



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
AGENZIA PROVINCIALE OPERE PUBBLICHE
SERVIZIO OPERE CIVILI



Funded by the
European Union
NextGenerationEU



COMUNE DI PALU' DEL FERSINA GAMOA' VA PALAI EN BERSNTOL

PROGETTO:

PNRR M1C3 - INVESTIMENTO 2.1 "ATTIVITA' DEI BORGHI" - Linea di azione A
"Progetti Pilota per la rigenerazione culturale, sociale ed economica dei Borghi a rischio di abbandono e abbandonati"
INTERVENTO 12 - PUNTO INFO E BAR FROTTEN

FASE:

PROGETTO ESECUTIVO

ACUSTICA

R1

RELAZIONE ACUSTICA

DATA: 20.02.2025

AGGIORNAMENTO: -

COORDINAMENTO GRUPPO DI PROGETTAZIONE
Direzione Lavori Pubblici e Patrimonio

COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA
arch. Giovanni Modena

VERIFICHE ED APPLICAZIONE
CRITERI DNSH E CAM
arch. Giovanni Modena

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA
arch. Giovanni Modena

GEOLOGO
dott. geol. Paolo Passardi

CALCOLI STATICI
dott. ing. Franco Decaminada

ACUSTICA
dott. ing. Elena Margesin
arch. Giovanni Modena

RELAZIONE TECNICA

sommario

1. PREMESSA.....	3
2. OBIETTIVI IN TERMINI DI PRESTAZIONI ACUSTICHE	4
2.1 QUADRO DI RIFERIMENTO LEGISLATIVO NAZIONALE	4
2.1.1 Legislazione nazionale.....	4
2.1.2 Definizione della categoria dell'edificio in progetto.....	4
2.1.3 Requisiti di isolamento acustico.....	4
2.1.4 Riferimenti per il confort interno.....	5
2.2 LEGISLAZIONE PROVINCIALE	5
2.3 SINTESI: PARAMETRI E VALORI DI RIFERIMENTO	6
2.3.1 Requisiti acustici passivi.....	6
2.3.2 Confort interno	6
3. METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE GRANDEZZE ACUSTICHE	7
3.1 MODELLO DI CALCOLO ADOTTATO.....	7
3.1.1 Metodo per la stima previsionale delle prestazioni acustiche.....	7
3.1.2 Banca dati per gli elementi in legno e per gli elementi leggeri.....	8
4. ELEMENTI ACUSTICAMENTE SIGNIFICATIVI DEL PROGETTO	8
4.1 SINTESI DEGLI INTERVENTI PREVISTI IN PROGETTO.....	9
4.2 ANALISI DEGLI ELEMENTI DI FACCIATA.....	9
4.2.1 Obiettivi di progetto	9
4.2.1 Stima del potere fonoisolante della parete di involucro	10
4.2.2 Stima del potere fonoisolante della copertura.....	10
4.2.3 Potere fonoisolante minimo dei serramenti.....	11
4.2.4 Indicazioni per la posa in opera dei serramenti.....	11
5. VERIFICHE PREVISIONALI DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI	12
5.1.1 VERIFICA DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI AI SENSI DEL D.P.C.M. 5/12/1997	12
5.1.2 Criteri generali di valutazione.....	12
5.1.3 Definizione degli elementi soggetti a verifica.....	12
5.1.4 Conclusione: verifica dei requisiti acustici passivi.....	12

PROGETTO ESECUTIVO

ES AC RI – RELAZIONE ACUSTICA

5.2	VERIFICHE AI SENSI DELLA L.P. 6/1991	14
5.2.1	Verifiche dei singoli componenti edilizi	14
5.2.2	Verifiche dei componenti di facciata ai sensi della L.P. 6/1991	14
5.2.3	Risultati delle verifiche ai sensi della legge provinciale L.P. 6/1991	14
5.3	VERIFICA PREVISIONALE DELLA CLASSE ACUSTICA DELL'EDIFICIO	15
5.3.1	Introduzione	15
5.3.2	Verifica previsionale	15
5.3.3	Conclusione	15
6.	CONFORT ACUSTICO INTERNO	16
6.1	OBIETTIVI	16
6.2	INTERVENTO PROGETTUALE	16
6.2.1	Descrizione generale dell'intervento tipo	16
6.2.2	Ambienti sottoposti a verifica	16
6.2.3	Trattamento fonoassorbente	17
6.3	verifiche del confort interno	17
6.3.1	Metodo di calcolo	17
6.3.2	Interpretazione dei risultati	17
7.	CONCLUSIONI	19
8.	BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	20
8.1	NORMATIVA NAZIONALE DI RIFERIMENTO	20
8.2	NORMATIVA PROVINCIALE DI RIFERIMENTO	20
8.3	NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO	21
8.4	BIBLIOGRAFIA TECNICA DI RIFERIMENTO	21
8.5	DOCUMENTAZIONE CONSULTATA	22
	ALLEGATI ALLA RELAZIONE TECNICA	23
9.	VERIFICA PREVISIONALE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI: SCHEDE DI CALCOLO	24
9.1	SCHEDE DI VERIFICA DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI (D.P.C.M. 5 DICEMBRE 1997)	24
10.	COPIA ATTESTATO DI QUALIFICA	33

1. PREMESSA

Nel presente documento riassuntivo, redatto nell'ambito del progetto PNRR MIC3 – INVESTIMENTO 2.1 "ATTIVITA' DEI BORGHİ" – LINEA DI AZIONE A "PROGETTI PILOTA PER LA RIGENERAZIONE CULTURALE, SOCIALE ED ECONOMICA DEI BORGHİ A RISCHIO DI ABBANDONO E ABBANDONATI" INTERVENTO 12 – PUNTO INFO E BAR FROTTEN, nel comune di Palù del Fersina, in provincia di Trento, si approfondisce il tema dell'isolamento acustico dell'edificio, secondo le indicazioni di cui alla L.P. 6/1991 [14], del D.P.C.M. 5/12/1997 [4] e del D.M. 23/6/2022 [13]. In particolare, nell'ambito dell'intervento in progetto, si prevede la realizzazione di due nuovi volumi edificati destinati a ospitare un locale tecnico e un bar. In considerazione della destinazione d'uso dei due fabbricati in progetto nel presente studio si concentra l'attenzione delle analisi unicamente sull'edificio destinato a bar, dato che l'edificio con funzioni tecniche non è adibito ad ambiente di vita. Le analisi effettuate e di seguito riportate sono impostate sulla base del quadro normativo vigente in materia di inquinamento acustico, definito, nelle sue linee essenziali, dalla legge 26 ottobre 1995, n. 447, "Legge quadro sull'inquinamento acustico" e dai successivi decreti attuativi [2]. Per maggiori dettagli sui riferimenti normativi, si rimanda al capitolo 8.

PROGETTO ESECUTIVO
ES AC RI – RELAZIONE ACUSTICA

2. OBIETTIVI IN TERMINI DI PRESTAZIONI ACUSTICHE

2.1 QUADRO DI RIFERIMENTO LEGISLATIVO NAZIONALE

2.1.1 Legislazione nazionale

Il riferimento relativo all'ambito dell'acustica edilizia nel corpus legislativo della Repubblica è definito in primis dal D.P.C.M. 5/12/1997 [4], in cui sono fissati criteri e metodologie per il contenimento dell'inquinamento acustico negli ambienti abitativi, in attuazione all'articolo 3, comma 1, lettera e) della L. 447/95 [2]. Per la categoria degli edifici pubblici, inoltre, la materia è stata integrata dal D.M. 11/01/2017 [10], aggiornato dal D.M. 11/10/2017 [12] e, recentemente, dal D.M. 23/6/2022 [13], disciplinando i cosiddetti criteri ambientali minimi. In sintesi, le grandezze con le quali si caratterizzano i requisiti acustici passivi di un edificio e quelli delle sorgenti sonore interne nell'ambito della legislazione nazionale sono di seguito indicati:

- Indice dell'isolamento acustico di facciata $D_{2m,nT,w}$;
- Indice del potere fonoisolante apparente tra distinte unità immobiliari R'_w ;
- Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato $D_{nT,w}$;
- Indice del livello di rumore da calpestio normalizzato L'_{nw} ;
- Rumorosità degli impianti a funzionamento continuo L_{Aeq} ed L_{ic} ;
- Rumorosità degli impianti a funzionamento discontinuo L_{ASmax} ed L_{id} ;
- Tempo di riverberazione T_R (ed eventuali altri parametri STI e C_{50}).

2.1.2 Definizione della categoria dell'edificio in progetto

In considerazione della destinazione d'uso come locale di ristoro, ai sensi del D.P.C.M. 5/12/1997 [4] il fabbricato in progetto è assimilabile alla categoria F, riferita a edifici adibiti ad attività di tipo ricreativo.

2.1.3 Requisiti di isolamento acustico

I valori limite stabiliti dal D.P.C.M. 5/12/1997 [4] per la categoria F sono riportati di seguito in Tabella 1. Ai sensi del D.M. 23/6/2022 [13], inoltre, i livelli di prestazione richiesti per gli edifici pubblici sono stati integrati e aggiornati con i valori di seguito riportati in Tabella 2. In generale, quindi, i requisiti acustici passivi degli edifici pubblici devono soddisfare almeno il livello di prestazione della classe II, così come definita al prospetto 1 della norma UNI 11367 [24]. Nel caso in esame, i limiti per i parametri R'_w ed L'_{nw} non sono applicabili, essendo esplicitamente riferiti alle divisorie che separano fra loro differenti unità immobiliari, fattispecie che, in questo progetto, non compare.

Tabella 1: Requisiti acustici passivi in opera ai sensi del D.P.C.M. 5/12/1997 [4] per la categoria degli edifici adibiti ad attività ricreative e assimilabili.

PARAMETRI E VALORI LIMITE DA D.P.C.M. 5/12/1997					
CATEGORIA	R'_w	$D_{2m,nT,w}$	L'_{nw}	L_{ASmax}	L_{Aeq}
F	≥ 50 dB	≥ 42 dB	≤ 55 dB	≤ 35 dB	≤ 35 dB

PROGETTO ESECUTIVO

ES AC R1 – RELAZIONE ACUSTICA

Tabella 2: Requisiti acustici passivi in opera ai sensi del D.M. D.M. 23/6/2022 [13] per gli edifici pubblici.

PARAMETRI E VALORI LIMITE CRITERI AMBIENTALI MINIMI DA D.M. 23/6/2022 – EDIFICI PUBBLICI				
UNI 11367 CLASSE II				
$R'_{w(*)}$	$D_{2m,T,W}$	$L'_{n,w(*)}$	L_{ic}	L_{id}
≥ 53 dB	≥ 40 dB	≤ 58 dB	≤ 28 dB	≤ 33 dB
(*) Vale esplicitamente per divisorie fra differenti unità immobiliari				

2.1.4 Riferimenti per il confort interno

Nel D.M. 23/6/2022 [13], al punto 2.4.11 Prestazioni e confort acustico, si specifica che gli ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori di confort riportati nell'appendice C della norma 11367 [25]. In particolare, questa disciplina risulta attualmente applicabile unicamente agli ambienti cosiddetti *destinati al parlato*, e quindi, considerando la natura dei locali oggetto di studio, si analizzano unicamente quei locali che possono essere compresi all'interno di tale categoria.

