

**STUDIO BALDI & ASSOCIATI, INGEGNERIA E ARCHITETTURA****Ing. Franco Baldi - Ing. Alessandro Baldi - Arch. Meri Ascani**via europa 95, 51039 quarrata pistoia, tel 0573 73182 - 0573 736155, fax 0573 779119
e-mail alex@studiobaldiassociati.it - postmaster@studiobaldiassociati.it p.i. 01592780470

Regione Toscana - Provincia di Pistoia

COMUNE di QUARRATA

Piazza della Vittoria n. 1

COLLABORATORIProgetto Architettonico:
Arch. TOMMASO CAPPELLI
Arch. GIULIA BALDIProgetto Impianti Elettrici e speciali:
Ing. SIMONE ARRIGUCCIProgetto Impianti Meccanici:
Ing. SIMONE ARRIGUCCIProgetto Acustica:
Ing. MANUEL GORI**PROGETTISTA**

Ing. ALESSANDRO BALDI

TITOLO DEL PROGETTOREALIZZAZIONE DI PALESTRA AL SERVIZIO DELLA
SCUOLA PRIMARIA "DE ANDRE" E SCUOLA
DELL'INFANZIA "MADRE TERESA DI CALCUTTA"**FASCICOLO****RELAZIONE REQUISITI ACUSTICI
PASSIVI****UBICAZIONE**

via Rubattorno ang. Via del Paradiso - Loc. Santonuovo - Quarrata

ELABORATO N.**ACU.03**

N.	DATA	OGGETTO REV.
1		
2		
3		
4		
5		
6		

DATA**12/10/2018****DOCUMENTO CAD****ARCHIVIO POSIZ. N.****358****PROGETTISTA****RUP****D.L.****NOTE**

INDICE

1. Premessa.....	4
2. Descrizione dell'intervento edilizio.....	5
3. Quadro di riferimento normativo.....	6
3.1. Campo di applicazione e contenuti del D.P.C.M. 5/12/1997.....	9
3.2. Norme CONI per l'impiantistica sportiva.....	11
3.3. DM 11 ottobre 2017.....	13
4. Metodi di calcolo previsionale.....	14
4.1. Accuratezza.....	15
4.2. Calcolo previsionale dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente tra ambienti adiacenti ($R'w$).....	15
4.3. Calcolo previsionale dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata ($D2m,nT,w$).....	16
4.4. Calcolo previsionale dell'indice di valutazione del livello di rumore da calpestio per ambienti sovrapposti ($L'n,w$).....	17
4.5. Impianti tecnologici a funzionamento continuo e discontinuo.....	18
4.6. Calcolo previsionale mediante software specifico INSUL.....	20
5. Descrizione degli elementi costruttivi dell'edificio in esame previsti con intervento acustico.....	21
5.1. Partizioni verticali.....	22
5.1.1. Facciata Continua [F1].....	22
5.1.2. Parete Esterna [M1].....	24
5.1.3. Indicazioni di messa in opera della facciata continua.....	26
5.2. Materiali Fonoassorbenti.....	28
5.3. Isolamento acustico tra spazi di attività.....	29
5.4. Altre indicazioni.....	30
5.4.1. Indicazioni di messa in opera dei materiali per pareti e contropareti.....	30
5.5. Verifica previsionale dei requisiti acustici.....	31
5.5.1. Verifica previsionale dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata ($D2m,nT,w$).....	31
Facciata Continua [F1].....	31
5.5.2. Verifica previsionale del tempo di riverbero (TR).....	33
5.5.3. Livello di rumore prodotto da apparecchiature e impianti tecnici.....	35
6. Suggerimenti per l'isolamento acustico di ulteriori elementi presenti nell'immobile.....	41
6.1. Isolamento acustico impianto di distribuzione acqua sanitaria e rubinetteria.....	41
6.2. Isolamento locali tecnici.....	42

6.3. Isolamento ponti acustici tra ambienti confinanti.....	42
6.4. Isolamento acustico rumorosità scale.....	42
6.5. Impianto elettrico.....	43
7. Conclusioni.....	45
8. ALLEGATI.....	46

1. Premessa

La presente relazione ha per oggetto la valutazione progettuale delle prestazioni acustiche di partizioni edilizie, finalizzata alla verifica del rispetto dei limiti fissati dal D.P.C.M. 5/12/97 "Determinazione dei requisiti acustici degli edifici" per i requisiti acustici passivi degli edifici.

Il D.P.C.M. 5/12/97 determina i minimi requisiti acustici passivi in opera dei componenti degli edifici (partizioni orizzontali e verticali) ed i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne nel rispetto del concetto di difesa passiva dei cittadini dal rumore introdotto dalla Legge 447 del 26/10/1995 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" .

2. Descrizione dell'intervento edilizio

Si riporta la planimetria del fabbricato di futura realizzazione, costituito da un campo da gioco, con spogliatoi e magazzini posti sia al piano terreno che al piano primo.

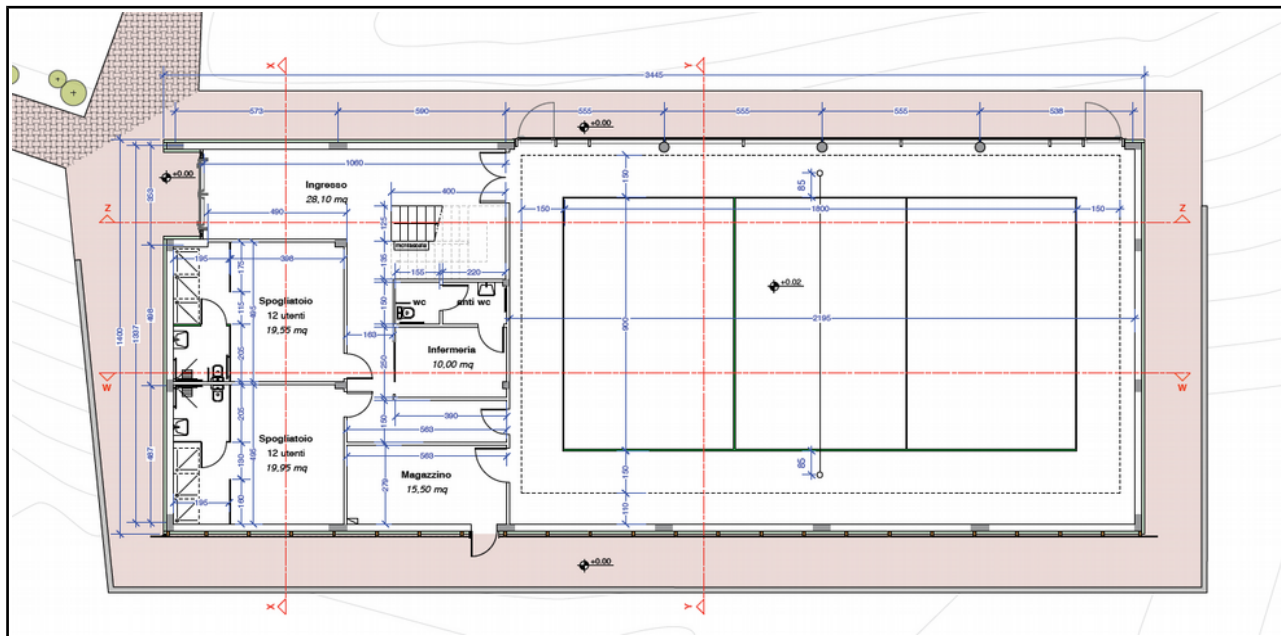


Figura 1. Pianta piano terra

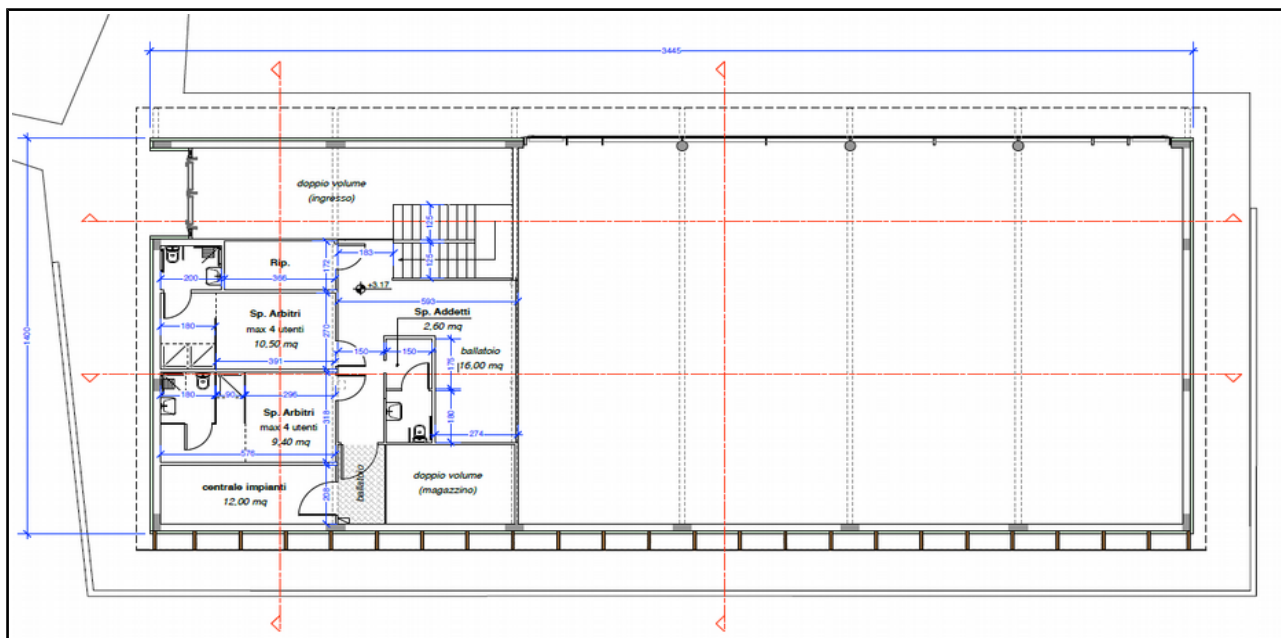


Figura 2. Pianta piano primo

3. Quadro di riferimento normativo

Il presente progetto è stato elaborato sulla base della seguente normativa nazionale e delle seguenti norme tecniche di riferimento.

