



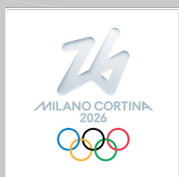
PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
AGENZIA PROVINCIALE OPERE PUBBLICHE
SERVIZIO OPERE CIVILI

UFFICIO PROGETTAZIONE E DIREZIONE LAVORI



COMUNE DI TESERO

LAVORI PUBBLICI E AMBIENTE



**Lavori di adeguamento dello
stadio del fondo a Lago di Tesero**
UF1A+UF1B

FASE PROGETTO:

PROGETTO DEFINITIVO

CATEGORIA:

ARCHITETTURA

TITOLO TAVOLA:

RELAZIONE ACUSTICA

C. SIP: E-90/000	C. SOC: 5360	SCALA : -	FASE PROGETTO : D	TIPO ELAB. : R	CATEGORIA : 110	PARTE D'OPERA : UF1	N° PROGR. 03	REVISIONE :
PROGETTO ARCHITETTONICO: arch. Marco GIOVANAZZI			PROGETTO STRUTTURE e ANTINCENDIO: ing. Marco SONTACCHI			Visto ! IL DIRIGENTE: ing. Marco GELMINI		
PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI: ing. Renato COSER			PROGETTO IMPIANTI TERMOMECCANICI: ing. Giovanni BETTI			Visto ! IL DIRETTORE DELL'UFFICIO : arch. Silvano TOMASELLI IL COORDINATORE DEL GRUPPO DI PROGETTO: ing. Gabriele DEVIGILI		
CSP: ing. Piero MATTIOLI			RELAZIONE GEOLOGICA: geol. Mirko DEMOZZI			RELAZIONE ACUSTICA: ing. Matteo AGOSTINI		
NOME FILE : 5360-DR110-03						DATA REDAZIONE : AGOSTO 2022		

RELAZIONE TECNICA

sommarrio

1. PREMESSA	7
INQUADRAMENTO GENERALE DEL PROGETTO.....	9
2. INQUADRAMENTO GENERALE	10
2.1 AREA DI STUDIO.....	10
2.2 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO.....	11
2.2.1 Organizzazione del progetto	11
2.2.2 Caratteristiche del progetto	11
3. INQUADRAMENTO NORMATIVO	12
3.1 INTRODUZIONE AL QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....	12
3.2 CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DELL'AREA DI STUDIO.....	12
3.2.1 Considerazioni sulla destinazione d'uso delle aree nel PRG di Tesero.....	13
3.2.2 Definizione dei limiti acustici di riferimento.....	14
VERIFICA PREVISIONALE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI	15
4. OBIETTIVI IN TERMINI DI PRESTAZIONI ACUSTICHE	16
4.1 QUADRO DI RIFERIMENTO LEGISLATIVO NAZIONALE.....	16
4.1.1 Legislazione nazionale	16
4.1.2 Definizione della categoria dell'edificio in progetto.....	16
4.1.3 Requisiti di isolamento acustico	16
4.1.4 Osservazioni generali sul confort acustico interno.....	17
4.1.5 Riferimenti per il confort interno	17
4.2 LEGISLAZIONE PROVINCIALE	18
4.3 SINTESI: PARAMETRI E VALORI DI RIFERIMENTO	18
4.3.1 Requisiti acustici passivi	18
4.3.2 Confort interno.....	18
5. METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE GRANDEZZE ACUSTICHE.....	20
5.1 MODELLO DI CALCOLO ADOTTATO.....	20
5.1.1 Metodo per la stima previsionale delle prestazioni acustiche.....	20

5.1.2	Banca dati per gli elementi in legno e per gli elementi leggeri	21
6.	ELEMENTI ACUSTICAMENTE SIGNIFICATIVI DEL PROGETTO	22
6.1	SINTESI DEGLI INTERVENTI PREVISTI IN PROGETTO	22
6.2	ANALISI DEGLI ELEMENTI DI FACCIATA	22
6.2.1	Obiettivi di progetto	22
6.2.1	Stima del potere fonoisolante della parete di involucro	23
6.2.2	Stima del potere fonoisolante della copertura	23
6.2.3	Involucro dell'edificio interrato	23
6.2.4	Potere fonoisolante minimo dei serramenti	25
6.3	CONSIDERAZIONI SUI SOLAI	25
6.3.1	Considerazioni generali	25
6.3.2	Solai interpiano in CLT	26
6.3.3	Stima delle prestazioni dei solai in CLT	26
6.3.4	Solai di base in calcestruzzo	27
6.3.5	Stima delle prestazioni dei solai in calcestruzzo	27
6.3.6	Caratteristiche del materassino anticalpestio	27
6.3.7	Considerazioni conclusive e linee guida per la progettazione esecutiva	27
6.4	CONSIDERAZIONI SULLE DIVISORIE INTERNE VERTICALI	28
6.4.1	Verifica delle divisorie interne	28
6.4.2	Prestazioni minime delle porte interne dei locali	28
7.	VERIFICA PREVISIONALE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI	29
7.1	VERIFICA DELLE PRESTAZIONI DEGLI ELEMENTI EDILIZI AI SENSI DELLA L.P. 6/1991	29
7.2	VERIFICA DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI	29
7.2.1	Criteri generali di valutazione	29
7.2.2	Definizione degli elementi soggetti a verifica	30
7.2.3	Conclusione: verifica dei requisiti acustici passivi	33
7.3	VERIFICA PREVISIONALE DELLA CLASSE ACUSTICA DEGLI EDIFICI	34
7.3.1	Introduzione	34
7.3.2	Verifica previsionale	34
7.3.3	Conclusione	34
8.	CONFORT ACUSTICO INTERNO	35
8.1	OBIETTIVI	35
8.2	INTERVENTI PROGETTUALI	35

8.2.1	Descrizione dell'intervento tipo	35
8.2.2	Ambienti sottoposti a verifica.....	35
8.2.3	Ambienti che esulano dalle categorie della UNI 11367:2010	35
8.3	verifiche del confort interno	35
9.	INDICAZIONI E MODALITÀ DI POSA	37
9.1	INDICAZIONI PER I SERRAMENTI	37
9.1.1	Indice del potere fonoisolante minimo del sistema serramento R_w	37
9.1.2	Indicazioni per la posa in opera.....	37
9.2	ESECUZIONE DI PARETI E CONTROPARETI A SECCO	37
9.2.1	Indicazioni per la posa in opera dei cartongessi.....	37
9.2.2	Interazioni con le canalizzazioni impiantistiche.....	38
9.3	ACCORGIMENTI PER IL CONTROLLO DEL RUMORE DEGLI IMPIANTI.....	38
9.4	INDICAZIONI PER I SOLAI	39
9.4.1	Esecuzione del pavimento galleggiante	39
9.4.2	Interazioni con le canalizzazioni impiantistiche.....	39
9.5	INDICAZIONI PER LE PARETI DIVISORIE INTERNE	40
9.5.1	Posa delle pareti divisorie in cartongesso	40
	VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CLIMA E DELL'IMPATTO ACUSTICO	41
10.	CARATTERIZZAZIONE DEL CAMPO ACUSTICO ATTUALE	42
10.1	DESCRIZIONE DELLA CAMPAGNA DI RILIEVO FONOMETRICO	42
10.1.1	Individuazione dei punti di misura	42
10.1.2	Tempo di osservazione.....	42
10.1.3	Strumentazione utilizzata.....	42
10.1.4	Condizioni meteorologiche	42
10.1.5	Condizioni ambientali.....	42
10.1.6	Note relative alle modalità di misura.....	42
10.2	RISULTATI DEL RILIEVO FONOMETRICO	43
10.2.1	Metodologia di analisi ed elaborazione dei dati	43
10.2.2	Elaborazione delle misure	43
11.	STUDIO DI CLIMA ACUSTICO	44
11.1	OBIETTIVO DELLO STUDIO	44
11.2	ISOLAMENTO RISPETTO AI RUMORI PROVENIENTI DALL'ESTERNO: REQUISITO $D_{2m,nT,w}$	44
11.3	ESITO DELLO STUDIO DI CLIMA ACUSTICO	45

12. STUDIO DELL'IMPATTO ACUSTICO.....	46
12.1 SORGENTI SONORE ESTERNE.....	46
12.1.1 Macchinari previsti nell'edificio FISI.....	46
12.1.2 Posizione delle sorgenti dell'edificio FISI.....	47
12.1.3 Macchinari previsti nell'edificio TRIBUNE.....	47
12.1.4 Posizione delle sorgenti dell'edificio TRIBUNE.....	47
12.1.5 Posizione delle sorgenti dell'edificio INTERRATO.....	48
12.1.6 Macchinari previsti nell'edificio INTERRATO.....	48
12.1.7 Posizione delle sorgenti dell'edificio INTERRATO.....	48
12.2 SORGENTI ESISTENTI.....	48
12.3 ricettori.....	49
12.4 ELEMENTI DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI.....	50
12.4.1 Considerazioni in merito all'esposizione dei ricettori.....	50
12.4.2 Silenziatori.....	50
12.5 CALCOLO DEI LIVELLI SONORI AI RICETTORI.....	50
12.5.1 Modalità di calcolo.....	50
12.5.2 Calcolo dei livelli delle sorgenti puntuali equivalenti S1, S2 ed S3.....	51
12.5.3 Calcolo dei livelli sonori in facciata ai ricettori.....	52
12.6 VERIFICA DELLA COMPATIBILITÀ ACUSTICA.....	53
12.7 CONSIDERAZIONI IN MERITO AL RISPETTO DEL LIMITE DIFFERENZIALE.....	53
12.8 ELEMENTI PER LE SUCCESSIVE FASI PROGETTUALI ED ESECUTIVE.....	54
CONCLUSIONI.....	55
13. INQUADRAMENTO GENERALE.....	56
13.1 INQUADRAMENTO DEL PROGETTO.....	56
13.2 INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	56
14. VERIFICA PREVISIONALE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI.....	56
14.1 RIFERIMENTI PER LO STUDIO DELL'ISOLAMENTO DEGLI EDIFICI.....	56
14.2 RIFERIMENTI PER IL CONFORT INTERNO.....	56
14.3 CONCLUSIONE.....	57
14.3.1 Verifica dei requisiti acustici passivi.....	57
14.3.2 Confort acustico interno.....	57
15. VALUTAZIONE DEL CLIMA E VALUTAZIONE PREVISIONALE DELL'IMPATTO ACUSTICO.....	57
15.1 RILIEVO FONOMETRICO.....	57

ACUSTICA

○ TERA acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento

Tel 0461 931764 www.tera-group.it

15.2	VALUTAZIONE PREVISIONALE DELL'IMPATTO ACUSTICO	57
15.2.1	Sorgenti sonore esterne	57
15.2.2	Elementi di mitigazione degli impatti	57
15.2.3	Verifica della compatibilità acustica	57
16.	ELEMENTI PER LE SUCCESSIVE FASI PROGETTUALI ED ESECUTIVE.....	58
16.1	REQUISITI ACUSTICI PASSIVI.....	58
16.2	VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO	58
17.	BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	59
17.1	NORMATIVA NAZIONALE DI RIFERIMENTO	59
17.2	NORMATIVA PROVINCIALE DI RIFERIMENTO.....	59
17.3	NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO	60
17.4	BIBLIOGRAFIA TECNICA DI RIFERIMENTO	60
17.5	DOCUMENTAZIONE CONSULTATA.....	61
	ALLEGATI ALLA RELAZIONE TECNICA	63
18.	VERIFICA PREVISIONALE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI: SCHEDE DI CALCOLO	64
18.1	PRESTAZIONI ACUSTICHE E VERIFICA DEI REQUISITI DI ACCETTABILITÀ (L.P. 6/1991 SS.MM.II.)	64
18.2	SCHEDE DI VERIFICA DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI (D.P.C.M. 5 DICEMBRE 1997)	68
19.	CAMPAGNA DI MONITORAGGIO FONOMETRICO	74
19.1	DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	74
19.2	SCHEDA RIASSUNTIVA CONDIZIONI METEOROLOGICHE OSSERVATE DURANTE IL RILIEVO.....	75
19.3	SCHEDA MONOGRAFICA DEL PUNTO DI MISURA DEL RILIEVO FONOMETRICO	76
19.4	SCHEDE DELLE MISURE FONOMETRICHE.....	77
20.	COPIA ATTESTATO DI QUALIFICA	80

ACUSTICA

○ TERA acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento

Tel 0461 931764 www.tera-group.it

1. PREMESSA

Nel presente documento riassuntivo, redatto nell'ambito del progetto definitivo per i LAVORI DI ADEGUAMENTO DELLO STADIO DEL FONDO A LAGO DI TESERO UFIA+UFIB, nel comune di Tesero, in provincia di Trento, si approfondiscono i temi di seguito descritti:

- Valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi: verifica progettuale delle prestazioni acustiche dell'edificio, secondo le indicazioni di cui alla L.P. 6/1991 [14], del D.P.C.M. 5/12/1997 [5] e del D.M. 11/10/2017 [13];
- Considerazioni in merito al clima e all'impatto acustico: in considerazione dell'introduzione di nuove sorgenti sonore nell'ambiente esterno per effetto del progetto, se ne valuta l'impatto acustico sull'area circostante ai sensi della L. 447/95 [3].

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 [3]. Per maggiori dettagli sui riferimenti normativi, si rimanda al capitolo 17.

ACUSTICA

○ TERA acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento

Tel 0461 931764 www.tera-group.it

INQUADRAMENTO GENERALE DEL PROGETTO

2. INQUADRAMENTO GENERALE

2.1 AREA DI STUDIO

Il sito interessato dalla realizzazione degli interventi in progetto è ricompreso all'interno del territorio amministrativo del comune di Tesero. Sinteticamente, l'intervento consiste nella riorganizzazione degli spazi edilizi dello stadio del fondo in vista delle gare olimpiche. La proposta progettuale si articola in tre distinti edifici, due dei quali emergenti e uno ipogeo, destinati a ospitare servizi per gli atleti e per gli altri addetti nell'ambito delle competizioni sportive. Per quanto riguarda le principali infrastrutture, ovvero le principali sorgenti di rumore della zona, si individua la strada di fondovalle SP 232 di Fiemme, localizzata a nord, a una distanza di circa 200 m. Inoltre, è presente un'area produttiva a nord delle attrezzature sportive, mentre gli insediamenti residenziali, seppure radi, sono distribuiti a nordest e a sud. L'area, inoltre, è caratterizzata dalla presenza di un vasto spazio agricolo. Di seguito, in Figura 1, si riporta l'inquadramento generale dell'area di studio.

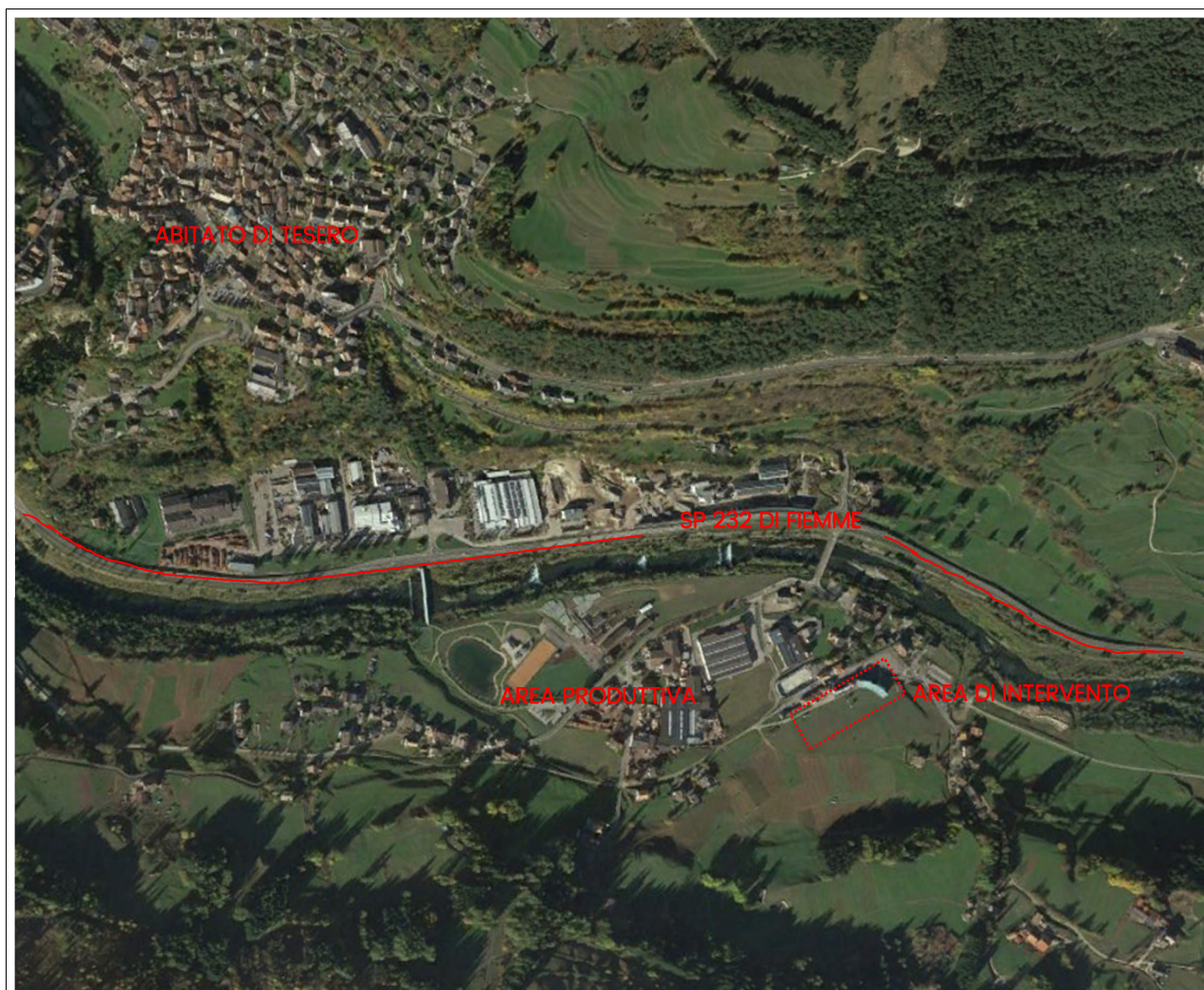


Figura 1: Inquadramento generale dell'area oggetto dello studio. Il lotto destinato a ospitare lo stadio del fondo è situato a Tesero, in un'area mista agricola e produttiva. Le sorgenti sonore predominanti sono correlate alle principali infrastrutture di trasporto e agli insediamenti produttivi.

ACUSTICA

○ TERA acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento

Tel 0461 931764 www.tera-group.it

2.2 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

2.2.1 Organizzazione del progetto

L'intervento di adeguamento dello stadio del fondo a Lago di Tesero in previsione dell'evento sportivo OLIMPIADE MILANO CORTINA 2026 si articola in tre edifici disposti a completamento della struttura esistente. Due di questi edifici, denominati FISI e TRIBUNE, sono emergenti, mentre il terzo, denominato INTERRATO è ipogeo. L'edificio FISI è una nuova costruzione destinata a ospitare il centro federale ed è articolata in due piani sopra all'esistente volume in calcestruzzo. Si prevede l'insediamento di un laboratorio attrezzato per i test funzionali, un ufficio e una palestra attrezzata con macchinari, oltre ai servizi. L'edificio TRIBUNE è l'esito del rifacimento dell'attuale area della tribuna con l'obiettivo di ricavare tre livelli principali per ospitare una grande sala lounge destinata a eventi oltre ai locali per giudici e cronometristi. L'edificio INTERRATO, infine, è un nuovo volume sotterraneo destinato a ospitare gli spogliatoi e le sale tecniche di preparazione a servizio degli atleti. Di seguito, in Figura 2, è riportato un inquadramento generale dell'intervento di adeguamento.

2.2.2 Caratteristiche del progetto

Dal punto di vista strutturale e costruttivo, si prevede l'impiego del legno CLT come materiale da costruzione per la realizzazione della struttura dell'intero comparto edificato fuori terra, ovverosia dei due edifici TRIBUNE e FISI, mentre l'edificio INTERRATO è concepito come una struttura integralmente costruita in calcestruzzo armato.



Figura 2: Vista planimetrica generale degli edifici in progetto. Con l'intervento, si prevede la realizzazione di tre edifici a completamento dello stadio del Fondo di Lago di Tesero.

3. INQUADRAMENTO NORMATIVO

3.1 INTRODUZIONE AL QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Per la determinazione dei limiti in vigore nell'area oggetto di studio, si fa riferimento alla vigente legislazione in materia di inquinamento da rumore, definita, nelle linee essenziali, dalla L. 447/95 [3] e chiarita dai successivi decreti attuativi. Per maggiori dettagli sul quadro di riferimento legislativo, si rimanda al capitolo 17. In generale, la L. 447/95 [3], nota come legge quadro sull'inquinamento acustico, definisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo interno dall'inquinamento dovuto al rumore. Il documento di sintesi previsto dalla legislazione vigente è rappresentato dal piano di classificazione acustica comunale, riferimento fondamentale per la caratterizzazione delle aree indagate e per l'impostazione di tutte le analisi. Nel piano, quindi, si individuano i livelli di rumorosità ammissibili, che sono espressi in termini di:

- **Limiti di emissione (art. 2 e tab. B D.P.C.M. 14/11/1997 [4]):** valore massimo che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa;
- **Limiti di immissione (art. 3 e tab. C D.P.C.M. 14/11/1997 [4]):** valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore in ambiente abitativo o esterno, misurato in prossimità dei ricettori.

Nel D.P.C.M. 14/11/1997 [4], sono stabiliti i limiti di rumore generato dalle sorgenti sonore fisse connesse alle attività produttive, commerciali e artigianali. La norma disciplina i valori limite di emissione e di immissione, oltre ai valori di attenzione e di qualità, secondo le tabelle che si rifanno alla classificazione acustica del territorio comunale. Ai sensi dell'articolo 4 del D.P.C.M. 14/11/1997 [4], inoltre, si introduce un'ulteriore misura di controllo dell'inquinamento acustico, quella del **criterio differenziale**, definito come differenza tra L_A , il livello equivalente di rumore ambientale, misurato con la sorgente da valutare in attività, ed L_R , il livello di rumore residuo, misurato con la stessa sorgente non attiva. Il valore limite differenziale è pari a 5 dB nel periodo di riferimento diurno, compreso fra le ore 6 del mattino e le ore 22, ed è pari a 3 dB nel periodo di riferimento notturno, compreso fra le ore 22 e le ore 6 del mattino. I valori limite differenziali, inoltre, non si applicano al caso in cui il rumore disturbante, misurato a finestre aperte, sia inferiore a 50 dBA durante il periodo diurno e a 40 dBA durante il periodo notturno oppure al caso in cui il livello di rumore ambientale, misurato a finestre chiuse, sia inferiore a 35 dBA durante il periodo diurno e a 25 dBA durante il periodo notturno.

