o il polistirene estruso elasticizzato (EEPS). Nella stessa appendice D.2.3 vengono riportate le formule e le figure per la determinazione dell'incremento del potere fonoisolante.

Accuratezza del modello previsionale per isolamenti

La principale esperienza nell'applicazione del modello previsto dalle norme UNI e applicato per la stima previsionale degli indici di valutazione nella presente relazione, deriva soprattutto da edifici i cui elementi strutturali di base sono o possono essere considerati omogenei (per esempio pareti di calcestruzzo, di mattoni, di blocchi). In tali situazioni la previsione con l'uso di indici di valutazione dà luogo a uno scarto tipo di circa 2 dB con tendenza a sovrastimare leggermente l'isolamento (l'incertezza può essere calcolata utilizzando il metodo proposto nella UNI EN ISO 12354-1:2017, appendice K).

Confort interno

Introduzione

Il comportamento acustico di uno spazio chiuso è usualmente descritto impiegando tre metodi complementari fra loro e per questa ragione è opportuno, utilizzarli contemporaneamente. Essi sono:

Teoria delle onde o teoria modale, basata sulla soluzione dell'equazione delle onde, è il sistema più corretto da un punto di vista fisico. Per contro è difficilmente applicabile a casi concreti per via della complessità geometrica degli ambienti. Da utilizzare nello studio di piccoli ambienti ed escluso da questa trattazione.

Teoria statistica, fondata sull'ipotesi di campo acustico perfettamente diffuso, ossia omogeneo in tutto l'ambiente, per via della distribuzione assolutamente casuale delle direzioni di propagazione delle onde che lo originano. Esso sarà dunque descritto dai valori medi delle grandezze caratteristiche. Con questo metodo è possibile descrivere efficacemente il fenomeno della riverberazione ed analizzare 'quantitativamente' i materiali efficaci al controllo dello stesso.

Metodo geometrico, secondo il quale si effettua una semplificazione della realtà, rappresentando le onde acustiche mediante raggi, originati da una sorgente, tali da propagarsi nell'ambiente

PD	PROGETTO ESECUTIVO							
	PARTE GENERALE				ELABORATI SPECIALISTICI			
	Relazione sui requisiti acustici passivi				NAN	PE	GEN	RS RT 002 pag. 43/66

riflettendosi sulle superfici secondo le leggi dell'ottica. È il sistema impiegato nei software di previsione acustica utilizzato per le verifiche 'qualitative' di progetto, ovvero posizione ed efficacia dei materiali proposti.

Descrittori acustici oggettivi

Ogni segnale acustico è divisibile in due parti, il suono diretto e la coda riverberante, ed è la conoscenza di come il cervello umano correla fra loro queste due componenti a guidare un progetto acustico verso soluzioni efficaci.

Si pensi all'energia contenuta nel campo riverberante: se eccessiva può costituire un elemento di grande disturbo all'ascolto, rendendolo caotico e privando il messaggio di intelligibilità; se troppo esigua, si possono venire a creare situazioni di reale disagio acustico.

L'obiettivo di una corretta progettazione acustica è quello di riuscire a distribuire l'energia sonora lungo la curva di decadimento in modo opportuno, in modo da poter garantire la migliore percezione sonora possibile, garantendo la contemporaneità della qualità acustica tanto per gli spettatori quanto per eventuali musicisti di orchestra e addetti ai lavori.

Logica conseguenza è la necessità di parametri di qualità del campo sonoro in ambiente chiuso che siano:

- misurabili sperimentalmente
- riconosciuti ed utilizzati in modo diffuso
- correlabili a sensazioni uditive non esprimibili come risultato di una misura strumentale tradizionale.

Il tempo di riverbero

Il primo parametro acustico ambientale misurato fu il tempo di riverbero, ad opera di Sabine, al termine del secolo XIX, e tuttora è il dato che riveste la maggior importanza nell'analisi e nel progetto acustico di una sala. Per valutare l'ottimo teorico per il tempo di riverbero occorre considerare in primis il genere di evento cui è destinato l'ambiente: auditorium per conferenze, teatro di prosa, sala da concerti presentano ognuno richieste acustiche sostanzialmente differenti. Anche la cubatura del locale influenza la qualità della percezione e costituisce, dunque, un ulteriore parametro in base al quale varia il valore migliore del tempo di riverberazione.

Da un punto di vista psicoacustico studi di settore hanno mostrato come, ai fini dell'ascolto, la parte realmente utile dell'intero decadimento sia, in media, soltanto la prima; quantitativamente la si può racchiudere in qualche decina di millisecondi dall'onda diretta. Per ritardi superiori ai 100 ms ed oltre, la coda riverberante assume sempre più la caratteristica di disturbo. In altre parole, si può affermare che la frazione di energia compresa in questi primi istanti di tempo rafforzi percettivamente l'onda diretta. Si preferisce ricorrere ai tempi di riverbero denominati T20 o T30, per determinare i quali si usa una retta interpolante passante per i punti del tracciato corrispondenti a -5 dB e, rispettivamente, -25 dB o -35 dB rispetto al livello di regime.

Di norma, i tempi di riverbero sono misurati in funzione della frequenza in almeno sei delle dieci bande d'ottava normalizzate, quelle con frequenze di centrobanda da 125 Hz a 4 kHz.

Intelligibilità del parlato

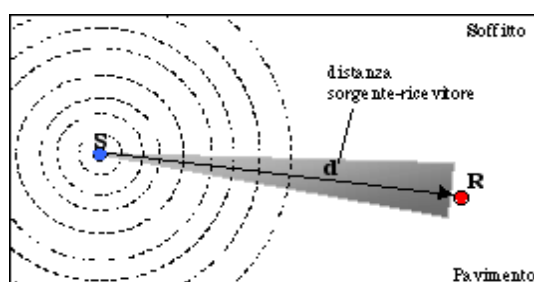
Per intelligibilità del parlato si intende la capacità da parte di un ascoltatore di comprendere correttamente frasi e parole pronunciate da un parlatore.

La diminuzione di intelligibilità è associabile ad una perdita di informazioni necessarie alla corretta codifica del parlato. Le caratteristiche acustiche dell'ambiente, come l'eccesso di riverberazione o la presenza di rumore di fondo, possono rendere meno intelligibile il segnale emesso dal parlatore.

La tecnica per misure indirette più precisa attualmente disponibile rileva l'indice di trasmissione del parlato STI (Speech Transmission Index).

Infatti, quando l'analisi coinvolge le frequenze più importanti a livello percettivo, l'indice STI è un valido indicatore dell'intelligibilità media del parlato. I valori dello STI sono compresi tra 0 (completamente inintelligibile) e 1 (intelligibilità ottima).