Legislazione statale:

Legge n° 447 del 26.10.1995 *“Legge quadro sull’inquinamento acustico”*

D.P.C.M. 14 novembre 1997 *“Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”*

D.P.C.M. 5 dicembre 1997 *“Determinazione dei requisiti acustici degli edifici”*

D.M. 16 marzo 1998 *“Tecniche di rilevamento e misurazione dell’inquinamento acustico”*

Circolare 3150/1967 *“Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici”*

D.M. 18 dicembre 1975 *“Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica”*

D.M. 11 ottobre 201 *“Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici”*

Legislazione Regionale (Toscana)

Legge Regione Toscana 01/12/1998 n.89 *“Norme in materia di impatto acustico”*

Del. Giunta Regione Toscana 21/10/2013 n.857 *“Definizione dei criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'art. 12, comma 2 e 3 della Legge Regionale n. 89/98.”*

Allegato B al D.G.R. 857/13, *“Criteri per la redazione della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'art. 12, comma 3, 3bis e 3ter della L.R. 89/98”.*

Norme tecniche :

UNI EN 12354-1:2017 *“Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei componenti. Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti.”*

UNI EN 12354-2:2017 *“Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti - Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti.”*

UNI EN 12354-3:2017 *“Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti - Parte 3: Isolamento acustico dal rumore proveniente dall'esterno per via aerea.”*

UNI REV.9 Progetto U20.00.123.0 (linee guida; maggio 2005). *“Acustica in edilizia. Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale”.*

ISO 3382 (ed. giugno 1997) *“Acoustics – Measurement of the reverberation time of rooms with reference to the other acoustical parameters”*

UNI EN ISO 717-1 (ed. 2013) *“Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento acustico per via aerea”*

UNI EN ISO 717-2 (ed. 2013) *“Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento del rumore di calpestio”*

UNI EN ISO 10140-1: 2010

“Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio Parte 1: Regole di applicazione per prodotti particolari”;

UNI EN ISO 10140-2: 2010 *“Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio Parte 2: Misurazione dell'isolamento acustico per via aerea”*

UNI EN ISO 10140-3: 2010 *“Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio Parte 3: Misurazione dell'isolamento del rumore da calpestio”.*

UNI EN ISO 10140-4: 2010

“Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio Parte 4: Procedure e requisiti di misurazione”

UNI EN ISO 10140-5: 2010 *“Requisiti per le apparecchiature e le strutture di prova”*

UNI EN ISO 140-5 (ed. ottobre 2000) *“Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate”*

UNI EN ISO 140-7 (ed. dicembre 2000) *“Misurazione dell’isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Misurazioni in opera dell’isolamento dal rumore di calpestio di solai”*

UNI EN ISO 140-14 (ed. novembre 2004) *“Misurazione dell’isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – parte 14 – Linee guida per situazioni particolari in opera”*

UNI EN 12207 (ed. luglio 2000) *“Finestre e porte – Permeabilità all’aria - Classificazione”*

UNI EN 12431 (ed. 2000) *“Isolanti termici per edilizia – Determinazione dello spessore degli isolanti per pavimenti galleggianti”*

UNI EN 1026 (ed. 2001) *“Finestre e porte – Permeabilità all’aria – Metodo di prova”*

UNI EN 14351-1 (ed. 2006) *“Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali – Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e/o tenuta al fumo”*

UNI 10818 (ed. 1999) *“Finestre, porte e schermi – Linee guida generali per la posa in opera”*

UNI 11367:2010 *“Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera”*

Altre Norme:

NORME CONI PER L'IMPIANTISTICA SPORTIVA – 25/06/2008

3.1. Campo di applicazione e contenuti del D.P.C.M. 5/12/1997

La L. 26 ottobre 1995, n. 447 all'art.2, comma 1, lettera b) definisce **ambiente di vita** ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta valida la disciplina di cui al D.Lgs. 277/1991 come modificato dal D.Lgs. 195/2006 , salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive;

Il D.P.C.M. 5/12/1997 classifica gli ambienti immobiliari in sette differenti categorie, riportate nella seguente tabella, allegata al decreto stesso:

Tab. A (DPCM 05/12/97) : classificazione degli edifici in funzione della destinazione d'uso.
Classificazione dell'edificio
Cat. A: edifici adibiti a residenza o assimilabili
Cat. B: edifici adibiti a uffici e assimilabili
Cat. C: edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
Cat. D: edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
Cat. E: edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
Cat. F: edifici adibiti ad attività ricreative o di culto e assimilabili
Cat. G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

Classificazione degli edifici in funzione della destinazione d'uso

Per quanto attiene la progettazione dell'edificio sono presi in esame i componenti costituiti dalle **partizioni verticali** (facciate perimetrali), nonché dei limiti di tempi di riverbero prescritti dalla normativa per l'area del campo da gioco.

Si riepilogano le grandezze che caratterizzano i requisiti acustici passivi degli edifici come richiamate nell'*allegato A* del D.P.C.M.:

Tempo di riverberazione (T), definito dalla norma ISO 3382:1975;

Potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra ambienti (R), definito dalla norma UNI EN ISO 12354-1:2002;

Isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT}$), definito dalla norma UNI EN ISO 12354-3:2002;

Livello di rumore di calpestio di solai normalizzato rispetto all'assorbimento acustico (L_n) definito dalla norma UNI EN ISO 12354-2:2002;

Livello massimo di pressione sonora ponderata A con costante di tempo slow (L_{Asmax}) valutato nella misura della rumorosità degli *impianti a funzionamento discontinuo*;

Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A (L_{Aeq}) valutato nella misura della rumorosità degli *impianti a funzionamento continuo*;

Gli indici di valutazione che caratterizzano i requisiti acustici passivi degli edifici sono:

l'indice del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti (R'_w) da calcolare secondo la norma UNI EN ISO 12354-1:2002;

l'indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT,w}$) da calcolare secondo la norma UNI EN ISO 12354-3:2002;

l'indice del livello di rumore di calpestio di solai, normalizzato ($L'_{n,w}$) da calcolare secondo la procedura descritta dalla norma UNI EN ISO 12354-2:2002.

Si ricorda che il DPCM 05/12/97 chiarisce che R'_w si riferisce ad elementi di separazione fra distinte unità immobiliari e che i livelli L_{Asmax} e L_{Aeq} debbono essere misurati nei locali in cui non si origina il rumore

La tabella che segue, allegata al decreto stesso, riporta i *valori limite* delle grandezze appena definite.

Tab. B (DPCM 05/12/97) : Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici					
Categorie di cui alla Tab. A	Parametri				
	R'_w (*)	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	L_{ASmax}	L_{Aeq}
1. D	55	45	58	35	25
2. A, C	50	40	63	35	35
3. E	50	48	58	35	25
4. B, F, G	50	42	55	35	35
(*) Valori di R'_w riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari.					

Parametri che caratterizzano i requisiti acustici passivi degli edifici

3.2. Norme CONI per l'implantistica sportiva

Al fine di individuare livelli minimi qualitativi e quantitativi da rispettare nella realizzazione di nuovi impianti sportivi, si seguono le prescrizioni emesse dal Consiglio Nazionale del CONI, deliberazione n.1379 del 25 giugno 2008.

Le prescrizioni che riguardano le caratteristiche acustiche dell'edificio sono le seguenti:

14.2.9 – Isolamento Acustico

Tutti gli ambienti devono essere insonorizzati, con tempo di riverbero preferibilmente non superiore a 1,7 secondi. Devono essere acusticamente isolati dagli ambienti attigui, soprattutto se in questi è presente un impianto di diffusione sonora.

Salvo particolari esigenze di isolamento, tra gli spazi di attività si raccomanda un abbattimento acustico di 30dB.

Inoltre, si riporta la tabella C, che riporta le Caratteristiche Ambientali raccomandate:

Tabella C
Caratteristiche ambientali

Tipologia	Temp. aria °C	Umidità relativa %	Ilum. medio lux	Ricambi aria volumi amb./ora	Velocità massima aria m/sec (1)	Livello massimo rumore ambiente dBA (2)	Locali
Sale al chiuso	16-20	50	(3)	(4)	0,15	40	sala di attività
	20-22	50	200	(4)	0,15	40	sale preatletismo
	18-22(7)	50	150	5	0,15	40	spogliatoi
	22(8)	70	80	8	0,15	50	docce
	22	60	80	5-8	0,15	40	servizi igienici
	20	50	200	2,5	0,15	40	primo soccorso
	20	50	200	1,5	0,15	40	uffici
	20	50	200	1	0,20	40	atrio
	16	50	100	0,5-1	0,25	50	magazzini
	20	50	150	0,5	0,20	40	locali vari
Impianti natatori	(9) (6)	≤ 70(9)	≥ 150(9) (3)	(9) (5)	≤ 0,10(9)	40	sala di attività
	28	70	300	3	0,15	40	sale preatletismo
	≥ 20(9)-24(7)	60	≥ 100(9) - 150	≥ 4(9)-5	0,15	40	spogliatoi
	24(8)	70	80	8	0,15	50	docce
	≥ 20(9)	60	≥ 80(9)	≥ 4(9)-5-8	0,15	40	servizi igienici
	≥ 20(9) -22	50	200	≥ 4(9)	0,15	40	primo soccorso
	20	50	300	1,5	0,15	40	uffici
	20	50	200	1,5	0,20	40	atrio
	20	50	100	0,5-1	0,25	50	magazzini
	20	50	150	0,5	0,20	40	locali vari
Servizi per impianti all'aperto	20-22	50	200	3	0,15	40	sale preatletismo
	18-22(7)	50	150	3	0,15	40	spogliatoi
	22(8)	70	80	8	0,15	50	docce
	20	60	80	5-8	0,15	40	servizi igienici
	20	50	200	2,5	0,15	40	primo soccorso
	20	50	300	1,5	0,15	40	uffici
	18-20	50	200	1,5	0,20	40	atrio
	16	50	100	0,5-1	0,25	50	magazzini
	18-20	50	150	0,5	0,20	40	locali vari

Note:

1. I valori si riferiscono al caso di ventilazione artificiale. Per la sala di attività si intendono validi per tutto il volume interessato al gioco (attrezzi compresi); per gli altri locali fino ad una distanza minima di m 2 dalle persone.
2. Il livello di rumore è quello prodotto dalle apparecchiature e impianti tecnici installati nei locali.
3. Per i valori dell'illuminamento dello spazio di attività fare riferimento alla Tabella B.
4. Almeno 20 m³/ora/persona al massimo affollamento per la zona pubblico; 30 m³/ora/persona al massimo affollamento per quella atleti.
5. Valori da stabilire in relazione alle caratteristiche termoigrometriche da raggiungere, con i limiti di cui all'articolo 4 per la ventilazione.
6. Per la temperatura dell'acqua nelle vasche vedere gli articoli 10.2.1 e 10.2.2.
7. La temperatura dell'aria negli spogliatoi (esclusi quelli degli impianti natatori) è opportuno sia superiore di 2 - 4 °C a quella della sala di attività.
8. La temperatura dell'acqua delle docce, all'erogazione, non deve essere inferiore a 37°C e non superiore a 40°C, se premiscelata; la temperatura dell'acqua calda miscelabile non deve superare i 48°C.
9. I requisiti termoigrometrici, di ventilazione e illuminotecnici dovranno risultare conformi a quanto indicato nell'Accordo 16 gennaio 2003 - tra il Ministro della salute, le Regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano sugli aspetti igienico-sanitari per la costruzione, la manutenzione e la vigilanza delle piscine a uso natatorio.