3.2 CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DELL'AREA DI STUDIO

Nel caso specifico, il comune di Tesero, alla data di stesura del presente studio, non dispone di un piano di classificazione acustica e i limiti acustici di zona, pertanto, non sono assegnati. In questa fattispecie, l'art. 8 del D.P.C.M. 14/11/1997 [4] stabilisce che, in attesa che il comune provveda agli adempimenti previsti dall'art. 6, comma 1, lettera a) della L. 447/95 [3], ovverosia alla redazione del piano di classificazione acustica, si applicano i limiti di cui all'art. 6, comma 1, del D.P.C.M. 1/03/1991 [2]. Si suddivide il territorio della Repubblica in quattro differenti zone, individuate in funzione della destinazione d'uso prevista per l'area di interesse dal piano regolatore vigente ai sensi del D.M. 1444/68 [1]. Per ciascuna di queste zone, si prevedono valori di accettabilità del LA_{eq} , distinti in limiti diurni e limiti notturni. Il valore di tali limiti è riportato di seguito in Tabella 1. Per le zone esclusivamente industriali, si prevede la non applicabilità dei limiti differenziali.

ACUSTICA

Tabella 1: Limiti di accettabilità per sorgenti sonore fisse ai sensi D.P.C.M. 1/03/1991 [2].

ZONIZZAZIONE	LIMITE DIURNO (6-22)	LIMITE NOTTURNO (22-6)
	LA _{eq}	LA _{eq}
TUTTO IL TERRITORIO NAZIONALE	70 dBA	60 dBA
ZONA A (D.M. 1444/68)	60 dBA	50 dBA
ZONA B (D.M. 1444/68)	65 dBA	55 dBA
ZONE ESCLUSIVAMENTE INDUSTRIALI	70 dBA	70 dBA

3.2.1 Considerazioni sulla destinazione d'uso delle aree nel PRG di Tesero

Allo scopo di definire i limiti di riferimento nella zona di studio, si analizza il piano regolatore generale vigente nel comune di Tesero, un estratto del quale è riportato di seguito in Figura 3, individuando le destinazioni urbanistiche previste per le zone di indagine. L'area oggetto dello studio in cui è prevista la realizzazione degli interventi in progetto è classificata come *area per attrezzature e servizi pubblici a livello sovralocale*. Si evidenzia, inoltre, la presenza di alcuni ricettori residenziali classificati in zona B a nord dell'area di studio oltre a un insediamento produttivo più a ovest. A sud, infine, si individua una zona agricola.

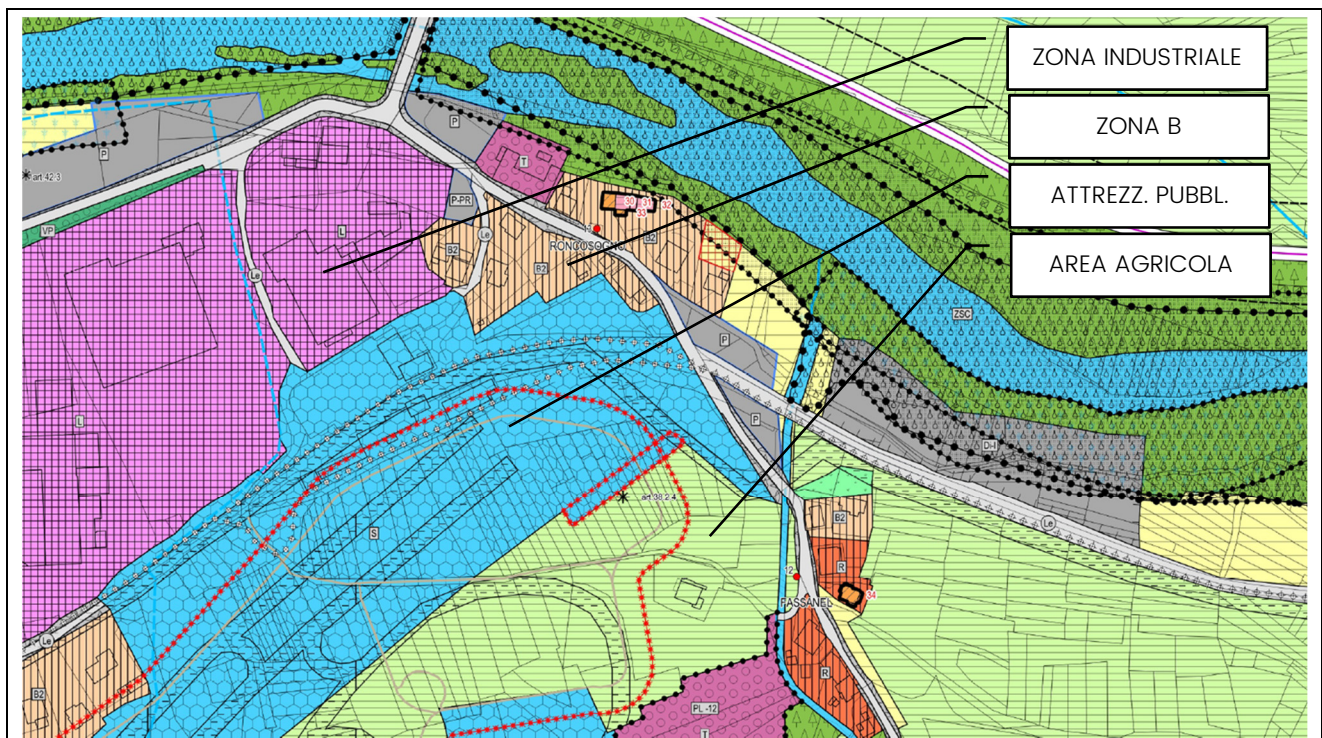


Figura 3: Inquadramento generale dell'area di studio all'interno del PRG del comune di Tesero.

3.2.2 Definizione dei limiti acustici di riferimento

Adottando il criterio stabilito dal D.P.C.M. 1/03/1991 [1] per la definizione dei limiti di riferimento, applicabili alle nuove sorgenti di tipo impiantistico correlate al funzionamento degli edifici in progetto, si suddivide l'area di studio in tre categorie:

- Area industriale: la zona a nordovest del sito di intervento dove sono collocate alcune attività produttive per la lavorazione del legname, con limiti pari a 70 dBA diurno e notturno;
- Zona B: l'insediamento residenziale a nordest del sito di intervento, con limiti pari a 65 dBA diurno e 55 dBA notturno;
- Tutto il resto del territorio, compresa l'area di intervento e le aree agricole più a sud, con limiti pari a 70 dBA diurno e 60 dBA notturno.

In tutta l'area oggetto di studio, inoltre, con esclusione del comparto esclusivamente industriale, è applicabile il criterio differenziale.

VERIFICA PREVISIONALE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

4. OBIETTIVI IN TERMINI DI PRESTAZIONI ACUSTICHE

4.1 QUADRO DI RIFERIMENTO LEGISLATIVO NAZIONALE

4.1.1 Legislazione nazionale

Il riferimento relativo all'ambito dell'acustica edilizia nel corpus legislativo della Repubblica è definito dal D.P.C.M. 5/12/1997 [5], 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 [3]. Per la categoria degli edifici pubblici, inoltre, la materia è stata integrata dal D.M. 11/01/2017 [11], aggiornato dal D.M. 11/10/2017 [13], che disciplina 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 rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo collegati mediante accessi ad ambienti abitativi $D_{nT,w}$;
- 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}).

4.1.2 Definizione della categoria dell'edificio in progetto

In considerazione della destinazione d'uso, ai sensi del D.P.C.M. 5/12/1997 [5] l'edificio è assimilabile alle categorie B ed F, riferite a edifici adibiti a uffici e ad attività di tipo ricreativo.

4.1.3 Requisiti di isolamento acustico

I valori limite stabiliti dal D.P.C.M. 5/12/1997 [5] per le categorie B ed F sono coincidenti e sono riportati di seguito in Tabella 2. Con la promulgazione del D.M. 24/12/2015 [10], del successivo D.M. 11/01/2017 [11] e, infine, del D.M. 11/10/2017 [13], i livelli di prestazione richiesti per gli edifici pubblici sono stati integrati e aggiornati con i valori di seguito riportati in Tabella 3. In generale, quindi, i requisiti acustici passivi degli edifici pubblici devono soddisfare almeno il livello di prestazione della classe II, definita al prospetto I della norma UNI 11367 [25]. 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. Inoltre, devono essere rispettati i valori caratterizzati come prestazione buona nel prospetto B.1 dell'appendice B della stessa norma UNI 11367 [25].

Tabella 2: Requisiti acustici passivi in opera ai sensi del D.P.C.M. 5/12/1997 [5] per la categoria degli edifici adibiti a uffici e 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}
B ed F	≥ 50 dB	≥ 42 dB	≤ 55 dB	≤ 35 dB	≤ 35 dB

Tabella 3: Requisiti acustici passivi in opera ai sensi del D.M. 11/10/2017 [13] per gli edifici pubblici.

PARAMETRI E VALORI LIMITE CRITERI AMBIENTALI MINIMI DA D.M. 11/10/2017 – EDIFICI PUBBLICI					
UNI 11367 CLASSE II					UNI 11367 PROSPETTO B.1
R'_w (*)	$D_{2m,T,W}$	$L'_{n,w}$ (*)	L_{ic}	L_{id}	$D_{n,T,W}$ (**)
≥ 53 dB	≥ 40 dB	≤ 58 dB	≤ 28 dB	≤ 33 dB	≥ 36 dB
(*) Vale esplicitamente per divisorie fra differenti unità immobiliari.					
(**) Isolamento acustico fra ambienti di uso comune e abitativi collegati mediante accessi o aperture					

4.1.4 Osservazioni generali sul confort acustico interno

Nel D.M. 11/10/2017 [13], al punto 2.3.5.6 Confort acustico, si specifica che gli ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori di confort riportati nella norma UNI 11532:2014 [29]. I descrittori acustici da utilizzare sono T_R , tempo di riverberazione, STI, indice di trasmissione del parlato e C_{50} , indice di chiarezza. Tuttavia, la UNI 11532:2014 [29], che riporta un semplice elenco di valori di riferimento per i descrittori acustici adottati nei vari paesi europei, è stata ritirata e sostituita dalla UNI 11532-1:2018 [30], che introduce i descrittori acustici T_R , STI e C_{50} , definendoli, descrivendone i metodi previsionali e suggerendone le tecniche di valutazione. La UNI 11532-1:2018 [30], inoltre, rimanda a ulteriori parti della norma, di futura pubblicazione, in cui saranno indicati i valori di riferimento per le diverse destinazioni d'uso. A oggi, l'unica di queste ulteriori parti che è stata pubblicata e che è in vigore è la 11532-2:2020 [31], che si applica al settore scolastico. Attualmente, dunque, l'unico riferimento normativo applicabile al caso in esame rimane la UNI 11367:2010 [25], che, nel caso di ambienti adibiti a parlato, definisce un valore del tempo di riverberazione ottimale in funzione del volume dell'ambiente e, inoltre, individua dei valori minimi di riferimento per gli indici di chiarezza e di trasmissione del parlato.

4.1.5 Riferimenti per il confort interno

Quindi, riassumendo, come criterio progettuale si definiscono specifici valori di riferimento, espressi in termini di tempi di riverberazione ottimale, di indice di trasmissione del parlato oppure di indice di chiarezza per i locali adibiti al parlato. I valori sono definiti secondo le metodologie di cui alla norma tecnica UNI 11367:2010 [25], oltre che coerentemente alle indicazioni della letteratura di settore, di cui al capitolo 17, in quanto le UNI 11532:2014 [29], UNI 11532-1 [30] e UNI 11532-2 [31] non sono applicabili al caso in esame. I valori di riferimento applicabili al caso in esame sono indicati al paragrafo 4.3.2, mentre la trattazione di dettaglio di tali aspetti è riportata al capitolo 8.

4.2 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 4.

Tabella 4: 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 a 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

4.3 SINTESI: PARAMETRI E VALORI DI RIFERIMENTO

4.3.1 Requisiti acustici passivi

Il criterio adottato per la definizione degli obiettivi progettuali prevede di incrociare le varie indicazioni della legislazione vigente, che a volte si sovrappongono, selezionando il valore di riferimento più restrittivo per ciascun parametro. I valori di riferimento per i requisiti acustici passivi, definiti con le ipotesi descritte, sono riassunti schematicamente di seguito in Tabella 5. In assenza di divisorie verticali e orizzontali che dividano fra loro differenti unità immobiliari, i requisiti relativi all'isolamento dal rumore aereo R_w e D_{nTW} e all'isolamento dal rumore di calpestio L_{nW} non sono applicabili al caso in esame.

4.3.2 Confort interno

Per quanto riguarda l'acustica interna, gli obiettivi progettuali di riferimento e i riferimenti orientativi, definiti con i criteri di cui al paragrafo 4.1.4 e ricavati dalla normativa tecnica e dalla letteratura di settore, sono riportati di seguito in Tabella 6.

ACUSTICA

Tabella 5: Requisiti acustici passivi in opera ai sensi della L.P. 6/1991 [14], del D.P.C.M. 5/12/1997 [5] e del D.M. 11/10/2017 [13] per l'edificio in progetto.

PARAMETRI DI RIFERIMENTO	LIMITE
Facciate esterne (D.P.C.M. 5/12/1997 cat. D ed F)	$D_{2m,nT,W} \geq 42$ dB
Divisorie verticali interne con aperture (D.M. 11/10/2017 prosp. B1 UNI 11367)	$D_{nT,W} \geq 36$ 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 6: Parametri progettuali di riferimento orientativo 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
AMBIENTI ADIBITI AL PARLATO (*)	$T_{ott} = (0,32 \log V + 0,03)$	$\geq 0,6$	≥ 0	UNI 11367:2010
AMBIENTI SPORTIVI	$T_{ott} = (1,27 \log V - 2,49)$	$\geq 0,6$	≥ 0	UNI 11367:2010
(*) I valori del tempo di riverberazione ottimale sono calcolati in funzione del volume V dell'ambiente.				

5. 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, al capitolo 9, sono riportate alcune indicazioni generali per una corretta gestione e posa in opera delle soluzioni progettuali individuate.

5.1 MODELLO DI CALCOLO ADOTTATO

5.1.1 *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, sia ricevente, sia sorgente, la tipologia, la stratigrafia e i materiali delle partizioni di separazione, nonché la tipologia, la stratigrafia e i materiali delle partizioni collegate e il tipo di giunti impiegati. I due programmi di calcolo utilizzati sono SONIDO PRO di Microbel s.r.l., ACUSTILOG di LOGICAL SOFT ed ECHO di ANIT. Il modello di calcolo si basa su relazioni matematiche ricavate dalle teorie consolidate disponibili in letteratura o dalle norme tecniche. In particolare, per ciò che riguarda la previsione del comportamento acustico degli edifici, si fa riferimento alle norme europee della serie EN 12354. 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 ricavate da campagne di monitoraggio e valutazione in opera oppure da studi sperimentali condotti sui parametri fisici che influenzano i fenomeni acustici.

5.1.2 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. 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 EN ISO 140-1 e/o EN ISO 717-1 per il valore dell'isolamento acustico R_w , e secondo EN ISO 140-6 e/o EN ISO 717-2 per il valore normato 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.

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

6.1 SINTESI DEGLI INTERVENTI PREVISTI IN PROGETTO

L'obiettivo degli interventi in progetto consiste nella realizzazione di tre nuovi edifici destinati a ospitare alcuni servizi a supporto delle attività sportive dello stadio del fondo di Tesero nell'ambito dei lavori di adeguamento generale della struttura in vista dei giochi olimpici dell'anno 2026. Per la costruzione degli edifici in elevazione, si prevede l'impiego del sistema costruttivo in legno CLT, ovvero sia compensato strutturale di tavole di legno massiccio disposte e incollate a strati incrociati, col quale sono realizzate le strutture delle dell'involucro esterno, dei solai e della copertura. Per l'edificio interrato, invece, si adotta la tecnologia costruttiva del cemento armato. Considerando le osservazioni di cui al paragrafo 4.3, trattandosi di edifici pubblici 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;
- Rumorosità degli impianti a funzionamento continuo e discontinuo;
- Qualità acustica interna degli ambienti comuni destinati al parlato.

Dato che ciascun edificio costituisce un'unità funzionale e immobiliare autonoma, non si identificano superficie di interfaccia che possano essere definite come divisorie interne orizzontali o verticali. Nel rispetto delle indicazioni normative, quindi, non si valutano, le prestazioni isolanti al rumore aereo delle partizioni interne orizzontali e verticali e le prestazioni isolanti al rumore di calpestio delle partizioni interne orizzontali.

6.2 ANALISI DEGLI ELEMENTI DI FACCIATA

6.2.1 Obiettivi di progetto

Per quanto riguarda gli elementi delle facciate, 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 [5] e sono indicati di seguito in Tabella 7. Le verifiche delle prestazioni sono riportate al capitolo 7, mentre le relative schede di calcolo e i certificati di riferimento per le soluzioni adottate sono riportati in allegato, al capitolo 18.

Tabella 7: 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 D.M. 11/10/2017	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

6.2.1 *Stima del potere fonoisolante della parete di involucro*

Lo schema tipologico generale della parete perimetrale di involucro dei due edifici in elevazione TRIBUNE e FISI, riportata di seguito in Tabella 8, è composto da una struttura in CLT con uno spessore di 20 cm, accoppiata a una controparete interna e a un cappotto esterno in lana minerale. Per la definizione delle prestazioni acustiche, espresse in termini di potere fonoisolante R_w , si fa riferimento alle stime effettuate mediante il software SONIDO, descritto al paragrafo 5.1.1. Nel calcolo delle prestazioni, cautelativamente, si trascura il contributo del cappotto esterno, adottando una teoria di calcolo adatta per le pareti leggere. Le verifiche generali delle prestazioni sono riportate al capitolo 7, mentre le relative schede di calcolo e i certificati di riferimento per le soluzioni previste a progetto sono riportati in allegato, al capitolo 18. I valori risultanti dal calcolo modellistico sono stati comparati con le prestazioni certificate di pacchetti simili presenti sul mercato oppure sui cataloghi degli specifici database di riferimento [44] e risultano con essi coerenti.

6.2.2 *Stima del potere fonoisolante della copertura*

Lo schema tipologico della copertura dei due edifici in elevazione TRIBUNE e FISI, riportata di seguito in Tabella 9, consiste in una struttura in legno CLT al di sopra della quale sarà previsto un pacchetto isolante termoacustico con lana minerale. All'intradosso, inoltre, è prevista la realizzazione di un controsoffitto in cartongesso con un'intercapedine in lana minerale. Per la definizione delle prestazioni acustiche, espresse in termini di potere fonoisolante R_w , si fa riferimento alle stime effettuate mediante il software SONIDO, descritto al paragrafo 5.1.1. Nella stima delle prestazioni, cautelativamente, si trascura il contributo degli strati aggiuntivi di insolazione esterna, adottando una teoria di calcolo per le pareti leggere. Le verifiche delle prestazioni sono riportate al capitolo 7, mentre le relative schede di calcolo e i certificati di riferimento per le soluzioni adottate sono riportati in allegato, al capitolo 18. I valori risultanti dal calcolo modellistico sono stati comparati con le prestazioni certificate di pacchetti simili presenti sul mercato oppure sui cataloghi degli specifici database di riferimento [44] e risultano con essi coerenti.

6.2.3 *Involucro dell'edificio interrato*

L'involucro dell'edificio interrato è realizzato interamente in cemento armato, materiale che, in generale, è caratterizzato da ottime prestazioni fonoisolanti, grazie alla sua elevata massa. In particolare, considerando uno spessore rappresentativo di 30 cm per le pareti di involucro perimetrale, si calcola un valore di riferimento pari a R_w 60 dB. L'edificio è interamente interrato con solo una ridotta porzione dell'involucro che si affaccia sull'esterno, in prossimità dell'area di ingresso. Sui locali interni a questa interfaccia, non sono presenti aperture verso, con l'unica eccezione delle porte di ingresso, il cui potere fonoisolante minimo richiesto da progetto è pari a 38 dB. In generale, quindi, per questo edificio l'isolamento acustico di facciata non necessita di particolari attenzioni progettuali. Di seguito, in Tabella 10, è riportata la scheda riassuntiva di calcolo delle prestazioni acustiche effettuate mediante il software SONIDO, descritto al paragrafo 5.1.1. Nella stima delle prestazioni, cautelativamente, si trascura il contributo degli strati aggiuntivi di insolazione esterna.

Tabella 8: Stratigrafia di riferimento della parete esterna di involucro dei due edifici in elevazione TRIBUNE e FISI e valutazione delle prestazioni dell'elemento.

TIPOLOGIA: PARETE ESTERNA	DENSITÀ	SPESSORE	MASSA SUPF.
COD: PE01	kg/m ³	cm	kg/m ²
CARTONGESSO	900	1,25	11
CARTONGESSO	900	1,25	11
LANA MINERALE	70	5	4
XLAM	470	20	94
LANA MINERALE	90	16	14
LARICE	600	4	24
TOTALE		48	158
R_w (CALCOLO SONIDO – S01 PARAGRAFO 18.1)		59 dB	
R₅₀₀ (CALCOLO SONIDO – S01 PARAGRAFO 18.1)		62 dB	

Tabella 9: Stratigrafia della copertura e dei due edifici in elevazione TRIBUNE e FISI e valutazione delle prestazioni acustiche dell'elemento.

