



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



MINISTERO  
DELL'INTERNO

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR)  
MISSIONE 5 COMPONENTE 2 INVESTIMENTO 2.1  
"RIGENERAZIONE URBANA" (Codice misura M5C2I2.1)



Città di Lucca

Amministrazione comunale

Dirigente  
Ing. Antonella Giannini  
Responsabile Unico del Procedimento  
Geom. Marco Acampora  
Ufficio impiantistica sportiva  
Ing. Agnese Caturegli

PALESTRA SAN LORENZO A VACCOLI,  
VIA PER S.LORENZO A VACCOLI, RISANAMENTO CONSERVATIVO E  
ADEGUAMENTO SISMICO - CUP J63D21000490004

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

ALLEGATO N.

TAVOLA N.

SCALA

AC

1

OGGETTO ELABORATO

RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI

DATA

GENNAIO 2023

REVISIONI

Rev.	Data	Descrizione
00	24 Dicembre 2021	Prima emissione
01	21 Aprile 2022	Seconda emissione
02	30 Gennaio 2023	Terza emissione

PROGETTISTI



SICURING SRL  
DIRETTORE TECNICO  
DOTT. ING. CARLO LA FERLITA

GEOLOGIA  
GEOL. LUCA TOFACCHI

## 1. INTRODUZIONE

---

L'art. 6.1e della Legge 447/1995 "Legge quadro sull'inquinamento acustico", stabilisce la competenza dei Comuni circa l'adozione di regolamenti per l'attuazione della disciplina statale e regionale per la tutela dall'inquinamento acustico.

In particolare, per quanto riguarda i requisiti acustici passivi degli edifici il Comune è soggetto a garantire l'applicazione del DPCM 05/12/1997, che 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.

Nello specifico, nell'ambito della segnalazione certificata di inizio attività (SCIA) o di ogni altro adempimento richiesto per l'inizio dell'attività edilizia, nel caso di cambi di destinazione d'uso, o frazionamenti di edifici destinati ad ambienti abitativi è richiesta l'asseverazione da parte di tecnico competente in acustica del rispetto dei requisiti acustici passivi degli edifici previsti dal D.P.C.M. 05/12/1997, che prevede il rispetto di specifici requisiti in opera in funzione delle categorie di destinazione d'uso:

Categoria	Destinazione	Parametri				
		R' <sub>w</sub>	D <sub>2m,nT,w</sub>	L' <sub>n,w</sub>	L <sub>ASmax</sub>	L <sub>Aeq</sub>
A	Residenza o assimilabili	50	40	63	35	35
B	Uffici ed assimilabili	50	42	55	35	35
C	Alberghi, pensioni ed attività assimilabili	50	40	63	35	35
D	Ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili	55	45	58	35	25
E	Attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	50	48	58	35	25
F	Attività ricreative o di culto e assimilabili	50	42	55	35	35
G	Attività commerciali o assimilabili	50	42	55	35	35

Requisiti previsti dal DPCM 05/12/1997

Come, come anche specificato nella premessa delle Linee Guida della Regione Toscana allegate alla Delibera della Giunta Regionale n. 1018/2017, poiché il suddetto decreto non obbliga a redigere relazioni previsionali, ma prescrive unicamente che i requisiti siano rispettati in opera, stante il fatto che esso non definisce quindi neppure quali requisiti debba avere l'estensore di una relazione previsionale o i criteri secondo i quali essa debba essere redatta, si tiene conto dei requisiti acustici suddetti, con riferimento alla tabella 1 delle sunnominate Linee Guida:

- 1) Per sostituzione di serramenti delle facciate: Isolamento acustico normalizzato di facciata ( $D_{2m,nt,w}$ ), per il quale si prende a riferimento il limite massimo di 42 dB, valido sia per i locali adibiti ad ufficio ed infermeria (cat. B) che per l'area destinata al pubblico ed all'attività sportiva (cat. F).
- 2) Per sostituzione degli impianti di climatizzazione: livello continuo equivalente di rumorosità, ponderata A ( $L_{Aeq}$ ), in ambienti diversi da quelli di installazione, per il quale si prende a riferimento il limite massimo di 35 dB, valido sia per i locali adibiti ad ufficio ed infermeria (cat. B) che per l'area destinata al pubblico ed all'attività sportiva (cat. F).