3.3. DM 11 ottobre 2017

Come descritto al punto 2.3.5.6 del suddetto D.M., per gli ospedali, le case di cura e le scuole, si deve soddisfare il livello di “prestazione superiore” riportato nel prospetto A.1 della norma UNI 11367.

Tali valori risultano essere più permissivi di quanto prescritto da DPCM 5/12/97 e norme CONI. Si ritiene pertanto sufficiente la verifica secondo dette normative e raccomandazioni per l’immobile in oggetto.

Si riporta, a titolo informativo, una tabella riepilogativa, con evidenziati i limiti di riferimento.

	DPCM 5/12/97	Circ.3150 1967	CAM 2017 UNI11367	CONI
D2m,nT,w [dB]	48	//	43	//
Rumore interno [dBA]	//	//	//	40/50
TR [sec]	//	2,2	1,8	1,7

4. Metodi di calcolo previsionale

Il D.P.C.M. 5/12/97 prescrive che le prestazioni di isolamento acustico dei componenti siano assicurate in opera: in altri termini nella fase di progettazione è necessario disporre di un metodo di calcolo analitico che consenta di prevedere con sufficiente approssimazione tali prestazioni a partire dalle caratteristiche acustiche dei singoli elementi che compongono l'edificio; queste sono normalmente rilevabili dalle certificazioni di laboratorio fornite dai produttori dei vari componenti edilizi (pareti, solai, serramenti, ecc.), oppure dai dati reperibili in letteratura, e dipendono in buona parte dalle modalità costruttive e di montaggio che si ritiene di dover adottare.

La serie di norme UNI EN ISO 12354: 2017 (Acustica edilizia, stima delle prestazioni acustiche degli edifici a partire dalla prestazioni dei componenti), e la UNI TR 11175: 2005 (Acustica in edilizia - Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici.

Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale) riportano metodi di calcolo utilizzabili per tale valutazione. In particolare il *MODELLO DI CALCOLO SEMPLIFICATO* basato sugli indici di valutazione, che risulta il criterio adottato per tale studio.

Occorre evidenziare che l'attendibilità dei metodi di calcolo è strettamente vincolata:

- _ alla veridicità delle certificazioni acustiche dei componenti edilizi;
- _ alla effettiva utilizzazione in corso d'opera dei componenti certificati;
- _ alla esecuzione a regola d'arte dei componenti oggetto di valutazione (pareti, solai);
- _ alla corretta installazione dei serramenti (finestre, porte);
- _ alle incertezze insite nel modello stesso, e comunque presenti in ogni valutazione analitica del tipo in esame.

4.1. Accuratezza

L'esperienza prevalente nell'applicazione di simili modelli è stata finora acquisita con edifici dove gli elementi strutturali di base erano omogenei. In tali situazioni la previsione dell'indice di valutazione tramite modello semplificato mostrano uno scarto tipo di circa 2 dB con una tendenza a sopravvalutare leggermente l'isolamento.

4.2. Calcolo previsionale dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente tra ambienti adiacenti ($R'w$)

Il potere fonoisolante apparente R' di una partizione è una grandezza espressa in funzione della frequenza (terzi ottava) che esprime il potere fonoisolante degli elementi di separazione tra diverse unità abitative considerando i contributi di:

- trasmissione diretta attraverso la parete (t_d)
- percorsi di trasmissione per fiancheggiamento dovuti alle strutture laterali (t_f)
- eventuali percorsi di trasmissione aerea del suono (t_e e t_s)
- piccoli elementi posti nella partizione (prese d'aria, ecc.)
- sistemi in grado di trasmettere il suono per via aerea (condotti di ventilazione con uscite negli ambienti separati).

Sotto le ipotesi esemplificative secondo cui i percorsi di trasmissione strutturale del suono sono tra di loro indipendenti, e il contributo che si origina sulla parete opposta a quella di separazione, che si trasmette lateralmente e giunge all'ambiente ricevente (percorsi di trasmissione di ordine superiore al secondo) può essere trascurato, il potere fonoisolante per un generico percorso i-j si calcola con le relazioni:

Elementi tipo A:

$$R_{ij} = \frac{R_{i,situ}}{2} + \Delta R_{i,situ} + \frac{R_{j,situ}}{2} + \Delta R_{j,situ} + \overline{D_{v,ij,situ}} + \left(10 \lg \frac{S_s}{\sqrt{S_i S_j}} \right) \text{ dB}$$

Elementi tipo B:

$$R_{ij} = \frac{R_{i,situ}}{2} + \Delta R_{i,situ} + \frac{R_{j,situ}}{2} + \Delta R_{j,situ} + \overline{D_{v,ij,n}} + \left(10 \lg \frac{S_s}{I_0 I_{ij}} \right) \text{ dB}$$

ed il potere fonoisolante apparente R' si calcola con la relazione:

$$R' = 10 \cdot \log \tau' = -10 \cdot \log \left(\tau_d + \sum_{f=1}^n \tau_f + \sum_{e=1}^m \tau_e + \sum_{s=1}^k \tau_s \right) \text{ (dB)}$$

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

4.3. Calcolo previsionale dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT,w}$)

L'isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ è una grandezza che esprime la quantità di energia sonora trasmessa dalla parete perimetrale dell'unità abitativa. L'isolamento acustico offerto dalla facciata si valuta secondo l'espressione:

$$D_{2m,nT} = R' + \Delta L_{fs} + \left[10 \lg \left(C_{sab} \frac{V}{T_0 S} \right) \right] \text{ dB}$$

con:

$$R'_w = 10 \log \left[\left(\sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} \cdot 10^{\frac{-R_{wi}}{10}} \right) + \left(\sum_{i=1}^n \frac{A_0}{S} \cdot 10^{\frac{-D_{ne,wi}}{10}} \right) \right] - k \text{ (dB)}$$

Con:

- S_i è la superficie di ogni elemento costituente la facciata [m^2],
- $D_{ne,wi}$ è l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di piccoli elementi presenti in facciata [dB],
- k è il coefficiente correttivo che tiene conto delle trasmissioni per fiancheggiamento:
 - 0 per elementi di facciata non connessi [dB]
 - 2 per elementi di facciata pesanti con giunti rigidi [dB]
- V è il volume dell'ambiente ricevente [m^3],
- S è l'area totale della facciata vista dall'interno [m^2],
- T_0 è il tempo di riverbero di riferimento pari a 0,5 s,
- ΔL_{fs} è il fattore correttivo dovuto alla forma della facciata.

Dai valori di $D_{2m,nT}$ espressi in funzione della frequenza si passa all'indice di valutazione $D_{2m,nT,w}$ dell'isolamento acustico standardizzato della facciata attraverso l'apposita procedura normalizzata.

4.4. Calcolo previsionale dell'indice di valutazione del livello di rumore da calpestio per ambienti sovrapposti ($L'_{n,w}$)

Il livello normalizzato di rumore da calpestio L'_n rappresenta il livello medio di pressione sonora che si stabilisce nell'ambiente disturbato quando sul solaio di separazione tra due ambienti sovrapposti agisce una sorgente in grado di produrre un livello determinato di forza di impatto, normalizzato rispetto all'assorbimento acustico dell'ambiente disturbato. L'indice di valutazione $L'_{n,w}$ si ottiene dall'indice del livello equivalente normalizzato di rumore da calpestio $L_{n,w}$ in base alla seguente formula:

$$L'_{n,w} = \left[10 \lg \left(10^{L_{n,d,w}/10} + \sum_{j=1}^n 10^{L_{n,ij,w}/10} \right) \right] \text{ dB}$$

Con:

$$L_{n,d,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L_w - \Delta L_{d,w} \quad \text{dB}$$

$$L_{n,ij,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L_w + \frac{R_{i,w} - R_{j,w}}{2} - \Delta R_{j,w} - K_{ij} - \left(10 \lg \sqrt{\frac{S_i}{I_0 I_{ij}}} \right) \text{ dB}$$

Per solai omogenei con massa superficiale m' fra 100 kg/m² e 600 kg/m², vale la seguente espressione per $L_{n,w}$:

$$L_{n,eq,0,w} = 164 - 35 \log (m') \quad (\text{dB})$$

Per solai parzialmente omogenei con massa superficiale m' fra 270 kg/m² e 360 kg/m², vale la seguente espressione per $L_{n,w}$:

$$L_{n,eq,0,w} = 160 - 35 \log (m') \quad (\text{dB})$$

La prestazione acustica di un rivestimento per solai (pavimento galleggiante), ΔL , è funzione della rigidità dinamica superficiale s' dello strato elastico inserito sotto la pavimentazione e dipende dalla frequenza di risonanza del sistema pavimento - strato elastico - solaio.

La rigidità dinamica superficiale dello strato è data dalla somma della rigidità superficiale s_s del materiale che costituisce la struttura dello strato elastico e della rigidità superficiale del gas racchiuso nelle cavità s_a .

Il metodo di calcolo dipende dalla posizione dello strato isolante, che può essere applicato

superiormente al solaio o essere interno ad esso (pavimento galleggiante).

Nel caso di pavimenti galleggianti con massetto in calcestruzzo è possibile impiegare la seguente equazione:

$$\Delta L = 30 \lg \left(\frac{f}{f_0} \right) \text{ (dB)}$$

dove:

- f è la frequenza centrale del terzo di ottava considerato (Hz);
- f_0 è la frequenza di risonanza (Hz) ottenibile mediante la seguente equazione:

$$f_0 = 160 \sqrt[4]{\left(\frac{s'}{m'} \right)} \text{ (Hz)}$$

dove:

- s' è la rigidità dinamica dello strato elastico (MN/m³);
- m' è la massa superficiale dello strato di rivestimento (kg/m²);

Le equazioni riportate sono valide all'interno del campo di frequenze $f_0 < f < 4f_0$.

L'indice di valutazione della riduzione di livello di rumore da calpestio può essere calcolato in base alle formule sopra riportate, utilizzando come valore della frequenza il valore di 500 Hz.

4.5. Impianti tecnologici a funzionamento continuo e discontinuo

La norma UNI 11367 del 2010 "*Classificazione acustica delle unità immobiliari – Procedura di valutazione e verifica in opera*" nell'appendice D, spiega quali siano gli impianti tecnologici a funzionamento continuo e discontinuo e ne descrive un metodo di misura per il rumore in opera. Tuttavia, attualmente, non sono presenti specifiche norme UNI per la previsione teorica della propagazione del rumore emesso da tali impianti.

Gli impianti a funzionamento continuo sono caratterizzati da emissione sonora con carattere essenzialmente stazionario, ovvero quelli il cui livello di pressione sonora rilevato subisce oscillazioni non maggiori di 5 dB per tutta la durata del funzionamento (ad esempio impianti di riscaldamento, raffrescamento, climatizzazione, ventilazione meccanica).

Gli impianti a funzionamento discontinuo sono quelli caratterizzati da emissione di livello sonoro con variazioni fluttuanti o intermittenti e da brevi periodi di funzionamento rispetto al tempo di inattività durante l'arco della giornata, ovvero quelli il cui livello di pressione

sonora varia con oscillazioni maggiori di 5 dB (ad esempio impianti sanitari, di scarico, ascensori, montacarichi).