TIPOLOGIA: COPERTURA	DENSITÀ	SPESSORE	MASSA SUPF.
COD: S05	kg/m ³	cm	kg/m ²
LAMIERA	7800	0,3	23
LANA MINERALE	110	10	11
LANA MINERALE	110	10	11
SOLAIO XLAM	450	12	54
LANA MINERALE	40	5	2
CARTONGESSO IN LASTRE	690	1,25	9
TOTALE		321	99
R_w (CALCOLO SONIDO – S02 PARAGRAFO 18.1)		54 dB	
R₅₀₀ (CALCOLO SONIDO – S02 PARAGRAFO 18.1)		59 dB	

Tabella 10: Stratigrafia di riferimento dell'involucro esterno dell'edificio interrato e valutazione delle prestazioni acustiche dell'elemento. Si trascura la presenza dell'isolamento termico.

TIPOLOGIA: COPERTURA	DENSITÀ	SPESSORE	MASSA SUPF.
COD:	kg/m ³	cm	kg/m ²
CALCESTRUZZO	2200	30	660
TOTALE		30	660
R_w (CALCOLO SONIDO – S03 PARAGRAFO 18.1)		60 dB	
R₅₀₀ (CALCOLO SONIDO – S03 PARAGRAFO 18.1)		60 dB	

ACUSTICA

○ TERA acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento

Tel 0461 931764 www.tera-group.it

6.2.4 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 6.2.1. 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 II. 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 II: Potere fonoisolante minimo dei serramenti. Il valore di R_w dell'intero sistema serramento deve essere certificato dal produttore.

R_w	42 dB	TUTTI I SERRAMENTI DELL'EDIFICIO FISI
R_w	41 dB	SERRAMENTI SULLA FACCIATA SUD-EST DELL'EDIFICIO TRIBUNE
R_w	38 dB	SERRAMENTI SULLA FACCIATA NORD-OVEST DELL'EDIFICIO TRIBUNE
R_w	38 dB	PORTE DI INGRESSO DELL'EDIFICIO INTERRATO

6.3 CONSIDERAZIONI SUI SOLAI

6.3.1 Considerazioni generali

Le prestazioni dei solai interpiano, che, in questo caso, costituiscono delle divisorie interne alla stessa unità immobiliare, non sono disciplinate dalla vigente legislazione e, quindi, i requisiti di isolamento al rumore aereo e al rumore di calpestio risultano non applicabili. Tuttavia, con l'obiettivo di garantire un adeguato confort interno, nel presente paragrafo si definiscono alcune strategie adottate per ottimizzare le soluzioni progettuali. Dato che, al momento della redazione della presente documentazione, i pacchetti dei solai non sono ancora definiti in dettaglio, le indicazioni seguenti sono da considerare come linee guida per le successive fasi progettuali. In particolare, si considerano le due tipologie di solai definite nel progetto, ovvero:

1. Solai interpiano realizzati in CLT degli edifici FISI e TRIBUNE;
2. Solai in calcestruzzo, posti a separazione fra le piastre interrato degli edifici FISI e TRIBUNE, dove sono ospitati i locali tecnici, e gli ambienti di vita del primo piano in elevazione.

6.3.2 Solai interpiano in CLT

I solai interpiano degli edifici FISI e TRIBUNE sono realizzati con una struttura portante in CLT e hanno caratteristiche generali, e quindi anche prestazioni, fra loro simili. Come strategia generale per il miglioramento del confort acustico interno, con l'obiettivo di assicurare un adeguato isolamento interno, si adotta la tecnica cosiddetta del pavimento galleggiante, realizzata attraverso l'interposizione di un materassino resiliente come separazione fra la parte strutturale e il massetto di calpestio nel pacchetto del solaio.

6.3.3 Stima delle prestazioni dei solai in CLT

Di seguito, in Tabella 12, si riporta uno schema indicativo della stratigrafia in esame, definito coerentemente alle informazioni progettuali aggiornate al momento della redazione del presente documento. Tale pacchetto, tuttavia, non è definitivo e, quindi, sarà oggetto di approfondimento e di ottimizzazione durante le successive fasi di progettazione esecutiva. Il solaio di base è costituito da un elemento strutturale realizzato in CLT, su cui è realizzato un ulteriore strato di caldana alleggerita per il passaggio degli impianti. Il calcolo previsionale delle prestazioni del solaio di base è stato effettuato adottando i metodi previsti dalle norme della serie UNI EN ISO 12354 [23]. Con le ipotesi descritte, quindi, per il solaio strutturale di base si calcolano un L_{nw} pari 80 dB e un R_w pari a 46 dB. Il pavimento galleggiante, separato dal solaio di base mediante l'interposizione di un materassino anticalpestio, è composto da un sistema radiante a pavimento, completato dalla finitura superficiale. La soluzione progettuale così definita determina un incremento delle prestazioni isolanti al rumore da calpestio ΔL_{nw} pari a circa 25 dB, calcolato secondo le indicazioni della norma UNI EN 12354-2 [23] e un incremento delle prestazioni isolanti al rumore aereo ΔR_w pari a 8 dB, calcolato secondo la norma UNI EN 12354-1 [23]. Complessivamente, quindi, come prestazioni indicative di isolamento acustico del solaio interpiano in CLT, si stimano un L_{nw} pari a 55 dB e un R_w pari a 54 dB.

Tabella 12: Schema indicativo del pacchetto del solaio interpiano degli edifici FISI e TRIBUNE. In questa fase progettuale, le stratigrafie non sono ancora definite nel dettaglio.

TIPOLOGIA: SOLAIO INTERPIANO (INDICATIVO)	DENSITÀ kg/m ³	SPESSORE cm	MASSA SUPP. kg/m ²
PIASTRELLE	2300	1	23
CALDANA PANNELLO RADIANTE	1800	3	54
LASTRE STAMPATE PANNELLO RADIANTE	30	2	1
ANTICALPESTIO - $s' = 20 \text{ MN/m}^3$	150	1	2
MASSETTO ALLEGGERITO PER IMPIANTI	1500	5	75
SOLAIO CLT	450	20	90
TOTALE		32	244

ACUSTICA

○ TERA acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento

Tel 0461 931764 www.tera-group.it

6.3.4 Solai di base in calcestruzzo

I solai in calcestruzzo fungono da separazione fra i vani tecnici dei livelli inferiori e gli ambienti di vita dei livelli superiori degli edifici FISI E TRIBUNE. L'isolamento al rumore aereo è garantito dalla massa del calcestruzzo. Anche in questo caso, inoltre, si prevede l'adozione della strategia del pavimento galleggiante, attraverso la posa di un materassino resiliente fra la porzione strutturale del solaio e la parte del massetto.

6.3.5 Stima delle prestazioni dei solai in calcestruzzo

In mancanza di una stratigrafia definita per questa tipologia di solaio al momento della presente analisi, si valuta il potere fonoisolante del solo strato strutturale in calcestruzzo di spessore 25 cm, posto a separazione del piano terra dal piano interrato. La presenza degli strati aggiuntivi, che necessariamente dovranno essere inseriti per adeguare le prestazioni del solaio alle richieste termiche ed architettoniche, contribuirà a incrementare la prestazione del solaio di base. In particolare, sopra al solaio base sarà necessario gettare un massetto per il passaggio degli impianti e un massetto galleggiante con pavimento radiante, mediante la posa di un materassino resiliente fra la porzione strutturale del solaio e la parte del massetto. La prestazione di rigidità dinamica del materassino anticalpestio sarà valutata in fase esecutiva. Per la definizione delle prestazioni acustiche del solo solaio di base in calcestruzzo, espresse in termini di potere fonoisolante R_w , si fa riferimento alle stime effettuate mediante il software SONIDO, descritto al paragrafo 5.1.1. In Tabella 13 sono riportate la descrizione della stratigrafia esaminata e le prestazioni derivanti dal calcolo.

Tabella 13: Stratigrafia di riferimento del solaio base in calcestruzzo tra piano terra e piano interrato e valutazione delle prestazioni acustiche dell'elemento. Si trascura la presenza degli strati aggiuntivi (massetto per impianti e massetto galleggiante).

TIPOLOGIA: SOLAIO INTERPIANO PT/P-1	DENSITÀ kg/m ³	SPESSORE cm	MASSA SUPF. kg/m ²
CALCESTRUZZO	2400	25	600
TOTALE		25	600
R_w (CALCOLO SONIDO – S04 PARAGRAFO 18.1)		59 dB	
R_{500} (CALCOLO SONIDO – S04 PARAGRAFO 18.1)		59 dB	

6.3.6 Caratteristiche del materassino anticalpestio

Per rispettare le previsioni progettuali e raggiungere le prestazioni attese per il solaio in CLT, il materassino anticalpestio deve avere una rigidità dinamica pari o non superiore a 20 MN/m³, certificata dal produttore. Per quanto riguarda il solaio in calcestruzzo, invece, la prestazione di rigidità dinamica del materassino anticalpestio sarà valutata in fase esecutiva.

6.3.7 Considerazioni conclusive e linee guida per la progettazione esecutiva

Nello sviluppo delle fasi successive del progetto, le tecniche esecutive e i valori delle stime espresse nel presente capitolo devono essere considerate come riferimento per le prestazioni dei solai interpiano e dei solai in calcestruzzo.

6.4 CONSIDERAZIONI SULLE DIVISORIE INTERNE VERTICALI

Le divisorie interne verticali, essendo elementi di separazione interna alla stessa unità immobiliare, non sono soggette al rispetto di alcun requisito prestazionale. Tuttavia, con l'obiettivo di garantire un adeguato confort interno, di seguito si definiscono le strategie adottate per ottimizzare le soluzioni progettuali.

6.4.1 *Verifica delle divisorie interne*

Per garantire un adeguato livello di confort, si individua un pacchetto stratigrafico tipo, costituito da quattro lastre di cartongesso, separate da un'intercapedine con materiale fibroso di densità pari a $40-80 \text{ kg/m}^3$. Per la parete in esame si prescrive un potere fonoisolante R_w minimo pari a 56 dB.

6.4.2 *Prestazioni minime delle porte interne dei locali*

Considerando le prestazioni delle pareti divisorie, nel rispetto delle indicazioni di cui al D.M. 11 ottobre 2017 [13], si stima un potere fonoisolante R_w minimo per le porte dei locali pari a 30 dB.

7. VERIFICA PREVISIONALE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

7.1 VERIFICA DELLE PRESTAZIONI DEGLI ELEMENTI EDILIZI AI SENSI DELLA L.P. 6/1991

Di seguito, in Tabella 14, 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, conserrando che non sono previste divisorie interne orizzontali o verticali fra differenti unità immobiliari, la verifica è limitata unicamente alle prestazioni dell'involucro esterno. Le schede di dettaglio con i parametri fisici adottati per lo studio e con i risultati delle analisi sono raccolte in allegato al capitolo 18.

Tabella 14: 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
SCHEDA DI CALCOLO S01 (CAP. 18)	PE01 - Parete esterna TRIBUNE - FISI	$R_w = 59$ dB	$R_{500} = 62$ dB	$R_{500} > 45$ dB
SCHEDA DI CALCOLO S02 (CAP. 18)	S05 - Copertura TRIBUNE - FISI	$R_w = 54$ dB	$R_{500} = 59$ dB	$R_{500} > 45$ dB
SCHEDA DI CALCOLO S03 (CAP. 18)	Involucro esterno INTERRATO	$R_w = 60$ dB	$R_{500} = 60$ dB	$R_{500} > 45$ dB

7.2 VERIFICA DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

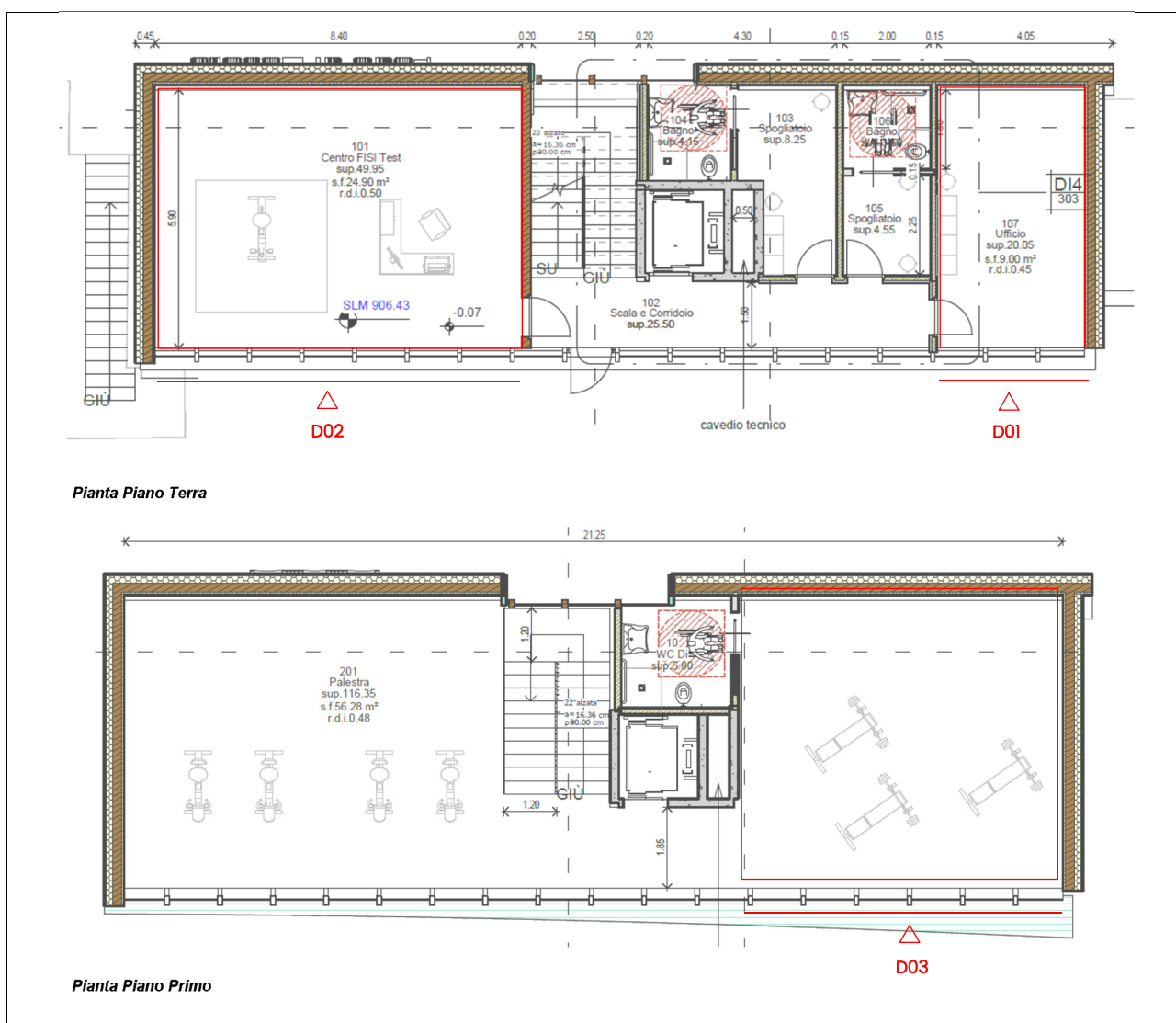
7.2.1 Criteri generali di valutazione

La verifica dei requisiti acustici passivi, ai sensi della legislazione nazionale, è effettuata attraverso il collaudo in opera delle prestazioni degli elementi tecnici significativi per l'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 [25], 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, sebbene non cogente e tuttora valida solamente a titolo volontario, completa un percorso di approfondimento durato numerosi anni ed effettuato con l'obiettivo di risolvere alcune incertezze nell'interpretazione del DPCM 5/12/1997 [5], 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 [25] e alle indicazioni di cui al D.M. 11/10/2017 [13] come linee guida per la progettazione e per la valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi nel caso in esame.

7.2.2 Definizione degli elementi soggetti a verifica

Per stimare il comportamento in opera degli elementi interessati dagli interventi edilizi in oggetto, si identificano alcune casistiche rappresentative delle condizioni acusticamente più sfavorevoli, sia per effetto della destinazione d'uso dei locali, sia per le dimensioni e le caratteristiche costruttive degli stessi. Adottando tale criterio, quindi, le casistiche esaminate possono essere considerate come un limite inferiore alle prestazioni acustiche complessive dell'edificio e delle sue componenti 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 15 e in Tabella 16 da sottoporre alla verifica previsionale dei requisiti acustici passivi.

Tabella 15: Piante dell'edificio FISI con indicazione dei locali soggetti a verifica. In rosso sono indicati i locali soggetti a verifica di isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$. Il piano terra non è di interesse per le analisi acustiche.



ACUSTICA

○ TERA acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento

Tel 0461 931764 www.tera-group.it

Tabella 16: Piante dell'edificio EX TRIBUNE con indicazione dei locali soggetti a verifica. In rosso sono indicati i locali soggetti a verifica di isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$. A completamento, si verifica il potere fonoisolante del solaio tra locali tecnici e locali di vita R'_w .

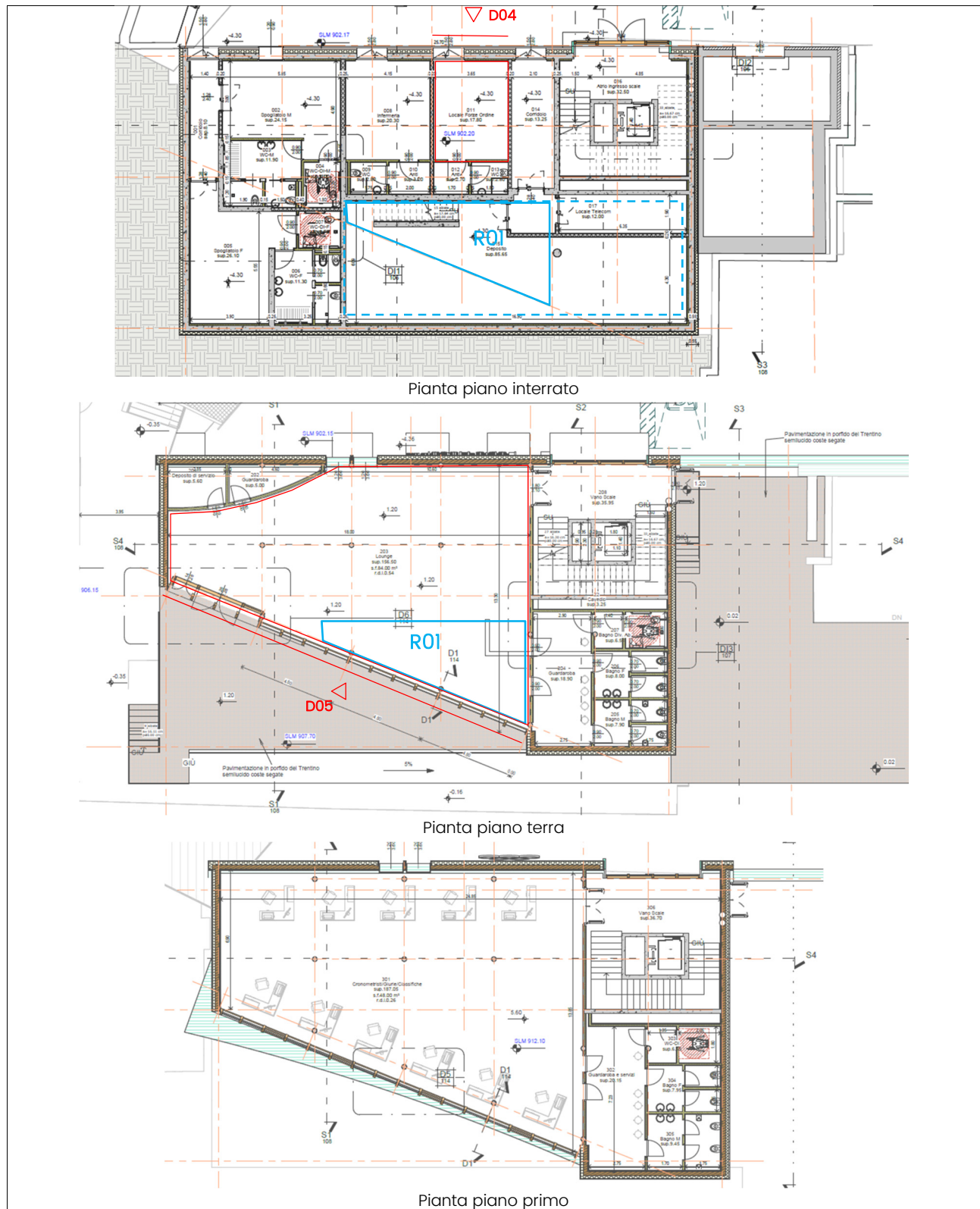
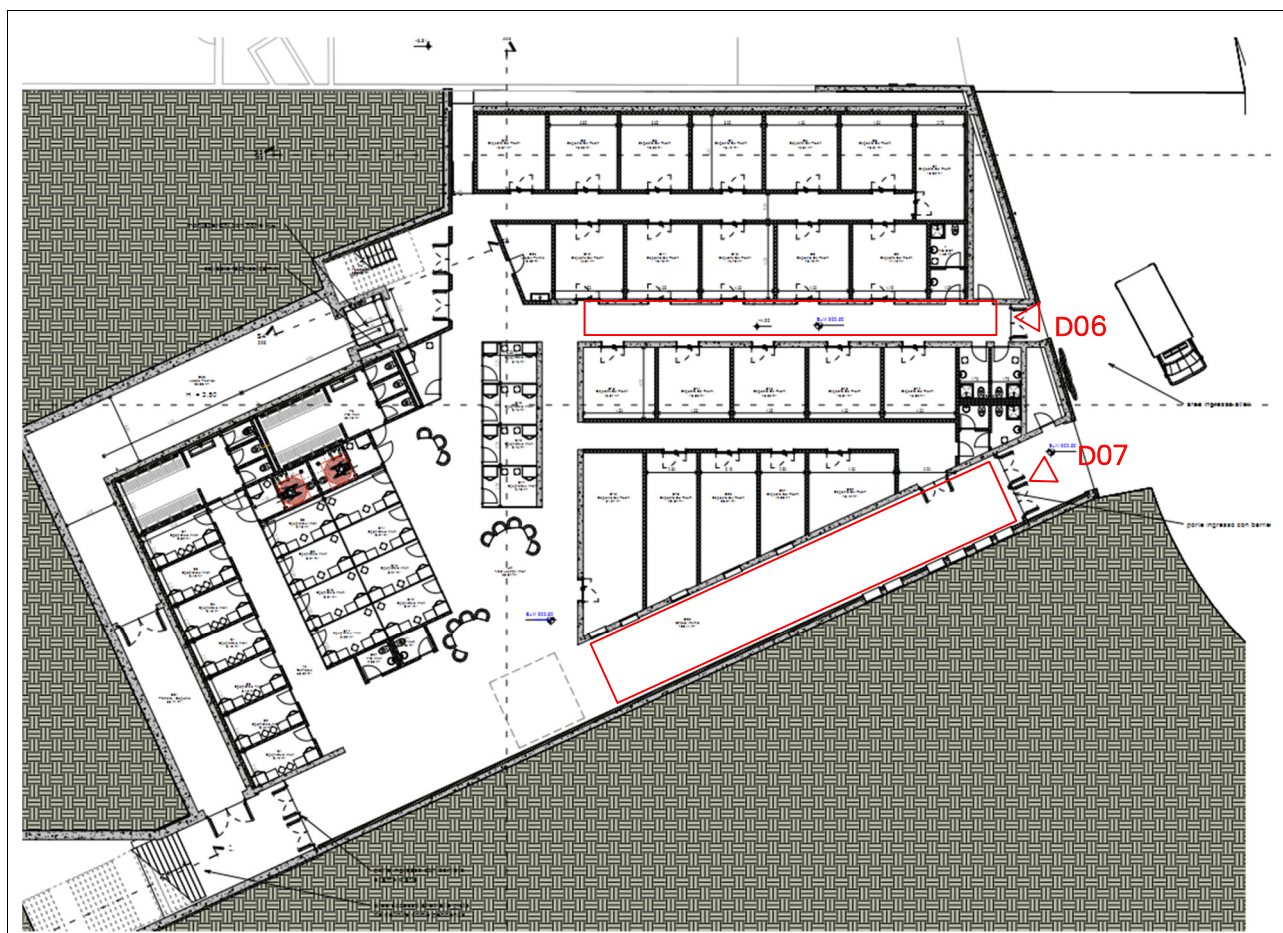


Tabella 17: Piante dell'edificio INTERRATO con indicazione dei locali soggetti a verifica. In rosso sono indicati i locali soggetti a verifica di isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$.