- 3) Per interventi sulle colonne di scarico dei servizi igienici, livello massimo di rumorosità, ponderata A, rilevata con costante di tempo slow, in ambienti diversi da quelli di installazione (scarichi idraulici), per il quale si prende a riferimento il limite massimo di 35 dB, valido sia per i locali adibiti ad ufficio ed infermeria (cat. B) che per l'area destinata al pubblico ed all'attività sportiva (cat. F).

Va considerato inoltre che, relativamente agli impianti continui e discontinui, come specificato nella FAQ n. 11 sui Requisiti Acustici Passivi della Regione Toscana (<https://www.regione.toscana.it/-/faq-su-requisiti-acustici-passivi-degli-edifici->), "Per quanto concerne le emissioni derivanti da impianti tecnici, si ritiene che le verifiche attinenti il rumore trasmesso siano da riferirsi ad unità immobiliari diverse".

Ne segue che, poiché l'edificio è isolato e monopiano, oltre al potere fonoisolante apparente di partizioni di unità immobiliari confinanti ed al livello di pressione sonora di calpestio normalizzato tra ambienti sovrapposti non corre l'obbligo della verifica dei requisiti passivi per il rumore prodotto da impianti continui e discontinui, per i quali sono riportate delle semplici raccomandazioni finalizzate al comfort acustico, oltre alla verifica del rispetto dei limiti di immissione presso i ricettori più vicini (cfr. § 5).

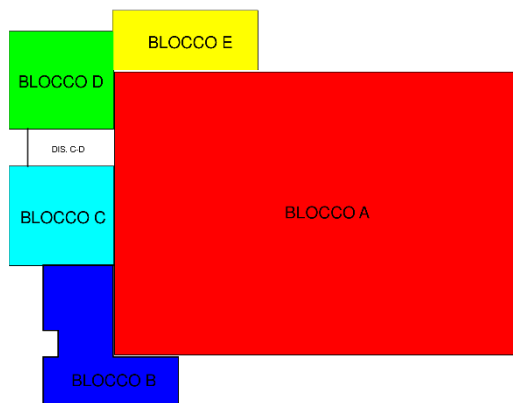
Sarà inoltre verificato che il tempo di riverberazione non superi il tempo ottimale definito al punto 4.5 della norma UNI 11532-2.

La valutazione previsionale dei parametri viene effettuata secondo i criteri e le metodologie di cui alla norma UNI EN 12354, considerando che per "spazi abitativi" si intendono gli uffici, l'infermeria, il campo sportivo comprensivo dell'area per il pubblico e gli spogliatoi; sono esclusi pertanto i servizi igienici, gli spazi di collegamento e gli altri locali di servizio non destinati alla presenza continuativa di persone.

## 2. INDIVIDUAZIONE DEI LOCALI OGGETTO DI VALUTAZIONE

L'impianto oggetto della presente relazione, con riferimento alla planimetria di seguito riportata, è costituito da un edificio principale di altezza circa 9 m, finalizzato all'attività sportiva e dotato di gradinate per il pubblico (blocco A), confinante con blocchi edilizi di minor altezza nei quali sono realizzati:

- l'ufficio amministrativo, l'infermeria, un locale deposito e i locali tecnici (blocco B);
- i servizi igienici e spogliatoi per gli atleti (blocchi C e D, uniti da un disimpegno)
- i servizi igienici per il pubblico (blocco E)



Ai fini dell'individuazione dei locali, si fa riferimento agli elaborati grafici di progetto architettonico, nei quali essi sono identificati come segue:

Denominazione	Posizione
Campo sportivo + area per il pubblico	Blocco A
Ufficio	Blocco B
Infermeria	Blocco B
Spogliatoio "B"	Blocco C
Spogliatoio "A"	Blocco D

### 3. CARATTERISTICHE ACUSTICHE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

---

#### Solai di copertura

I solai di copertura dei locali individuati nel capitolo precedente appartengono alle seguenti tipologie:

#### S01 – Solaio in struttura c.a. e legno

Questa stratigrafia è utilizzata per la copertura del blocco A ed è composta come segue.

	materiale	Spessore (mm)	Peso/mq
1	manto sintetico FPO	1,8	1,98
2	TNT sarnafelt PP 400	2,1	0,4
3	barriera al vapore	0,225	0,4
4	soletta armata alleggerita	50	97,5
5	ISOTEC	60	2,28
6	Materassino acustico	9	
7	assito legno	30	12,6

Per essa si considerano rilevanti dal punto di vista acustico solo gli strati 4, 6 e 7.