Le grandezze da considerare sono le seguenti:

- L_{Aeq} Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A, per il rumore stazionario prodotto dagli impianti a funzionamento continuo.
- L_{ASmax} Livello massimo di pressione sonora ponderato A, rilevato con caratteristica dinamica slow, per il rumore generato dagli impianti a funzionamento discontinuo e per fasi non stazionarie del rumore prodotto dagli impianti a funzionamento continuo.

4.6. Calcolo previsionale mediante software specifico INSUL

Si è utilizzato, per il calcolo previsionale di stratigrafie composite, il software previsionale INSUL, sviluppato dalla casa produttrice Marshall Day. Insul è un software appositamente realizzato per la previsione dell'isolamento acustico di partizioni verticali, orizzontali, coperture e vetrate.

Il software stima il Trasmission Loss (TL) in 1/3 d'ottava, valutando in seguito l'indice come da indicazioni di norma tecnica UNI 717, R_w per l'isolamento aereo o $L_{n,w}$ per il livello di rumore da calpestio.

Il software fa riferimento, per il calcolo, a comprovate teorie desunte da letteratura tecnica e scientifica, quali;

- B.H. Sharp, Predicting Methods for the Sound Trasmission of Building Elements, Noise Control Engineering Vol,11 1978
- L.Cremer, M.Heckel, E.E.Ungar, Structureborne Sounng (Springer Verlag, 1988)
- F.Fahy, Sound and Structural Vibration (Academic Press, 1985)
- J.H. Rindel, Sound Radiation form Building Structures and Acoustical Properties of Thick Plates. COMETT-SAVOIR Course Notes, CSTB Grenoble

5. Descrizione degli elementi costruttivi dell'edificio in esame previsti con intervento acustico



A partire dalle indicazioni fornite dai progetti architettonici, impiantistici e strutturali, sono state elaborate soluzioni acusticamente conformi mediante l'impiego di materiali studiati per le specifiche applicazioni. Le prestazioni acustiche dei prodotti sono state dedotte seguendo il seguente ordine di priorità:

- certificati di laboratorio;
- certificati eseguiti in opera in condizioni di similarità;
- Leggi empiriche di letteratura associate all'utilizzo di coefficienti di sicurezza.

Si effettua una valutazione acustica delle partizioni di base considerando le seguenti relazioni di letteratura.

I riferimenti delle partizioni risultano conformi con i codici delle stratigrafie previste a progetto architettonico.

Si riporta un elaborato grafico con l'indicazione delle partizioni edilizie con i colori riportati nelle tavole grafiche allegate al progetto:

- **Facciata continua tipo [F1]** 
- **Parete esterna [M1]** 

5.1. Partizioni verticali

Si riportano le soluzioni verticali previste a progetto.

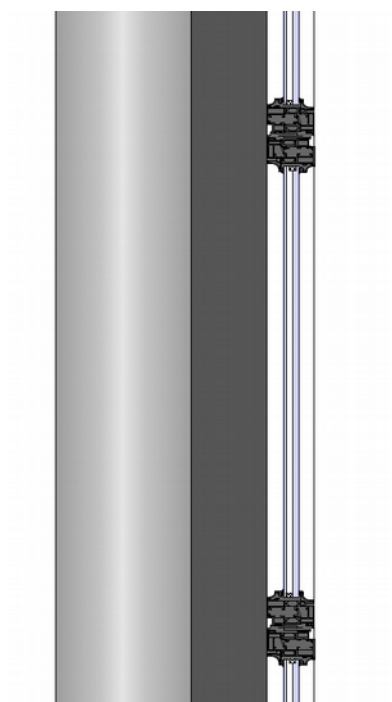
Come indicato nell'allegato grafico si riportano, per pareti di tamponamento e facciate continue, le prestazioni acustiche richieste.

5.1.1. Facciata Continua [F1]

L'edificio presenta porzioni di facciata che saranno realizzate tramite un sistema definito "*facciata continua*", costituito da montanti e traversi metallici strutturali e pannelli vetrati fissi intervallati da parti apribili.

La facciata continua nel suo complesso (vetro e telaio), valutata in corrispondenza della sua sezione caratteristica, dovrà avere un indice di valutazione del potere fonoisolante R_w di almeno 47 dB determinato sperimentalmente in laboratorio secondo la UNI EN ISO 140 e valutato in accordo con la norma UNI EN ISO 717.

Colore in pianta

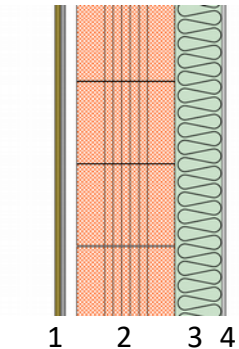


Rw_F1 = 47 dB

5.1.2. Parete Esterna [M1]

La parete esterna di tamponamento risulta costituita, nelle varie e differenti porzioni dell'immobile in oggetto, da una muratura mista in laterizio, sulla quale risulta presente l'applicazione di un cappotto esterno per l'isolamento termico e, lato interno, di una placcatura di parete con lastre in cartongesso.

Considereremo per tale parete le seguenti caratteristiche:

Colore in pianta	
	
<ul style="list-style-type: none">• 1. Controparete interna in cartongesso• 2. Blocco in laterizio sp.25cm• 3. Cappotto termico esterno• 4. Rasatura esterna	
Rw_F1 = 51 dB	

Sound Insulation Prediction (v8.0.4)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2014

Microsoft - Key No. 2041

Margin of error is generally within $R_w \pm 3$ dB

Job Name: Palestra Santonuovo

Job No.: 18-33

Page No.:

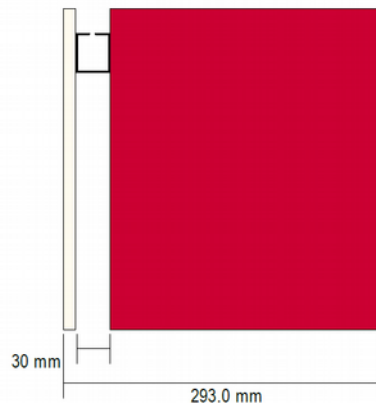
Notes:

Date: 25 Sep 18

Initials: MG

Parete M1

File Name: M1.ixl



R_w 54 dB

C -4 dB

C_{tr} -10 dB

D_{nTw} 56 dB

[V: 50m3]

[A: 11m2]

System description

Panel 1: 1 x 13.0 mm mm Plasterboard (ρ : 710 kg/m³, E : 2 GPa, η : 0.01)

Cavity: Steel stud (0.55mm); Stud spacing 600 mm

Panel 2: 1 x 250.0 mm Brick (ρ : 1000 kg/m³, E : 8.9 GPa, η : 0.03)

Mass-air-mass resonant frequency = 114 Hz

5.1.3. Indicazioni di messa in opera della facciata continua

Le soluzioni scelte devono garantire di eseguire al meglio il raccordo tra infisso e struttura muraria, riducendo quanto più possibile la presenza di spazi d'aria tra telaio fisso e struttura muraria attraverso la creazione di un giunto dotato di adeguati cordoli di sigillatura e di eventuali materiali di riempimento. In generale l'installazione delle finestre dovrà essere eseguita secondo quanto previsto dalla norma UNI 10818:2015 e successive modifiche. Ai fini dell'isolamento acustico un giunto in battuta funziona meglio di un giunto in luce, soprattutto se il giunto non è stato realizzato correttamente. Al fine di garantire il corretto fonoisolamento si prescrive l'utilizzo di adeguate schiume poliuretaniche ad alta densità, che dovranno avere un indice di valutazione del potere fonoisolante $R_{st,w}$ di almeno 60 dB determinato sperimentalmente in laboratorio e valutato in accordo con la norma UNI EN ISO 717.

Nodo Facciata/Copertura

Si analizza ora il dettaglio della connessione tra la facciata continua e la copertura, in corrispondenza degli interassi tra le travi in legno.

Si prescrive, per tale particolare architettonico, l'applicazione, come mostrato nel grafico, di un placcaggio in lana minerale e cartongesso, che ne aumenti le prestazioni acustiche.

Si prescrive l'applicazione di un placcaggio tipo lastra Knauf Diamant, accoppiata con un pannello in materiale fonosorbente da 40mm.

Sarà inoltre necessario, al fine di prevenire la formazione di ponti acustici, il riempimento dello spazio creato tra la trave principale in calcestruzzo armato ed il traverso della facciata continua, mediante l'inserimento di lana minerale ad alta densità.

I pannelli di tamponamento posti superiormente alla facciata continua, con le applicazioni prescritte, accoppiati alla finitura interna dovranno garantire un indice di valutazione del potere fonoisolante R_w di almeno 51 dB.



RIEMPIMENTO IN LANA MINERALE
AD ALTA DENSITÀ

5.2. Materiali Fonoassorbenti

Si riportano le soluzioni verticali previste a progetto.

Saranno da applicare, nella fascia perimetrale del locale di attività, sfruttando la controparete in cartongesso, con partenza dal piano finito +3,00 ml, almeno 170m² di materiale fonoassorbente.

I valori di assorbimento acustico di detti pannelli dovranno garantire come minimo le seguenti caratteristiche:

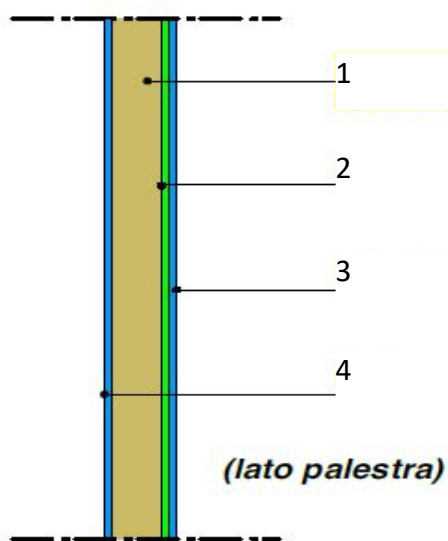
	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
Materiale fonosorb ente	0,30	0,65	0,95	0,80	0,50	0,45

La scelta della tipologia e della finitura di detto materiale fonoassorbente sono a carico della Direzione Lavori.

5.3. Isolamento acustico tra spazi di attività

In relazione alle raccomandazioni descritte dalle Norme Coni per l'Impiantistica Sportiva, si prescrive che le stratigrafie delle pareti di separazioni tra ambienti interni e spazi di attività (nel caso in esame, particolare attenzione dovrà essere posta per la parete tra infermeria e zona palestra) dovranno presentare un indice di valutazione del potere fonoisolante R_w di almeno 45dB determinato sperimentalmente in laboratorio secondo la UNI EN ISO 140 e valutato in accordo con la norma UNI EN ISO 717.