Metodologia di calcolo del tempo di riverberazione



Sistema sorgente - ricevitore in ambiente chiuso

Per svolgere l'analisi si suppone che all'interno dell'ambiente in esame la propagazione sonora sia paragonabile ad una sorgente S omnidirezionale che emette fronti d'onda sferici con uguale intensità in ogni direzione e un ricevitore R posto a distanza d dalla sorgente come mostrato in figura. In questo caso avremo un raggio che parte dalla sorgente e arriva direttamente al ricevitore mentre gli altri raggi rimbalzano contro le pareti e arrivano al ricevitore con un certo ritardo. Di conseguenza oltre all'onda diretta dovremo considerare anche le onde riflesse che si sovrappongono all'onda fondamentale dando luogo a fenomeni di riverbero. Tali onde si riducono al passare del tempo fino a decadere a zero come conseguenza della riflessione multipla e relativo assorbimento delle pareti. Col termine riverbero, quindi, si intende la persistenza del suono in un ambiente chiuso, dopo che la sorgente sonora ha cessato di irradiare, a causa della riflessione continuata del suono sulle pareti.

Il parametro di riferimento è il tempo di riverberazione di Sabine che si riporta di seguito e su cui si basano tutte le ipotesi dei calcoli statistici effettuati, di seguito dettagliati:

$$T_{Rev.} = (0,161 \cdot V) / A$$

dove V è il volume sala e A è l'area di assorbimento equivalente, corrispondente all'area di un'ipotetica superficie totalmente assorbente con la quale, se fosse il solo elemento assorbente dell'ambiente, si avrebbe lo stesso tempo di riverberazione dell'ambiente in oggetto. Il valore di A è ricavato dalla seguente relazione:

$$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{s,i} S_i + \sum_{j=1}^o A_{obj,j} + \sum_{k=1}^p \alpha_{s,k} S_k + A_{air} \quad [m^2]$$

essendo:

- $\alpha_{s,i}$ il coefficiente di assorbimento di una superficie i, corrispondente al rapporto tra l'area di assorbimento equivalente di un campione di prova e l'area del campione medesimo.
- S_i [m²] l'area della superficie i-esima
- $A_{obj,j}$ [m²] l'area di assorbimento equivalente dell'elemento j-esimo
- $\alpha_{s,k}$ il coefficiente di assorbimento dell'insieme di elementi k
- S_k [m²] l'area della superficie coperta dall'insieme degli elementi k
- A_{air} l'area totale di assorbimento equivalente per l'assorbimento in aria

Intellegibilità del parlato: parametro STI

Per la norma UNI 11532-2 il descrittore acustico STI si applica solo alle categorie **A1, A2, A3, A4**.

Per ambienti di dimensioni inferiori a 250mc può essere utilizzato il C50 in alternativa allo STI mentre per ambienti di dimensioni superiori si applica esclusivamente lo STI.

Il valore di riferimento è calcolato ad **ambiente inoccupato** con la presenza massima di 2 persone.

Per il caso specifico si sono utilizzati i seguenti riferimenti normativi per ambienti **senza amplificazione**:

- Per **V<250mc** deve verificarsi **STI ≥ 0,55** con segnale di emissione ad 1m in asse alla sorgente pari a 60dB(A).
- Per **V≥250mc** deve verificarsi **STI ≥ 0,50** con segnale di emissione ad 1m in asse alla sorgente pari a 70dB(A).

Il parametro STI ("Speech Transmission Index") è una grandezza che esprime la qualità della trasmissione del parlato in termini di intelligibilità, relativa ad un percorso acustico o elettro-acustico tra un parlatore ed un ascoltatore.

Esso quantifica l'effetto combinato dell'interferenza del rumore di fondo e della riverberazione sulla riduzione di intelligibilità del parlato. Se il tempo di riverbero fa sì che le riflessioni acustiche e la riverberazione di una sillaba raggiungano quella successiva, l'identificazione della parola risulterà più complessa.

Inoltre, se il livello sonoro della parola è troppo debole rispetto al rumore di fondo, l'intelligibilità risulterà troppo bassa a causa di questo effetto di mascheramento.

I valori di STI variano da 0 a 1, dove il valore 0 indica nessuna intelligibilità ed il valore 1 un'intelligibilità totale.

Metodo di calcolo A dell'appendice A della norma UNI 11532-1:

Nell'ipotesi di sistemi di trasmissione lineari e tempo invarianti, è possibile determinare la risposta all'impulso nei diversi punti di una sala tramite l'ausilio di un software di simulazione e di conseguenza calcolare i fattori di riduzione della profondità di modulazione secondo la seguente espressione:

$$m_{f,F} = \frac{\left| \int_0^\infty e^{-j2\pi Ft} p_f^2(t) dt \right|}{\int_0^\infty p_f^2(t) dt} \times \frac{1}{(1 + 10^{[-(S/N)_f/10]})}$$

Dove:

- $P_f(t)$ è la risposta all'impulso per il percorso sorgente/ricevitore nella banda di ottava f
- $(S/N)_f$ è il rapporto segnale/rumore, cioè la differenza fra il livello del segnale (cioè del livello del parlato) e quello del rumore nella posizione dell'ascoltatore, per la banda di ottava considerata, in decibel (dB)

Il numeratore del primo termine dell'equazione è il modulo della trasformata di Fourier del quadrato della risposta all'impulso, mentre il denominatore è l'energia totale della risposta all'impulso.

Metodo di calcolo B dell'appendice A della norma UNI11532-1:

Assumendo l'ipotesi di un campo riverberato perfettamente diffuso è possibile calcolare una stima previsionale dell'indice STI, ottenuto come somma ponderata degli indici di trasferimento della modulazione per tutte le 7 bande di ottava, applicando la seguente formula:

$$STI = \sum_{f=1}^7 \alpha_f \times MTI_f - \sum_{f=1}^6 \beta_f \times \sqrt{MTI_f \times MTI_{f+1}}$$

Dove:

- MTI_f è l'indice di trasferimento della modulazione per la banda f
- α_f è il fattore di ponderazione per la banda f
- β_f è il fattore di ridondanza tra la banda f e la banda $f+1$

I fattori α_f rappresentano il contributo relativo di ogni banda di ottava allo STI. I fattori β_f rappresentano la frazione di sovrapposizione dell'informazione fra due bande di ottava adiacenti rispetto all'intelligibilità del parlato. In pratica, bande di ottava adiacenti contengono informazione ridondante per l'intelligibilità del parlato e, se una banda di ottava non contribuisce all'intelligibilità (perché mascherata dal rumore o dalla riverberazione), allora la banda adiacente può parzialmente compensare per questo contributo mancante.