Assumendo di utilizzare un materassino acustico dotato di rigidità dinamica pari a  $s'=11$  MN/mc, si ha per la stratigrafia così definita:

- 1) Massa superficiale a meno degli elementi di rivestimento:  $m_1'=97,5$  kg/mq.
- 2) Massa superficiale dell'assito di legno:  $m_2'=12,6$  kg/mq
- 3) Potere fonoisolante della sola soletta armata alleggerita:  $R_{w1}=20\log m_1'=39,8$  dB.
- 4) Frequenza di risonanza del sistema massa-molla-massa:  $f_0=160\sqrt{s'\left(\frac{1}{m_1'}+\frac{1}{m_2'}\right)}=158$  Hz
- 5) Potere fonoisolante della parete  $R_w=R_{w1}/2+74,4-20\log(f_0)=50,3$  dB

#### S02 – Solaio con struttura in c.a.

Questa stratigrafia è utilizzata per alcuni elementi di copertura del blocco A, dei quali si tiene conto ai fini acustici della sola soletta in cemento armato alleggerito di spessore 15 cm e  $m'=292,5$  kg/mq

Si ha il solaio così definito  $R_w=20\log m'=49,3$  dB.

#### S03 – Solaio misto in c.a. e laterizio

Questa stratigrafia è utilizzata per la copertura dei blocchi B, C e D ed è composta come segue.

	materiale	spessore (mm)	Peso/mq
1	ISOTEC	120	4,6
2	barriera al vapore	0,225	0,4
3	massetto pendenze-LecaMix Facile	80	80
4	SOLETTA 5 cm C30/37	50	125
5	Solaio esistente - celersap	160	150
6	INTONACO	20	40
7	rete antisfondellamento		0,5

Si ha per il solaio così definito  $m'=400,5$  e  $R_w=20\log m'=52,1$  dB.

## Pareti esterne

### P01 – Setto in c.a.

Si tratta di setti di irrigidimento dei quali si tiene conto ai fini acustici della sola massa superficiale dello strato in c.a. di 40 cm, per cui  $m'=1000 \text{ kg/mq}$  e  $R'=20\log m'=60 \text{ dB}$ .

### P02 – Pareti in muratura non portanti

Questa stratigrafia è utilizzata per le pareti esterne del blocco A ed è composta come segue.

	materiale	spessore (mm)	Peso/mq
1	intonaco	10	20
2	ISOTEC	120	4,6
3	intonaco rete	20	40
4	Blocchi muratura	300	420
5	intonaco rete	20	40

Si ha per la parete così definita  $m'= 524,6$  e  $R_w=20\log m'=54,4 \text{ dB}$ .

### P03 – Pareti in muratura portanti

Questa stratigrafia è utilizzata per le pareti esterne dei blocchi B, C e D ed è composta come segue.

	materiale	spessore (mm)	Peso/mq
1	intonaco	10	20
2	ISOTEC	120	4,6
3	Blocchi muratura	240	336

Si ha per la parete così definita  $m'= 356$  e  $R_w=20\log m'=51,0 \text{ dB}$ .

#### 4. INDICE DI VALUTAZIONE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA

Tale indice può essere stimato mediante la relazione:

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

ove:

- $D_{2m,nTw}$  è l'indice cercato in dB (decibel)
- $R'_w$  è l'indice di potere fonoisolante apparente della parete esterna
- $\Delta L_{fs}$  è la differenza di livello per forma della facciata (dB), nulla nel caso di facciata piana
- $V$  è il volume dell'ambiente interno confinante con l'esterno ( $m^3$ )
- $S$  è la superficie della parete vista dall'ambiente interno ( $m^2$ )
- $T_0=0,5$  sec è il tempo di riverberazione di riferimento.

L'indice di potere fonoisolante apparente della parete esterna si calcola a sua volta mediante la relazione:

$$R'_w = -10 \log \left( \frac{1}{S} \sum S_i \cdot 10^{0,1R_{w,i}} + 10^{1-0,1D_{ne,i}} \right) - C_L,$$

essendo  $S_i$  le superfici dei vari elementi costitutivi l'elemento di facciata,  $R_{w,i}$  gli indici di potere fonoisolante ad essi associati,  $D_{ne,i}=R_{we,i}-10\log(0,1 A_{e,i})$  l'indice di isolamento acustico per piccoli elementi di facciata di superficie  $A_{e,i}$  e  $C_L$  il coefficiente di trasmissione laterale, pari a 2 nel caso di elementi di facciata pesanti con giunti rigidi.