Parete di separazione tra infermeria e spazio attività



- 1. Lastra Diamant Knauf o simili caratteristiche
- 2. Lastra GBK Knauf o simili caratteristiche
- 3. Materassino lana minerale
- 4. Lastra Diamant Knauf o simili caratteristiche

$R_w = 51 \text{ dB}$

5.4. Altre indicazioni

Si riportano le ulteriori indicazioni alle quali si raccomanda di attenersi per la messa in opera di altri sistemi non sottoposti a verifica.

5.4.1. *Indicazioni di messa in opera dei materiali per pareti e contropareti*

Per quanto riguarda le pareti e contropareti leggere e i placcaggi, la messa in opera dovrà essere a regola d'arte seguendo le indicazioni della casa produttrice materiale.

Per le pareti di separazione si consiglia inoltre di non realizzare scassi sulla parete, per evitare perdite di isolamento dovute ai ponti acustici derivanti. Nel caso di realizzazione di tagli per inserimento di impianti (tipo scatole porta-frutto impianto elettrico) occorre ripristinare l'isolamento perso seguendo le indicazione della casa produttrice dei materiali applicati.

5.5. Verifica previsionale dei requisiti acustici

Si procede al report delle verifiche acustiche. Per il presente studio sono state effettuate le verifiche relative ai requisiti maggiormente sfavoriti e presi a riferimento per le categorie similari. Si è deciso, per ogni partizione esaminata, di considerare la condizione più sfavorevole, rimanendo pertanto a favore di sicurezza.

5.5.1. **Verifica previsionale dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata ($D_{2m,nT,w}$)**

Pratica edilizia	PALESTRA SANTONUOVO
Località	Comune di Quarrata
Codice partizione verificata	F1
Committente	Comune di Quarrata
Responsabile delle verifiche acustiche	Ing. Manuel Gori
Tipologia funzionale di edificio	Locali Scolastici

Volume ambiente ricevente (m3):	2079,44
DIMENSIONI FACCIATA	
Altezza (m)	6,8
Larghezza (m)	22
Superficie (m2)	149,60
Profondità (m)	13,90

Composizione facciata		
Base della facciata		
Parete Esterna [M1]	Superficie (m2)	12,64
	Ind. potere fonoisolante R_w [dB]	51
Facciata Continua	Altezza (m)	5,6
Facciata Continua [F1]	Larghezza (m)	21,4
	Superficie (m2)	119,84
	Ind. potere fonoisolante R_w [dB]	47
Correzione prospetto B.3 – Regole di estrapolazione per diverse dimensioni delle finestre (UNI EN 14351-1:2006 appendice B) [superf > 2,7m2]		2
Termine correttivo per la permeabilità al flusso dell'aria [dB]	CLASSE 4	0
	Ind. potere fonoisolante R_w CORRETTO [dB]	45
Pannelli di Tamponamento	Altezza (m)	0,8
Pannelli di tamponamento posti superiormente alla facciata	Larghezza (m)	21,4
	Superficie (m2)	17,12
	Ind. potere fonoisolante R_w [dB]	50
	Ind. potere fonoisolante R_w CORRETTO [dB]	50

Risultato		
Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente di facciata R'w [dB]		43,8
Influenza della forma della facciata [dB] ΔL_{fs}		0
Trasmissione di fiancheggiamento K [dB]	ELEMENTI DI FACCIATA RIGIDI	2
termine d'incertezza del criterio di calcolo [dB]		2
Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato D2m,nT,w		48,5

Verifiche di legge		
Ambiente	Valore limite di legge	Verifica
E: edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	D2m,nT,w \geq 48(dB)	VERIFICATO

5.5.2. Verifica previsionale del tempo di riverbero (TR)

Si riportano le informazioni utili alla determinazione del tempo di riverberazione previsto, da confrontarsi con il tempo di riverberazione ottimale per i locali adibiti ad attività sportive (secondo Norme Coni per l'Impiantistica Sportiva). Vista la regolarità geometrica dell'ambiente, si utilizza la formula di Sabine per determinare il tempo di riverberazione.

Dimensioni [m]	
Lunghezza	22,00
Larghezza	13,90
Altezza	6,50
Volume	1987,70

Area Travi	10,00
Numero Travi	12

Superfici (S) determinanti il campo sonoro [mq]	
Pareti intonacate	153,70
Pavimento	305,80
Superfici Vetrate	143,00
Legno	545,80
Materiale fonoassorbente	170,00

	Coefficienti di assorbimento acustico dei materiali (a di Sabine)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Pareti intonacate	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06
Pavimento	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05
Vetro	0,20	0,15	0,08	0,06	0,06	0,04
Legno	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10	0,12
Materiale fonoassorbente	0,30	0,65	0,95	0,80	0,50	0,45

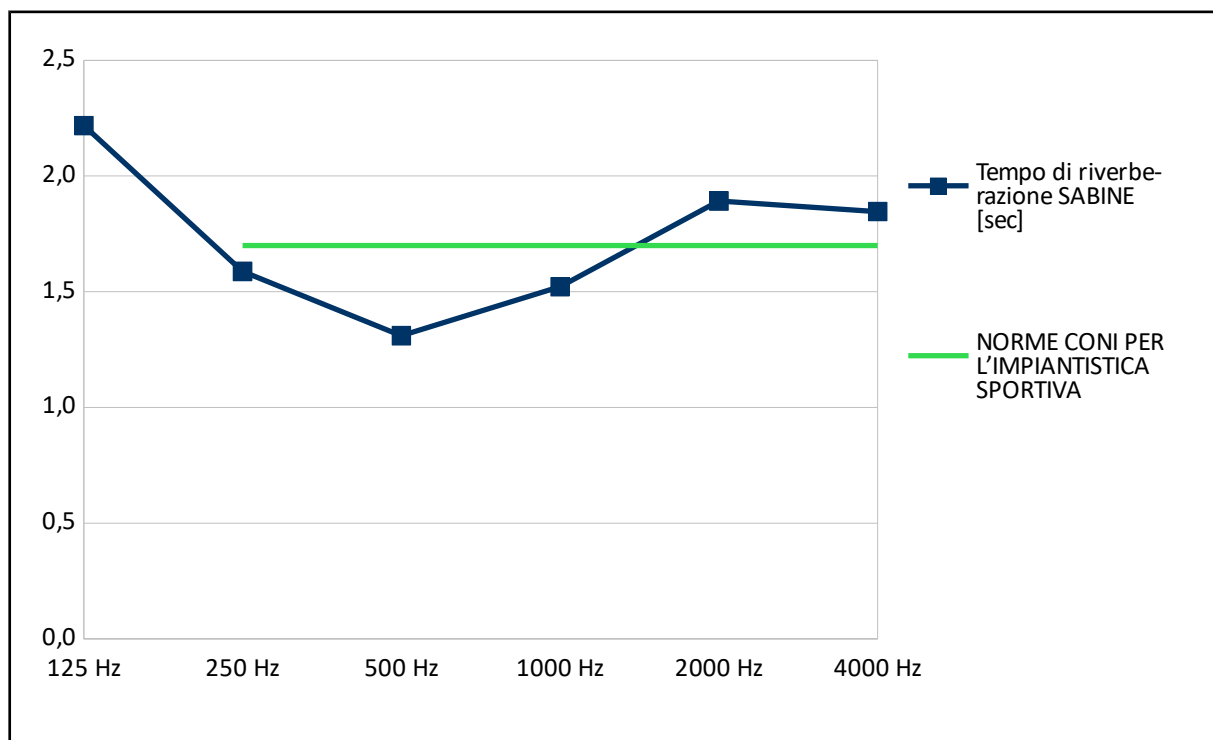
	Unità assorbenti equivalenti delle superfici esposte					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Pareti intonacate	3,07	4,61	6,15	6,15	7,69	9,22
Pavimento	6,12	9,17	9,17	9,17	12,23	15,29
Superfici Vetrate	28,6	21,45	11,44	8,58	8,58	5,72
Legno	54,58	54,58	54,58	49,12	54,58	65,5
Materiale fonoassorbente	51	110,5	161,5	136	85	76,5
$A_{\text{ass}} = \sum(Sa)$	143,37	200,32	242,84	209,02	168,08	172,23

$$RT_{60}=0,16 \times (V/S\alpha)$$

Tempo di riverberazione SABINE [sec]					
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
2,2	1,6	1,3	1,5	1,9	1,8

Norme Coni per l'Impiantistica Sportiva: $T_{ottimale}$ medio (s) = 1,7 s

$RT_{60,previsionale}$ medio tra 125 e 4000 Hz (s) = 1,7 s



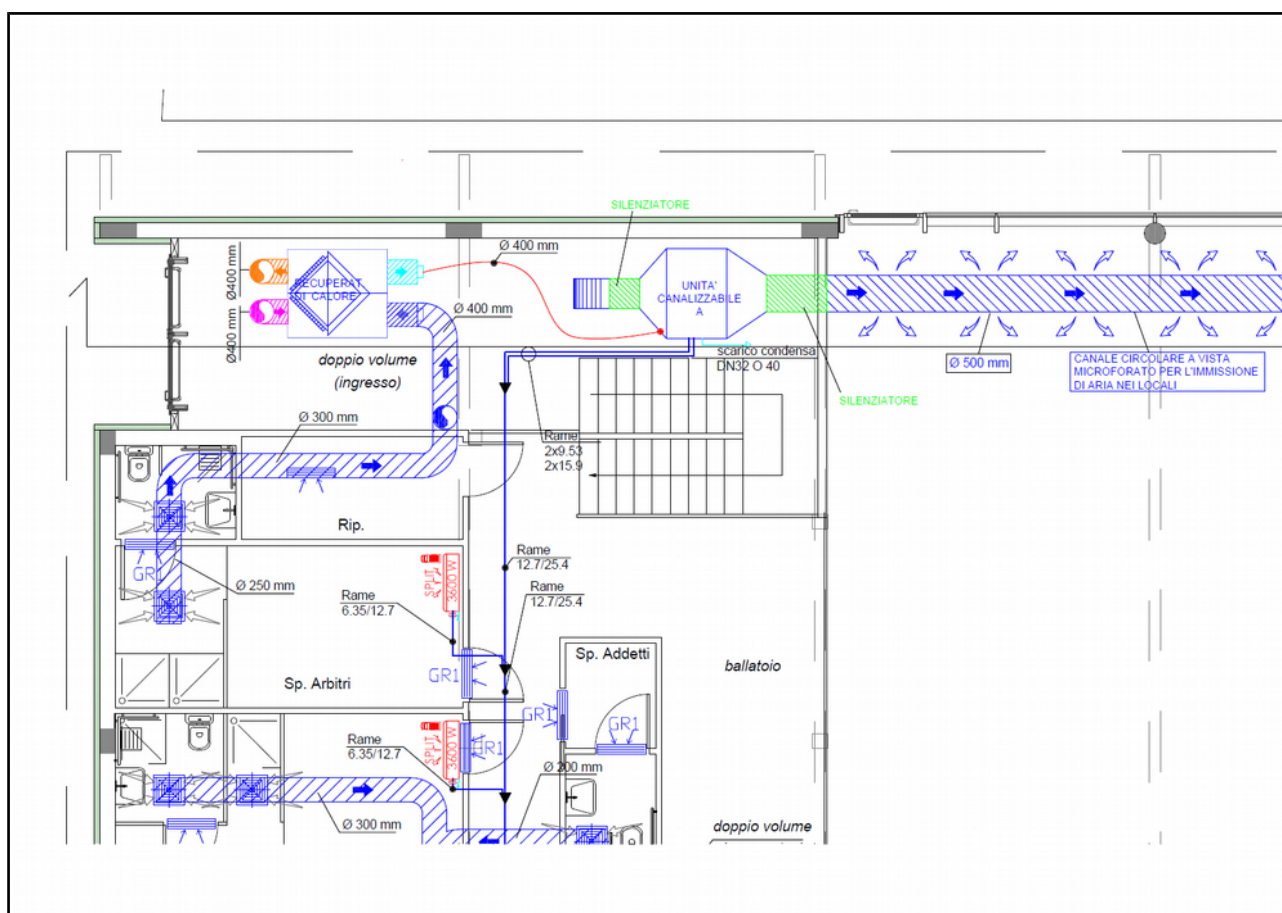
5.5.3. Livello di rumore prodotto da apparecchiature e impianti tecnici