I fattori α_f e β_f sono riportati nel prospetto A.5 nell'appendice A della norma UNI11532-1.

È possibile, dunque, stimare in via previsionale l'indice STI a partire dalla conoscenza o dalla stima dei seguenti dati:

Tempo di riverbero in banda d'ottava previsionale per l'ambiente (da calcolare)

Livello di rumore ambientale (da imporre in base al volume e alla destinazione d'uso dell'ambiente)

Volume dell'ambiente

Distanza in metri in asse con la sorgente a cui si vuole stimare lo STI (tipicamente a 4 metri)

I valori di riferimento del descrittore STI sono riferiti ad ambiente arredato e con la presenza di due persone al massimo (i tecnici rilevatori).

VALORI DI STI	QUALITÀ DEL PARLATO (CEI EN 60268-16)
$0 < STI \leq 0.3$	Pessimo
$0.3 < STI \leq 0.45$	Scarso
$0.45 < STI \leq 0.6$	Accettabile
$0.6 < STI \leq 0.75$	Buono
$0.75 < STI \leq 1$	Eccellente

Tabella – Valori di riferimento dello STI

Parametro C50

Per la norma UNI 11532-2 il descrittore C50 si applica alle categorie **A1, A2, A3 ed A4** in alternativa allo STI esclusivamente per ambienti con $V < 250$ mc.

I valori di riferimento sono riferiti ad **ambienti inoccupati** con la presenza di due persone al massimo.

Il limite è riferito alla media aritmetica dei valori rilevati in 4 postazioni riceventi nell'ambiente, tre in asse centrale ed una laterale. Le tre posizioni in asse sono rispettivamente nel punto più vicino alla sorgente, nel punto medio e nel punto più lontano.

I valori rilevati nelle singole posizioni di misura, sono ottenuti come media aritmetica dei valori nelle bande d'ottava 500-1000-2000 Hz.

I valori di riferimento per ambienti **senza amplificazione** e per **$V < 250$ mc**:

$$C50 \geq 2dB$$

La norma UNI 11532-1 fornisce un metodo di calcolo previsionale per il C50 in funzione della distanza r tra sorgente ed ascoltatore ed in funzione del tempo di riverbero T . La formula con cui è stato calcolato tale parametro è la seguente:

$$C_{50}(r) = 10 \log \frac{\frac{100}{r^2} + \left(\frac{31200 T}{V} \right) \left(1 - e^{\frac{-0,691}{T}} \right) e^{\frac{-0,04r}{T}}}{e^{\frac{-0,04r}{T}} \left(\frac{31200 T}{V} \right) \left(e^{\frac{-0,691}{T}} \right)}$$

Accuratezza del modello previsionale per confort interno

Per la valutazione previsionale del Tempo di Riverbero, dello STI e del C50, si consulta la norma UNI11532-1:2018 che rimanda per la previsione del tempo di riverbero alla norma UNI EN 12354-6 che ne indica anche l'incertezza. In particolare, nella suddetta UNI al par. 5 "Accuratezza" si legge: "L'accuratezza della previsione del modello dipende da numerosi fattori: l'accuratezza dei dati di immissione, la corrispondenza della situazione reale rispetto al modello, il tipo di materiali, elementi coinvolti, la geometria della situazione e l'esecuzione. Pertanto, non è possibile specificare l'accuratezza generale per tutti i tipi di situazioni e applicazioni".

In altre parole, assume carattere determinante l'esperienza del progettista.



ALLEGATO 1 – TITOLO DI QUALIFICA DEL TECNICO



Home

Tecnici Competenti in Acustica

Corsi

Login

[Home](#) / [Tecnici Competenti in Acustica](#) / [Vista](#)

Numero Iscrizione Elenco Nazionale	7708
Regione	Lazio
Numero Iscrizione Elenco Regionale	1155
Cognome	Tarsitano
Nome	Anna
Titolo studio	Laurea Ingegneria Edile
Estremi provvedimento	G12785/2017
Luogo nascita	Pisa
Data nascita	18/09/1989
Regione	Lazio
Provincia	RM
Comune	Roma
Via	Ancona
Cap	00198
Civico	31
Nazionalità	italiana
Email	anna.tarsitano@hotmail.it
Pec	anna.tarsitano@pec.ording.roma.it
Data pubblicazione in elenco	10/12/2018

REALIZZAZIONE DI UN POLO PER L'INFANZIA - NUOVO ASILO NIDO

Committente:

COMUNE DI
VARALLO POMBIA



Progettista:



Impresa esecutrice:



ALLEGATO 2 SCHEDE AMBIENTI PER LA STIMA DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE

Aula 3

CATEGORIA: A6.3

DIMENSIONI SALA			Asilo - Aula 3
Altezza (H)	3.0	[m]	
Larghezza (W)		[m]	
Lunghezza (L)		[m]	
superficie di base	61.0	[mq]	
Volume ambiente	183.0	[mc]	
Perimetro	31.0	[m]	

A/V >=	0.27	<div></div>	A >=	49	mq
--------	------	-------------	------	----	----

Calcolo unità assorbenti							
RIVESTIMENTI	mq	Coefficienti di assorbimento per banda di frequenza					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz
Pavimento linoleum	61.0	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04
Superfici trasparenti	5.7	0.28	0.20	0.11	0.06	0.03	0.02
Pareti laterali intonacate	87.3	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.06
Controsoffitto cartongesso	13.0	0.30	0.10	0.05	0.07	0.09	0.08
Controsoffitto Rockfon Ekla	48.00	0.60	0.90	1.00	0.95	1.00	1.00
totale mq	215.0						

Totale unità assorbenti fisse:	Banda di frequenza					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 kHz
	37.25	48.60	53.72	51.30	55.27	56.83

	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	
A =	48.60	53.72	51.30	55.27	<div></div>
					da confrontare con obiettivo
					A =
					A/V =

TEMPO DI RIVERBERO T = 0.16 V/A	banda di frequenza						T60 MEDIO [250-2000 Hz]
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	
	0.79	0.60	0.55	0.57	0.53	0.52	
							0.60

Pasto 5

DIMENSIONI SALA		
Altezza (H)	3.0	[m]
Larghezza (W)		[m]
Lunghezza (L)		[m]
superficie di base	35.0	[mq]
Volume ambiente	105.0	[mc]
Perimetro	25.0	[m]