ACUSTICA

 TERA acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento

Tel 0461 931764 www.tera-group.it

7.2.3 Conclusione: verifica dei requisiti acustici passivi

Di seguito, in Tabella 18, sono riportati i risultati schematici delle verifiche dei requisiti acustici passivi effettuate ai sensi del DPCM 5/12/1997 [5] e del D.M. 11/10/2017 [13]. Considerando che per le verifiche, cautelativamente, sono state selezionate le condizioni più sfavorevoli dal punto di vista geometrico, l'edificio risulta completamente rispondente alle vigenti normative in termini di requisiti acustici passivi. Ove non disciplinate da specifici limiti legislativi, come nel caso delle divisorie fra gli uffici, le prestazioni sono state comunque verificate per garantire una soglia di confort accettabile. Le schede di calcolo relative alle singole verifiche sono riportate in allegato al presente documento, al capitolo 18.2.

Tabella 18: Verifiche dei requisiti acustici passivi riferiti all'isolamento delle facciate esterne e dell'isolamento al rumore aereo dei solai tra locali macchine e locali di vita effettuate ai sensi del DPCM 5/10/1997 [5] e del DM 11/10/2017 [13]. Le schede di calcolo relative alle singole verifiche, con l'indicazione planimetrica degli elementi, sono riportate in allegato al presente documento, al capitolo 18.2.

COD.	CODICE DEL LOCALE RICEVENTE	CODICE DEL LOCALE EMITTENTE	VERIFICA AI SENSI DEL DPCM 5/12/1997 E DEL DM 11/10/2017 (*)			
			PARTIZIONE VERIFICATA	REQUISITO	VALORE CALC.	ESITO VERIFICA
D01	EDIFICIO FISI – UFFICIO (PT)	AMBIENTE ESTERNO	PARETE ESTERNA + SERRAMENTI	$D_{2m,nT,w}$	42 dB	> 42 dB
D02	EDIFICIO FISI – CENTRO TEST (PT)	AMBIENTE ESTERNO	PARETE ESTERNA + SERRAMENTI	$D_{2m,nT,w}$	43 dB	> 42 dB
D03	EDIFICIO FISI – SALA MUSCOLARE (PI)	AMBIENTE ESTERNO	PARETE ESTERNA + SERRAMENTI	$D_{2m,nT,w}$	43 dB	> 42 dB
D04	EDIFICIO EX TRIBUNE – LOC. FORZE ORD. (P-I)	AMBIENTE ESTERNO	PARETE ESTERNA + SERRAMENTI	$D_{2m,nT,w}$	44 dB	> 42 dB
D05	EDIFICIO EX TRIBUNE – LOUNGE (PT)	AMBIENTE ESTERNO	PARETE ESTERNA + SERRAMENTI	$D_{2m,nT,w}$	43 dB	> 42 dB
D06	EDIFICIO INTERRATO – CORRIDOIO (P-I)	AMBIENTE ESTERNO	PARETE ESTERNA + SERRAMENTI	$D_{2m,nT,w}$	47 dB	> 42 dB
D07	EDIFICIO INTERRATO – CORRIDOIO (P-I)	AMBIENTE ESTERNO	PARETE ESTERNA + SERRAMENTI	$D_{2m,nT,w}$	47 dB	> 42 dB
R01	EDIFICIO EX TRIBUNE – DEPOSITO (P-I)	ED. EX TRIBUNE – LOUNGE (PT)	SOLAIO BASE IN CLS	R'_w	55 dB	≥ 53 dB

(*) Il valore di riferimento è quello del DPCM 5/12/1997 per l'isolamento di facciata e quello del DM 11/10/2017 per l'isolamento al rumore aereo dei solai verso locali tecnici.

7.3 VERIFICA PREVISIONALE DELLA CLASSE ACUSTICA DEGLI EDIFICI

7.3.1 Introduzione

La classificazione acustica di una unità immobiliare si basa su risultati di misure 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, anche il margine di incertezza nel calcolo della classificazione acustica risulta, per quanto possibile, minimizzato.

7.3.2 Verifica previsionale

Di seguito, in Tabella 19, in Tabella 20 e in Tabella 21, si riportano i risultati dei calcoli per l'elaborazione della classificazione acustica previsionale dei tre corpi edilizi. Nel rispetto delle indicazioni di cui alla UNI 11367 [25], i valori sintetici di ciascun indice di requisito sono calcolati come media energetica di tutti gli elementi che compongono i singoli edifici.

Tabella 19: Sintesi della classificazione acustica relativamente all'edificio FISI.

FISI	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	$L'_{n,w}$	L_{ic}	L_{id}	CLASSE
INDICE	42 dB	NA	NA	28 dB	33 dB	GLOBALE
CLASSE	I	NA	NA	II	II	II

Tabella 20: Sintesi della classificazione acustica relativamente all'edificio TRIBUNE.

TRIBUNE	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	$L'_{n,w}$	L_{ic}	L_{id}	CLASSE
INDICE	41 dB	58 dB	NA	28 dB	33 dB	GLOBALE
CLASSE	II	II	NA	II	II	II

Tabella 21: Sintesi della classificazione acustica relativamente all'edificio INTERRATO.

INTERRATO	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	$L'_{n,w}$	L_{ic}	L_{id}	CLASSE
INDICE	46 dB	NA	NA	28 dB	33 dB	GLOBALE
CLASSE	I	NA	NA	II	II	II

7.3.3 Conclusione

Con le ipotesi descritte, si verifica la rispondenza delle prestazioni degli edifici alle richieste di cui al D.M. 11/10/2017 [13]. In particolare, si verifica che la classe acustica previsionale corrisponde almeno alla classe II per ciascuno degli indici di requisito.

ACUSTICA

8. CONFORT ACUSTICO INTERNO

8.1 OBIETTIVI

L'obiettivo dello studio, le cui linee guida sono riassunte in questa sezione del documento, è quello di ottimizzare il livello di confort acustico interno dei locali, considerando sia la peculiarità della destinazione d'uso degli ambienti, sia la specificità delle attività in essi effettuate. Gli obiettivi sono definiti in coerenza con il quadro normativo di riferimento per la valutazione del confort interno degli ambienti, descritto al capitolo 4 e, in particolare, al paragrafo 4.1.4. Al paragrafo 4.3.2, infine, sono riportati i valori di riferimento del T_R e dei parametri specifici per il parlato C_{50} e STI.

8.2 INTERVENTI PROGETTUALI

8.2.1 *Descrizione dell'intervento tipo*

Come strategia generale di intervento, per garantire un adeguato confort acustico all'interno dei locali di uso comune, si prevede l'installazione di un controsoffitto dotato di elevate proprietà fonoassorbenti, in grado di ridurre il tempo di riverberazione negli ambienti e di controllare i livelli sonori. Qualora fosse necessario, negli ambienti con volumi importanti e funzioni per le quali sia fondamentale la comprensione del parlato, sarà previsto anche un trattamento fonoassorbente di rinforzo su alcune delle pareti laterali. La tipologia di realizzazione degli interventi dovrà tenere conto di una distribuzione il più possibile omogenea di materiale fonoassorbente su tutta la superficie dei locali, in modo da garantire un risultato ottimale per il controllo delle riflessioni e del riverbero interno ai vari ambienti. La tipologia di trattamento fonoassorbente sarà definita in dettaglio in fase esecutiva in funzione degli avanzamenti progettuali.

8.2.2 *Ambienti sottoposti a verifica*

La strategia per raggiungere gli obiettivi di progetto si concretizza nella riduzione del tempo di riverberazione all'interno degli ambienti, con un approccio differente in relazione alle tipologie e alle destinazioni d'uso previste per i locali. L'analisi si concentra sui grandi locali di uso comune presenti in tutti e tre gli edifici del progetto. In particolare, per la verifica, si identificano alcuni ambienti rappresentativi delle varie condizioni geometriche e acustiche, di seguito riportati in Tabella 22. Per ciascuno di questi locali, inoltre, sono riportati i valori di riferimento per le fasi progettuali successive.

8.2.3 *Ambienti che esulano dalle categorie della UNI 11367:2010*

Alcuni ambienti presenti negli edifici in progetto esulano per destinazione d'uso dalle categorie contemplate dalla UNI 11367:2010 [25], pur essendo degli ambienti di vita con permanenza di persone. Visto che per questi ambienti non esiste alcun riferimento normativo che indichi dei valori obiettivo, si considera sufficiente ed opportuno estendere la soluzione prevista a soffitto nei locali elencati al capitolo 8.2.1, anche a questi locali.

8.3 VERIFICHE DEL CONFORT INTERNO

Sulla base delle linee guida per la progettazione esecutiva indicate al capitolo 8.2, si rimanda alla fase esecutiva per la verifica dei valori di tempo di riverberazione, chiarezza C_{50} e trasmissibilità del parlato STI.

Tabella 22: Valori di riferimento progettuali per il confort acustico interno degli ambienti secondo la UNI 11367:2010 [25]. I valori costituiscono un riferimento per le successive fasi progettuali.

AMBIENTI SOGGETTI A VERIFICA				UNI 11367:2010				
LOCALE	EDIFICIO	PIANO	VOLUME [m³]	DESTINAZIONE D'USO	TR _{ott} [s]	TR _{max} [s]	STI [-]	C ₅₀ dB
CENTRO TEST FISI	FISI	PT	165	parlato	0,74	0,89	≥ 0,6	≥ 0
UFFICIO	FISI	PT	57	parlato	0,59	0,71	≥ 0,6	≥ 0
SALA MUSCOLARE	FISI	PI	371	att. sportiva	0,77	0,93	≥ 0,6	≥ 0
LOUNGE	TRIBUNE	PT	634	parlato	0,93	1,11	≥ 0,6	≥ 0
CRONOM./GIURIE	TRIBUNE	PI	735	parlato	0,95	1,14	≥ 0,6	≥ 0
AREA LOUNGE ATLETI	INTERRATO	P-1	343	parlato	0,84	1,01	≥ 0,6	≥ 0
SPOGLIATOI ATLETI	INTERRATO	P-1	29	-	-	-	-	-
SPOGLIATOIO M	TRIBUNE	P-1	87	-	-	-	-	-
SPOGLIATOIO F	TRIBUNE	P-1	117	-	-	-	-	-
INFERMERIA	TRIBUNE	P-1	84	-	-	-	-	-
LOCALE FORZE ORDINE	TRIBUNE	P-1	74	-	-	-	-	-

ACUSTICA

○ TERA acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento

Tel 0461 931764 www.tera-group.it

9. INDICAZIONI E MODALITÀ DI POSA

9.1 INDICAZIONI PER I SERRAMENTI

9.1.1 *Indice del potere fonoisolante minimo del sistema serramento R_w*

L'indice del potere fonoisolante R_w richiesto ai serramenti dovrà essere certificato dal fornitore mediante prove di laboratorio conformi alla normativa tecnica vigente. La prova dovrà riguardare l'intero sistema del serramento, costituito sia dal vetro, sia dal telaio. Il valore minimo di progetto previsto per le varie categorie di serramento è riportato di seguito in Tabella 23.

Tabella 23: Potere fonoisolante minimo dell'intero sistema serramento certificato dal produttore.

R_w	42 dB	TUTTI I SERRAMENTI DELL'EDIFICIO FISI
R_w	41 dB	SERRAMENTI SULLA FACCIATA SUD-EST DELL'EDIFICIO TRIBUNE
R_w	38 dB	SERRAMENTI SULLA FACCIATA NORD-OVEST DELL'EDIFICIO TRIBUNE
R_w	38 dB	PORTE DI INGRESSO DELL'EDIFICIO INTERRATO

9.1.2 *Indicazioni per la posa in opera*

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 [27].

9.2 ESECUZIONE DI PARETI E CONTROPARETI A SECCO

9.2.1 *Indicazioni per la posa in opera dei cartongessi*

Per la realizzazione delle pareti divisorie interne, delle contropareti e dei controsoffitti, dovranno essere adottate tutte le prescrizioni progettuali in termini di R_w minimo della stratigrafia. Per evitare scadimenti delle prestazioni del sistema parete previsto a progetto, deve essere assicurata la completa desolidarizzazione delle orditure metalliche di supporto da tutte le strutture perimetrali, sia verticali, sia orizzontali. Le lastre devono essere vincolate alla struttura metallica di supporto in modo tale da poter essere libere di vibrare e, quindi, di dissipare l'energia sonora incidente senza trasmetterla agli elementi adiacenti. Le giunture delle prime lastre devono essere sfalsate rispetto a quelle delle seconde lastre e i giunti fra lastra e lastra e fra lastre e strutture laterali quali soffitto, pavimento e pareti devono essere trattati con specifici materiali quali stucchi coprifughe, silicone acrilico e nastro di rinforzo.

9.2.2 *Interazioni con le canalizzazioni impiantistiche*

L'eventuale presenza di passaggi impiantistici deve essere curata e trattata con estrema attenzione, evitando di creare ponti acustici e attenendosi scrupolosamente alle indicazioni del capitolato del produttore del sistema costruttivo. In particolare, in corrispondenza delle divisorie verticali fra differenti cellule abitative, devono essere evitati gli scassi per l'alloggiamento delle prese elettriche oltre a tutti quegli elementi che possano determinare lo schiacciamento del materiale isolante interno oppure la riduzione dello spessore dello stesso, la foratura senza alcun ripristino o la rimozione delle lastre.

9.3 ACCORGIMENTI PER IL CONTROLLO DEL RUMORE DEGLI IMPIANTI

Gli impianti sono realizzati prevedendo l'alloggiamento in appositi cavedi isolati per garantire un adeguato isolamento acustico. Per ottimizzare il sistema di isolamento nei confronti della rumorosità degli impianti, inoltre, si raccomanda l'impiego dei seguenti accorgimenti:

- Installazione di tubazioni silenziate realizzate con materiali dotati di un valore elevato di massa specifica;
- Realizzazione degli ancoraggi di supporto per le tubazioni in corrispondenza di nodi e di strutture fisse, evitando punti in cui possa essere maggiore l'inflessione del materiale su cui è fissato il supporto;
- Impiego di supporti antivibranti per il collegamento delle tubazioni alle strutture dell'edificio;
- Eliminazione dei collegamenti rigidi tra canali e strutture laterali mediante l'utilizzo di collari di tipo silenziato e attraverso l'interposizione di materiale elastico negli attraversamenti;
- Interposizione di uno strato di materiale elastico tra i sanitari e le strutture di supporto;
- Desolidarizzazione degli organi meccanici degli impianti mobili quali, per esempio, il motore dell'ascensore, adottando soluzioni finalizzate allo smorzamento delle vibrazioni;
- Evitare il montaggio degli organi meccanici degli impianti in corrispondenza di locali particolarmente sensibili al rumore.

I sistemi impiantistici a servizio dell'edificio, inoltre, sono dotati di sistemi silenziatori posti lungo le canalizzazioni dell'impianto di trattamento aria per ridurre la rumorosità in mandata e in ripresa. Le macchine impiantistiche, inoltre, sono installate all'interno di locali chiusi e isolati.

9.4 INDICAZIONI PER I SOLAI

9.4.1 *Esecuzione del pavimento galleggiante*

Per quanto riguarda la realizzazione dei solai e, in particolare, l'esecuzione di pavimenti galleggianti, si fa riferimento alle indicazioni di posa previste nella norma UNI 11516:2013 [26]. I materassini anticaplestio utilizzati devono avere prestazioni di rigidità dinamica certificate. La posa in opera dell'isolante acustico è effettuata con particolare cura, al fine di evitare l'introduzione di ponti acustici tali da generare trasmissioni laterali del rumore di calpestio. Il materiale deve essere posato in modo tale da realizzare una vasca che isoli il soprastante massetto da tutte le altre strutture rendendolo completamente desolidarizzato. Il contatto fra massetto e pareti laterali, pertanto, deve essere evitato mediante l'interposizione di una striscia di materiale isolante. Il materiale isolante non deve essere posato solo sul solaio, ma anche risvoltato a parete per uno spessore pari ad almeno quello del massetto, più quello della pavimentazione finale. Così facendo si evita che le facce verticali del massetto, possano toccare le pareti costituendo da un lato un pericoloso ponte acustico e dall'altro un freno statico al galleggiamento del sistema. Anche la fascia perimetrale dovrà risultare continua e integra. È pertanto necessario non attraversare con impianti o altri elementi solidi la fascia stessa. In presenza di pilastri, lesene, porte, soglie delle porte, falsi telai di tutte le porte e altri movimenti delle pareti, la fascia perimetrale va modellata senza interruzione per seguire fedelmente il perimetro dei locali per garantire la completa desolidarizzazione tra massetto ed elementi strutturali. Nel caso all'interno dei locali vi siano elementi verticali emergenti dallo strato di appoggio, anche questi devono essere rivestiti con la banda di isolamento perimetrale o con materiale resiliente in modo da evitare qualsiasi contatto rigido con il massetto. L'eccedenza di fascia perimetrale va rifilata solo al termine della posa della pavimentazione. Il pavimento andrà dunque posato a contatto con la fascia perimetrale garantendo così la riduzione del passaggio di rumore e il funzionamento elastico del sistema. Anche la posa del battiscopa deve essere realizzata con attenzione al funzionamento acustico del sistema. Il battiscopa non deve essere realizzato in contatto diretto con il pavimento, ma fissato a muro con una fessura di 3-5 mm che può essere colmata da finitura in silicone o guaine autoespandenti, per evitare ponti acustici. Sia i battiscopa perimetrali, sia le piastrelle di rivestimento dovranno essere distaccati di qualche millimetro dal rivestimento a pavimento in modo da evitare la formazione di collegamenti rigidi tra pavimentazione e pareti laterali. L'impresa esecutrice si assume l'onere di verificare la compatibilità dei pacchetti stratigrafici eventualmente proposti con gli obiettivi progettuali.

9.4.2 *Interazioni con le canalizzazioni impiantistiche*

Qualora si dovesse manifestare l'esigenza di posare in opera canalizzazioni impiantistiche attraverso i solai, per evitare che si possano formare collegamenti rigidi fra il massetto e le strutture dalle quali esso è separato mediante la guaina anticalpestio, è necessario che siano adottate opportune soluzioni per desolidarizzare tali passaggi.

9.5 INDICAZIONI PER LE PARETI DIVISORIE INTERNE

9.5.1 *Posa delle pareti divisorie in cartongesso*

Per la realizzazione delle pareti divisorie interne, dovranno essere adottate tutte le prescrizioni in termini di scelta delle soluzioni e dei materiali da impiegare per riprodurre fedelmente sia la stratigrafia, sia le condizioni di vincolo previste dal capitolato del produttore del sistema costruttivo al fine di minimizzare le trasmissioni di rumore ed evitare la formazione di collegamenti rigidi. L'eventuale presenza di passaggi impiantistici deve essere curata e trattata con estrema attenzione, evitando di creare ponti acustici e attenendosi scrupolosamente alle indicazioni del capitolato del produttore del sistema costruttivo. In particolare, devono essere evitati gli scassi per l'alloggiamento delle prese elettriche oltre a tutti quegli elementi che possano determinare lo schiacciamento del materiale isolante interno oppure la riduzione dello spessore dello stesso, la foratura senza alcun ripristino o la rimozione delle lastre. In ogni caso, per evitare scadimenti delle prestazioni del sistema parete previsto a progetto, deve essere assicurata la desolidarizzazione delle orditure metalliche da tutte le strutture perimetrali, sia verticali, sia orizzontali. Le strutture metalliche, inoltre, devono avere ossature separate, ovverosia devono essere separate fra loro per evitare la formazione di collegamenti rigidi. Le lastre devono essere vincolate alla struttura metallica di supporto seguendo le indicazioni previste dal produttore, in modo tale da poter essere libere di vibrare e, quindi, di dissipare l'energia sonora incidente senza trasmetterla agli elementi adiacenti. Le giunture delle prime lastre devono essere sfalsate rispetto a quelle delle seconde lastre e i giunti fra lastra e lastra e fra lastre e strutture laterali quali soffitto, pavimento e pareti devono essere trattati con specifici materiali quali stucchi coprifughe, silicone acrilico e nastro di rinforzo.

