Comune di Castenaso

PNRR - MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA
Componente 1 – Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università
Investimento 1.1: Piano per asili nido e scuole dell'infanzia e servizi di educazione e cura per la prima infanzia

Intervento di demolizione e ricostruzione fuori sedime di nido d'infanzia esistente, denominato "Piccolo Blu", sito tra via Amendola e via Gramsci, Castenaso (BO)

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONI TECNICHE SPECIALISTICHE

Relazione Requisiti Acustici Passivi ai sensi del DPCM 05/12/97 e dei CAM Acustici

Committente:

Comune di Castenaso
Piazza Bassi, 1, 40055, Castenaso (BO)

Responsabile unico del procedimento:

Ing. Silvia Malaguti

Progetto architettonico:

TASCA studio architetti associati (Progettista Incaricato)
via Nosadella 51/a, 40123 Bologna
Federico Scagliarini Architetto cf: SCG FRC 71C25 A944M
Cristina Tartari Architetto cf: TRT CST 72P51 A944J

Progetto strutturale:
Ing. Enrico Pennisi
cf: PNN NRC 86B17 C265Y

Progetto Impianti Meccanici:
Ing. Davide Guidotti
cf: GDT DVD 88M23 A944G

Progetto Impianti Elettrici e Speciali:
Per.ind. Daniele Franchini
cf: FRN DNL 84D26 G467N

Prevenzione Incendi:
Ing. Alessio Amorati
cf: MRT LSS 75R31 A944B

Acustica:
Ing. Marila Balboni
cf: BLB MRL 72L62 A944G

DIS. n°	Archivio	Data	Aggiornamenti	Disegni scala
PD-S-REL-011	233	Gennaio 2023 Aprile 2023	R0 R1	fascicolo A4

TA SCA studio architetti associati
via Nosadella 51/A - 40137 Bologna Italia - info@tascastudio.it
T +39 051 6344434 - F +39 051 6343111 - www.tascastudio.it

dott. ing. MARILA BALBONI
ingegnere edile BO n. 5669A - tecnico competente in acustica ENTECA n. 5061
C.F.: BLBMRL72L62A944G - P.I.: 02041721206

COMUNE DI CASTENASO

- Città Metropolitana di Bologna -

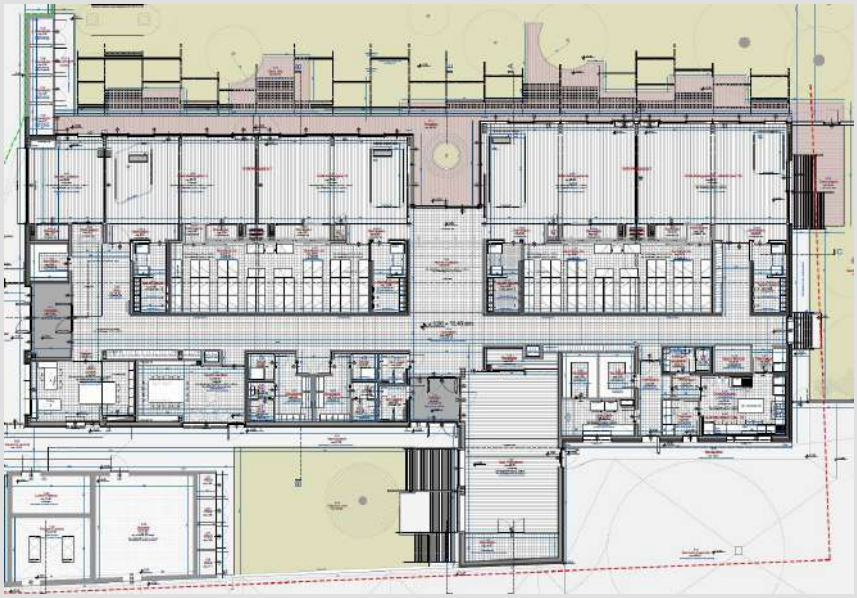
ISOLAMENTI ACUSTICI + CAM ACUSTICI

NUOVO EDIFICIO A DESTINAZIONE D'USO SCOLASTICO

via Amendola angolo via Gramsci a Castenaso

STRUTTURA D'INFANZIA – ASILO NIDO

PROGETTO ESECUTIVO



Relazione del aprile 2023

VERIFICA CONDOTTA DA:

dott. ing. Marila Balboni
elenco nazionale tecnici competenti acustica ENTECA n. 5061
ingegnere edile n. 5669A Ordine Ingegneri Bologna

via Aurelio Saffi n. 13/5, 40131 Bologna
telefax. 051 6494429 - cell. 339 2541909
email: info@marila-balboni.it
marila.balboni@pec.it



INDICE

pag.

- Premessa e inquadramento normativo 2

§ 1 - Descrizione dell'intervento 7

§ 2 - Materiali impiegati nei vari componenti edilizi e verifiche 13

Facciate e serramenti 15

Porte interne 16

Solaio di copertura 17

Tempo di Riverberazione, STI e C50 nelle tipologie di aule 21

§ 3 - Verifica dei CAM acustici 44

§ 4 - Verifica della rumorosità impiantistica a funzionamento continuo 53

- Conclusioni 57

ALLEGATI 58

Allegato 1 - Schiuma poliuretanica ad alta densità ed elasticità per chiusura serramenti a pareti esterne

Allegato 2 - Scheda tecnica assorbimento acustico CELENIT-AB

Allegato 3 - Attestato di riconoscimento di tecnico competente in acustica ENTECA

Allegato 4 - Licenza IMMI vs. 2020, il software utilizzato per le modellazioni acustiche

Allegato 5 - Software utilizzato per le modellazioni di isolamento acustico, NIS di EOS srl

PREMESSA E INQUADRAMENTO NORMATIVO

La sottoscritta, dott. ing. Marila Balboni, libero professionista con studio a Bologna (40131) in via Aurelio Saffi n. 13/5 (Partita I.V.A. n° 02041721206 e C.F. BLBMRL72L62A944G), interno 2, iscritta allo Albo degli Ingegneri della Provincia di Bologna al n° 5669A, all'elenco nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica ENTECA al n. 5061 (cfr. Allegato 3), è a presentare l'analisi sui requisiti acustici passivi ai sensi del DPCM 05/12/97 per la realizzazione della nuova scuola infanzia nel capoluogo di Castenaso (Bologna) in sostituzione del Piccolo Blu esistente.

L'analisi dei requisiti acustici passivi del progetto in oggetto farà riferimento ai vigenti:

- il DPCM 05/12/1997 "*Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*" (G.U. n° 297 del 22/12/1997),
- requisiti cogenti del RE comunale sul *Controllo dell'inquinamento acustico*,

basati sugli stessi parametri ed indici valutativi. Si analizzeranno anche i CAM acustici al § 3.

La normativa attualmente vigente per le prestazioni acustiche passive per gli edifici scolastici è piuttosto frammentaria e fa riferimento a decreti e circolari molto datati mai abrogati totalmente.

Relativamente alle prestazioni acustiche passive delle strutture scolastiche, pur venendo queste citate e menzionate nel DPCM 05/12/1997, per i divisori fra aule la norma generale per gli usi scolastici fa riferimento alla circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 3150 del 22/05/1967 ovvero al DM 18/12/1975. Pertanto per l'isolamento di facciata e del rumore da calpestio vigono i limiti imposti dal DPCM 05/12/1997, mentre per i divisori fra aule non è chiaro se viga il DM 18/12/1975 meno restrittivo o il DPCM 05/12/97 più restrittivo - vd. pag. 5.

Si riportano in premessa le tabelle di riferimento tratte dal DPCM 05/12/1997 ed un estratto riferito all'acustica negli ambienti scolastici del capitolo 5 del DM 18/12/1975.

Tabella 2 - Tabelle di riferimento del DPCM 05/12/1997 per gli usi scolastici

Tabella A - CLASSIFICAZIONI, DEGLI AMBIENTI (art. 2)

- *categoria* A: edifici adibiti a residenza o assimilabili
- *categoria* B: edifici adibiti ad uffici e assimilabili
- *categoria* C: edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
- *categoria* D: edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
- **_categoria_ E: edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili**
- *categoria* F: edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili
- *categoria* G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

Limiti per tempo di riverbero T indicati nel D.P.C.M. 5/12/1997

Ambienti	T_m *
Aule (ascolto del parlato)	**< 1,2 sec**
Palestre (attività sportive)	**< 2,2 sec**

** media dei tempi di riverberazione misurati alle frequenze 250 - 500 - 1000 - 2000 Hz*

Tabella B - REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI, DEI LORO COMPONENTI

Categorie di cui alla Tabella A	Parametri			
	R_w(*)	$D_{2m,nT,w}$	$L_{n,w}$	$L_{eq,A}$
	Valore minimo	Valore minimo	Valore massimo	Valore massimo
D	55	45	58	25
A, C	50	40	63	25
E	**50**	**48 - opinabile**	**58**	**25**
B, F, G	50	42	55	25

(*) Valori di R_w riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari.

Nota: con riferimento all'edilizia scolastica, i limiti per il tempo di riverberazione sono quelli riportati nella circolare del Ministero dei lavori pubblici n. 3150 del 22 maggio 1967, recante i criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici.

Estratto dal Decreto Ministeriale 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

5.1. Condizioni acustiche

Criteri di valutazione dei requisiti acustici dell'edilizia scolastica.

5.1.1. Introduzione.

[...]

iii) Le misure in opera devono essere eseguite su tutti i tipi di spazi adibiti ad uso didattico presentanti caratteristiche diverse.

Le determinazioni di isolamento acustico dovranno essere eseguite fra ambienti ad uso didattico adiacenti e sovrastanti, aventi normale o particolare destinazione, anche a titolo saltuario (come, ad esempio, aule speciali, officine, laboratori, ecc.).

Le determinazioni devono essere eseguite, in aule complete di rivestimento assorbente, col normale arredamento scolastico: non oltre due persone debbono essere presenti nelle aule durante l'esecuzione delle misure.

iv) I limiti di isolamento sono fissati essenzialmente tenendo conto dei requisiti minimi richiesti per scuole o aule d'insegnamento generale.

Per, scuole o aule di determinato tipo e ubicazione destinate a insegnamento particolare (sale di musica, ecc.) possono: essere richiesti valori più elevati dell'isolamento acustico.

v) Possono essere richiesti, particolari requisiti per ambienti in rapporto alla loro specifica funzione come ad esempio: auditori, sale di musica, sale di spettacolo.

vi) il tempo di riverberazione nelle aule arredate non deve superare i limiti prescritti dalle presenti norme.

Il controllo può anche essere effettuato mediante la conoscenza dei coefficienti di assorbimento e delle superfici dei materiali adoperati per il trattamento. I valori dei coefficienti, di assorbimento dei materiali impiegati devono risultare da certificati rilasciati da laboratori qualificati nei quali le misure siano state effettuate secondo le norme.

5.1.2. Verifiche e misure

i) L'isolamento acustico e i requisiti acustici dovranno essere verificati per quanto concerne:

- potere fonoisolante di strutture verticali, orizzontali, divisorie, ed esterne di infissi verso l'esterno, di griglie e prese d'aria installate verso l'esterno;

- l'isolamento acustico contro i rumori trasmessi per via aerea tra spazi adiacenti e sovrapposti ad uso didattico e nei locali comuni (isolamento ambiente);

- il livello di rumore di calpestio normalizzato di solai;
- il livello di rumore di calpestio tra due spazi sovrapposti;
- la rumorosità dei servizi: e degli impianti fissi;
- il coefficiente di assorbimento ed i materiali isolanti acustici.
ii) I dati di laboratorio dovranno essere richiesti, rilevati e presentati secondo le norme generali. Le grandezze da sottoporre a misure di laboratorio saranno:
*- il potere fonoisolante (**R**) di strutture divisorie interno, di infissi verso l'esterno, di griglie, prese d'aria e pareti esterne opache;*
- il coefficiente di assorbimento acustico dei materiali isolanti acustici
iii) I requisiti di accettabilità da determinare con misure di laboratorio saranno i seguenti (con indice di valutazione I riferito al valore dell'ordinata a 500 Hz):
- ***potere fonoisolante di strutture divisorie interne verticali ed eventualmente, orizzontali (come specificate nel seguente punto v) - I = 40 dB;***
- ***potere fonoisolante di infissi verso l'esterno - I = 25 dB; potere fonoisolante di chiusure esterne opache: superiore di 10 dB a quella di infissi esterni;***
- ***livello di rumore di calpestio normalizzato di solai (come specificato punto v) - I = 68 dB.***

Il coefficiente di assorbimento deve essere misurato in camera riverberante e suono diffuso alle frequenze di 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 Hz.
*iv) Il collaudo in opera deve essere richiesto, eseguito e presentato secondo le norme generali contenute nella circolare 30 aprile 1966, n. 1769 parte I del Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei lavori pubblici. Le misure devono essere eseguite nelle condizioni prescritto dai paragrafi **i**) e **ii**) delle presenti norme.*
Le grandezze da sottoporre a misura in opera sono:
*- l'isolamento acustico (**D**) per via aerea fra ambienti ad uso didattico adiacenti e sovrastanti (isolamento acustico tra pareti divisorie e di solaio);*
- il livello di rumore di calpestio tra due spazi sovrapposti con la macchina normalizzata generatrice di calpestio;
- la rumorosità provocata da servizi ed impianti fissi;
- il tempo di riverberazione.
Per quanto concerne gli impianti dovranno essere eseguite misure su:
- impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento centralizzato;
- scarichi idraulici, bagni, servizi igienici, rubinetterie.
La determinazione della rumorosità dovrà essere eseguita nelle aule indipendentemente dalla posizione dell'elemento disturbante.
v) Requisiti di accettabilità da determinare con misure in opera (con indice di valutazione I riferito al valore dell'ordinata a 500 Hz):
- isolamento acustico fra due ambienti adiacenti [come specificato, nel punto vi)] - I = 40 dB;
- isolamento acustico fra due ambienti sovrapposti [come specificato nel punto vi)] - I = 42 dB;
- livello di rumore di calpestio fra due ambienti sovrapposti [come specificato nel punto vi)] - I = 68 dB
[...]
I valori ottimali dei tempi di riverberazione vanno determinati in funzione del volume dell'ambiente e riferiti alle frequenze 250, 500, 1000 2000 Hz secondo i diagrammi delle figg. 4-5 seguenti.

Il tempo di riverberazione può essere misurato in opera.

Fig. 4
Dipendenza della frequenza del tempo ottimo di riverberazione

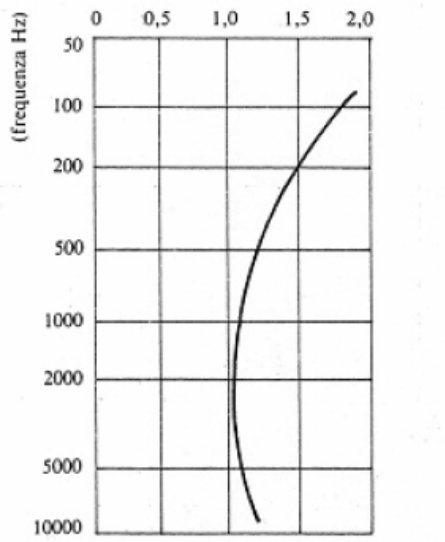
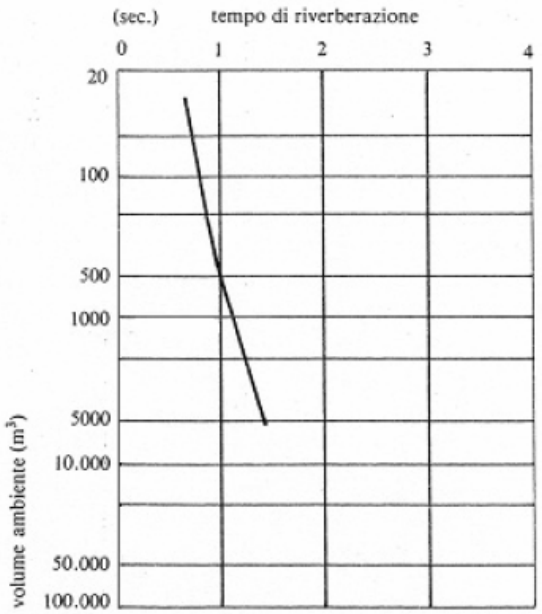


Fig. 5
Valori ottimi del tempo di riverberazione



Come anticipato e appena mostrato, **la normativa attualmente vigente per le prestazioni acustiche passive degli edifici scolastici è effettivamente datata in alcuni suoi aspetti ed in contraddizione fra i vari decreti per altri.**

Questa sua frammentarietà fa riferimento anche a decreti e circolari obsoleti ma mai completamente abrogati, che riportano parametri di valutazione e limiti sonori massimi e minimi differenti fra loro.

Pertanto, interpretando quanto riportato alle pagg. 3-4, e tenendo conto del fatto che i 48 dB dell'indice di Isolamento Acustico Standardizzato $D_{2m,nT,w}$ di cui al DPCM 05/12/1997 "*Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*" è raggiungibile praticamente solo con pareti piene (senza finestre, il che non è fattibile in una struttura scolastica dove l'illuminazione è fondamentale) dotate anche di elevati spessori e masse, **si verificheranno i seguenti indici di isolamento**, più che **prudenziali** per i futuri fruitori della nuova scuola d'infanzia della struttura scolastica in quanto comunque superiori anche a quelli indicati nelle circolari tuttora vigenti:

1. indice di Isolamento acustico Standardizzato $\mathbf{D_{2m,nT,w}}$ pari ad almeno **43 dB**, come da CAM (vd. pag. 44) oltre anche a quanto richiesto per gli usi terziari (più prudenziali rispetto a quelli residenziali che richiedono un $D_{2m,nT,w}$ di 40 dB), sebbene il tuttora vigente DM 18/12/1975 richieda potere fonoisolante di infissi verso l'esterno R_w pari ad almeno 25 dB ed un potere fonoisolante di chiusure esterne complessive opache superiore a R_w = 35 dB,
2. indice del potere fonoisolante di strutture divisorie interne verticali R_w pari ad almeno 50 dB, per quanto indicato nel DPCM 05/12/97, sebbene il tuttora vigente DM 18/12/1975 (punto v) per gli aspetti acustici richieda solo 40 dB;
3. indice del potere fonoisolante di strutture divisorie interne orizzontali (solai) $\mathbf{R_w}$ pari ad almeno **50 dB**, per quanto indicato nel DPCM 05/12/97 (mentre, in maniera meno cautelativa, il DM 18/12/1975 richiedeva 42 dB);

4. livello di rumore di calpestio normalizzato di solai $\mathbf{L_{mT,w}}$ non superiore ai **58 dB**, secondo il DPCM 05/12/97(mentre il precedente DM 18/12/1975 richiedeva addirittura 68 dB, molto meno prudenzialmente);
5. tempo di riverberazione $\mathbf{T_{riv.60}}$ **ottimale** definito a seconda del volume ai sensi dei **CAM acustici**, più prudenziale rispetto al DMLL.PP. n. 3150/1967 che richiede un valore massimo di 1,2 sec per le aule sugli 80 m^2 e di 1 sec. per le aule sui 50 m^2 (vd. pag. 2), in maniera poco dipendente dal volume dell'ambiente.

Si vuole riprendere, per approfondirlo sotto il profilo tecnico, il punto 1 di pag. 5 e si vuole chiarire un aspetto importante: il decreto di riferimento più recente per le prestazioni acustiche passive di facciata degli edifici, quindi anche degli edifici scolastici, è ad oggi il DPCM 05/12/1997 in cui viene richiesto che per i fabbricati di *categoria E, edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili*, l'indice di Isolamento acustico Standardizzato $D_{2m,nT,w}$ sia di almeno 48 dB.

Analizzando il doppio paradosso che:

- ⇨ tale valore si può ottenere solo con pareti quasi totalmente cieche e di elevata massa superficiale (forature non inferiori a 1,6% !, il che significherebbe non avere luce all'interno dell'aula scolastica),
- ⇨ la rumorosità esterna da rispettare nel caso in questione è pari a 50 dB(A) trattandosi di nuova struttura scolastica da assegnare in classe acustica I con limiti sonori territoriali esterni di soli 50 dB(A),

con 48 dB di isolamento della facciata, pari ad almeno 42 dB(A) [1)], e 50 dB(A) esterni, "passerebbero all'interno" delle aule scolastiche meno di 9 dB(A), valore inferiore al limite minimo misurabile anche dalla strumentazione fonometrica esistente (che è sui 15 decibel) e sotto qualsiasi fondo scala logaritmico acustico. 9 dB(A) non sono misurabili in termini assoluti.

Pertanto, perseguire il raggiungimento dei 43 dB di indice di isolamento acustico Standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ (richiesto dai CAM ACUSTICI) è già più che tutelativo per gli studenti / alunni / bambini una volta dentro le aule in un ambiente acusticamente isolato dall'esterno e che permette già la miglior intelligibilità del parlato (del docente / dei maestri) e dell'ascoltato (dagli bambini / alunni).

50 dB(A) esterni con un 37 dB(A) di isolamento (ovvero circa 43 dB di isolamento), implicano all'interno 13 dB(A), sempre sotto il fondo scala logaritmico acustico degli strumenti di misura.

A riprova del fatto che 48 dB di $D_{2m,nT,w}$ sono eccessivi, vi sono le prescrizioni imposte dai (più recenti) CAM acustici (vd. § 3), che per altri parametri acustici sono molto più restrittivi delle norme vigenti in Italia ma che quale livello superiore di isolamento di facciata per gli usi scolastici richiedono un 43 dB (vd. pag. 44), dato che si perseguirà anche nella nuova scuola d'infanzia in oggetto.

1) In sostanza la differenza fra un livello sonoro in dB e uno in dB(A) consiste nel fatto che lo stesso "suono" espresso in dB(A) è stato "corretto" su determinate frequenze per adattarlo alla percezione effettiva dell'orecchio umano. L'uomo elabora meno distintamente le componenti del rumore delle basse frequenze, quindi dire che un suono in dB è stato "ponderato con curva A" [quindi è valutato in dB(A)], significa che sono state rese meno incisive le basse frequenze e si è "ridotto" il rumore ai toni bassi. Per questo motivo lo stesso rumore/suono misurato in dB(A) può risultare anche fino a 5-6 unità inferiore al valore misurato in dB. Un rumore/suono può valere 50 dB o 44 dB(A), a seconda di quale parametro si utilizza. Pertanto, lo scarto fra dB e dB(A) riferito allo stesso suono dipende sempre dalla composizione spettarle in frequenza di un rumore.

§ 1 - DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il progetto riguarda il nuovo asilo Piccolo BLU nel capoluogo di Castenaso, che si attesterà su via Amendola.

Tale intervento sostituirà quello esistente attestato su via Gramsci, angolo via Amendola.

Questa nuova scuola d'infanzia avrà quattro unità pedagogiche "regolabili" nelle superfici a seconda delle attività in corso, vi saranno spazi dormitorio, una ampia palestra, oltre agli usi accessori ed agli spazi connettivi e collettivi.

Nelle Figg. 1 si riportano le tavole di progetto ricevute e dalle quali si estrarranno le informazioni utili alle indagini acustiche sia di isolamento che di qualità acustica degli interni da concorre.

Le scelte progettuali relative all'intervento hanno tenuto conto della destinazione d'uso dei locali e prevedono l'uso di materiali di finitura che per caratteristiche igienico-manutentive oltre che di reazione a fuoco, rispettino la normativa di funzione e di sicurezza considerando:

- le esigenza di comfort visivo (impianto di illuminazione),
- le esigenze di protezione da eventuali contatti diretti ed indiretti,
- le esigenze di sicurezza e garanzia in caso di pericolo (impianto antincendio, impianto anti intrusione, allarmi generali, impianto illuminazione di emergenza),
- l'esigenza di risparmio energetico e comfort con la suddivisione ed il controllo dell'illuminazione interna,
- l'esigenza del comfort ambientale in quanto alla qualità dell'aria, temperatura e fattori termoigrometrici.

Particolare nel progetto è che le unità pedagogiche 1-2 e 3-4 sono state pensate per essere apribili / unibili, quindi saranno separate da pareti mobili telescopiche del tipo Estfeller, certificabili con R_w dai 43 ai 56 dB.

Isolamento acustico della parete

Rw = 43 - 47 - 50 - 52 - 54 - 56 dB secondo le Norme UNI EN ISO 10140-2:2010 (presentare il certificato).
Setto acustico tra guida e soletta di 6 dB superiore rispetto a quello della parete scorrevole.

Poiché è stato ricevuto l'input dai gestori del nido che le unità pedagogiche sono da considerarsi come ambienti unici, ovvero delle unità pedagogiche, divisibili in sotto unità dalle pareti manovrabili / mobili telescopiche, per queste sarà sufficiente un abbattimento acustico di 43 dB in quanto non considerabili ambienti distinti e separati (ma unici eventualmente separabili).

Dette pareti mobili telescopiche non sono da assoggettare né al DPCM 05/12/97 né ai CAM 2022.

Figura 1.1 – Planimetria generale del lotto con sagoma dell'edificio attuale e attacco a terra della nuova scuola d'infanzia



Figura 1.2 – Planimetria del progetto monopiano

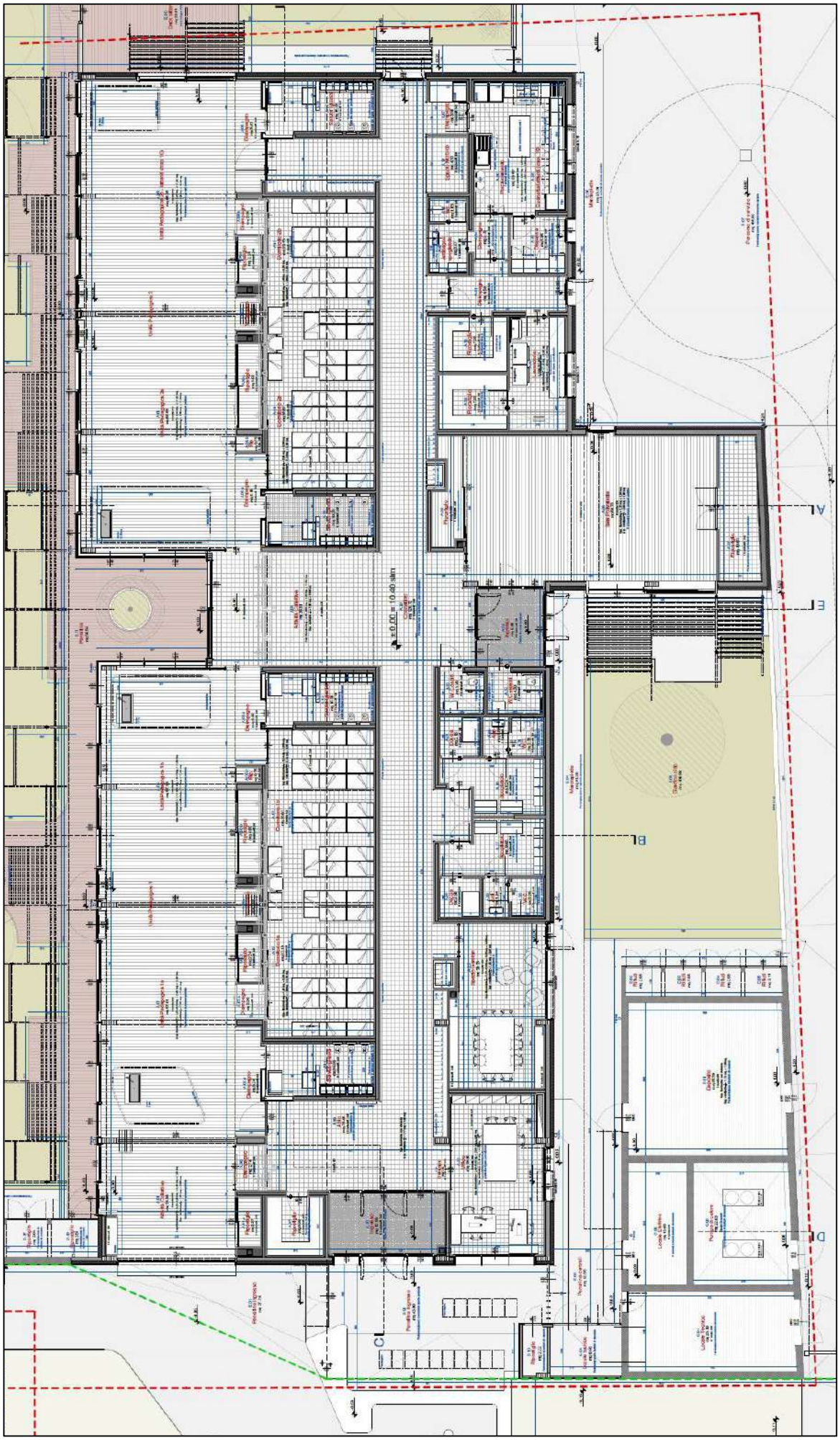


Figura 1.3 – Schema delle quote intradosso del piano terra (unico) della nuova scuola d'infanzia di Castenaso