Asilo - Pasto 5

CATEGORIA: A6.3

A/V >=	0.27	→	A >=	28	mq
--------	------	---	------	----	----

Calcolo unità assorbenti							
RIVESTIMENTI	mq	Coefficienti di assorbimento per banda di frequenza					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz
Pavimento linoleum	35.0	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04
Superfici trasparenti	3.8	0.28	0.20	0.11	0.06	0.03	0.02
Pareti laterali intonacate	71.2	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.06
Controsoffitto cartongesso	5.0	0.30	0.10	0.05	0.07	0.09	0.08
Controsoffitto Rockfon Ekla	30.00	0.60	0.90	1.00	0.95	1.00	1.00
totale mq	145.0						

Totale unità assorbenti fisse:

Banda di frequenza					
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 kHz
22.68	30.38	33.85	32.26	34.81	36.15

	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz
A =	30.38	33.85	32.26	34.81

da confrontare con obiettivo		
A =	33	mq
A/V =	0.31	

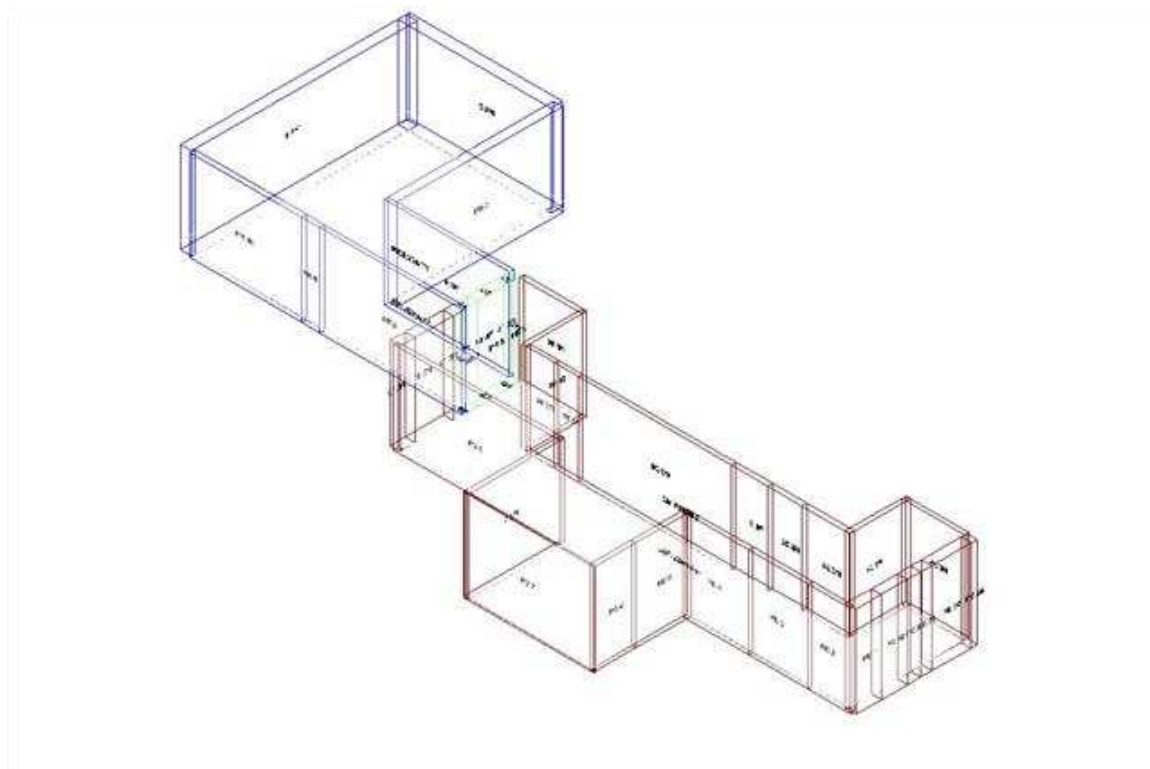
TEMPO DI RIVERBERO T = 0.16 V/A	banda di frequenza						T60 MEDIO [250-2000 Hz]
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	
	0.74	0.55	0.50	0.52	0.48	0.46	0.50



ALLEGATO 3 ALLEGATO DI CALCOLO SUONUS

Piano Terra-Riposo 1

Isolamento acustico per via aerea (adiacenti): Piano Terra-Corridoio » Piano Terra-Riposo 1



Calcolo di isolamento per via aerea tra il vano emittente "Piano Terra-Corridoio" e il vano ricevente "Piano Terra-Riposo 1"

	Vano Ricevente Riposo 1	Vano Emittente Corridoio
Piano	Piano Terra	Piano Terra
Unità immobiliare	ASILO	ASILO VARALLO
Volume	117.21	146.17 m ³
Superficie	39.07	48.72 m ²

Pareti di separazione:

Parete	Controparete ricevente	Controparete emittente	Superf.
--------	------------------------	------------------------	---------

REALIZZAZIONE DI UN POLO PER L'INFANZIA - NUOVO ASILO NIDO

Committente:

COMUNE DI
VARALLO POMBIA



Progettista:



Impresa esecutrice:



MI01	---	---	0.51 m ²
PA.PW.D.001	---	---	3.60 m ²
MI01	---	---	1.00 m ²

Parete di separazione equivalente:

Superficie	Rw	Massa Sup.	DRw Ricevente	DRw Emittente
5.11 m ²	28.5 dB	100.0 Kg/m ²	0.0 dB	0.0 dB

RISULTATI

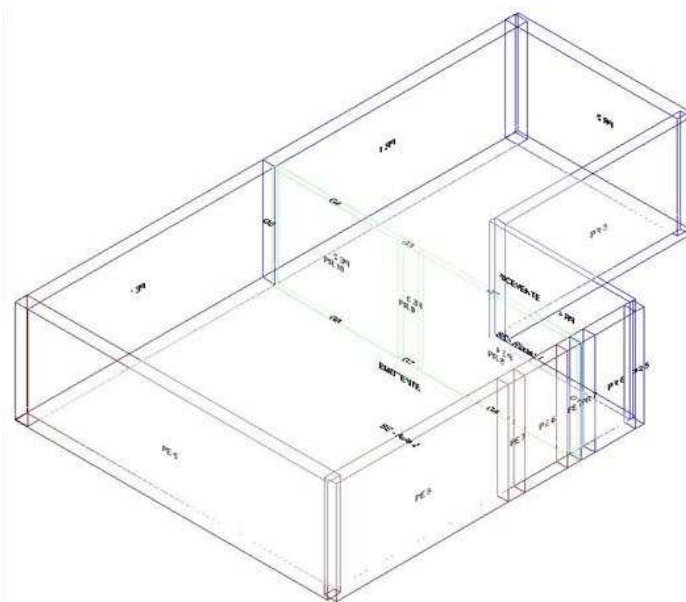
$$R'_w = 28.4 \text{ dB}$$

$$D_{nT,w} = 37.1 \text{ dB}$$

IN BASE AI CAM IL PARAMETRO $D_{nT,w}$ RISULTA QUINDI:

VERIFICATO

Isolamento acustico per via aerea (adiacenti): Piano Terra-Aula 2 » Piano Terra-Riposo 1



Calcolo di isolamento per via aerea tra il vano emittente "Piano Terra-Aula 2" e il vano ricevente "Piano Terra-Riposo 1"

	Vano Ricevente Riposo 1	Vano Emittente Aula 2
Piano	Piano Terra	Piano Terra
Unità immobiliare	ASILO	ASILO VARALLO
Volume	117.21	178.00 m ³
Superficie	39.07	59.33 m ²

REALIZZAZIONE DI UN POLO PER L'INFANZIA - NUOVO ASILO NIDO

Committente:

COMUNE DI
VARALLO POMBIA



Progettista:



Impresa esecutrice:



Pareti di separazione:

Parete	Controparete ricevente	Controparete emittente	Superf.
MI02	---	---	13.12 m ²
PA.PW.D.002	---	---	1.80 m ²
MI02	---	---	11.07 m ²

Parete di separazione equivalente:

Superficie	Rw	Massa Sup.	DRw Ricevente	DRw Emittente
25.99 m ²	48.4 dB	100.0 Kg/m ²	0.0 dB	0.0 dB

RISULTATI

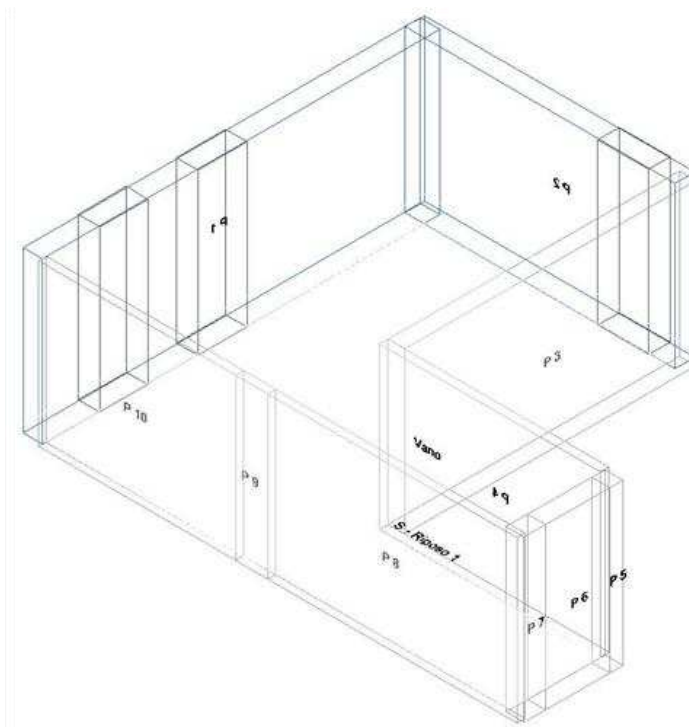
$$R'_w = 47.7 \text{ dB}$$

$$D_{nT,w} = 50.0 \text{ dB}$$

IN BASE AI CAM IL PARAMETRO $D_{nT,w}$ RISULTA QUINDI:

VERIFICATO

Isolamento acustico di facciata: Piano Terra-Riposo 1



REALIZZAZIONE DI UN POLO PER L'INFANZIA - NUOVO ASILO NIDO

Committente:

COMUNE DI
VARALLO POMBIA



Progettista:



Impresa esecutrice:



Calcolo di isolamento di facciata per il vano "Piano Terra-Riposo 1"

	Vano Ricevente Riposo 1
Piano	Piano Terra
Unità immobiliare	ASILO
Volume	117.21 m ³
Superficie	39.07 m ²

Facciata F1

Parete ME01

Controparete sinistra -

Controparete destra -

Superficie 13.60 m²

Trasmissione laterale K 2 dB: Elementi di facciata pesanti con giunti rigidi

DeltaL_{fs} 0

Forma della facciata Facciata piana (Vedi Appendice B)

Assorbimento (α_w) n.a.

Orizzonte visivo (h) n.a.

Elementi di facciata:

Tipo	Codice	Superficie	Lunghezza
Serramento	SR.D.001	2.85 m ²	---

Facciata F2

Parete ME01

Controparete sinistra -

Controparete destra -

Superficie 21.20 m²

Trasmissione laterale K 2 dB: Elementi di facciata pesanti con giunti rigidi

DeltaL_{fs} 0

Forma della facciata Facciata piana (Vedi Appendice B)

Assorbimento (α_w) n.a.

Orizzonte visivo (h) n.a.

Elementi di facciata:

Tipo	Codice	Superficie	Lunghezza
------	--------	------------	-----------

REALIZZAZIONE DI UN POLO PER L'INFANZIA - NUOVO ASILO NIDO

Committente:

COMUNE DI
VARALLO POMBIA



Progettista:



Impresa esecutrice:



Serramento	SR.D.001	2.73 m ²	---
Serramento	SR.D.001	2.70 m ²	---

Facciata Equivalente:

Superficie	DeltaLfs	Trasm.Lat.K
34.80 m ²	0	2

RISULTATI

$R'_w = 48.0 \text{ dB}$

$D_{2m,nT,w} = 48.3 \text{ dB}$

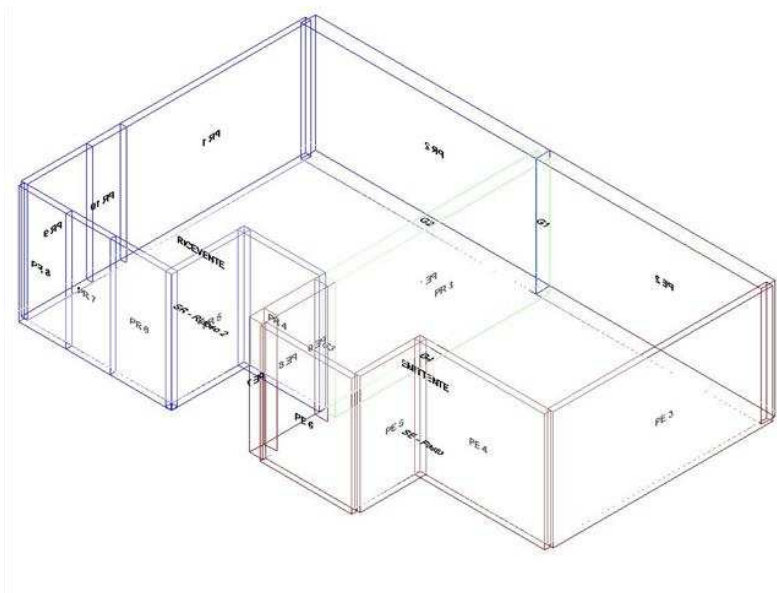
$D_{2m,n,w} = 42.6 \text{ dB}$

DPCM del 5/12/97: Cat. E - Attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili [Verificato](#)

