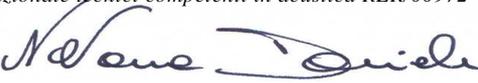


**RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA**

<b>Oggetto</b>	<b>Indicazioni degli interventi</b>
<b>Committente</b>	<i>Comune di Cattolica</i> Piazza Roosevelt, 7 – Cattolica (RN)
<b>Riferimento</b>	Nuovo Palazzetto dello Sport

<b>Relatore</b>	<p><b>Per. Ind. Navarra Daniele</b> <i>Tecnico competente in acustica ambientale ai sensi della legge 447/95 come da Provvedimento del Responsabile del Servizio n. 323 del 23-12-2005, B.U.R. Emilia Romagna del 18-01-06 parte II Elenco Nazionale tecnici competenti in acustica RER/00972 - N. Iscr. 6014</i></p>  <p>.....</p>
-----------------	---

Lunedì 31 Gennaio 2022

## ***Indice***

- ◆ *Premessa* *Pag. 3*
  
- ◆ *Presentazione dei risultati* *Pag. 4*
  
- ◆ *Indicazione interventi* *Pag. 16*
  
- ◆ *Conclusioni* *Pag. 18*

***Premessa***

Con la presente relazione si vogliono riportare le condizioni acustiche calcolate allo stato di fatto e le indicazioni di intervento per migliorare il comfort acustico interno. Verranno analizzati i parametri acustici architettonici.

La presente relazione ed indagine è stata svolta dallo scrivente Navarra Daniele, tecnico competente in acustica ambientale ai sensi della legge 447/95 come da Provvedimento del Responsabile del Servizio n. 323 del 23-12-2005, B.U.R. Emilia Romagna del 18-01-06 parte II e iscritto all'elenco Nazionale tecnici competenti in acustica PG/2018/171824 del 12/03/2018 (Registro Regionale: RER/00972 – N. iscrizione: 6014).

## Presentazione risultati

L'ambiente analizzato, denominato “Nuovo Palazzetto dello Sport”, è una riqualificazione dell'ex bowling di Cattolica. Tra i vari parametri ambientali all'interno della struttura, risulta importante il comfort acustico per consentire al messaggio sonoro di giungere agli spettatori e/o agli interessati in maniera corretta e pulita al fine di non rendere difficoltoso l'ascolto. La destinazione d'uso degli ambienti si divide in diverse tipologie. Tra tutte spicca ovviamente la funzione di spazio sportivo. Come ambienti accessori, sono importanti da trattare il Foyer/Area di ristoro e la palestra. Verranno presi a riferimento alcune norme UNI che specificano i parametri da raggiungere, come la norma UNI 8199, la norma UNI 11367 e la norma UNI 11532, e di conseguenza i requisiti CAM.

Si ritiene che la giusta categoria sia quella definita nella norma UNI 11532 come categoria A5 per il palazzetto e la palestra, descritta come: Sport, piscine, palestre e similari. Lo spazio principale, che deve rispettare tali parametri è la zona degli eventi sportivi. L'ambiente identificato come palestra è buona norma portarlo ai valori indicati ma non è indispensabile in quanto è un ambiente accessorio. Il prossimo grafico mostra l'andamento dei valori in funzione della categoria richiesta e della volumetria. In rosso viene evidenziata la curva per il nostro caso.

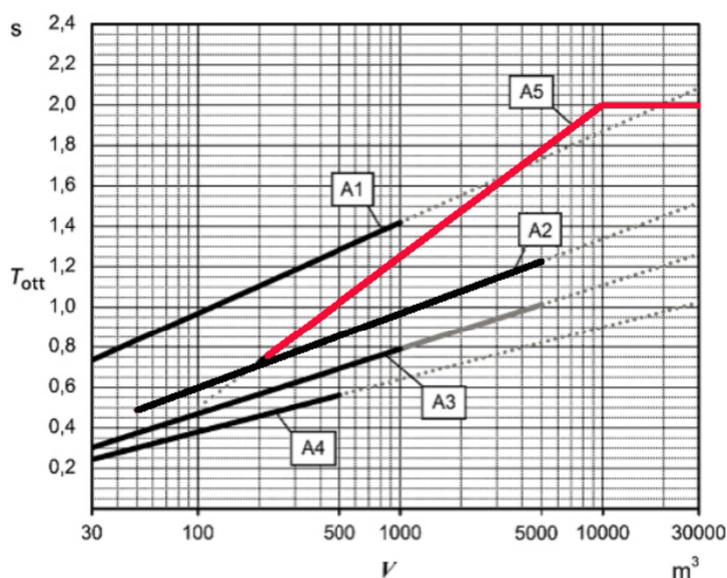


Illustrazione 1: Valori limite TR

Il tempo di riverberazione di riferimento, ad ambiente non occupato, in base alla volumetria

della stanza di 12300 m<sup>3</sup> circa, per la **categoria A5 è di 2 s.**

Altro parametro definito nei Criteri Ambientali Minimi è lo STI, acronimo di Speech Transmission Index. E' un parametro fondamentale per garantire intelligibilità della parola e del messaggio sonoro. Valori bassi di tale parametro comportano difficoltà di comprensione, affaticamento, perdita di attenzione; tali difficoltà si affievoliscono con l'innalzamento di tale parametro. La norma Uni 11532 differenzia dalla presenza o meno dell'impianto di diffusione sonora: Senza impianto di amplificazione  $\geq 0,50$  e con impianto di amplificazione  $\geq 0,60$ . Per il nostro caso utilizzeremo come riferimento **STI  $\geq 0,50$** , considerando l'impianto sportivo non dotato di impianto audio. Per la dimensione della stanza (da presentare per ambienti con volumi inferiori a 250 m<sup>3</sup>), non è richiesto il C50, definito come “chiarezza del suono” e rappresentante il rapporto tra onda diretta, insieme alle sue prime riflessioni (entro 50 ms) e onde riflesse ritardate.

Le simulazioni acustiche sono state eseguite utilizzando 2 software per l'analisi dei parametri acustici. E' stato utilizzato EASE 4.4 e Ramsete 2.7

Di seguito vengono riportati i risultati dei calcoli progettuali e simulazioni acustiche.

