

CITTA' DI
VENEZIA



commessa

Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR)

Missione 5 - inclusione e coesione, componente 2 infrastrutture sociali, famiglie, comunità e terzo settore (M5C2). Misura 3, investimento 3.1 "Sporte inclusione sociale" - cluster 1.

Nuovo impianto polivalente indoor Mestre-Venezia - C.I. 15219



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

Progetto di fattibilità tecnico economica

committente

Comune di Venezia
Area Lavori Pubblici, Mobilità e Trasporti
Servizio Edilizia comunale Terraferma
viale Ancona, 63
30170 Mestre - Venezia

Il R.U.P.
ing. Francesco Dittadi
Il Dirigente
dott. Aldo Menegazzi
Il Direttore
ing. Simone Agrondi



coordinamento generale
progetto architettonico

Sari Coletti architetti
sede legale
piazza Garibaldi 14
31100, Treviso
P.I. 03624060269
studio@saricoletti.it
marco.sari@archiworldpec.it

progettisti
ing. arch. Marco Sari
arch. Marco Coletti
responsabile di commessa
e giovane professionista
arch. Manuele Bettiol

collaboratori
arch. Andrea Marcon
arch. Alessandro Martin
geom. Alex Santamaria



progetto strutture

Boaretto e Associati s.r.l.
sede legale
via Ospedale n. 9
30174 Venezia Mestre
info@boarettoeassociati.it

progettista
ing. Luca Boaretto
responsabile di commessa
ing. Mattia Ongarato

collaboratori
ing. Stefania Boaretto
arch. Francesco Sambo
ing. Mattia Tessari



progetto impianti

EVO engineering s.r.l.
sede legale
corte San Francesco, 4
31053 Pieve di Soligo (TV)
info@evoeng.it

progettisti
per. ind. Mirco Bovo
ing. Massimo Nadal
per. ind. Giovanni Negroni

commessa SCA_101	ambito Progetto di fattibilità tecnico economica	codice elaborato SCA-101-F.R.P.R.01-R00	data emissione 11-2022
gruppo elaborati Progettazione acustica titolo elaborato Requisiti acustici passivi e qualità acustica interna	numero elaborato F.R.P.R.01	revisione R00	

rev	data	motivo dell'emissione	eseguito	controllato	approvato
00	11-2022	EMISSIONE	A. Marcon	M. Bettiol	M. Sari

La proprietà del presente elaborato è tutelata a termini di legge. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di copia non autorizzata.

Collaborazione specialistica:

Ing. Cristian Rinaldi



Tecnico Competente in Acustica Ambientale n. 907, iscritto all'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica ai sensi del D. Lgs. n. 42 del 17/02/2017.

Arch. Maria Elena Bovo



Tecnico Competente in Acustica Ambientale n. 609, iscritto all'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica ai sensi del D. Lgs. n. 42 del 17/02/2017.



C.I. 15219

NUOVO IMPIANTO POLIVALENTE INDOOR A MESTRE (VE)

Sommario

1	PREMESSE.....	4
2	DEFINIZIONE DELLE GRANDEZZE	4
2.1	Potere fonoisolante, R	4
2.2	Indice di valutazione del potere fonoisolante, R_w	4
2.3	Potere fonoisolante apparente, R'	5
2.4	Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente, R'_w	5
2.5	Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, L_n	5
2.6	Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, $L_{n,w}$	5
2.7	Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, L'_n	6
2.8	Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, $L'_{n,w}$	6
2.9	Isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, $D_{2m,nT}$	6
2.10	Indice di valutazione dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, $D_{2m,nT,w}$	7
2.11	Differenza del livello di pressione sonora per la forma della facciata, ΔL_{fs}	7
2.12	Forma della facciata.....	7
2.13	Livello di pressione sonora massimo ponderato A con costante di tempo slow degli impianti a funzionamento discontinuo, $L_{A,max}$	9
2.14	Livello di pressione sonora equivalente ponderato A degli impianti a funzionamento continuo, $L_{A,eq}$	9
3	LEGISLAZIONE E NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO.....	9
3.1	Classificazione degli ambienti abitativi secondo il DPCM 5/12/97.....	10
3.2	Verifica dei requisiti acustici secondo il DM23/6/2022.....	11
3.3	NORME CONI PER L'IMPIANTISTICA SPORTIVA Approvate con deliberazione del Consiglio Nazionale del CONI n. 1379 del 25 giugno 2008.....	13
3.4	Impatto acustico ambientale.....	13
4	SOFTWARE UTILIZZATI.....	14
5	DEFINIZIONE DEL PROGETTO.....	15
6	ISOLAMENTO ACUSTICO DELL'INVOLUCRO DI FACCIATA.....	19
6.1	Stratigrafia di progetto.....	19
6.2	Verifica dell'isolamento di facciata – Palestra.....	20
7	TRATTAMENTI FONOASSORBENTI.....	21
7.1	Alternativa progettuale.....	22
8	STIMA DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE.....	23
9	VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO AMBIENTALE.....	27
10	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	28



C.I. 15219

NUOVO IMPIANTO POLIVALENTE INDOOR A MESTRE (VE)

1 PREMESSE

Il presente studio acustico preliminare contiene le indicazioni progettuali per l'ottimizzazione dei requisiti acustici passivi e del confort interno del nuovo palazzetto dello sport a Mestre (VE).

I

progetti relativi a nuove costruzioni e quelli riguardanti interventi di ristrutturazione, così come definiti dall'art. 31 della Legge 5 agosto 1978 n. 457, devono essere corredati dal progetto acustico redatto da un Tecnico Competente in Acustica Ambientale, nel rispetto dei requisiti stabiliti dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997. Con tale decreto, in attuazione dell'art. 3 della Legge Quadro sull'inquinamento acustico del 26 ottobre 1995 n. 447, sono stati determinati i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore.

2 DEFINIZIONE DELLE GRANDEZZE

2.1 Potere fonoisolante, R

Dieci volte il logaritmo in base dieci del rapporto tra la potenza sonora incidente su un campione di prova, W_1 , e la potenza sonora trasmessa attraverso il campione, W_2 :

$R = 10 \lg \left(\frac{W_1}{W_2} \right) = 10 \lg \left(\frac{1}{\tau} \right)$	[dB]
--	------

R si determina sperimentalmente da misurazioni in laboratorio secondo la relazione:

$R = L_1 - L_2 + 10 \lg \left(\frac{S}{A} \right)$	[dB]
---	------

Dove:

L_1 è il livello medio di pressione sonora nell'ambiente emittente [dB];

L_2 è il livello medio di pressione sonora nell'ambiente ricevente [dB];

A è l'area di assorbimento equivalente nell'ambiente ricevente [m²];

S è la superficie dell'elemento di separazione [m²].

2.2 Indice di valutazione del potere fonoisolante, R_w

Valore in decibel della curva di riferimento a 500 Hz dopo traslazione secondo la UNI EN ISO 717-1 riferito a valori d'ottava o di terzi d'ottava del potere fonoisolante, R.

La curva di riferimento deve essere traslata a passi di un decibel quindi il valore corrispondente risulta essere sempre un numero intero.



C.I. 15219

NUOVO IMPIANTO POLIVALENTE INDOOR A MESTRE (VE)

2.3 Potere fonoisolante apparente, R'

Dieci volte il logaritmo in base dieci del rapporto tra la potenza sonora W_1 incidente su una partizione sottoposta a prova e la potenza sonora totale trasmessa nell'ambiente ricevente se, in aggiunta alla potenza sonora W_2 trasmessa attraverso il provino, la potenza sonora W_3 trasmessa dagli elementi laterali o da altri componenti è significativa:

$R' = 10 \lg \left(\frac{W_1}{W_2 + W_3} \right)$	[dB]
--	------

R' si determina sperimentalmente da misurazioni in opera secondo la relazione:

$R' = L_1 - L_2 + 10 \lg \left(\frac{S}{A} \right)$	[dB]
--	------

Il calcolo previsionale di questo parametro può essere eseguito utilizzando la norma UNI EN ISO 12354-1.

2.4 Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente, R'_w

Valore in decibel della curva di riferimento a 500 Hz dopo traslazione secondo la UNI EN ISO 717-1 riferito a valori d'ottava o di terzi d'ottava del potere fonoisolante apparente, R'.

La curva di riferimento deve essere traslata a passi di un decibel quindi il valore corrispondente risulta essere sempre un numero intero.

La verifica di questo indice è contemplata nel DPCM 5/12/97.

Il calcolo previsionale di questo parametro può essere eseguito utilizzando le norme UNI EN ISO 12354-1 e UNI 11175-1.

2.5 Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, L_n

Livello di pressione sonora di calpestio corrispondente all'area di assorbimento acustico equivalente di riferimento nell'ambiente ricevente.

Si determina sperimentalmente da misurazioni in opera secondo la relazione:

$L_n = L_i + 10 \lg \left(\frac{A}{A_0} \right)$	[dB]
---	------

Dove:

L_i è il livello medio di pressione sonora di calpestio nell'ambiente ricevente [dB].

A_0 è l'area di assorbimento equivalente di riferimento, assunta pari a 10 m².

2.6 Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, L_{n,w}

Valore in decibel della curva di riferimento a 500 Hz dopo spostamento secondo la UNI EN ISO 717-2 riferito a valori d'ottava o di terzi d'ottava del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, L_n.

La curva di riferimento deve essere traslata a passi di un decibel quindi il valore corrispondente risulta essere sempre un numero intero.



C.I. 15219

NUOVO IMPIANTO POLIVALENTE INDOOR A MESTRE (VE)

2.7 Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, L'_n

Livello di pressione sonora di calpestio corrispondente all'area di assorbimento acustico equivalente di riferimento nell'ambiente ricevente.

Si determina sperimentalmente da misurazioni in opera secondo la relazione:

$L'_n = L_i + 10 \lg \left(\frac{A}{A_0} \right)$	[dB]
--	------

Il calcolo previsionale di questo parametro può essere eseguito utilizzando la norma UNI EN ISO 12354-2.

2.8 Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, $L'_{n,w}$

Valore in decibel della curva di riferimento a 500 Hz dopo spostamento secondo la UNI EN ISO 717-2 riferito a valori d'ottava o di terzi d'ottava del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, L'_n .

La curva di riferimento deve essere traslata a passi di un decibel quindi il valore corrispondente risulta essere sempre un numero intero.

La verifica di questo indice è contemplata nel DPCM 5/12/97.

Il calcolo previsionale di questo parametro può essere eseguito utilizzando le norme UNI EN ISO 12354-2 e UNI 11175-1.

2.9 Isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, $D_{2m,nT}$

Differenza fra il livello di pressione sonora all'esterno alla distanza di 2 m dalla facciata ed il livello di pressione sonora nell'ambiente ricevente, corrispondente ad un valore di riferimento del tempo di riverberazione.

Si determina sperimentalmente da misurazioni in opera secondo la relazione:

$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \lg \left(\frac{T}{T_0} \right)$	[dB]
--	------

Dove:

$L_{1,2m}$ è il livello medio di pressione sonora alla distanza di 2 metri dalla facciata [dB].

L_2 è il livello medio di pressione sonora nell'ambiente ricevente [dB];

T è il tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente [s];

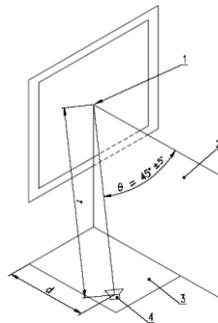
T_0 è il tempo di riverberazione di riferimento; per le abitazioni, assunto pari a 0,5 secondi.

La sorgente, sonora posta all'esterno dell'edificio, deve essere inclinata di 45° rispetto al centro della facciata considerata come illustrato nell'esempio seguente:



C.I. 15219

NUOVO IMPIANTO POLIVALENTE INDOOR A MESTRE (VE)



Disposizione dell'altoparlante a 45° per la misura dell'isolamento acustico di facciata

Il calcolo previsionale di questo parametro può essere eseguito utilizzando le norme UNI EN ISO 12354-1, UNI EN ISO 12354-3 e UNI EN 12758.

2.10 Indice di valutazione dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, $D_{2m,nT,w}$

Valore in decibel della curva di riferimento a 500 Hz dopo traslazione secondo la UNI EN ISO 717-1 riferito a valori d'ottava o di terzi d'ottava dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, $D_{2m,nT}$.

La curva di riferimento deve essere traslata a passi di un decibel quindi il valore corrispondente risulta essere sempre un numero intero.

La verifica di questo indice è contemplata nel DPCM 5/12/97.

Il calcolo previsionale di questo parametro può essere eseguito utilizzando le norme UNI EN ISO 12354-1, UNI EN ISO 12354-3, UNI 11175-1 e UNI EN 12758.

2.11 Differenza del livello di pressione sonora per la forma della facciata, ΔL_{fs}

Differenza tra il livello di pressione sonora del rumore incidente, $L_{1,in}$, su una facciata sagomata, e il livello di pressione sonora sulla superficie di una facciata piana, $L_{1,s}$, più 6 dB. Questa grandezza può essere determinata mediante la seguente formula:

$\Delta L_{fs} = L_{1,in} - L_{1,s} + 6$	[dB]
--	------

Dove:

$L_{1,in}$ è il livello medio di pressione sonora a livello del piano della facciata, senza la presenza di tale facciata [dB];

$L_{1,s}$ è il livello medio di pressione sonora sulla superficie esterna del piano reale della facciata [dB].

2.12 Forma della facciata

La forma della facciata influenza l'isolamento in quanto eventuali balconi o tettoie possono far aumentare (per effetto schermante) o diminuire (con riflessioni) le prestazioni. Le forme presenti nella norma sono schematizzate nella figura seguente:



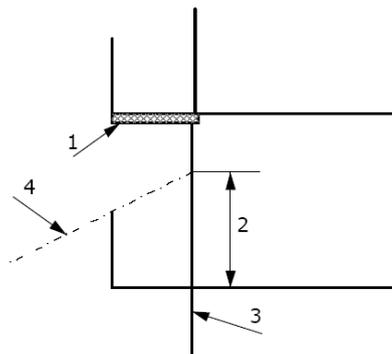
C.I. 15219

NUOVO IMPIANTO POLIVALENTE INDOOR A MESTRE (VE)

ΔL_{ts}	1 facciata piana	2 ballatoio			3 ballatoio			4 ballatoio			5 ballatoio				
dB															
Assorbimento del tetto (α_w) =	Non applicabile	$\leq 0,3$	0,6	$\geq 0,9$	$\leq 0,3$	0,6	$\geq 0,9$	$\leq 0,3$	0,6	$\geq 0,9$	$\leq 0,3$	0,6	$\geq 0,9$		
Orizzonte visivo sulla facciata <1,5 m	0	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	1	Non applicabile				
(1,5 – 2,5) m	0	Non applicabile			-1	0	2	0	1	3	Non applicabile				
>2,5 m	0	Non applicabile			1	1	2	2	2	3	3	4	6		
	6 balcone	7 balcone			8 balcone			9 terrazza							
Assorbimento del tetto (α_w) =	$\leq 0,3$	0,6	$\geq 0,9$	$\leq 0,3$	0,6	$\geq 0,9$	$\leq 0,3$	0,6	$\geq 0,9$	$\leq 0,3$	0,6	$\geq 0,9$	$\leq 0,3$	0,6	$\geq 0,9$
Orizzonte visivo sulla facciata <1,5 m	-1	-1	0	0	0	1	1	1	2	1	1	1	3	3	3
(1,5 – 2,5) m	-1	1	3	0	2	4	1	1	2	3	4	5	5	6	7
>2,5 m	1	2	3	2	3	4	1	1	2	4	4	5	6	6	7

Tipologie di facciate secondo la UNI EN ISO 12354-3

- Legenda
 1 Assorbimento
 2 Altezza dell'orizzonte visivo
 3 Piano della facciata
 4 Sorgente sonora



Altezza dell'orizzonte visivo



C.I. 15219

NUOVO IMPIANTO POLIVALENTE INDOOR A MESTRE (VE)

2.13 Livello di pressione sonora massimo ponderato A con costante di tempo slow degli impianti a funzionamento discontinuo, L_{ASmax}

Il livello di pressione sonora L_{ASmax} si ricava come media energetica del livello nell'angolo dell'ambiente più rumoroso e di due livelli in campo diffuso.

Si determina sperimentalmente da misurazioni in opera (UNI EN ISO 16032).

2.14 Livello di pressione sonora equivalente ponderato A degli impianti a funzionamento continuo, L_{Aeq}

Il livello di pressione sonora L_{Aeq} si ricava come media energetica del livello nell'angolo dell'ambiente più rumoroso e di due livelli in campo diffuso.

Si determina sperimentalmente da misurazioni in opera (UNI EN ISO 16032).

3 LEGISLAZIONE E NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

La legislazione nazionale di riferimento vigente, per la valutazione del rumore negli edifici, è la seguente:

- **LEGGE 26 ottobre 1995, n. 447**, Legge quadro sull'inquinamento acustico (Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Serie generale n. 254, 30/10/1995).
- **DPCM 5 dicembre 1997**, Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici (Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana, Serie generale n. 297, 22/12/1997).

In materia di gare di appalto per edifici pubblici, vengono introdotti alcuni criteri sul tema del comfort acustico:

- **DM 23 giugno 2022**, Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi.

Le normative tecniche di riferimento per la misura dei requisiti acustici passivi degli edifici sono le seguenti:

- **UNI EN ISO 12354-1** Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti.
- **UNI EN ISO 12354-2** Valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Isolamento acustico al calpestio tra ambienti.
- **UNI EN ISO 12354-3** Valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Isolamento dal rumore contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea.
- **UNI 11175-1** Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Parte 1: Applicazione delle norme tecniche alla tipologia costruttiva nazionale.
- **UNI EN ISO 717-1** Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento acustico per via aerea.
- **UNI EN ISO 717-2** Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento del rumore da calpestio.

Per quanto riguarda l'edilizia sportiva, il CONI ha emanato una delibera coi criteri di progettazione:

- **NORME CONI PER L'IMPIANTISTICA SPORTIVA Approvate con deliberazione del Consiglio Nazionale del CONI n. 1379 del 25 giugno 2008**
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 almeno 30 dB.

In materia di impatto acustico ambientale si farà riferimento a:

- **DPCM 1/3/91**
- **Legge quadro 447/95**
- **DPCM 14/11/97**



C.I. 15219

NUOVO IMPIANTO POLIVALENTE INDOOR A MESTRE (VE)

3.1 Classificazione degli ambienti abitativi secondo il DPCM 5/12/97

Secondo quanto previsto dal DPCM 5 dicembre 1997 vengono riportati in tabella i valori limite dell'indice di valutazione dei diversi parametri, per le differenti categorie di edificio:

Categorie		Requisiti acustici passivi degli edifici				
		R_w	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	L_{ASmax} Impianti funzionamento discontinuo	L_{Aeq} Impianti funzionamento continuo
1. D	Attività adibite ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili	55	45	58	35	25
2. A, C	Attività adibite a residenza, alberghi, pensioni e assimilabili	50	40	63	35	35
3. E	Attività adibite ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	50	48	58	35	25
4. B, F, G	Attività adibite ad uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali e assimilabili	50	42	55	35	35



C.I. 15219

NUOVO IMPIANTO POLIVALENTE INDOOR A MESTRE (VE)

3.2 Verifica dei requisiti acustici secondo il DM23/6/2022

In materia di appalti per edifici pubblici, il recente **Decreto Ministeriale 23 giugno 2022**, *“Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi”*, introduce alcuni criteri sul tema del comfort acustico.

Questo documento contiene i Criteri Ambientali Minimi e alcune indicazioni di carattere generale per gli appalti di nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici e per la gestione dei cantieri.

Per edifici pubblici i valori dei requisiti acustici passivi dell'edificio devono corrispondere almeno a quelli della Classe II definita dalla norma UNI 11367, riportati nella tabella di seguito.

Tabella: Norma UNI 11367 (Classe II)

Descrittore	Classe II
Isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$ [dB]	≥ 40
Isolamento ai rumori tra unità immobiliari R'_w [dB]	≥ 53
Livello di rumori da calpestio L'_{nw} [dB]	≤ 58
Livello di rumore impianti continui L_{ic} [dB]	≤ 28
Livello di rumore impianti discontinui L_{id} [dB]	≤ 33

Per quanto riguarda l'isolamento tra spazi comuni e uffici/sale vengono presi come riferimento i valori caratterizzati come “prestazione buona” nel prospetto B.1 dell'Appendice B della norma UNI 11367, che viene riportato di seguito.

Prospetto B.1 Norma UNI 11367: Requisiti per l'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi

Livello prestazionale	Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi $D_{nT,w}$ [dB]	
	Ospedali e scuole	Altre destinazioni d'uso
Prestazione ottima	≥ 34	≥ 40
Prestazione buona	≥ 30	≥ 36
Prestazione di base	≥ 27	≥ 32
Prestazione modesta	≥ 23	≥ 28

Ove i parametri richiesti dalle diverse normative non corrispondano, si applicherà il valore più restrittivo.

La tabella seguente riporta invece le formule per la stima dei valori ottimali del tempo di riverberazione in funzione del volume e della destinazione d'uso dell'ambiente riportati nella norma tecnica UNI 11532-2:2022.

Il caso in esame rientra nella categoria A5 prevista dalla norma: vedasi i contenuti della tabella del prospetto 1 e del prospetto 2 riportati di seguito.

I valori ottimali dei tempi di riverberazione, riportati sotto forma di formula previsionale in funzione della destinazione d'uso e del volume dell'ambiente, sono contenuti nella tabella del prospetto 6 di norma.



C.I. 15219

NUOVO IMPIANTO POLIVALENTE INDOOR A MESTRE (VE)

Prospetto 1: Categoria degli ambienti in funzione dell'attività

Categoria	Attività in ambiente	Modalità d'intervento
A1	Musica	Obiettivo raggiunto con progettazione integrata di geometrie, arredo, controllo del rumore residuo
A2	Parlato /conferenza	
A3	Lezione/comunicazione come parlato/ conferenza (aule grandi) interazione insegnante studente	
A4	Lezione/comunicazione, incluse aule speciali	
A5	Sport	Obiettivo raggiunto con assorbimento acustico ed il controllo del rumore residuo
A6	Aree e spazi non destinati all'apprendimento e biblioteche	

Prospetto 2: Descrizione dettagliata di utilizzo per le categorie da A1 ad A5

Categoria	Descrizione dell'utilizzo	Obiettivo qualitativo	Esempi
A1	Musica. Prevalentemente rappresentazioni musicali.	Buona acustica per musica non amplificata; ammessa limitata comprensione del parlato.	Aule per la musica con musica suonata e canto.
A2	Parlato/Conferenze. Presentazioni parlate dove si ha un oratore frontale.	Elevato grado di intelligibilità del parlato.	Aule didattiche, Aule magne.
A3	A3.1 Ambienti della categoria A2 per persone che hanno problemi di deficit uditivi o parlano una lingua diversa ovvero aule speciali.	Elevato grado di intelligibilità del parlato anche per persone con deficit uditivi o non madrelingua oppure con differenze linguistiche.	Aule didattiche, Aule magne.
	A3.2 Parlato. Comunicazione con la presenza contemporanea di più persone parlanti nell'aula.	Elevato grado di intelligibilità del parlato anche con più oratori contemporaneamente.	Aule didattiche, aule per colloqui, aule per seminari, aule per gruppi studio o di lavoro, laboratori, uffici amministrativi, aula insegnanti e similari.
A4	Più persone parlanti nella stanza (come Categoria A3.2) e destinate a persone con particolari necessità (aule speciali) Escluse aula speciale di volume superiore a 500 m ³ , oppure per utilizzo musicale.	Elevato grado di intelligibilità del parlato con più oratori contemporaneamente, e per persone con deficit uditivi o non madrelingua oppure con differenze linguistiche	Aule didattiche, aule per colloqui, aule per seminari, aule per gruppi studio o di lavoro, laboratori, uffici amministrativi, aula insegnanti e similari. Ambienti per le videoconferenze
A5	Sport: piscine e palestre e similari.	Comunicazione verbale possibile ma a distanze brevi	Palestre piscine per utilizzo come ambienti sportivi in generale

Prospetto 6: Formule di calcolo del Tempo di riverberazione ottimale per le categorie da A1 ad A5



C.I. 15219

NUOVO IMPIANTO POLIVALENTE INDOOR A MESTRE (VE)

A1	$T_{0B,A1} = (0,45\log V + 0,07)$	$30 \text{ m}^3 \leq V < 1000 \text{ m}^3$
A2	$T_{0B,A2} = (0,37\log V - 0,14)$	$50 \text{ m}^3 \leq V < 5000 \text{ m}^3$
A3	$T_{0B,A3} = (0,32\log V - 0,17)$	$30 \text{ m}^3 \leq V < 5000 \text{ m}^3$
A4	$T_{0B,A4} = (0,26\log V - 0,14)$	$30 \text{ m}^3 \leq V < 500 \text{ m}^3$
A5	$T_{0B,A5} = (0,75\log V - 1,00)$ $T_{0B,A5} = 2,00$	$200 \text{ m}^3 \leq V < 10000 \text{ m}^3$ $V \geq 10000 \text{ m}^3$

3.3 NORME CONI PER L'IMPIANTISTICA SPORTIVA Approvate con deliberazione del Consiglio Nazionale del CONI n. 1379 del 25 giugno 2008

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 almeno 30 dB.

3.4 Impatto acustico ambientale

Il DPCM. 1° marzo 1991 individua 6 classi acustiche in cui il territorio dovrebbe essere zonizzato. Tali classi sono le seguenti:

- Classe I Aree particolarmente protette
- Classe II Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale
- Classe III Aree di tipo misto
- Classe IV Aree di intensa attività umana
- Classe V Aree prevalentemente industriali
- Classe VI Aree esclusivamente industriali

Ad ognuna delle classi sopra riportate il D.P.C.M. associa dei livelli di rumorosità massima tollerabile riferita sia al periodo diurno che notturno dove per diurno si intende la fascia oraria compresa fra le ore 06 e le 22 e per notturno si intende la fascia oraria compresa tra le ore 22 e le ore 06.

Il DPCM 14/11/97 determina i valori limite di emissione, di immissione e i valori limite differenziali di immissione delle sorgenti sonore, nonché i valori di attenzione e di qualità.

Si riportano le tabelle relative ai valori limite di emissione e immissione.

Valori limite di emissione - L_{eq} in dB(A)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	45	35
II aree prevalentemente residenziali	50	40
III aree di tipo misto	55	45
IV aree di intensa attività umana	60	50
V aree prevalentemente industriali	65	55



C.I. 15219

NUOVO IMPIANTO POLIVALENTE INDOOR A MESTRE (VE)

VI aree esclusivamente industriali	65	65
------------------------------------	----	----

Valori limite di immissione - Leq in dB(A)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziali	55	45
III aree di tipo misto	60	50
IV aree di intensa attività umana	65	55
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

4 SOFTWARE UTILIZZATI

ISOLAMENTO ACUSTICO

Al fine di effettuare i calcoli previsionali dei requisiti acustici passivi secondo i diversi metodi esposti, si utilizzeranno il software Echo 8.2 (ANIT), nonché fogli di calcolo che implementano le norme già descritte. I calcoli possono essere eseguiti per frequenze e per indici di valutazione.

ECHO 8.2 supporta la progettazione e verifica dei requisiti acustici passivi degli edifici, secondo le norme UNI EN ISO 12354.

QUALITA' ACUSTICA

Per l'analisi previsionale è stato utilizzato un modello di calcolo che si basa sulla tecnica *ray-tracing* (RAMSETE 2.7 sviluppato dal prof. Angelo Farina), che permette di simulare la propagazione delle onde sonore nello spazio, tenendo in considerazione gli effetti diffrattivi, isolanti e assorbenti di oggetti e barriere interposti e prossimi a sorgenti e ricettori in analisi.

Il software Ramsete nasce come strumento adatto sia allo studio di sale da concerto, auditorium, palazzetti sportivi e teatri, sia allo studio dei trattamenti acustici in campo industriale.

La simulazione acustica degli interni, offerta da RAMSETE, consente di prevedere la risposta all'impulso di un ambiente chiuso, nell'ambito di un progetto sviluppato in ambiente 3D. Il software deduce i parametri acustici come il tempo di riverbero T_{30} , T_{20} , EDT, SPL, STI, Clarity ecc.

E' in grado analizzare ed ottimizzare l'acustica degli interni grazie al controllo della riflessione, dell'assorbimento del suono e delle proprietà della diffusione sonora sulle superfici presenti in un ambiente. La sorgente omnidirezionale utilizzata nei calcoli della presente valutazione ha una potenza sonora globale di 100 dB(A), equamente ripartita per bande d'ottava.

C.I. 15219

NUOVO IMPIANTO POLIVALENTE INDOOR A MESTRE (VE)

5 DEFINIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un nuovo palazzetto dello sport a Mestre, in via del Granturco, nel territorio comunale di Venezia.

Nell'immagine satellitare seguente viene evidenziata l'area individuata ad ospitare la struttura.



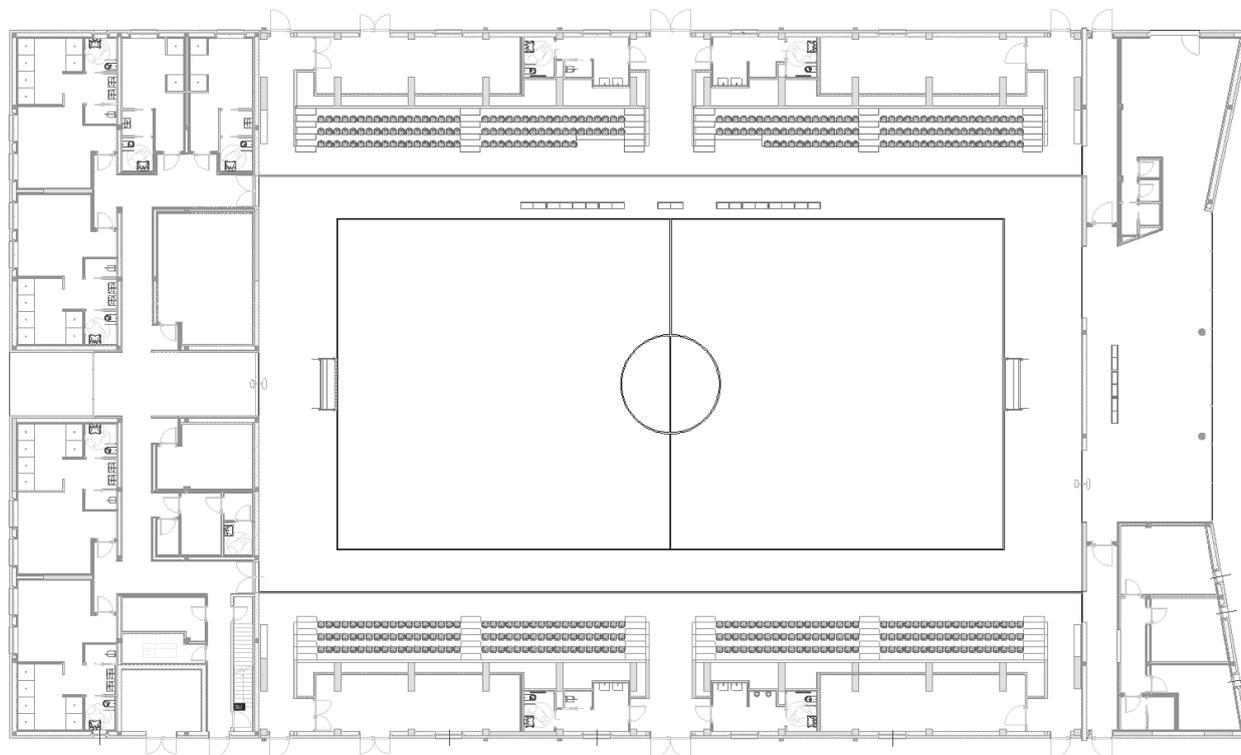
Foto satellitare e indicazione dell'area di progetto

Nelle immagini seguenti si riportano le planimetrie, i prospetti ed alcuni render rappresentativi del progetto.

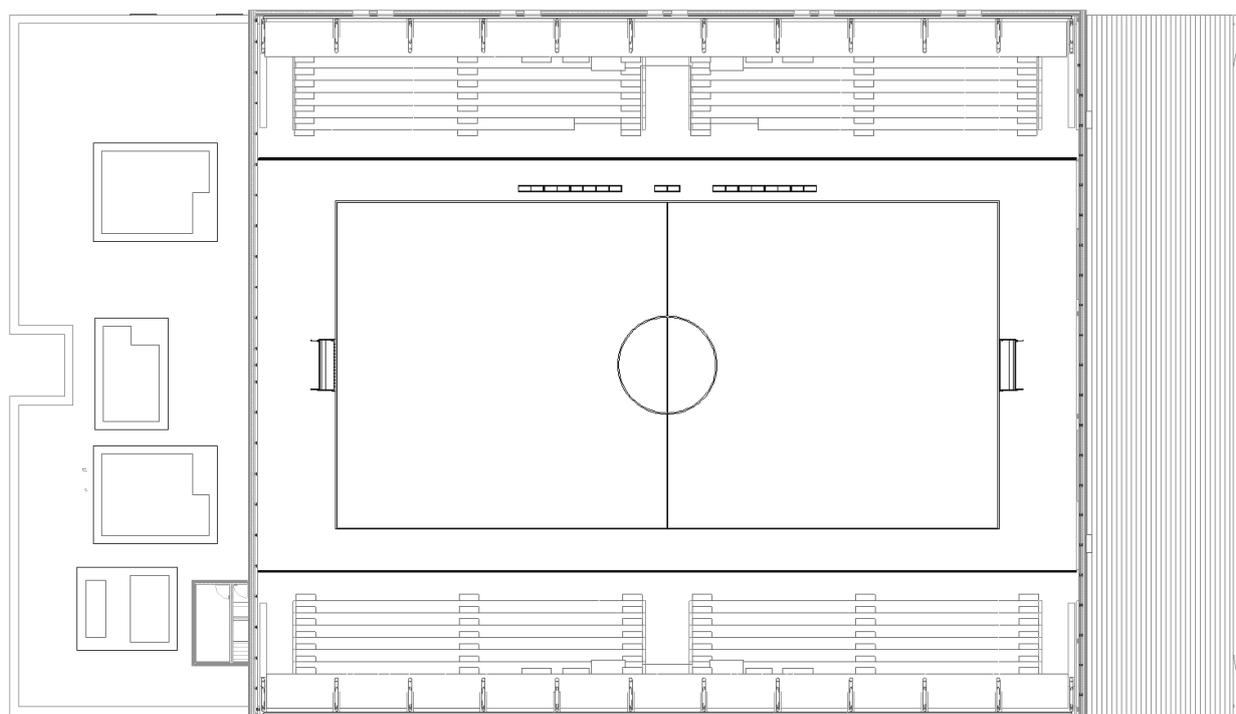


C.I. 15219

NUOVO IMPIANTO POLIVALENTE INDOOR A MESTRE (VE)



Pianta piano terra – livello +0,00

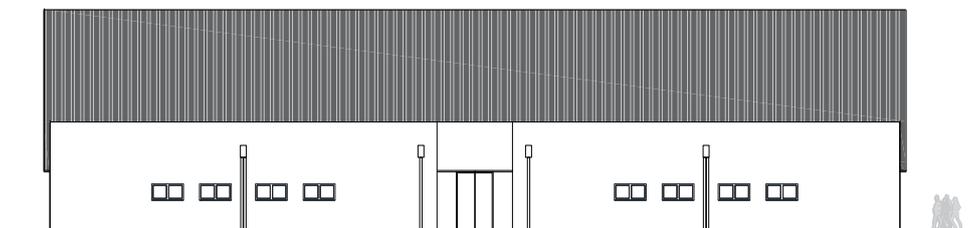


Pianta piano terra – livello +6,00

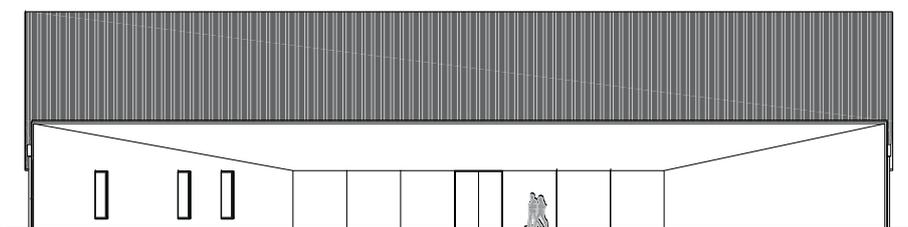


C.I. 15219

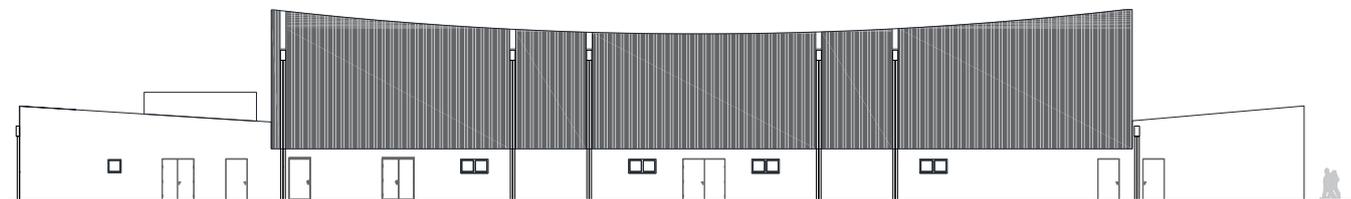
NUOVO IMPIANTO POLIVALENTE INDOOR A MESTRE (VE)



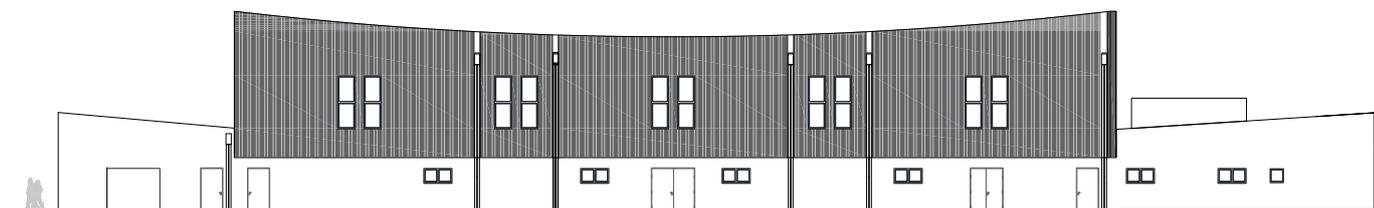
Prospetto ovest



Prospetto Est



Prospetto Sud



Prospetto Nord

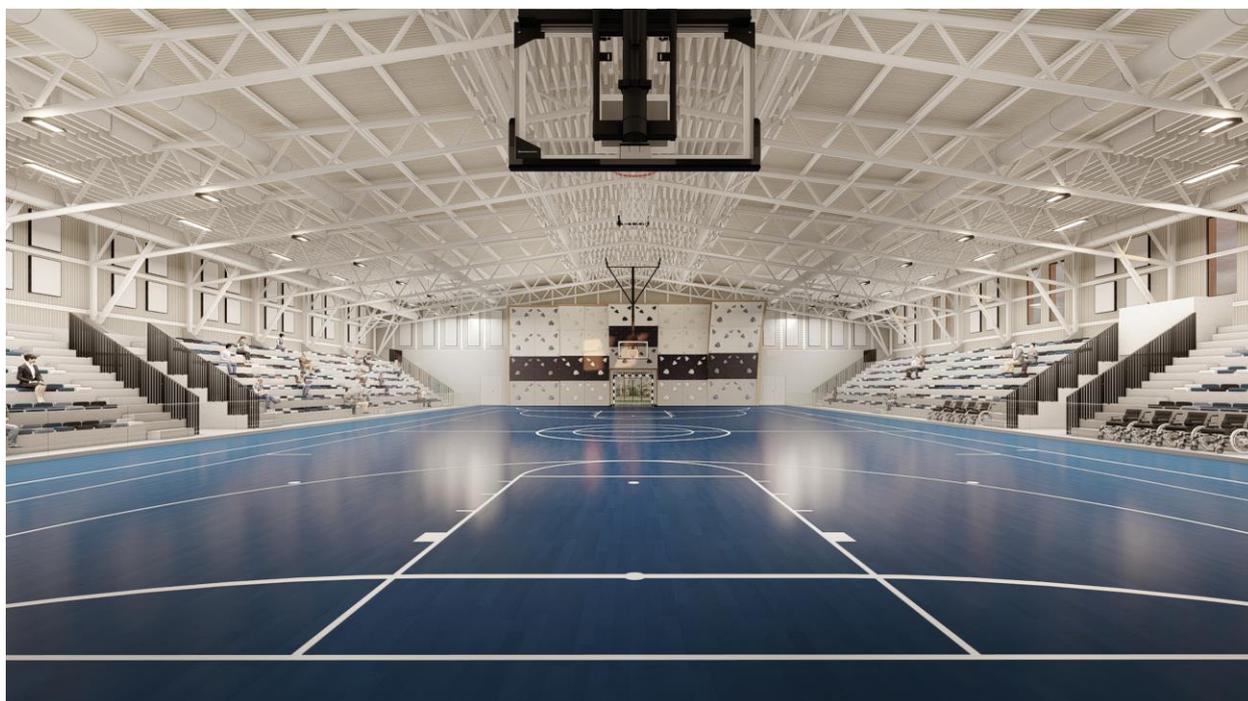


C.I. 15219

NUOVO IMPIANTO POLIVALENTE INDOOR A MESTRE (VE)



Render interno



Render interno



C.I. 15219

NUOVO IMPIANTO POLIVALENTE INDOOR A MESTRE (VE)

6 ISOLAMENTO ACUSTICO DELL'INVOLUCRO DI FACCIATA

6.1 Stratigrafia di progetto

La parete di facciata ha la seguente stratigrafia (dall'esterno verso l'interno):

- Lamiera 8/10 mm;
- Tavolato in abete grezzo, spessore 25 mm;
- Pannello isolante in lana di roccia, spessore 40 mm, densità media 40 kg/m³;
- Pannello isolante in lana di roccia, spessore 100 mm, densità media 140 kg/m³;
- Struttura interna in montanti a "C" - sp. 75 mm con inserito pannello in lana minerale, densità 70 kg/m³, spessore 70 mm;
- Pannello in lana di legno mineralizzata tipo Celenit N, spessore 20 mm;
- Lamiera grecata, spessore 55 mm.

La parete ha un R_w almeno pari a 42 dB (rif Rapporto di prova n° 332092 Istituto Giordano allegato in seguito).

Serramenti

Ai fini di verificare i requisiti minimi richiesti dalla normativa mediante i calcoli previsionali, vengono utilizzati serramenti (sistema globale telaio + vetro) acusticamente isolante con potere fonoisolante certificato in laboratorio pari a **30 dB**. Questo valore deve essere riferito alla dimensione effettiva del serramento, in alternativa dovranno essere utilizzati i coefficienti correttivi della norma 14351-1:2016

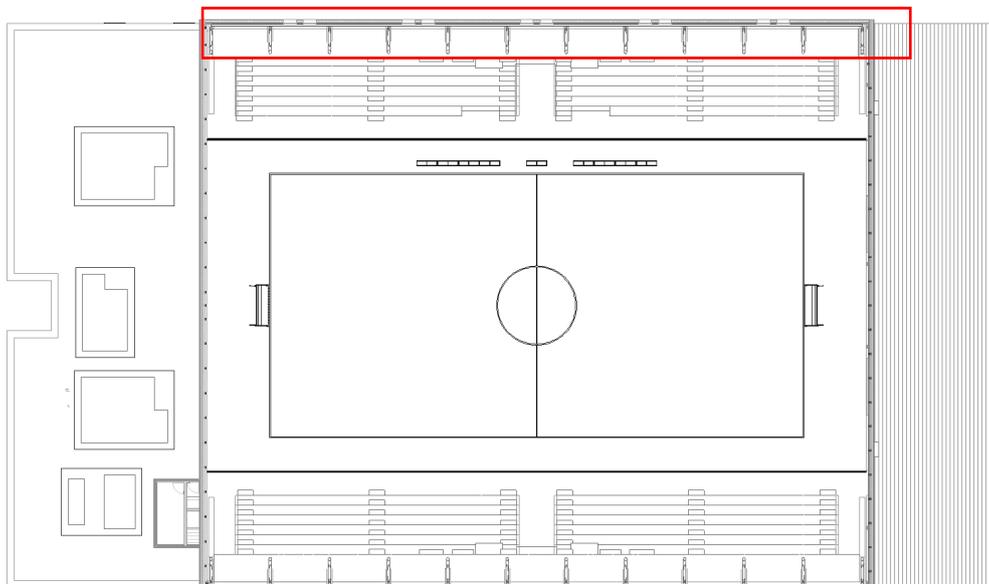
Tali ipotesi vanno assunte come prescrizione MINIMA al fine di rispettare i requisiti di legge.



C.I. 15219

NUOVO IMPIANTO POLIVALENTE INDOOR A MESTRE (VE)

6.2 Verifica dell'isolamento di facciata – Palestra



Pianta piano terra – partizione verificata

Superficie in pianta	Sp	2117.2	m ²
Altezza	a	8.00	m
Lunghezza facciata	l	49.7	m
Superficie facciata	S	397.6	m ²
Volume ambiente	V	16937.8	m ³
Superficie opaca facciata	S _{mur}	367.6	m ²
Superficie serramenti D	S _{serr}	30.0	m ²
R _w parete opaca facciata	R _{w,mur}	42	dB
R _w serramenti	R _{w,serr}	30	dB
R _w facciata	R _{w,tot}	38.7	dB
Trasmissione laterale elementi rigidi	K	2.0	dB
R' _w facciata	R' _{w,tot}	36.7	dB
Contributo forma facciata	ΔL _{fs}	0.0	dB
Isolamento di facciata	D _{2m,nT,w}	48	dB

L'indice di valutazione dell'isolamento di facciata **D_{2m,nT,w} = 48 dB** risulta:

- nei limiti del DPCM 5/12/97 ($D_{2m,nT,w} \geq 42$ dB per unità adibite ad attività ricreative e assimilabili);
- nei limiti della Prestazione superiore UNI 11367 ($D_{2m,nT,w} \geq 40$ dB).



C.I. 15219

NUOVO IMPIANTO POLIVALENTE INDOOR A MESTRE (VE)

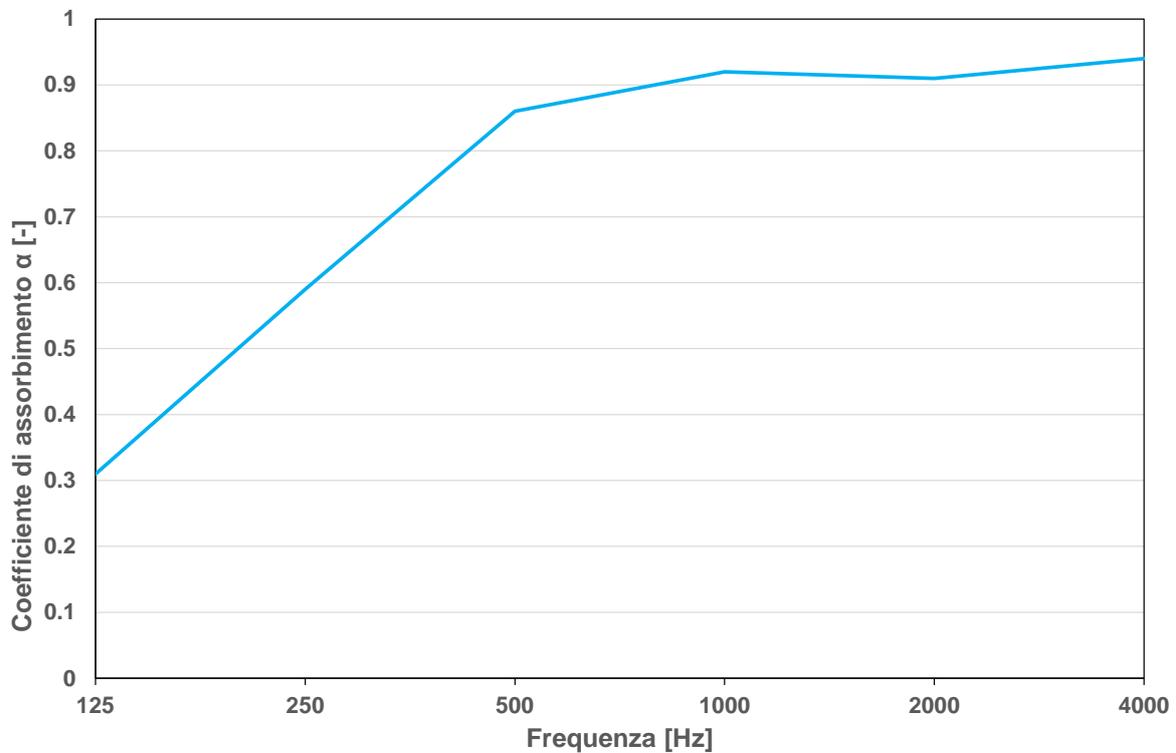
7 TRATTAMENTI FONOASSORBENTI

L'ambiente interno del palazzetto si presenta è costituito da un unico grande volume contornato da superfici riflettenti. In assenza di trattamenti acustici il tempo di riverberazione risulta molto elevato, superiore ai 6 secondi alle frequenze medio-basse.

Risulta quindi di fondamentale importanza dimensionare e introdurre dei trattamenti fonoassorbenti per contenere le prime riflessioni e il tempo di riverberazione. A tal fine viene eseguita la stima previsionale del tempo di riverberazione mediante modellizzazione tridimensionale con software Ramsete.

I trattamenti fonoassorbenti vengono posizionati a soffitto e a parete: è previsto il trattamento di gran parte del soffitto con fibra di poliestere tipo Fiberform 62T; il medesimo trattamento acustico è previsto sulle pareti laterali.

Le caratteristiche di assorbimento acustico dei pannelli dovranno essere le seguenti:



	125	250	500	1000	2000	4000
α	0,31	0,59	0,86	0,92	0,91	0,94

Superficie trattata a soffitto: 1500 m²

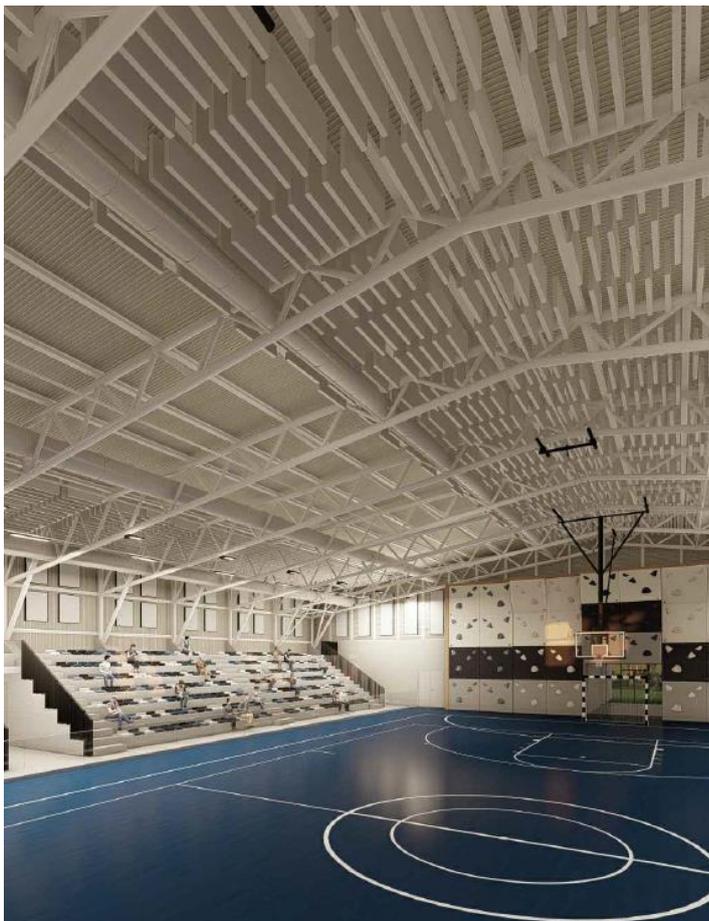
Superficie trattata a parete: 350 m²

C.I. 15219

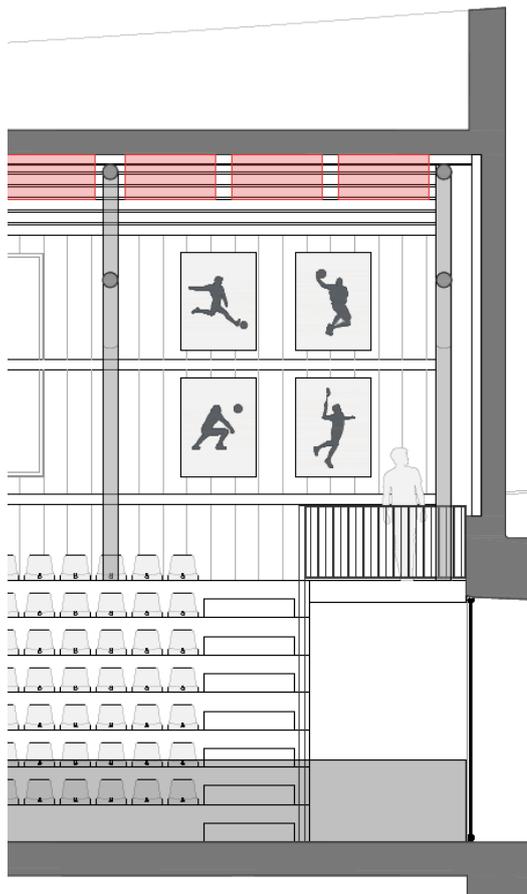
NUOVO IMPIANTO POLIVALENTE INDOOR A MESTRE (VE)

7.1 Alternativa progettuale

La soluzione fonoassorbente integrata a controsoffitto può essere sostituita con una soluzione a baffles. In quel caso, risultando fonoassorbenti entrambe le superfici dei pannelli, la metratura indicata passa da 1500 m² a 800 m², posizionando i pannelli esclusivamente al di sopra delle tribune spettatori.



Soluzione di trattamento fonoassorbente con baffles acustici a soffitto



Soluzione di trattamento fonoassorbente a parete



C.I. 15219

NUOVO IMPIANTO POLIVALENTE INDOOR A MESTRE (VE)

8 STIMA DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE

Si riportano a seguire, in forma tabellare e grafica, i valori attesi in frequenza del tempo di riverberazione.

	125	250	500	1000	2000	4000
T ₂₀ -A	1.98	1.51	1.42	1.39	1.33	1.28

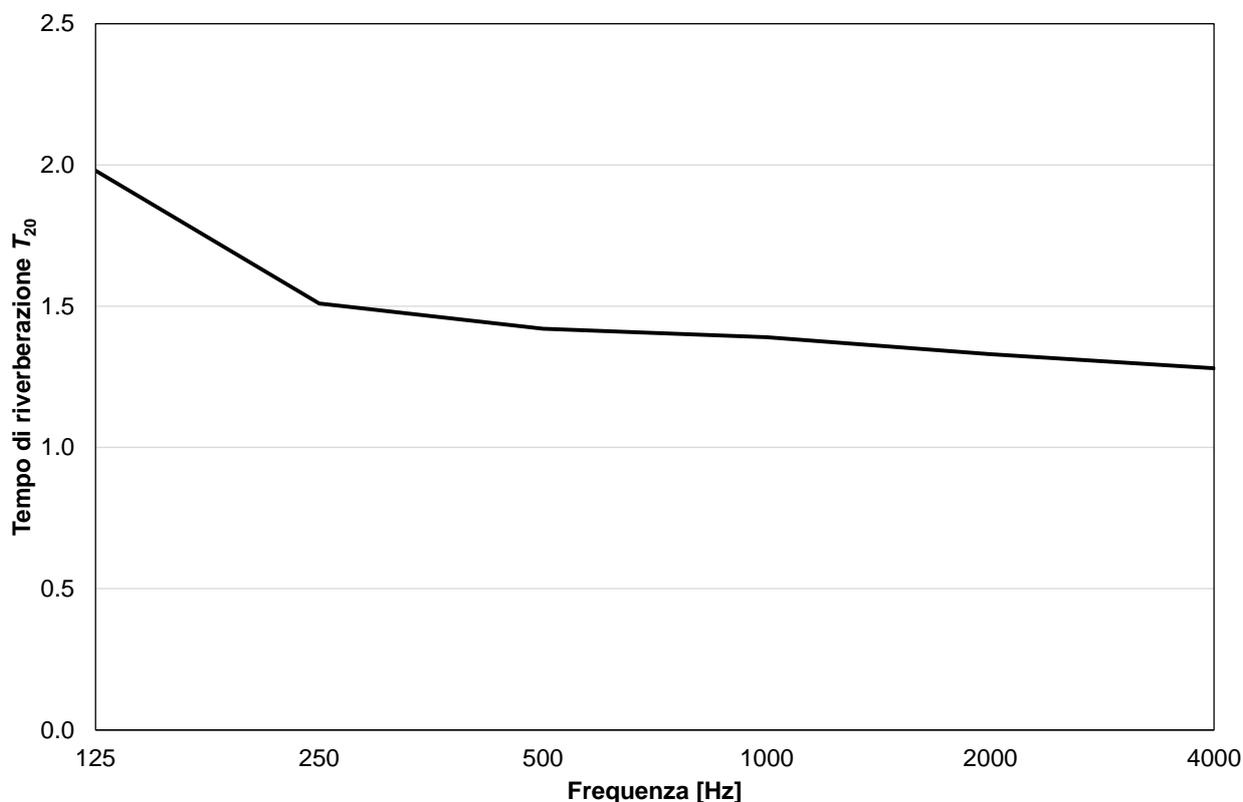


Grafico del tempo di riverberazione [s]

Dal grafico si evince che il tempo di riverberazione stimato a seguito dei trattamenti indicati si colloca sempre al di sotto dei 2 secondi prescritti dai Cam, e rimanendo anche al di sotto del valore ottimale medio di 1,7 dB indicato dalla delibera CONI.

A seguire si riportano le mappe isofoniche a 500, 1000 e 2000 Hz del tempo di riverberazione.



C.I. 15219

NUOVO IMPIANTO POLIVALENTE INDOOR A MESTRE (VE)

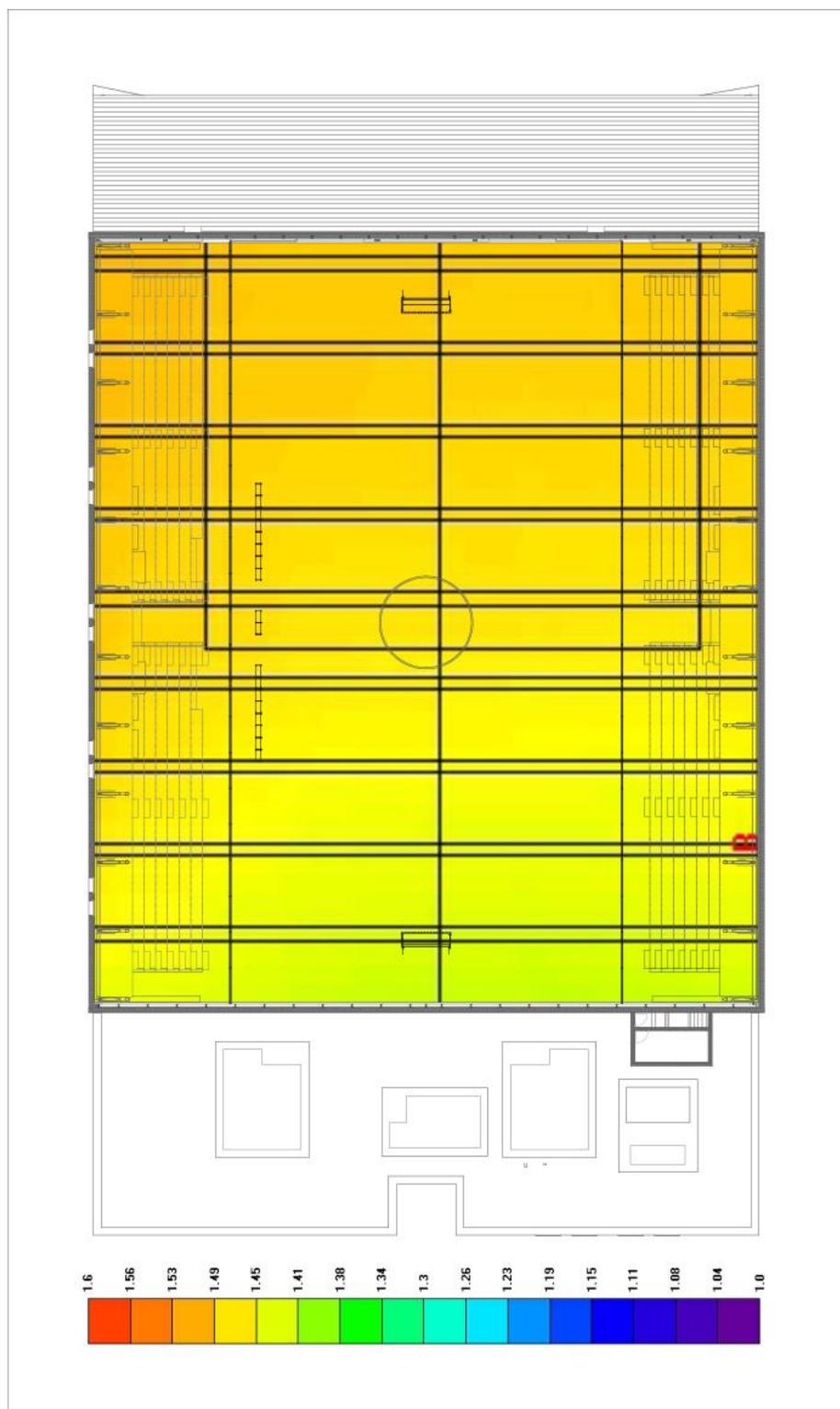


Tempo di riverberazione a 500 Hz [s]



C.I. 15219

NUOVO IMPIANTO POLIVALENTE INDOOR A MESTRE (VE)

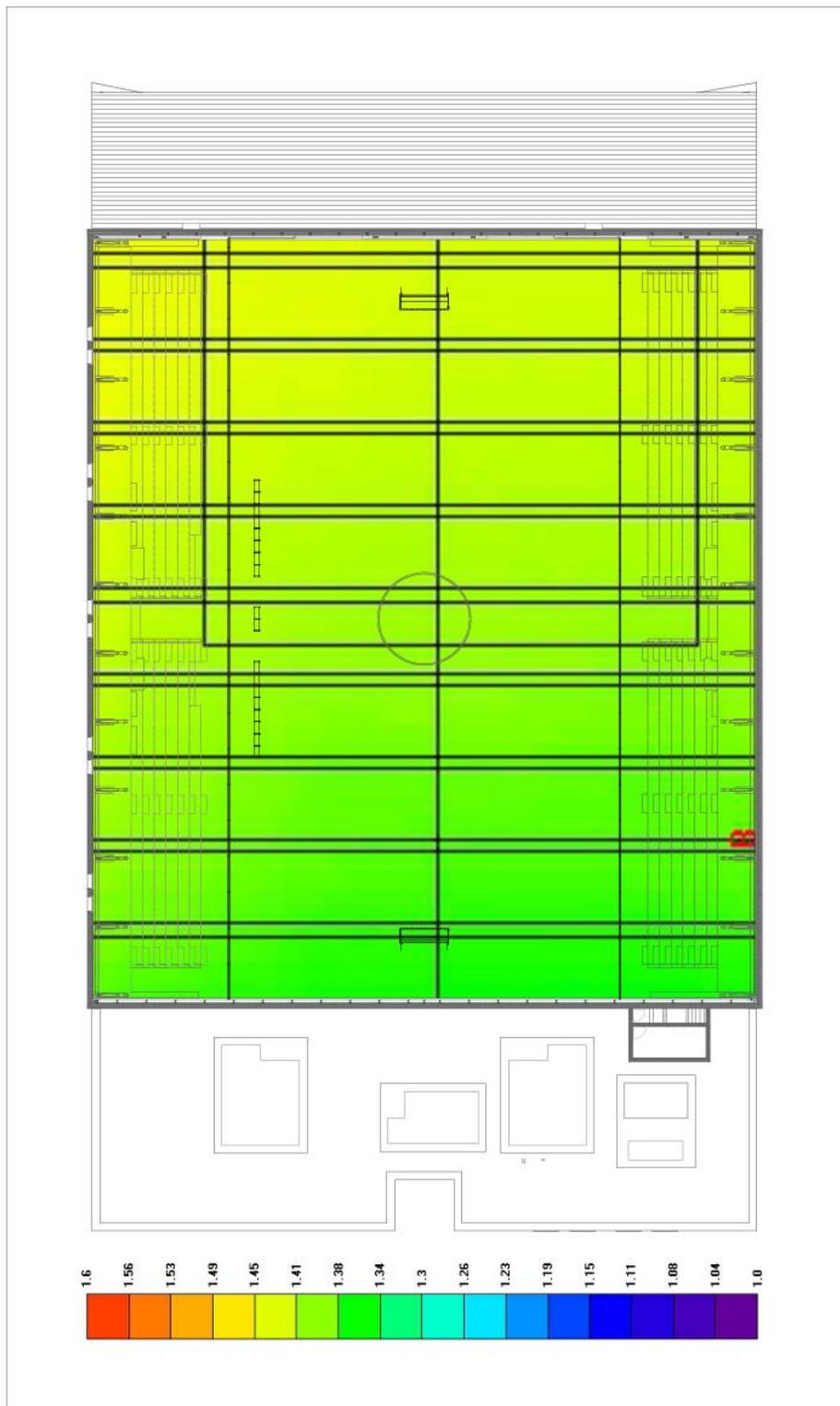


Tempo di riverberazione a 1000 Hz [s]



C.I. 15219

NUOVO IMPIANTO POLIVALENTE INDOOR A MESTRE (VE)



Tempo di riverberazione a 2000 Hz [s]



C.I. 15219

NUOVO IMPIANTO POLIVALENTE INDOOR A MESTRE (VE)

9 VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO AMBIENTALE

Le uniche sorgenti sonore serventi le attività del palazzetto sono le unità impiantistiche esterne e il traffico indotto.

Secondo quanto previsto dalla legge quadro 447/95 e dal DPCM 14/11/97, le sorgenti di rumore correlate alle attività del palazzetto dovranno garantire il rispetto dei limiti di legge e in particolare del piano di classificazione acustica comunale.

L'area in cui sorgerà il nuovo edificio è inserita in **classe III: aree di tipo misto**.

In prossimità vi sono delle aree in classe II e in classe IV.



- Fronti dei canali
- - 150
- - 250
- - Tipo A
- Tipo B
- Ambiti portuali e canali portuali
- ▣ Aree ferroviarie
- Perimetro centri abitati
- ≡ Autostrada
- B - Strada extraurbana principale
- Cb - Strada extraurbana secondaria
- |||| Da - Strada urbana di scorrimento (a
- /// Db - Strada urbana di scorrimento (a
- ⊞ E Strada urbana di quartiere
- Classe I
- Classe II
- Classe III
- Classe IV
- Classe V
- Classe VI

Estratto del piano di classificazione comunale di Venezia

In fase di progettazione definitiva ed esecutiva dovranno essere prodotti gli elaborati specifici richiesti dall'ente in materia di impatto acustico per verificare il rispetto dei limiti sopra citati.