Figura 1.4 – Unità pedagogiche della nuova scuola d'infanzia di Castenaso

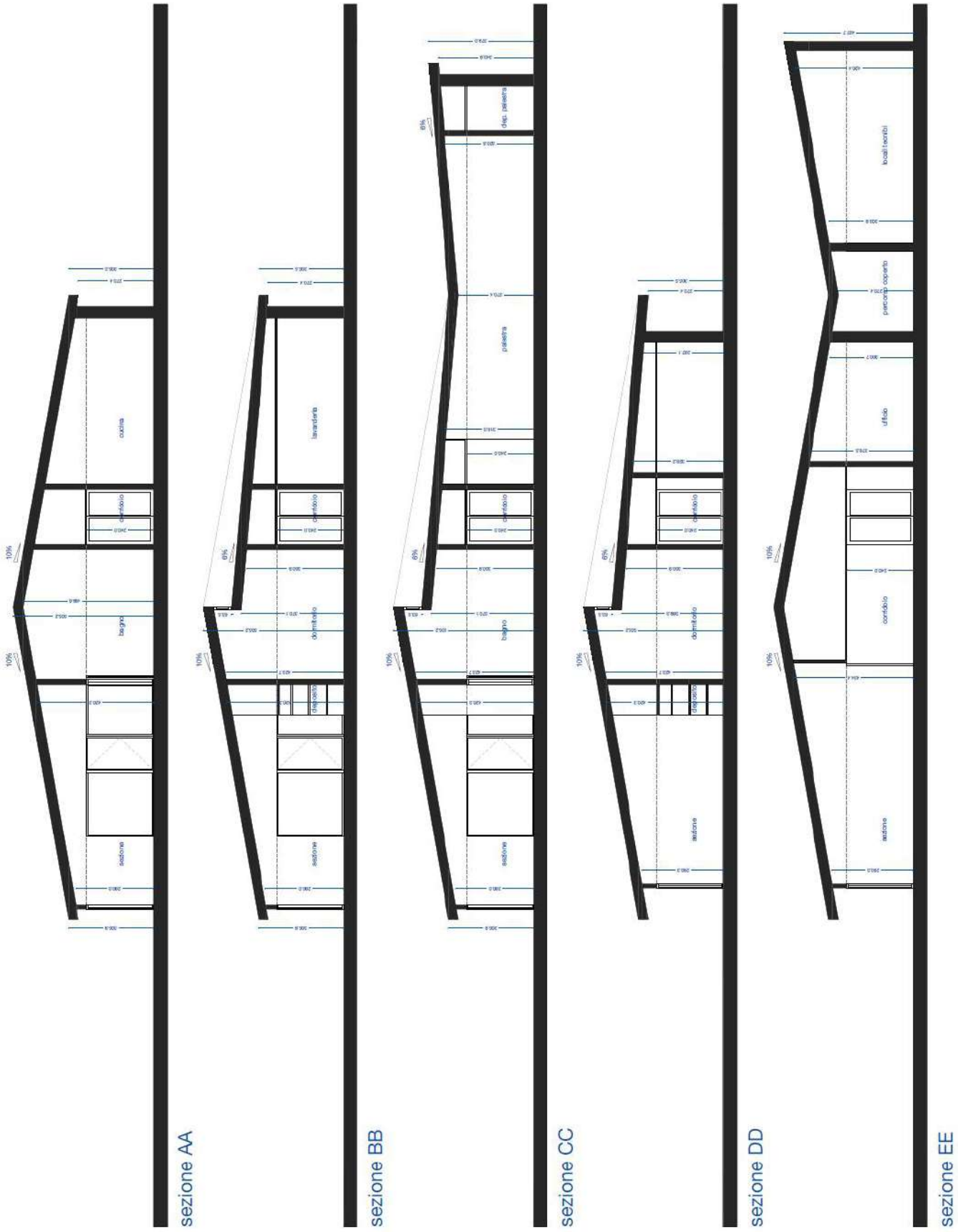
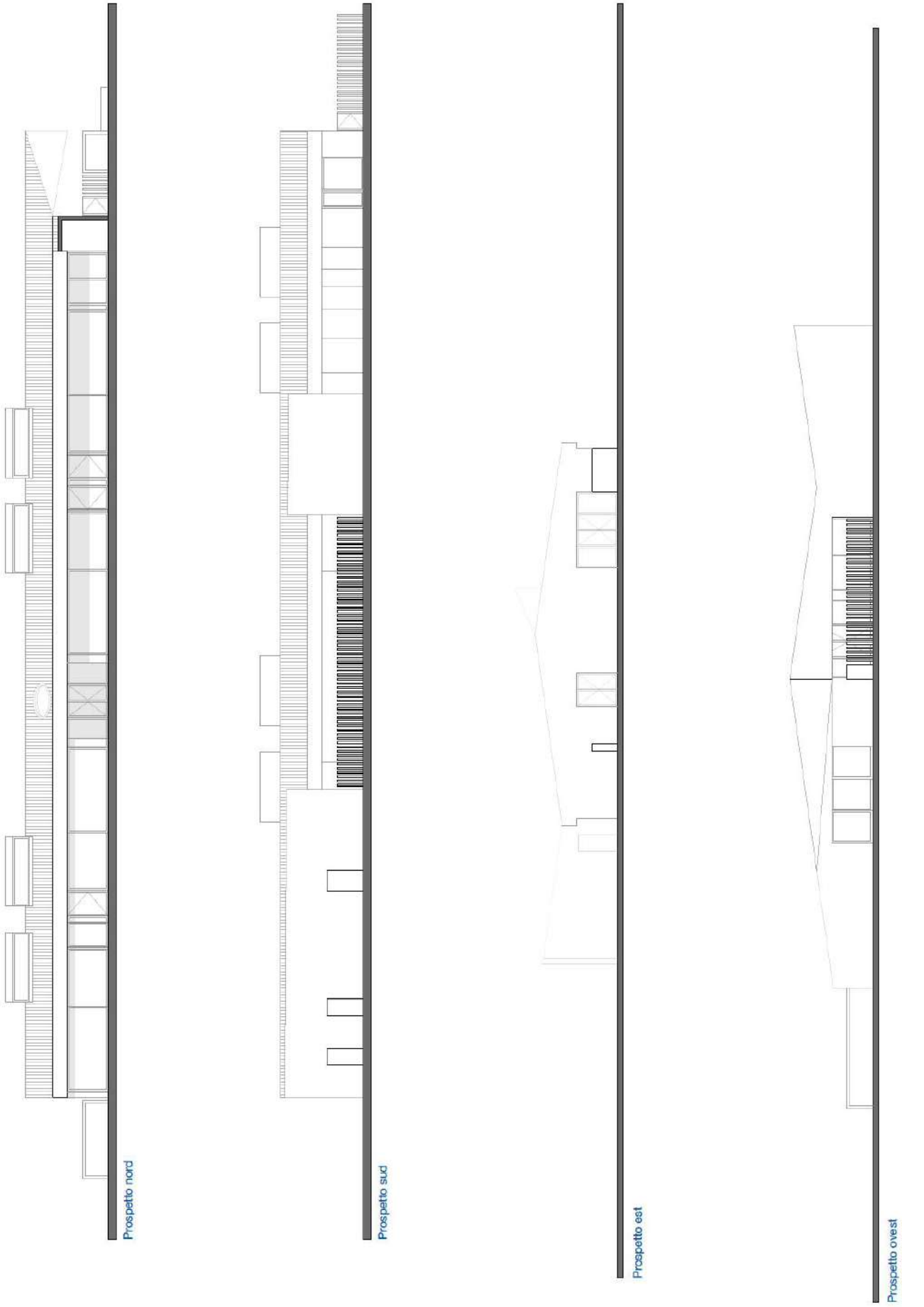


Figura 1.5 – Prospetti della nuova scuola d'infanzia di Castenaso



§ 2 - MATERIALI IMPIEGATI NEI VARI COMPONENTI EDILIZI E VERIFICHE ACUSTICHE

Allo stato dell'arte progettuale, i pacchetti costitutivi sono stati così ipotizzati come da Figg. 2. Per maggiori dettagli si vedano le tavole di progetto esecutivo a cui fa riferimento il presente elaborato.

FACCIATE E SERRAMENTI

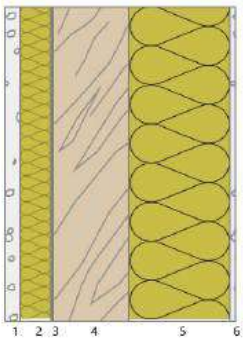
Utilizzando il software previsionale di calcolo NIS *Noise Insulation Software* della EOS srl di Milano basato sulla serie delle UNI EN ISO 12354 si sono verificate le facciate della scuola con permanenza di persone/bambini (quindi NON gli spazi comuni, i servizi igienici, gli atri, gli ingressi, etc.) per i quali i CAM richiedono il raggiungimento dei 43 dB di $D_{2m,nT,w}$ e per i quali occorre esigere serramenti con potere fonoisolante certificato minimo di cui alla seguente tabella riassuntiva, con indicato il potere fonoisolante da richiedere al fornitore.

Nelle UNITÀ PEDAGOGICHE, considerate ambienti "scolastici", il valore di $D_{2m,nT,w}$ di 43 dB come richiesto dai CAM quale valore di prestazione superiore, si raggiunge con i serramenti certificati dal fornitore di cui alla Tabella 1 e posa in opera a regola d'arte ad alta tenuta grazie all'impiego di schiuma ad elevata densità ed elasticità di cui una tipologia riportata all'Allegato 1.

Parete coerente con quanto riportato nella L. n. 10/91 ricevuta.

Descrizione della struttura: *Parete Perimetrale* **Codice:** *M1*

Trasmittanza termica	*0,136*	W/m²K
Spessore	*368*	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	*-4,9*	°C
Permeanza	*14,025*	10^{-12}kg/sm²Pa
Massa superficiale (con intonaci)	*106*	kg/m²
Massa superficiale (senza intonaci)	*71*	kg/m²
Trasmittanza periodica	*0,011*	W/m²K
Fattore attenuazione	*0,082*	-
Sfasamento onda termica	*-13,8*	h

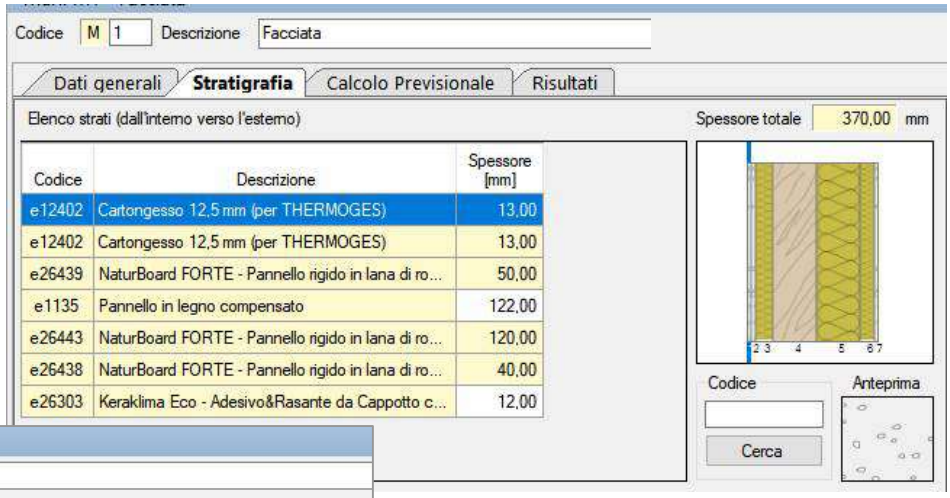


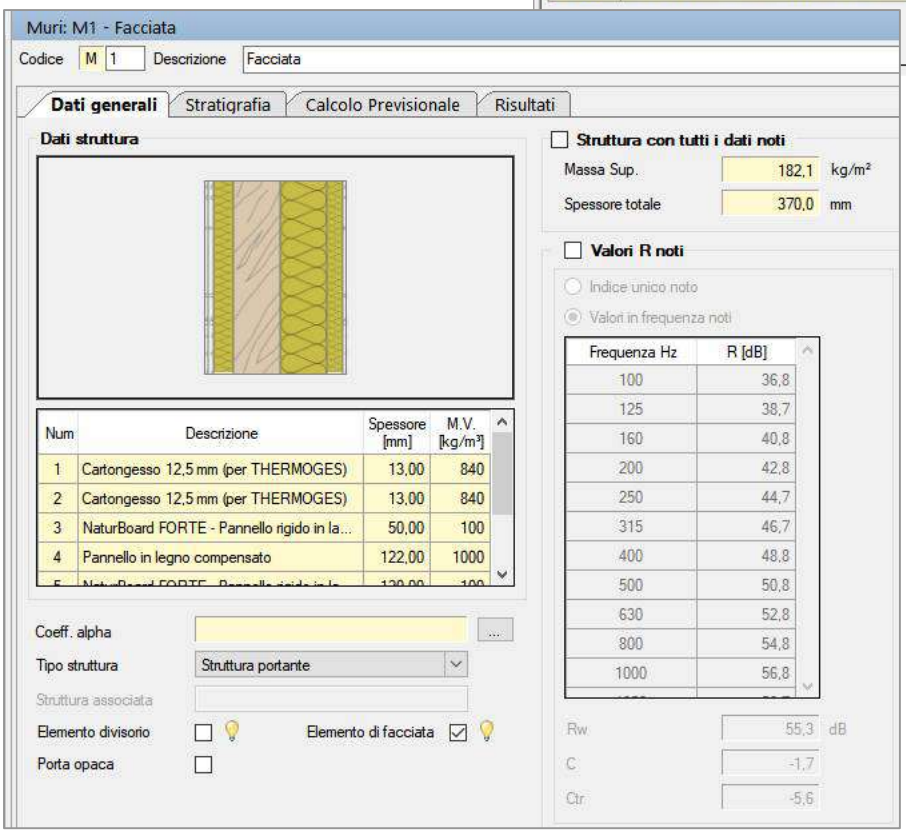
Stratigrafia:

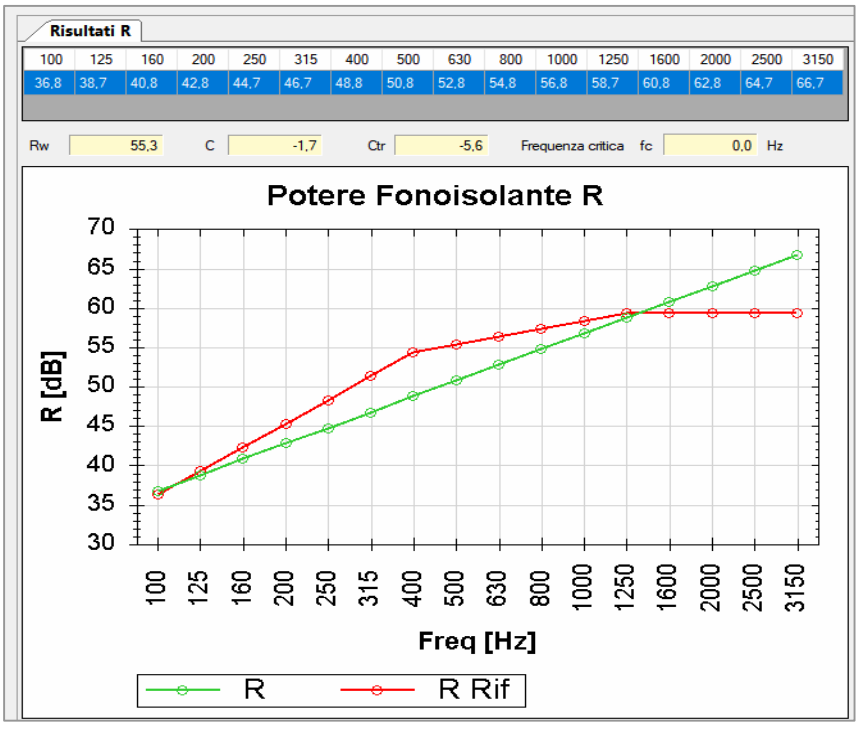
N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	*0,130*	-	-	-
1	Cartongesso in lastre	*25,00*	*0,2500*	*0,100*	*900*	*1,00*	*10*
2	Pannello in lana di roccia	*50,00*	*0,0350*	*1,429*	*100*	*1,03*	*1*
3	Barriera vapore in carta o cartone bitumati	*3,00*	*0,2300*	*0,013*	*1100*	*1,00*	*2500*
4	Pannelli XLAM	*120,00*	*0,1300*	*0,923*	*400*	*1,60*	*50*
5	Pannello in lana di roccia - standard (cappotto)	*160,00*	*0,0340*	*4,706*	*90*	*1,03*	*1*
6	Intonaco plastico per cappotto	*10,00*	*0,3000*	*0,033*	*1300*	*0,84*	*30*
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	*0,040*	-	-	-

Poiché le facciate delle unità pedagogiche e degli spazi con attività collettive oltre che il lato della palestra verso il cortile interno saranno vetrate, occorrerà richiedere serramenti certificati con R_w di almeno 45 dB in modo che in opera, a posa eseguita a regola d'arte, si abbiano 43 dB di $D_{2m,nT,w}$.

D'altro canto la parte cieca della parete esterna indicata a pag. 13 offre un potere fonoisolante molto buono, valutato con il software previsionale EDILCLIMA EC704 *Requisiti acustici passivi* pari a 55 dB, come sotto mostrato.







PARETI DIVISORIE FRA LE AULE

Nel progetto, le unità pedagogiche 1-2 e 3-4 sono state pensate per essere apribili / unibili, quindi saranno separate da pareti mobili telescopiche del tipo Estfeller, certificabili con R_w dai 43 ai 56 dB.

Isolamento acustico della parete

Rw = 43 - 47 - 50 - 52 - 54 - 56 dB secondo le Norme UNI EN ISO 10140-2:2010 (presentare il certificato).
Setto acustico tra guida e soletta di 6 dB superiore rispetto a quello della parete scorrevole.

Per quanto detto a pag. 7, poiché è stato ricevuto l'input dai gestori del nido che le unità pedagogiche sono da considerarsi come ambienti unici, ovvero delle unità pedagogiche, divisibili in sotto unità dalle pareti manovrabili / mobili telescopiche, per queste sarà sufficiente un abbattimento acustico di 43 dB in quanto non considerabili ambienti distinti e separati (ma unici eventualmente separabili).

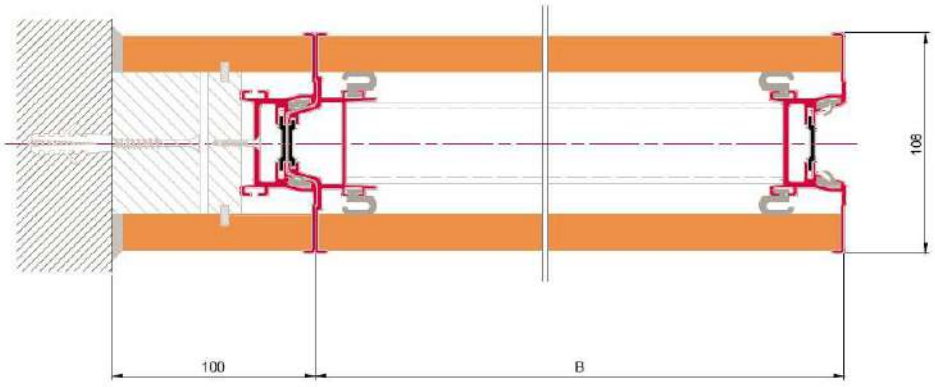
Dette pareti mobili telescopiche non sono da assoggettare né al DPCM 05/12/97 né ai CAM 2022.

ESTRATTO DALLE SCHEDE TECNICHE ESTFELLER PER LE PARETI MOBILI

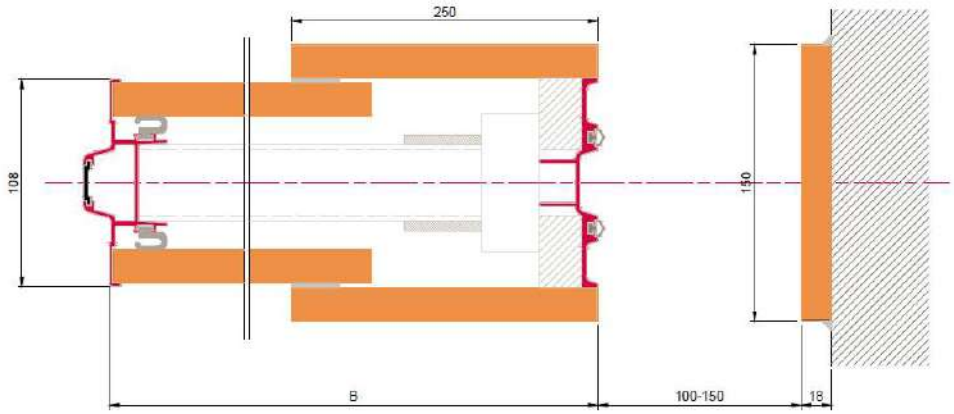
Design H/P 100 (profilo a vista)

La parete Design H/P 100, di ultimissima generazione, con un particolare profilo di protezione degli spigoli verticali, è adatta ad ambienti di frequentissima movimentazione, con rischi di urti impropri come nelle palestre e nelle scuole oppure con elementi di altezza oltre i 5 metri, ha uno spessore per ogni singolo elemento di 108 mm.
Design H/P 100 è la risposta alla richiesta di alto valore di isolamento acustico, destinata agli ambienti in cui si richiedono valori fino a 56 dB. Il rivestimento degli elementi può essere fatto con tutti i materiali normalmente in uso per l'arredamento. L'indice di isolamento acustico va da Rw = 43 dB fino a 56 dB.
* Gli elementi iniziale e finale possono, se considerati in fase di progettazione, essere incassati nelle pareti laterali.

Elemento iniziale* (BI) — Elemento normale (NE)



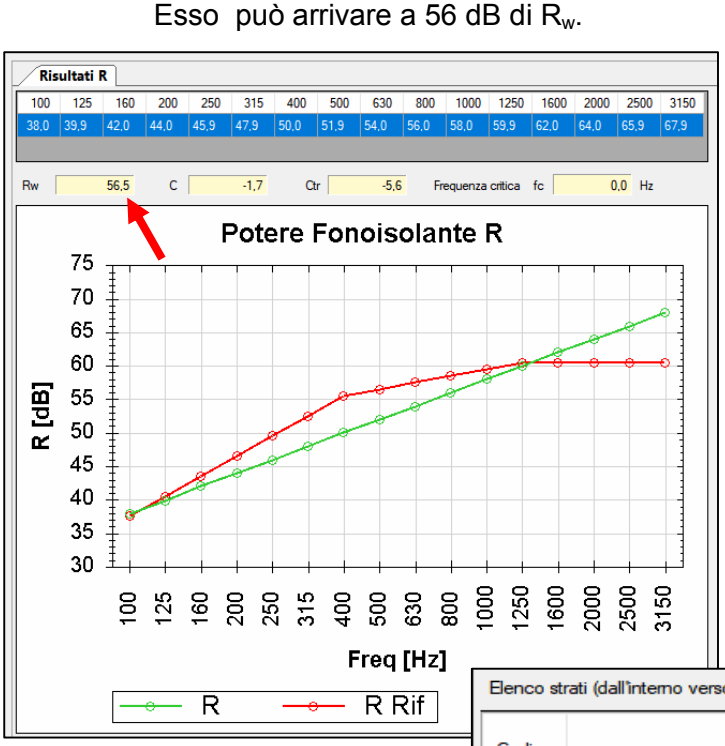
Elemento telescopico a scorrimento esterno (TE) — Elemento finale* (BF)

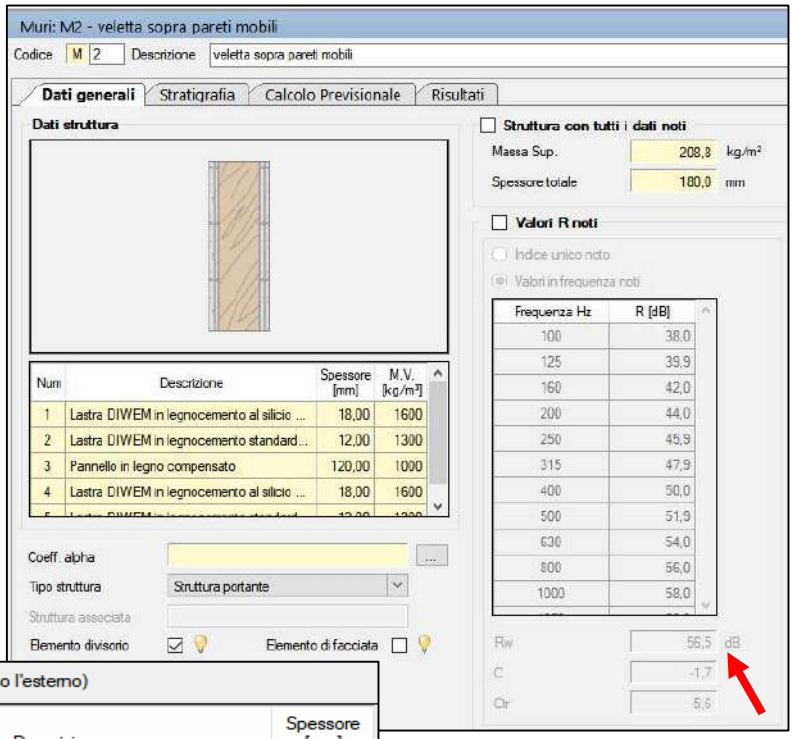


NOTA: Negli ambienti più affollati e frequentati, come all'interno di scuole e palestre, si consiglia l'utilizzo della parete Design H/P 100 con profili in vista. Questo per garantire una maggiore sicurezza e resistenza agli urti.

Poiché le pareti mobili seguitano la copertura con elementi a scendere in X-LAM da 12 cm e CELENIT da 3 cm su ambo i lati, si è verificato il potere fonoisolante anche di questo elemento.

Esso può arrivare a 56 dB di R_w.





Elenco strati (dall'interno verso l'esterno)

Codice	Descrizione	Spessore [mm]
e11204	Lastra DIWEM in legnocemento al silicio per este...	18,00
e11201	Lastra DIWEM in legnocemento standard per inte...	12,00
e1135	Pannello in legno compensato	120,00
e11204	Lastra DIWEM in legnocemento al silicio per este...	18,00
e11201	Lastra DIWEM in legnocemento standard per inte...	12,00

ISOLAMENTO ACUSTICO DELLE PORTE INTERNE

Relativamente all'isolamento tra le unità pedagogiche e gli spazi comuni a cui le aule sono collegate mediante accessi (quali corridoi, atri, ecc.) occorre ottemperare alla UNI 11367 all'APPENDICE B (Prospetto B.1) per soddisfare il requisito di prestazione buona (almeno 30 dB di $D_{nT,w}$) come previsto dal DM 23/06/2022 relativo ai CAM, determinando quindi anche le prestazioni minime di isolamento acustico delle porte interne.

prospetto B.1 **Requisiti per l'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo dell'edificio collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi**

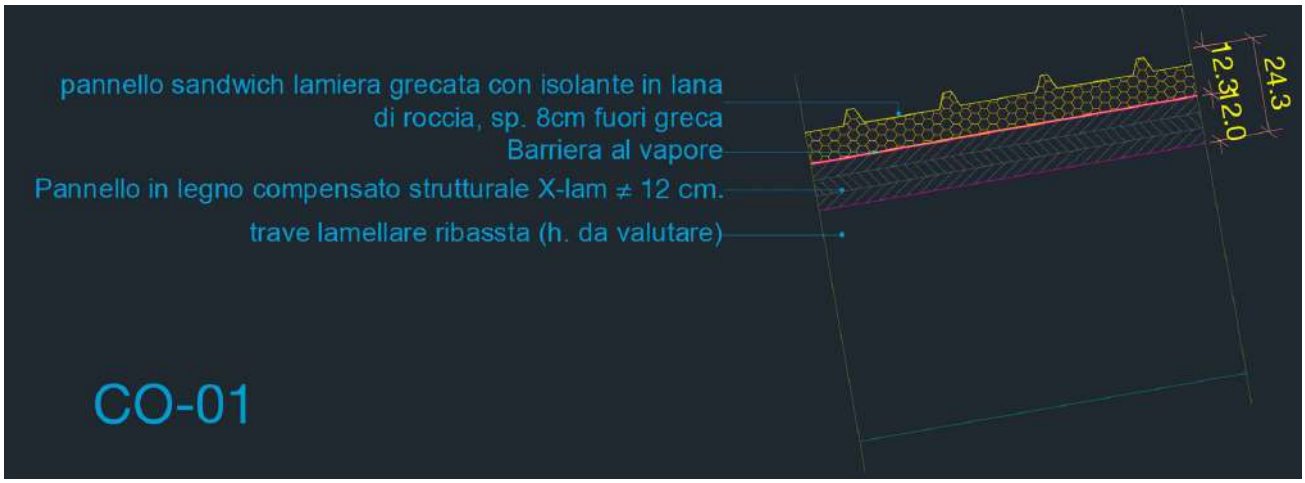
Livello prestazionale	Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi $D_{nT,w}$ (dB)	
	Ospedali e scuole	Altre destinazioni d'uso
Prestazione ottima	≥34	≥40
Prestazione buona	≥30	≥36
Prestazione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

Vista la distribuzione ed il lay-out, per avere certezza del raggiungimento del livello di prestazione richiesto, si dovrà adottare una porta certificata con potere fonoisolante R_w = 32 dB in modo da avere per le aule rispetto ai corridoi un $D_{nT,w}$ minimo globale di 30 dB.

Il tutto a fronte di posa in opera a regola d'arte.

SOLAIO DI COPERTURA

Allo stato dell'arte progettuale, in fase esecutiva, il pacchetto costitutivo del solaio di copertura è definito come sotto mostrato. Ad oggi non vi è norma vigente che richieda un minimo valore di isolamento per la copertura tuttavia questa si ritiene debba isoare quanto meno quanto le facciate ad essa ortogonali, ovvero avere un $D_{2m.nT,w}$ di almeno 43 dB.



Tale copertura verificata in origine offre un R_w di soli 40-41 dB (vd. pag. 18 e 19, calcolo effettuato con due software distinti EDILCLIMA EC704 ed ECHO 8.3) che equivale ad un $D_{2m,nT,w}$ sui 39-40 dB per le dimensioni delle unità pedagogiche o degli spazi delle altre attività di progetto.