ACUSTICA

○ TERA acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento

Tel 0461 931764 www.tera-group.it

VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CLIMA E DELL'IMPATTO ACUSTICO

ACUSTICA

 TERA acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento
Tel 0461 931764 www.tera-group.it

10. CARATTERIZZAZIONE DEL CAMPO ACUSTICO ATTUALE

10.1 DESCRIZIONE DELLA CAMPAGNA DI RILIEVO FONOMETRICO

L'obiettivo della campagna di misura è quello di caratterizzare il clima acustico attuale nella zona interessata dagli interventi in progetto, individuando le sorgenti di rumore prevalenti e caratterizzando il paesaggio sonoro esistente.

10.1.1 *Individuazione dei punti di misura*

Analizzate le caratteristiche dell'area di studio e accertata la disponibilità di postazioni accessibili e sicure, si dispone la strumentazione in corrispondenza delle tribune attuali, in una posizione rappresentativa dei livelli sonori dell'area, a un'altezza di circa 10 m rispetto alla quota del terreno. La scheda dettagliata dei punti di misura è riportata al paragrafo 19.3.

10.1.2 *Tempo di osservazione*

La misura è stata eseguita dalle ore 11:00 del giorno mercoledì 15 giugno 2022, alle ore 11:00 del giorno successivo, per una durata di 24 ore. Nel tempo di osservazione, pertanto, sono compresi integralmente sia il periodo di riferimento diurno, sia quello notturno. Il tempo di osservazione, quindi, è stato giudicato sufficiente per essere considerato rappresentativo del fenomeno analizzato.

10.1.3 *Strumentazione utilizzata*

La strumentazione impiegata è conforme alle specifiche della classe 1 e alle prescrizioni previste dall'art. 2 del D.M. 16/3/1998 [6]. Una scheda riassuntiva delle caratteristiche principali della catena di misura, ai sensi dell'allegato D "Presentazione dei risultati" del D.M. 16/3/1998 [6] è riportata in allegato al presente studio, al paragrafo 19.1.

10.1.4 *Condizioni meteorologiche*

Nel corso dei rilievi fonometrici, le condizioni meteorologiche sono risultate adatte all'esecuzione delle misure e conformi a quanto previsto dal D.M. 16/3/1998 [6]. Le misure, infatti, sono state effettuate in assenza di vento e di precipitazioni. Una scheda riassuntiva delle condizioni meteo osservate durante il rilievo è riportata in allegato, al paragrafo 10.1.4.

10.1.5 *Condizioni ambientali*

Durante l'esecuzione dei rilievi, si sono verificati alcuni limitati eventi esterni e anomali rispetto al fenomeno indagato. Si tratta di due impulsi di durata molto ridotta. In fase di elaborazione dei dati, quindi, tali eventi sono stati esclusi dalle analisi.

10.1.6 *Note relative alle modalità di misura*

I rilievi sono stati eseguiti nel rispetto dei criteri indicati nell'allegato B del D.M. 16/3/1998 [6]. All'inizio e al termine di ogni ciclo di misura, è stata effettuata una calibrazione della strumentazione e, in nessuna occasione, sono state evidenziate variazioni significative del segnale.

10.2 RISULTATI DEL RILIEVO FONOMETRICO

10.2.1 Metodologia di analisi ed elaborazione dei dati

Allo scopo di definire i livelli sonori di riferimento per l'area di studio, le misure sono state elaborate nel rispetto delle indicazioni del D.M. 16/3/1998 [6]. I dati, quindi, sono stati sottoposti a un'analisi spettrale finalizzata a individuare l'eventuale presenza di componenti tonali e di componenti in bassa frequenza, non evidenziando alcuna criticità. Dall'analisi del segnale monitorato, inoltre, non emerge la presenza di alcun fenomeno di tipo impulsivo.

10.2.2 Elaborazione delle misure

I risultati della campagna di misura sono riassunti di seguito in Tabella 24 e sono espressi in termini di livelli sonori esterni caratteristici dell'area di indagine. Dalle misure, emerge come il sito oggetto dello studio sia interessato dalla presenza di una varietà di sorgenti sonore fra le quali non spiccano elementi prevalenti. Si individuano alcune sorgenti sonore di origine impiantistica, riconducibili alle attività produttive del comparto limitrofo oltre ad altre fonti di rumore correlate alle attività agricole esercitate nel circondario. L'effetto del traffico sulla viabilità locale e del fondovalle è limitato. Nelle prime ore del mattino, inoltre, è sensibile l'effetto dell'avifauna, la cui influenza è pari a circa 3 dB sul livello LA_{eq} del periodo di riferimento notturno.

Tabella 24: Esito della campagna di monitoraggio fonometrico per la caratterizzazione acustica del sito oggetto di studio. Di seguito, sono riportati i livelli sonori rappresentativi della rumorosità esterna relativi alla misura completa e al periodo di riferimento diurno e notturno.

COD. MISURA	SORGENTE SONORA	VALORE DI RIFERIMENTO (RISULTATO DELLA MISURA)
MISURA 24h	VARIE (MISURA GIORNALIERA)	$LA_{eq} = 51,4$ dBA
	VARIE (PERIODO DI RIFERIMENTO DIURNO – 6/22)	$LA_{eq} = 52,1$ dBA
	VARIE (PERIODO DI RIFERIMENTO NOTTURNO – 22/6)	$LA_{eq} = 49,3$ dBA

11. STUDIO DI CLIMA ACUSTICO

11.1 OBIETTIVO DELLO STUDIO

L'obiettivo delle analisi consiste nella valutazione della compatibilità acustica fra l'area oggetto dello studio e gli interventi progettuali, verificando la conformità del paesaggio sonoro attuale alle esigenze di tutela dall'inquinamento da rumore, indicate dal rispetto dei limiti vigenti, in ottemperanza a quanto previsto dall'art. 8 della L. 447/95 [3].

11.2 ISOLAMENTO RISPETTO AI RUMORI PROVENIENTI DALL'ESTERNO: REQUISITO $D_{2m,nT,W}$

In considerazione degli esiti della campagna di monitoraggio, per la definizione delle prestazioni isolanti nei confronti del rumore proveniente dall'esterno, si prevede una prestazione $D_{2m,nT,W}$ minima della facciata pari a 42 dB, conformemente alle indicazioni del D.P.C.M. 5/12/1997 [5]. La prestazione è adeguata a supportare anche un clima acustico esterno maggiormente sollecitato, come, per esempio, in occasione di manifestazioni di tipo sportivo che possono prevedere, oltre alla presenza di grandi quantità di persone, anche l'utilizzo di mezzi di amplificazione sonora per la diffusione delle cronache degli eventi. Supponendo, a titolo di esempio, un livello LA_{eq} pari a 70 dBA in facciata agli edifici e adottando le tecniche di calcolo di cui alla norma UNI 12354-3:2017 [23], si calcola un livello interno pari a LA_{int} 27 dBA, come di seguito sintetizzato in Tabella 25. Per il calcolo, si identifica un locale sensibile al rumore, ovvero sia lo spazio dedicato ai cronometristi al piano secondo dell'edificio ex-tribune. Il livello immesso è calcolato considerando le ipotesi di campo riverberato all'interno al locale ricevente, supponendo un tempo di riverberazione pari a 1,5 s, cautelativamente superiore a quello previsto in progetto. Il risultato è rappresentativo di un ridotto livello sonoro immesso all'interno. In conclusione, quindi, si stima che le attività esercitate all'interno del nuovo insediamento non possano essere disturbate in modo significativo dalla rumorosità esterna che caratterizza l'area di studio.

Tabella 25: Parametri adottati per la stima dei livelli interni in occasione di eventi esterni con sollecitazione acustica significativa. Cautelativamente, si considera un elevato coefficiente di adattamento spettrale.

PARAMETRO	VALORE	NOTE
$D_{2m,nT,W}$	42 dB	Indice di isolamento minimo di facciata
$C-C_{tr}$	5 dB	Coefficiente di adattamento spettrale
V	800 m ³ circa	Volume ricavato da dimensioni interne
TR a 500 Hz	1,5 s	Tempo di riverbero nel locale interno
LA_{int}	27 dBA	Livello di pressione immesso (risultato del calcolo)

ACUSTICA

○ TERA acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento

Tel 0461 931764 www.tera-group.it

11.3 ESITO DELLO STUDIO DI CLIMA ACUSTICO

Come esito delle analisi effettuate con il supporto della misurazione in campo dei livelli sonori attuali e considerando le caratteristiche isolanti dell'involucro, si verifica la compatibilità delle previsioni progettuali con il clima acustico esterno nel periodo di riferimento diurno, come richiesto dalla vigente normativa.

Tabella 26: Risultati dell'analisi di compatibilità acustica delle previsioni di progetto con i limiti vigenti ai sensi.

COMPATIBILITÀ ACUSTICA	DIURNO (06-22)	NOTTURNO (22-06)
Compatibilità dei livelli misurati con i limiti di immissione	SI	SI
CONCLUSIONE: I limiti previsti dal piano di classificazione acustica del comune di Tesero sono rispettati nell'area destinata alla realizzazione dell'intervento con ampio margine. Il clima acustico che caratterizza l'area di studio è idoneo qualora siano rispettati i limiti prestazionali di cui al DPCM 5/11/1997. NOTE: L'isolamento acustico dell'edificio deve essere realizzato in conformità al DPCM 5/11/1997 rispettando, in particolare, le indicazioni per le prestazioni isolanti delle facciate.		
PRESTAZIONI (D.P.C.M. 5/12/1997)	PARAMETRO	LIMITE
Isolamento acustico standardizzato delle facciate	$D_{2m,nT,w}$	42 dB

12. STUDIO DELL'IMPATTO ACUSTICO

12.1 SORGENTI SONORE ESTERNE

In generale, il sistema impiantistico a servizio degli edifici è installato all'interno dei fabbricati, in locali parzialmente interrati e isolati acusticamente attraverso l'involucro in calcestruzzo. Le uniche sorgenti sonore posizionate in ambiente esterno sono costituite dalle bocchette dei canali di mandata e di ripresa connessi alle unità per la climatizzazione, previste nell'edificio FISI e nell'edificio TRIBUNE. In entrambi i casi le bocchette sono poste in copertura all'edificio. Di seguito sono indicati i dati tecnici dei macchinari previsti nei due edifici.

12.1.1 Macchinari previsti nell'edificio FISI

Nell'edificio FISI sono previsti due recuperatori di calore di portata nominale pari a 1400 m³/h e 1950 m³/h, a servizio rispettivamente del piano terra e del piano primo. Di seguito, in Tabella 27 sono riportati i valori massimi di emissione sonora ammissibili nel progetto. Come criterio generale per la definizione dei valori, si fa riferimento a dati di rumorosità di unità compatibili con le caratteristiche di quelle previste a progetto e disponibili sul mercato. Si prevede l'installazione di silenziatori sia sulle canalizzazioni di mandata/ripresa dall'ambiente climatizzato, sia sulle canalizzazioni di presa/espulsione dell'aria esterna su tutte le unità previste in progetto. Al paragrafo 12.4 si indicano i valori di abbattimento minimi ammissibili in progetto di questi silenziatori. Nell'edificio, inoltre, è prevista l'installazione di una pompa di calore, le cui emissioni sono energeticamente trascurabili rispetto a quelle delle altre sorgenti sonore.

Tabella 27: Valori massimi di potenza sonora ammissibili per i due recuperatori di calore previsti a progetto nell'edificio FISI. I dati di rumorosità sono compatibili con quelli di unità disponibili sul mercato con caratteristiche di potenza e portata adatte alla configurazione di progetto.

RECUPERATORE DI CALORE - PORTATA 1400 m ³ /h (PIANO TERRA)									
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	GLOBALE
L _w dBA canale mandata	40	52	62	72	74	74	71	65	79
L _w dBA canale ripresa	37	48	58	67	69	68	63	54	73
L _w dBA globale	34	42	52	60	62	61	43	29	66
RECUPERATORE DI CALORE - PORTATA 1950 m ³ /h (PIANO PRIMO)									
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	GLOBALE
L _w dBA canale mandata	40	53	63	68	68	68	68	64	75
L _w dBA canale ripresa	37	49	59	63	63	62	60	53	69
L _w dBA globale	34	44	53	56	56	56	40	28	62

12.1.2 Posizione delle sorgenti dell'edificio FISI

Le sorgenti esterne dell'edificio FISI consistono nelle due bocchette esterne del canale di ripresa e nelle due bocchette esterne del canale di mandata dei recuperatori di calore a servizio dell'edificio. Le quattro bocchette sono posizionate in copertura, centralmente rispetto alla pianta dell'edificio. La posizione indicativa delle sorgenti è indicata in Tabella 30.

12.1.3 Macchinari previsti nell'edificio TRIBUNE

Nell'edificio TRIBUNE, è previsto l'alloggiamento di due unità di trattamento aria, rispettivamente di 4500 m³/h e 3000 m³/h. I valori massimi di emissione sonora ammissibili nel progetto per questi due macchinari sono riportati in Tabella 28. Anche in questo caso, come criterio generale per la definizione dei valori, si fa riferimento a dati di rumorosità di unità compatibili con le caratteristiche di quelle previste a progetto e disponibili sul mercato. Si prevede l'installazione di silenziatori sia sulle canalizzazioni di mandata/ripresa dall'ambiente climatizzato, sia sulle canalizzazioni di presa/espulsione dell'aria esterna su entrambe le UTA previste in progetto. Al paragrafo 12.4 si indicano i valori di abbattimento minimi ammissibili in progetto di questi silenziatori. Nell'edificio, inoltre, è prevista la presenza di un estrattore per i servizi igienici dei piani terra e primo e uno per i servizi del piano seminterrato. Questi elementi impiantistici, tuttavia, non sono significativi per gli obiettivi del presente studio dato che sono caratterizzati da emissioni notevolmente inferiori a quelle delle altre componenti impiantistiche.

Tabella 28: Valori massimi di potenza sonora ammissibili le due unità di trattamento aria previste a progetto nell'edificio TRIBUNE. I dati di rumorosità sono compatibili con quelli di unità disponibili sul mercato.

UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA – PORTATE 3000-4500 m ³ /H									
ARIA DI RIPRESA	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	SOMMA
L _w Aspirazione dBA	61,5	66,4	77,2	73,9	69,9	71,3	76	72	80,4
L _w Uscita dBA	63,9	64,5	77,6	74,1	71,5	69,4	77,2	71,9	80,9
L _w Esterno dBA	57,9	58,5	67,2	65,1	68,5	67,4	56,2	46,9	72,3
ARIA DI MANDATA	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	SOMMA
L _w Aspirazione dBA	64,1	62,8	77,7	70,5	59,5	56,8	56,6	56,4	72
L _w Uscita dBA	66,4	68,7	78,6	78,2	82,0	82,1	83,6	82,5	89,2
L _w Esterno dBA	60,4	59,8	68,7	66,2	70	69,1	55,6	47,5	73,8

12.1.4 Posizione delle sorgenti dell'edificio TRIBUNE

Le sorgenti esterne dell'edificio TRIBUNE consistono nelle 2 bocchette di uscita dell'aria di ripresa e nelle 2 bocchette di aspirazione dell'aria di mandata delle UTA a servizio dell'edificio. Le quattro bocchette sono posizionate in copertura. La posizione indicativa delle sorgenti interessate è indicata in Tabella 30.

12.1.5 Posizione delle sorgenti dell'edificio INTERRATO

Le sorgenti esterne dell'edificio INTERRATO consistono nelle bocchette esterne del canale di ripresa e del canale di mandata delle unità di trattamento aria a servizio dell'edificio. Le quattro sono posizionate in prossimità del piccolo volume emergente dell'edificio. La posizione indicativa delle sorgenti è indicata in Tabella 30.

12.1.6 Macchinari previsti nell'edificio INTERRATO

Nell'edificio TRIBUNE, è previsto l'alloggiamento di due unità di trattamento aria. I valori massimi di emissione sonora ammissibili nel progetto per questi due macchinari sono riportati in Tabella 29. Anche in questo caso, come criterio generale per la definizione dei valori, si fa riferimento a dati di rumorosità di unità compatibili con le caratteristiche di quelle previste a progetto e disponibili sul mercato. Si prevede l'installazione di silenziatori sia sulle canalizzazioni di mandata/ripresa dall'ambiente climatizzato, sia sulle canalizzazioni di presa/espulsione dell'aria esterna su entrambe le UTA previste in progetto. Al paragrafo 12.4 si indicano i valori di abbattimento minimi ammissibili in progetto di questi silenziatori.

Tabella 29: Valori massimi di potenza sonora ammissibili le due unità di trattamento aria previste a progetto nell'edificio INTERRATO. I dati di rumorosità sono compatibili con quelli di unità disponibili sul mercato.

UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA – PORTATE 3000-15000 m³/H									
ARIA DI RIPRESA	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	SOMMA
L _w Aspirazione dBA	63,9	70,4	83,2	77,5	74,3	76,9	79,8	73,9	86,8
L _w Uscita dBA	66,3	68,5	83,6	77,7	75,9	75,0	81,0	73,8	87,2
L _w Esterno dBA	60,3	62,5	73,2	68,7	72,9	73	60	48,8	78,6
ARIA DI MANDATA	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	SOMMA
L _w Aspirazione dBA	65,3	64,9	80,7	71,5	63,5	58,6	58,7	57,2	81,5
L _w Uscita dBA	67,4	70,3	81,6	79,2	86,0	83,9	85,7	83,3	91,7
L _w Esterno dBA	61,6	61	71,7	67,2	74	70,9	57,7	48,3	77,8

12.1.7 Posizione delle sorgenti dell'edificio INTERRATO

Le sorgenti esterne dell'edificio INTERRATO consistono nelle bocchette di uscita dell'aria di ripresa e nelle bocchette di aspirazione dell'aria di mandata delle UTA a servizio dell'edificio. Le bocchette sono posizionate in copertura del piccolo volume emergente. La posizione indicativa delle sorgenti interessate è indicata in Tabella 30.

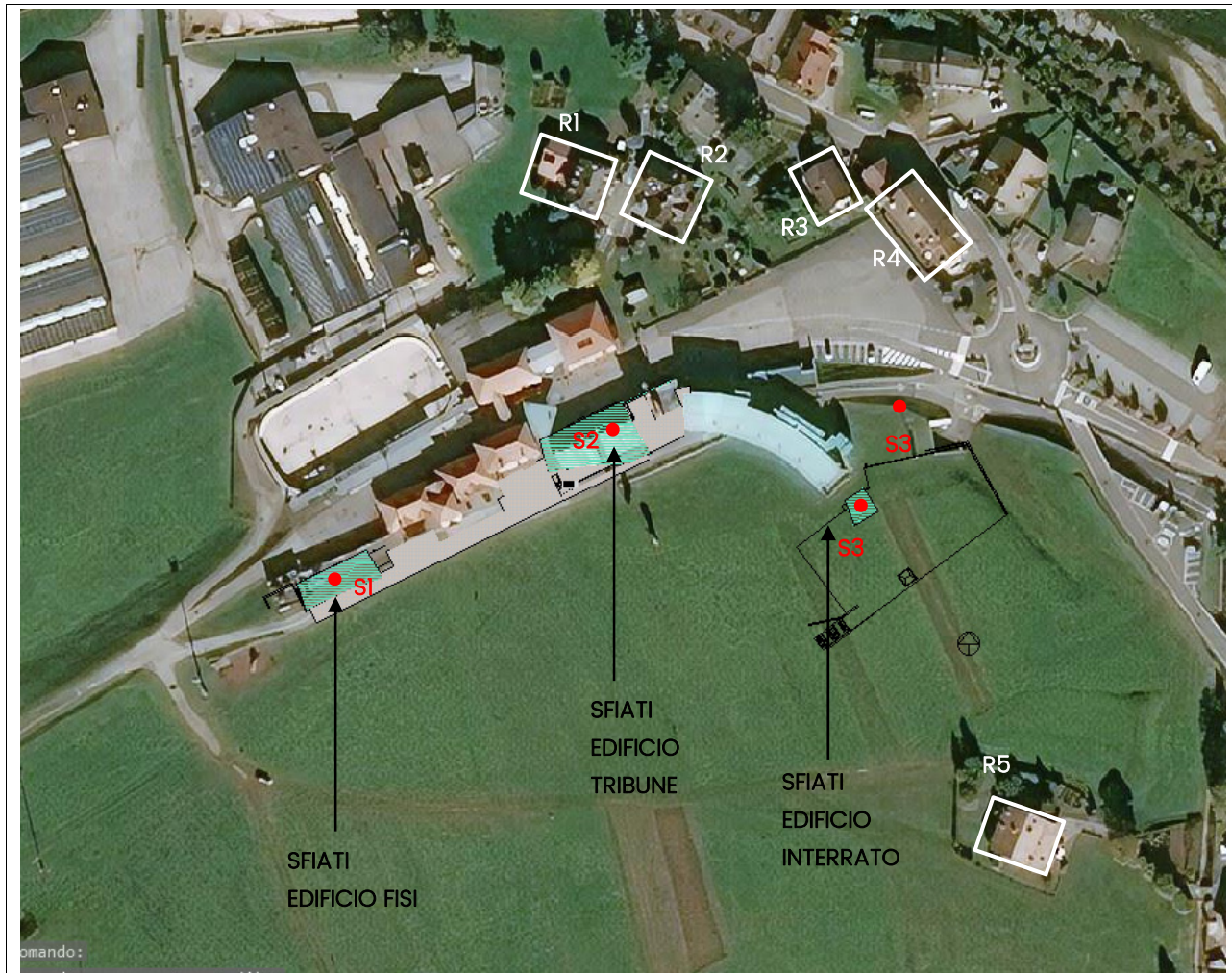
12.2 SORGENTI ESISTENTI

Attualmente, è presente un'ulteriore sorgente sonora che sarà integrata anche nel quadro impiantistico di progetto. Si tratta della centrale termica, le cui emissioni, tuttavia, sono trascurabili rispetto a quelle degli impianti considerati nel presente documento.

12.3 RICETTORI

In Tabella 30, sono indicati i principali edifici recettore di tipo residenziale posizionati nelle vicinanze della zona di studio. Per ognuno di essi, è indicata la distanza rispetto alle sorgenti dell'edificio FISI e alle sorgenti dell'edificio TRIBUNE. In particolare, l'edificio più vicino per l'edificio FISI è quello indicato col codice R1, posto a 125 m di distanza, mentre l'edificio più vicino per l'edificio TRIBUNE è quello indicato col codice R2, posto a 60 m di distanza.

Tabella 30: Indicazione in planimetria della posizione delle principali sorgenti sonore esterne degli edifici FISI e TRIBUNE e dei recettori più vicini. In rosso sono indicate le sorgenti, mentre in bianco gli edifici recettori.



	R1	R2	R3	R4	R5
DISTANZA DALLA SORGENTE S1 (FISI)	125 m	130 m	175 m	190 m	200 m
DISTANZA DALLA SORGENTE S2 (TRIBUNE)	60 m	58 m	85 m	95 m	155 m
DISTANZA DALLA SORGENTE S3 (INTERRATO)	114 m	95 m	84 m	71 m	93 m

12.4 ELEMENTI DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI

12.4.1 Considerazioni in merito all'esposizione dei ricettori

L'inclinazione delle falde di copertura degli edifici costituisce un elemento di mitigazione passiva, dato che induce una schermatura nei confronti dei ricettori posti a nord del complesso sportivo, ovverosia gli edifici R1, R2 R3 ed R4. Tuttavia, nel presente studio, si trascura questo elemento e, quindi, si effettua una stima cautelativa dei risultati.

12.4.2 Silenziatori

Al fine di minimizzare l'impatto dovuto alle attività dei macchinari installati negli edifici principali, si prevede l'utilizzo di un sistema di silenziatori sia sui canali di mandata/ripresa, sia sui canali di presa/espulsione su entrambi i recuperatori di calore dell'edificio FISI e sulle UTA dell'edificio TRIBUNE e dell'edificio INTERRATO. Di seguito, in Tabella 31, si riportano i valori indicativi di abbattimento minimi richiesti in progetto per tali silenziatori.

Tabella 31: Valori minimi di abbattimento richiesti per i silenziatori da installare sia sulle canalizzazioni di mandata/ripresa dall'ambiente climatizzato, sia sulle canalizzazioni di presa/espulsione dell'aria esterna su tutte le unità previste in progetto.

SILENZIATORI SULLE CANALIZZAZIONI								
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Abbattimento minimo dB	-5	-9	-16	-30	-39	-39	-31	-26

12.5 CALCOLO DEI LIVELLI SONORI AI RICETTORI

12.5.1 Modalità di calcolo

A partire dai dati di potenza sonora delle sorgenti, ipotizzando un funzionamento continuo giorno e notte di tutte le componenti impiantistiche, per il calcolo dei livelli sonori in facciata agli edifici ricettori, si fa riferimento alla teoria della propagazione sonora in campo libero. In particolare, si considerano le sorgenti puntuali, S1, S2 ed S3, poste una sul tetto di ciascun edificio, la cui potenza sonora rappresenta la somma delle emissioni di tutte le bocchette presenti sul tetto, considerando gli effetti di mitigazione dei silenziatori installati sui canali. Questa ipotesi risulta essere estremamente cautelativa, in quanto, nella definizione delle caratteristiche emissive non si considera alcun contributo di dispersione di energia sonora nel percorso lungo i canali fra la macchina impiantistica e la bocchetta in copertura. Inoltre, in queste ipotesi, si trascura l'effetto di riduzione di potenza sonora per effetto delle perdite di borda all'uscita dei canali in corrispondenza delle bocchette in copertura. In conclusione, quindi, con le ipotesi descritte, si effettua una sovrastima dei livelli di potenza in copertura. I risultati ottenuti, pertanto, possono essere considerati un limite superiore alla condizione di esercizio reale degli impianti. Infine, attraverso il calcolo della divergenza geometrica, si stimano i livelli sonori in corrispondenza dei ricettori.

12.5.2 Calcolo dei livelli delle sorgenti puntuali equivalenti S1, S2 ed S3

Con le ipotesi descritte e considerando l'abbattimento dei silenziatori, per il livello sonoro esterno delle sorgenti si ottengono i valori di seguito riportati in Tabella 32 e Tabella 33 e Tabella 34.

Tabella 32: Calcolo del livello sonoro della sorgente S1 posta in copertura all'edificio FISI.

SORGENTE		MITIGAZIONE	FREQUENZA [Hz]								GLOBALE
			63	125	250	500	1000	2k	4k	8k	
RECUP. DI CALORE 1400 m³/h	L _w dBA mandata	Silenziatore	35	43	46	42	35	35	40	39	50,1
	L _w dBA ripresa	Silenziatore	32	39	42	37	30	29	32	28	45,4
RECUP. DI CALORE 1950 m³/h	L _w dBA mandata	Silenziatore	35	44	47	38	29	29	37	38	49,9
	L _w dBA ripresa	Silenziatore	32	40	43	33	24	23	29	27	45,5
Lw TOTALE - SORGENTE S1											54,3 dBA

Tabella 33: Calcolo del livello sonoro della sorgente S2 posta in copertura all'edificio TRIBUNE.

SORGENTE		MITIGAZIONE	FREQUENZA [Hz]								GLOBALE
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
UTA 3000 m³/h	Uscita	Silenziatore	58,9	55,5	61,6	44,1	32,5	30,4	46,2	45,9	64,3
	Aspirazione	Silenziatore	58,9	55,5	61,6	44,1	32,5	30,4	46,2	45,9	64,3
UTA 4500 m³/h	Uscita	Silenziatore	59,1	53,8	61,7	40,5	20,5	17,8	25,6	30,4	64,1
	Aspirazione	Silenziatore	59,1	53,8	61,7	40,5	20,5	17,8	25,6	30,4	64,1
Lw TOTALE - SORGENTE S2											69,0 dBA

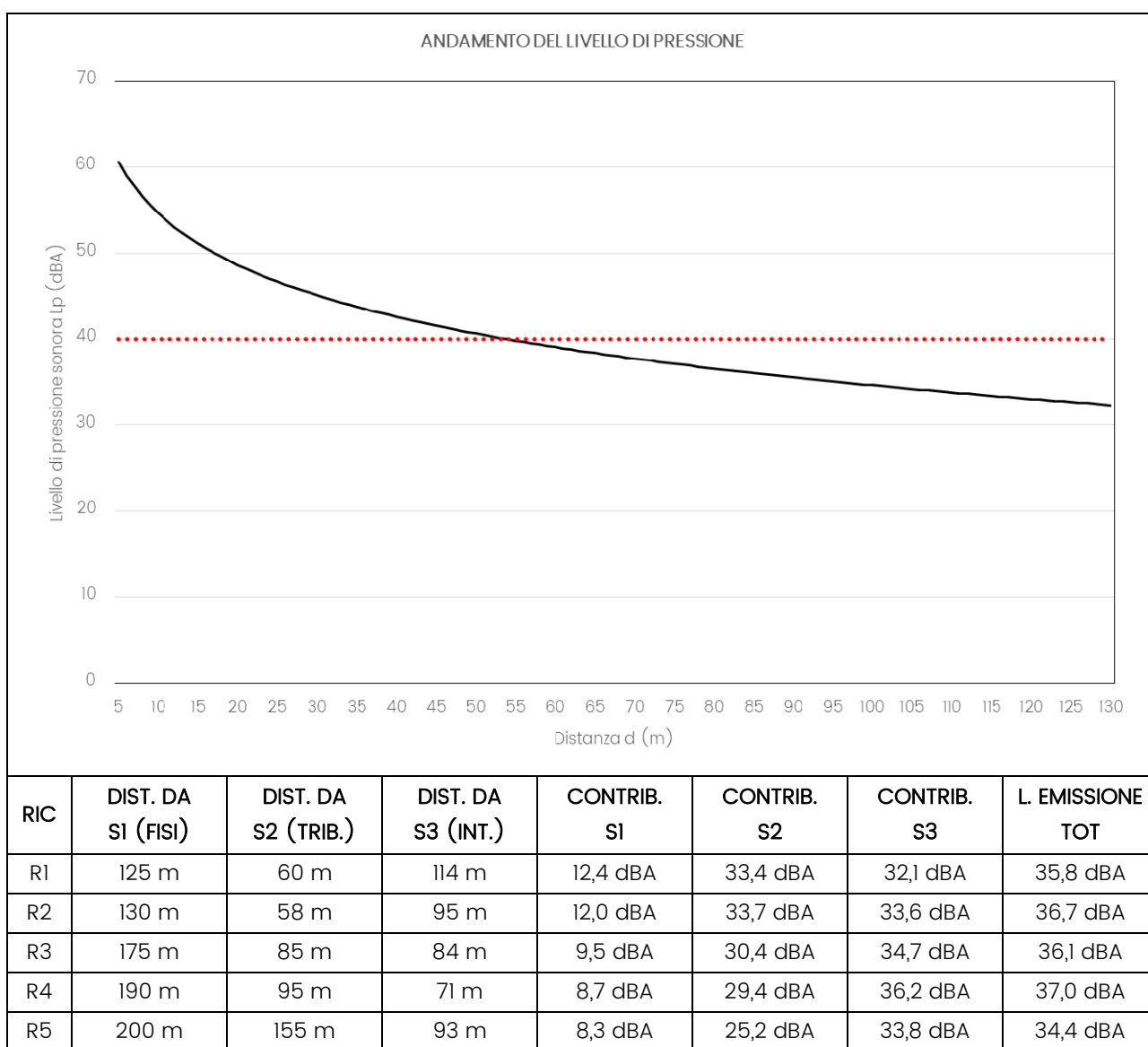
Tabella 34: Calcolo del livello sonoro della sorgente S3 posta in copertura all'edificio INTERRATO.

SORGENTE		MITIGAZIONE	FREQUENZA [Hz]								GLOBALE
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
UTA 1	Uscita	Silenziatore	61,3	59,5	67,6	47,7	36,9	36,0	50,0	47,8	69,2
	Aspirazione	Silenziatore	61,3	59,5	67,6	47,7	36,9	36,0	50,0	47,8	69,2
UTA 2	Uscita	Silenziatore	60,3	55,9	64,7	41,5	24,5	19,6	27,7	31,2	66,5
	Aspirazione	Silenziatore	60,3	55,9	64,7	41,5	24,5	19,6	27,7	31,2	66,5
Lw TOTALE - SORGENTE S3											73,2 dBA

12.5.3 Calcolo dei livelli sonori in facciata ai ricettori

Considerando la teoria del campo libero, si calcolano i livelli sonori in corrispondenza dei ricettori indicati al paragrafo 12.3, ottenendo un valore di LA_{eq} in facciata a ciascun edificio. Di seguito, in Tabella 35, si riporta l'andamento del livello di pressione al variare della distanza. Inoltre, sono riportati i valori in facciata agli edifici ricettori analizzati, calcolati considerando la distanza dalle sorgenti stesse mediante la teoria del campo libero.

Tabella 35: Andamento del livello di pressione dovuto al funzionamento contemporaneo di tutte le sorgenti ($S1+S2+S3$). Il ricettore più vicino è posizionato a 58 m di distanza. Calcolo tabulare dei livelli di emissione sonora delle sorgenti sonore in esame calcolati ai ricettori.



ACUSTICA

○ TERA acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento

Tel 0461 931764 www.tera-group.it

12.6 VERIFICA DELLA COMPATIBILITÀ ACUSTICA

Con le ipotesi descritte, si verifica la completa compatibilità delle emissioni sonore con il quadro di riferimento normativo, definito al capitolo 3. Le verifiche sono effettuate in modo cautelativo, dato che si ipotizza il funzionamento continuo e ininterrotto di tutte le sorgenti sonore per l'intero arco delle ventiquattro ore. In queste condizioni, quindi, il LA_{eq} diurno e notturno corrispondono entrambi al massimo al livello 36,6 dBA, inferiori ai livelli di riferimento. In queste ipotesi, inoltre, il contributo delle sorgenti non è in grado di determinare alcun superamento né del limite assoluto di immissione né del limite differenziale di immissione, essendo inferiore di circa 5 dB alla soglia di applicabilità notturna di quest'ultimo. Di seguito, in Tabella 36, è riportata una sintesi delle verifiche di compatibilità.

Tabella 36: Verifica della compatibilità acustica delle emissioni sonore dovute al funzionamento delle sorgenti a servizio dello stadio del Fondo di Lago di Terlago presso il ricettore residenziale più esposto. I limiti assoluti di emissione sono verificati con ampio margine. Il contributo delle sorgenti, inoltre, non è in grado di determinare alcun superamento né del limite assoluto di immissione né del limite differenziale di immissione, essendo inferiore di circa 5 dB alla soglia di applicabilità di quest'ultimo.

VERIFICA	LIVELLI MASSIMI CALCOLATI	LIVELLI LIMITE	DIFFERENZA
ZONA B	LA_{eq}	LA_{eq}	ΔL
EMISSIONE ASSOLUTA – DIURNO (6-22)	37,0 dBA	65 dBA	-27,0 dB VERIFICATO
EMISSIONE ASSOLUTA – NOTTURNO (22-6)	37,0 dBA	55 dBA	-17,0 dB VERIFICATO

12.7 CONSIDERAZIONI IN MERITO AL RISPETTO DEL LIMITE DIFFERENZIALE

La valutazione, effettuata con i livelli sonori calcolati in corrispondenza delle pertinenze esterne più esposte degli edifici ricetotri, risulta essere cautelativa anche per quanto riguarda le verifiche riguardo al rispetto del limite differenziale di immissione a finestre aperte, dato che la stima non tiene conto delle possibili attenuazioni fra ambiente esterno e ambiente interno. In particolare, tali variazioni possono essere stimate dell'ordine di 3-5 dB a finestre aperte. Da questo confronto, quindi, è possibile esprimere alcune considerazioni, seppure parziali, a proposito del rispetto dei limite differenziale nella condizione di misura finestre aperte, considerando lo scenario di analisi relativo al periodo di riferimento notturno, durante il quale sono applicabili i limiti più severi. Verificando questa condizione più restrittiva, quindi, come diretta conseguenza è possibile dedurre il rispetto anche dei limiti diurni. Nelle ipotesi descritte, il funzionamento degli impianti durante il periodo di riferimento notturno non risulta essere in grado di provocare il superamento del limite differenziale, dato che i livelli interni risultano sicuramente inferiori a 40 dBA, soglia di applicazione del limite. Ogni superamento della soglia di applicabilità e, potenzialmente, del limite differenziale, quindi, non può essere imputata al funzionamento degli impianti in progetto.

12.8 ELEMENTI PER LE SUCCESSIVE FASI PROGETTUALI ED ESECUTIVE

Le ipotesi di studio su cui sono basati i risultati dello studio previsionale di impatto acustico sono relative alla fase di progettazione definitiva. In fase esecutiva e, soprattutto, in fase di appalto e in fase di cantierizzazione, le caratteristiche tecniche delle componenti impiantistiche potrebbero essere oggetto di aggiustamenti o modifiche per assecondare esigenze costruttive e di mercato. Per questa ragione, quindi, è opportuno prevedere una rivalutazione dei risultati dello studio quando gli elementi impiantistici saranno definiti in dettaglio, considerando le caratteristiche emissive delle macchine impiantistiche individuate dall'impresa esecutrice.

CONCLUSIONI

13. INQUADRAMENTO GENERALE

13.1 INQUADRAMENTO DEL PROGETTO

Il sito interessato dalla realizzazione degli interventi in progetto è ricompreso nel territorio amministrativo del comune di Tesero. L'intervento di adeguamento dello stadio del fondo a Lago di Tesero in previsione dell'evento sportivo OLIMPIADE MILANO CORTINA 2026 si articola in tre edifici disposti a completamento della struttura esistente. Due di questi edifici, denominati FISI e TRIBUNE, sono emergenti, mentre il terzo, denominato INTERRATO è ipogeo. L'edificio FISI è una nuova costruzione destinata a ospitare il centro federale ed è articolata in due piani sopra all'esistente volume in calcestruzzo. Si prevede l'insediamento di un laboratorio attrezzato per i test funzionali, un ufficio e una palestra attrezzata con macchinari, oltre ai servizi. L'edificio TRIBUNE è l'esito del rifacimento dell'attuale area della tribuna con l'obiettivo di ricavare tre livelli principali per ospitare una grande sala lounge destinata a eventi oltre ai locali per giudici e cronometristi. L'edificio INTERRATO, infine, è un nuovo volume sotterraneo destinato a ospitare gli spogliatoi e le sale tecniche di preparazione a servizio degli atleti. Dal punto di vista strutturale e costruttivo, si prevede l'impiego del legno CLT come materiale da costruzione per la realizzazione della struttura dell'intero comparto edificato fuori terra, ovverosia dei due edifici TRIBUNE e FISI, mentre l'edificio INTERRATO è concepito come una struttura integralmente costruita in calcestruzzo armato.

13.2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

Il comune di Tesero non dispone di un piano di classificazione acustica e i limiti acustici di zona, pertanto, non sono assegnati. In questa fattispecie, l'art. 8 del D.P.C.M. 14/11/1997 [4] stabilisce che, si applicano i limiti di cui all'art. 6, comma 1, del D.P.C.M. 1/03/1991 [2], cui si fa riferimento in questo studio. In particolare, l'area oggetto dello studio in cui è prevista la realizzazione degli interventi in progetto è classificata come area per attrezzature e servizi pubblici a livello sovralocale. Si evidenzia, inoltre, la presenza di alcuni ricettori residenziali classificati in zona B a nord del area di studio oltre a un insediamento produttivo più a ovest. A sud, infine, si individua una zona agricola.

14. VERIFICA PREVISIONALE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

14.1 RIFERIMENTI PER LO STUDIO DELL'ISOLAMENTO DEGLI EDIFICI

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 [5] e al D.M 11/10/2017 [13], mentre per la legislazione provinciale si fa riferimento alla L.P. 6/1991 [14].

14.2 RIFERIMENTI PER IL CONFORT INTERNO

Per quanto riguarda il confort acustico interno, si definiscono specifici valori di riferimento, espressi in termini di tempi di riverberazione ottimale, di indice di trasmissione del parlato oppure di indice di chiarezza per i locali adibiti al parlato secondo le metodologie di cui alla norma tecnica UNI 11367:2010 [25].

14.3 CONCLUSIONE

14.3.1 *Verifica dei requisiti acustici passivi*

Nel presente documento, si fissano strategie, prescrizioni e metodologie da impiegare come linee guida per le successive fasi progettuali e per la fase di appalto per garantire il rispetto degli obiettivi della vigente legislazione che disciplina i requisiti acustici degli edifici. Con le ipotesi cautelative descritte in dettaglio nel presente documento e considerando le indicazioni e le prescrizioni del progetto, gli edifici risultano 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 [25].

14.3.2 *Confort acustico interno*

Nel presente documento, individuati i valori prestazionali di riferimento per i locali interessati, si fissano le strategie generali di intervento con l'obiettivo indirizzare le fasi progettuali successive per la valutazione del confort acustico interno.

15. VALUTAZIONE DEL CLIMA E VALUTAZIONE PREVISIONALE DELL'IMPATTO ACUSTICO

15.1 RILIEVO FONOMETRICO

La compatibilità delle previsioni progettuali con il clima acustico attuale è verificata mediante un monitoraggio fonometrico.

15.2 VALUTAZIONE PREVISIONALE DELL'IMPATTO ACUSTICO

15.2.1 *Sorgenti sonore esterne*

Il sistema impiantistico a servizio degli edifici è installato all'interno dei fabbricati, in locali parzialmente interrati e isolati acusticamente attraverso l'involucro in calcestruzzo. Le sorgenti sonore posizionate in ambiente esterno sono costituite dalle bocchette dei canali di mandata e di ripresa connessi alle unità per la climatizzazione, previste nell'edificio FISI e nell'edificio TRIBUNE. In entrambi i casi le bocchette sono poste in copertura all'edificio.

15.2.2 *Elementi di mitigazione degli impatti*

Al fine di minimizzare l'impatto dovuto alle attività dei macchinari installati nei due edifici principali, si prevede l'utilizzo di un sistema di silenziatori sia sui canali di mandata/ripresa, sia sui canali di presa/espulsione su entrambi i recuperatori di calore dell'edificio FISI e su entrambe le UTA dell'edificio TRIBUNE.

15.2.3 *Verifica della compatibilità acustica*

Con le ipotesi descritte, si verifica la completa compatibilità delle emissioni sonore con il quadro di riferimento normativo. Considerando gli elementi di incertezza associati alla attuale fase progettuale, le verifiche sono effettuate in modo cautelativo, adottando ipotesi estremamente prudenziali. I risultati, quindi, definiscono un limite superiore rispetto alle emissioni attese degli impianti.

16. ELEMENTI PER LE SUCCESSIVE FASI PROGETTUALI ED ESECUTIVE

16.1 REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Considerando il grado di approfondimento attuale del progetto, nel presente documento, si identificano una serie di accorgimenti, di strategie operative e di prescrizioni su materiali e soluzioni costruttive che sono da considerare come linee guida per le successive fasi progettuali.

16.2 VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO

Le ipotesi di studio su cui sono basati i risultati dello studio previsionale di impatto acustico sono coerenti con il grado di approfondimento della fase di progettazione definitiva. In fase esecutiva e, soprattutto, in fase di appalto e in fase di cantierizzazione, le caratteristiche tecniche delle componenti impiantistiche potrebbero essere oggetto di aggiustamenti o modifiche per assecondare esigenze costruttive e di mercato. Gli elementi contenuti dello studio, comunque sono da considerare quali riferimenti prescrittivi per le prestazioni dei componenti impiantistici. Tuttavia, per le ragioni esposte, è opportuno prevedere una rivalutazione dei risultati dello studio quando gli elementi impiantistici saranno definiti in dettaglio, considerando le caratteristiche emissive delle macchine impiantistiche individuate dall'impresa esecutrice.



TRENTO, 20 AGOSTO 2022

ING MATTEO AGOSTINI
TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA

ACUSTICA

○ TERA acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento

Tel 0461 931764 www.tera-group.it

17. BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

17.1 NORMATIVA NAZIONALE DI RIFERIMENTO

- [1] D.M. 2 aprile 1968, n. 1444, "Limiti inderogabili di densità edilizia, di altezza, di distanza fra i fabbricati e rapporti massimi tra spazi destinati agli insediamenti residenziali e produttivi e spazi pubblici o riservati alle attività collettive, al verde pubblico o a parcheggi da osservare ai fini della formazione dei nuovi strumenti urbanistici o della revisione di quelli esistenti, ai sensi dell'art. 17 della legge 5 agosto 1967, n. 765";
- [2] D.P.C.M. 1 marzo 1991, "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";
- [3] L. 26 ottobre 1995, n. 447, "Legge quadro sull'inquinamento acustico";
- [4] D.P.C.M. 14 novembre 1997, "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- [5] D.P.C.M. 5 dicembre 1997, "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici";
- [6] D.M. 16 marzo 1998, "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
- [7] 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";
- [8] 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";
- [9] 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";
- [10] 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";
- [11] D.M. 11 gennaio 2017, "Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili";
- [12] 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";
- [13] 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";

17.2 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";

17.3 NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

- [17] UNI EN 12354-1:2002 Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti;
- [18] UNI EN 12354-2:2002 Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento acustico al calpestio tra ambienti;
- [19] UNI EN 12354-3:2002 Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea;
- [20] UNI EN 12354-4:2003 Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Trasmissione del rumore interno all'esterno;
- [21] UNI EN 12354-5:2009 Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Parte 5: Livelli sonori dovuti agli impianti tecnici;
- [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 EN ISO 12354 Acustica in edilizia, aggiornamenti 2017;
- [24] UNI TR 11175:2005 Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale;
- [25] UNI 11367:2010 Classificazione acustica delle unità immobiliari;
- [26] UNI 11516:2013 - Indicazioni di posa in opera dei sistemi di pavimentazione galleggiante per l'isolamento acustico.
- [27] UNI 11673-1:2017 - Posa in opera di serramenti - Parte 1: Requisiti e criteri di verifica della progettazione;
- [28] 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;
- [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 717-1:2007 Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento acustico per via aerea;
- [33] UNI EN ISO 717-2:2007 Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento del rumore di calpestio;

17.4 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;

ACUSTICA

○ TERA acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento

Tel 0461 931764 www.tera-group.it

- [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. ;

17.5 DOCUMENTAZIONE CONSULTATA

- [44] www.dataholz.com;
- [45] Appendice di M. VORLÄNDER (2007), "Auralization: fundamentals of acoustics, modelling, simulation, algorithms and acoustic virtual reality", Ed. Springer;
- [46] <https://ambiente.provincia.bz.it/rumore/catalogo-acustica-edilizia.asp>;
- [47] Piano regolatore del comune di Tesero.

ACUSTICA

○ TERA acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento

Tel 0461 931764 www.tera-group.it

ALLEGATI ALLA RELAZIONE TECNICA

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

18.1 PRESTAZIONI ACUSTICHE E VERIFICA DEI REQUISITI DI ACCETTABILITÀ (L.P. 6/1991 SS.MM.II.)

NUMERO SCHEDA			S01
ELEMENTO EDILIZIO ANALIZZATO			PARETE ESTERNA IN CLT
CALCOLO PREVISIONALE DEL POTERE FONOISOLANTE DI ELEMENTI DI EDIFICI			
Tipo di componente edile: Metodo di analisi:		Parete verticale con intercapedine Parete doppia in cartongesso: SEA	
Descrizione dell'elemento:		Parete esterna in CLT con cappotto esterno e controparete interna	
Note: Edifici TRIBUNE E FISI Cautelativamente, si trascura il contributo del cappotto esterno			
STRATIGRAFIA	SPESSORE	MASSA UNITARIA	SCHEMA GRAFICO
Descrizione strato	cm	kg/m ²	
1 CARTONGESSO	1,25	11	
2 CARTONGESSO	1,25	11	
3 LANA MINERALE	5	4	
4 XLAM	20	94	
5 LANA MINERALE	16	14	
6 LARICE	4	24	
TOTALE	47,5	158	

Frequenza	Ri	Rif
Hz	dB	dB
50	26,6	
63	28,6	
80	28,1	
100	31,5	40,0
125	35,8	43,0
160	40,2	46,0
200	44,7	49,0
250	49,1	52,0
315	53,4	55,0
400	57,6	58,0
500	61,6	59,0
630	65,3	60,0
800	68,7	61,0
1000	71,8	62,0
1250	74,3	63,0
1600	75,9	63,0
2000	76,2	63,0
2500	72,9	63,0
3150	70,2	63,0
4000	74,3	
5000	78,4	

R_w = 59 dB
C = -2 Ctr = -8

PRESTAZIONE DELL'ELEMENTO EDILIZIO ANALIZZATO	
PRESTAZIONE DELLA PARETE	R_w = 59

VERIFICA DEI REQUISITI ACUSTICI DI ACCETTABILITÀ (D.P.G.P. 4 agosto 1992 n. 12-65/Leg)	
REQUISITO RICHIESTO	R₅₀₀ ≥ 45
PRESTAZIONE DELL'ELEMENTO EDILIZIO ANALIZZATO	R₅₀₀ = 62
RISULTATO VERIFICA	VERIFICATO

ACUSTICA

T E R A acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento

Tel 0461 931764 www.tera-group.it

NUMERO SCHEDA
ELEMENTO EDILIZIO ANALIZZATO
CALCOLO PREVISIONALE DEL POTERE FONOISOLANTE DI ELEMENTI DI EDIFICI

S02
COPERTURA IN CLT

Tipo di componente edile: Parete verticale con intercapedine
Metodo di analisi: Parete doppia in cartongesso: SEA

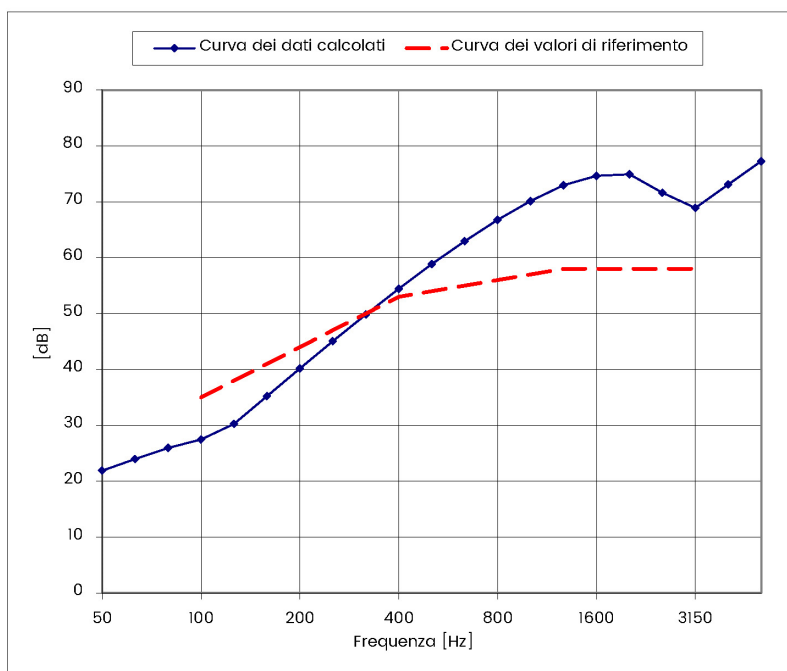
Descrizione dell'elemento: Copertura in CLT con controsoffitto interno e coibentazione esterna

Note: Edifici TRIBUNE E FISI
Nel calcolo, cautelativamente, è trascurato il contributo degli strati di coibentazione esterna.

STRATIGRAFIA	SPESSORE	MASSA UNITARIA	SCHEMA GRAFICO
Descrizione strato	cm	kg/m ²	
1 LAMIERA	0.3	23	
2 ROCKWOOL HARDROCK ENERGY	10	11	
3 ROCKWOOL HARDROCK ENERGY	10	11	
4 SOLAIO XLAM	12	54	
5 LANA MINERALE	5	2	
6 CARTONGESSO IN LASTRE	125	9	
TOTALE	38.55	110	

Frequenza	Ri	Rif
Hz	dB	dB
50	21.9	
63	24.0	
80	26.0	
100	27.5	35.0
125	30.3	38.0
160	35.2	41.0
200	40.2	44.0
250	45.0	47.0
315	49.8	50.0
400	54.4	53.0
500	58.8	54.0
630	62.9	55.0
800	66.7	56.0
1000	70.1	57.0
1250	72.9	58.0
1600	74.6	58.0
2000	74.9	58.0
2500	71.6	58.0
3150	68.9	58.0
4000	73.1	
5000	77.3	

$R_w = 54$ dB
 $C = -3$ Ctr = -10



PRESTAZIONE DELL'ELEMENTO EDILIZIO ANALIZZATO

PRESTAZIONE DELLA PARETE

$R_w = 54$

VERIFICA DEI REQUISITI ACUSTICI DI ACCETTABILITÀ (D.P.G.P. 4 agosto 1992 n. 12-65/Leg)

REQUISITO RICHIESTO

$R_{500} \geq 45$

PRESTAZIONE DELL'ELEMENTO EDILIZIO ANALIZZATO

$R_{500} = 59$

RISULTATO VERIFICA

VERIFICATO

ACUSTICA

TERA acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento

Tel 0461 931764 www.tera-group.it

NUMERO SCHEDA

S03

ELEMENTO EDILIZIO ANALIZZATO

INVOLUCRO IN CALCESTRUZZO

CALCOLO PREVISIONALE DEL POTERE FONOISOLANTE DI ELEMENTI DI EDIFICI

Tipo di componente edile:

Involucro in calcestruzzo

Metodo di analisi:

Parete singola generica: Metodo delle Impedenze Progressive, MIP

Descrizione dell'elemento:

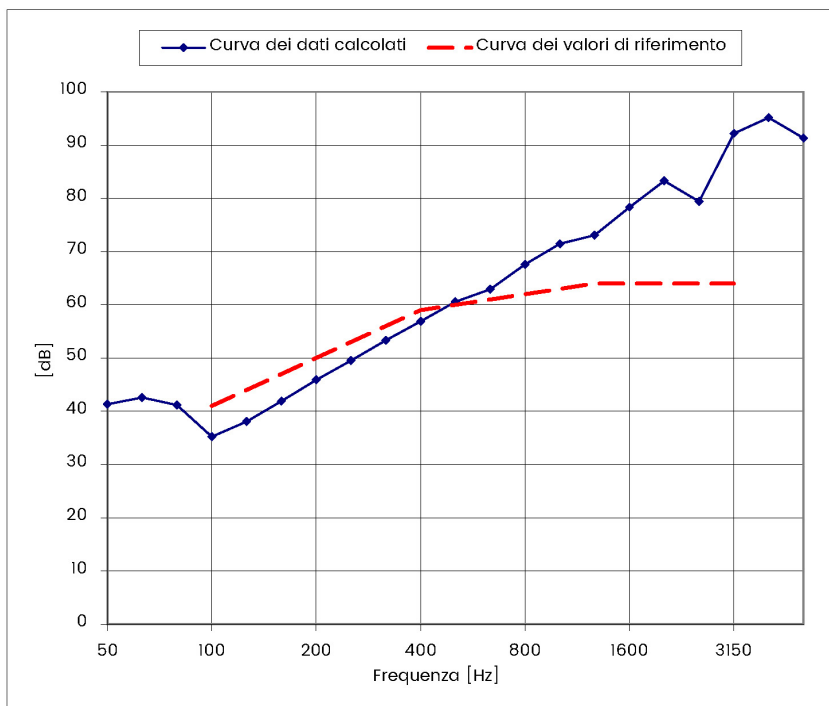
Parte perimetrale in calcestruzzo armato

Note: Edificio INTERRATO

STRATIGRAFIA		SPESSORE	MASSA UNITARIA	SCHEMA GRAFICO
Descrizione strato		cm	kg/m ²	
1	CALCESTRUZZO	30	660	
TOTALE		30,0	660	

Frequenza	R _i	R _{if}
Hz	dB	dB
50	41,3	
63	42,6	
80	41,2	
100	35,2	41,0
125	38,1	44,0
160	41,9	47,0
200	45,9	50,0
250	49,5	53,0
315	53,3	56,0
400	56,9	59,0
500	60,6	60,0
630	62,9	61,0
800	67,6	62,0
1000	71,5	63,0
1250	73,1	64,0
1600	78,3	64,0
2000	83,3	64,0
2500	79,4	64,0
3150	92,2	64,0
4000	95,2	
5000	91,3	

R_w = 60 dB
C = -2 Ctr = -8



VERIFICA DEI REQUISITI ACUSTICI DI ACCETTABILITÀ (D.P.G.P. 4 agosto 1992 n. 12-65/Leg)

REQUISITO RICHIESTO

PRESTAZIONE DELL'ELEMENTO EDILIZIO ANALIZZATO (BASE)

RISULTATO VERIFICA

R₅₀₀ ≥ 45
R₅₀₀ = 60

VERIFICATO

ACUSTICA

Tera acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento

Tel 0461 931764 www.tera-group.it

NUMERO SCHEDA

S04

ELEMENTO EDILIZIO ANALIZZATO

SOLAIO BASE IN CALCESTRUZZO

CALCOLO PREVISIONALE DEL POTERE FONOISOLANTE DI ELEMENTI DI EDIFICI

Tipo di componente edile:

Solaio in calcestruzzo

Metodo di analisi:

Parete singola generica: Metodo delle Impedenze Progressive, MIP

Descrizione dell'elemento:

Solaio tra piano terra e piano interrato.

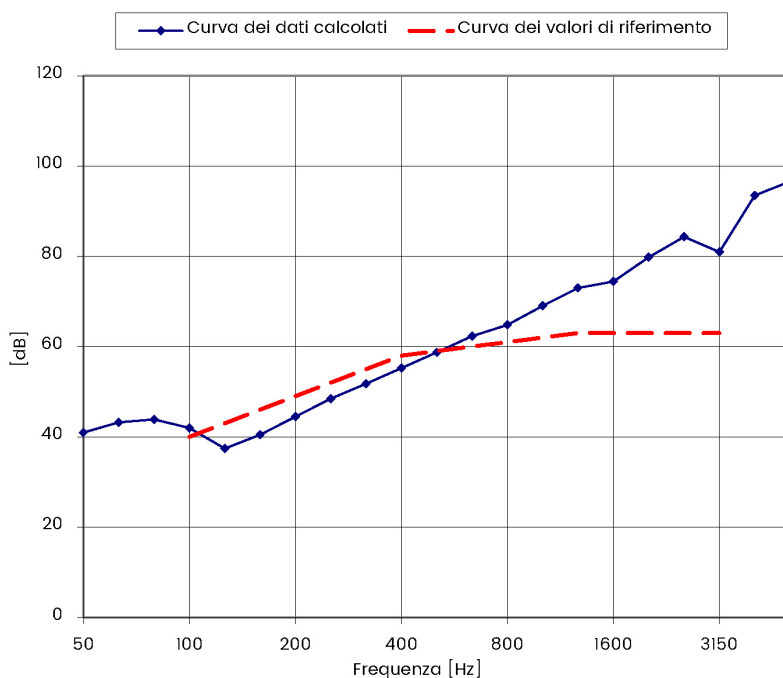
Note:

Nel calcolo, si trascura la presenza degli strati aggiuntivi del solaio (massetto per gli impianti e massetto galleggiante)

STRATIGRAFIA		SPESSORE	MASSA UNITARIA	SCHEMA GRAFICO
Descrizione strato		cm	kg/m ²	
1	CALCESTRUZZO	25	600	
TOTALE		25.0	600	

Frequenza	Ri	Rif
Hz	dB	dB
50	41.0	
63	43.2	
80	43.8	
100	42.0	40.0
125	37.4	43.0
160	40.5	46.0
200	44.5	49.0
250	48.5	52.0
315	51.8	55.0
400	55.2	58.0
500	58.7	59.0
630	62.3	60.0
800	64.8	61.0
1000	69.0	62.0
1250	73.0	63.0
1600	74.4	63.0
2000	79.8	63.0
2500	84.3	63.0
3150	81.0	63.0
4000	93.5	
5000	96.6	

$R_w = 59 \text{ dB}$
 $C = -2$ $C_{tr} = -7$



VERIFICA DEI REQUISITI ACUSTICI DI ACCETTABILITÀ (D.P.G.P. 4 agosto 1992 n. 12-65/Leg)

REQUISITO RICHIESTO

PRESTAZIONE DELL'ELEMENTO EDILIZIO ANALIZZATO (BASE)

RISULTATO VERIFICA

$R_{500} \geq 42$
 $R_{500} = 60$

VERIFICATO

ACUSTICA

TERA acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento

Tel 0461 931764 www.tera-group.it

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

Requisiti acustici passivi secondo DPCM 5-12-97

Unità immobiliare 2022042_VPIA E RAP STADIO FONDO TESERO
 Destinazione d'uso Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto

D_{2m,nT,w} - Isolamento acustico di facciata - DPCM 5.12.97

	Facciate	D _{2m,nT,w} [dB]
1	D01	42.2
2	D02	42.7
3	D03	43.4
4	D04	43.5
5	D05	43.1
6	D06	46.7
7	D07	46.8

R'_w - Potere fonoisolante dei divisori - Solai - DPCM 5.12.97

	Divisori	R' _w [dB]
1	R01	54.6

CALCOLO DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA
D01

Volume dell'ambiente 57.34 m³
 Superficie della facciata 11.04 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m ²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]
1	Nuovo serramento	11.04	42.00

Correzioni

Trasmissione laterale K = 2 dB
 Forma di facciata ΔL_{fs} = 0 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 40.0 dB
 D_{2m,nT,w} 42.2 dB
 Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto
 D_{2m,nT,w} minimo 42.0 dB
 Limite verificato

CALCOLO DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA D02

Volume dell'ambiente 161.92 m³
Superficie della facciata 27.52 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m ²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]
1	Nuovo serramento	27.52	42.00

Correzioni

Trasmissione laterale K = 2 dB
Forma di facciata ΔL_{fs} = 0 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 40.0 dB
D_{2m,nT,w} 42.7 dB
Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto
D_{2m,nT,w} minimo 42.0 dB

Limite verificato

CALCOLO DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA D03

Volume dell'ambiente 163.80 m³
Superficie della facciata 19.24 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m ²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]
1	Nuovo serramento	19.24	42.00

Correzioni

Trasmissione laterale K = 2 dB
Forma di facciata ΔL_{fs} = -1 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 40.0 dB
D_{2m,nT,w} 43.4 dB
Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto
D_{2m,nT,w} minimo 42.0 dB

Limite verificato

CALCOLO DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA D04

Volume dell'ambiente 74.55 m³
Superficie della facciata 10.95 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m ²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]
1	PE01 PARETE ESTERNA	6.75	59.00
2	Nuovo serramento	4.20	38.00

Correzioni

Trasmissione laterale K = 2 dB
Forma di facciata $\Delta L_{fs} = 0$ dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 40.1 dB
D_{2m,nT,w} 43.5 dB
Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto
D_{2m,nT,w} minimo 42.0 dB

Limite verificato

CALCOLO DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA D05

Volume dell'ambiente 632.00 m³
Superficie della facciata 78.40 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m ²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]
1	Nuovo serramento	78.40	41.00

Correzioni

Trasmissione laterale K = 2 dB
Forma di facciata $\Delta L_{fs} = 0$ dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 39.0 dB
D_{2m,nT,w} 43.1 dB
Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto
D_{2m,nT,w} minimo 42.0 dB

Limite verificato

CALCOLO DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA D06

Volume dell'ambiente 179.55 m³
Superficie della facciata 7.35 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m ²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]
1	PARETE ESTERNA INTERRATO	3.50	60.00
2	PORTA DI INGRESSO	3.85	38.00

Correzioni

Trasmissione laterale K = 2 dB
Forma di facciata $\Delta L_{is} = -1$ dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 38.8 dB
D_{2m,nT,w} 46.7 dB
Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto
D_{2m,nT,w} minimo 42.0 dB

Limite verificato

CALCOLO DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA D07

Volume dell'ambiente 364.00 m³
Superficie della facciata 14.00 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m ²] / Lunghezza [m]	R _w / D _{new} [dB]
1	PARETE ESTERNA INTERRATO	6.30	60.00
2	PORTA DI INGRESSO	7.70	38.00

Correzioni

Trasmissione laterale K = 2 dB
Forma di facciata $\Delta L_{is} = -1$ dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 38.6 dB
D_{2m,nT,w} 46.8 dB
Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto
D_{2m,nT,w} minimo 42.0 dB

Limite verificato

CALCOLO DEL POTERE FONOISOLANTE APPARENTE DEL DIVISORIO TRA APPARTAMENTI R01

Area del divisorio: 33 m²

Elementi che compongono la struttura

		Elemento	Massa superficiale [kg/m ²]	R _w [dB]	Strato addizionale	ΔR _w [dB]
S		SOLAIO BASE IN CALCESTRUZZO	600.0	59.0	Lato emitt:	0.0
					Lato ricev:	0.0
1		SOLAIO BASE IN CALCESTRUZZO	600.0	59.0		0.0
2		VETRATA SUD	110.0	41.0		0.0
3		Singola orditura 5 cm con 4,5 cm di lana di vetro e doppia lastra in cartongesso	43.0	52.8		0.0
4		SOLAIO BASE IN CALCESTRUZZO	600.0	59.0		0.0
5		PARETE IN CLS	660.0	60.0		0.0
6		SOLAIO BASE IN CALCESTRUZZO	600.0	59.0		0.0
7		SOLAIO BASE IN CALCESTRUZZO	600.0	59.0		0.0
8		PARETE IN CLS	660.0	60.0		0.0

Giunzioni

Lato		Tipo di collegamento	Lunghezza [m]
1		A T (caso 2)	1.0
2		A T (caso 3)	11.0
3		A T (caso 3)	5.5
4		A T (caso 2)	10.0

Calcoli eseguiti con il software ECHO 8.2.0

5

ACUSTICA

○ TERA acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento

Tel 0461 931764 www.tera-group.it

Rij - Potere fonoisolante per trasmissione laterale relativo al percorso i-j

Percorso		Tipo di collegamento	Rij [dB]
S		Trasmissione diretta	59.00
1-5		A T (caso 2)	80.39
2-6		A T (caso 3)	63.57
3-7		A T (caso 3)	76.85
4-8		A T (caso 2)	70.39
1-S		A T (caso 2)	80.48
2-S		A T (caso 3)	63.57
3-S		A T (caso 3)	76.85
4-S		A T (caso 2)	70.48
S-5		A T (caso 2)	80.39
S-6		A T (caso 3)	62.18
S-7		A T (caso 3)	63.81
S-8		A T (caso 2)	70.39

Indice di valutazione del potere fonoisolante

R'_w 54.6 dB
Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto
R'_w minimo 50.0 dB

Limite verificato

Calcoli eseguiti con il software ECHO 8.2.0

6

ACUSTICA
 TERA acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento
Tel 0461 931764 www.tera-group.it

19. CAMPAGNA DI MONITORAGGIO FONOMETRICO

19.1 DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

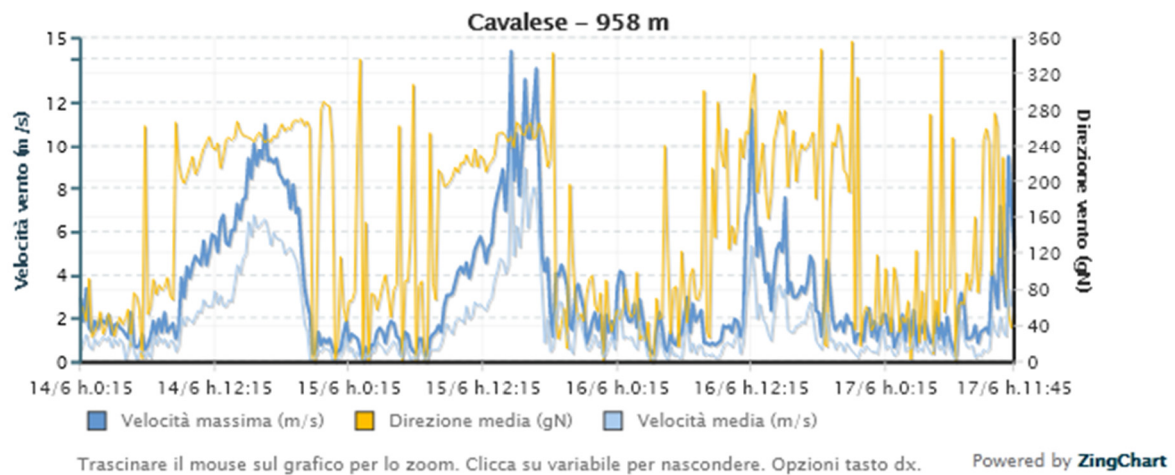
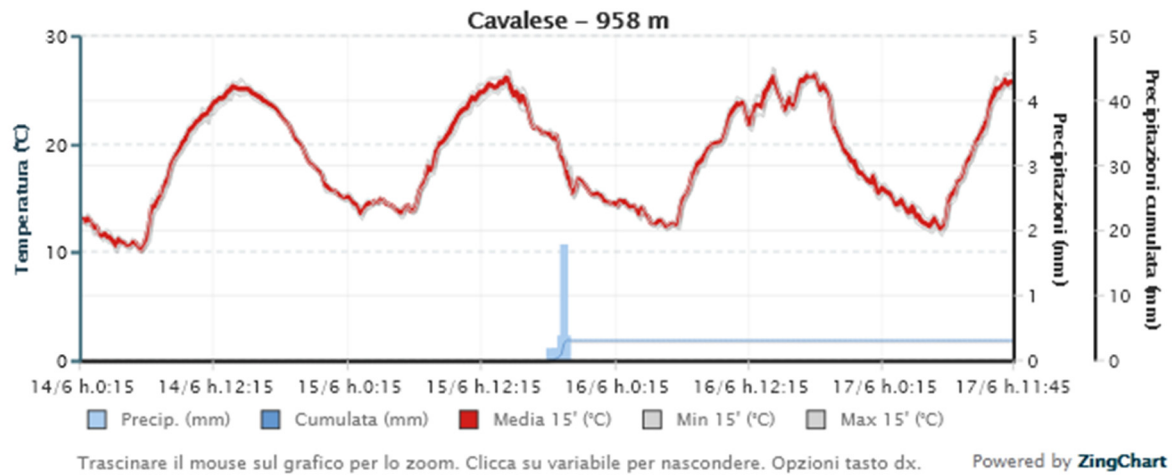
Ai sensi del D.M. 16/03/1998 [6], la strumentazione impiegata soddisfa le specifiche richieste per la classe 1, in accordo alle norme IEC 60651, IEC 60804, IEC 60942 e IEC 61260. In Tabella 37, sono riportate le caratteristiche della strumentazione di misura e i parametri impostati. All'inizio e al termine di ogni ciclo di misura, la strumentazione è stata calibrata, non riscontrando variazioni significative rispetto al segnale fornito dal calibratore. La differenza tra le letture di due controlli consecutivi è risultata minore di 0,5 dB.

Tabella 37: Caratteristiche generali della strumentazione impiegata e impostazioni di misura.

FONOMETRI				
STRUMENTO	MARCA	MODELLO	N. SERIE	TARATURA
FONOMETRO	Larson Davis	831	2173	20/07/2021
MICROFONO	PCB	PCB377B02	305607	20/07/2021
PREAMPLIF.	PCB	PRM 831	016498	20/07/2021
FILTRI	PCB	831-PRM 831	2173	20/07/2021
CALIBRATORE	Larson Davis	CAL200	7572	20/07/2021
IMPOSTAZIONI				
PONDERAZIONE IN FREQUENZA	Curva A			
CORREZIONE DI INCIDENZA SONORA	Frontal (in esterno)			
FONDO SCALA	Variabile, in funzione del segnale monitorato			
INCERTEZZA STRUMENTALE MASSIMA	±0,7 dB			



19.2 SCHEDA RIASSUNTIVA CONDIZIONI METEOROLOGICHE OSSERVATE DURANTE IL RILIEVO



19.3 SCHEDA MONOGRAFICA DEL PUNTO DI MISURA DEL RILIEVO FONOMETRICO

PUNTO P01	INFORMAZIONI
	LOCALIZZAZIONE: postazione di misura sulla tribuna dell'edificio attuale, in vicinanza della torretta cronometristi
	OBIETTIVO: caratterizzazione del clima acustico attuale e individuazione delle sorgenti sonore prevalenti SORGENTI SONORE RILEVATE: attività agricole e traffico locale UBICAZIONE FONOMETRO: altezza di circa 10 m dalla quota locale del terreno
	46°16'57.84"N 11°31'26.06"E

ACUSTICA

○ TERA acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento

Tel 0461 931764 www.tera-group.it

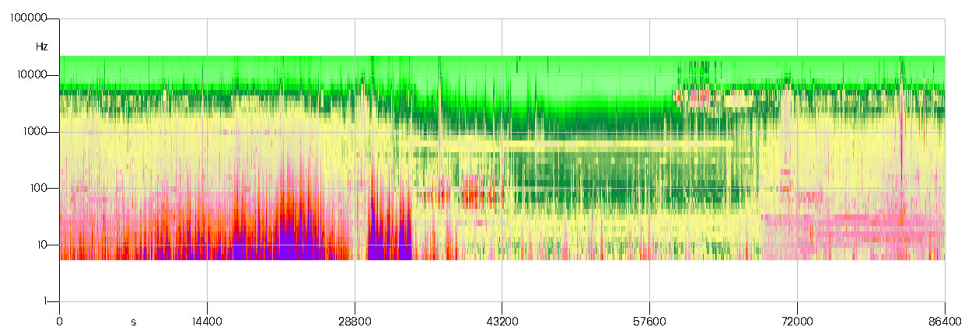
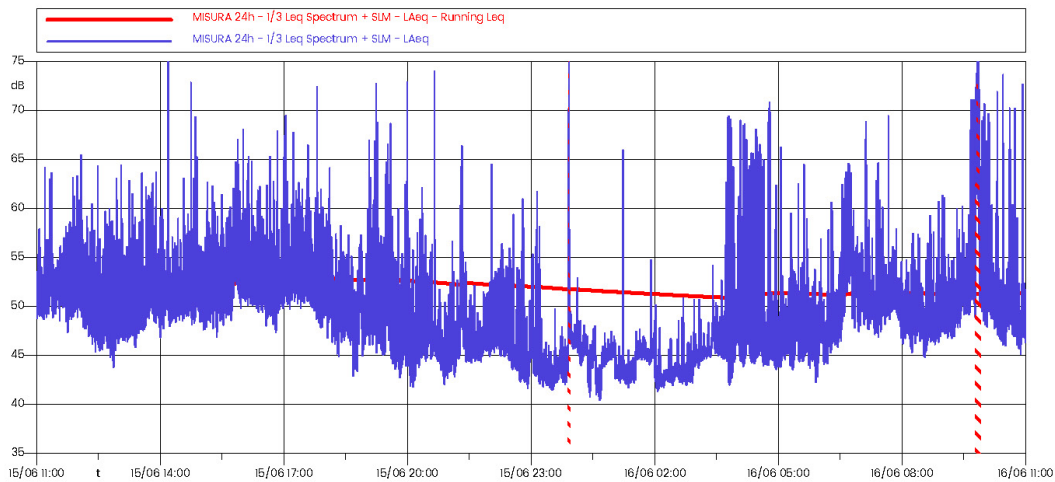
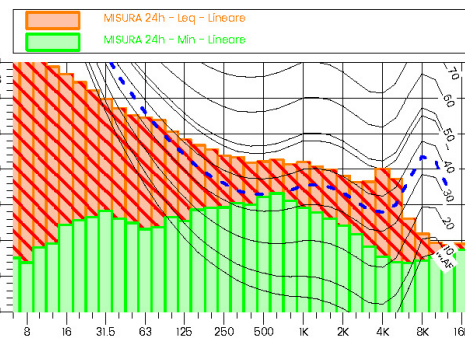
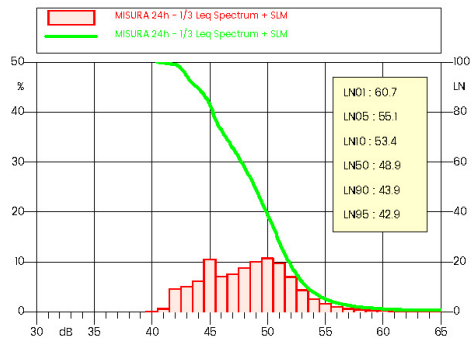
19.4 SCHEDE DELLE MISURE FONOMETRICHE

MISURA 24h

Nome misura: MISURA 24h
Località: Tesero - Stadio del fondo
Strumentazione: 831 0002776
Durata misura [s]: 86400.5
Nome operatore: M.A.
Data, ora inizio misura: 15/06/2022 11:00:00
Data, ora fine misura: 16/06/2022 11:00:00

$L_{Aeq} = 51.4$ dB

MISURA 24h					
Leq - Lineare					
	dB		dB		dB
6.3 Hz	73.5 dB	100 Hz	50.6 dB	1600 Hz	39.8 dB
8 Hz	72.0 dB	125 Hz	49.4 dB	2000 Hz	39.2 dB
10 Hz	70.4 dB	160 Hz	48.7 dB	2500 Hz	38.4 dB
12.5 Hz	68.7 dB	200 Hz	45.6 dB	3150 Hz	38.5 dB
16 Hz	66.7 dB	250 Hz	43.8 dB	4000 Hz	40.2 dB
20 Hz	64.4 dB	315 Hz	43.4 dB	5000 Hz	37.2 dB
25 Hz	62.1 dB	400 Hz	41.9 dB	6300 Hz	28.2 dB
31.5 Hz	59.7 dB	500 Hz	42.2 dB	8000 Hz	21.9 dB
40 Hz	57.1 dB	630 Hz	42.6 dB	10000 Hz	19.4 dB
50 Hz	55.1 dB	800 Hz	41.4 dB	12500 Hz	18.7 dB
63 Hz	54.5 dB	1000 Hz	42.0 dB	16000 Hz	16.1 dB
80 Hz	53.6 dB	1250 Hz	40.7 dB	20000 Hz	20.0 dB

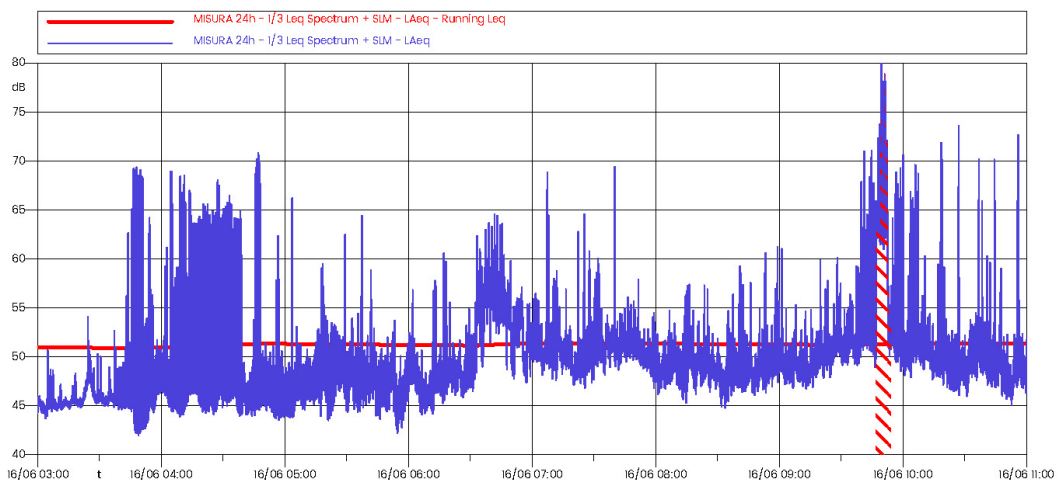
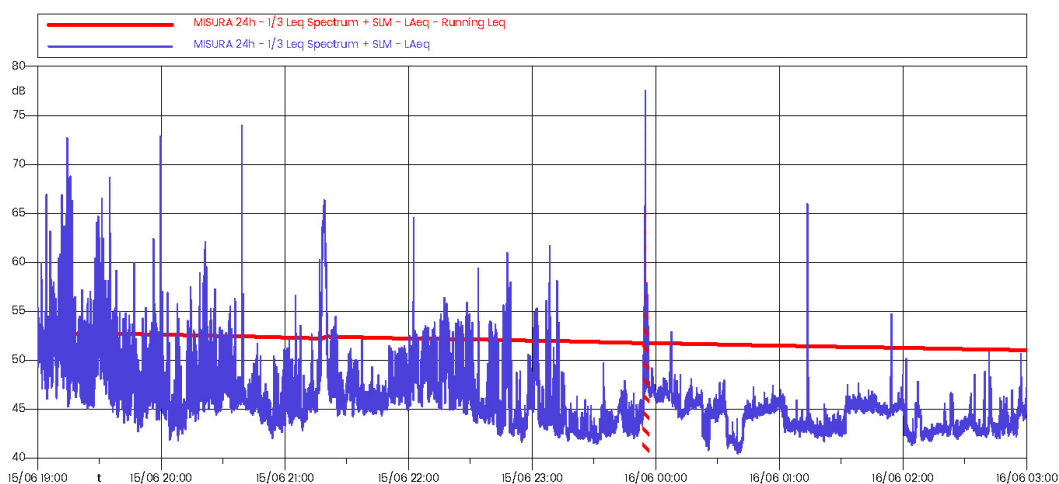
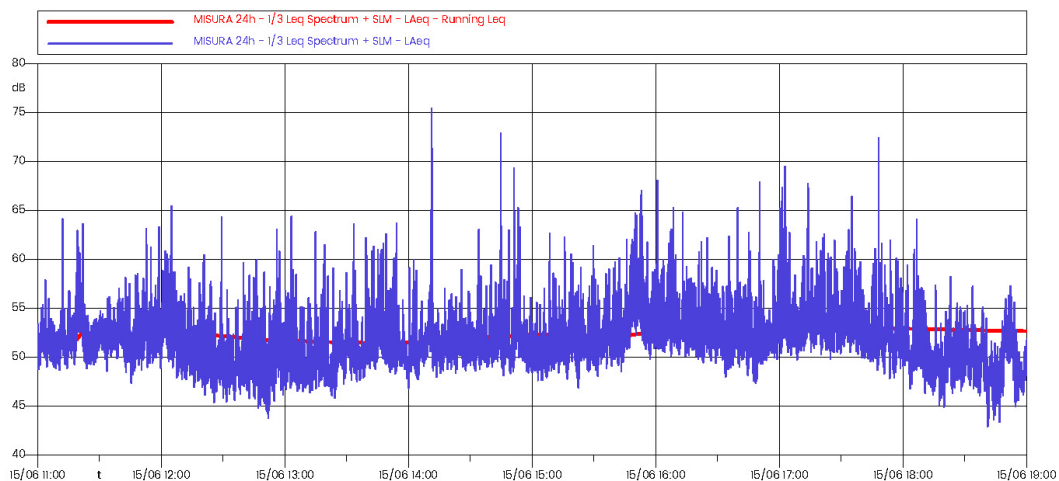


ACUSTICA

○ TERA acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento
Tel 0461 931764 www.tera-group.it

MISURA 24h - STORIA TEMPORALE



ACUSTICA

○ TERA acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento

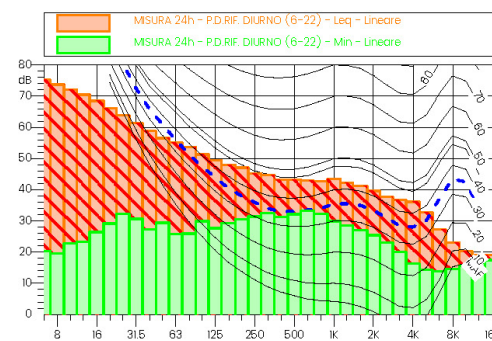
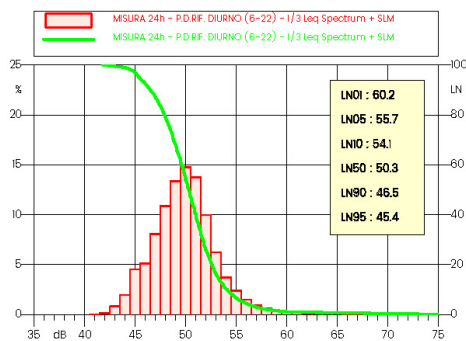
Tel 0461 931764 www.tera-group.it

ANALISI DEL PERIODO DI RIFERIMENTO DIURNO (6-22)

Nome misura: MISURA 24h - P.D.RIF. DIURNO (6-22)
Località: Tesero - Stadio del fondo
Strumentazione: 831 0002776
Durata misura [s]: 86400.5
Nome operatore: M.A.
Data, ora inizio misura: 15/06/2022 11:00:00
Data, ora fine misura: 16/06/2022 11:00:00

$L_{Aeq} = 52.1 \text{ dB}$

MISURA 24h - P.D.RIF. DIURNO (6-22)					
Leq - Lineare					
	dB		dB		dB
6.3 Hz	75.3 dB	100 Hz	51.3 dB	1600 Hz	41.3 dB
8 Hz	73.6 dB	125 Hz	49.4 dB	2000 Hz	39.6 dB
10 Hz	72.2 dB	160 Hz	47.9 dB	2500 Hz	37.8 dB
12.5 Hz	70.5 dB	200 Hz	47.1 dB	3150 Hz	36.7 dB
16 Hz	66.5 dB	250 Hz	45.2 dB	4000 Hz	36.2 dB
20 Hz	66.2 dB	315 Hz	44.5 dB	5000 Hz	32.6 dB
25 Hz	63.8 dB	400 Hz	43.3 dB	6300 Hz	27.2 dB
31.5 Hz	61.4 dB	500 Hz	43.3 dB	8000 Hz	23.2 dB
40 Hz	58.9 dB	630 Hz	42.9 dB	10000 Hz	20.3 dB
50 Hz	56.6 dB	800 Hz	42.7 dB	12500 Hz	19.1 dB
63 Hz	55.1 dB	1000 Hz	43.4 dB	16000 Hz	19.1 dB
80 Hz	53.7 dB	1250 Hz	42.1 dB	20000 Hz	20.2 dB

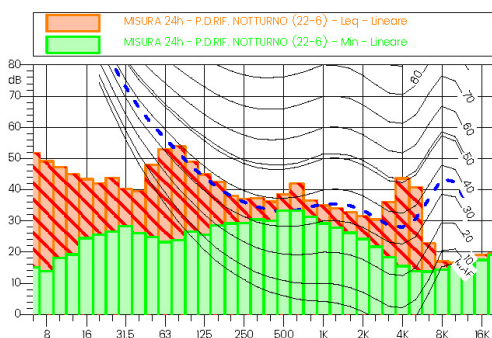
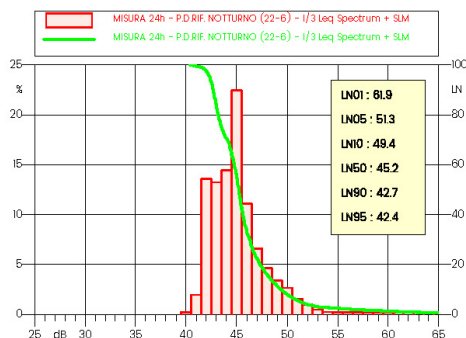


ANALISI DEL PERIODO DI RIFERIMENTO NOTTURNO (22-6)

Nome misura: MISURA 24h - P.D.RIF. NOTTURNO (22-6)
Località: Tesero - Stadio del fondo
Strumentazione: 831 0002776
Durata misura [s]: 28800.0
Nome operatore: M.A.
Data, ora inizio misura: 15/06/2022 22:00:00
Data, ora fine misura: 16/06/2022 06:00:00

$L_{Aeq} = 49.3 \text{ dB}$

MISURA 24h - P.D.RIF. NOTTURNO (22-6)					
Leq - Lineare					
	dB		dB		dB
6.3 Hz	51.7 dB	100 Hz	46.9 dB	1600 Hz	32.8 dB
8 Hz	49.1 dB	125 Hz	44.9 dB	2000 Hz	31.5 dB
10 Hz	47.3 dB	160 Hz	42.4 dB	2500 Hz	30.4 dB
12.5 Hz	45.0 dB	200 Hz	38.0 dB	3150 Hz	36.0 dB
16 Hz	43.4 dB	250 Hz	37.0 dB	4000 Hz	43.8 dB
20 Hz	42.0 dB	315 Hz	37.3 dB	5000 Hz	40.8 dB
25 Hz	43.8 dB	400 Hz	36.1 dB	6300 Hz	22.8 dB
31.5 Hz	40.2 dB	500 Hz	36.6 dB	8000 Hz	17.0 dB
40 Hz	39.4 dB	630 Hz	42.0 dB	10000 Hz	16.7 dB
50 Hz	46.0 dB	800 Hz	36.6 dB	12500 Hz	18.0 dB
63 Hz	53.0 dB	1000 Hz	35.0 dB	16000 Hz	19.0 dB
80 Hz	54.0 dB	1250 Hz	34.0 dB	20000 Hz	19.5 dB



20. 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

ACUSTICA

 TERA acustica

Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento

Tel 0461 931764 www.tera-group.it