$D_{2m,n,T,w} \geq 48 \text{ dB}$

Riposo 2

Isolamento acustico per via aerea (adiacenti): Piano Terra-Pasto » Piano Terra-Riposo 2



Calcolo di isolamento per via aerea tra il vano emittente "Piano Terra-Pasto " e il vano ricevente "Piano Terra-Riposo 2"

	Vano Ricevente Riposo 2	Vano Emittente Pasto
Piano	Piano Terra	Piano Terra

REALIZZAZIONE DI UN POLO PER L'INFANZIA - NUOVO ASILO NIDO

Committente:

COMUNE DI
VARALLO POMBIA



Progettista:



Impresa esecutrice:



Unità immobiliare	ASILO	ASILO VARALLO
Volume	110.57	100.50 m³
Superficie	36.86	33.50 m²

Pareti di separazione:

Parete	Controparete ricevente	Controparete emittente	Superf.
MI01	---	---	15.65 m²

RISULTATI

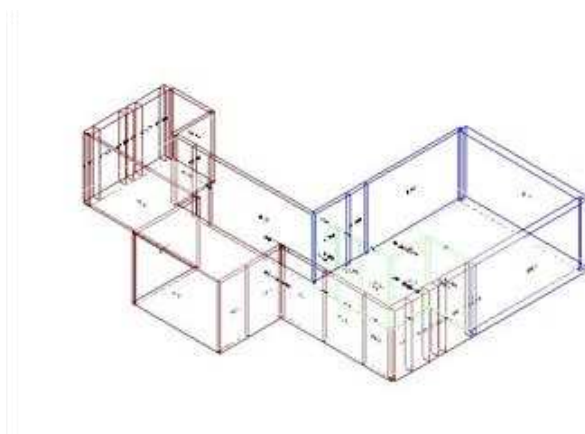
$$R'_w = 51.6 \text{ dB}$$

$$D_{nT,w} = 55.1 \text{ dB}$$

IN BASE AI CAM IL PARAMETRO $D_{nT,w}$ RISULTA QUINDI:

VERIFICATO

Isolamento acustico per via aerea (adiacenti): Piano Terra-Corridoio » Piano Terra-Riposo 2



Calcolo di isolamento per via aerea tra il vano emittente "Piano Terra-Corridoio" e il vano ricevente "Piano Terra-Riposo 2"

	Vano Ricevente Riposo 2	Vano Emittente Corridoio
Piano	Piano Terra	Piano Terra
Unità immobiliare	ASILO	ASILO VARALLO
Volume	110.57	146.17 m³
Superficie	36.86	48.72 m²

REALIZZAZIONE DI UN POLO PER L'INFANZIA - NUOVO ASILO NIDO

Committente:

COMUNE DI
VARALLO POMBIA



Progettista:



Impresa esecutrice:



Pareti di separazione:

Parete	Controparete ricevente	Controparete emittente	Superf.
MI02	---	---	6.21 m ²
MI02	---	---	5.56 m ²
MI02	---	---	4.26 m ²
PA.PW.D.001	---	---	3.40 m ²
MI02	---	---	3.40 m ²

Parete di separazione equivalente:

Superficie	Rw	Massa Sup.	DRw Ricevente	DRw Emittente
22.83 m ²	35.3 dB	100.0 Kg/m ²	0.0 dB	0.0 dB

RISULTATI

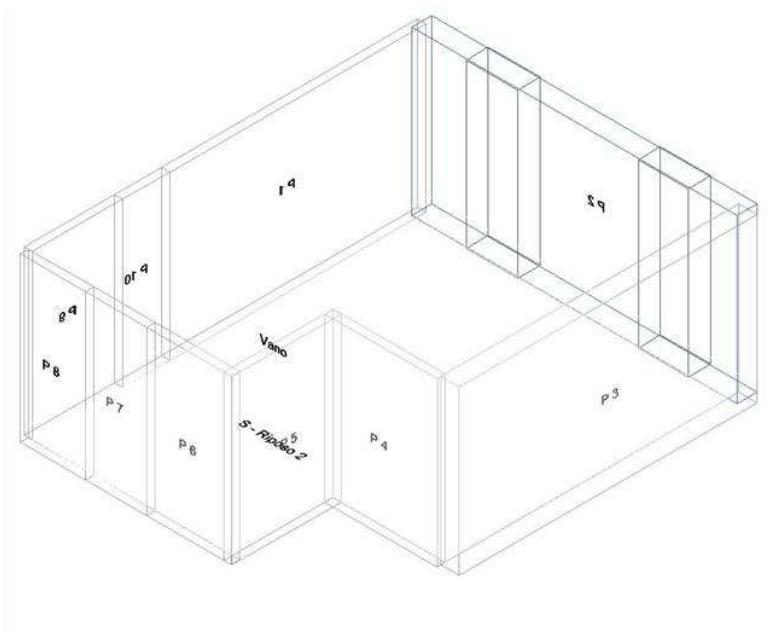
$$R'_w = 35.1 \text{ dB}$$

$$D_{nT,w} = 37.0 \text{ dB}$$

IN BASE AI CAM IL PARAMETRO $D_{nT,w}$ RISULTA QUINDI:

VERIFICATO

Isolamento acustico di facciata: Piano Terra-Riposo 2



Calcolo di isolamento di facciata per il vano "Piano Terra-Riposo 2"

REALIZZAZIONE DI UN POLO PER L'INFANZIA - NUOVO ASILO NIDO

Committente:

COMUNE DI
VARALLO POMBIA



Progettista:



Impresa esecutrice:



	Vano Ricevente Riposo 2
Piano	Piano Terra
Unità immobiliare	ASILO
Volume	110.57 m ³
Superficie	36.86 m ²

Facciata F1

Parete ME01

Controparete sinistra -

Controparete destra -

Superficie 17.27 m²

Trasmissione laterale K 2 dB: Elementi di facciata pesanti con giunti rigidi

DeltaL_{fs} 0

Forma della facciata Facciata piana (Vedi Appendice B)

Assorbimento (α_w) n.a.

Orizzonte visivo (h) n.a.