2.2 LEGISLAZIONE PROVINCIALE

Per la valutazione previsionale delle prestazioni di isolamento acustico, nel territorio amministrativo della provincia autonoma di Trento si fa riferimento anche alla vigente normativa locale. In particolare, il dispositivo di riferimento è costituito dal D.P.G.P. 4/08/1992, n. 12-65/leg [15], regolamento di attuazione della L.P. 18/03/1991, n. 6, [14], così come modificato dall'articolo 60 della L.P. 11/09/1998, n. 10 [16]. Le disposizioni si applicano agli edifici di nuova costruzione, agli ampliamenti, oltre che a tutte le ristrutturazioni di edifici esistenti che comportino rifacimenti di murature e di serramenti esterni, di divisorie tra appartamenti, di solai e di pavimenti. All'articolo 14 del citato decreto, sono definiti i requisiti acustici di accettabilità degli ambienti civili a uso privato, pubblico o collettivo, mentre all'allegato D, sono definiti i criteri e le metodologie per il contenimento dell'inquinamento acustico degli stessi ambienti e i relativi requisiti acustici cui fare riferimento, riportati schematicamente di seguito in Tabella 3.

Tabella 3: Requisiti acustici di accettabilità degli elementi edilizi ai sensi del D.P.G.P. 4/08/1992 n. 12-65/Leg della provincia autonoma di Trento. I requisiti sono riferiti al potere fonoisolante alla frequenza di 500 Hz.

TIPOLOGIA DELLE STRUTTURE	POTERE FONOISOLANTE α 500 Hz – R_{500}
Strutture divisorie interne	$R_{500} \geq 40$ dB
Infissi verso l'esterno	$R_{500} \geq 25$ dB
Griglie e prese d'aria verso l'esterno	$R_{500} \geq 20$ dB
Strutture divisorie interne orizzontali (solai)	$R_{500} \geq 42$ dB
Strutture divisorie esterne verticali senza serramenti	$R_{500} \geq 45$ dB
Strutture divisorie esterne verticali con serramenti	$R_{500} \geq 35$ dB

PROGETTO ESECUTIVO
ES AC RI – RELAZIONE ACUSTICA

2.3 SINTESI: PARAMETRI E VALORI DI RIFERIMENTO

2.3.1 Requisiti acustici passivi

Il criterio adottato per la definizione degli obiettivi progettuali consiste nell'incrociare le varie indicazioni ricavate dalla legislazione vigente, che a volte si sovrappongono, selezionando il valore di riferimento più restrittivo per ciascun parametro. Quindi, i valori di riferimento per i requisiti acustici passivi definiti con le ipotesi descritte sono riassunti schematicamente di seguito, in Tabella 4 e risultano essere coincidenti unicamente con quelli indicati al D.P.C.M. 5/12/1997 [4] per le facciate. In assenza di divisorie verticali e orizzontali che separino fra loro unità immobiliari differenti, infatti, i parametri relativi all'isolamento dal rumore aereo R_w e D_{nTW} e all'isolamento dal rumore di calpestio L_{nW} non risultano essere applicabili al caso in esame. L'edificio, infatti, non è organizzato in modo da definire differenti unità immobiliari oppure differenti unità funzionali e, quindi, il requisito relativo all'isolamento interno non è oggetto di analisi.

2.3.2 Confort interno

Per quanto riguarda il confort acustico interno, gli obiettivi progettuali di riferimento, definiti con i criteri individuati al paragrafo 2.1.4 e ricavati dalla normativa tecnica di settore e dalla letteratura specialistica, sono riportati di seguito in Tabella 5. La trattazione di dettaglio di tali aspetti è riportata al capitolo 6.

Tabella 4: Requisiti acustici passivi in opera ai sensi della L.P. 6/1991 [14], del D.P.C.M. 5/12/1997 [4] per l'edificio in progetto.

PARAMETRI DI RIFERIMENTO	LIMITE
Facciate esterne (D.P.C.M. 5/12/1997 cat F)	$D_{2m,nT,W} \geq 42$ dB
Infissi verso l'esterno (L.P. 6/1991)	$R_{500} \geq 25$ dB
Griglie e prese d'aria verso l'esterno (L.P. 6/1991)	$R_{500} \geq 20$ dB
Strutture divisorie esterne verticali senza serramenti (L.P. 6/1991)	$R_{500} \geq 45$ dB
Strutture divisorie esterne verticali con serramenti (L.P. 6/1991)	$R_{500} \geq 35$ dB

Tabella 5: Parametri progettuali di riferimento in funzione della destinazione d'uso dei locali.

TOPOLOGIA LOCALE	TEMPO RIVERBERAZIONE T_{OTT} [s] (*)	TRASMISSIBILITÀ PARLATO STI [%]	CHIAREZZA C_{50} - dB	NORMA DI RIFERIMENTO
BAR	$T_{ott} = (1,27 \log V - 2,49)$	$\geq 0,5$	≥ -2	UNI 11367
(*) I valori del tempo di riverberazione ottimale sono calcolati in funzione del volume V dell'ambiente.				

PROGETTO ESECUTIVO

ES AC RI – RELAZIONE ACUSTICA

3. METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE GRANDEZZE ACUSTICHE

Per sua natura, la legislazione nazionale disciplina le prestazioni *in opera* dei singoli elementi e delle strutture di cui sono composti gli edifici in progetto. Esse sono definite come prestazioni apparenti, sono identificate da un apice e sono influenzate non solo dalla prestazione di laboratorio del singolo elemento edilizio considerato, ma anche dalle modalità di posa in opera e dalle scelte cantieristiche. Nel caso specifico, quindi, visto il carattere previsionale dello studio, per la stima dei requisiti acustici passivi dell'edificio in esame, ci si avvale di un modello per il calcolo delle prestazioni acustiche in opera a partire dalle prestazioni di laboratorio. I risultati di seguito riportati, quindi, hanno un valore previsionale e sono suscettibili di variazioni, anche sostanziali, derivanti dalle modalità di esecuzione dei lavori. Per questa ragione, quindi, in fase di realizzazione delle opere, è molto importante, oltre a rispettare integralmente le indicazioni progettuali in termini di spessori, qualità, requisiti e certificazioni dei materiali impiegati, curare attentamente anche la realizzazione e la posa degli stessi materiali, onde evitare scadimenti delle prestazioni acustiche previste come obiettivi progettuali. Di seguito nel documento, sono riportate alcune indicazioni generali per una corretta gestione e posa in opera delle soluzioni progettuali individuate.

3.1 MODELLO DI CALCOLO ADOTTATO

3.1.1 Metodo per la stima previsionale delle prestazioni acustiche

Lo strumento di calcolo numerico del quale ci si avvale per la stima delle prestazioni acustiche di progetto necessita di informazioni quali le dimensioni delle strutture e degli ambienti, la tipologia, la stratigrafia e i materiali delle partizioni di separazione, nonché la tipologia, la stratigrafia e i materiali delle partizioni collegate oltre al tipo di giunti impiegati. I due programmi di calcolo utilizzati sono SONIDO PRO di Microbel s.r.l., nella versione 1.5.5 ed ECHO di ANIT nella versione più recente. I modelli di calcolo si basano su relazioni matematiche ricavate dalle teorie consolidate disponibili in letteratura o dalle norme tecniche. La previsione del comportamento fonoisolante di singoli componenti si effettua utilizzando i concetti della legge di massa e della frequenza di coincidenza, oltre ai metodi di calcolo che contemplano lo smorzamento dei sistemi noti come *massa-molla-massa*. Per componenti che richiedano un approccio più complesso, sono utilizzate le teorie di B. Sharp, F. Fahy, o, ancora, altri approcci specifici ritenuti di volta in volta più idonei alle modalità costruttive adottate. Il calcolo modellistico è integrato, ove necessario e ove esistano dati disponibili, dall'analisi, dall'elaborazione e dalla valutazione di soluzioni certificate oppure testate mediante prove di laboratorio o campagne di misurazione realizzate in opera. In particolare, queste ultime informazioni sono ottenute da banche dati o da pubblicazioni diffuse da enti, associazioni od organismi di certificazione di comprovata affidabilità e sono generalmente ricavate da campagne di monitoraggio e valutazione in opera oppure da studi sperimentali condotti sui parametri fisici che influenzano i fenomeni acustici. Per ciò che riguarda la previsione del comportamento acustico e, quindi, le prestazioni degli edifici, infine, si fa riferimento alle norme europee della serie EN 12354 di cui al paragrafo 8.3.

PROGETTO ESECUTIVO

ES AC RI – RELAZIONE ACUSTICA

3.1.2 Banca dati per gli elementi in legno e per gli elementi leggeri

Il principale riferimento per la definizione delle prestazioni di laboratorio degli elementi lignei è costituito dalla banca dati di *dataholz.com* che contiene un vasto catalogo di schede tecniche di materiali in legno o a base di legno, di materiali da costruzione, di componenti da costruzione e di collegamenti per componenti da costruzione, con dettaglio delle caratteristiche delle grandezze fisiche, tecniche ed ecologiche. La documentazione pubblicata è verificata, autorizzata e approvata per le costruzioni di legno ed è rilasciata da istituti ed enti di controllo accreditati mentre le verifiche, i calcoli e le valutazioni sono stati effettuati in base alle norme attualmente in vigore. Gli enti accreditati, inoltre, verificano costantemente le schede tecniche per garantirne l'aggiornamento e la correttezza. I parametri contenuti in queste schede possono essere utilizzati come base per le procedure di verifica presso le autorità austriache competenti in materia di edilizia. In assenza di metodi di calcolo previsionale affidabili e di analoghi strumenti riferiti alla realtà italiana, quindi, si adottano le informazioni delle banche dati di *dataholz.com* come riferimento per le valutazioni, considerando che tutte le indicazioni in esse contenute e i documenti tecnici prodotti tramite *dataholz.com* e in accordo con essa possono essere usati quali documenti tecnici per l'approvazione da parte delle autorità di sorveglianza in Austria [44]. Occorre sottolineare, inoltre, che le indicazioni, le caratteristiche e i dati tecnici contenuti in *dataholz.com* sono determinati sulla base di normative europee correnti e forniscono, quindi, indicazioni di caratteristiche fisiche sotto forma di valori numerici che hanno valore, sia pure in termini generalmente non cogenti, in tutta Europa. Nel caso dei parametri acustici, per esempio, i valori sono basati su verifiche, calcoli o valutazioni da parte di enti di certificazione accreditati, secondo le normative europee della serie EN 140 ed EN 717 per il valore dell'isolamento acustico R_w , e del rumore di calpestio $L_{n,w}$. Tutte le indicazioni e i dati disponibili, infine, rappresentano lo stato della scienza attuale e si basano sulle normative attualmente in vigore in Austria, che corrispondono, in molti casi, alle attuali norme europee EN. Un ulteriore riferimento, recentemente pubblicato, è il Catalogo degli elementi costruttivi per l'acustica in edilizia, realizzato dall'Agenzia provinciale per l'ambiente della provincia autonoma di Bolzano. Il catalogo è composto da un manuale e da numerose schede tecniche suddivise in base agli elementi costruttivi, al tipo di costruzione e ai materiali utilizzati. In ciascuna delle schede, sono messi in evidenza i risultati delle misure del rumore con le prestazioni riferibili a ciascuna soluzione progettuale analizzata. Le prove raccolte e contenute nel catalogo sono tutte riferite a misure in opera, con il vantaggio di fornire dei dati realistici rispetto alle prestazioni attese dalle strutture in quanto si tiene conto delle trasmissioni laterali, degli errori e delle incertezze legate alla fase di realizzazione in cantiere. Il database, inoltre, ha il pregio di essere attuale, molto recente e aggiornato e rappresentativo delle tecniche costruttive e dei materiali adottati nella nostra area geografica. Fonti aggiuntive di informazioni per valutare in via preliminare le prestazioni delle componenti lignee, delle strutture leggere e dei relativi pacchetti stratigrafici sono i certificati delle prove di laboratorio dei vari produttori di soluzioni edilizie oltre al materiale didattico e informativo messo a disposizione dall'istituto IValsa nell'ambito dei corsi di formazione per il protocollo di certificazione ARCA.