– ***Tempo di riverbero TR***

*Zona Palazzetto*

I tempi di riverbero sono stati calcolati utilizzando i parametri dei materiali previsti nella realizzazione della struttura. Realizzato l'edificio in 3D ed assegnati i vari materiali sono stati analizzati i risultati ottenuti e definita la soluzione per il miglioramento dei parametri acustici. Il grafico mostra con la linea blu l'andamento del TR simulato con lo stato di fatto, mentre in rosso è evidenziato il comportamento della sala in seguito all'intervento di correzione acustica. Le due linee verdi indicano il range ottimale in cui collocarsi con il parametro TR in funzione della destinazione d'uso, della frequenza e della volumetria. Nel nostro caso e come sopra specificato, ***TR medio = 2 s*** (calcolato tra le frequenze 250 Hz e 2000 Hz)

<b><i>TR - SDF</i></b>	<b><i>TR - SDP</i></b>
5,5 s	2

Tabella 1: Confronto TR

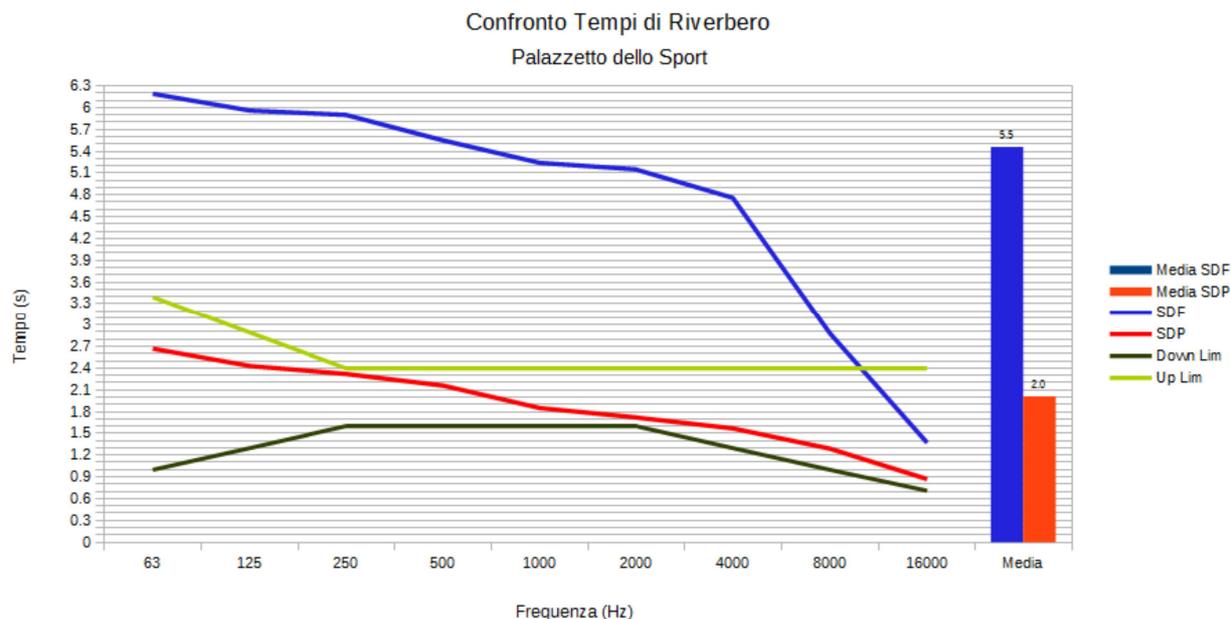


Illustrazione 2: Grafico TR

I risultati mostrano il buon allineamento a quanto richiesto dai parametri, portando la sala all'interno del range richiesto

### Zona Palestra

I tempi di riverbero sono stati calcolati utilizzando i parametri dei materiali previsti nella realizzazione della struttura. Realizzato l'edificio in 3D ed assegnati i vari materiali sono stati analizzati i risultati ottenuti e definita la soluzione per il miglioramento dei parametri acustici. Il grafico mostra con la linea blu l'andamento del TR simulato con lo stato di fatto, mentre in rosso è evidenziato il comportamento della sala in seguito all'intervento di correzione acustica. Le due linee verdi indicano il range ottimale in cui collocarsi con il parametro TR in funzione della destinazione d'uso, della frequenza e della volumetria. Per il nostro caso verrà utilizzata la formula  $TR=(0,75*\log V-1,00)$  dove V rappresenta il volume dell'ambiente. La situazione in oggetto è particolare, in quanto la zona palestra non è chiusa ma risulta un open space comunicante con il resto della struttura. Per ottenere un miglior risultato, essere meno influenzati da quello che accade nel resto dello stabile e dare maggior comfort agli utilizzatori dello spazio, il calcolo dei valori di riferimento sarà eseguito come se fosse uno spazio chiuso, leggermente superiore a quello reale, ma la simulazione sarà svolta con tutto lo stabile come da progetto, quindi comunicante. In base a questa premessa, verrà considerato un volume

reale di 350 mq circa portato a 400 mq per il calcolo, ottenendo così un *TR medio = 1 s* (calcolato tra le frequenze 250 Hz e 2000 Hz)

<i>TR - SDF</i>	<i>TR - SDP</i>
1,51 s	0,99

Tabella 2: Confronto TR - Palestra

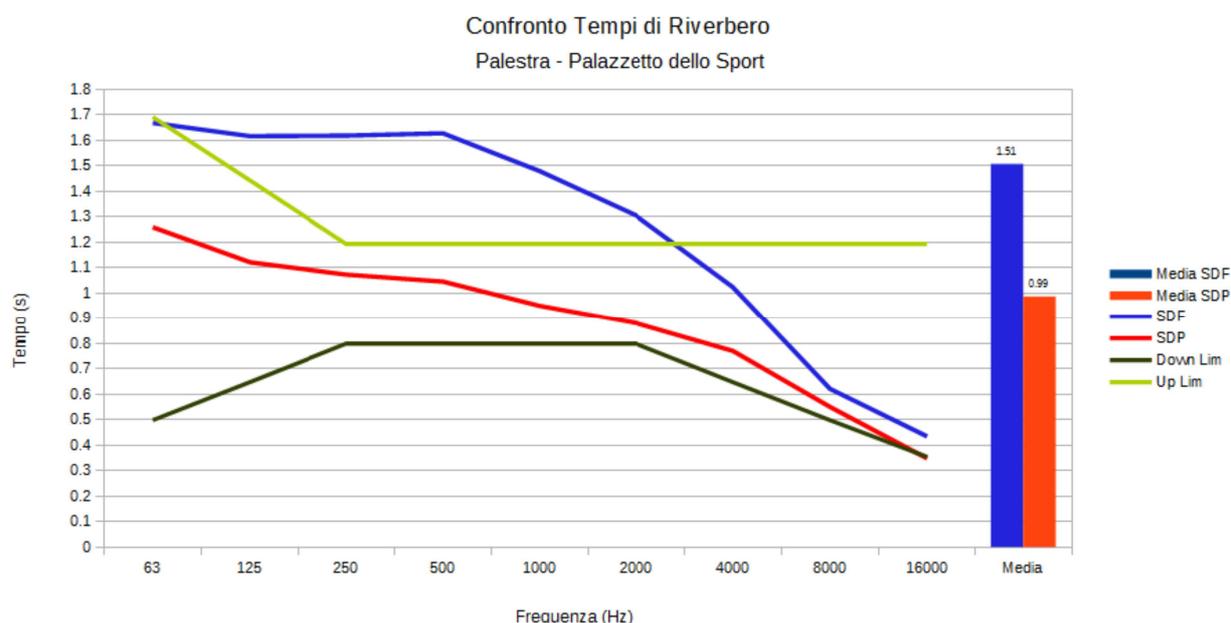


Illustrazione 3: Grafico TR

I risultati mostrano il buon allineamento a quanto richiesto dai parametri, portando la sala all'interno del range richiesto

### Zona Foyer/Ristorazione

I tempi di riverbero sono stati calcolati utilizzando i parametri dei materiali previsti nella realizzazione della struttura. Realizzato l'edificio in 3D ed assegnati i vari materiali sono stati analizzati i risultati ottenuti e definita la soluzione per il miglioramento dei parametri acustici. Il grafico mostra con la linea blu l'andamento del TR simulato con lo stato di fatto, mentre in rosso è evidenziato il comportamento della sala in seguito all'intervento di correzione

acustica. Le due linee verdi indicano il range ottimale in cui collocarsi con il parametro TR in funzione della destinazione d'uso, della frequenza e della volumetria. Si vogliono fare alcune precisazioni:

- La categoria definita nella UNI 11532 assegnata per questa zona è la A6.4, corrispondente a “Ambienti con necessità di riduzione del rumore e di comfort nell’ambiente” volta verso Sale da pranzo, Reception, altro
- La forma e la configurazione ad open space rende difficile un'identificazione univoca del volume e dell'altezza. Per come configurato l'ambiente, con ampia apertura verso il palazzetto e soffitto a tutta altezza in corrispondenza delle vetrate, è necessario utilizzare un'approssimazione nella scelta dei parametri da rispettare
- Le formule da utilizzare per la definizione del parametro è:  $A/V \geq (1/(2,13+4,69*\log H))$  e  $A/V=0,16/TR$ . L'altezza senza intervento della zona è di 3,4 m mentre nella zona a tutta altezza raggiunge 7,7 m. E' stata considerata un'altezza media ponderata di circa 6 m, ottenendo così  $TR \leq 0,93$  s. Considerando l'ampia apertura verso il palazzetto, questo studio considera coerente assegnare un  $TR = 1$  s, in grado di garantire un buon comfort acustico
- In base a queste premesse, verrà considerato un *TR medio = 1 s* (calcolato tra le frequenze 125 Hz e 4000 Hz)

<b>TR - SDF</b>	<b>TR - SDP</b>
1,9 s	1

Tabella 3: Confronto TR - Foyer

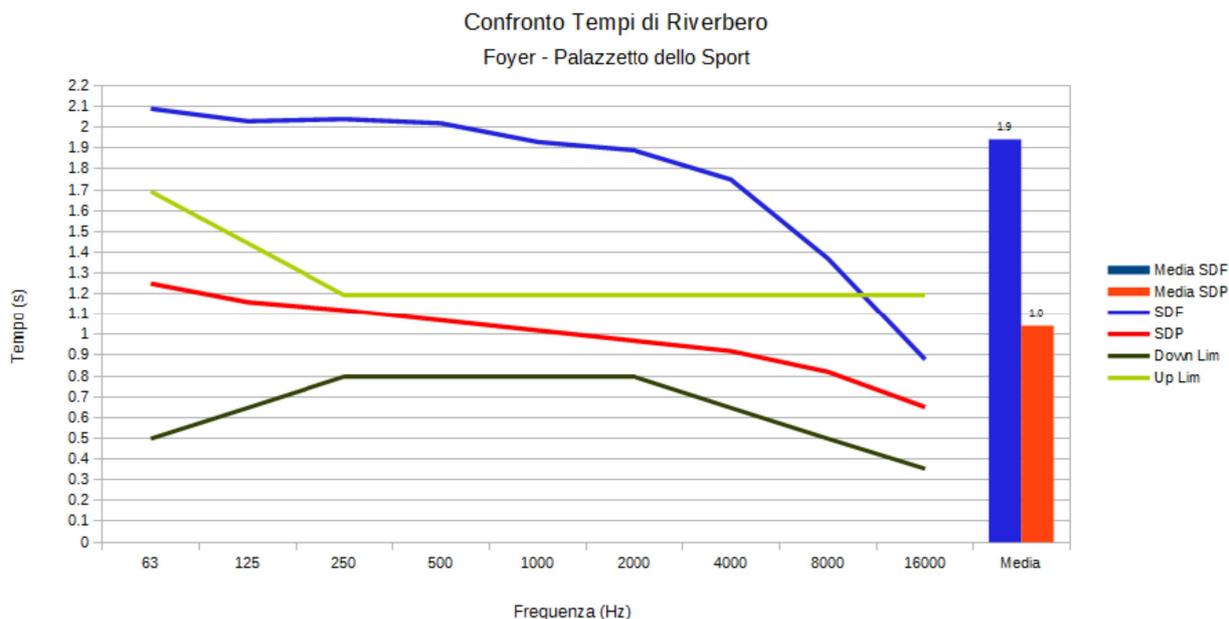


Illustrazione 4: Grafico TR

I risultati mostrano il buon allineamento a quanto richiesto dai parametri, portando la sala all'interno del range richiesto

– **Intelligibilità STI**

*Zona Palazzetto*

E' stato possibile inserire i dati sulle tipologie di materiali in un simulatore software dedicato alla modellazione acustica e confrontare lo stato prima e dopo l'intervento di correzione acustica. Di seguito vengono mostrati i grafici dello STI prima e dopo l'inserimento di materiali fonoassorbenti. Il valore ottimale in funzione della destinazione d'uso, della volumetria e, considerando la non presenza dell'impianto di amplificazione è  $STI \geq 0,50$

<i>STI - SDF</i>	<i>STI - SDP</i>
0,41	0,65

Tabella 4: Confronto STI

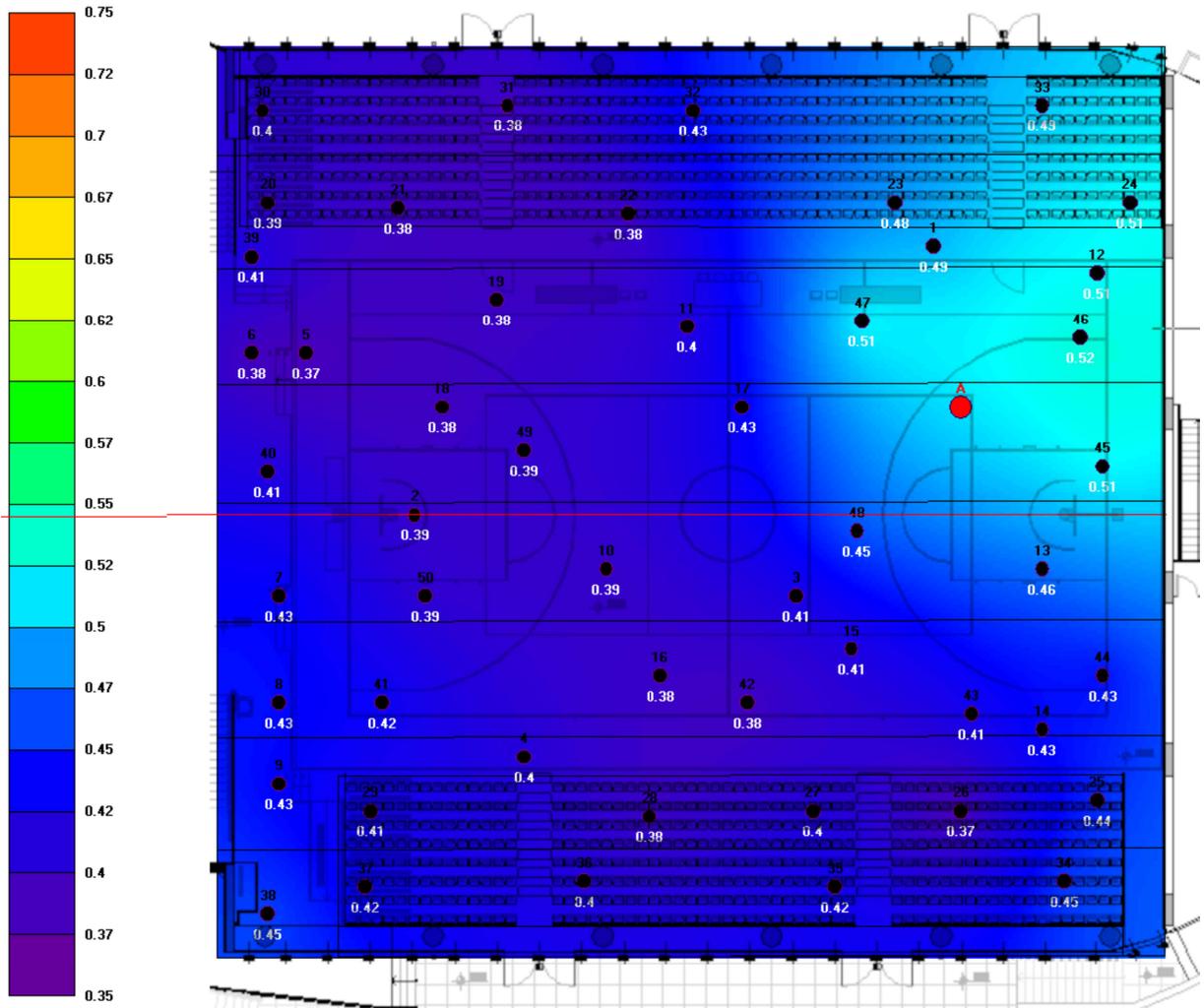


Illustrazione 5: STI - Stato di Fatto

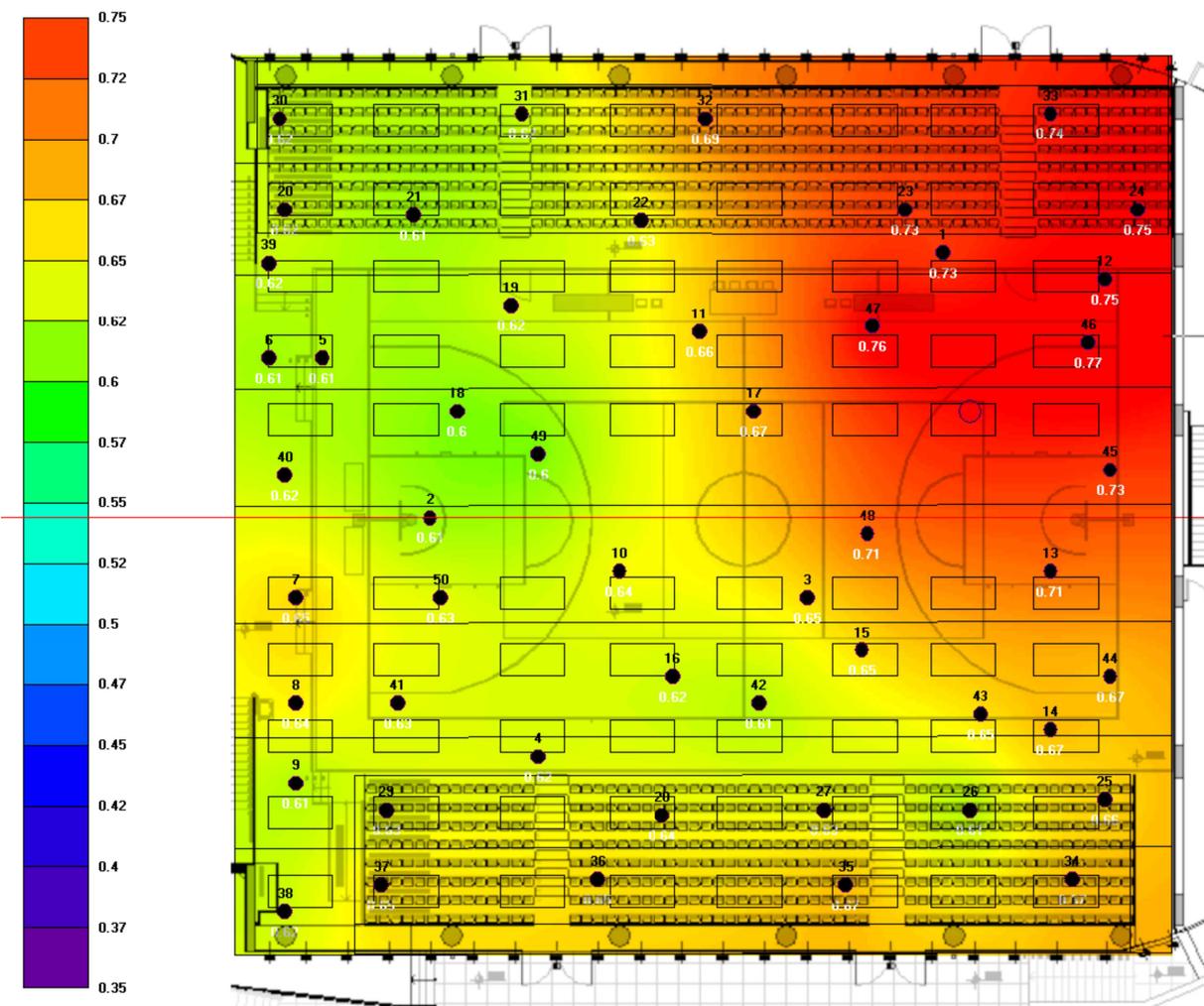


Illustrazione 6: STI - Stato di Progetto

L'illustrazione grafica mostra l'evidente miglioramento dallo SDF allo SDP, dove nel primo i valori sono bassi, intorno allo 0,4 con la superficie colorata in blu (valore basso nella scala) mentre nel secondo il colore predominante è il giallo-arancione, corrispondente a valori compresi tra 0.60 e 0.70, buon risultato per la tipologia di sala e comunque in regola anche per l'utilizzo dell'impianto audio. Si vuole far notare che in questo ultimo caso (utilizzo dell'impianto audio) la scelta di un sistema adeguato per ampi spazi e con una buona direttività e controllo dell'apertura del lobo sonoro (sistemi a colonna o ad array), consente di innalzare sensibilmente il valore dello STI appena calcolato.

### Zona Palestra

E' stato possibile inserire i dati sulle tipologie di materiali in un simulatore software dedicato

alla modellazione acustica e confrontare lo stato prima e dopo l'intervento di correzione acustica. Di seguito vengono mostrati i grafici dello STI prima e dopo l'inserimento di materiali fonoassorbenti. Il valore ottimale in funzione della destinazione d'uso, della volumetria e, considerando la non presenza dell'impianto di amplificazione è  $STI \geq 0,50$

<i>STI - SDF</i>	<i>STI - SDP</i>
0,7	0,84

Tabella 5: Confronto STI

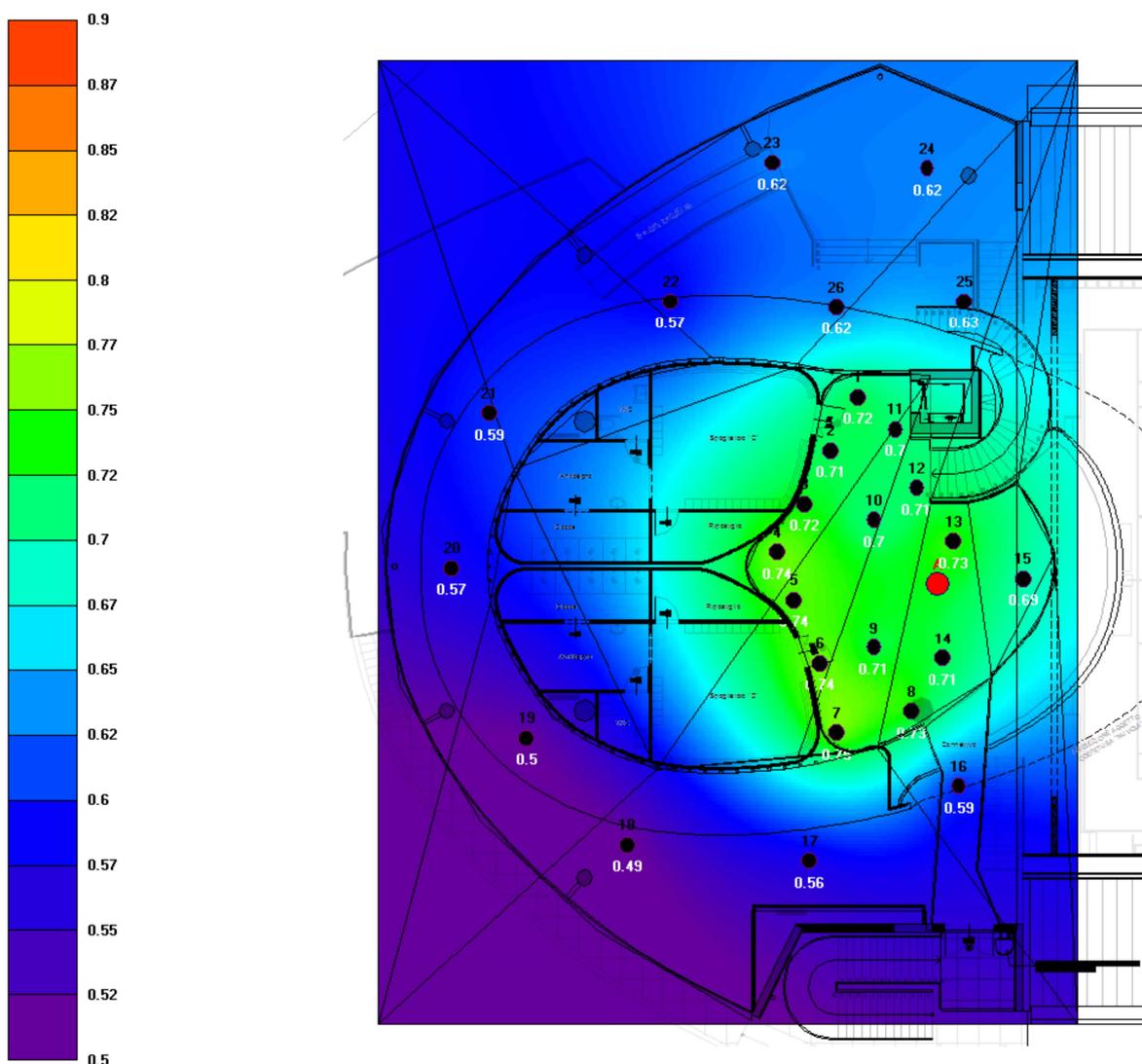


Illustrazione 7: STI - Stato di Fatto

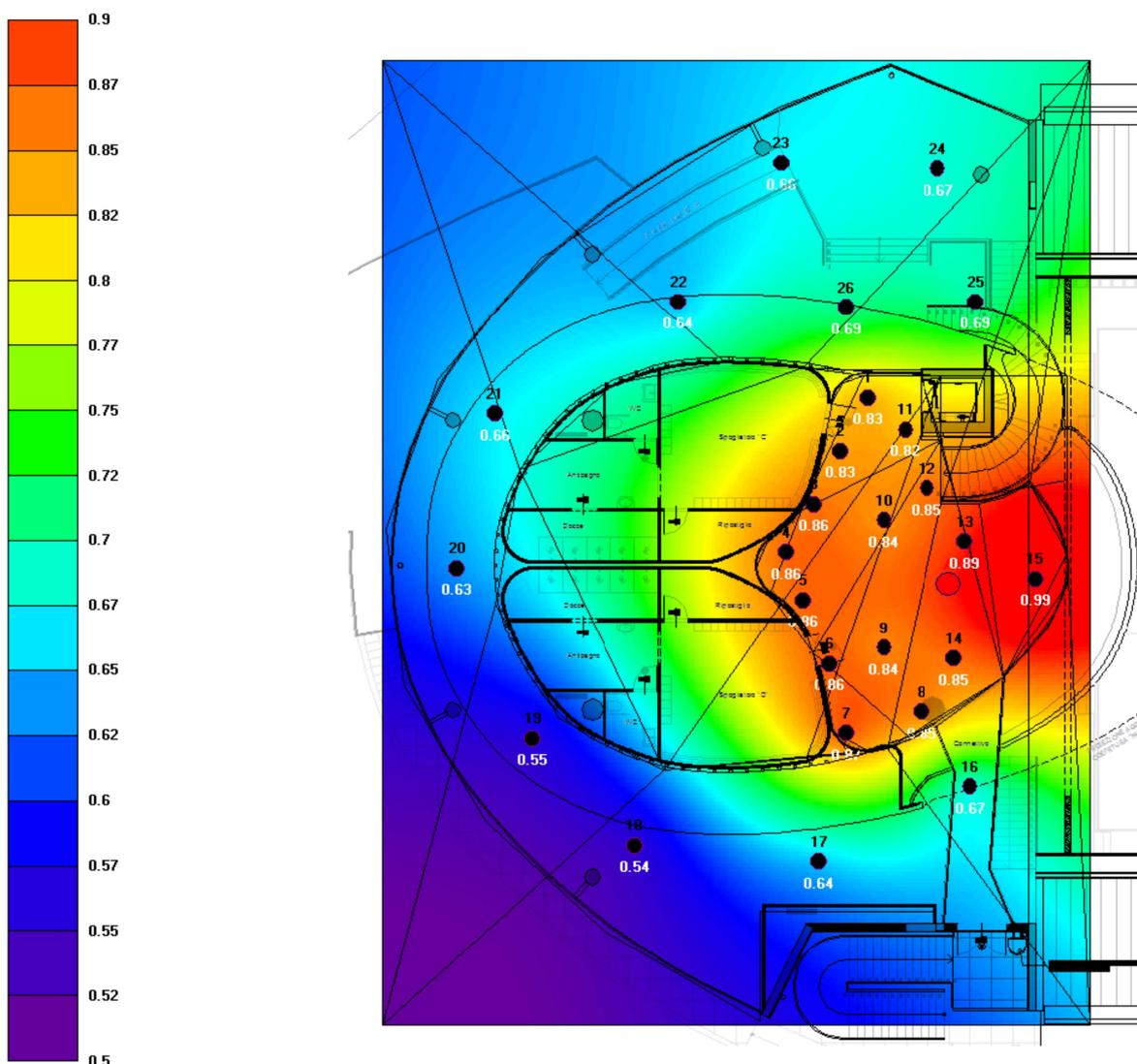


Illustrazione 8: STI - Stato di Progetto

Il valore dello STI già raggiungeva un buon risultato senza la correzione acustica. La necessità di abbassare il tempo di riverbero per rientrare nei limiti richiesti permette di migliorare ancora il dato.

### Zona Foyer/Ristorazione

E' stato possibile inserire i dati sulle tipologie di materiali in un simulatore software dedicato alla modellazione acustica e confrontare lo stato prima e dopo l'intervento di correzione acustica. Di seguito vengono mostrati i grafici dello STI prima e dopo l'inserimento di materiali fonoassorbenti. Il valore ottimale in funzione della destinazione d'uso, della

volumetria e, considerando la non presenza dell'impianto di amplificazione è  $STI \geq 0,50$

<i>STI - SDF</i>	<i>STI - SDP</i>
0,64	0,78

Tabella 6: Confronto STI

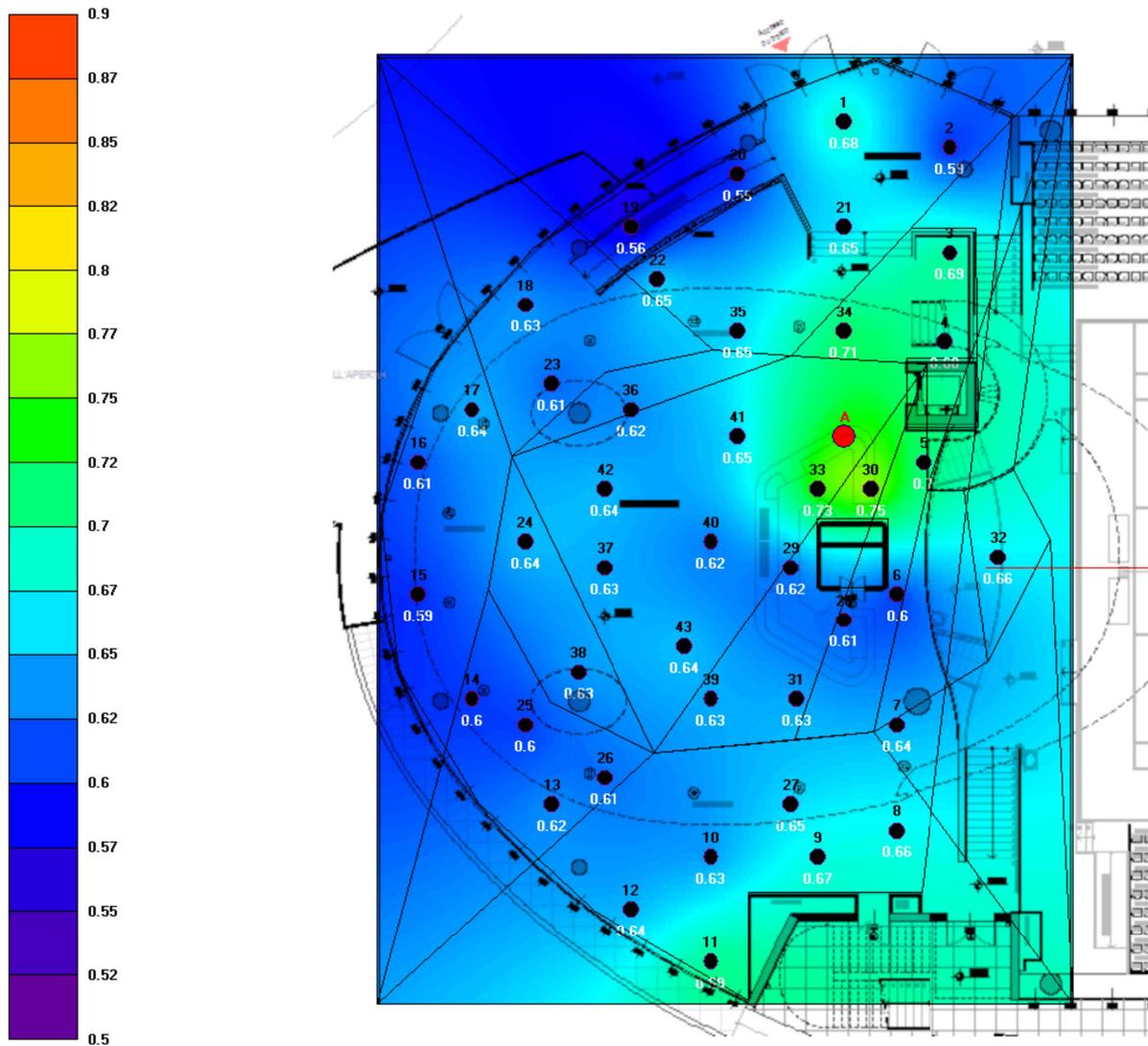


Illustrazione 9: STI - Stato di Fatto

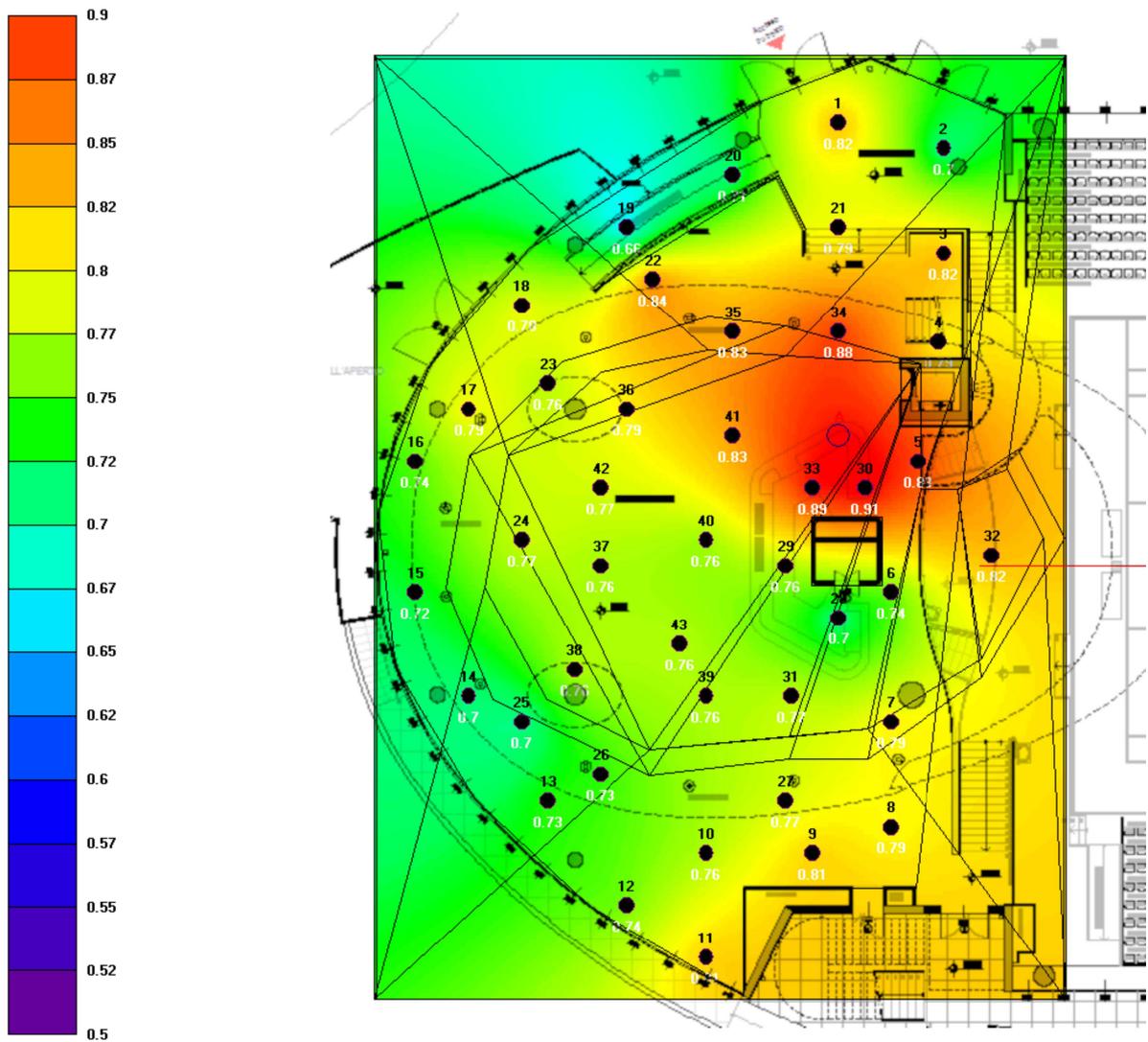


Illustrazione 10: STI - Stato di Progetto

Il valore dello STI già raggiungeva un buon risultato senza la correzione acustica. La necessità di abbassare il tempo di riverbero per rientrare nei limiti richiesti permette di migliorare ancora il dato.

## ***Indicazione interventi***

Gli interventi proposti per il raggiungimento dei parametri ottimali vengo di seguito identificati con una breve descrizione per facilitare la scelta finale e la tecnica di installazione. E' possibile scegliere soluzioni alternative, mantenendo il parametro di assorbimento acustico analogo a quanto proposto o in alternativa, in caso di materiali con differenze sostanziali a quanto proposto, è necessario modificare le quantità da installare al fine raggiungere il medesimo risultato

### *– Intervento di correzione acustica - Palazzetto*

a) Pannelli fonoassorbenti in fibra di poliestere ad alta densità, appesi ad isola alla copertura tramite un telaio di legno o metallo che ne garantisca la stabilità dimensionale e della forma del pannello. Dimensioni utilizzate nella simulazione 120x240 cm, spessore complessivo 5 cm circa. Internamente al telaio viene inserito un pannello di fibra di poliestere sp.: 40 mm e densità 40 Kg/mc. Finitura superficiale da definire. Quota di posizionamento variabile, a seguire la linea della copertura. Considerati n. 80 pezzi. Coefficiente di assorbimento acustico medio  $\alpha = 0,9$  minimo. Considerare la messa in sicurezza dei pannelli da eventuali colpi di palla.

b) Rivestimento della parete di fondo del palazzetto con pannello in fibra minerale, adatto a sopportare urti. Rivestimento a partire da quota 3,5 m fino alla copertura e per tutta la larghezza della parete. Coefficiente di assorbimento acustico medio  $\alpha = 0,9$  minimo.

### *– Intervento di correzione acustica - Palestra*

a) Controsoffitto fonoassorbente modulare ed ispezionabile, con pannelli di forma e dimensioni a piacere. Distanziato dal solaio di almeno 300 mm. Sono possibili anche controsoffitti fonoassorbenti continui. Superficie trattata minima 100 mq e con coefficiente di assorbimento acustico medio  $\alpha = 0,85$  minimo.

– *Intervento di correzione acustica - Foyer*

a) Controsoffitto fonoassorbente in lamiera microstirata o stirata, con rapporto vuoto/pieno superiore al 50%. Utilizzo di fibra di poliestere o altro materiale fonoassorbente in appoggio sopra la lamiera, di densità e spessore adeguati a raggiungere un coefficiente di assorbimento acustico medio  $\alpha = 0,85$  minimo, combinato tra lamiera e fibra. Distanziato dal solaio di almeno 300 mm.

b) E' necessario proseguire con il controsoffitto fonoassorbente anche nella zona a tutta altezza, a seguire la forma prevista dal progetto. E' importante mantenere i valori di assorbimento acustico anche in questa zona.

## **Conclusioni**

L'analisi acustica dell'edificio definito “Palazzetto dello sport” ha permesso di individuare alcuni interventi per il miglioramento acustico del comfort e poter raggiungere i parametri CAM richiesti. Le soluzioni proposte possono essere modificate in ragione di soluzioni estetiche e/o tecniche, ma le nuove proposte devono comunque mantenere la garanzia di raggiungimento dei valori e dei parametri acustici richiesti.

Cogollo del Cengio, 31 Gennaio 2022

**Per. Ind. Navarra Daniele**

*Tecnico competente in acustica ambientale ai sensi della legge 447/95  
come da Provvedimento del Responsabile del Servizio n. 323 del 23-12-2005,  
B.U.R. Emilia Romagna del 18-01-06 parte II  
Elenco Nazionale tecnici competenti in acustica RER/00972 - N. Iscr. 6014*