Occorre tener conto del fatto che le finestre, avendo caratteristiche acustiche tipicamente più basse di quelle dei pacchetti murari, tendono ad abbassare fortemente il potere fonoisolante delle pareti; si impone pertanto il potere fonoisolante delle finestre come vincolo di progetto.

Si riportano per ciascun locale citato nel cap. 2 i parametri di calcolo degli indici di valutazione dell'isolamento di facciata, costituiti dai valori di Volume ( $V$ ), superficie della partizione ( $S_p$ ) suddivisa tra le varie superfici ( $S$ ) di differente potere fonoisolante ( $R$ ) che la costituiscono, evidenziando in verde il valore del potere fonoisolante che dovranno avere gli infissi per garantire il rispetto dei requisiti.

Id partizione			S01	S02	S03	P01	P02	P03	Infissi vetrati	R Infissi vetrati
R partizione			50,3 dB	49,3 dB	52,1 dB	60 dB	54,4 dB	51 dB		
	V ( $m^3$ )	Sp ( $m^2$ )	S ( $m^2$ )	S ( $m^2$ )	S ( $m^2$ )	S ( $m^2$ )	S ( $m^2$ )	S ( $m^2$ )	S ( $m^2$ )	R (dB)
Campo +tribuna	6.819,02	1.688,62	858,72	25,69	-	312,89	442,07	-	49,25	38,00
Infermeria	48,80	43,02	-	-	16,00	-	-	22,75	4,28	42,00
Ufficio	40,57	31,05	-	-	13,30	-	-	13,95	3,80	42,00
Spogliatoio B	83,88	49,50	-	-	27,50	-	-	20,35	1,65	42,00
Spogliatoio A	83,88	49,50	-	-	27,50	-	-	19,15	2,85	42,00

Nella tabella che segue sono riportati i valori calcolati di  $R'$  e  $D_{2m,ntw}$ , confrontati con i limiti di legge.

ID	$R'$	$D_{2m,nTw}$	Limite
Campo +tribuna	47,70	48,99	42,00
Infermeria	46,94	42,72	42,00
Ufficio	46,56	42,95	42,00
Spogliatoio B	48,55	46,07	42,00
Spogliatoio A	47,94	45,45	42,00

## 5. RUMORE GENERATO DA IMPIANTI

---

Al fine di minimizzare il livello sonoro generato dagli impianti occorrerà prendere e mantenere alcune precauzioni, che si elencano di seguito:

- Occorrerà attutire il rumore prodotto dalle tubazioni dell'impianto idrico mediante l'uso di giunti elastici in corrispondenza del loro attacco al gruppo pompa, che dovrà essere racchiuso entro una "scatola fonoisolante" opportunamente aerata e preferibilmente desolidarizzata dal resto della struttura mediante basamento posto su elementi antivibranti.
- Per la limitazione del rumore provocato dall'azionamento dei rubinetti si potrà agire sia in termini di scelta di apparecchi, sia realizzando in corrispondenza di essi sui tubi di adduzione dell'acqua un prolungamento verticale contenente aria che potrà evitare il problema del rumore da "colpo d'ariete" in corrispondenza della loro brusca chiusura.
- La trasmissione del rumore attraverso le tubazioni potrà essere evitata adottando tubi rivestiti in materiale fonoisolante e piombo e mediante l'uso di giunti elastici. Potranno essere usate di preferenza tubazioni in polipropilene tipo "Random" ad elevate proprietà fonoisolanti, in polipropilene semplice od in acciaio. Si sconsiglia invece l'uso di tubi in rame non protetti.
- Per quanto riguarda l'ancoraggio dei sanitari, è consigliabile l'uso di apparecchi sospesi agganciati alle pareti tramite supporti vibroisolanti.

Per quanto riguarda le immissioni acustiche sui ricettori esterni, va considerato che la ristrutturazione dell'impianto termico prevede l'inserimento di due moduli a gas a condensazione con livello di potenza sonora pari a 55 dB ciascuno.

Secondo il PCCA di Lucca, di cui si riporta un estratto di seguito, sia la palestra che i ricettori si trovano in zona di classe III (aree di tipo misto) per i quali il limite di immissione in orario diurno, corrispondente al periodo di attività della palestra, è pari a 60 dB.

Come evidenziato nella foto aerea riportata nella pagina seguente, i ricettori più esposti sono le abitazioni poste in via Santa Maria del Giudice in prossimità dell'angolo con via Guasparini, che si trovano ad essere alla minima distanza dalla centrale termica (14 m);

La centrale termica sarà dotata delle aperture di aerazione previste dalla normativa antincendio, e non trattandosi di ambiente per il quale è prevista la presenza continuativa di persone le sue pareti esterne non sono tenute al rispetto dell'indice di isolamento di facciata; d'altra parte, anche trascurando completamente a vantaggio di sicurezza il contributo di isolamento dell'involucro della centrale, si ha che il livello di potenza combinato degli apparecchi è pari a:

$$L_{w,tot}=10\log(10^{5,5}+10^{5,5})=55+3=58 \text{ dB,}$$

mentre il livello sonoro in facciata dei ricettori più vicini risulta pari a:

$$L_{Aeq}=L_w-20\log(d)-11=24 \text{ dB}$$





Foto aerea con evidenziazione dei ricettori in prossimità dalla palestra e della distanza tra centrale termica ed il ricettore più vicino

Non è stato misurato il livello di rumore residuo  $L_r$  nell'area, ma è evidente che:

- 1) Quando  $L_r \geq 50$  dB, il contributo della centrale termica della palestra risulterebbe trascurabile in quanto inferiore di oltre 10 dB rispetto al rumore residuo e risulterebbe automaticamente rispettato il criterio differenziale.
- 2) Quando  $L_r < 50$  dB, il livello di immissione risulterebbe inferiore a 50 dB, comportando la non applicabilità del criterio differenziale in orario diurno. Tale valore sarebbe inoltre comunque inferiore al limite di immissione diurno per la zona III (60 dB).

## 6. TEMPO DI RIVERBERAZIONE

Il tempo di riverberazione si stima in base alla relazione:

$$T_{60} = 0,16 \frac{V}{S\bar{\alpha}}$$

Essendo S la superficie totale delle superfici dell'ambiente e  $\bar{\alpha}$  il coefficiente di assorbimento medio.

Secondo il prospetto 6 della UNI 11532-2, il tempo di riverberazione ottimale da ottenere in ambienti con possibilità di comunicazione verbale a brevi distanze, quale è il blocco A, è dato dalla relazione:

$$T_{ott,A5} = (0,75 \log V - 1)$$

Si riporta di seguito in forma tabellare la verifica effettuata.

Volume blocco A=6819,02 mq

	S(mq)	Coefficienti di assorbimento acustico dei materiali ( $\alpha$ )					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Intonaco o c.a.	547,73	0,29	0,1	0,05	0,04	0,07	0,09
Pareti con trattamento acustico	550,00	0,05	0,25	0,8	1	0,95	0,9
Soffitto in legno	858,52	0,29	0,1	0,05	0,04	0,07	0,09
Soffitto con trattamento acustico	670,54	0,55	0,80	0,85	0,70	0,50	0,55
Pavimento in linoleum	49,25	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Superfici vetrate	115,20	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02
Auditorio (80% capienza)	547,73	0,4	0,75	1,1	1,3	1,4	1,1

	Unità assorbenti equivalenti delle superfici esposte					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Intonaco o c.a.	158,84	54,77	27,39	21,91	38,34	49,30
Pareti con trattamento acustico	27,50	137,50	440,00	550,00	522,50	495,00
Soffitto in legno	248,97	85,85	42,93	34,34	60,10	77,27
Soffitto con trattamento acustico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pavimento in linoleum	6,71	6,71	6,71	13,41	13,41	13,41
Superfici vetrate	8,87	2,96	1,97	1,48	0,99	0,99
Porte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tendaggi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Auditorio seduto/persona (n° posti)	46,08	86,40	126,72	149,76	161,28	126,72
Schermo per proiezioni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$A_{ass} = \sum(S\alpha)$	496,96	374,19	645,71	770,90	796,61	762,68

Tempi delle riverberazioni						T <sub>60</sub>	T <sub>ott</sub>
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz		
2,20	2,92	1,69	1,42	1,37	1,43	1,83	1,87