4. ELEMENTI ACUSTICAMENTE SIGNIFICATIVI DEL PROGETTO

Individuate le caratteristiche degli interventi in progetto, di seguito, in questo capitolo, si analizzano in dettaglio quegli elementi edilizi che, per le loro caratteristiche e per le loro proprietà fisico-

PROGETTO ESECUTIVO

ES AC RI – RELAZIONE ACUSTICA

tecniche, risultano essere determinanti nel definire le prestazioni acustiche del sistema edificio in termini di requisiti acustici passivi e di confort interno.

4.1 SINTESI DEGLI INTERVENTI PREVISTI IN PROGETTO

Nell'ambito del progetto, gli interventi analizzati nel presente approfondimento consistono nella realizzazione di un nuovo edificio destinato a ospitare alcuni locali tecnici e nella costruzione di un fabbricato da adibire a punto di ristoro. Lo studio si concentra unicamente su questo ultimo edificio, essendo l'altro fabbricato un ambiente di tipo tecnico, non adibito a locale di vita o di permanenza di persone. L'edificio è inserito nel versante e, infatti, presenta un lato controterra e una copertura a verde. Costruttivamente, si prevede che il nuovo edificio sia realizzato con una struttura portante in calcestruzzo e una copertura in legno, con un'ampia facciata vetrata verso valle. Dal punto di vista impiantistico, non è prevista l'installazione di alcuna macchina che possa costituire una fonte di rumore interna o esterna. Considerando le osservazioni di cui al paragrafo 2.3, trattandosi di un edificio pubblico a destinazione terziaria, dal punto di vista acustico i temi di analisi progettuale consistono nello studio di:

- $D_{2m,nT,w}$: isolamento al rumore aereo delle facciate di involucro esterno;
- Qualità acustica interna degli ambienti comuni destinati al parlato.

Non si identificano superficie di interfaccia che possano essere definite come divisorie interne orizzontali o verticali e, quindi, nel rispetto delle indicazioni normative, non si valutano le prestazioni acustiche di questi elementi.

4.2 ANALISI DEGLI ELEMENTI DI FACCIATA

4.2.1 Obiettivi di progetto

Per quanto riguarda gli elementi dell'involucro esterno, gli obiettivi di progetto sono quelli fissati dalla L.P. 18/03/1991, n. 6 [14] e dal D.P.C.M. 5/12/1997 [4] e sono indicati di seguito in Tabella 6. I limiti previsti dal D.M. 23/6/2022 [13], infatti, sono meno restrittivi. Le verifiche delle prestazioni sono riportate al capitolo 5, mentre le relative schede di calcolo e i certificati di riferimento per le soluzioni adottate sono riportati in allegato, al capitolo 9.

Tabella 6: Sintesi degli obiettivi di progetto per le prestazioni di facciata e degli elementi di facciata.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO	TIPOLOGIA DELLE STRUTTURE	OBIETTIVO
D.P.C.M. 5/12/1997	Facciate esterne	$D_{2m,nT,w} \geq 42$ dB
L.P. 18/03/1991, n. 6	Infissi verso l'esterno	$R_{500} \geq 25$ dB
L.P. 18/03/1991, n. 6	Strutture divisorie esterne verticali senza serramenti	$R_{500} \geq 45$ dB
L.P. 18/03/1991, n. 6	Strutture divisorie esterne verticali con serramenti	$R_{500} \geq 35$ dB

PROGETTO ESECUTIVO

ES AC R1 – RELAZIONE ACUSTICA

4.2.1 Stima del potere fonoisolante della parete di involucro

La parete perimetrale di involucro è composta principalmente da elementi vetrati. Nella parte sommitale, tuttavia, è presente una porzione opaca di tamponamento all'altezza della trave HEA in acciaio, realizzata con una struttura metallica accoppiata a lastre in fibrogesso che delimita un'intercapedine isolata in lana minerale. Lo schema di riferimento per questo elemento edilizio è riportato di seguito in Tabella 7. Per la definizione delle prestazioni acustiche, si applicano le formule per pareti doppie che considerano l'isolamento acustico per massa-molla-massa.

Tabella 7: Stratigrafia di riferimento e valutazione delle prestazioni della parete di involucro.

TIPOLOGIA: PARETE ESTERNA	DENSITÀ kg/m ³	SPESSORE cm	MASSA SUPP. kg/m ²
Doppia lastra in fibrogesso	1000	2,5	25.0
Isolante in lana minerale	50	7,5	3.8
Doppia lastra in fibrogesso	1000	2,5	25.0
Isolante in lana minerale	50	15	7.5
Anima trave HEA	750	1	7.5
TOTALE		28,5	69
R_w (legge di massa-molla-massa)		45 dB	
R₅₀₀ (stima)		45 dB	

4.2.2 Stima del potere fonoisolante della copertura

Lo schema tipologico della copertura, riportata di seguito in Tabella 8, consiste in una struttura in legno lamellare, al di sopra della quale sono previsti uno strato di isolamento in lana minerale, lo strato di ventilazione, un ulteriore tavolato in legno e, infine, il terreno vegetale per il supporto del substrato vegetale in copertura. Le prestazioni di potere fonoisolante della copertura sono calcolate con la legge della massa e sono stimate di seguito in Tabella 8.

Tabella 8: Stratigrafia della copertura e valutazione delle sue prestazioni acustiche.

TIPOLOGIA: COPERTURA	DENSITÀ kg/m ³	SPESSORE cm	MASSA SUPP. kg/m ²
Terreno vegetale	1400	30	420
Tavolato in legno	450	2	9
Ventilazione	0	5	0
Isolamento in lana minerale	110	20	22
Legno	450	5	23
TOTALE		62	474
R_w (legge di massa)		53,5 dB	
R₅₀₀ (stima)		53 dB	

PROGETTO ESECUTIVO

ES AC R1 – RELAZIONE ACUSTICA

4.2.3 Potere fonoisolante minimo dei serramenti

L'elemento critico per la funzione isolante delle facciate è il potere fonoisolante R_{WFIN} del serramento, componente più debole del sistema di facciata. L'analisi di seguito riassunta, quindi, è effettuata con l'intento di fissare le prestazioni minime dei serramenti per garantire il rispetto degli obiettivi progettuali, essendo note e invariabili quelle dell'elemento opaco, stimate come descritto al paragrafo 4.2.1. Detta A_{TOT} la superficie complessiva della parete, A_P e A_{FIN} rispettivamente la superficie della parte opaca e della parte finestrata della facciata, ΔL_{FS} il termine correttivo per la forma della facciata, K il contributo della trasmissione laterale, V il volume dell'ambiente interno racchiuso dalla facciata, R_{WP} l'indice del potere fonoisolante della parte opaca della facciata, il potere fonoisolante minimo dei serramenti si calcola come:

$$R_{WFIN} = -10 \log \left[\frac{A_{TOT}}{A_{FIN}} \left(10^{\frac{(-D_{2m,nTW} + \Delta L_{FS} + 10 \log(V/(6T_0 A_{TOT}))) - K}{10}} - \frac{A_P}{A_{TOT}} 10^{-R_{WP}/10} \right) \right]$$

Considerando i parametri e le dimensioni previsti a progetto, si calcola un potere fonoisolante minimo per i serramenti come di seguito riassunto in Tabella 9. La corretta e precisa posa in opera del sistema serramento nel suo insieme è l'elemento cruciale per garantire il risultato in termini di prestazioni finali. Il valore di R_w dell'intero sistema serramento deve essere certificato dal produttore.

Tabella 9: Potere fonoisolante minimo dei serramenti. Il valore di R_w dell'intero sistema serramento deve essere certificato dal produttore.

R_w	41 dB	TUTTI I SERRAMENTI ESTERNI DEL LOCALE BAR
R_{500}	>25 dB	TUTTI I SERRAMENTI

4.2.4 Indicazioni per la posa in opera dei serramenti

Il fornitore dei serramenti dovrà indicare tutte le prescrizioni di corretta posa in opera dei propri sistemi. Le guarnizioni e i sigillanti dovranno essere posati con estrema attenzione, in modo continuo lungo tutto il perimetro del serramento, limitando il più possibile le interruzioni e senza alcuna rottura. Particolare attenzione dovrà essere posta alla realizzazione degli angoli. Oltre all'uso di guarnizioni auto-espandenti, si consiglia di interporre del materiale fibroso fonoassorbente fra il falso telaio e il telaio, mentre il telaio fisso dovrà essere giuntato sul perimetro interno ed esterno utilizzando del sigillante di tipo siliconico. Il potere fonoisolante minimo del sigillante deve essere pari o superiore a R_w 60 dB. Per la scelta delle caratteristiche prestazionali dei sigillanti, si raccomanda di fare riferimento alle indicazioni di cui alla norma ISO 11673-1 [28].

5. VERIFICHE PREVISIONALI DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

5.1.1 VERIFICA DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI AI SENSI DEL D.P.C.M. 5/12/1997

5.1.2 *Criteri generali di valutazione*

Nel rispetto delle indicazioni della legislazione nazionale, la verifica dei requisiti acustici passivi è effettuata attraverso il collaudo in opera delle prestazioni degli elementi tecnici significativi dell'edificio in esame. Il riferimento più recente in questo ambito è dato dalle indicazioni della norma UNI 11367 relativa alla classificazione acustica delle unità immobiliari [24], nella quale è disciplinata sia la scelta degli elementi tecnici sui quali effettuare le rilevazioni, sia la modalità con cui effettuare tali rilevazioni. La citata norma UNI completa un percorso di approfondimento effettuato con l'obiettivo di risolvere alcune incertezze nell'interpretazione del D.P.C.M. 5/12/1997 [4], prefigurando gli elementi generali cui dovrà essere ispirata la futura legislazione nazionale di settore. Per queste ragioni, quindi, essa rappresenta il riferimento per la definizione dello stato dell'arte nell'ambito dell'acustica in edilizia. Nelle analisi di seguito effettuate, quindi, si adottano alcuni criteri ispirati alla norma UNI 11367 [24] e alle indicazioni di cui al D.M. 23/6/2022 [13] come linee guida per la valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi nel caso in esame.

5.1.3 *Definizione degli elementi soggetti a verifica*

Chiariti questi criteri generali, quindi, allo scopo di stimare in via previsionale il comportamento in opera degli elementi tecnici interessati dagli interventi edilizi in oggetto, si identificano alcune casistiche, considerate rappresentative delle condizioni acusticamente più sfavorevoli per effetto della destinazione d'uso dei locali, delle dimensioni e delle caratteristiche costruttive degli stessi. Le casistiche esaminate, quindi, possono essere considerate come il limite inferiore alle prestazioni acustiche dell'edificio e garantiscono un approccio cautelativo nell'interpretazione dei risultati. In sintesi, date le caratteristiche dimensionali, tipologiche e funzionali dell'intervento in progetto, si identificano le partizioni di seguito rappresentate in Tabella 10 da sottoporre alla verifica previsionale dei requisiti acustici passivi.

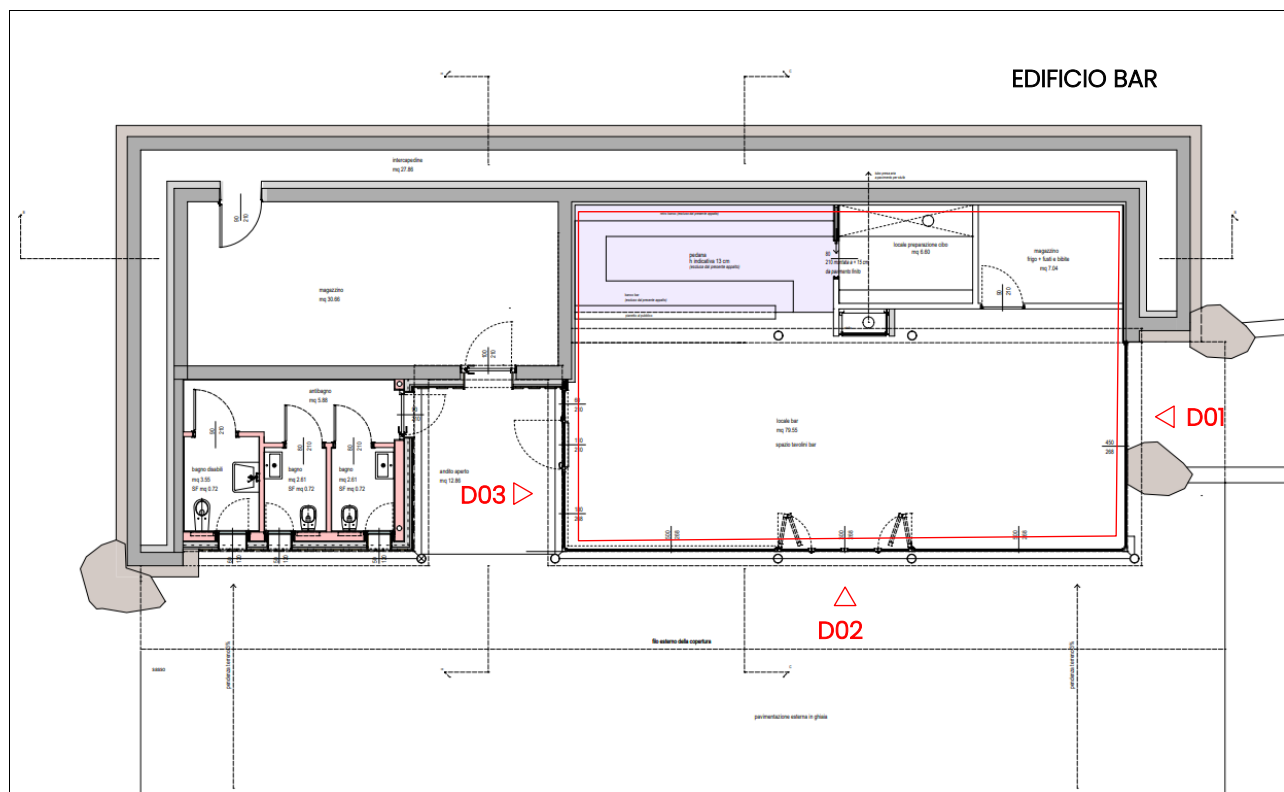
5.1.4 *Conclusione: verifica dei requisiti acustici passivi*

Di seguito, in Tabella 10, sono riportati in modo schematico risultati delle verifiche dei requisiti acustici passivi effettuate ai sensi del D.P.C.M. 5/12/1997 [4] e del D.M. 23/6/2022 [13]. In considerazione della struttura e della destinazione d'uso dell'edificio in progetto, le verifiche si limitano alla valutazione dell'isolamento di facciata. Non si studiano le prestazioni delle divisorie interne orizzontali e verticali. Il valore di riferimento per le valutazioni di compatibilità è quello stabilito dal D.P.C.M. 5/12/1997 [4], il più restrittivo per l'isolamento di facciata. Considerando che per le verifiche, cautelativamente, sono state selezionate le condizioni più sfavorevoli dal punto di vista geometrico, l'edificio in progetto risulta completamente rispondenti alle vigenti normative in termini di requisiti acustici passivi. Le verifiche, infatti, risultano essere tutte ampiamente soddisfatte, con valori significativamente superiori alle richieste minime normative. Le schede di calcolo relative alle singole verifiche sono riportate in allegato al presente documento, al paragrafo 9.1.

PROGETTO ESECUTIVO

ES AC R1 – RELAZIONE ACUSTICA

Tabella 10: Piante dell'edificio in progetto con indicazione dei locali soggetti a verifica. In rosso sono indicati i locali soggetti a verifica di isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$.



COD.	CODICE DEL LOCALE RICEVENTE	CODICE DEL LOCALE EMITTENTE	VERIFICA AI SENSI DEL D.P.C.M. 5/12/1997 E DEL D.M. 23/6/2022 (*)			
			PARTIZIONE VERIFICATA	REQUISITO	VALORE CALC.	ESITO VERIFICA
D01	LOCALE BAR	AMBIENTE ESTERNO	PARETE ESTERNA + SERRAMENTI	$D_{2m,nT,w}$	42,4 dB	> 42 dB
D02	LOCALE BAR	AMBIENTE ESTERNO	PARETE ESTERNA + SERRAMENTI	$D_{2m,nT,w}$	46,7 dB	> 42 dB
D03	LOCALE BAR	AMBIENTE ESTERNO	PARETE ESTERNA + SERRAMENTI	$D_{2m,nT,w}$	46,8 dB	> 42 dB

(*) Il valore di riferimento è quello del D.P.C.M. 5/12/1997, più restrittivo per l'isolamento di facciata.

PROGETTO ESECUTIVO

ES AC R1 – RELAZIONE ACUSTICA

5.2 VERIFICHE AI SENSI DELLA L.P. 6/1991

5.2.1 Verifiche dei singoli componenti edilizi

Di seguito, in Tabella 11, è riportato uno schema riassuntivo dei risultati delle analisi delle prestazioni dei singoli elementi edilizi considerati nello studio. I valori rappresentativi delle prestazioni sono confrontati con i valori di accettabilità di cui alla normativa provinciale. Nel caso in esame, non essendo previste divisorie interne orizzontali o verticali fra differenti unità immobiliari, la verifica è limitata unicamente alle prestazioni dell'involucro esterno.

Tabella 11: Schema riassuntivo delle prestazioni acustiche dei singoli elementi edilizi e verifica ai sensi della legge provinciale, ove previsto. I valori degli indici sono approssimati a 1 dB.

RIFERIMENTO	DESCRIZIONE ELEMENTO	PARAMETRO CALCOLATO	VERIFICA AI SENSI DELLA L.P. 6/1991	
			PARAMETRO CALCOLATO	ESITO VERIFICA
Legge di massa-molla-massa	PARETE DI INVOLUCRO	$R_w = 45$ dB	$R_{500} > 45$ dB	$R_{500} > 45$ dB
Legge di massa	COPERTURA	$R_w = 53$ dB	$R_{500} = 53$ dB	$R_{500} > 45$ dB
Prescrizione	SERRAMENTI	$R_w = 41$ dB	$R_{500} > 25$ dB	$R_{500} > 25$ dB

5.2.2 Verifiche dei componenti di facciata ai sensi della L.P. 6/1991

Di seguito, in Tabella 12, sono sintetizzati i risultati delle verifiche delle prestazioni complessive di facciata in termini di potere fonoisolante R_{500} dell'insieme di serramento e parete opaca, effettuate sulle stesse partizioni individuate in Tabella 10. Il limite previsto dalla L.P. 6/1991 [14], pari a R_{500} 35 dB, risulta essere ovunque rispettato. Le relative schede di calcolo, eseguito con il software ECHO di cui al paragrafo 3.1.1, sono riportate in allegato al presente documento, al paragrafo 9.1.

Tabella 12: Verifiche dei componenti di facciata ai sensi della L.P. 6/1991 [14]. Nel calcolo, si ipotizza che il valore R_w coincida con R_{500} . Valori approssimati all'unità. I riferimenti alle facciate sono riportati in Tabella 10.

RIFERIMENTO	ELEMENTO EDILIZIO	VERIFICA AI SENSI DELLA L.P. 6/1991		
		PARTIZIONE VERIFICATA	PARAMETRO CALCOLATO	ESITO VERIFICA
D01	PARETE EST. + SERRAMENTO	FACCIATA D01	$R_{500} = 39$ dB	$R_{500} \geq 35$ dB
D02	PARETE EST. + SERRAMENTO	FACCIATA D02	$R_{500} = 39$ dB	$R_{500} \geq 35$ dB
D03	PARETE EST. + SERRAMENTO	FACCIATA D03	$R_{500} = 39$ dB	$R_{500} \geq 35$ dB

5.2.3 Risultati delle verifiche ai sensi della legge provinciale L.P. 6/1991

Come esito delle verifiche, i limiti di cui alla L.P. 6/1991 [14] risultano essere rispettati. In considerazione delle ipotesi cautelative adottate nei calcoli, i risultati delle analisi si configurano come limiti inferiori alle prestazioni previste.

PROGETTO ESECUTIVO

ES AC R1 – RELAZIONE ACUSTICA

5.3 VERIFICA PREVISIONALE DELLA CLASSE ACUSTICA DELL'EDIFICIO

5.3.1 Introduzione

La classificazione acustica di una unità immobiliare si basa sui risultati di misure effettuate in opera. Pertanto, un processo di classificazione ricavato da calcoli previsionali è unicamente uno strumento indicativo per una verifica preliminare degli obiettivi progettuali. La buona riuscita del processo, infatti, dipende dall'approccio cantieristico e dall'attenzione al rispetto dei vincoli progettuali nella fase operativa. Nel presente studio, inoltre, operando su calcoli previsionali e non con rilevazioni fonometriche, non si tengono in considerazione i coefficienti correttivi inerenti all'incertezza di misura in opera. Nel processo progettuale, inoltre, sono state adottate una serie di ipotesi cautelative che permettono, con una buona probabilità, di ritenere che le prestazioni in opera dei singoli elementi edilizi avranno come limite inferiore i valori di calcolo di progetto. In queste condizioni, quindi, si ritiene che anche il margine di incertezza nel calcolo della classificazione acustica risulti, per quanto possibile, minimizzato.

5.3.2 Verifica previsionale

Di seguito, in Tabella 13, si riportano i risultati dei calcoli per l'elaborazione della classificazione acustica previsionale dell'edificio in progetto. Nel rispetto delle indicazioni di cui alla UNI 11367 [24], i valori sintetici di ciascun indice di requisito sono calcolati come media energetica di tutti gli elementi che compongono il fabbricato.

Tabella 13: Sintesi della classificazione acustica relativamente all'edificio in progetto.

SPOGLIATOI	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	L'_{nw}	L_{ic}	L_{id}	CLASSE
INDICE	45 dB	NA	NA	< 28 dB	< 30 dB	GLOBALE
CLASSE	I	NA	NA	II	II	II

5.3.3 Conclusione

Con le ipotesi descritte, si verifica la rispondenza delle prestazioni del fabbricato in progetto alle richieste di cui al D.M. 23/6/2022 [13]. In particolare, si verifica che la classe acustica previsionale corrisponde almeno alla classe II per ciascuno degli indici di requisito, qualora applicabili.

PROGETTO ESECUTIVO
ES AC RI – RELAZIONE ACUSTICA

6. CONFORT ACUSTICO INTERNO

6.1 OBIETTIVI

Gli obiettivi progettuali sono definiti in coerenza con il quadro normativo di riferimento in termini di confort acustico interno dei locali, introdotto al capitolo 2 e, in particolare, al paragrafo 2.1.4. Al paragrafo 2.3.2, infine, sono identificati i valori di riferimento degli indici T_R , C_{50} e STI. Nel caso specifico, in considerazione della peculiarità della destinazione d'uso degli ambienti e della specificità delle attività in essi effettuate, l'indice STI non è particolarmente significativo, visto anche che la posizione dell'oratore e degli ascoltatori non è fissa. Nello studio, dunque, si analizzano esclusivamente gli indici del tempo di riverberazione T_R e della chiarezza del parlato C_{50} .

6.2 INTERVENTO PROGETTUALE

6.2.1 Descrizione generale dell'intervento tipo

Come strategia generale di intervento, per garantire un adeguato confort acustico interno riducendo il tempo di riverberazione nell'ambiente e controllando i livelli sonori, si prevede l'installazione di un sistema di pannelli sospesi a soffitto realizzati con un materiale dotato di elevate proprietà fonoassorbenti. Nella scelta delle superficie da trattare, si predilige l'intervento sul soffitto, dato che questa soluzione progettuale permette una distribuzione il più possibile omogenea di materiale fonoassorbente su tutta la superficie dei locali, in modo da garantire un risultato più efficace per il controllo delle riflessioni e del riverbero interno ai vari ambienti. In questa configurazione, inoltre, le pareti rimangono libere da installazioni tecniche e possono essere impiegate completamente per gli arredi. Il posizionamento a soffitto, infine, garantisce una maggiore protezione dei materiali da eventuali urti.

6.2.2 Ambienti sottoposti a verifica

Nell'ambito delle opere in progetto, le analisi si concentrano sul locale bar, ambiente destinato a ospitare la presenza di più persone. Per lo studio di tale ambiente, pur non trattandosi di un locale specificamente destinato al parlato, si adottano cautelativamente i parametri di riferimento previsti per quella categoria, come illustrato al paragrafo 2.1.4. Di seguito, in Tabella 14, si riportano le caratteristiche geometriche dell'ambiente e rispettivi valori di riferimento adottati per la definizione degli interventi progettuali.

Tabella 14: Valori di riferimento degli interventi progettuali finalizzati all'ottimizzazione del confort acustico interno dell'ambiente, nel rispetto delle indicazioni di cui alla UNI 11367 [24].

AMBIENTI SOGGETTI A VERIFICA				OBIETTIVI UNI 11367			
LOCALE	SUPERFICIE [m ²]	ALTEZZA [m]	VOLUME [m ³]	DESTINAZIONE D'USO	T_{Rott} [s]	T_{Rmax} [s]	C_{50} dB
BAR	80	3	240	Parlato	0,79	0,95	≥ 0

PROGETTO ESECUTIVO
ES AC RI – RELAZIONE ACUSTICA

6.2.3 Trattamento fonoassorbente

Nel locale bar, si prevede l'installazione di un sistema di 9 pannelli sospesi a soffitto, disposti nello spazio tra le travi in legno che sostengono la copertura. Il materiale con il quale sono realizzati è fibra di vetro ad alta densità, un materiale poroso dalle elevate proprietà fonoassorbenti. In particolare, tre pannelli di dimensioni 120x60 cm sono disposti al di sopra della zona del bancone del bar, mentre i restanti sei pannelli di dimensioni 240x60 cm sono disposti all'interno della sala. I pannelli sono sospesi a una distanza di almeno 20 cm rispetto al soffitto. Di seguito, in Tabella 15, sono riportati i valori dell'area di assorbimento equivalente per unità dei pannelli fonoassorbenti impiegati. In Tabella 16, infine, sono sintetizzati i quantitativi di materiale fonoassorbente impiegato.

6.3 VERIFICHE DEL CONFORT INTERNO

6.3.1 Metodo di calcolo

Per la stima dei parametri del confort acustico interno, è stato utilizzato il software ANIT ECHO nella sua versione più recente. Per il calcolo del tempo di riverberazione, si utilizza il metodo semplificato presente nel software, basato sul calcolo dell'area di assorbimento equivalente, nel rispetto delle indicazioni di cui alla UNI 12354-6 [22].

6.3.2 Interpretazione dei risultati

Di seguito, in Tabella 17, sono riportati i risultati delle verifiche preliminari dei valori di tempo di riverberazione e chiarezza C_{50} , calcolati nel locale bar. Con le ipotesi formulate nel presente capitolo, si verifica in via preliminare come nel locale analizzato siano rispettate le richieste di cui alla UNI 11367 [24] per la valutazione del confort acustico interno, coerentemente alle indicazioni del D.M. 23/6/2022 [13].

Tabella 15: Valori minimi dell'area di assorbimento equivalente espressa in frequenza per un elemento sospeso impiegato nel trattamento acustico del locale.

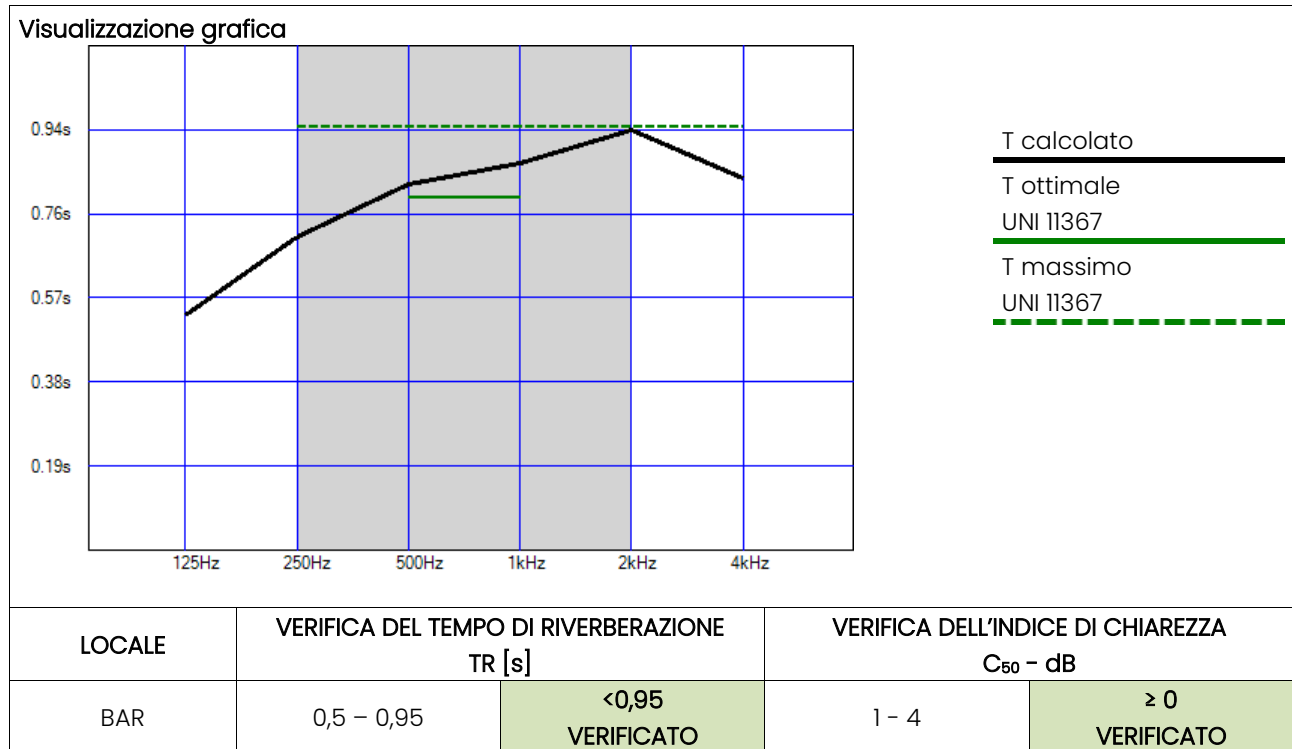
COD.	TIPOLOGIA DI MATERIALE	A _{eq} , area di assorbimento equivalente per unità in frequenza [Hz]					
		125	250	500	1000	2000	4000
1	Pannelli in fibra di vetro ad alta densità, sp. 40 mm, dim. 1200x600 mm, posati sospesi a 20 cm dal soffitto	0,1	0,7	1,0	1,3	1,3	1,4
2	Pannelli in fibra di vetro ad alta densità, sp. 40 mm, dim. 2400x600 mm, posati sospesi a 20 cm dal soffitto	0,5	1,4	2,0	2,4	2,3	2,3

Tabella 16: Indicazione della quantità di materiale fonoassorbente e del posizionamento.

LOCALE	POSIZIONAMENTO	QUANTITÀ	TIPOLOGIA DI MATERIALE
LOCALE BAR	Sospesi a soffitto, sopra alla zona banco	3 pannelli	COD. 1 (dim. 1200x600 mm)
	Sospesi a soffitto, nella zona destinata ai fruitori	6 pannelli	COD. 2 (dim. 2400x600 mm)

PROGETTO ESECUTIVO
ES AC R1 – RELAZIONE ACUSTICA

Tabella 17: Verifica dei parametri per la valutazione del confort acustico interno. In entrambi i locali analizzati, risultano essere rispettate le richieste di cui alla UNI 11367:2010 in termini di tempo di riverberazione, chiarezza C50 e trasmissibilità del parlato STI.



7. CONCLUSIONI

Il criterio adottato per la definizione degli obiettivi progettuali prevede di incrociare le varie indicazioni della vigente legislazione nazionale e provinciale che a volte si sovrappongono, selezionando il valore di riferimento più restrittivo per ciascun parametro. In particolare, quindi, per quanto riguarda la legislazione nazionale si fa riferimento al D.P.C.M. 5/12/1997 [4] e al D.M. 23/6/2022 [13], mentre per la legislazione provinciale si fa riferimento alla L.P. 6/1991 [14]. Con le ipotesi cautelative descritte in dettaglio nel presente documento e considerando le indicazioni e le prescrizioni del progetto, l'edificio risulta completamente rispondenti alle vigenti normative in termini di requisiti acustici passivi. Si verifica, inoltre, la rispondenza delle prestazioni degli edifici alla classe II per ciascuno degli indici di requisito ai sensi della UNI 11367:2010 [24].

TRENTO, FEBBRAIO 2025

ARCH. GIOVANNI MODENA

ING. ELENA MARGESIN
TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA

PROGETTO ESECUTIVO
ES AC RI – RELAZIONE ACUSTICA

8. BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

8.1 NORMATIVA NAZIONALE DI RIFERIMENTO

- [1] D.P.C.M. 1 marzo 1991, "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";
- [2] L. 26 ottobre 1995, n. 447, "Legge quadro sull'inquinamento acustico";
- [3] D.P.C.M. 14 novembre 1997, "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- [4] D.P.C.M. 5 dicembre 1997, "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici";
- [5] D.M. 16 marzo 1998, "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
- [6] D.P.C.M. 31 marzo 1998, "Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera b), e dell'art. 2, commi 6, 7 e 8, della legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico";
- [7] D.Lgs. 4 settembre 2002, n. 262, "Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto";
- [8] D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142, "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della L. 26 ottobre 1995, n. 447";
- [9] D.M. 24 dicembre 2015, "Adozione dei criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione e criteri ambientali minimi per le forniture di ausili per l'incontinenza";
- [10] D.M. 11 gennaio 2017, "Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili";
- [11] D. Lgs. 17 febbraio 2017, n. 42 "Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161";
- [12] D.M. 11 ottobre 2017, "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici";
- [13] D.M. 23 giugno 2022, "Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi";

8.2 NORMATIVA PROVINCIALE DI RIFERIMENTO

- [14] L.P. 18 marzo 1991, n. 6, "Provvedimenti per la prevenzione e il risanamento ambientale in materia di inquinamento acustico", così come modificato dall'articolo 60 della legge provinciale 11 settembre 1998, n. 10, recante "Misure collegate con l'assestamento di bilancio per l'anno 1998";
- [15] D.P.G.P. 4 agosto 1992, n. 12-65/Leg. "Approvazione del regolamento di esecuzione della legge provinciale 18 marzo 1991, n. 6 recante provvedimenti per la prevenzione e il risanamento ambientale in materia di inquinamento acustico";
- [16] L.P. 11 settembre 1998, n. 10, "Misure collegate con l'assestamento di bilancio per l'anno 1998";

PROGETTO ESECUTIVO

ES AC RI – RELAZIONE ACUSTICA

8.3 NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

- [17] UNI EN ISO 12354-1:2017 Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti;
- [18] UNI EN ISO 12354-2:2017 Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti;
- [19] UNI EN ISO 12354-3:2017 Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Parte 3: Isolamento acustico dal rumore proveniente dall'esterno per via aerea;
- [20] UNI EN ISO 12354-4:2017 Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Parte 4: Trasmissione del rumore interno all'esterno;
- [21] UNI EN 12354-5:2023 Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di elementi – Parte 5: Livelli sonori dovuti agli impianti;
- [22] UNI EN 12354-6:2006 Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi;
- [23] UNI 11175-1:2021 Acustica in edilizia – Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici – Parte 1: Applicazione delle norme tecniche alla tipologia costruttiva nazionale;
- [24] UNI 11175-2:2021 Acustica in edilizia – Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici – Parte 2: dati di ingresso per il modello di calcolo;
- [25] UNI 11367:2023 Acustica in edilizia – Classificazione acustica delle unità immobiliari – Procedura di valutazione e verifica in opera;
- [26] UNI 11516:2013 Indicazioni di posa in opera dei sistemi di pavimentazione galleggiante per l'isolamento acustico;
- [27] UNI 11296:2018 – Acustica in edilizia – Posa in opera di serramenti e altri componenti di facciata – Criteri finalizzati all'ottimizzazione dell'isolamento acustico di facciata dal rumore esterno;
- [28] UNI 11673-1:2017 – Posa in opera di serramenti – Parte 1: Requisiti e criteri di verifica della progettazione;
- [29] UNI 11532:2014 Acustica in edilizia – Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati;
- [30] UNI 11532-1:2018 Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – Parte 1: Requisiti generali;
- [31] UNI 11532-2:2020 Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – Parte 2: Settore scolastico;
- [32] UNI EN ISO 717-1:2021 Acustica – Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Parte 1: Isolamento acustico per via aerea;
- [33] UNI EN ISO 717-2:2021 Acustica – Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Parte 2: Isolamento dal rumore di calpestio;

8.4 BIBLIOGRAFIA TECNICA DI RIFERIMENTO

- [34] ANIT (2011), "Collana l'isolamento termico e acustico – Vol 3, Manuale di acustica edilizia", Bologna, TEP s.r.l. Editore;
- [35] ANIT (2011), "Collana l'isolamento termico e acustico – Vol 6, Classificazione acustica delle unità immobiliari", Bologna, TEP s.r.l. Editore;
- [36] C. BENEDETTI ET AL. (2010), "Sistema finestra", Bolzano Bozen, Bolzano University Press;

PROGETTO ESECUTIVO

ES AC RI – RELAZIONE ACUSTICA

- [37] E. BROSIO ET AL. (2007) "Comportamento acustico dei solai in laterocemento: considerazioni preliminari su alcuni dati sperimentali, Atti del seminario "Il controllo del rumore di calpestio: progettazione e verifica ai sensi del D.P.C.M. 5-12-97", Associazione Italiana di Acustica GAE 2;
- [38] L. HAMAYON (2009), "L'acustica nell'edificio – Progettazione e tecniche di realizzazione", Napoli, Gruppo editoriale Esselibri – Simone;
- [39] K. A. HOOVER (1999), "Compendio di acustica", Milano, Ed. Giorgio Campolongo;
- [40] J. KOLB (2007) "Holzbau mit System: Tragkonstruktion und Schichtaufbau der Bauteile", DGfH Deutsche Gesellschaft für Holzforschung;
- [41] I. SHARLAND (1994) "Manuale di acustica applicata – L'attenuazione del rumore", Milano, Ed. Flakt Woods;
- [42] I. OBERTI (2011), "Il benessere acustico dell'edificio", Sant'Arcangelo di Romagna, Maggioli Editore,
- [43] R. SPAGNOLO (2001), "Manuale di acustica applicata" Torino, Ed. UTET Libreria s.r.l. ;

8.5 DOCUMENTAZIONE CONSULTATA

- [44] www.dataholz.com;
- [45] <https://ambiente.provincia.bz.it/rumore/catalogo-acustica-edilizia.asp>.

Comune di Palù del Fersina – Gamoà va Palai en Bernstol
Intervento 12 – Punto info e bar Frotten – CUP D62I22000010007 – PNRR MIC3-2.1
PROGETTO ESECUTIVO
ES AC R1 – RELAZIONE ACUSTICA

ALLEGATI ALLA RELAZIONE TECNICA

PROGETTO ESECUTIVO

ES AC RI – RELAZIONE ACUSTICA

9. VERIFICA PREVISIONALE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI: SCHEDE DI CALCOLO

9.1 SCHEDE DI VERIFICA DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI (D.P.C.M. 5 DICEMBRE 1997)

CALCOLO DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA

FACCIATA D1

Dati geometrici

Volume dell'ambiente [m³]	35.42
Superficie della facciata [m²]	8.69

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²]	R _w [dB]	ΔR _w esterno [dB]	ΔR _w interno [dB]
1	2025002_laterizio 25 cm	6.05	53.06	-3.00	9.88
2	Nuovo serramento	2.64	40.00	-	-

con: - Strato addizionale esterno per Elemento 1: 2025002_cappotto esterno
- Strato addizionale interno per Elemento 1: 2025002_controparete interna

Correzioni

Trasmissione laterale K [dB]	2
Forma di facciata ΔL _{fs} [dB]	-1
Tipo	 Ballatoio*
Altezza h [m]	h < 1,5 m
Assorbimento α _w	α _w ≤ 0,3

Risultati

R' _w [dB]	43.1
D _{2m,nT,w} [dB]	43.3
Categoria dell'edificio	Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto
D _{2m,nT,w} minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	42.0
Verifica limite	VERIFICATO

FACCIATA D2

Dati geometrici

Volume dell'ambiente [m³]	198.96
Superficie della facciata [m²]	35.52

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²]	R _w [dB]	ΔR _w esterno [dB]	ΔR _w interno [dB]
1	2025002_laterizio 25 cm	21.12	53.06	-3.00	9.88
2	Nuovo serramento	14.40	40.00	-	-

con: - Strato addizionale esterno per Elemento 1: 2025002_cappotto esterno
- Strato addizionale interno per Elemento 1: 2025002_controparete interna

Correzioni

Trasmissione laterale K [dB]	2
Forma di facciata ΔL _{fs} [dB]	-1
Tipo	 Ballatoio*
Altezza h [m]	h < 1,5 m
Assorbimento α _w	α _w ≤ 0,3

Risultati

R' _w [dB]	41.9
D _{2m,nT,w} [dB]	43.4
Categoria dell'edificio	Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto
D _{2m,nT,w} minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	42.0
Verifica limite	VERIFICATO

Calcoli eseguiti con il software ECHO 8.4.10

Comune di Palù del Fersina – Gamoà va Palai en Bernstol
Intervento I2 – Punto info e bar Frotten – CUP D62I22000010007 – PNRR MIC3-2.1
PROGETTO ESECUTIVO
ES AC R1 – RELAZIONE ACUSTICA

FACCIATA D3

Dati geometrici

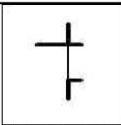
Volume dell'ambiente [m³]	119.79
Superficie della facciata [m²]	25.80

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²]	R _w [dB]	ΔR _w esterno [dB]	ΔR _w interno [dB]
1	2025002_laterizio 25 cm	23.74	53.06	-3.00	9.88
2	Nuovo serramento	2.06	36.00	-	-

con: - Strato addizionale esterno per Elemento 1: 2025002_cappotto esterno
- Strato addizionale interno per Elemento 1: 2025002_controparete interna

Correzioni

Trasmissione laterale K [dB]	2
Forma di facciata ΔL _{fs} [dB]	-1
Tipo	 Ballatoio*
Altezza h [m]	h < 1,5 m
Assorbimento α _w	α _w ≤ 0,3

Risultati

R' _w [dB]	44.8
D _{2m,nT,w} [dB]	45.6
Categoria dell'edificio	Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto
D _{2m,nT,w} minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	42.0
Verifica limite	VERIFICATO

FACCIATA D4

Dati geometrici

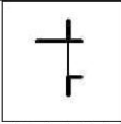
Volume dell'ambiente [m³]	119.79
Superficie della facciata [m²]	16.90

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²]	R _w [dB]	ΔR _w esterno [dB]	ΔR _w interno [dB]
1	2025002_laterizio 25 cm	14.42	53.06	-3.00	9.88
2	Nuovo serramento	2.48	36.00	-	-

con: - Strato addizionale esterno per Elemento 1: 2025002_cappotto esterno
- Strato addizionale interno per Elemento 1: 2025002_controparete interna

Correzioni

Trasmissione laterale K [dB]	2
Forma di facciata ΔL _{fs} [dB]	-1
Tipo	 Ballatoio*
Altezza h [m]	h < 1,5 m
Assorbimento α _w	α _w ≤ 0,3

Risultati

R' _w [dB]	42.3
D _{2m,nT,w} [dB]	44.8
Categoria dell'edificio	Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto
D _{2m,nT,w} minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	42.0
Verifica limite	VERIFICATO

Calcoli eseguiti con il software ECHO 8.4.10

CALCOLO DELLE CARATTERISTICHE ACUSTICHE INTERNE

T, C50, STI – Caratteristiche acustiche interne

T - Tempo di riverberazione ottimale - UNI 11367

	Ambienti	Volume [m³]	T [s]						T ott. [s]	T max [s]
			125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz		
1	SALA RICREATIVA	205.716	0.72	0.45	0.40	0.43	0.47	0.44	0.77	0.92
2	BAR	119.712	0.57	0.42	0.39	0.47	0.43	0.44	0.70	0.83

STI, C50 - Indice di trasmissione del parlato e Chiarezza - UNI 11367

	Ambienti	Volume [m³]	STI	STI minimo	C50 medio	C50 minimo
1	SALA RICREATIVA	205.716	0.61	0.60	2.7	0
2	BAR	119.712	0.60	0.60	2.1	0

SALA RICREATIVA

Caratteristiche dell'ambiente

Dati geometrici

Volume dell'ambiente vuoto [m³]	205.716
Volume netto dell'aria [m³]	205.716

Condizioni interne

Temperatura [°C]	20
Umidità relativa [%]	50 - 70

Aria totale di assorbimento equivalente dell'aria

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
A [m²]	0.08	0.25	0.49	0.82	1.40	3.37

Valori di riferimento

UNI 11367:2010	Ambiente adibito a	Ascolto del parlato (50-2000 m³)
	T ottimale (500Hz - 1kHz) [s]	0.77
	T massimo (250Hz - 4kHz) [s]	0.92
	STI minimo	0.6
	C50 minimo [dB]	0

Calcoli eseguiti con il software ECHO 8.4.10

Comune di Palù del Fersina – Gamoà va Palai en Bernstol
Intervento I2 – Punto info e bar Frotten – CUP D62I22000010007 – PNRR MIC3-2.1
PROGETTO ESECUTIVO
ES AC RI – RELAZIONE ACUSTICA

Tempo di riverberazione

Coefficienti di assorbimento materiali/elementi

Descrizione	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
Marmo, piastrelle smaltate, calcestruzzo liscio, o pavimento alla veneziana	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Finestre, facciata di vetro	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	0.20	0.12	0.10	0.07	0.07	0.07
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	0.20	0.12	0.10	0.07	0.07	0.07
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	0.20	0.12	0.10	0.07	0.07	0.07
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	0.20	0.12	0.10	0.07	0.07	0.07
CELENIT ABE 25 mm +30 mm MW 40 kg/m ³ + 30 mm ARIA, tot 85 mm	0.35	0.85	1.00	0.95	0.85	0.90

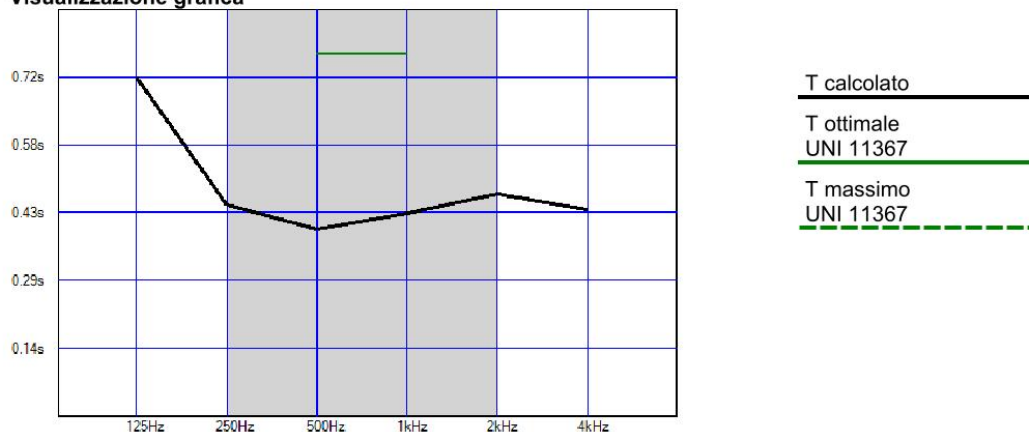
Aree assorbimento equivalenti

Descrizione	Area / Nr	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
Marmo, piastrelle smaltate, calcestruzzo liscio, o pavimento alla veneziana	66.40	0.66	0.66	1.33	1.33	1.33	1.33
Finestre, facciata di vetro	14.40	1.73	1.15	0.72	0.58	0.43	0.29
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	17.10	3.42	2.05	1.71	1.20	1.20	1.20
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	17.10	3.42	2.05	1.71	1.20	1.20	1.20
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	9.30	1.86	1.12	0.93	0.65	0.65	0.65
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	48.50	9.70	5.82	4.85	3.40	3.40	3.40
CELENIT ABE 25 mm +30 mm MW 40 kg/m ³ + 30 mm ARIA, tot 85 mm	70.90	24.82	60.27	70.90	67.36	60.27	63.81

Visualizzazione tabellare

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
T calcolato [s]	0.72	0.45	0.40	0.43	0.47	0.44
T ottimale (UNI 11367) [s]	0.77					
T massimo (UNI 11367) [s]	0.92					
T calcolato medio (250Hz - 2kHz) [s]	0.44					

Visualizzazione grafica



Calcoli eseguiti con il software ECHO 8.4.10

Comune di Palù del Fersina – Gamoà va Palai en Bernstol
Intervento I2 – Punto info e bar Frotten – CUP D62I22000010007 – PNRR MIC3-2.1
PROGETTO ESECUTIVO
ES AC RI – RELAZIONE ACUSTICA

Speech Transmission Index e Chiarezza

Dati di ingresso

Metodo di calcolo	Campo riverberato diffuso e contributo del suono diretto
Distanza tra parlatore e ascoltatore [m]	2
Parlatore	Maschio
Sforzo vocale	Normale
Livello di pressione sonora a 1m [dBA]	60

Tempo di riverberazione

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
T [s]	0.94	0.88	0.89	0.82	0.74	0.60	0.00

Direttività della sorgente

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Q	1.0	1.0	2.0	2.0	3.0	4.0	5.0
ID	0.0	0.0	3.0	3.0	4.8	6.0	7.0

Livello del rumore di fondo

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
L_n [dB]	30.0	30.0	30.0	30.0	25.0	25.0	25.0

Chiarezza

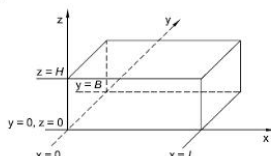
	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
C50	1.7	2.2	2.1	2.6	3.4	5.0	0.0
C50 medio	2.7						
C50 minimo	-						
Verifica limite	✓						

Indice di trasmissione del parlato

STI	0.61
STI minimo	0.60
Qualità del parlato	Buono
Verifica limite	✓

Distribuzione irregolare dell'assorbimento

Dati geometrici



L [m] = 11.9
 B [m] = 5.6
 H [m] = 3.1

Distribuzione di superfici e oggetti, coefficienti di dispersione delle superfici

Superficie	Descrizione	Area / Nr	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
$\delta x=0$	Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	17.10	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
$\delta x=L$	Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	17.10	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
$\delta y=0$	Finestre, facciata di vetro	14.40	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	9.30						
$\delta y=B$	Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	48.50	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
$\delta z=0$	Marmo, piastrelle smaltate, calcestruzzo liscio, o pavimento alla veneziana	66.40	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
$\delta z=H$	CELENIT ABE 25 mm +30 mm MW 40 kg/m3 + 30 mm ARIA, tot 85 mm	70.90	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Spazio centrale								

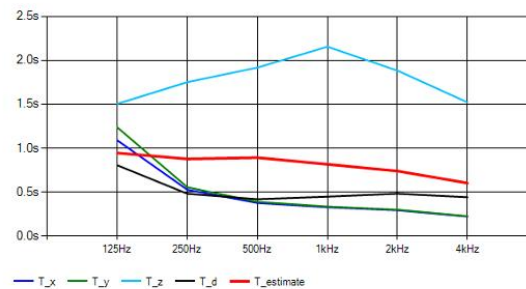
Calcoli eseguiti con il software ECHO 8.4.10

Comune di Palù del Fersina – Gamoà va Palai en Bernstol
Intervento I2 – Punto info e bar Frotten – CUP D62I22000010007 – PNRR MIC3-2.1
PROGETTO ESECUTIVO
ES AC RI – RELAZIONE ACUSTICA

Risultati

Frequenza di transizione [Hz]	509
-------------------------------	-----

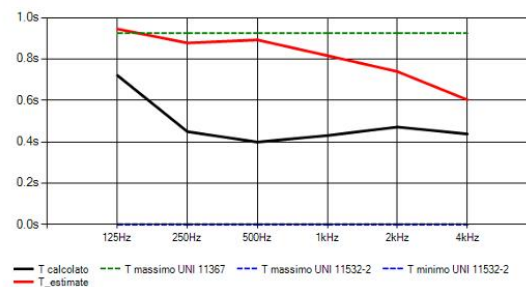
Visualizzazione grafica



Visualizzazione tabellare

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
T_x [s]	1.09	0.53	0.38	0.33	0.29	0.22
T_y [s]	1.24	0.55	0.39	0.33	0.30	0.23
T_z [s]	1.50	1.75	1.92	2.15	1.88	1.52
T_d [s]	0.80	0.48	0.42	0.45	0.48	0.44
T_estimate [s]	0.94	0.88	0.89	0.82	0.74	0.60

Confronto grafico



Confronto tabellare

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
T_calcolato [s]	0.72	0.45	0.40	0.43	0.47	0.44
T_estimate [s]	0.94	0.88	0.89	0.82	0.74	0.60
T_massimo (UNI 11367) [s]		0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
T_ottimale (UNI 11367) [s]	0.77					
T_massimo (UNI 11367) [s]	0.92					
T_calcolato medio (250Hz - 2kHz) [s]	0.44					
T_estimate medio (250Hz - 2kHz) [s]	0.83					

Calcoli eseguiti con il software ECHO 8.4.10

Comune di Palù del Fersina – Gamoà va Palai en Bernstol
Intervento I2 – Punto info e bar Frotten – CUP D62I22000010007 – PNRR MIC3-2.1
PROGETTO ESECUTIVO
ES AC RI – RELAZIONE ACUSTICA

BAR

Caratteristiche dell'ambiente

Dati geometrici

Volume dell'ambiente vuoto [m³]	119.712
Volume netto dell'aria [m³]	119.712

Condizioni interne

Temperatura [°C]	20
Umidità relativa [%]	50 - 70

Aria totale di assorbimento equivalente dell'aria

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
A [m²]	0.05	0.14	0.29	0.48	0.81	1.96

Valori di riferimento

UNI 11367:2010	Ambiente adibito a	Ascolto del parlato (50-2000 m³)
	T ottimale (500Hz - 1kHz) [s]	0.70
	T massimo (250Hz - 4kHz) [s]	0.83
	STI minimo	0.6
	C50 minimo [dB]	0

Tempo di riverberazione

Coefficienti di assorbimento materiali/elementi

Descrizione	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
Marmo, piastrelle smaltate, calcestruzzo liscio, o pavimento alla veneziana	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Pannelli modulari in lana di vetro GedinaTM A sp. 15 plenum 200 mm	0.45	0.90	1.00	0.85	0.95	0.90
Finestre, facciata di vetro	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02
Finestre, facciata di vetro	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02
Finestre, facciata di vetro	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	0.20	0.12	0.10	0.07	0.07	0.07
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	0.20	0.12	0.10	0.07	0.07	0.07
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	0.20	0.12	0.10	0.07	0.07	0.07
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	0.20	0.12	0.10	0.07	0.07	0.07

Aree assorbimento equivalenti

Descrizione	Area / Nr	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
Marmo, piastrelle smaltate, calcestruzzo liscio, o pavimento alla veneziana	39.90	0.40	0.40	0.80	0.80	0.80	0.80
Pannelli modulari in lana di vetro GedinaTM A sp. 15 plenum 200 mm	39.90	17.96	35.91	39.90	33.92	37.91	35.91
Finestre, facciata di vetro	2.48	0.30	0.20	0.12	0.10	0.07	0.05
Finestre, facciata di vetro	1.80	0.22	0.14	0.09	0.07	0.05	0.04
Finestre, facciata di vetro	2.06	0.25	0.16	0.10	0.08	0.06	0.04
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	8.80	1.76	1.06	0.88	0.62	0.62	0.62
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	11.50	2.30	1.38	1.15	0.81	0.81	0.81
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	29.10	5.82	3.49	2.91	2.04	2.04	2.04
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	23.70	4.74	2.84	2.37	1.66	1.66	1.66

Visualizzazione tabellare

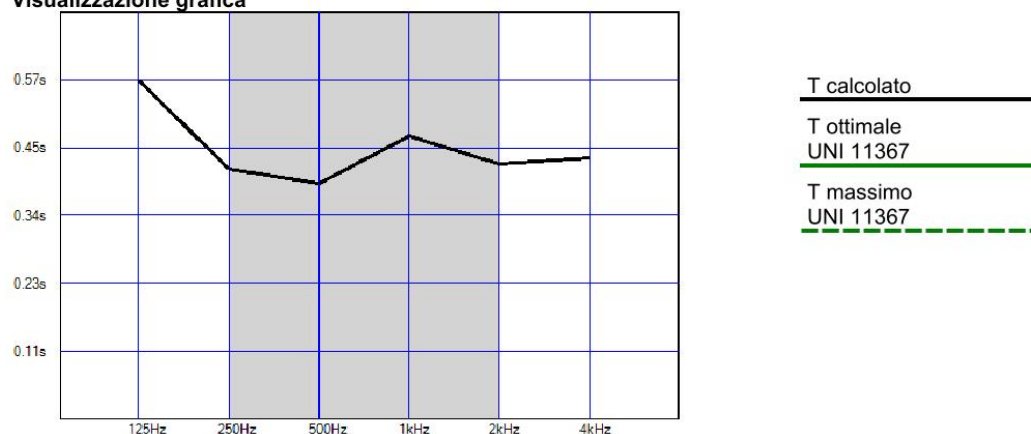
	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
T calcolato [s]	0.57	0.42	0.39	0.47	0.43	0.44

T ottimale (UNI 11367) [s]		0.70	
T massimo (UNI 11367) [s]		0.83	
T calcolato medio (250Hz - 2kHz) [s]		0.43	

Calcoli eseguiti con il software ECHO 8.4.10

Comune di Palù del Fersina – Gamoà va Palai en Bernstol
Intervento I2 – Punto info e bar Frotten – CUP D62I22000010007 – PNRR MIC3-2.1
PROGETTO ESECUTIVO
ES AC R1 – RELAZIONE ACUSTICA

Visualizzazione grafica



Speech Transmission Index e Chiarezza

Dati di ingresso

Metodo di calcolo	Campo riverberato diffuso con contributo del suono diretto trascurabile
Parlatore	Maschio
Sforzo vocale	Normale
Livello di pressione sonora a 1m [dBA]	60

Tempo di riverberazione

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
T [s]	0.78	0.82	0.84	0.74	0.61	0.53	0.00

Direttività della sorgente

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Q	1.0	1.0	2.0	2.0	3.0	4.0	0.0
ID	0.0	0.0	3.0	3.0	4.8	6.0	0.0

Livello del rumore di fondo

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
L_n [dB]	30.0	30.0	30.0	30.0	25.0	25.0	25.0

Chiarezza

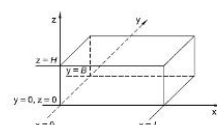
	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
C50	1.5	1.2	1.1	1.9	3.2	4.3	0.0
C50 medio	2.1						
C50 minimo	-						
Verifica limite	✓						

Indice di trasmissione del parlato

STI	0.60
STI minimo	0.60
Qualità del parlato	Buono
Verifica limite	✓

Distribuzione irregolare dell'assorbimento

Dati geometrici



L [m] = 8.6
B [m] = 4.6
H [m] = 3.0

Calcoli eseguiti con il software ECHO 8.4.10

Comune di Palù del Fersina – Gamoà va Palai en Bernstol
Intervento I2 – Punto info e bar Frotten – CUP D62I22000010007 – PNRR MIC3-2.1
PROGETTO ESECUTIVO
ES AC RI – RELAZIONE ACUSTICA

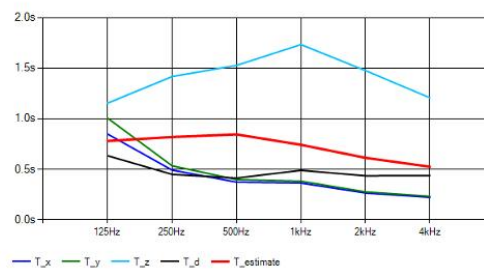
Distribuzione di superfici e oggetti, coefficienti di dispersione delle superfici

Superficie	Descrizione	Area / Nr	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
$\delta x=0$	Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	8.80	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
$\delta x=L$	Finestre, facciata di vetro	2.48	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	11.50						
$\delta y=0$	Finestre, facciata di vetro	1.80	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	29.10						
$\delta y=B$	Finestre, facciata di vetro	2.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	23.70						
$\delta z=0$	Marmo, piastrelle smaltate, calcestruzzo liscio, o pavimento alla veneziana	39.90	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
$\delta z=H$	Pannelli modulari in lana di vetro GedinaTM A sp. 15 plenum 200 mm	39.90	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Spazio centrale								

Risultati

Frequenza di transizione [Hz]	610
-------------------------------	-----

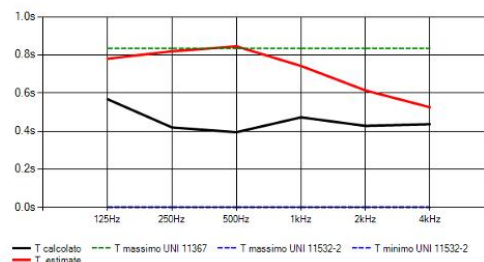
Visualizzazione grafica



Visualizzazione tabellare

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
T_x [s]	0.85	0.49	0.37	0.36	0.27	0.22
T_y [s]	1.00	0.53	0.40	0.38	0.28	0.23
T_z [s]	1.15	1.42	1.53	1.73	1.48	1.21
T_d [s]	0.63	0.45	0.41	0.49	0.44	0.44
T_estimate [s]	0.78	0.82	0.84	0.74	0.61	0.53

Confronto grafico



Confronto tabellare

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
T_calcolato [s]	0.57	0.42	0.39	0.47	0.43	0.44
T_estimate [s]	0.78	0.82	0.84	0.74	0.61	0.53
T_massimo (UNI 11367) [s]		0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
T_ottimale (UNI 11367) [s]				0.70		
T_massimo (UNI 11367) [s]				0.83		
T_calcolato medio (250Hz - 2kHz) [s]				0.43		
T_estimate medio (250Hz - 2kHz) [s]				0.75		

Calcoli eseguiti con il software ECHO 8.4.10

10. COPIA ATTESTATO DI QUALIFICA



Numero Iscrizione Elenco Nazionale	1
Regione	Provincia Autonoma di Trento
Numero Iscrizione Elenco Regionale	1
Cognome	Agostini
Nome	Matteo
Titolo studio	Laurea in ingegneria ambiente e territorio
Estremi provvedimento	prot. n.1308 del 05/02/2009
Luogo nascita	Trento (TN)
Data nascita	17/02/1974
Regione	Provincia Autonoma di Trento
Provincia	TN
Comune	Trento
Via	Via Papiria
Cap	38100
Civico	15
Nazionalità	italiana
Email	agostini@tera-group.it
Pec	matteo.agostini3@ingpec.eu
Telefono	0461-931764
Cellulare	338-5618212
Dati contatto	TERA-GROUP – Via Solteri, n. 37/1 – 38121 Trento
Data pubblicazione in elenco	10/12/2018