Elementi di facciata:

Tipo	Codice	Superficie	Lunghezza
Serramento	SR.D.001	2.85 m ²	---
Serramento	SR.D.001	2.76 m ²	---

RISULTATI

R'_w = 47.1 dB

$D_{2m,nT,w}$ = 50.2 dB

$D_{2m,n,w}$ = 44.7 dB

DPCM del 5/12/97: Cat. E - Attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili [Verificato](#)

$D_{2m,n,T,w} \geq 48$ dB

Riposo Lattanti

Isolamento acustico per via aerea (adiacenti): Piano Terra-Segreteria » Piano Terra-Riposo Lattanti

REALIZZAZIONE DI UN POLO PER L'INFANZIA - NUOVO ASILO NIDO

Committente:

COMUNE DI
VARALLO POMBIA

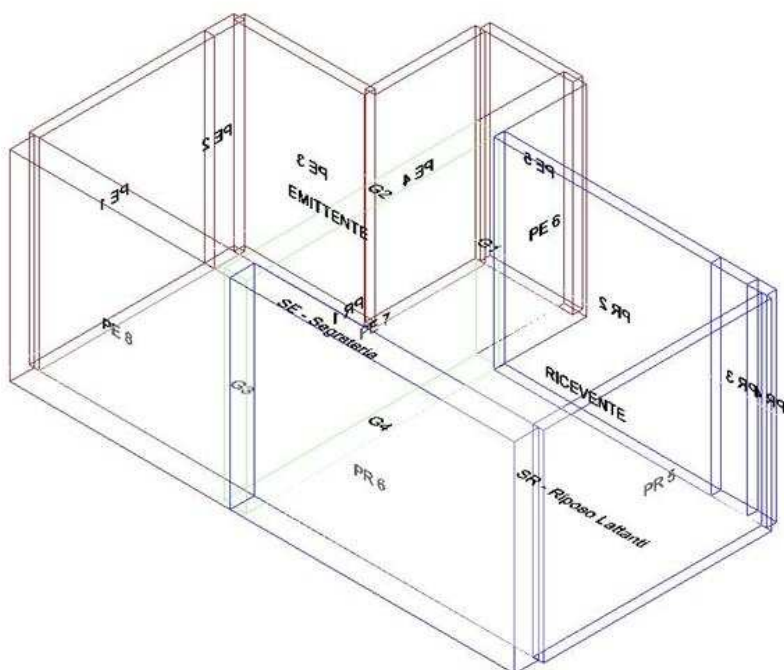


Progettista:



Impresa esecutrice:





Calcolo di isolamento per via aerea tra il vano emittente "Piano Terra-Segreteria" e il vano ricevente "Piano Terra-Riposo Lattanti "

	Vano Ricevente Riposo Lattanti	Vano Emittente Segreteria
Piano	Piano Terra	Piano Terra
Unità immobiliare	ASILO	ASILO VARALLO
Volume	40.98	33.17 m ³
Superficie	13.66	11.06 m ²

Pareti di separazione:

Parete	Controparete ricevente	Controparete emittente	Superf.
MI01	---	---	10.25 m ²

RISULTATI

$$R'_w = 49.1 \text{ dB}$$

$$D_{nT,w} = 50.2 \text{ dB}$$

IN BASE AI CAM IL PARAMETRO $D_{nT,w}$ RISULTA QUINDI:

VERIFICATO

REALIZZAZIONE DI UN POLO PER L'INFANZIA - NUOVO ASILO NIDO

Committente:

COMUNE DI
VARALLO POMBIA



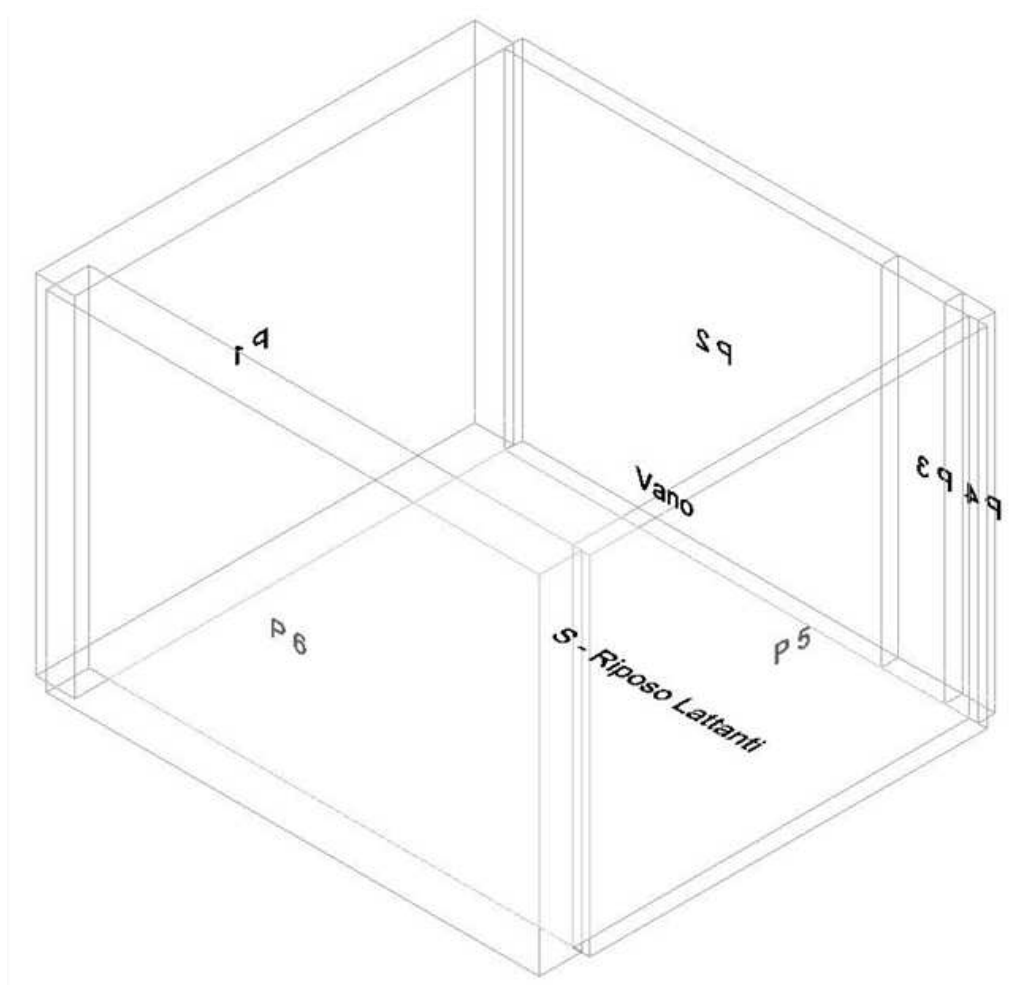
Progettista:



Impresa esecutrice:



Isolamento acustico di facciata: Piano Terra-Riposo Lattanti



Calcolo di isolamento di facciata per il vano "Piano Terra-Riposo Lattanti "

	Vano Ricevente Riposo Lattanti
Piano	Piano Terra
Unità immobiliare	ASILO
Volume	40.98 m ³
Superficie	13.66 m ²

Facciata F1

Solaio C.01

Controparete sinistra -

Controparete destra -

REALIZZAZIONE DI UN POLO PER L'INFANZIA - NUOVO ASILO NIDO

Committente:

COMUNE DI
VARALLO POMBIA



Progettista:



Impresa esecutrice:



Superficie 13.66 m²

Trasmissione laterale K 2 dB: Elementi di facciata pesanti con giunti rigidi

DeltaL_{fs} ---

Forma della facciata Facciata piana (Vedi Appendice B)

Assorbimento (α_w) n.a.