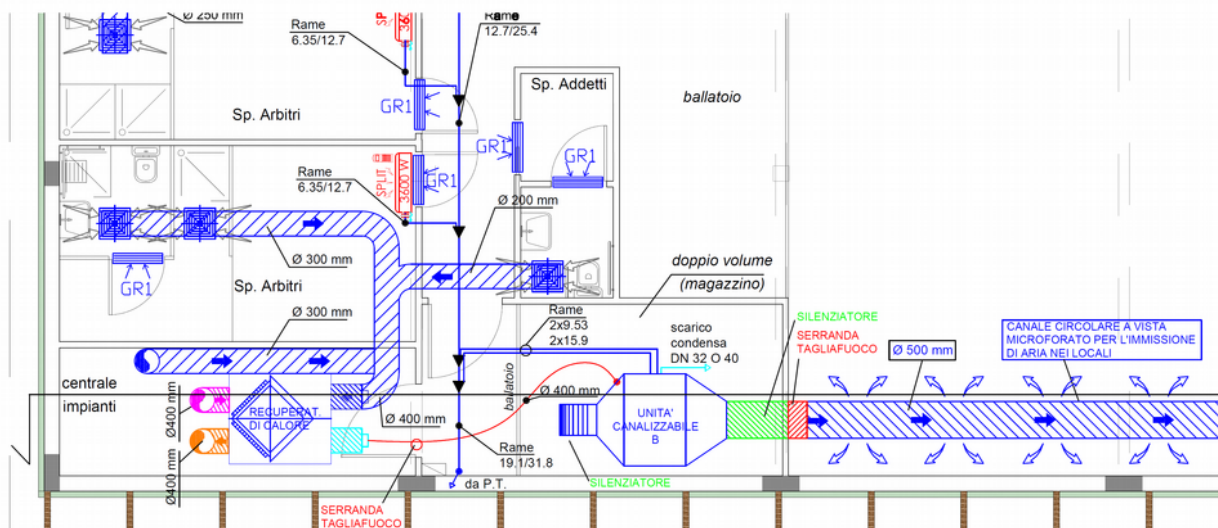
Si valuta ora la rumorosità previsionale prodotta da apparecchiature e impianti tecnici installati nei locali.

Sala di attività

A servizio della sala di attività, al fine di garantire le corrette caratteristiche termoigrometriche interne, saranno installati due canali circolari microforati per l'immissione di aria nei locali, serviti da due unità canalizzabili ad alta prevalenza tipo CN-XMi D250.

Si riporta la distribuzione planimetrica di detti macchinari (per la planimetria completa si rimanda agli elaborati specifici):





La potenza sonora di tali macchinari, in funzione delle caratteristiche comunicateci, risulta essere (si raddoppia la potenza del macchinario in quanto si considera, per ogni unità, sia la mandata che la ripresa):

Sorgente	Livello di Potenza Sonora LWA [dBA]
Unità canalizzabile A	71
Unità canalizzabile B	71

Si prescrive di installare, per i suddetti macchinari:

- Sul canale di mandata un silenziatore circolare senza ogiva con elemento dissipativo in lana minerale con protezione in lamiera microstirata e profondità di 1m con diametro minimo 500mm;
- Sul canale di aspirazione un silenziatore circolare senza ogiva con elemento dissipativo in lana minerale con protezione in lamiera microstirata e profondità di 0,5m diametro minimo 500mm;

Tali silenziatori dovranno essere installati nel locale di installazione del macchinario.

Qualora siano installati all'interno del muro si prescrive l'inserimento di una fasciatura vibrosmorzante in polietilene al fine di impedire la propagazione delle vibrazioni per via strutturale.

Si riporta la valutazione svolta, comprensiva delle attenuazioni considerate.

VENTILATORE											
Propagazione											
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	LIN	A	
Potenza alla mandata/ripresa del ventilatore	75,4	75,4	76,4	69,4	64,4	58,4	54,4	49,4	81,0	71,8	
Silenziatore 500											
lunghezza 1m											
Attenuazione per 1m di silenziatore (2diametri)	6,0	6,0	10,0	22,0	22,0	13,0	12,0	10,0			
Potenza attenuata	69,4	69,4	66,4	47,4	42,4	45,4	42,4	39,4	73,4	59,8	
Potenza residua a valle del silenziatore	69,4	69,4	66,4	47,4	42,4	45,4	42,4	39,4	73,4	59,8	
Serranda Aperta											
Generazione Serranda	46,2	46,2	39,2	39,2	38,2	36,2	29,2	17,2	50,5	42,9	
Potenza residua valle della serranda	69,4	69,4	66,4	48,0	43,8	45,9	42,6	39,4	73,4	59,9	
Immissione											
Attenuazione alla bocca del condotto A=0,20m ²	24,0	18,0	12,0	6,0	2,0	0,0	0,0	0,0			
Potenza attenuata	45,4	51,4	54,4	42,0	41,8	45,9	42,6	39,4	57,3	51,6	
Potenza residua a valle	45,4	51,4	54,4	42,0	41,8	45,9	42,6	39,4	57,3	51,6	
Potenza immessa nell'ambiente	45,4	51,4	54,4	42,0	41,8	45,9	42,6	39,4	57,3	51,6	
[1] Sharland - L'attenuazione del rumore											
[2] Atti Convegno "Edilizia e Ambiente"											
[3] Cavallini - Il controllo del rumore negli impianti di climatizzazione											

Si valuta ora il contributo dell'impianto di mandata e di ripresa, considerando sia la valutazione in campo diffuso che in campo libero, valutando una postazione di misura posta a 5m dalle sorgenti di emissione ed un indice di direttività di 3dB.

f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	L	A
Potenza Unità Canalizzabile A (dB)	45,4	51,4	54,4	42,0	41,8	45,9	42,6	39,4	57,3	51,6
Potenza Unità Canalizzabile B (dB)	45,4	51,4	54,4	42,0	41,8	45,9	42,6	39,4	57,3	51,6
Costante dell'ambiente R (m2)	140	143	200	242	209	168	172	170		
Valutazione in campo diffuso [dB]	33,0	38,9	40,4	27,2	27,6	32,6	29,3	26,1	44,0	38,0
Valutazione in campo libero [dB]	26,4	32,4	35,4	23,0	22,8	26,9	23,6	20,4	38,4	32,6
Lp Totale [dB]	33,8	39,8	41,6	28,6	28,9	33,7	30,3	27,2	45,0	39,1

Otteniamo pertanto un valore di livello di pressione sonora all'interno dello spazio di attività pari a 39,1dBA, conforme alle prescrizioni richieste.

Si è ritenuto trascurabile il contributo derivante dal macchinario posto in ingresso che dal percorso lato spogliatoi/ballatoio, potrebbe "*rientrare*" all'interno della palestra in quanto i motori risultano isolati sia dalla cassa del macchinario che dalla presenza del controsoffitto.

Tutti i macchinari dovranno essere installati in modo tale da limitare le vibrazioni, pertanto con supporti antivibranti, sia per il macchinario che per le tubazioni.

Spogliatoi

A servizio degli spogliatoi, al fine di garantire le corrette caratteristiche termoigrometriche interne, saranno installati unità SPLIT tipo GWMN-Xmi-D22;D28;D36.

Il livello di pressione sonora di tali macchinari, in funzione delle caratteristiche comunicateci, misurato ad 1m dallo stesso in camera semi anecoica, risulta essere (si considera il livello più gravoso tra i macchinari scelti e tra le modalità di funzionamento degli stessi):

Sorgente	Livello di Pressione Sonora Lp [dBA]
SPLIT	33

Il livello di pressione sonora prodotto da detti macchinari negli ambienti “*Spogliatoi*” risulta pertanto verificato.

6. Suggerimenti per l'isolamento acustico di ulteriori elementi presenti nell'immobile

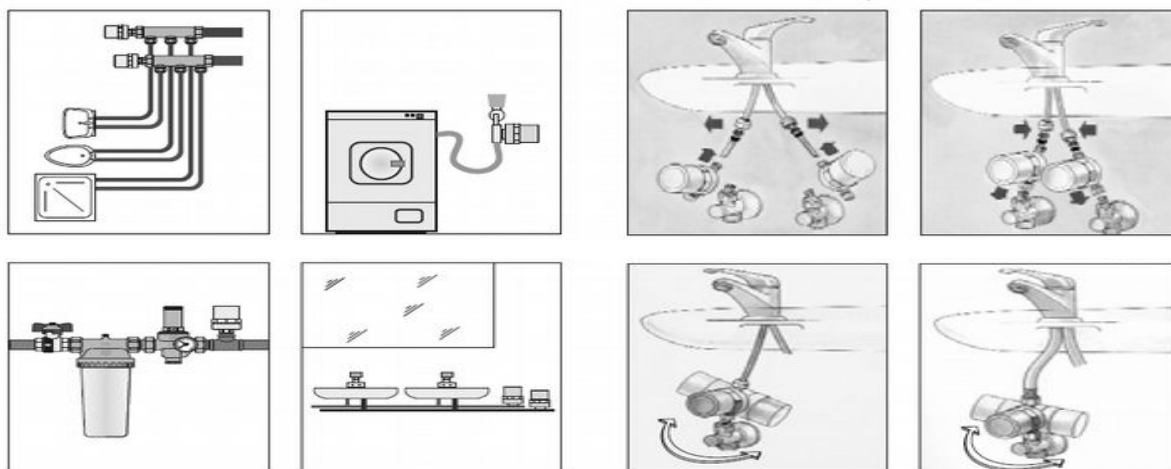
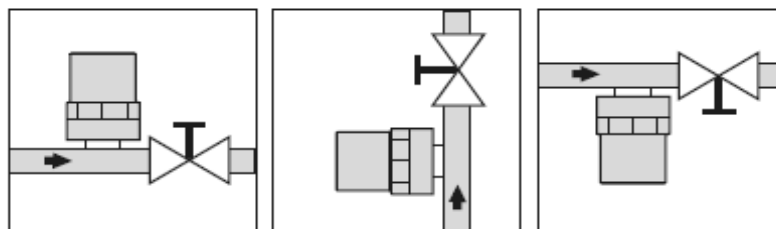
Al fine di ottenere delle buone prestazioni acustiche dell'edificio in esame, si raccomanda di adottare i seguenti suggerimenti di buona pratica, sebbene non siano necessari per il rispetto dei limiti prescritti da normativa.

6.1. Isolamento acustico impianto di distribuzione acqua sanitaria e rubinetteria

Relativamente agli impianti per l'adduzione di acqua fredda, la presenza costante di acqua nelle condutture riduce l'eventualità che si abbia rumore per scorrimento e gorgoglio dei fluidi, mentre è necessario ricorrere a idonei accorgimenti di posa in opera qualora si debbano attraversare muri e solai. Anche in questo caso per l'attraversamento di partizioni edilizie si raccomanda di:

- ricorrere a rivestimenti localizzati con manicotti in gomma;
- ancorare o sospendere la tubazione ad una struttura portante mediante all'ausilio di supporti antivibranti in acciaio e gomma.

Per ridurre le vibrazioni prodotte dal colpo d'ariete generato dal riduttore di pressione, si consiglia di installare appositi ammortizzatori lungo il tratto del condotto di adduzione tipo Caleffi serie 525. Si riportano alcune immagini di installazione:



Per evitare fischi e ronzii si consiglia di adottare le seguenti regole per la velocità dell'acqua all'interno delle 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)								

6.2. Isolamento locali tecnici

Si raccomanda di dotare i macchinari che garantiranno il rispetto delle condizioni termoigrometriche di tutte le misure atte a limitare la trasmissione del rumore e delle vibrazioni prodotte per via strutturale. Si raccomanda l'uso di adeguati supporti antivibranti, damper ecc.

6.3. Isolamento ponti acustici tra ambienti confinanti

Si analizza ora la presenza di eventuali ponti acustici tra diversi ambienti, anche facenti parte della medesima UI.

Si raccomanda pertanto di realizzare le pareti da estradosso ad intradosso dei solai, in modo da ottenere un adeguato ostacolo al passaggio del rumore.

Le stratigrafie delle pareti di separazioni tra ambienti interni dovranno presentare un indice di valutazione del potere fonoisolante R_w di almeno 45dB determinato sperimentalmente in laboratorio secondo la UNI EN ISO 140 e valutato in accordo con la norma UNI EN ISO 717.

6.4. Isolamento acustico rumorosità scale

Si consiglia, per la messa in opera delle scale, di svincolare adeguatamente la pedata di calpestio mediante l'inserimento di uno strato resiliente tipo *PAVIGRAM RC 3mm*.

Si riporta per chiarezza uno schema di montaggio esemplificativo:

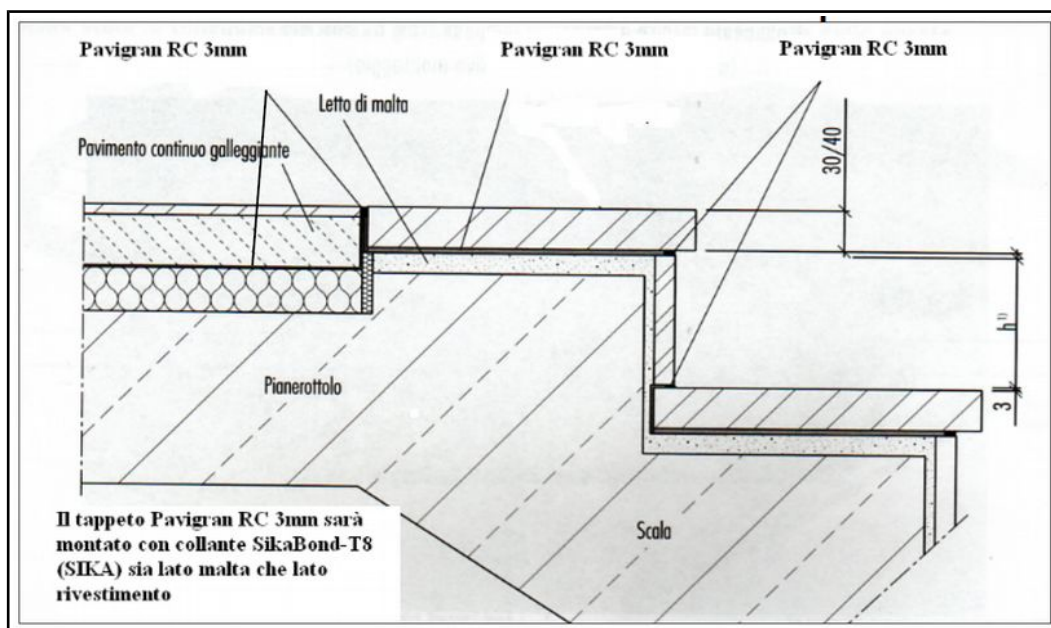


Figura 3 – Esecuzione pedate scale

6.5. Impianto elettrico

Per la posa in opera dell'impianto elettrico interno alle unità immobiliari si tengano presenti le seguenti prescrizioni di posa:

In generale in considerazione della destinazione d'uso dei locali sarà preferibile effettuare la posa in opera di impianti elettrici a vista entro canaline in materiale plastico piuttosto che sotto traccia.

Dove possibile, l'installazione delle scatole portafrutto dell'impianto deve essere effettuata su pareti interne alla singola unità immobiliare, non su pareti di confine con altre unità immobiliari.

Nell'impossibilità di seguire quanto sopra, si prevede l'installazione delle suddette scatole su pareti perimetrali in modo non allineato per le diverse unità immobiliari.

Deve essere limitata l'estensione delle tracce per la risalita delle forassiti sulle pareti perimetrali delle unità immobiliari.

Deve essere evitata accuratamente la formazione di tracce orizzontali sui tamponamenti perimetrali dell'unità immobiliare.

La profondità di tracce o scassi per l'alloggiamento di forassiti o scatole portafrutto deve essere la minima indispensabile. Dove sia effettuata una foratura eccedente la profondità necessaria, deve essere effettuato un riempimento della porzione eccedente di scasso con malta cementizia ad elevato peso specifico.

Una volta effettuata l'installazione dell'impianto, le tracce devono essere accuratamente richiuse con materiale ad elevato peso specifico, evitando la formazione di intercapedini vuote.

Si riportano schemi grafici indicanti la corretta esecuzione, riferendosi al rispetto delle caratteristiche acustiche prescritte, dell'impianto elettrico.

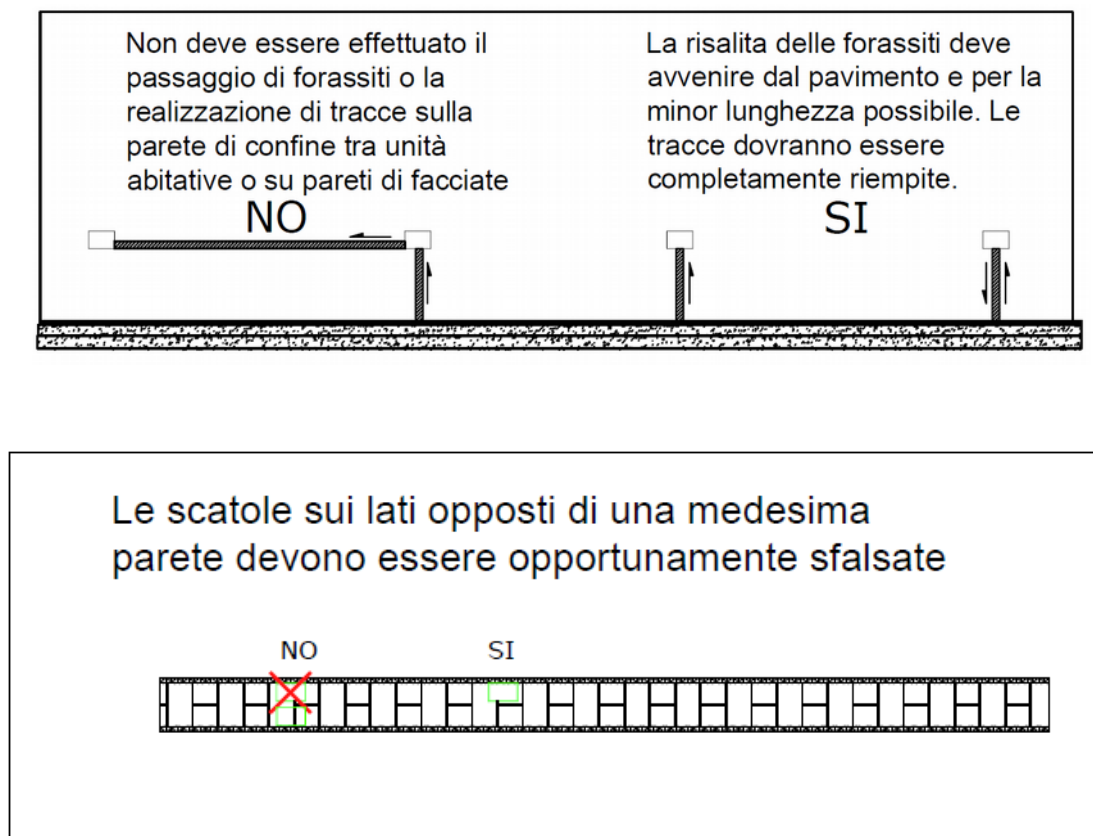


Figura 4 – Esecuzione impianto elettrico

7. Conclusioni

Dall'analisi dei dati emerge che l'intervento in esame, con le considerazioni e gli accorgimenti descritti, rispetta in fase progettuale i limiti dei parametri del DPCM 05/12/97. Particolare attenzione dovrà essere comunque posta in fase di esecuzione dei lavori per quanto riguarda la posa in opera dei materiali isolanti e la realizzazione dei tamponamenti. Tutte le opere dovranno essere eseguite e terminate a regola d'arte.

Le soluzioni riportate prevedono l'impiego di materiali che permettano la verifica per via analitica del rispetto dei valori limite degli indici di prestazione per l'isolamento acustico previsti dalla normativa vigente ed in particolare verificano in fase previsionale i valori minimi di isolamento acustico previsti dal D.P.C.M. 05/12/1997.

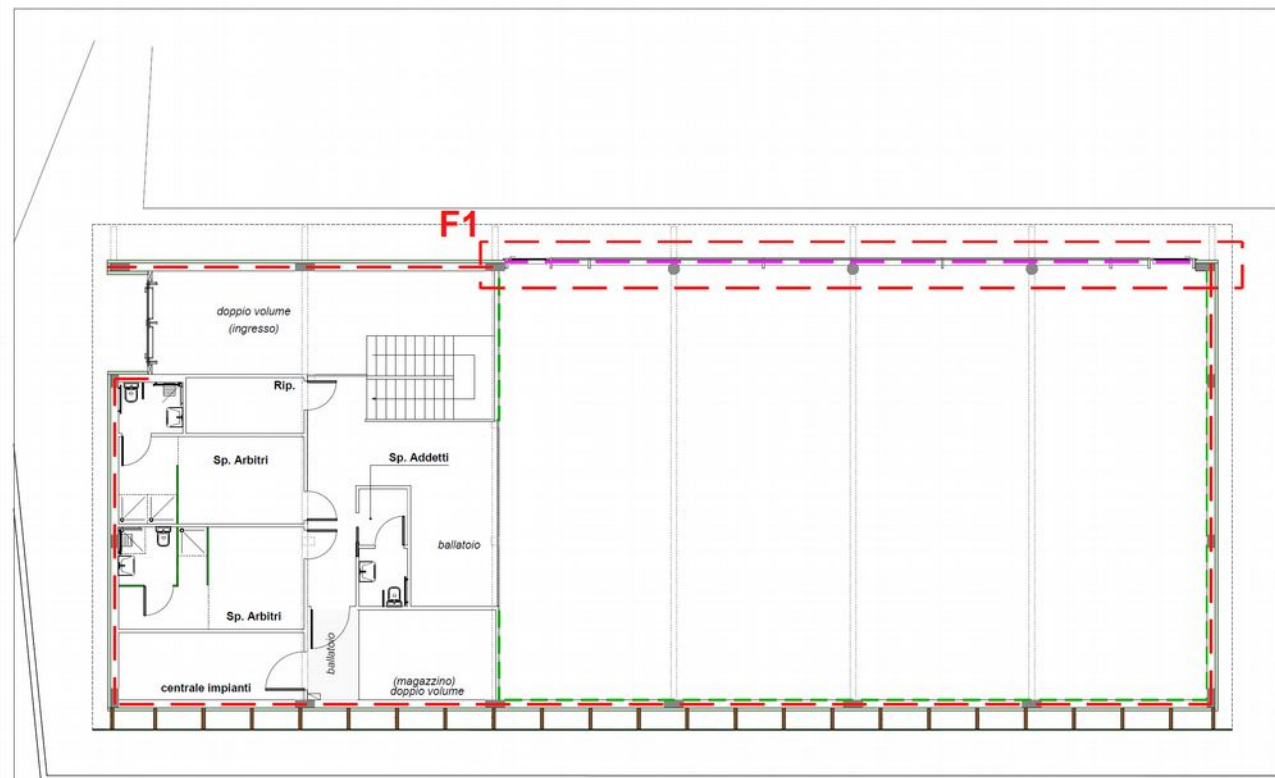
Qualunque intervento edilizio che porti all'alterazione delle strutture e degli impianti, alla variazione della geometria o della distribuzione degli ambienti, può modificare le prestazioni acustiche dell'unità immobiliare per cui ogni variante sostanziale agli elaborati dovrà essere comunicata, verificata e ritrasmessa alla Committenza mediante una revisione del presente progetto.

Dott. Ing. Manuel Gori

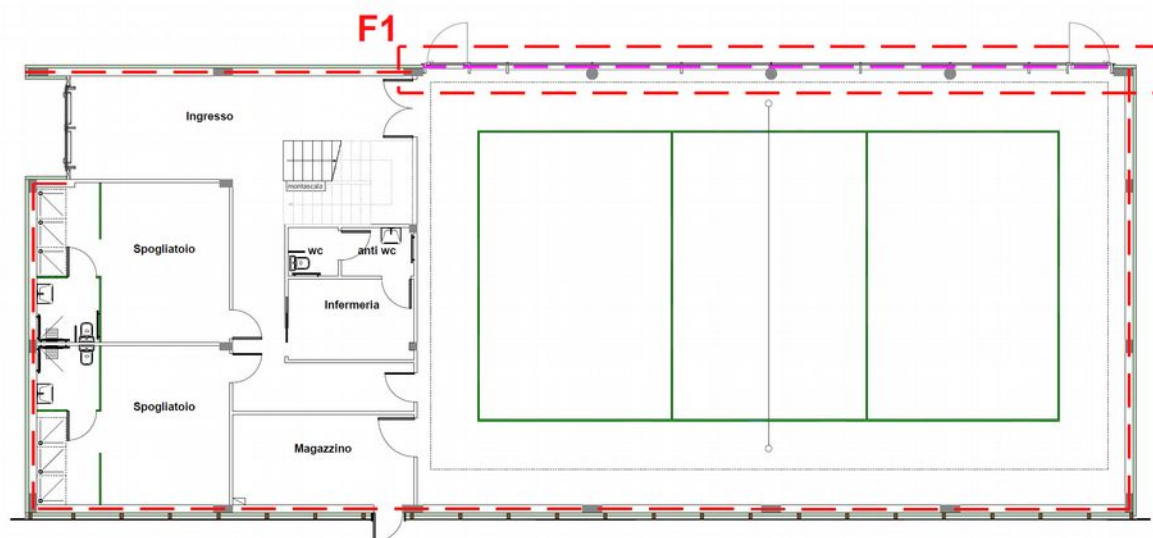


8. ALLEGATI

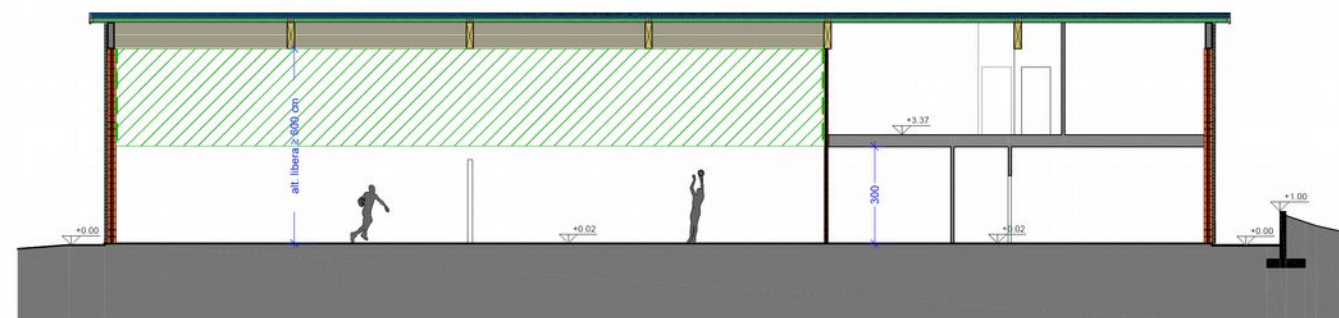
ALLEGATO 1 – Elaborati grafici



PIANTA PIANO PRIMO - Scale 1:100

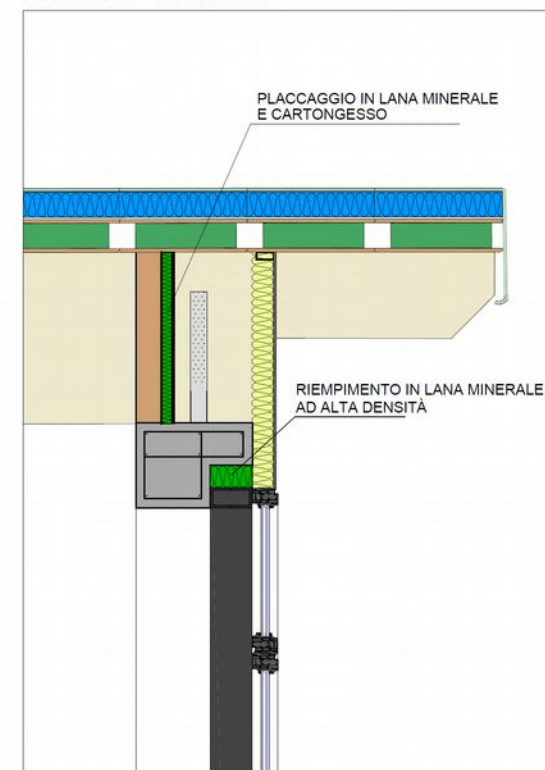


PIANTA PIANO TERRA - Scale 1:100



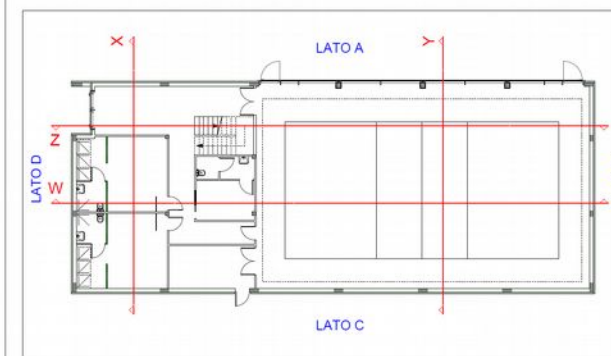
SEZIONE W-W - Scale 1:100

PART. D1 - Scala 1:20



LEGENDA

- Facciata continua strutturale a montanti e traversi avente nel complesso potere fonoisolante misurato sperimentalmente in laboratorio e certificato (UNI EN ISO 140-2) uguale o maggiore di 47 dB.
- Parete esterna di tamponamento costituita da una muratura mista in laterizio, sulla quale risulta presente l'applicazione di un cappotto esterno per l'isolamento termico e, lato interno, di una placcatura di parete con lastre in cartongesso, avente potere fonoisolante misurato sperimentalmente in laboratorio e certificato (UNI EN ISO 140-2) uguale o maggiore di 51dB.
- Materiale fonoassorbente per correzione acustica locale palestra, caratteristiche da relazione tecnica allegata. Applicazione su controparete in cartongesso con partenza dal piano finito +3,00 ml.



STUDIO BALDI & ASSOCIATI, INGEGNERIA E ARCHITETTURA
Ing. Franco Baldi - Ing. Alessandro Baldi - Arch. Meri Ascani
via Europa 95, 51079 Quarrata Pistoia, tel. 0573 73182 - 0573 736155, fax 0573 779119
e-mail: a.baldi@studiobaldiassociati.it - p.mastri@studiobaldiassociati.it - p.l. 011022780420

REGIONE Toscana - Provincia di Pistoia
COMUNE di QUARRATA
Piazza della Vittoria n. 1

PROGETTISTA
Ing. ALESSANDRO BALDI

TITOLO DEL PROGETTO
REALIZZAZIONE DI PALESTRA AL SERVIZIO DELLA SCUOLA PRIMARIA "DE ANDRE" E SCUOLA DELL'INFANZIA "MADRE TERESA DI CALCUTTA"

ELABORATO N.
ACU.06

FASCICOLO
TAVOLA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

UBICAZIONE
via Rubattorno ang. Via del Paradiso - Loc. Santonuovo - Quarrata

DATA
12/10/2018

DOCUMENTO CAD
ARCHIVIO POSIZ. N.
358

PROGETTISTA
RUP

D.L.

NOTE