Difatti, la formula che unisce il potere fonoisolante R_w all'isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$ è la seguente:

$$D_{2m,nTw} = R'_w + \Delta L_{fs} + 10\,lg\frac{V}{6T_0S} \qquad (1)$$

dove

R_w = potere fonoisolante apparente di facciata

V = volume dell'ambiente ricevente in m^3

T_0 = tempo di riverberazione di riferimento pari a 0,5 secondi

S = superficie della facciata vista dall'interno m^2

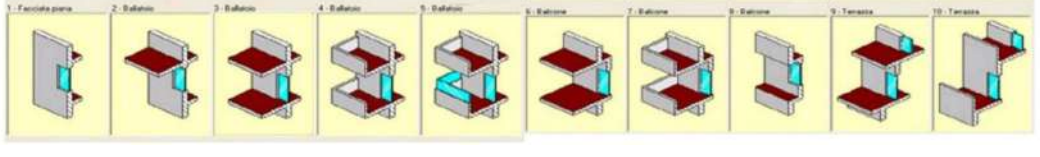
ΔL_{fs} = fattore di facciata definito come $\Delta L_{fs} = L_{1,2m} - L_{1,s} + 3$ (dB)

$L_{1,2m}$ = Livello equivalente di pressione sonora a 2 metri dalla facciata [dB]

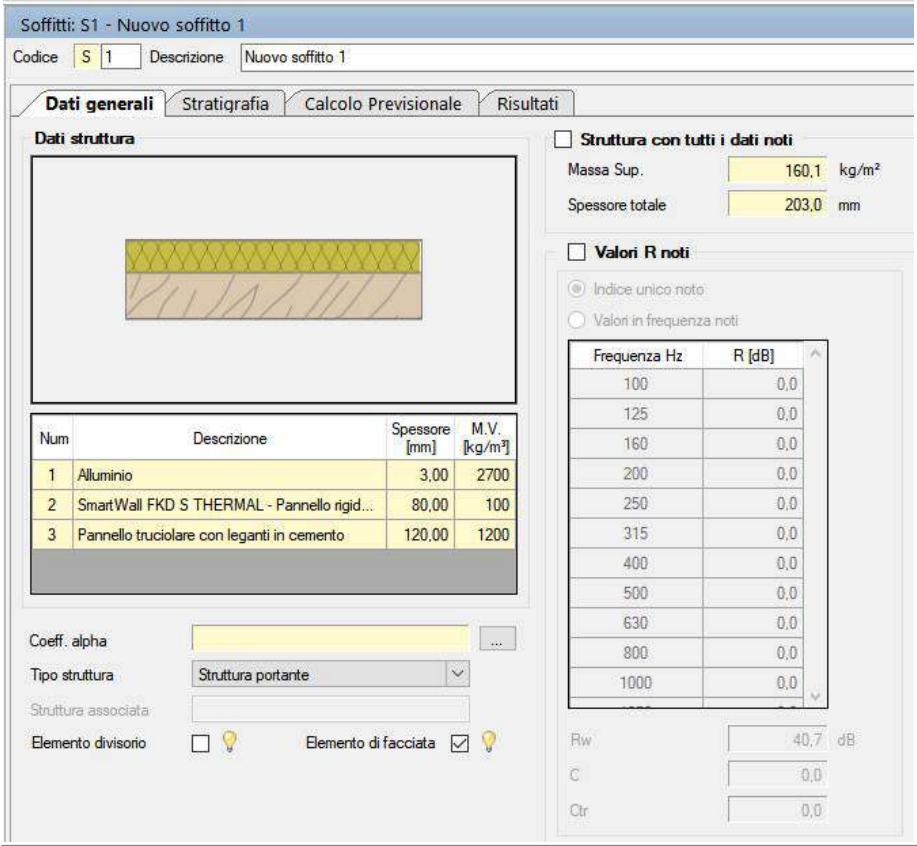
$L_{1,s}$ = Livello equivalente di pressione sonora sul piano della facciata [dB]

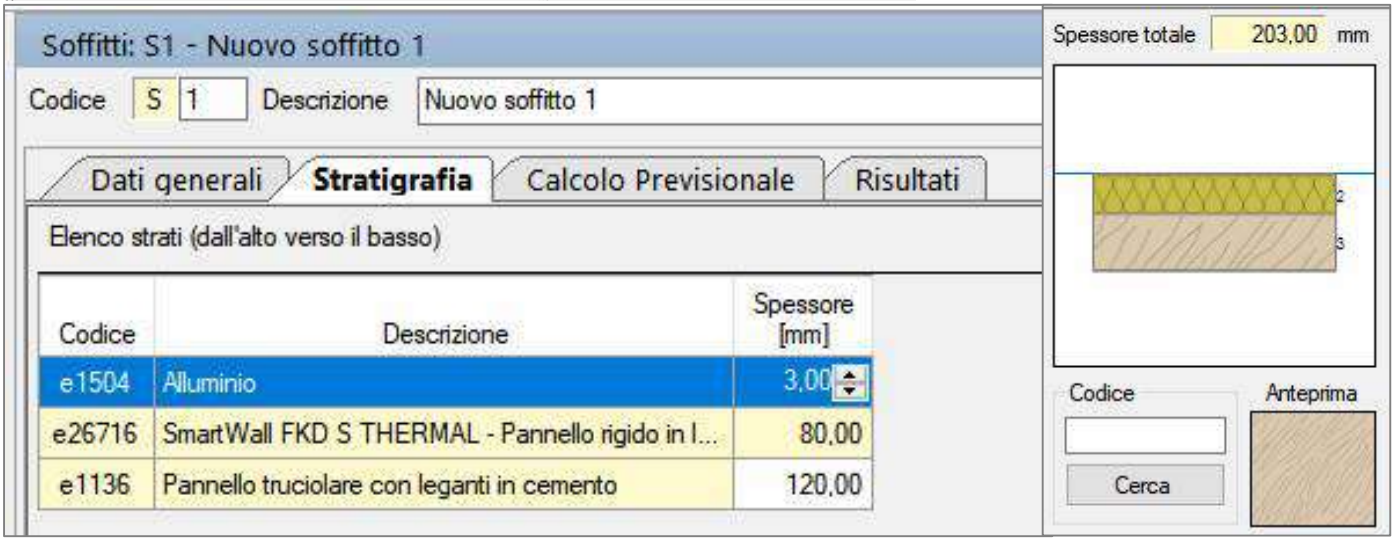
schematizzato nella seguente tabella ufficiale

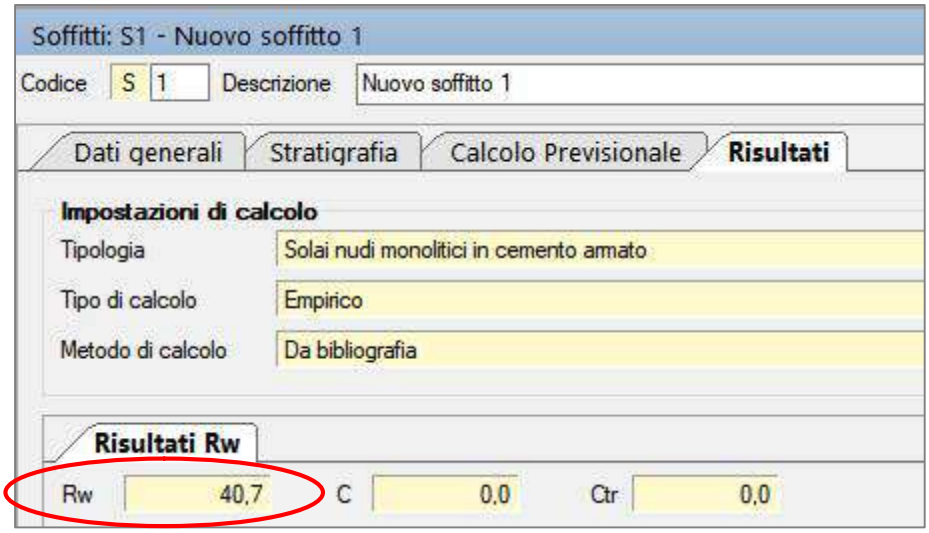
ΔL_{fs} dB	1 facciata piana	2 ballatoio			3 ballatoio			4 ballatoio			5 ballatoio			6 balcone			7 balcone			8 balcone			9 terrazza					
																							Ringhiera aperta			Ringhiera chiusa		
Assorbimento del tetto (α_w) ⇒	Non applicabile	≤0,3	0,6	≥0,9	≤0,3	0,6	≥0,9	≤0,3	0,6	≥0,9	≤0,3	0,6	≥0,9	≤0,3	0,6	≥0,9	≤0,3	0,6	≥0,9	≤0,3	0,6	≥0,9	≤0,3	0,6	≥0,9	≤0,3	0,6	≥0,9
Orizzonte visivo sulla facciata <1,5 m	0	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	1	Non applicabile			-1	-1	0	0	0	1	1	1	2	1	1	1	3	3	3
(1,5 - 2,5) m	0	Non applicabile			-1	0	2	0	1	3				-1	1	3	0	2	4	1	1	2	3	4	5	5	6	7
>2,5 m	0				1	1	2	2	2	3	3	4	6	1	2	3	2	3	4	1	1	2	4	4	5	6	6	7



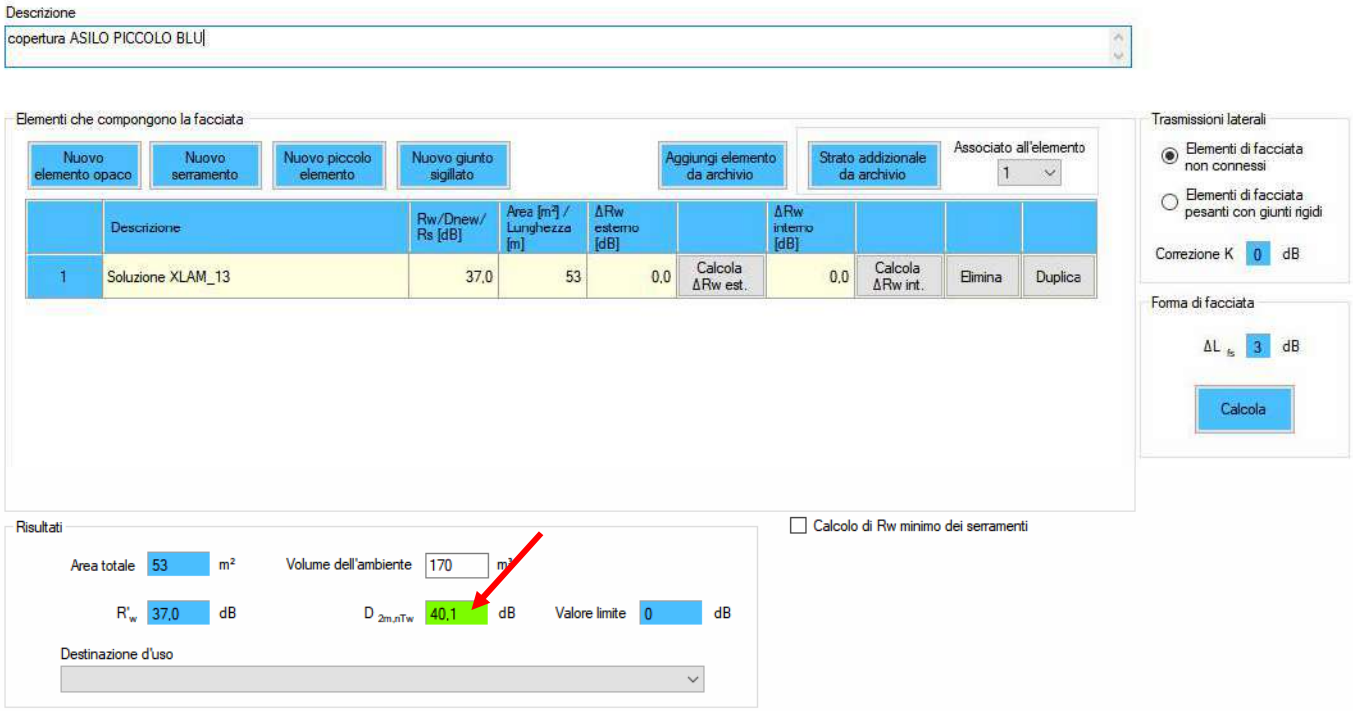
POTERE FONOISOLANTE COPERTURA PROPOSTA CON SOFTWARE EDILCLIMA EC704







POTERE FONOISOLANTE COPERTURA PROPOSTA CON SOFTWARE ECHO 8.3

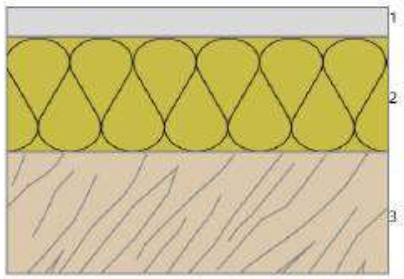


Inserendo 3 cm di pannelli di legnocemento tipo CELENIT-N o MINERALWOOD della IIVELA tale copertura arriva ad avere un R_w di 44,7 dB che in opera corrisponde ad un $D_{2m,nT,w}$ di almeno 43 dB.

Verificando la copertura proposta nel 2023, questa è ulteriormente più performante sotto il rifilo acustico, come mostrato a pag. 20, quindi idonea al caso mostrando un R_w di 47 dB.

Descrizione della struttura: *Copertura civile inclinata* **Codice:** *S1*

Trasmittanza termica	*0,195*	W/m²K
Spessore	*350*	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	*-4,9*	°C
Permeanza	*0,000*	10^{-12}kg/sm²Pa
Massa superficiale (con intonaci)	*401*	kg/m²
Massa superficiale (senza intonaci)	*401*	kg/m²
Trasmittanza periodica	*0,027*	W/m²K
Fattore attenuazione	*0,140*	-
Sfasamento onda termica	*-15,0*	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	*0,040*	-	-	-
1	Acciaio	*40,00*	*52,0000*	*0,001*	*7800*	*0,45*	*9999999*
2	Pannello in lana di roccia a doppia densità	*150,00*	*0,0400*	*3,750*	*165*	*1,03*	*1*
3	Pannelli XLAM	*160,00*	*0,1300*	*1,231*	*400*	*1,60*	*50*
-	Resistenza superficiale interna	-	-	*0,100*	-	-	-

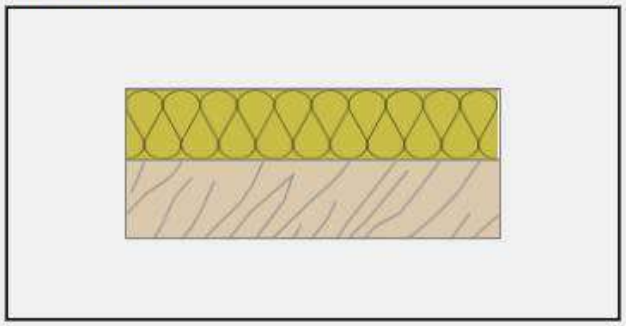
POTERE FONOISOLANTE COPERTURA COME DA PACCHETTO DEL 2023
VERIFICATA CON SOFTWARE EDILCLIMA EC704

Soffitti: S1 - COPERTURA CORRETTA

Codice S 1 Descrizione COPERTURA CORRETTA

Dati generali | Stratigrafia | Calcolo Previsionale | Risultati

Dati struttura



Num	Descrizione	Spessore [mm]	M.V. [kg/m³]
1	Acciaio	4,00	7800
2	SmartWall S C1 - Pannello rigido in lana di ro...	140,00	100
3	Pannello truciolare con leganti in cemento	160,00	1200

Coeff. alpha

Tipo struttura: Struttura portante

Struttura associata

Elemento divisorio ☐ Elemento di facciata ☑

☐ **Struttura con tutti i dati noti**

Massa Sup. 237,2 kg/m²

Spessore totale 304,0 mm

☐ **Valori R noti**

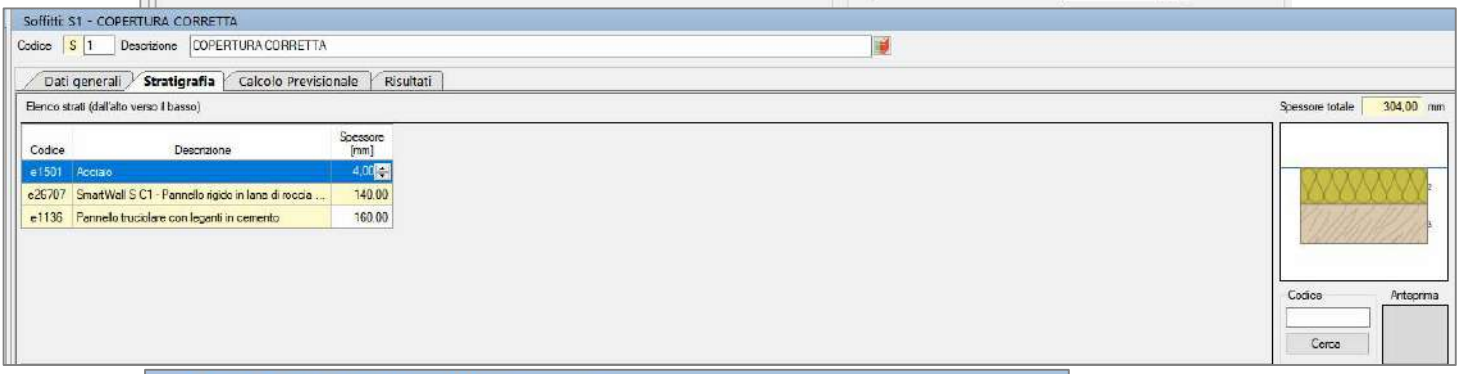
Indice unico noto

Valori in frequenza noti

Frequenza Hz	R [dB]
100	0,0
125	0,0
160	0,0
200	0,0
250	0,0
315	0,0
400	0,0
500	0,0
630	0,0
800	0,0
1000	0,0

Rw 47,1 dB

C 0,0



Soffitti: S1 - copertura gennaio 2023

Codice S 1 Descrizione copertura gennaio 2023

Dati generali | Stratigrafia | Calcolo Previsionale | **Risultati**

Impostazioni di calcolo

Tipologia	Solai nudi monolitici in cemento armato
Tipo di calcolo	Empirico
Metodo di calcolo	Da bibliografia

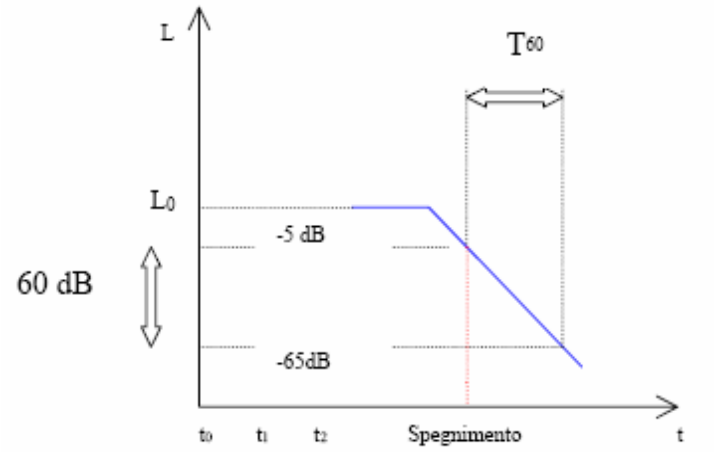
Risultati Rw

Rw 47,1 C 0,0 Ctr 0,0

VERIFICA DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE, STI E C50 NELLE DUE DIVERSE TIPOLOGIE DI SPAZI

Si illustra, in via sintetica, come è definito il Tempo di Riverberazione T60: **il T60 è il tempo necessario affinché il livello sonoro decada di 60 dB.**

Nel fare questa valutazione si deve uscire dalla parte irregolare del grafico e considerare il *tratto liscio/dritto* che segue. Secondo la normativa ISO 3382-2:2008 (per gli ambienti ordinari, quali abitazioni domestiche, uffici, ristoranti, centri espositivi, impianti industriali, istituti sportivi e scolastici) e UNI EN ISO 3382-1:2009 (per le sale di spettacolo), il tratto su cui valutare la pendenza media della curva deve iniziare a -5 dB rispetto al livello L_0 che si ha con la sorgente in funzione.



Per gli usi scolastici il tempo di riverberazione in una sala scolastica tipo è identificato ottimale se dell'ordine di $T_{riv.60}$ = 1,2 sec. ai sensi del DMLL.PP. 3150/1967, mentre viene meglio e più prudenzialmente definito dai CAM acustici del DM 23/06/2022 (ovvero della UNI 11532-2:2020).

Operativamente, bisogna spegnere la sorgente, attendere che il livello decresca di 5 dB, far partire un cronometro, aspettare che il livello arrivi a -65 dB ed infine fermare il cronometro. Il tempo che è passato viene detto tempo di riverberazione T60 ed è il parametro primario che caratterizza quanto un ambiente è riverberante o meno.

Il tempo di riverberazione indica direttamente l'effetto percepibile dall'uomo della durata della coda sonora, in secondi.

Quindi, esiste un **tempo di riverberazione ottimale** a seconda del tipo di utilizzo dell'ambiente.

Dal punto di vista ingegneristico, occorre poter quantificare il valore di tempo di riverberazione partendo dalle caratteristiche acustiche dell'ambiente e questo lo si fa con la formula di Sabine (espresso in secondi):

$$T_{60} = 0{,}161 * \frac{V}{A} = 0{,}161 * \frac{V}{\overline{\alpha} * S}$$

dove V è il volume dell'ambiente in m^3 e A è l'area equivalente di assorbimento totale in m^2.

Il coefficiente medio lo si trova come media dei coefficienti di assorbimento delle varie parti dell'ambiente:

$$\overline{\alpha} = \frac{\sum_i \alpha_i * s_i}{S}$$

dove α_l è il coefficiente di assorbimento i-esimo e s_i è la superficie i-esima degli elementi presenti nell'ambiente, e quindi si può scrivere:

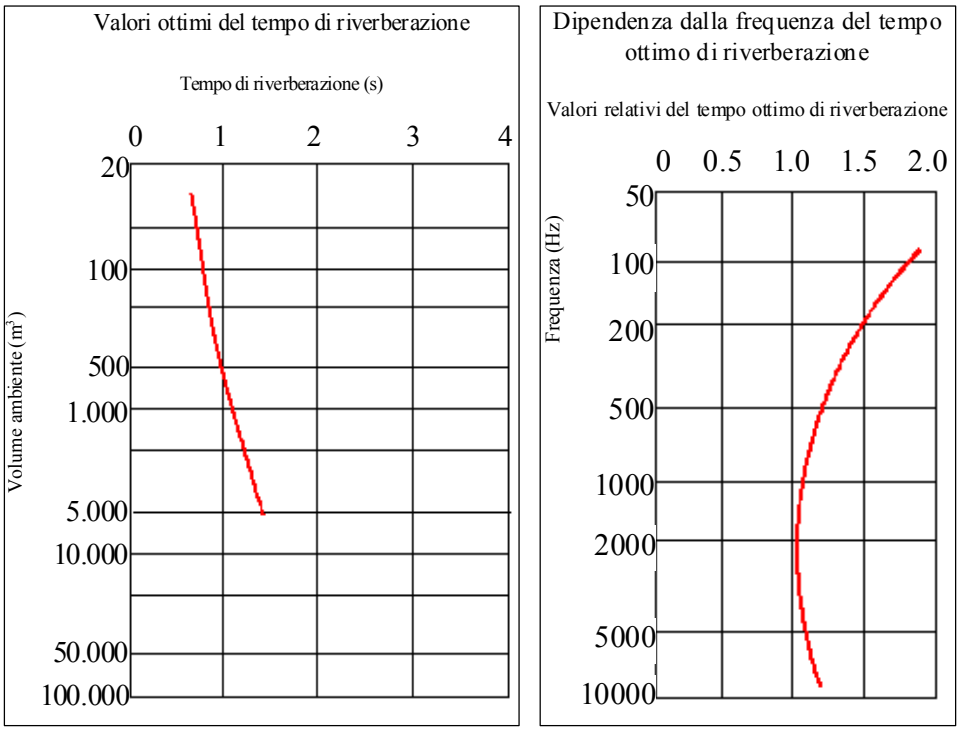
$$T_{60} = 0{,}161 * \frac{V}{\sum_i \alpha_i * s_i} \quad .$$

In definitiva, gli elementi presenti all'interno di un ambiente chiuso/confinato (pareti, arredamenti, persone, ecc.) condizionano la propagazione acustica, poiché assorbono in diversa misura l'energia sonora che incide su di essi. Tali fenomeni possono alterare e deteriorare la qualità del suono percepito dal ricettore, causando, ad esempio, il degrado della comunicazione verbale, fondamentale

per l'età dei frequentatori delle scuole materne, quando, invece, occorre fonoassorbire molto, quindi avere T60 bassi.

Relativamente al T60, i valori ottimali variano a seconda del volume e degli usi degli ambienti da valutare, secondo i seguenti schemi, tratti principalmente dal DM del 18/12/1975 recante "*Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica da osservarsi nelle opere di edilizia scolastica*".

Figura 3 – Schemi tratti dal DM del 18/12/1975 - Tempi di riverberazione in funzione del volume e della frequenza



Per la presente indagine, si sono condotte le verifiche del tempio di riverberazione, T60, in riferimento a n. 5 ambienti destinati all'ascolto del parlato A3.2 ai sensi della UNI 11532-1:2018 (le n. 4 unità pedagogiche, molto simili fra loro)

1. SEZIONE 1 unita all'aula att. collettive — con $T60_{ott}$ = 0,77 sec. (V ≈ 294 m^3)
2. SEZIONE 2 — con $T60_{ott}$ = 0,70 sec. (V ≈ 183 m^3)
3. SEZIONE 3 + 4 unite — con $T60_{ott}$ = 0,83 sec. (V ≈ 475 m^3)
4. palestra — con $T60_{ott}$ = 0,81 sec. senza necessità dell'ascolto del parlato (V ≈ 256 m^3)
5. sale attività collettive — con $T60_{ott}$ non c'è (V ≈ 96 m^3).

Alle pagg. 24÷42, si riportano le analisi condotte per il T60 e gli altri parametri richiamati dai CAM per gli spazi scolastici tipo della nuova scuola d'infanzia in oggetto, con pareti lisce all'interno (che si tratti di intonaco o cartongesso rasato poco cambia ai fini del T60), linoleum/gomma a pavimento, pareti vetrate come da progetto e copertura in legno a vista NON liscio / non lucidato, considerando già gli utenti all'interno (inserimento di 20 alunni di scuola infanzia e 2 adulti).

Nella SEZ. 1+ATT.COLLETTIVE si riportano i passaggi eseguiti per portare a norma acustica per il T60 (e la C50 e lo STI) la sezione unita allo spazio collettivo, con l'inserimento a parete di porzioni di materiale altamente fonoassorbente, mentre per gli altri ambienti, per non appesantire il presente documento, si riportano direttamente l'analisi ad ambienti già corretti acusticamente.

Con le correzioni di cui si dirà alle varie pagine dedicate alle singole analisi, poi riassunte nella tabella di pagg. 50-51, si avrà che

- **i T60 arriveranno in linea con i valori ottimali per ogni spazio,**
- **lo STI (vd. pagg. 49-50) migliorerà passando da SCARSO ad ACCETTABILE finanche BUONO in ogni ambiente corretto acusticamente,**
- **la Chiarezza, C50 (espressa in dB), che per ambienti con volumi inferiori a 250 m^3 deve essere maggiore di 2, migliorerà in tutti gli ambienti corretti acusticamente, mostrandosi sempre maggiore del valore di 2 (vd. pagg. 49-50).**

Nelle modellazioni che seguono si è utilizzato il software previsionale IMMI vs. 2020 di cui all'Allegato 4, che calcola il T60 ottimale, il T60 effettivo dell'ambiente modellato, il parametro STI e la Chiarezza (vd. § 3 sui CAM acustici). Nelle varie tipologie di ambienti scolastici per l'infanzia qui analizzati viene impostato che lo scopo sia l'ASCOLTO DEL PARLATO della categoria A3.2 ai sensi della UNI 11532-2:2020, tranne che per la Palestra (con uso SPORT) e per lo spazio comune collettivo che è da ritenersi senza requisiti di quiete.

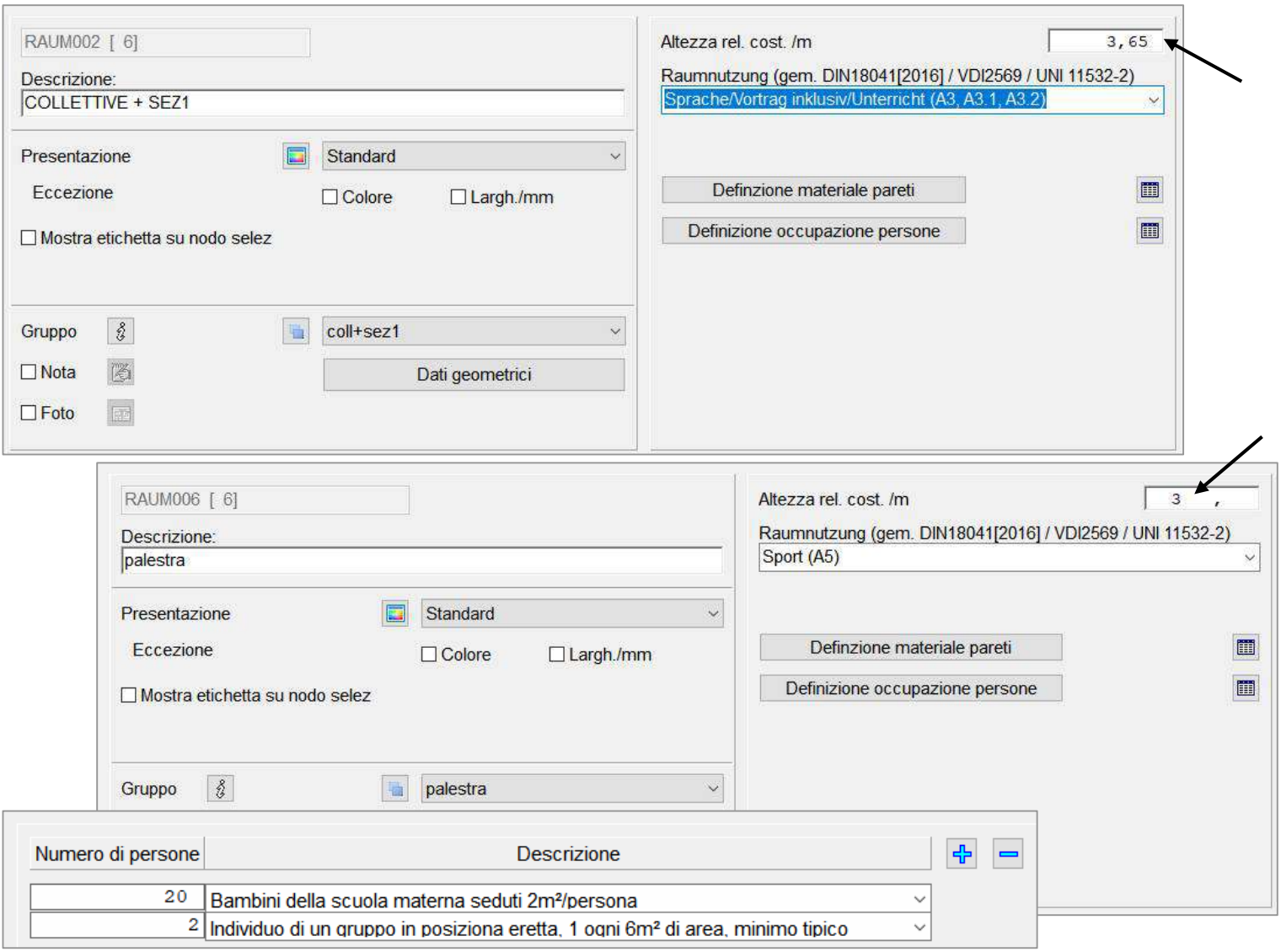
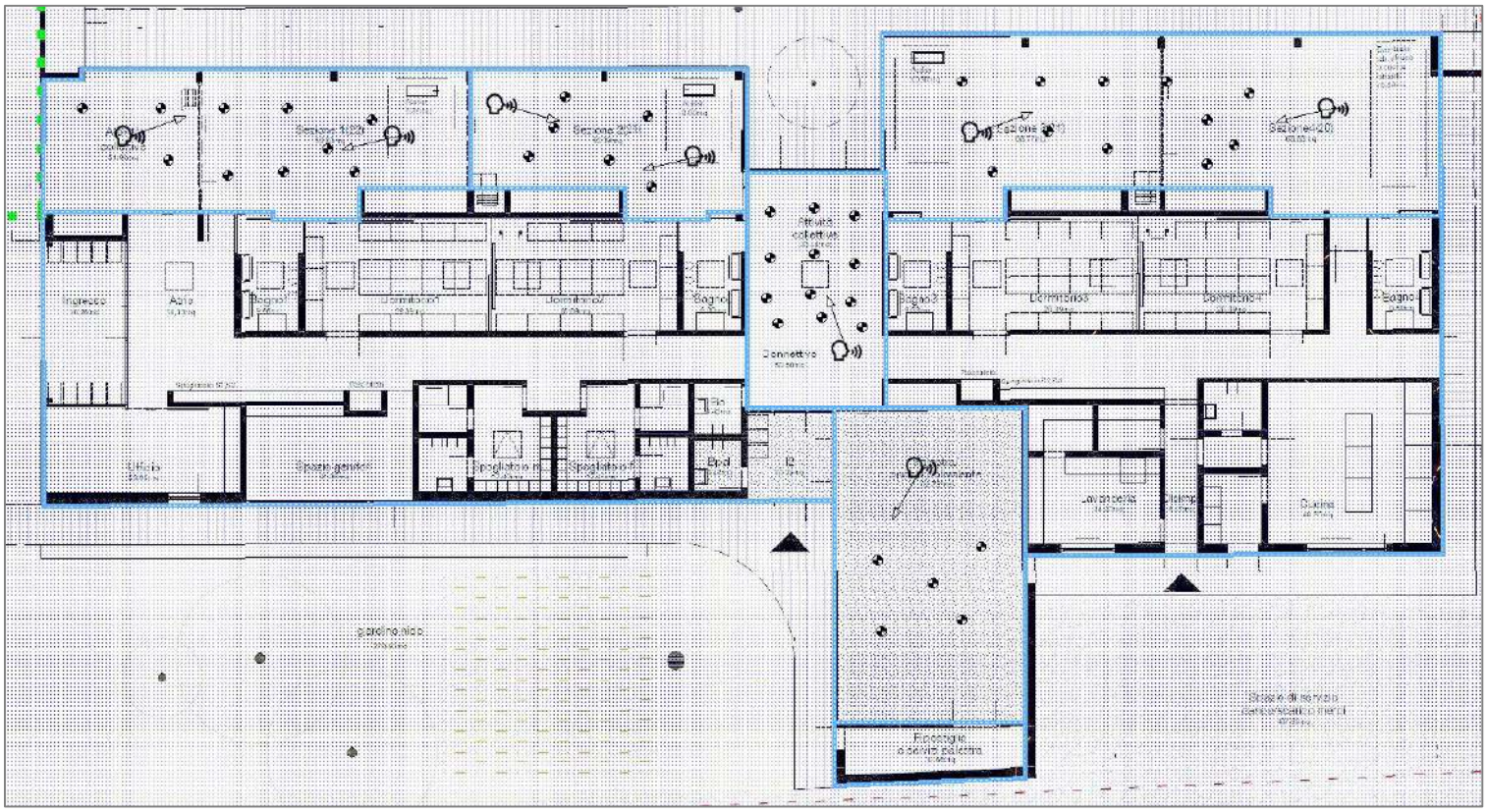
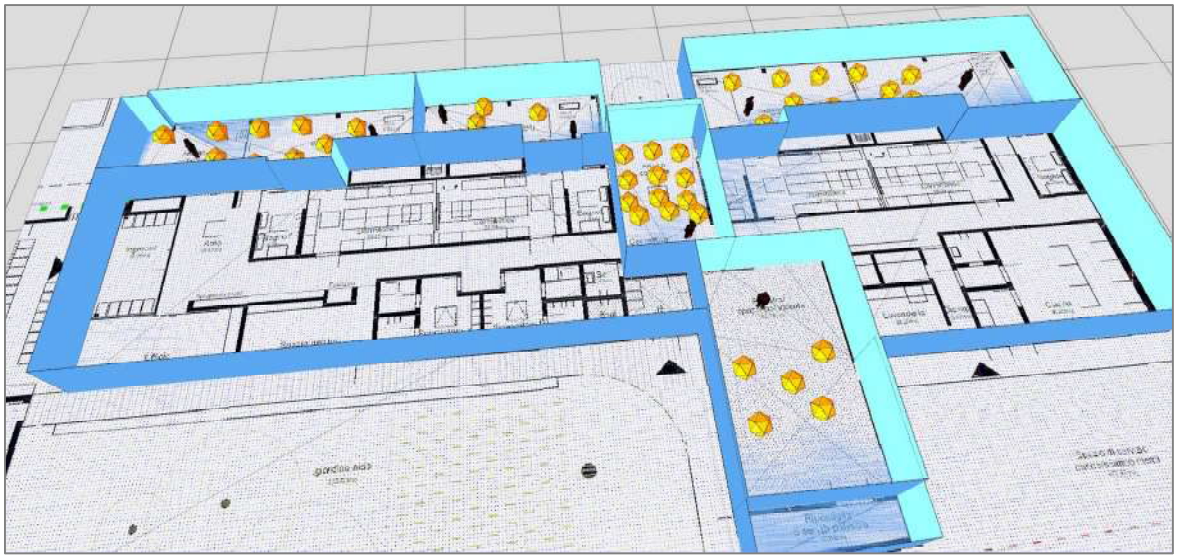
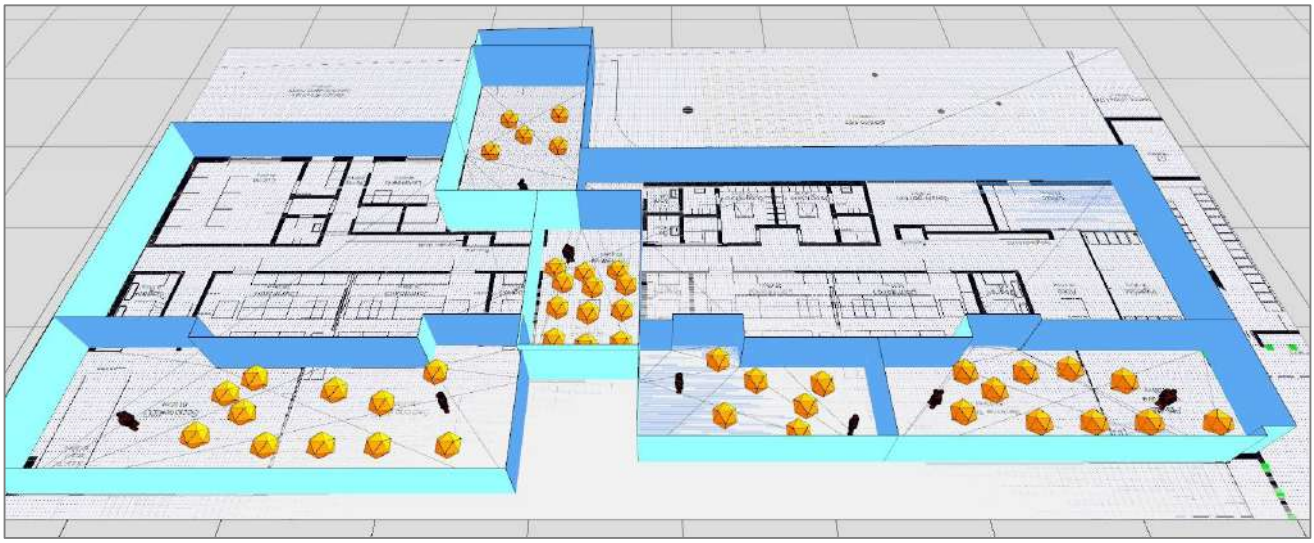


Figura 4 – Modello previsionale dell'acustica interna dei vari spazi per l'infanzia di Castenaso

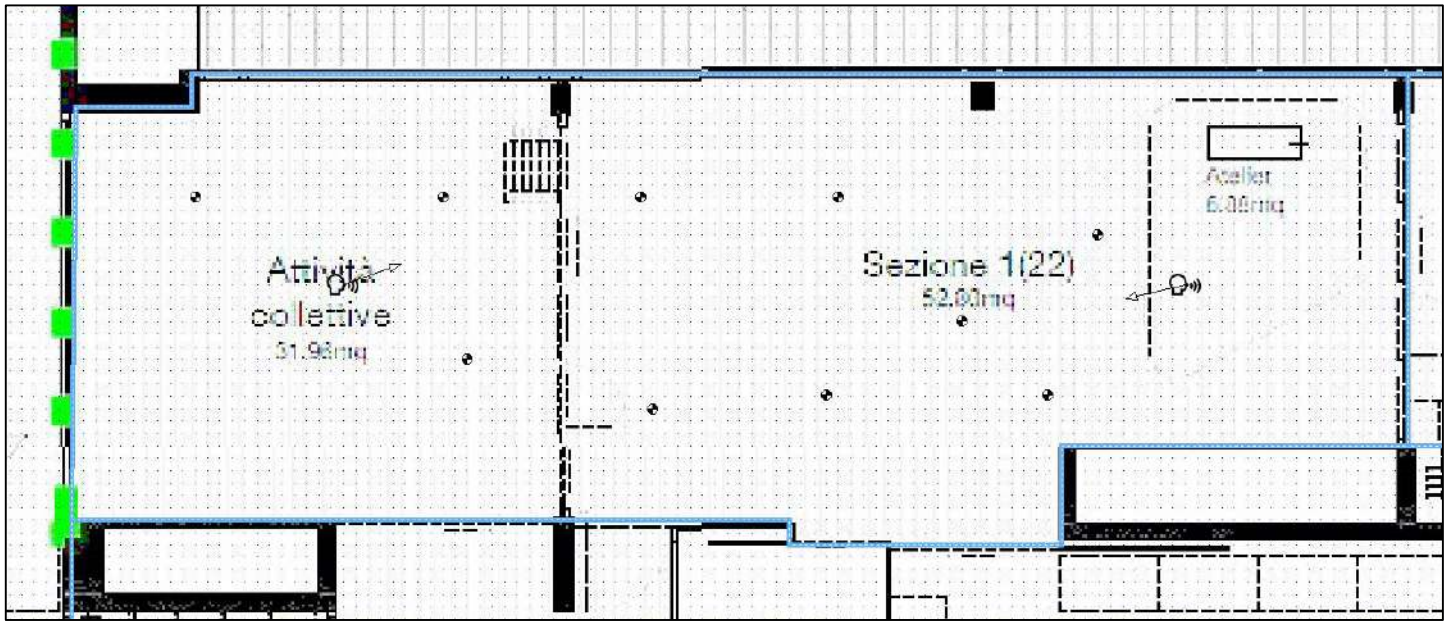


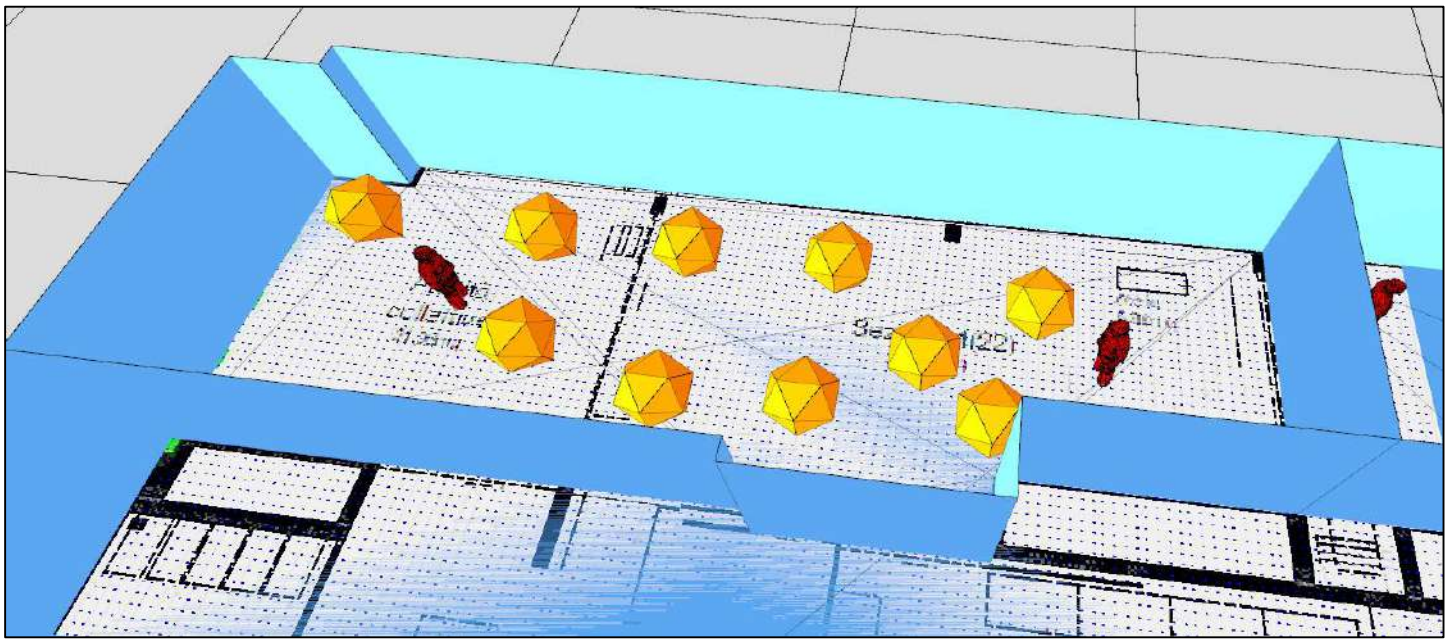


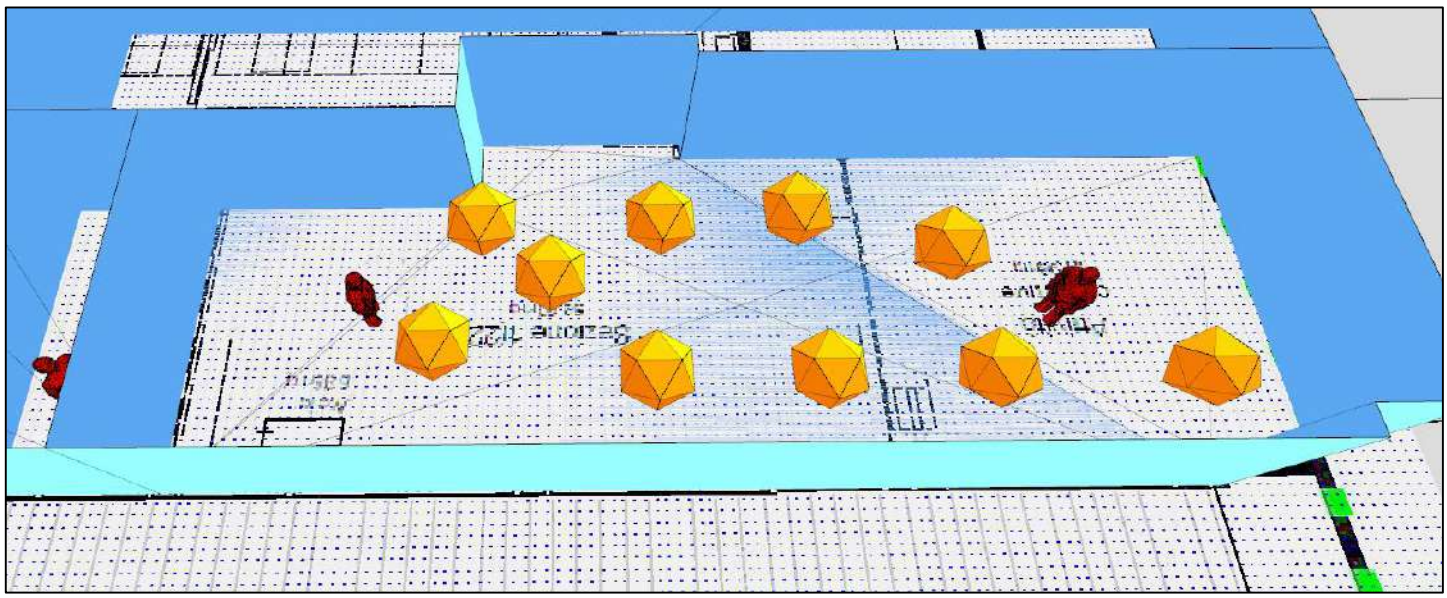


VERIFICA T60, C50 E STI SEZIONE 1 + ATT. COLLETTIVE OPEN

SENZA BAMBNI NE' DOCENTI – 1/6







VERIFICA T60, C50 E STI SEZIONE 1 + ATT. COLLETTIVE OPEN

SENZA BAMBNI NE' DOCENTI – 2/6

Dati generali locale	
Variante	coll+sez1
Nome locale	COLLETTIVE + SEZ1
Uso	Sprache/Vortrag inklusiv/Unterricht (A3, A3.1, A3.2)

Tempo di riverberazione con persone /s (incluso assorbimento at	1,26
Tempo di riverberazione senza persone /s (incluso assorbimento	1,26
Tempo di riverberazione Obbiettivo /s	0,77

volume /m³	293,95
volume netto /m³	293,95
Area /m²	321,10

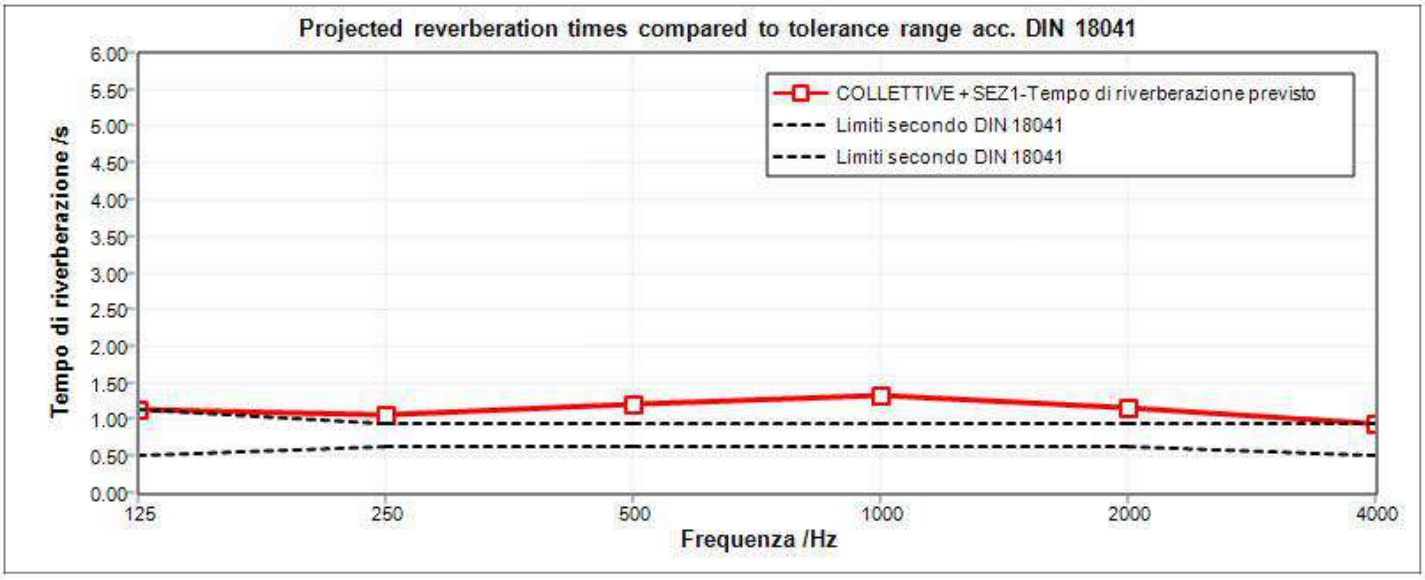
Tempo di riverberazione, Includere assorbimento atmosferico

f /Hz	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
s	-	-	-	1,135	1,071	1,213	1,316	1,160	0,939	-

Tempo di riverberazione media (secondo ISO 3382) /s **1.26**

Tempo di riverberazione ottimale /s **0.77**

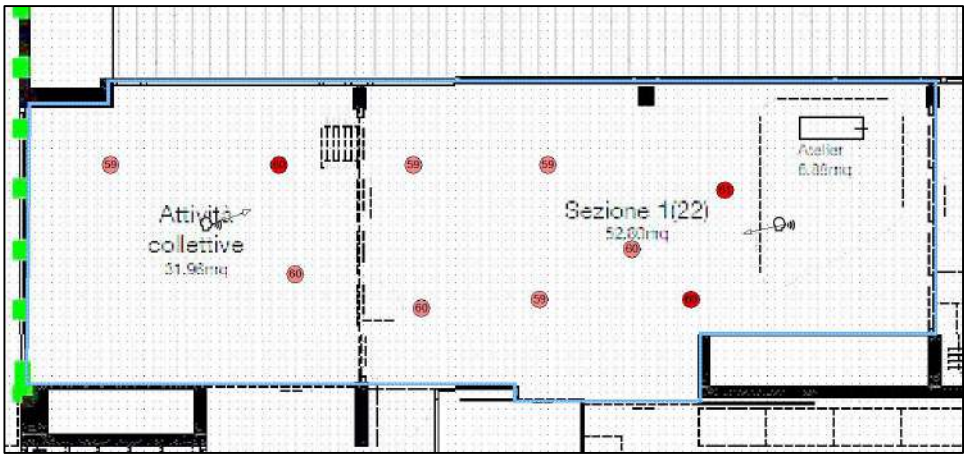
carta valore attuale | Carta valore ottimale

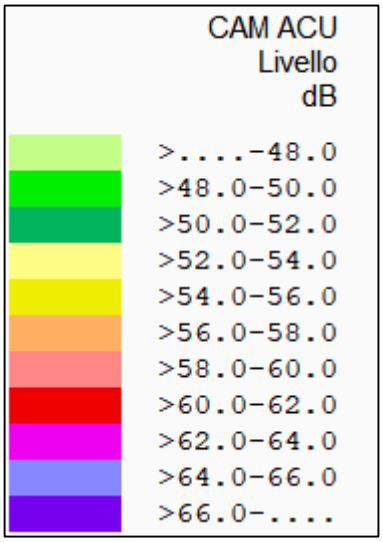


VERIFICA T60, C50 E STI SEZIONE 1 + ATT. COLLETTIVE OPEN

SENZA BAMBNI NE' DOCENTI – 3/6

		CAM ACU
IPkt006	COL+SEZ1 1	59,17
IPkt007	COL+SEZ1 2	60,28
IPkt008	COL+SEZ1 3	59,15
IPkt009	COL+SEZ1 3	59,36
IPkt010	COL+SEZ1 4	59,36
IPkt011	COL+SEZ1 5	60,87
IPkt012	COL+SEZ1 6	59,80
IPkt013	COL+SEZ1 7	59,51
IPkt014	COL+SEZ1 8	59,42
IPkt015	COL+SEZ1 9	59,51
IPkt016	COL+SEZ1 10	60,22





Calcolo ricettore in ambienti confinati
Previsione del rumore
coll+sez1

Punto immissione **COL+SEZ1 1**
Sorgente **VOCE2 coll+sez1**
CAM ACU
STI (secondo EN 60268 appendice L) 0,524 ragionevole
Chiarezza C50 0,9
Tempo riverberazione RT60(T20)/s 1,363
Tempo riverberazione RT60(T20) /s 1,299

Punto immissione **COL+SEZ1 2**
Sorgente **VOCE1 coll+sez1**
CAM ACU
STI (secondo EN 60268 appendice L) 0,569 ragionevole
Chiarezza C50 5,353
Tempo riverberazione RT60(T20)/s 1,216
Tempo riverberazione RT60(T20) /s 1,219

Punto immissione **COL+SEZ1 3**
Sorgente **VOCE1 coll+sez1**
CAM ACU
STI (secondo EN 60268 appendice L) 0,547 ragionevole
Chiarezza C50 4,314
Tempo riverberazione RT60(T20)/s 1,302
Tempo riverberazione RT60(T20) /s 1,254

Punto immissione **COL+SEZ1 3**
Sorgente **VOCE2 coll+sez1**
CAM ACU
STI (secondo EN 60268 appendice L) 0,53 ragionevole
Chiarezza C50 1,254
Tempo riverberazione RT60(T20)/s 1,316
Tempo riverberazione RT60(T20) /s 1,27

Punto immissione **COL+SEZ1 4**
Sorgente **VOCE2 coll+sez1**
CAM ACU
STI (secondo EN 60268 appendice L) 0,528 ragionevole
Chiarezza C50 2,144
Tempo riverberazione RT60(T20)/s 1,29
Tempo riverberazione RT60(T20) /s 1,277

Punto immissione **COL+SEZ1 5**
Sorgente **VOCE2 coll+sez1**
CAM ACU
STI (secondo EN 60268 appendice L) 0,585 ragionevole
Chiarezza C50 6,039
Tempo riverberazione RT60(T20)/s 1,26
Tempo riverberazione RT60(T20) /s 1,254

Punto immissione **COL+SEZ1 6**
Sorgente **VOCE1 coll+sez1**
CAM ACU
STI (secondo EN 60268 appendice L) 0,556 ragionevole
Chiarezza C50 4,864
Tempo riverberazione RT60(T20)/s 1,277
Tempo riverberazione RT60(T20) /s 1,25

Punto immissione **COL+SEZ1 7**
Sorgente **VOCE1 coll+sez1**
CAM ACU
STI (secondo EN 60268 appendice L) 0,531 ragionevole
Chiarezza C50 2,373
Tempo riverberazione RT60(T20)/s 1,295
Tempo riverberazione RT60(T20) /s 1,264

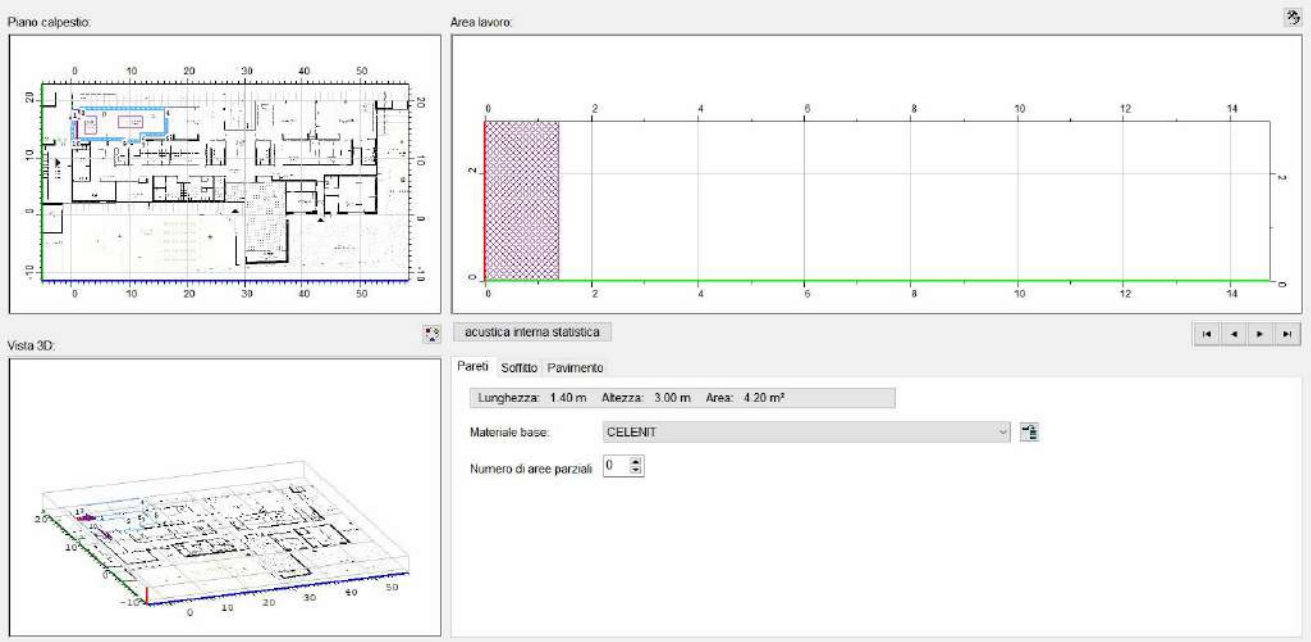
Punto immissione **COL+SEZ1 8**
Sorgente **VOCE1 coll+sez1**
CAM ACU
STI (secondo EN 60268 appendice L) 0,529 ragionevole
Chiarezza C50 1,421
Tempo riverberazione RT60(T20)/s 1,305
Tempo riverberazione RT60(T20) /s 1,265

Punto immissione **COL+SEZ1 9**
Sorgente **VOCE2 coll+sez1**
CAM ACU
STI (secondo EN 60268 appendice L) 0,542 ragionevole
Chiarezza C50 3,626
Tempo riverberazione RT60(T20)/s 1,251
Tempo riverberazione RT60(T20) /s 1,235

Punto immissione **COL+SEZ1 10**
Sorgente **VOCE2 coll+sez1**
CAM ACU
STI (secondo EN 60268 appendice L) 0,552 ragionevole
Chiarezza C50 4,438
Tempo riverberazione RT60(T20)/s 1,24
Tempo riverberazione RT60(T20) /s 1,227

VERIFICA T60, C50 E STI SEZIONE 1 + ATT. COLLETTIVE OPEN

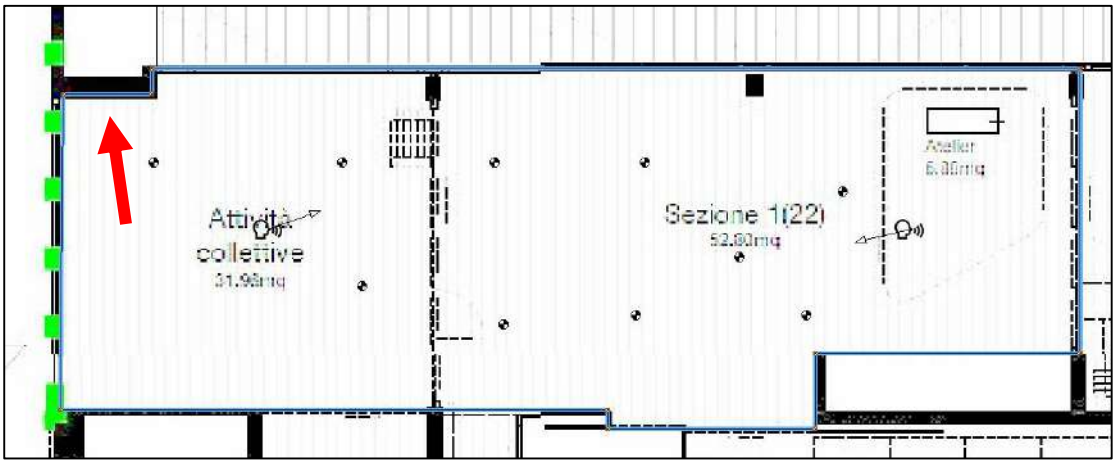
CON BAMBINI E 4 m^2 DI CELENIT-AB A PARETE + altri 3 m^2 dove possibile a parete – 4/6



Dati generali locale	
Variante	coll+sez1
Nome locale	COLLETTIVE + SEZ1
Uso	Sprache/Vortrag inklusiv/Unterricht (A3, A3.1, A3.2)

Tempo di riverberazione con persone /s (incluso assorbimento at	0,83
Tempo di riverberazione senza persone /s (incluso assorbimento	0,99
Tempo di riverberazione Obbiettivo /s	0,77

volume /m³	293,95
volume netto /m³	293,95
Area /m²	321,10





VERIFICA T60, C50 E STI SEZIONE 1 + ATT. COLLETTIVE OPEN

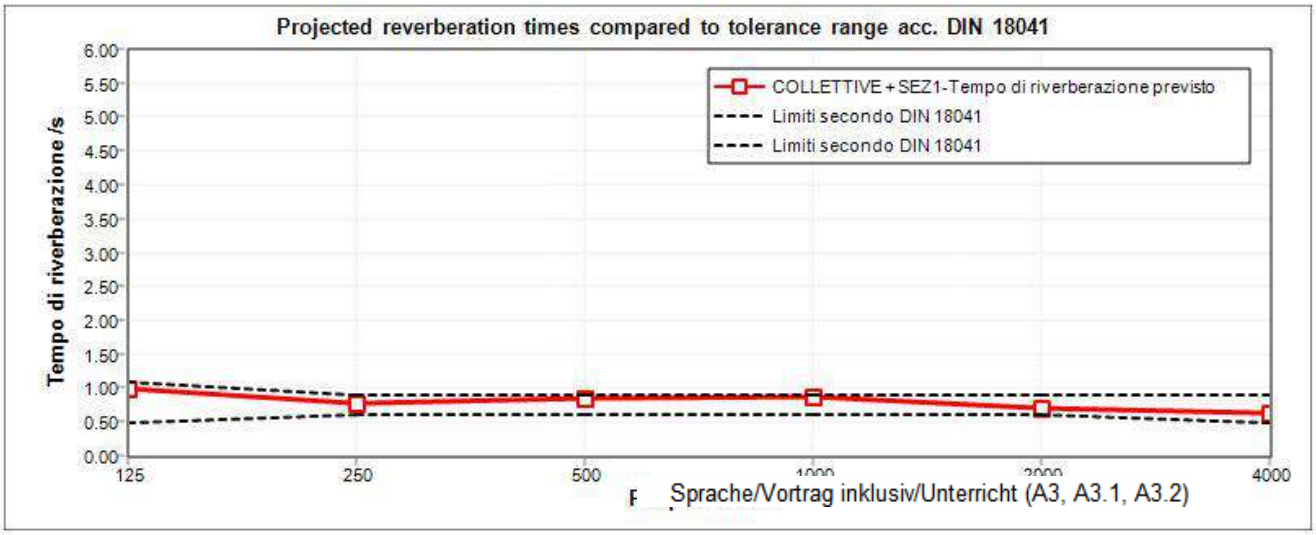
CON BAMBINI E 4 m^2 DI CELENIT-AB A PARETE + altri 3 m^2 dove possibile a parete – 5/6

Tempo di riverberazione, Includere assorbimento atmosferico, con influenza persone

f /Hz	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
s	-	-	-	0,986	0,766	0,850	0,875	0,694	0,622	-

Tempo di riverberazione media (secondo ISO 3382) /s	**0.86**
Tempo di riverberazione ottimale /s	**0.75**

carta valore attuale | Carta valore ottimale

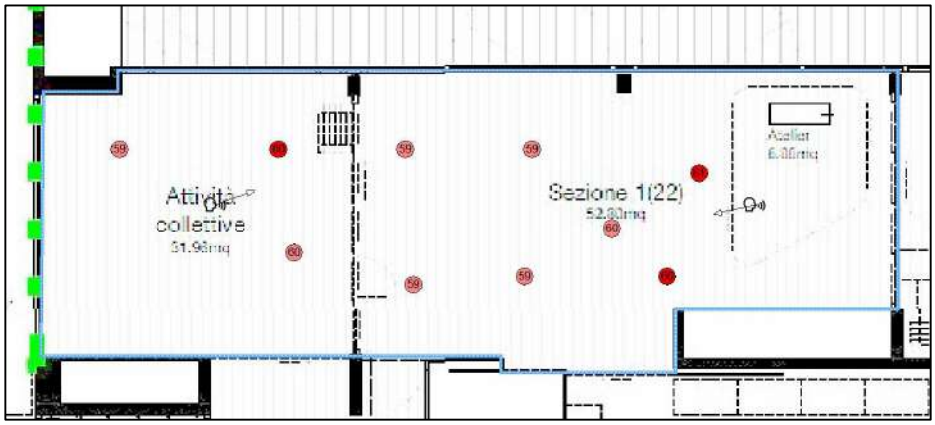


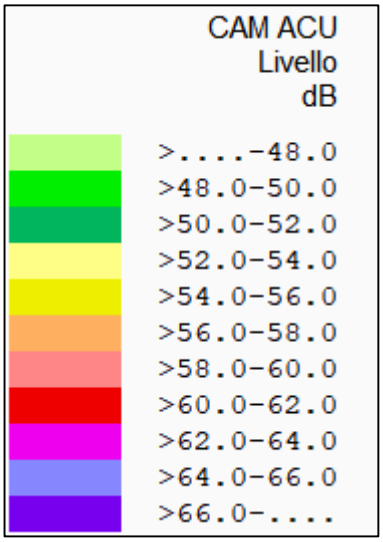


VERIFICA T60, C50 E STI SEZIONE 1 + ATT. COLLETTIVE OPEN

CON BAMBINI E 4 m² DI CELENIT-AB A PARETE + altri 3 m² dove possibile a parete – 6/6

		CAM ACU
IPkt006	COL+SEZ1 1	58,64
IPkt007	COL+SEZ1 2	60,18
IPkt008	COL+SEZ1 3	58,73
IPkt009	COL+SEZ1 3	59,36
IPkt010	COL+SEZ1 4	59,42
IPkt011	COL+SEZ1 5	60,95
IPkt012	COL+SEZ1 6	59,89
IPkt013	COL+SEZ1 7	59,46
IPkt014	COL+SEZ1 8	59,39
IPkt015	COL+SEZ1 9	59,52
IPkt016	COL+SEZ1 10	60,19





Calcolo ricettore in ambienti confinati
Previsione del rumore
coll+sez1

Punto immissione	**COL+SEZ1 1**
Sorgente	**VOCE2 coll+sez1**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,545 ragionevole
Chiarezza C50	1,1
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,239
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,193

Punto immissione	**COL+SEZ1 2**
Sorgente	**VOCE1 coll+sez1**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,569 ragionevole
Chiarezza C50	5,358
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,262
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,21

Punto immissione	**COL+SEZ1 3**
Sorgente	**VOCE1 coll+sez1**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,565 ragionevole
Chiarezza C50	4,762
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,25
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,168

Punto immissione	**COL+SEZ1 3**
Sorgente	**VOCE2 coll+sez1**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,536 ragionevole
Chiarezza C50	1,435
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,275
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,236

Punto immissione	**COL+SEZ1 4**
Sorgente	**VOCE2 coll+sez1**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,54 ragionevole
Chiarezza C50	2,455
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,199
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,201

Punto immissione	**COL+SEZ1 5**
Sorgente	**VOCE2 coll+sez1**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,572 ragionevole
Chiarezza C50	5,266
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,158
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,164

Punto immissione	**COL+SEZ1 6**
Sorgente	**VOCE1 coll+sez1**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,601 buono
Chiarezza C50	6,407
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,177
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,181

Punto immissione	**COL+SEZ1 7**
Sorgente	**VOCE1 coll+sez1**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,554 ragionevole
Chiarezza C50	2,963
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,182
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,157

Punto immissione	**COL+SEZ1 8**
Sorgente	**VOCE1 coll+sez1**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,547 ragionevole
Chiarezza C50	2
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,232
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,183

Punto immissione	**COL+SEZ1 9**
Sorgente	**VOCE2 coll+sez1**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,549 ragionevole
Chiarezza C50	3,796
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,232
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,2

Punto immissione	**COL+SEZ1 10**
Sorgente	**VOCE2 coll+sez1**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,566 ragionevole
Chiarezza C50	4,745
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,193
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,158

VERIFICA T60, C50 E STI SEZIONE 2

CON BAMBINI E 4 m^2 DI CELENIT-AB A PARETE OVE POSSIBILE (vd. Allegato 2) – 1/3

RAUM003 [6]

Descrizione:
sezione 2 separata

Presentazione | Standard

Eccezione | ☐ Colore | ☐ Largh./mm

☐ Mostra etichetta su nodo selez

Gruppo | sez2

☐ Nota | Dati geometrici

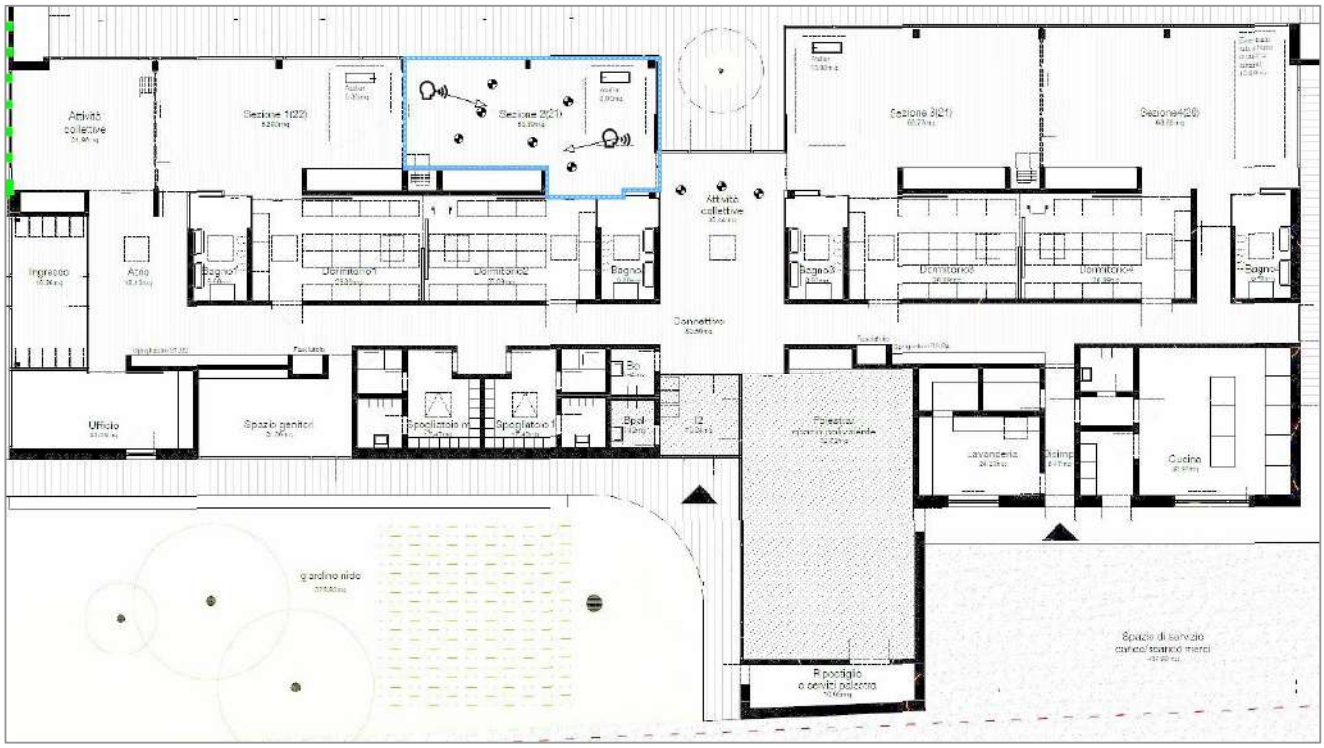
☐ Foto

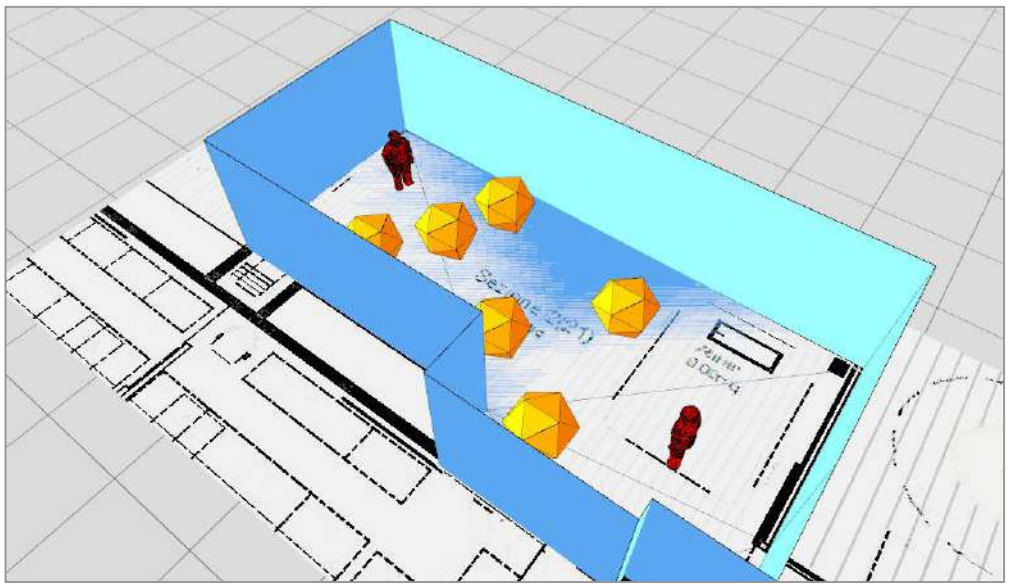
Altezza rel. cost. /m 3,50

Raumnutzung (gem. DIN18041[2016] / VDI2569 / UNI 11532-2)
Sprache/Vortrag inklusiv/Unterricht (A3, A3.1, A3.2)

Definizione materiale pareti

Definizione occupazione persone





VERIFICA T60, C50 E STI SEZIONE 2
CON BAMBINI E 4 m² DI CELENIT-AB A PARETE OVE POSSIBILE (vd. Allegato 2) – 2/3

Dati generali locale	
Variante	sez2
Nome locale	sezione 2 separata
Uso	Sprache/Vortrag inklusiv/Unterricht (A3, A3.1, A3.2)

Tempo di riverberazione con persone /s (incluso assorbimento at	0,85
Tempo di riverberazione senza persone /s (incluso assorbimento	1,04
Tempo di riverberazione Obbiettivo /s	0,70

volume /m³	183,33
volume netto /m³	183,33
Area /m²	218,16

Numero di persone	Descrizione
20	Bambino della scuola materna
2	Individuo di un gruppo in posizione eretta, 1 ogni 6m² di area, massimo tipico

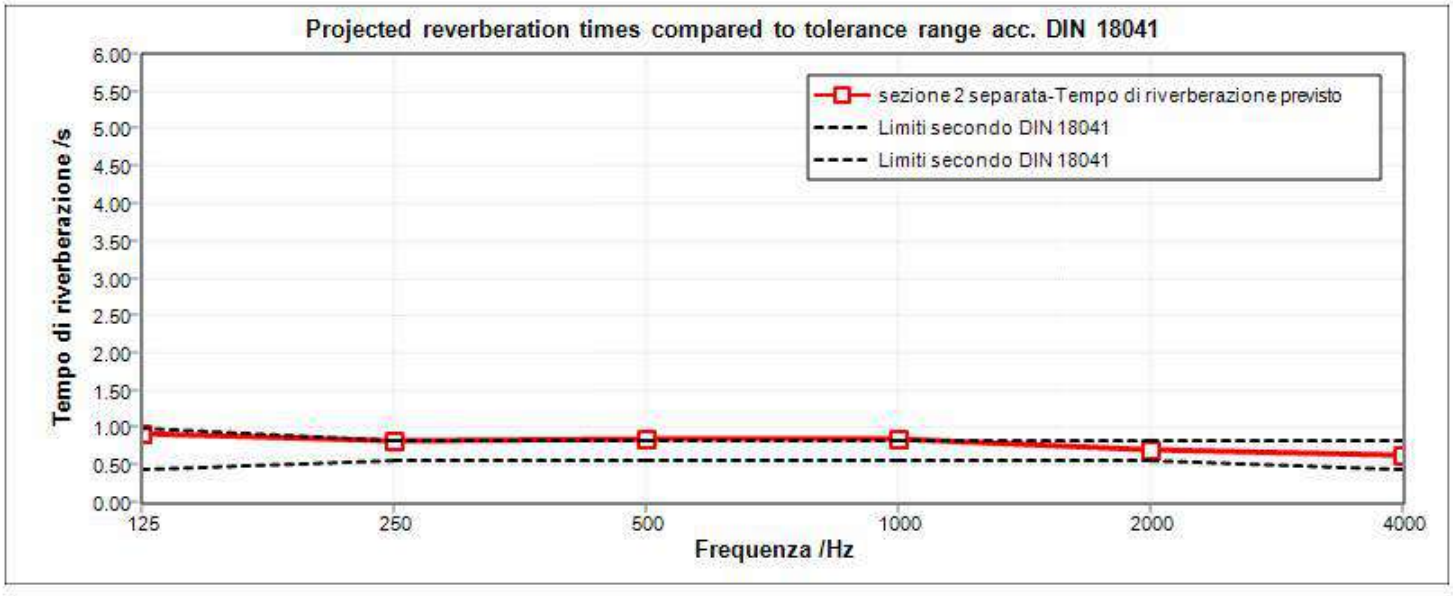
Tempo di riverberazione, Includere assorbimento atmosferico, con influenza persone

f /Hz	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
s	-	-	-	0,921	0,821	0,852	0,840	0,698	0,631	-

Tempo di riverberazione media (secondo ISO 3382) /s **0.85**

Tempo di riverberazione ottimale /s **0.70**

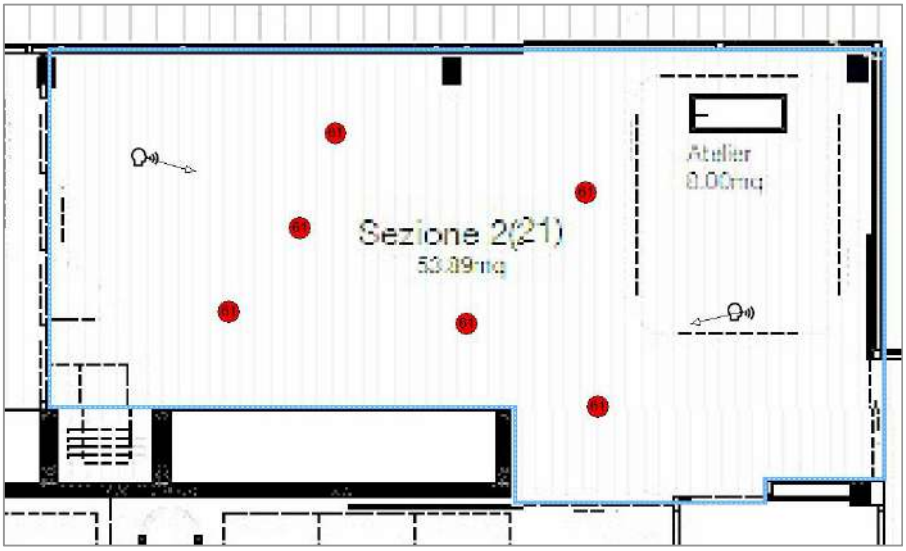
carta valore attuale | Carta valore ottimale

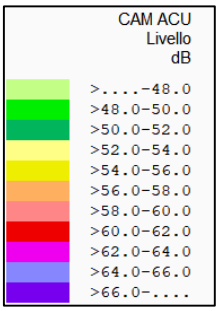


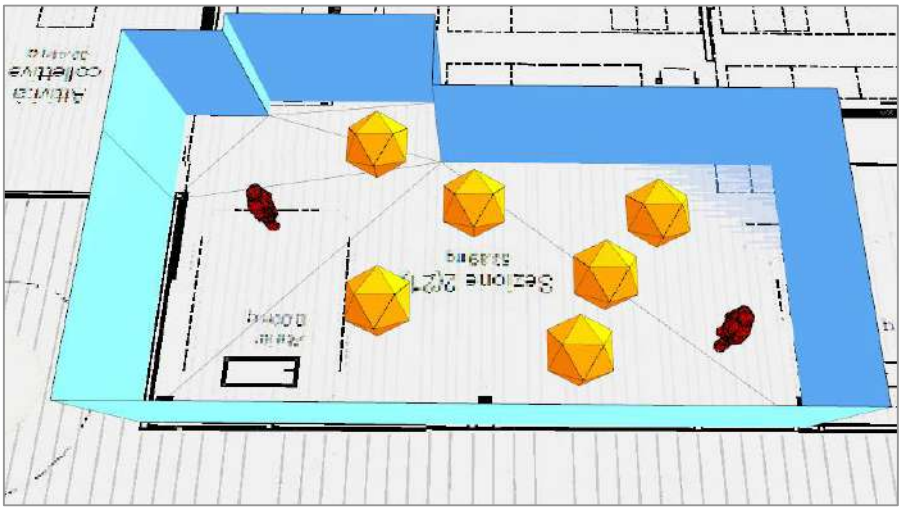
VERIFICA T60, C50 E STI SEZIONE 2

CON BAMBINI E 4 m^2 DI CELENIT-AB A PARETE OVE POSSIBILE (vd. Allegato 2) – 3/3

		CAM ACU
IPkt017	P1	61,47
IPkt018	P2	61,29
IPkt019	P3	61,42
IPkt020	P4	61,22
IPkt021	P5	61,44
IPkt022	P6	61,31







sez2
Previsione del rumore
SEZIONE 2

Punto immissione	**SEZIONE 2**
Sorgente	**VOCE1 SEZ2**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,549 ragionevole
Chiarezza C50	3,529
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,209
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,184

Punto immissione	**SEZIONE 2**
Sorgente	**VOCE2 SEZ2**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,555 ragionevole
Chiarezza C50	3,948
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,206
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,169

Punto immissione	**SEZIONE 2**
Sorgente	**VOCE1 SEZ2**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,551 ragionevole
Chiarezza C50	3,78
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,199
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,178

Punto immissione	**SEZIONE 2**
Sorgente	**VOCE2 SEZ2**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,543 ragionevole
Chiarezza C50	2,553
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,223
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,197

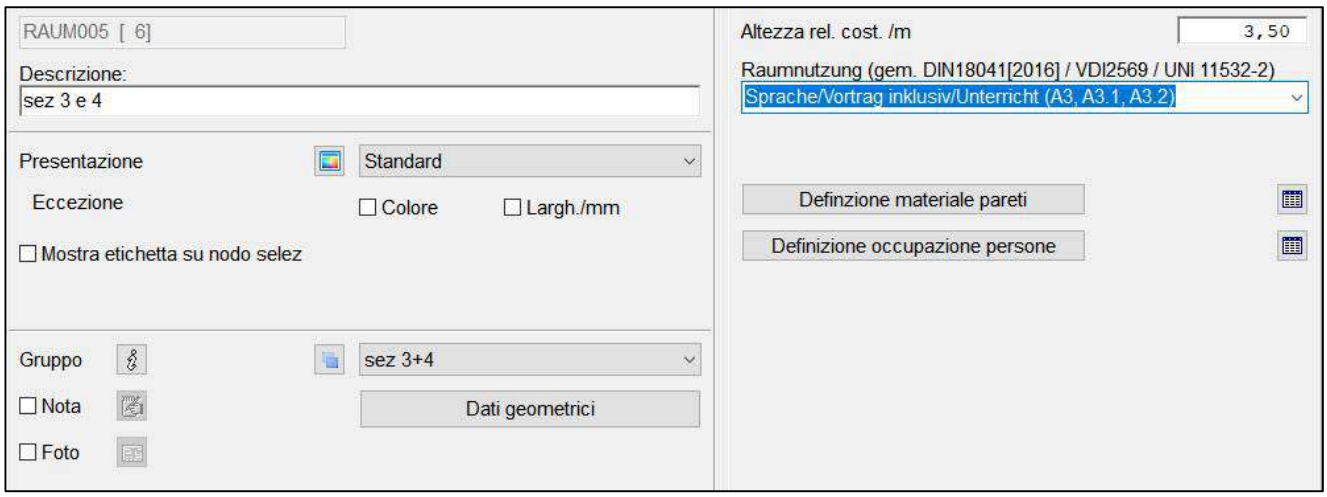
Punto immissione	**SEZIONE 2**
Sorgente	**VOCE1 SEZ2**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,551 ragionevole
Chiarezza C50	3,841
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,192
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,185

Punto immissione	**SEZIONE 2**
Sorgente	**VOCE1 SEZ2**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,548 ragionevole
Chiarezza C50	3,445
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,208
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,186

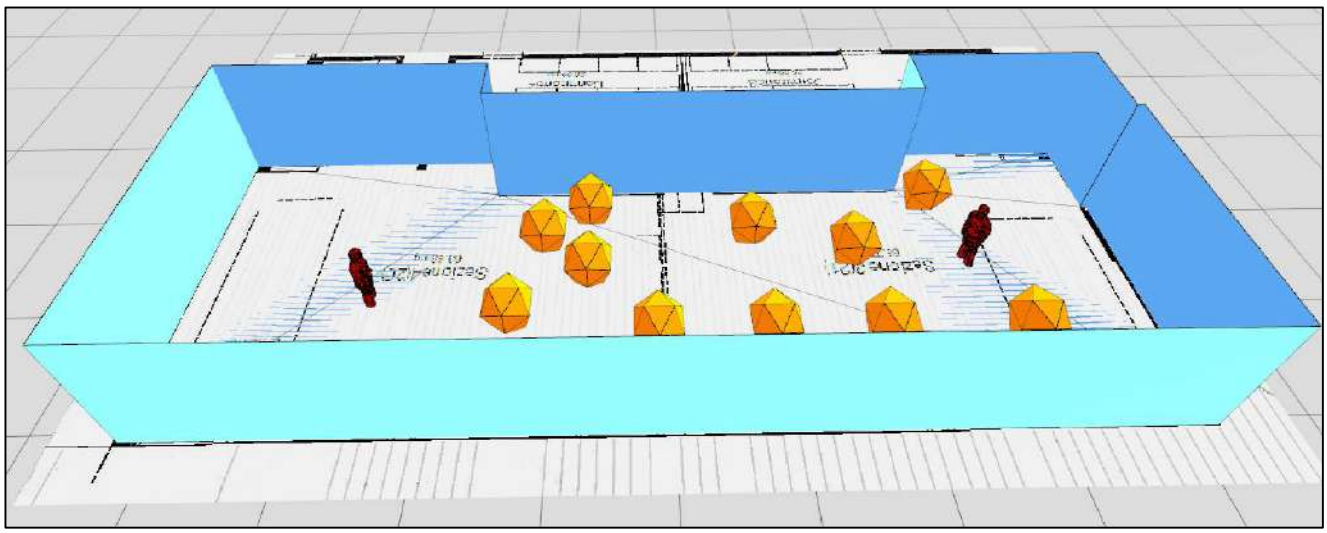
Punto immissione	**SEZIONE 2**
Sorgente	**VOCE2 SEZ2**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,601 buono
Chiarezza C50	6,407
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,177
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,181

VERIFICA T60, C50 E STI UNITÀ PEDAGOGICHE 3+4 UNITE

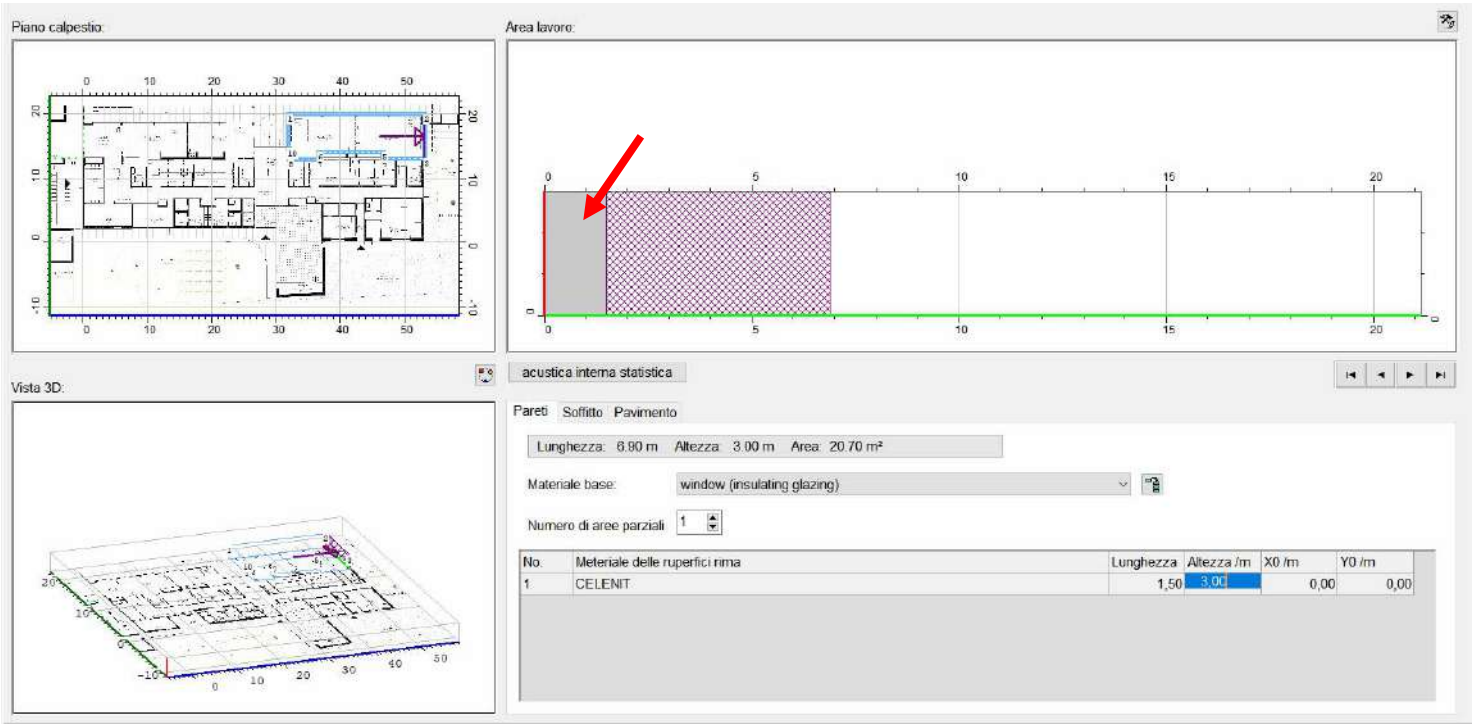
CON BAMBINI E 8 m^2 DI CELENIT-AB A PARETE OVE POSSIBILE (vd. Allegato 2) – 1/4

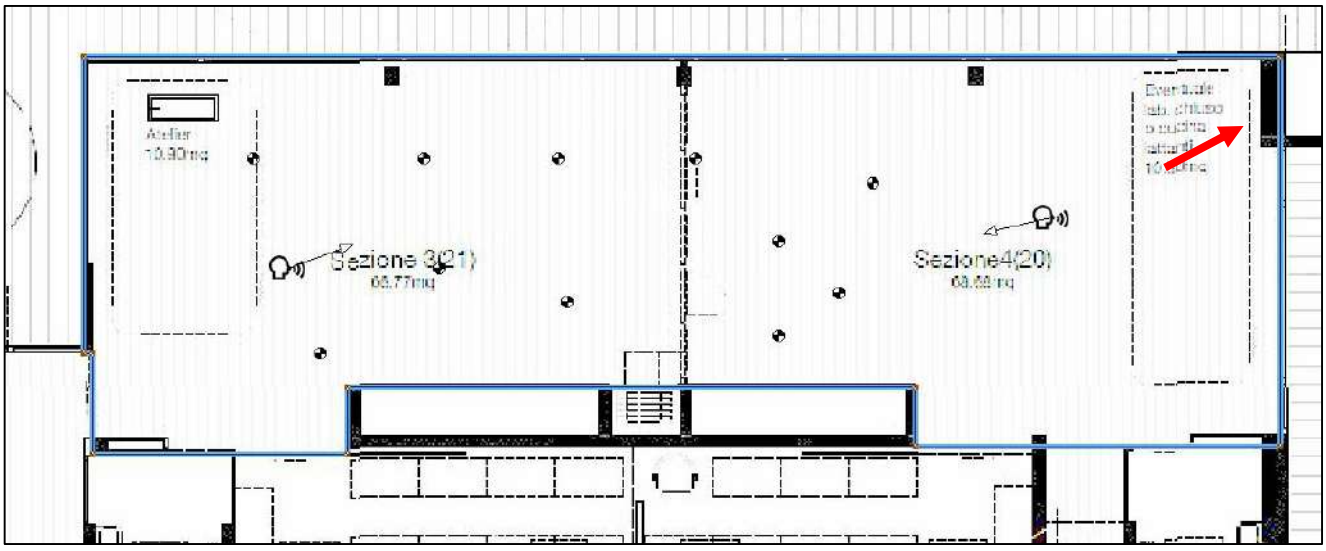






VERIFICA T60, C50 E STI UNITÀ PEDAGOGICHE 3+4 UNITE
CON BAMBINI E 8 m^2 DI CELENIT-AB A PARETE OVE POSSIBILE (vd. Allegato 2) – 2/4







VERIFICA T60, C50 E STI UNITÀ PEDAGOGICHE 3+4 UNITE

CON BAMBINI E 8 m² DI CELENIT-AB A PARETE OVE POSSIBILE (vd. Allegato 2) – 3/4

Dati generali locale	
Variante	coll+sez1
Nome locale	COLLETTIVE + SEZ1
Uso	parlato (A2)

Tempo di riverberazione con persone /s (incluso assorbimento at	0,89
Tempo di riverberazione senza persone /s (incluso assorbimento	1,06
Tempo di riverberazione Obbiettivo /s	0,83

volume /m³	475,33
volume netto /m³	475,33
Area /m²	476,37

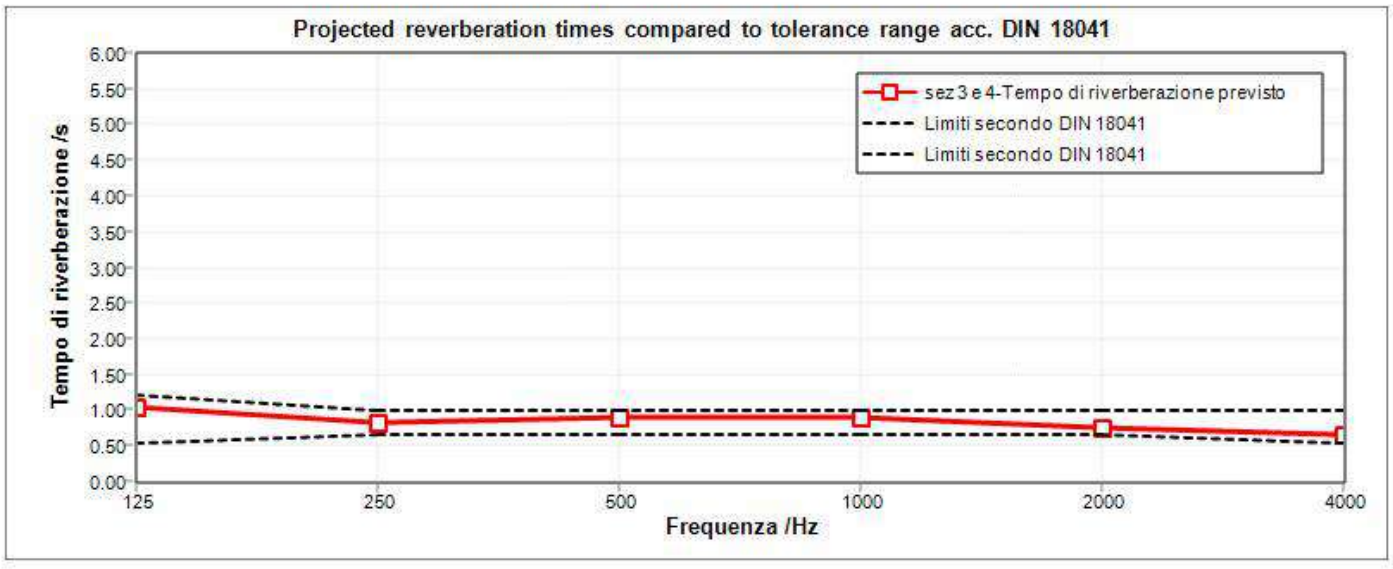
Tempo di riverberazione, Includere assorbimento atmosferico, con influenza persone

f /Hz	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
s	-	-	-	1,041	0,829	0,886	0,897	0,753	0,650	-

Tempo di riverberazione media (secondo ISO 3382) /s **0.89**

Tempo di riverberazione ottimale /s **0.83**

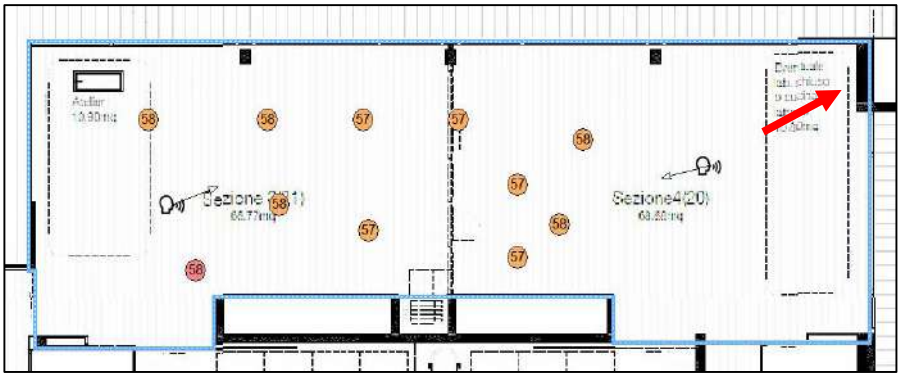
carta valore attuale | Carta valore ottimale

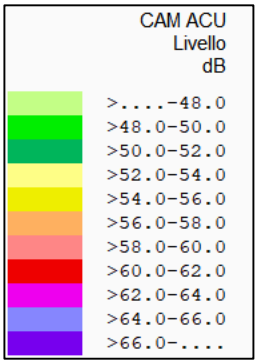


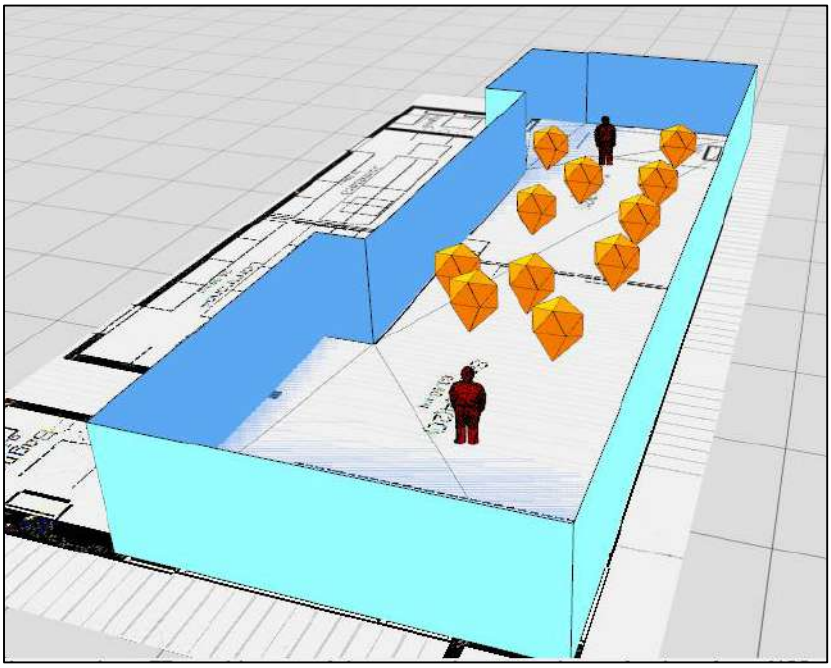
VERIFICA T60, C50 E STI UNITÀ PEDAGOGICHE 3+4 UNITE

CON BAMBINI E 8 m^2 DI CELENIT-AB A PARETE OVE POSSIBILE (vd. Allegato 2) – 4/4

		CAM ACU
IPkt035	sez3+4 1	57,82
IPkt036	sez3+4 2	57,72
IPkt037	ssez3+4 4	58,35
IPkt038	sez3+4 3	57,35
IPkt039	sez3+4 6	57,24
IPkt040	sez3+4 9	57,63
IPkt041	sez 3+4 6	57,94
IPkt042	sez 3+4 7 5	57,34
IPkt043	sez3+4 10	57,36
IPkt044	sez3+4 7	57,32
IPkt045	sez3+4 8	57,64







Previsione del rumore
sez3+4

Punto immissione	**sez3+4 1**
Sorgente	**VOCE2 sez3+4**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,545 ragionevole
Chiarezza C50	0,648
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,221
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,182
Punto immissione	**sez3+4 2**
Sorgente	**VOCE1 sez3+4**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,557 ragionevole
Chiarezza C50	4,095
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,205
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,159
Punto immissione	**sez3+4 3**
Sorgente	**VOCE1 sez3+4**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,544 ragionevole
Chiarezza C50	2,525
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,212
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,181
Punto immissione	**sez3+4 6**
Sorgente	**VOCE2 sez3+4**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,551 ragionevole
Chiarezza C50	2,226
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,22
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,155
Punto immissione	**sez3+4 9**
Sorgente	**VOCE2 sez3+4**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,562 ragionevole
Chiarezza C50	4,124
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,146
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,13
Punto immissione	**sez 3+4 6**
Sorgente	**VOCE2 sez3+4**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,537 ragionevole
Chiarezza C50	0,756
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,275
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,228
Punto immissione	**sez 3+4 7 5**
Sorgente	**VOCE1 sez3+4**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,55 ragionevole
Chiarezza C50	2,796
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,213
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,161
Punto immissione	**sez3+4 10**
Sorgente	**VOCE2 sez3+4**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,548 ragionevole
Chiarezza C50	2,611
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,24
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,169
Punto immissione	**sez3+4 7**
Sorgente	**VOCE2 sez3+4**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,545 ragionevole
Chiarezza C50	2,722
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,261
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,18
Punto immissione	**sez3+4 8**
Sorgente	**VOCE2 sez3+4**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,549 ragionevole
Chiarezza C50	3,29
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,214
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,172

VERIFICA T60, C50 E STI PALESTRA
NON NECESSITA DI CORREZIONI ACUSTICHE – 1/3

RAUM006 [6]

Descrizione:
Palestra

Presentazione — Standard

Eccezione — ☐ Colore ☐ Largh./mm

☐ Mostra etichetta su nodo selez

Gruppo — palestra

☐ Nota — Dati geometrici

☐ Foto

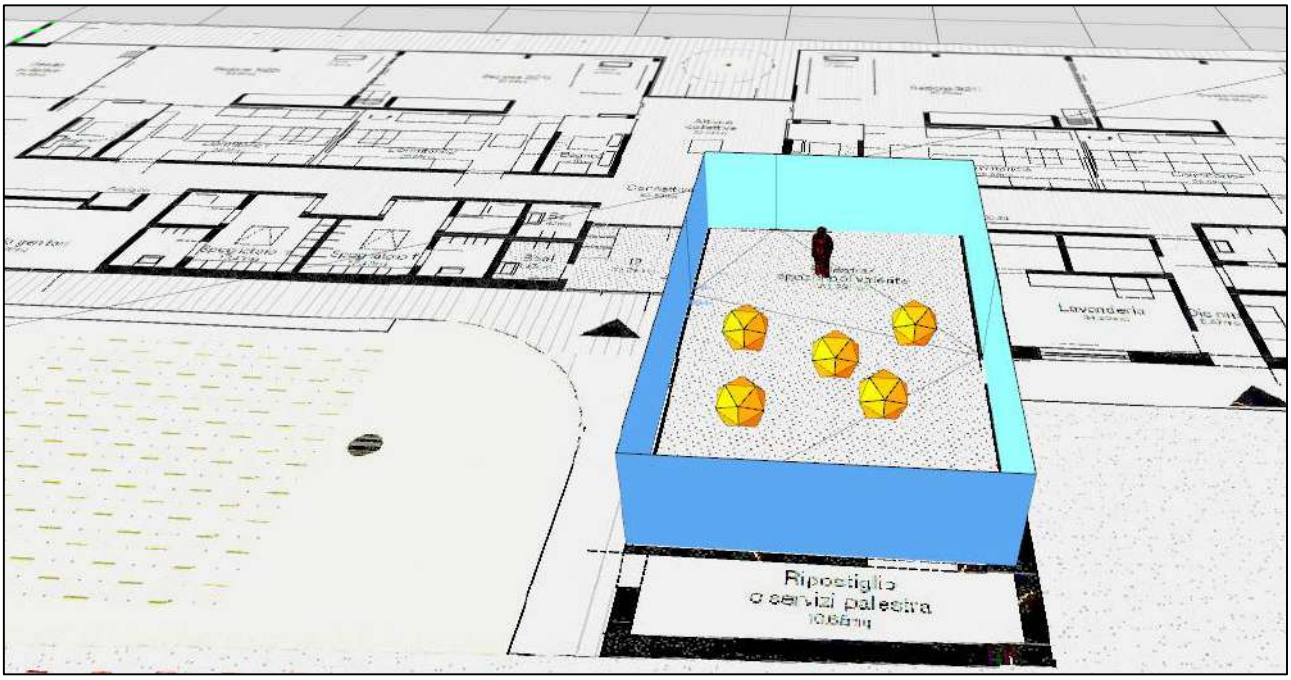
Altezza rel. cost. /m: 3,00

Raumnutzung (gem. DIN18041[2016] / VDI2569 / UNI 11532-2)
Sport (A5)

Definizione materiale pareti

Definizione occupazione persone





VERIFICA T60, C50 E STI PALESTRA
NON NECESSITA DI CORREZIONI ACUSTICHE – 2/3

Dati generali locale	
Variante	palestra
Nome locale	Palestra
Uso	Sport (A5)

Tempo di riverberazione con persone /s (incluso assorbimento at	0,69
Tempo di riverberazione senza persone /s (incluso assorbimento	0,77
Tempo di riverberazione Obbiettivo /s	0,81

volume /m³	255,96
volume netto /m³	255,96
Area /m²	284,94

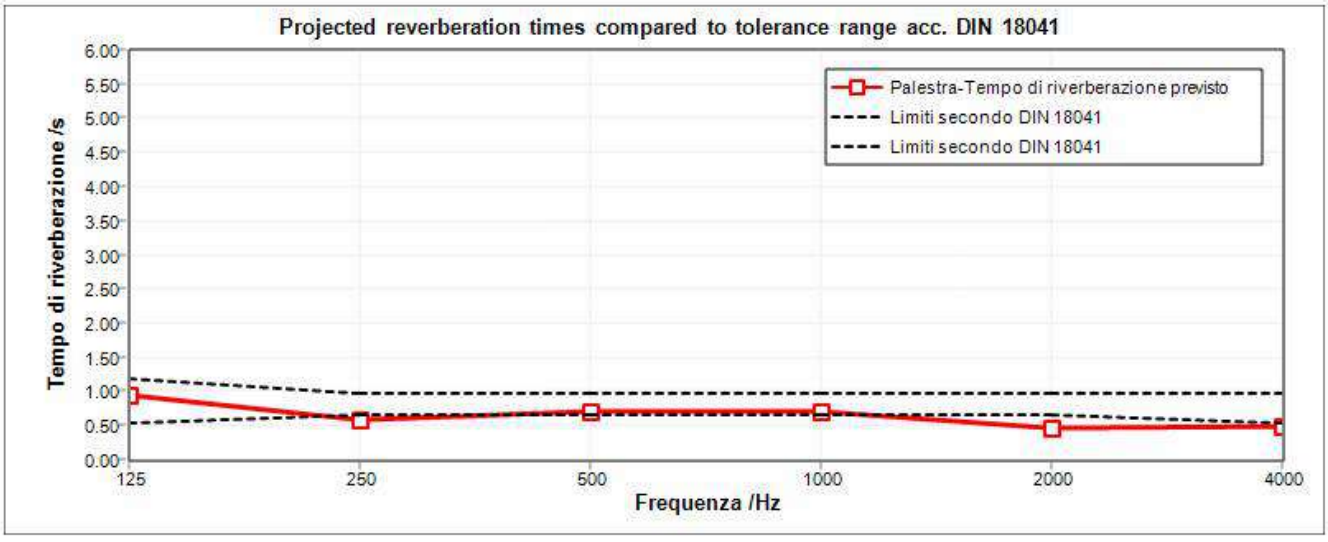
Tempo di riverberazione, Includere assorbimento atmosferico, con influenza persone

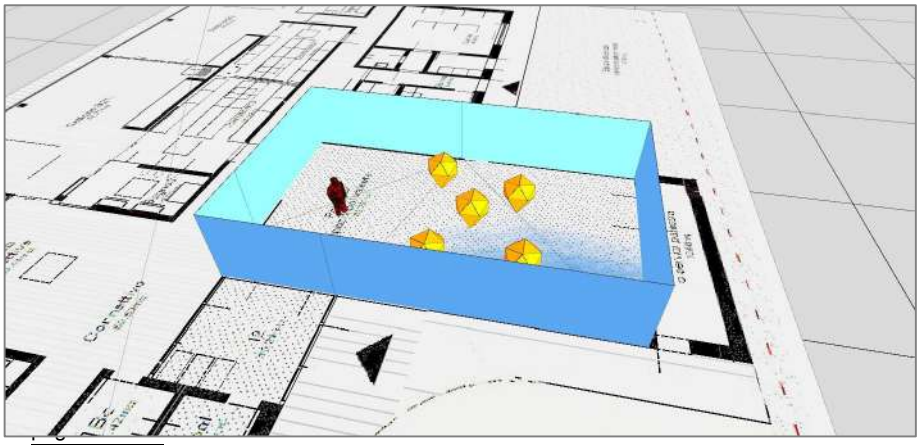
f /Hz	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
s	-	-	-	0,943	0,572	0,694	0,690	0,463	0,473	-

Tempo di riverberazione media (secondo ISO 3382) /s **0.69**

Tempo di riverberazione ottimale /s **0.81**

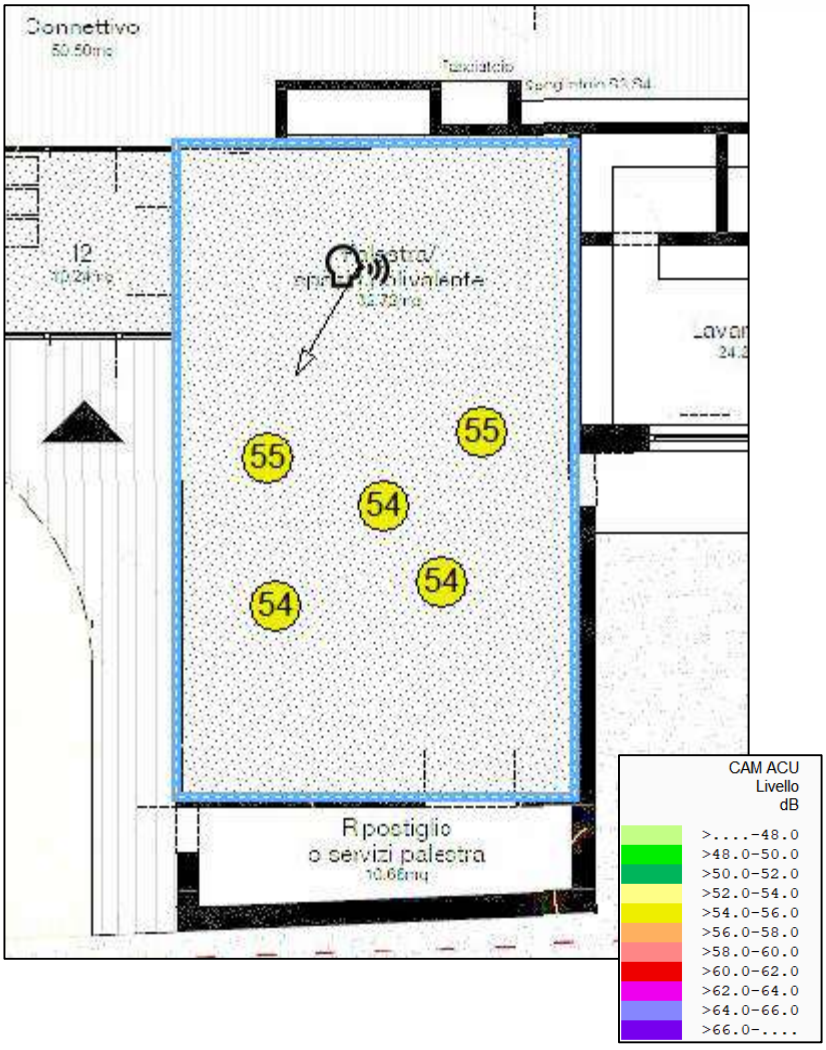
carta valore attuale | Carta valore ottimale





VERIFICA T60, C50 E STI PALESTRA
NON NECESSITA DI CORREZIONI ACUSTICHE – 3/3

		CAM ACU
IPkt001	P1	55,04
IPkt002	P2	54,64
IPkt003	P3	54,13
IPkt004	P4	54,04
IPkt005	P5	54,50





Previsione del rumore
PALESTRA

Punto immissione	**PALESTRA 1**
Sorgente	**VOCE**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,601 buono
Chiarezza C50	4,264
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,129
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	0,986

Punto immissione	**PALESTRA 2**
Sorgente	**VOCE**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,662 buono
Chiarezza C50	5,95
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	0,896
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	0,835

Punto immissione	**PALESTRA 3**
Sorgente	**VOCE**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,657 buono
Chiarezza C50	4,771
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	0,904
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	**0,856**

Punto immissione	**PALESTRA 4**
Sorgente	**VOCE**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,661 buono
Chiarezza C50	5,134
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	0,893
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	0,83

Punto immissione	**PALESTRA 5**
Sorgente	**VOCE**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,593 ragionevole
Chiarezza C50	3,771
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	0,94
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,071

Punto immissione	**PALESTRA 6**
Sorgente	**VOCE**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,548 ragionevole
Chiarezza C50	3,445
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,208
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,186

Punto immissione	**PALESTRA**
Sorgente	**VOCE**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,601 buono
Chiarezza C50	6,407
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,177
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,181

VERIFICA T60, C50 E STI ATTIVITA' COLLETTIVE

NON NECESSITA DI CORREZIONI ACUSTICHE – 1/4

RAUM004 [6]

Descrizione:
colletitve centrale

Presentazione — Standard

Eccezione — ☐ Colore ☐ Largh./mm

☐ Mostra etichetta su nodo selez

Gruppo — coll centrale

☐ Nota — Dati geometrici

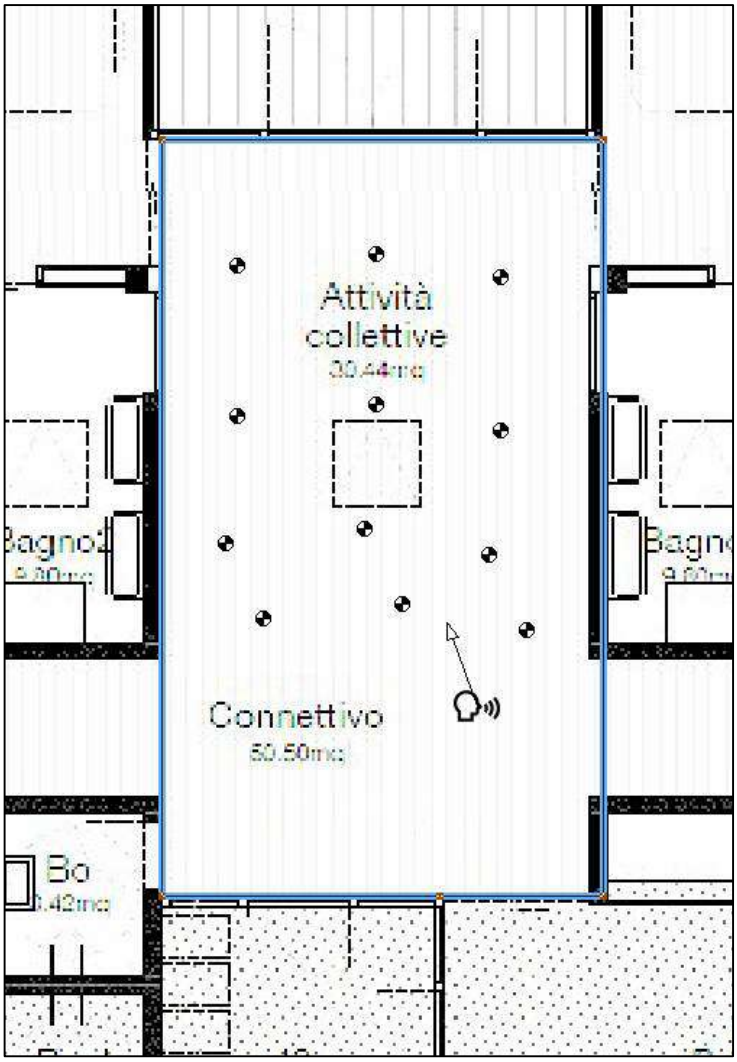
☐ Foto

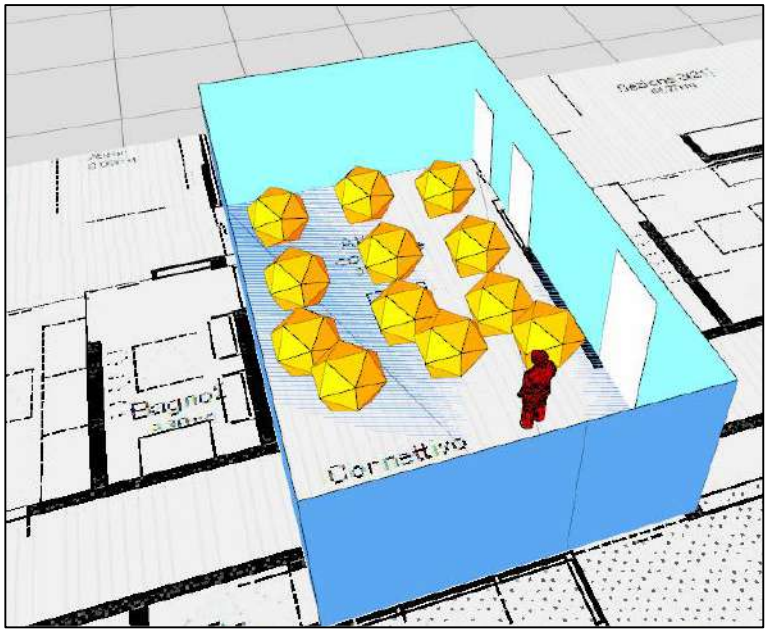
Altezza rel. cost. /m: 3,5

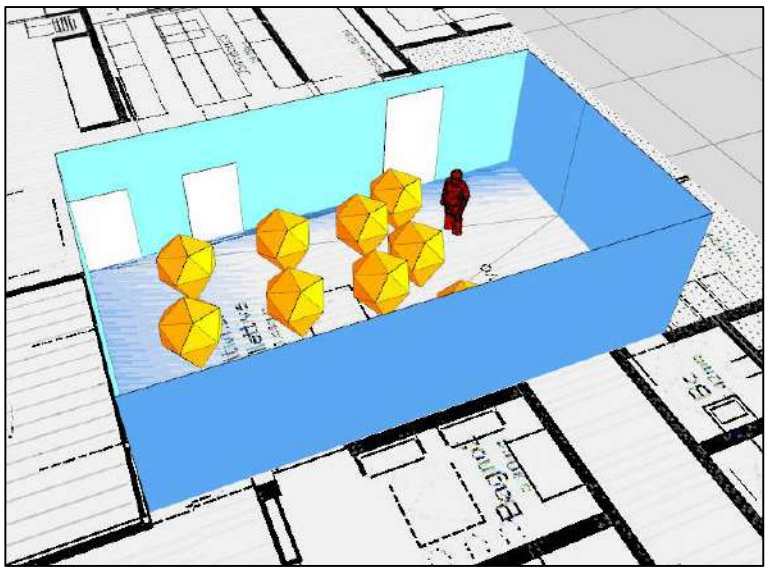
Raumnutzung (gem. DIN18041[2016] / VDI2569 / UNI 11532-2)
Stanza senza requisiti di quiete (B4)

Definzione materiale pareti

Definizione occupazione persone







VERIFICA T60, C50 E STI ATTIVITA' COLLETTIVE
NON NECESSITA DI CORREZIONI ACUSTICHE – 2/4

Dati generali locale	
Variante	collettive centrale
Nome locale	colletitve centrale
Uso	Stanza senza requisiti di quiete (B4)

Tempo di riverberazione con persone /s (incluso assorbimento at	0,60
Tempo di riverberazione senza persone /s (incluso assorbimento	0,69

A/m²	37,61
V /m3	165,38
rapporto A/V ,m²/m3	0,23
valore di soglia	0,21
A/V soddisfa valore indicativo	Si

volume /m³	165,38
volume netto /m³	165,38
Area /m²	194,25

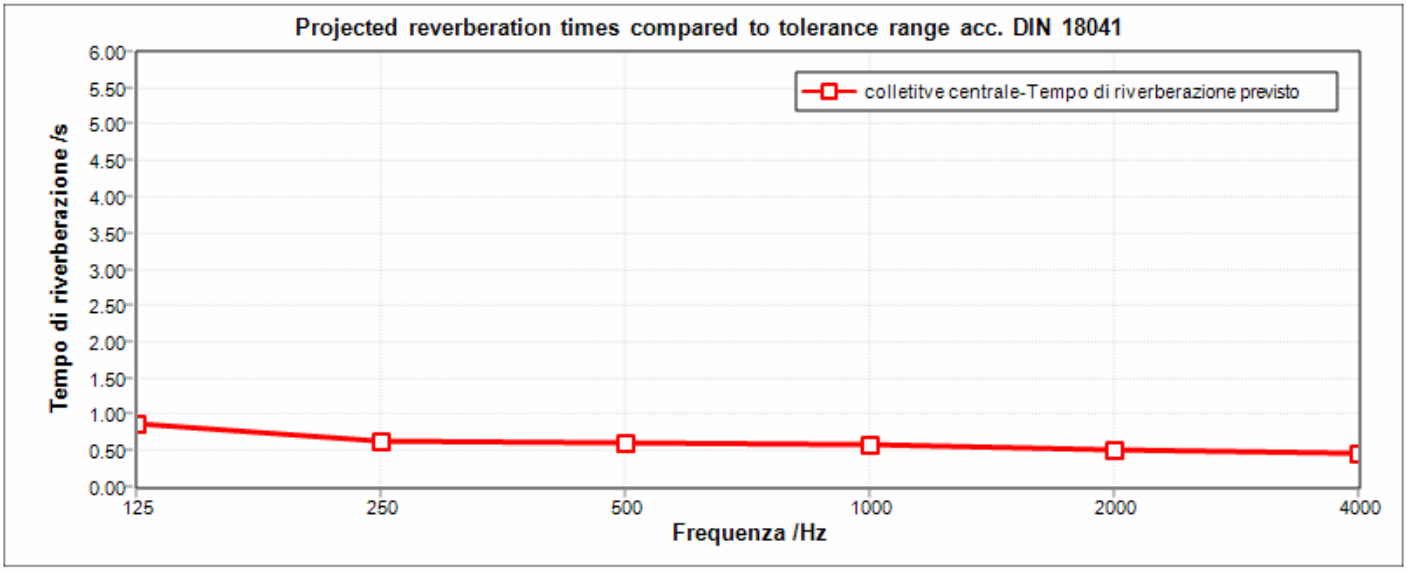
Tempo di riverberazione, Includere assorbimento atmosferico, con influenza persone

f /Hz	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
s	-	-	-	0,869	0,639	0,613	0,583	0,511	0,457	-

Tempo di riverberazione media (secondo ISO 3382) /s **0.60**

Tempo di riverberazione ottimale /s -

carta valore attuale



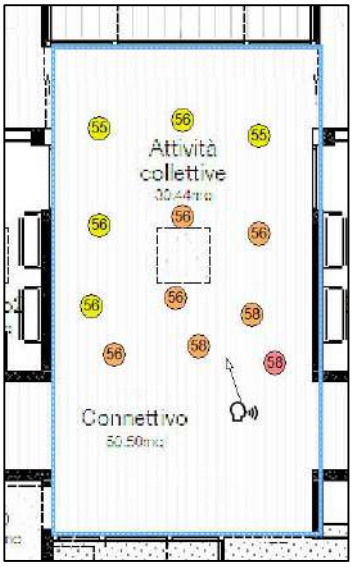
VERIFICA T60, C50 E STI ATTIVITA' COLLETTIVE

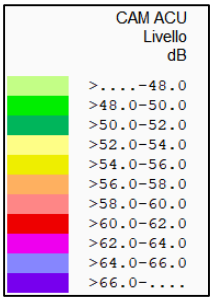
NON NECESSITA DI CORREZIONI ACUSTICHE – 3/4

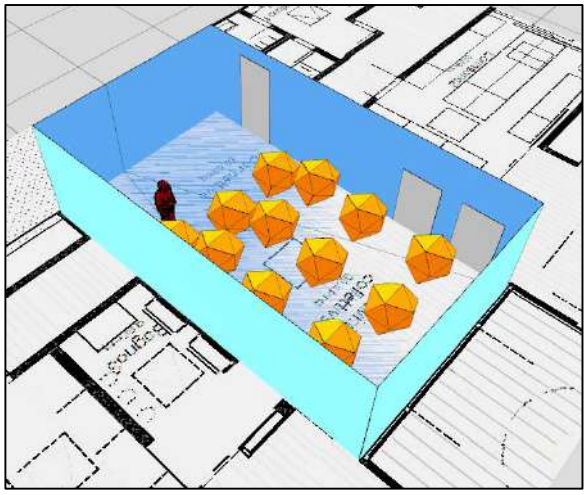
Previsione del rumore
att.collettive

Punto immissione	**att.collettive 1**
Sorgente	**VOCE**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,678 buono
Chiarezza C50	5,574
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	0,808
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	0,769
Punto immissione	**att.collettive 2**
Sorgente	**VOCE**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,676 buono
Chiarezza C50	5,645
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	0,815
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	0,774
Punto immissione	**att.collettive 3**
Sorgente	**VOCE**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,68 buono
Chiarezza C50	5,911
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	0,797
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	0,775
Punto immissione	**att.collettive 4**
Sorgente	**VOCE**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,683 buono
Chiarezza C50	6,292
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	0,792
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	0,764
Punto immissione	**att.collettive 5**
Sorgente	**VOCE**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,672 buono
Chiarezza C50	6,214
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	0,785
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	0,779
Punto immissione	**att.collettive 6**
Sorgente	**VOCE**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,677 buono
Chiarezza C50	6,672
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	0,783
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	0,776
Punto immissione	**att.collettive**
Sorgente	**VOCE**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,669 buono
Chiarezza C50	6,16
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	0,808
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	0,794
Punto immissione	**att.collettive 7**
Sorgente	**VOCE**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,674 buono
Chiarezza C50	7,153
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	0,778
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	0,786
Punto immissione	**att.collettive 8**
Sorgente	**VOCE**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,692 buono
Chiarezza C50	8,373
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	0,799
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	0,765
Punto immissione	**att.collettive 9**
Sorgente	**VOCE**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,675 buono
Chiarezza C50	8,033
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	0,81
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	0,812
Punto immissione	**att.collettive 10**
Sorgente	**VOCE**
CAM ACU	
STI (secondo EN 60268 appendice L)	0,706 buono
Chiarezza C50	9,314
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	0,788
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	0,783

		CAM ACU
IPkt023	P1 collettive centrale	55,36
IPkt024	P2 collettive centrale*	55,51
IPkt025	P3 collettive centrale	55,07
IPkt026	P4 collettive centrale	55,87
IPkt027	P5 collettive centrale	56,23
IPkt028	P6 collettive centrale	56,44
IPkt029	P7 collettive centrale	55,99
IPkt030	P8 collettive centrale	56,50
IPkt031	P9 collettive centrale*	57,54
IPkt032	P10 collettive centrale	56,21
IPkt033	P11 collettive centrale	57,71
IPkt034	P12 collettive centrale	58,18









§ 3 - VERIFICA DEI CAM ACUSTICI

Gli ospedali, le case di cura e le scuole devono soddisfare il livello di prestazione superiore riportato nel prospetto A.1 dell'Appendice A della norma 11367 (vd. sotto).

Gli ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori indicati per i descrittori acustici riportati nella norma UNI 11532.

I descrittori acustici da utilizzare sono:

- quelli definiti nella UNI 11367 per i requisiti acustici passivi delle unità immobiliari,
- almeno il Tempo di riverberazione e lo STI per l'acustica interna agli ambienti di cui alla UNI 11532.

Qualora il progetto sia sottoposto ad una fase di verifica valida per la successiva certificazione dell'edificio secondo uno dei protocolli di sostenibilità energetico-ambientale degli edifici (rating systems) di livello nazionale o internazionale, la conformità al presente criterio può essere dimostrata se nella certificazione risultano soddisfatti tutti i requisiti riferibili alle prestazioni ambientali richiamate dal presente criterio. In tali casi il progettista è esonerato dalla presentazione della ulteriore documentazione sopra indicata, ma è richiesta la presentazione degli elaborati e/o dei documenti previsti dallo specifico protocollo di certificazione di edilizia sostenibile perseguita, fermo restando l'esecuzione del collaudo.

Prospetto A1 – Requisiti acustici di ospedali, case di cura e scuole	**Prestazione superiore [dB]**
Isolamento di facciata ($D_{2m,nT,w}$)	**≥ 43**
Partizioni fra ambienti di differenti U.I. (R'_w)	**≥ 56**
Calpestio fra ambienti di differenti U.I. ($L'_{n,w}$)	**≤ 53**
Livello impianti a funzionamento continuo, (L_{ic}), ambienti diversi da quelli di installazione	**≤ 28**
Livello massimo impianti a funzionamento discontinuo, (L_{id}) in ambienti diversi da quelli di installazione	**≤ 34**
Isolamento acustico di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa U.I. ($D_{nT,w}$)	**≥ 55**
Isolamento acustico di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa U.I. ($D_{nT,w}$)	**≥ 50**
Calpestio fra ambienti sovrapposti della stessa U.I. ($L'_{n,w}$)	**≤ 53**

I valori richiesti dal Decreto CAM sono generalmente più restrittivi rispetto alle prescrizioni indicate nella legislazione in vigore di acustica edilizia (DPCM 05/12/1997). Infatti, anche se i limiti del decreto del 1997 non sono direttamente confrontabili con le classi della norma UNI, in linea di massima si osservano richieste più performanti per isolamento ai rumori aerei, rumori da calpestio e da impianti (e, per quanto già detto a pag. 6, ciò è vero per tutti i parametri di isolamento acustico riferibili agli edifici scolastici TRANNE che per le facciate, per il quale il DPCM richiede un $D_{2m,nT}$ di 48 dB, i CAM di 43 dB).

Il decreto CAM specifica che "Gli *ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori indicati per i descrittori acustici riportati nella norma UNI 11532*" (Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati) ed individua come descrittori almeno il tempo di riverberazione (T) e lo STI (*Speech Transmission Index*).

La UNI 11532-2:2020 riporta fornisce valori di riferimento per i descrittori di comfort acustico. Fornisce i valori di tempo di riverberazione ottimale per gli ambienti A1-A4 con un'occupazione dell'aula pari all'80%. Fornisce inoltre, per gli ambienti in cui è applicabile il valore di riferimento per l'intelligibilità del parlato con il parametro STI o in alternativa per il parametro C50.

I valori limite verranno indicati nelle prossime norme in fase di scrittura (UNI 11532-3, ecc.)

Ad oggi la UNI 11532-2 dedicata alle scuole è già operativa: è stata pubblicata nel 2020 e recepita dal DM del 23/06/2022 ultimo sui CAM, Criterio Ambientali Minimi.

Pertanto, in fase attuativa, l'edifico in progetto, oltre a dovere rispettare il DPCM 05/12/97 "*Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*" di cui si è detto finora, facendo parte della categoria E della Tab. A del DPCM 05/12/97:

Tabella A - CLASSIFICAZIONI, DEGLI AMBIENTI ABITATIVI (art. 2)

- *categoria* A: edifici adibiti a residenza o assimilabili;
- *categoria* B: edifici adibiti ad uffici e assimilabili;
- *categoria* C: edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili;
- *categoria* D: edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili;
- *categoria* E: edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;
- *categoria* F: edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili;
- *categoria* G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili.

Tabella B - REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI, DEI LORO COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI

Categorie di cui alla Tab. A	Parametri Ru(*)	$D_{2m,nT,w}$	$L_{n,w}$	L_{ASmax}	L_{Aeq}
1. D	55	45	58	35	35
2. A, C	50	40	63	35	35
3. E	50	48	58	35	35
4.B,F,G	50	42	55	35	35

(*) Valori di R_w riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari.

Nota: con riferimento all'edilizia scolastica, i limiti per il tempo di riverberazione sono quelli riportati nella circolare del Ministero dei lavori pubblici n. 3150 del 22 maggio 1967, recante i criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici.

dovrà rispondere ai **CRITERI AMBIENTALI MINIMI ACUSTICI**, di cui al D.M. 23/06/2022 *Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici*, che ne hanno reso obbligatoria l'applicazione da parte delle stazioni appaltanti.

Il D.M. 23/06/2023 *Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici* riporta i criteri ambientali minimi per l'affidamento dei servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione degli edifici pubblici.

Per i CAM ACUSTICI, **oltre al T60**, occorre verificare anche altri due parametri acustici interni, lo **Speech Transmission Index** (STI) e la ***Chiarezza*** (C50).

Lo *Speech Transmission Index*, STI, si applica per lo più agli usi scolastici A3.2.

Per gli ambienti con volume inferiore ai 250 m^3 in alternativa allo STI si può applicare solo la chiarezza C50 (per gli ambienti con V > 250 m^3 si applica solo lo STI).

I valori di riferimento dello STI sono indicati nella seguente tabella tratta dalla UNI 11532-2:2020:

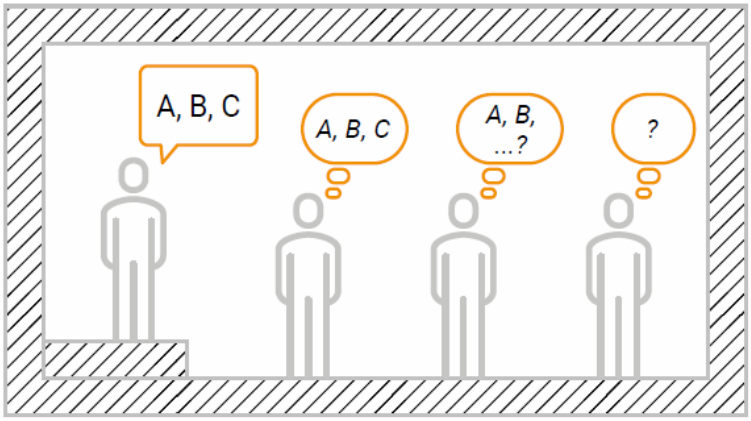
Valori di riferimento del descrittore STI

	< 250 m^3	≥ 250 m^3
Senza impianto di amplificazione o con impianto spento	≥ 0,55 con segnale di emissione ad 1 m in asse alla sorgente pari a 60 dB(A).	≥ 0,50 con segnale di emissione ad 1 m in asse alla sorgente pari a 70 dB(A).
Con impianto di amplificazione	≥ 0,60 con segnale di emissione come in normali condizioni d'uso dell'impianto di amplificazione	

Il valore ottimale dello *Speech Transmission Index*, STI, grandezza fisica che rappresenta la qualità della trasmissione del parlato in relazione all'intelligibilità (tanto più è alto il valore dello STI, migliore è la qualità dell'ascolto; lo STI è compreso fra 0 e 1) superiore a 0,6 per essere considerato buono (vd. estratto dalla UNI 11532-1:2018 sotto riportato per gli usi generici, oggi sostituita per l'uso scolastico dalla UNI 11532-2:2020 già su citato).

Relazione tra *STI* e qualità della comprensione del parlato

Valori di *STI*	Qualità del parlato in accordo con la CEI EN 60268-16
0 < *STI* ≤ 0,3	Pessimo
0,3 < *STI* ≤ 0,45	Scarso
0,45 < *STI* ≤ 0,6	Accettabile
0,6 < *STI* ≤ 0,75	Buono
0,75 < *STI* ≤ 1	Eccellente

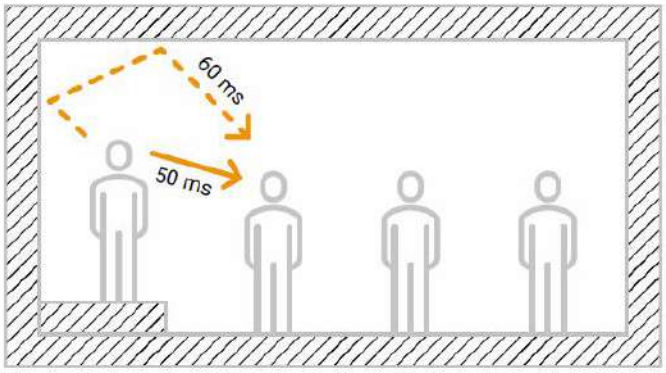


Il valore di riferimento della C50 va applicato **in alternativa** allo STI solo agli ambienti con volume inferiore ai 250 m^3: per gli ambienti con volume superiore ai 250 m^3 si applica esclusivamente lo STI.

I valori di riferimento del descrittore C50 sono indicati nella seguente tabella tratta dalla UNI 11532-2:2020

Valori di riferimento per il descrittore C_{50}

	$< 250\ m^3$
Senza impianto di amplificazione	≥ 2 dB



C50 (dB)	Qualità acustica
- 12 ÷ - 6	Pessima
- 6 ÷ + 4	Accettabile
+ 4 ÷ + 10	Buona
+ 10 ÷ + 18	Ottima

Tali valori sono riferiti ad ambienti arredati e con la presenza di due persone al massimo in fase di rilievo all'interno dell'ambiente (tale valore è riferito alla media aritmetica dei valori rilevati nelle "posizioni di misura" mostrati in Fig. 3 della UNI 11532-2:2020).

A pagina seguente si riporta la tabella riassuntiva del T60 e di questi due parametri C50 e STI calcolati per le unità pedagogiche, divise o unite o collegate agli spazi per le attività collettive adiacenti, la palestra e lo spazio centrale per attività collettive, di cui le verifiche condotte specificamente sono già state riportate alle pagg. 24÷42.

TABELLA RIASSUNTIVA DI T60, C50 E STI PER GLI AMBIENTI DELLA NUOVA SCUOLA D'INFANZIA DI CASTENASO (BO)



AMBIENTE	PAG. RIF.	T60 OTTIMALE	T60 con persone e intervento a soffitto	C50 OTT. PER V ≤ 250 m³	C50 con persone e intervento a soffitto	STI OTTIM.	STI con persone e intervento a soffitto
SEZIONE 1 **unita ad adiacente att. collettive** Area 84 m² Vol. 293,95 m³	24÷29	**0,77 sec.**	**0,86 sec.** (senza correzione 1,26 sec.)	> 2 *	3,9 * medio con miglioramento da 2,9 medio	**> 0,61 medio**	**BUONO** da **ragionevole** che sarebbe senza soffitto fonoassorbente
Intervento in SEZIONE 1 + attività collettive: almeno 7 m² di parete trattata con CELENIT-AB (vd. All. 2)							
SEZIONE 2 Area 54 m² Vol. 183 m³	30÷32	**0,70 sec.**	**0,85 sec.**	> 2	**3,95 medio** con miglioramento da 2,69 medio	**> 0,57 medio**	**RAGIONEVOLE / ACCETTABILE**
Intervento in SEZIONE 2 : almeno 4 m² di parete trattata con CELENIT-AB (vd. All. 2)							

* - non d'obbligo per motivi di volume

AMBIENTE	PAG. RIF.	T60 OTTIMALE	T60 con persone e intervento a soffitto	C50 OTT. PER V ≤ 250 m^3	C50 con persone e intervento a soffitto	STI OTTIM.	STI con persone e intervento a soffitto
UNITÀ PEDAGOGI-CHE 3+4 Area 135 m^2 Vol. 475 m^3	33÷36	**0,83 sec.**	**0,89 sec.**	> 2 *	2,56 * medio	**> 0,55** medio	**RAGIONEVOLE / ACCETTABILE**
Intervento in SEZIONE 3 + 4 unite : almeno 8 m^2 di parete trattata con CELENIT-AB (vd. All. 2)							
PALESTRA Area 83 m^2 Vol. 256 m^3	37÷39	**0,81 sec.**	**0,69 sec.**	> 2 *	4,15 * medio	**> 0,62 medio**	**BUONO**
Intervento in PALESTRA : /							
ATTIVITA' COLLETTIVE Area 30 m^2 Vol. 96 m^3	40÷42	/	**0,60 sec.**	> 2	**6,27 medio**	**> 0,68 medio**	**BUONO**
Intervento in ATT. LIB. COLL. : /							

* - non d'obbligo per motivi di volume

Queste valutazioni sono prudenziali ed a tutela dei bambini.

Seguendo rigorosamente la UNI 11532-2:2020 (luglio 2020) *Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati - Metodi di progettazione e tecniche di valutazione - Parte 2: Settore scolastico*, l'uso di MATERNA ed ASILO ricade nella categoria A6.5 (vd. sotto)

prospetto 3 **Descrizione dettagliata di utilizzo per le sottocategorie della categoria A6**

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

per il quale occorre verificare "solo" il rapporto A/V come sotto definito.

prospetto 7 **Valori di riferimento del rapporto A/V per le sottocategorie da A6.1 ad A6.5**

	Per altezza dell'ambiente $h \leq 2{,}5$ m Rapporto A/V, in m^2/m^3	Per altezza dell'ambiente $h > 2{,}5$ m Rapporto A/V, in m^2/m^3
A6.1	Nessuna richiesta	
A6.2	$A/V \geq 0{,}15$	$A/V \geq [4{,}80 + 4{,}69 \lg (h/1\ m)]^{-1}$
A6.3	$A/V \geq 0{,}20$	$A/V \geq [3{,}13 + 4{,}69 \lg (h/1\ m)]^{-1}$
A6.4	$A/V \geq 0{,}25$	$A/V \geq [2{,}13 + 4{,}69 \lg (h/1\ m)]^{-1}$
A6.5	$A/V \geq 0{,}30$	$A/V \geq [1{,}47 + 4{,}69 \lg (h/1\ m)]^{-1}$

Legenda
A = Area di assorbimento equivalente, in metri quadrati
V = volume dell'ambiente, in metri cubi
h = altezza dell'ambiente, in metri

Nel caso in questione stato verificato che, con altezza h = 3,55 m, la formula indicata nel prospetto 7 della UNI 11532-2:2020 il rapporto per i vari ambienti considerati è:

$A/V_{sezione\ 1} = 0{,}31 \geq 0{,}25$ dato dalla formula

$A/V_{sezione\ 2} = 0{,}38 \geq 0{,}25$ dato dalla formula

$A/V_{sezioni\ 3+4} = 0{,}66 \geq 0{,}25$ dato dalla formula

$A/V_{palestra} = 0{,}88 \geq 0{,}25$ dato dalla formula

$A/V_{att.\ collettive} = 0{,}68 \geq 0{,}25$ dato dalla formula

di cui all'estratto del foglio Excel riportato a pagina seguente

SEZIONE 1 OPEN	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
A/V =	0,30	0,28	0,30	0,36	0,29	0,33	m2/m3
FORMULA =	**0,25**	**0,31**	media	m2/m3			

SEZIONE 2	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
A/V =	0,36	0,34	0,37	0,44	0,36	0,40	m2/m3
FORMULA =	**0,25**	**0,38**	media	m2/m3			

SEZIONI 3+4	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
A/V =	0,53	0,52	0,65	0,75	0,72	0,81	m2/m3
FORMULA =	**0,25**	**0,66**	media	m2/m3			

PALESTRA	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
A/V =	0,90	0,82	0,85	1,01	0,79	0,88	m2/m3
FORMULA =	**0,25**	**0,88**	media	m2/m3			

ATT.COLLETTIVE	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
A/V =	0,44	0,46	0,66	0,76	0,81	0,93	m2/m3
FORMULA =	**0,25**	**0,68**	media	m2/m3			

pertanto i vari ambienti sono rispondenti alla normativa tecnica recepita dai CAM DM 23/06/2022.

* * *

Si riprendono e riassumono ora, punto per punto, i parametri acustici legati ai CAM per gli ambienti scolastici analizzati alle pagine precedenti secondo la norma vigente, per raffrontarli con i dettami dei CAM per gli appalti pubblici.

- **Isolamento di facciata ($D_{2m,nT,w}$) ≥ 43 dB**
  Alle pagg. 13-14 si è detto che con serramenti certificati con 45 dB di R_w nei vari di ambienti (tutti molto vetrati), si raggiungeranno i 43 dB di isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$ richiesti dai CAM acustici – vd. pag. 44.

- **Tempo di riverberazione T60 prossimo all'ottimale**
  Alle pagg. 24÷42 si è mostrato che, nei vari di ambienti, si raggiungerà, o, quanto meno, ci si avvicinerà molto al valore del tempo di riverberazione ottimale, $T60_{ott}$ con l'inserimento dei bambini, del personale e di parte delle pareti con materiale fonoassorbente al posto del cartongesso liscio / intonaco (vd. Allegati 2 e 3).

- **Partizioni fra ambienti di differenti U.I. ($D_{nT,w}$) ≥ 50 dB**
  A pag. 7 si è dimostrato che in questo òpgetot non si sono pareti mobili fra le unità pedagogiche. Poiché è stato ricevuto l'input dai gestori del nido che le unità pedagogiche sono da considerarsi come ambienti unici, ovvero delle unità pedagogiche, divisibili in sotto unità dalle pareti

manovrabili / mobili telescopiche, per queste sarà sufficiente un abbattimento acustico di 43 dB in quanto non considerabili ambienti distinti e separati (ma unici eventualmente separabili).
Dette pareti mobili telescopiche non sono da assoggettare né al DPCM 05/12/97 né ai CAM 2022.

- **Isolamento acustico delle porte interne**
  A pag. 16 si sono date le indicazioni sulle porte delle aule verso ambienti comuni nel rispetto dell'APP. B della UNI 11367:2010.

- **Isolamento acustico di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa U.I. ($D_{nT,w}$) ≥ 50 dB**
  Poichè il parametro di isolamento D è per definizione maggiore o al più uguale al valore del potere fonoisolante R, nel momento stesso in cui si ha il rispetto dei R'_w minimi pari a 50 dB automaticamente si ha il rispetto dei 50 dB fra ambienti adiacenti della stessa U.I.

- **Chiarezza C50 > 2**
  Alle pagg. 49-50 si è riassunto quanto mostrato nelle pagg. 24÷42, ovvero che la C50 migliorerà comunque (in ogni ambiente) con l'inserimento degli alunni e di materiali altamente fonoassorbenti alle pareti di cui all'Allegato 2.
  Il fatto che il soffitto sarà ligneo a vista non trattato a liscio / lucido, garantisce buon fonoassorbimento nei vari spazi scolastici.

  La verifica della chiarezza C50 è in alternativa alla verifica dello STI negli ambienti con V ≤ 250 m^3. Per gli ambienti con V > 250 m^3 si verifica solo lo STI.

- **STI**
  Alle pagg. 49-50 si è riassunto quanto mostrato nelle pagg. 24÷42, ovvero che lo STI diverrà da SCARSO a RAGIONEVOLE / ACCETTABILE finanche BUONO ai sensi della serie delle UNI 11532 per i vari ambienti con l'inserimento degli alunni e di materiali altamente fonoassorbenti alle pareti di cui all'Allegato 2.
  Il fatto che il soffitto sarà ligneo a vista non trattato a liscio / lucido, garantisce buon fonoassorbimento nei vari spazi scolastici.

- **Rapporto A/V per usi A6.5 UNI 11532-2:2020**
  A pag. 51 si è dimostrato che anche il rapporto A/V per l'uso A6.5 (asili nido) viene rispettato ai fini dei CAM 2022. la scorvente ritiene che anche nei nido l'ascolto del parlato e il basos valore del T60 siano importanti, eoprtanto le verifiche riferite ai T60, alla C50 ed allo STI sono state applicate come per gli usi scolastici e verificate.

•

§ 4 - VERIFICA DELLA RUMOROSITÀ IMPIANTISTICA A FUNZIONAMENTO CONTINUO

Il DPCM 05/12/97 richiede, negli usi scolastici, cat. E, un $L_{eq,A}$ massimo di 25 dB(A) negli ambienti con permanenza di persone – vd. pag. 3.

I CAM 2022 per gli usi scolastici richiedono un L_{ic} massimo di 28 dB(A) negli ambienti diversi da quelli di installazione delle macchine stesse – vd. pag. 44.

Nella scuola in oggetto sono previste n. 2 pompe di calore AERMEC di cui alle Figg. 5, caratterizzate ciascuna da un livello di potenza sonora pari a L_w = 61 dB(A).

Esse saranno poste in un vano tecnico dedicato ed isolato, posto a debita distanza edilizia (interposti vi sono usi accessori ed un ampio corridoio) dagli spazi fruiti dai bambini pertanto non vi sarà solo il rispetto dei 28 dB(A) massimi richiesti dai CAM 2022 e dei 25 dB(A) di $L_{eq,A}$ massimi ammessi dal DPCM 05/12/97, ma le stesse saranno inudibili dagli spazi fruiti dai bambini.

Figura 5.1 – Dati sonoro emissivi delle n. 2 macchine esterne uguali AERMEC ANL 02/202

AERMEC

ANL 020/202 pompa di calore

Pompe di calore reversibili
Aria/Acqua per installazione esterna.
Ventilatori assiali e compressori scroll:
Potenza frigorifera 5,65÷41,47kW
Potenza termica 6,27÷44,90kW

HFC Refrigerant R410A

DETRAZIONE FISCALE del 65% 2018

Per sapere i modelli che rientrano nella detrazione fiscale, fare riferimento alla lista pubblicata nel sito www.aermec.it



EUROVENT CERTIFIED PERFORMANCE www.eurovent-certification.com

Aermec partecipa al Programma EUROVENT: LCP I prodotti interessati figurano sul sito www.eurovent-certification.com

Variable Multi Flow® VMF Ventilatori INVERTER TECHNOLOGY

- **VERSIONE STANDARD**
- **VERSIONE CON KIT IDRONICO INTEGRATO LATO IMPIANTO**
- **POSSIBILITÀ DI PRODURRE ACQUA CALDA SANITARIA (A.C.S.)**

Dati tecnici

				020	025	030	040	050	070	080	090	102	152	202
Dati elettrici														
230V	Corrente assorbita totale a freddo	(7)	A	6.4	7.3	8.1	10.7	-	-	-	-	-	-	-
	Corrente assorbita totale a caldo	(7)	A	6.6	7.6	9.3	11.8	-	-	-	-	-	-	-
	Corrente massima (FLA)	(7)	A	17.5	17.5	20.7	24.7	-	-	-	-	-	-	-
	Corrente di spunto (LRA)	(7)	A	59.5	62.5	83.7	98.7	-	-	-	-	-	-	-
400V	Corrente assorbita totale a freddo	(7)	A	3,7	4,2	4,7	6,2	8,7	9,7	12,2	12,8	15,6	18,8	24,7
	Corrente assorbita totale a caldo	(7)	A	3,8	4,4	5,4	6,8	9,5	10,3	12,9	13,8	17,0	19,0	25,0
	Corrente massima (FLA)	(7)	A	7,0	7,0	7,7	9,7	11,3	13,5	16,3	17,3	22,0	26,0	32,0
	Corrente di spunto (LRA)	(7)	A	27,5	33,5	36,7	49,7	65,3	75,3	102,3	96,3	76,0	87,0	117,0
Compressori Scroll														
Compressori			n°	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Circuito			n°	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gas refrigerante			Tipo						R410A					
Scambiatore lato impianto a piastre														
Scambiatore			n°						1					
Attacchi idraulici (In/Out)			Ø						1"1/4					
Ventilatori assiali														
Ventilatori			Tipo/n°	std/1	std/1	inverter/1	inverter/1	inverter/2	inverter/2	inverter/2	inverter/2	std/2	std/2	std/2
Portata d'aria a freddo				2500	2500	3500	3500	7200	7200	7300	7200	14000	13500	13500
Dati sonori														
Livello di potenza sonora			dB(A)	61	61	68	68	69	69	69	68	76	77	78
Livello di pressione sonora			dB(A)	30	30	37	37	38	38	38	37	44	45	46

(7) Unità in configurazione ed esecuzione standard, senza kit idronico integrato
Potenza sonora Aermec determina il valore della potenza sonora sulla base di misure effettuate in accordo con la normativa UNI EN ISO 9614-2, nel rispetto della certificazione Eurovent.
Pressione sonora (Funzionamento a freddo) Pressione sonora misurata in campo libero, a 10 m di distanza dalla superficie esterna dell'unità (in accordo con la UNI EN ISO 3744).

Figura 5.2 – Posizione delle macchine esterne (n.2 uguali), raggruppate in una sola postazione

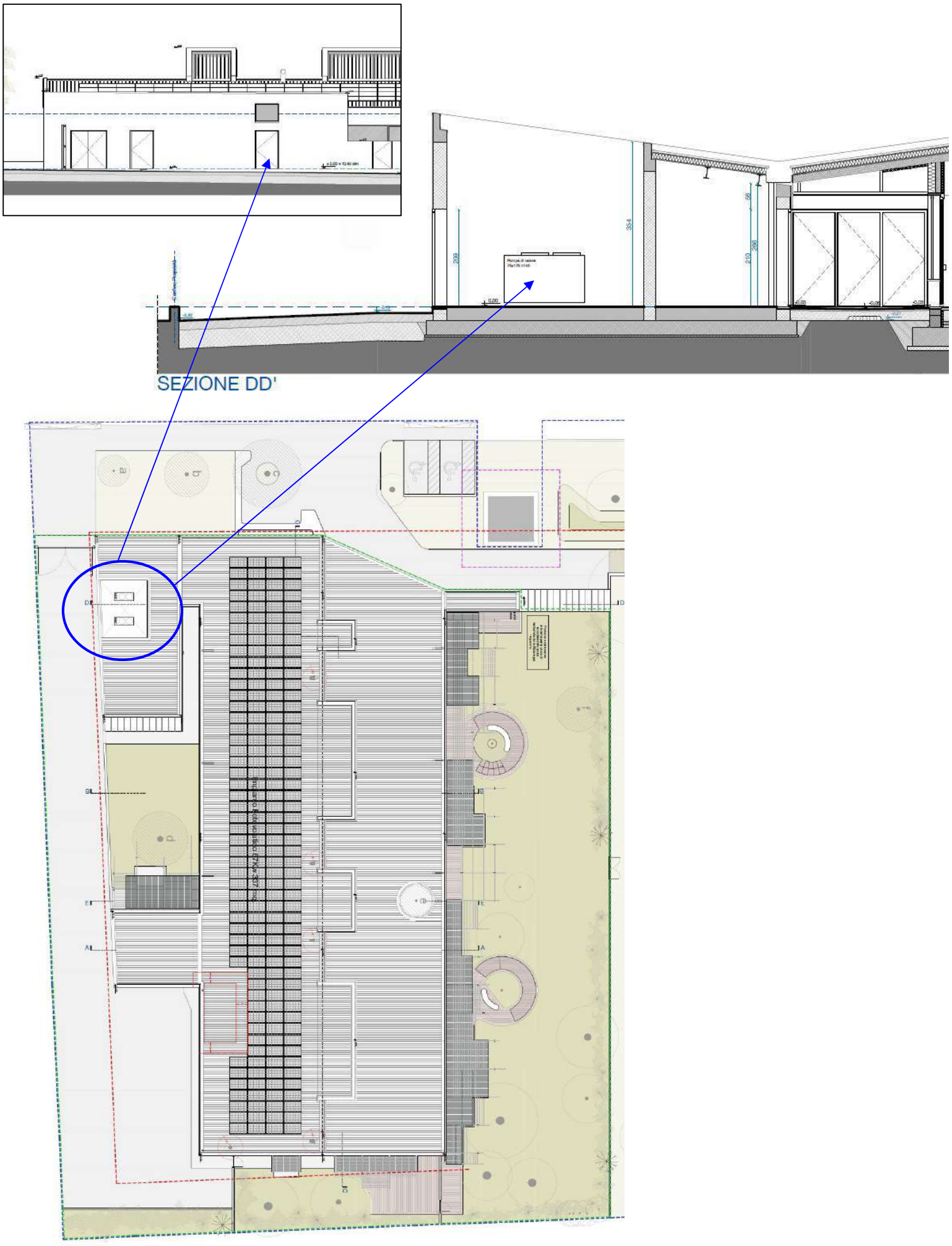
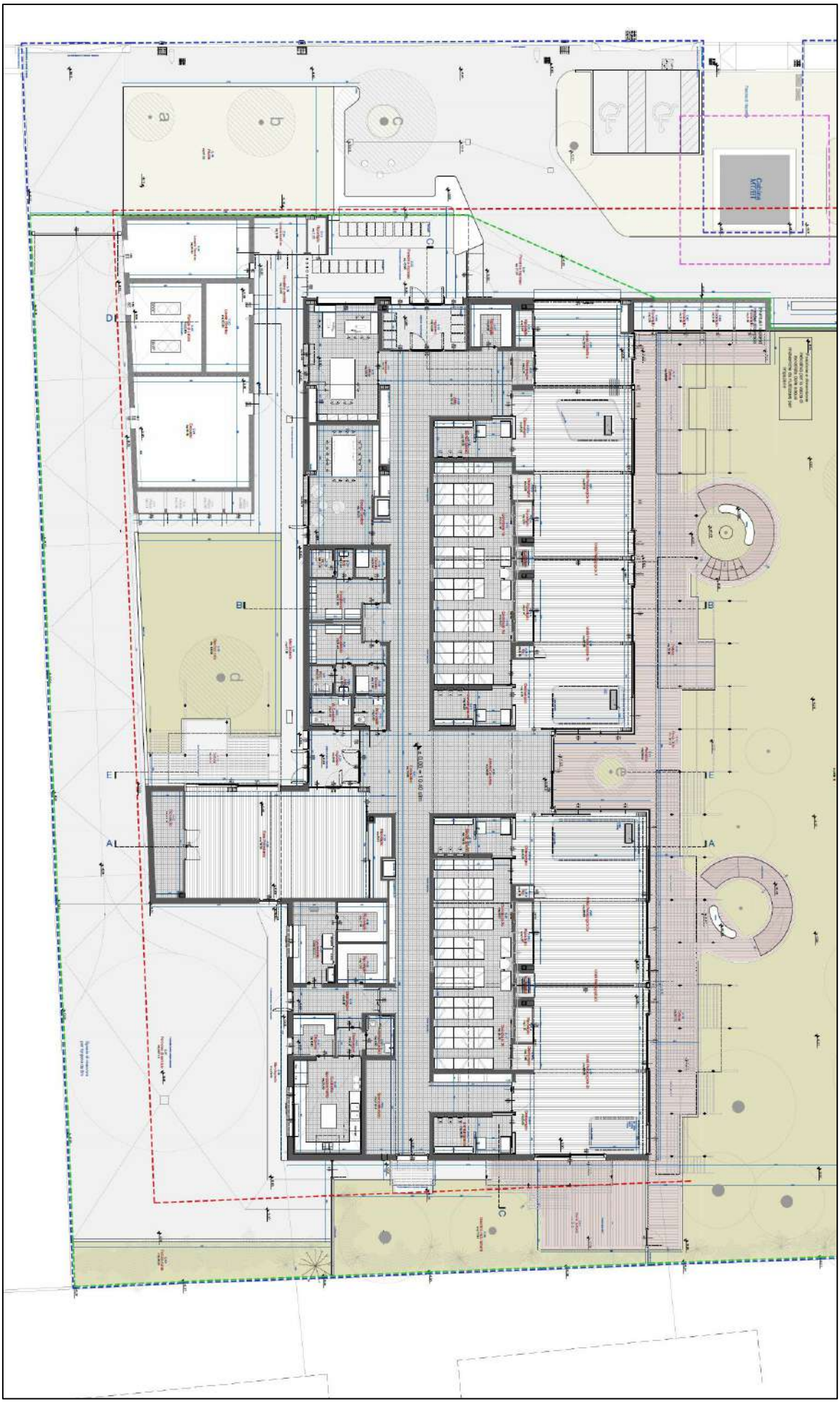


Figura 5.3 – Planimetria del piano terra con usi interni



CONCLUSIONI

Il presente documento ha analizzato gli aspetti acustici legati all'isolamento sonoro ed alla qualità acustica degli ambienti interni offerti dagli elementi costruttivi in riferimento alle norme vigenti di cui al DPCM 05/12/97, al vigente RE comunale ed ai CAM acustici, della nuova scuola per l'infanzia di Castenaso Capoluogo (BO), in via Amendola.

Si sono raggiunti compromessi tecnico-costruttivi che permettono il rispetto dei valori minimi di legge per l'isolamento acustico e la qualità acustica interna alla nuova scuola d'infanzia di Castenaso, con scelta del RUP di perseguire per le facciate l'isolamento di cui ai CAM acustici 2022, come da sua comunicazione formale.

Per gli appalti pubblici occorre considerare le indicazioni del Decreto CAM 2022 (Criteri Ambientali Minimi) *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*" (in sostituzione dei criteri CAM di cui al D.M. 11/10/2017), che al punto 2.4.11 tratta i CAM acustici, qui trattato al § 3.

I vari aspetti acustici analizzati sono stati trattati ai punti seguenti:

- isolamento acustico di facciata pagg. 15-16,
- isolamento acustico delle porte pag. 16,
- isolamento acustico di solaio di copertura pag. 17,
- tempo di riverberazione T60, STI e C50 pagg. 21÷44,
- CAM acustici pagg. 49-50,
- rumorosità degli impianti pag. 51,

risultando a norma già come da proposta progettuale.

La verifica della qualità acustica interna nei vari ambienti è stata effettuata con l'inserimento di n. 20 bambini, del personale docente e di materiale fonoassorbente alle pareti ove cieche / trattate a intonaco o cartongesso (il progetto prevede molti elementi vetrati / lucidi rivolti verso l'esterno ed anche quali divisori interni) realizzabile con prodotti tipo quello mostrato all'Allegato 2 o similari in termini del coefficiente di fonoassorbimento.

Si resta a disposizione per eventuali chiarimenti tecnici e/o adeguamenti progettuali.

Bologna, aprile 2023

DOTT. ING. MARILA BALBONI
ingegnere edile Città Metropolitana Bologna n. 5669A
tecnico competente in acustica elenco nazionale ENTECA n. 5061



ALLEGATI

ALLEGATO 1 - SCHIUMA POLIURETANICA AD ALTA DENSITÀ ED ELASTICITÀ PER CHIUSURA SERRRAMENTI A PARETI ESTERNE

Schiuma serramento elastica PUP E

fischer
innovative sol

Schiuma poliuretanica per serramento ad elevata elasticità





Giunti di connessione di serramenti



Giunti di connessione intorno ai cassonetti

MATERIALI DI SUPPORTO

Aderisce a tutti i materiali di supporto standard come:

- Calcestruzzo
- Elementi anodizzati
- Muratura
- Metalli
- Legno
- Lastre di cartongesso
- Plastiche (non su PE, PP, Teflon, silicone)
- Pietra

CERTIFICATI

DIN 4102 B2 AUTOESTINGUENTE

VANTAGGI

- La schiuma è classificata B2 - normalmente infiammabile - secondo DIN 4102-1.
- L'espansione controllata non deforma il telaio di porte e finestre durante il l'installazione.
- Eccellenti proprietà di isolamento acustico (fino a 58 dB) e termico (fino a 0,035 W/m K).
- Elevata elasticità anche dopo l'indurimento.
- Buona resistenza agli agenti chimici
- La schiuma indurita può essere lavorata (segata, tagliata, limata), poi verniciata e/o intonacata.
- Non contiene CFC e H-CFC.

APPLICAZIONI

- Sigillatura, isolamento e riempimento di cavità tra serramenti e pareti
- Sigillatura, isolamento e riempimento di cavità intorno ai cassonetti di oscuranti avvolgibili
- Sigillatura e riempimento di cavità nell'installazione di davanzali
- Isolamento e riempimento di cavità tra controtelai e porte interne

FUNZIONAMENTO

- Le superfici devono essere asciutte, pulite e senza olio, grasso o polvere.
- Agitare la bombola per almeno 20 secondi prima dell'uso e avvitare la valvola sul dispenser fischer PUPN 1 o PUPM 3.
- Inumidire le superfici con un nebulizzatore d'acqua prima dell'applicazione.
- Applicare la schiuma dal basso verso l'alto. Riempire le cavità per il 65%, la schiuma continuerà ad espandersi leggermente.
- Agitare regolarmente la bombola durante l'applicazione. In caso di applicazioni in più strati, inumidire ogni strato.
- Pulire gli attrezzi di lavoro e il prodotto non indurito con il pulitore fischer PUR o con acetone. Il prodotto indurito può essere rimosso solo meccanicamente.
- Proteggere dall'esposizione ai raggi UV.

DATI TECNICI



Schiuma serramento elastica **PUP E**

Prodotto	Art. n°	Colore	Durata [mesi]	Posizione	Contenuto bombola V [ml]	Resa schiuma libera [l]	Utilizzo	Confezione [pz]		
PUP E 750	**512221**	giallo	12	verticale	750	45	con pistola	12		

ALLEGATO 2 – SCHEDA TECNICA ASSORBIMENTO ACUSTICO CELENIT-NB

EDUCATION

CELENIT, con oltre 50 anni di esperienza nell'isolamento termico ed acustico, propone soluzioni per interventi in edilizia scolastica per garantire la massima qualità, comfort indoor, acustica e sicurezza certificate nel rispetto dell'ambiente e della salute dei bambini.



CITTADELLA PRIMARY SCHOOL Padova, IT
design: Gianni Toffanello architetto | photo: Giovanni Porcellato



Gamma

CELENIT ACOUSTIC

CELENIT AB

Pannello isolante termico ed acustico, in lana di legno sottile di abete rosso mineralizzata e legata con cemento Portland bianco.
Larghezza lana di legno: 2 mm.
Conforme alla norma UNI EN 13168 e UNI EN 13964.

Prodotto della gamma CELENIT ACOUSTIC, è il pannello in lana di legno con eccellenti performance di **assorbimento acustico** vantando valori certificati **α_w fino a 0,95**.

Grazie alla **texture sottile**, alla sua particolare compattezza, robustezza e resistenza meccanica, **CELENIT AB** è il materiale ideale per finiture di alto pregio estetico, fonoassorbenti, con alte caratteristiche di reazione al fuoco, resistenti agli impatti e inalterabili a contatto con l'umidità.



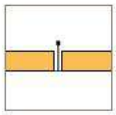


Impieghi

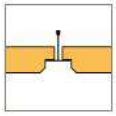


Controsoffitti, rivestimenti a parete, baffles e isole, design solutions

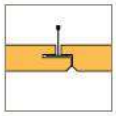
Sistemi



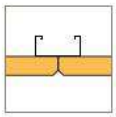
Controsoffitti su profili T24 a vista
Cod. bordo: **DT - T - RDT - RST**



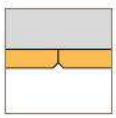
Controsoffitti su profili T35 a vista
Cod. bordo: **DT - T - RDT35 - RST35**



Controsoffitti su profili T35 nascosti
Cod. bordo: **PS - PM**



Controsoffitti e contropareti con struttura nascosta in metallo o legno
Cod. bordo: **D - S4 - RD**



Rivestimenti in aderenza di soffitti e pareti
Cod. bordo: **D - S4**

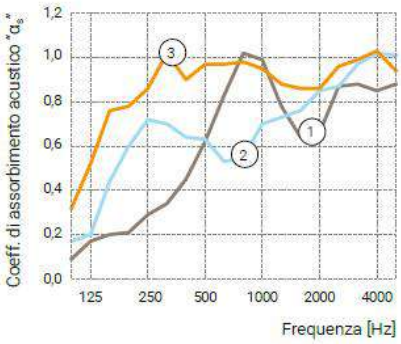
Dati tecnici

Dimensioni
2400x600 - 2000x600 - 1200x600 - 600x600 mm

Spessore
15 - 25 - 35 - 50 mm

Reazione al fuoco
Euroclasse B-s1, d0

Assorbimento acustico
1. Posa in aderenza - **α_w fino a 0,60**
2. Intercapedine vuota - **α_w fino a 0,65**
3. Intercapedine con lana di roccia - **α_w fino a 0,95**



Certificazioni ambientali

prodotto certificato PEFC™ o FSC®
natureplus - ecocompatibilità
ANAB-ICEA - materiali per la bioedilizia
EPD - dichiarazione ambientale
ICEA - prodotti in materiale da riciclo
ICEA - attestazione crediti LEED

TEXTURE

I prodotti della divisione ACOUSTIC | DESIGN sono disponibili in
e texture, che differiscono per la larghezza della lana di legno.



Texture extra sottile
1 mm



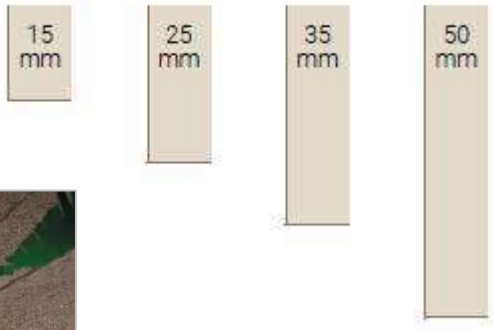
Texture sottile
2 mm



Texture standard
3 mm

SPESSORE

I pannelli monostrato in lana di legno sono disponibili in 4 spessori (15, 25, 35, 50 mm) mentre i pannelli compositi con lana minerale presentano unicamente lo strato in lana di legno negli spessori: 15 e 25 mm





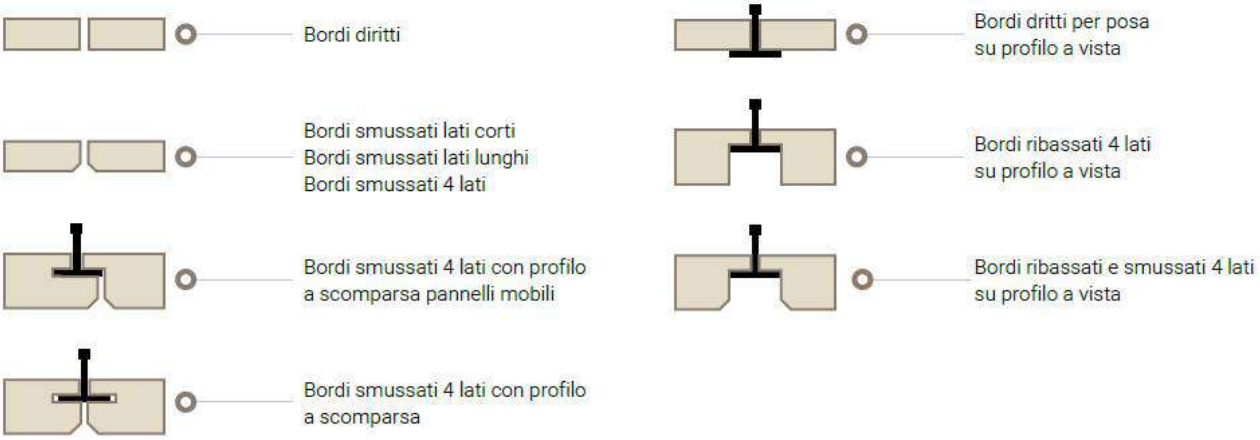
DIMENSIONI

I pannelli CELENIT presentano una larghezza standard di 60 cm e lunghezze 60 - 120 - 200 - 240 cm.
La facilità di lavorazione permette di tagliare e sagomare il pannello nelle forme desiderate adattandosi alla creatività del progettista.



BORDI

CELENIT mette a disposizione una serie di lavorazioni nei bordi che permettono una corretta posa e la finitura estetica desiderata.



COLORI

I pannelli possono essere installati nella versione NATURE senza verniciatura con la naturale colorazione avorio, oppure possono essere verniciati in molteplici tonalità per garantire l'uniformità di colore del rivestimento.



Nature Gamme colori CELENIT

ALLEGATO 3 - ISCRIZIONE ELENCO NAZIONALE TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA - ENTECA N. 5061

ENTECA Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica

Home
Tecnici Competenti in Acustica
Corsi
Login

Tecnici Competenti in Acustica / Vista

N° Iscrizione Elenco Nazionale	5061
Regione	Emilia Romagna
N° Iscrizione Elenco Regionale	RER/00013
Cognome	BALBONI
Nome	MARILA
Titolo di Studio	INGEGNERE
Luogo nascita	BOLOGNA
Email	info@marila-balboni.it
Pec	marila.balboni@pec.it
Telefono	0516494429
Cellulare	3392541909
Dati contatto	EMILIA ROMAGNA BOLOGNA (BO) VIA AURELIO SAFFI 13/5
Data pubblicazione in elenco	10/12/2018

ALLEGATO 4 – LICENZA IMMI VS. 2020, IL SOFWTARE UTILIZZATO PER LE MODELLAZIONI ACUSTICHE

IMMI - Previsione del rumore & Software di Mappatura Acustica

Informazioni versione:

Versione:	2020
Aggiornamento:	1
Data:	20.10.2020
Release:	20201020
N. interno:	482
Tipo versione:	Versione completa
Dato in licenza a:	S72/106
	Ing. Marila Balboni
Aggiornamento fi	Febbraio 2021
Sorgente licenza	IMMI_S72_106-0.ILS
licenza scade	mai

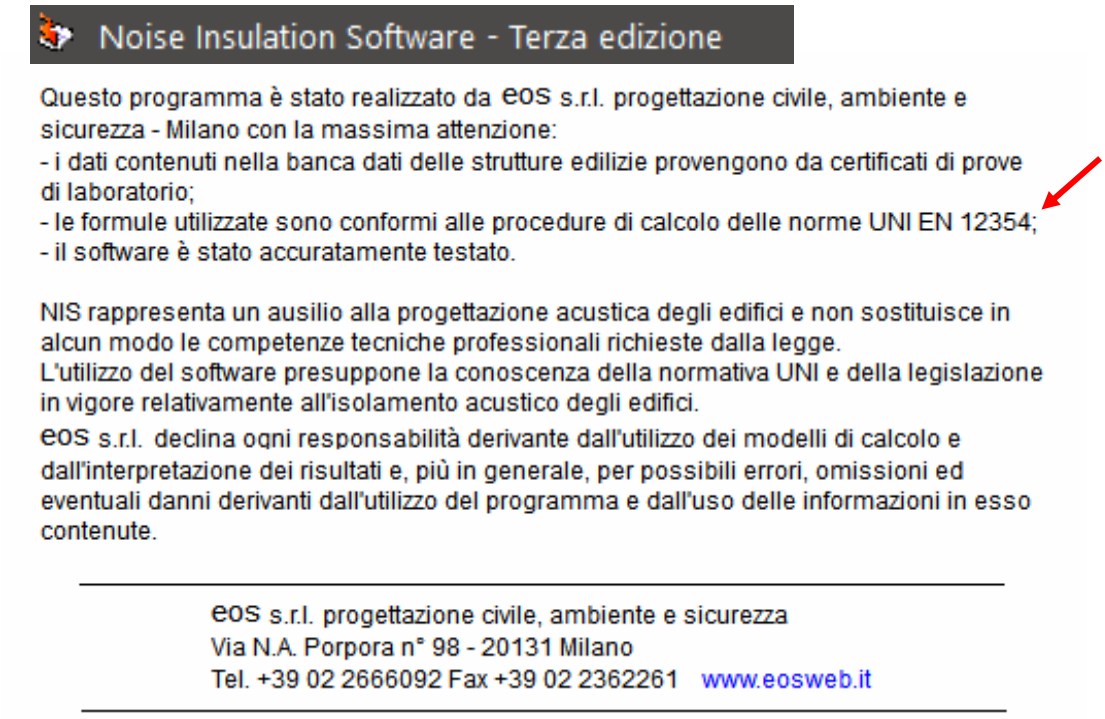
Versione

IMMI 2020 Plus

Librerie di elementi

- **Configurazione base (sempre inclusa)**
  - DIN 18005
  - Modello Gussiano (TA
  - DIN 45691
  - rumore in abiente di lavoro (modulo inte
- **Strada**
  - *RLS-90*
  - *RLS-19*
  - *RVS 04.02.11*
  - Studio rumore parcheggi 07
  - *StL-86*
  - *SonRoad*
  - *CRTN*
  - *TernaNord 1996:525*
  - *Strada CNOSSOS*
- **Ferrovia**
  - *Schall 03*
  - *Schall 03 [1990]*

ALLEGATO 5 – SOFTWARE UTILIZZATO PER LE MODELLAZIONI DI ISOLAMENTO ACUSTICO, N.I.S.



Noise Insulation Software - Terza edizione

Questo programma è stato realizzato da eos s.r.l. progettazione civile, ambiente e sicurezza - Milano con la massima attenzione:
- i dati contenuti nella banca dati delle strutture edilizie provengono da certificati di prove di laboratorio;
- le formule utilizzate sono conformi alle procedure di calcolo delle norme UNI EN 12354;
- il software è stato accuratamente testato.

NIS rappresenta un ausilio alla progettazione acustica degli edifici e non sostituisce in alcun modo le competenze tecniche professionali richieste dalla legge.
L'utilizzo del software presuppone la conoscenza della normativa UNI e della legislazione in vigore relativamente all'isolamento acustico degli edifici.
eos s.r.l. declina ogni responsabilità derivante dall'utilizzo dei modelli di calcolo e dall'interpretazione dei risultati e, più in generale, per possibili errori, omissioni ed eventuali danni derivanti dall'utilizzo del programma e dall'uso delle informazioni in esso contenute.

eos s.r.l. progettazione civile, ambiente e sicurezza
Via N.A. Porpora n° 98 - 20131 Milano
Tel. +39 02 2666092 Fax +39 02 2362261 www.eosweb.it