Orizzonte visivo (h) n.a.

RISULTATI

R'_w = 58.0 dB

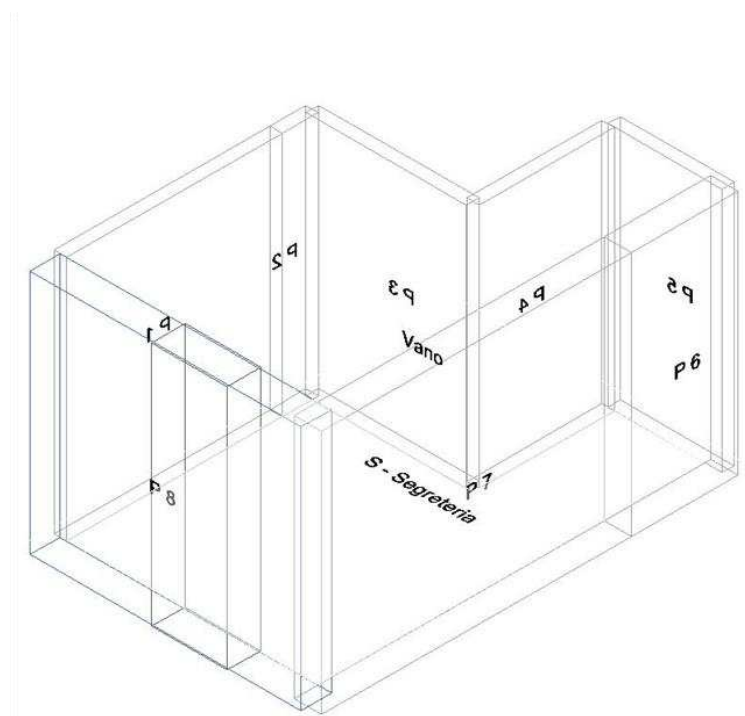
$D_{2m,nT,w}$ = 57.8 dB

$D_{2m,n,w}$ = 56.6 dB

DPCM del 5/12/97: Cat. E - Attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili [Verificato](#)

$D_{2m,n,T,w} \geq 48$ dB

Isolamento acustico di facciata: Piano Terra-Segreteria



Calcolo di isolamento di facciata per il vano "Piano Terra-Segreteria"

	Vano Ricevente Segreteria
Piano	Piano Terra
Unità immobiliare	ASILO VARALLO
Volume	33.17 m ³
Superficie	11.06 m ²

Facciata F1

Parete	ME01
Controparete sinistra	-
Controparete destra	-
Superficie	9.18 m ²
Trasmissione laterale K	2 dB: Elementi di facciata pesanti con giunti rigidi
DeltaL_{fs}	0
Forma della facciata	Facciata piana (Vedi Appendice B)
Assorbimento (α_w)	n.a.
Orizzonte visivo (h)	n.a.

Elementi di facciata:

Tipo	Codice	Superficie	Lunghezza
Serramento	SR.D.001	2.76 m ²	---

RISULTATI

R'_w	= 47.3 dB
D_{2m,nT,w}	= 48.0 dB
D_{2m,n,w}	= 47.6 dB

Parete MI01

Descrizione	MI01_Parete portante interno-interno
Composizione	-
Origine Dati	-
Note	-
Spessore	0.0 cm
Massa Superficiale	100.0 kg/m ²

REALIZZAZIONE DI UN POLO PER L'INFANZIA - NUOVO ASILO NIDO

Committente:

COMUNE DI
VARALLO POMBIA



Progettista:



Impresa esecutrice:



PD	PROGETTO ESECUTIVO							
	PARTE GENERALE				ELABORATI SPECIALISTICI			
	Relazione sui requisiti acustici passivi				NAN	PE	GEN	RS RT 002 pag. 65/66

R_w 53.0 dB

Parete MI02

Descrizione MI02_Parete divisoria interno-interno
Composizione -
Origine Dati -
Note -
Spessore 0.0 cm
Massa Superficiale 100.0 kg/m²

R_w 62.0 dB

Parete ME01

Descrizione ME01_Parete portante interno-esterno finitura in intonachino
Composizione -
Origine Dati -
Note -
Spessore 0.0 cm
Massa Superficiale 100.0 kg/m²

R_w 55.0 dB

Solaio C.01

Descrizione C.01_Solaio copertura + controsoffitto
Composizione -
Origine Dati -
Note -
Spessore 0.0 cm
Massa Superficiale 100.0 kg/m²

R_w 60.0 dB

PA.PW.D.001

Descrizione Porta
Composizione -
Origine Dati -

REALIZZAZIONE DI UN POLO PER L'INFANZIA - NUOVO ASILO NIDO

Committente: COMUNE DI
VARALLO POMBIA



Progettista:



Impresa esecutrice:



PD	PROGETTO ESECUTIVO							
	PARTE GENERALE				ELABORATI SPECIALISTICI			
	Relazione sui requisiti acustici passivi				NAN	PE	GEN	RS RT 002 pag. 66/66

Note -

Spessore 0.0 cm

Massa Superficiale 100.0 kg/m²

R_w 27.0 dB

Parete PA.PW.D.002 (Pareti in legno)

Descrizione Porte tra aule

Composizione -

Origine Dati -

Note -

Spessore 0.0 cm

Massa Superficiale 100.0 kg/m²

R_w 37.0 dB

Serramento SR.D.001

Descrizione Infissi asilo

Composizione -

Origine Dati -

Note -

Spessore 0.0 cm

Massa Superficiale 0.0 kg/m²

R_w 45.0 dB

REALIZZAZIONE DI UN POLO PER L'INFANZIA - NUOVO ASILO NIDO

Committente: COMUNE DI
VARALLO POMBIA



Progettista:



Impresa esecutrice:

