

Progetto Esecutivo

REALIZZAZIONE DI NUOVI LABORATORI DI RICERCA PRESSO IL FANO MARINE CENTER - FANO

Finanziato dall'Unione europea - NextGenerationEU attraverso il Ministero dell'Università e della Ricerca italiano nell'ambito del PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR) - Missione 4 Istruzione e ricerca - Componente 2 Dalla ricerca all'impresa - Investimento 1.4 "Potenziamento strutture di ricerca e creazione di "Campioni nazionali di R&S" su alcune key enabling technologies" - Avviso D. D. 3138 del 12/16/2021 rettificato con D.D. 3175 del 18/12/2021 - Bando CN - BIODIV "National Biodiversity Future Center" - Codice proposta CN00000033 - CUP J33C22001190001, finanziato con Decreto n. 1034 del 17/06/2022.

CODICE EDIFICIO 245 CUP J33C22001190001 TICKET 57935 TITOLO GIURIDICO IMMOBILE Proprietà Demanio Marittimo		AREA TECNICA, EDILIZIA E SOSTENIBILITÀ RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO arch. FEDERICO FOSCHI <small>DIPENDENTE UNIBO - ATES (FIRMATO DIGITALMENTE)</small> DIRETTORE DEI LAVORI geom. ALESSANDRO CARAPIA <small>DIPENDENTE UNIBO - ATES (FIRMATO DIGITALMENTE)</small>		IMMAGINE RAPPRESENTATIVA DEL PROGETTO 
PROGETTO ARCHITETTONICO geom. ALESSANDRO CARAPIA <small>DIPENDENTE UNIBO - ATES</small>			DIRETTORE OPERATIVO OPERE EDILI	
PROGETTO IMPIANTI MECCANICI ing. LORENZO GENESTRETI collaboratore <small>Ing. ELIA RENZI</small>			DIRETTORE OPERATIVO IMPIANTI MECCANICI ing. LORENZO GENESTRETI	
PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI p.i. MIRCO MAGNANI			DIRETTORE OPERATIVO IMPIANTI ELETTRICI p.i. MIRCO MAGNANI	
PROGETTO IMPIANTI IDRICI ing. LUCA MELUCCI			DIRETTORE OPERATIVO IMPIANTI IDRICI ing. LUCA MELUCCI	
PROGETTO PREVENZIONE INCENDIO ing. ENRICO RICCI			TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA AMBIENTALE ing. ANDREA PAGANELLI	
COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE arch. MASSIMO CHIARABINI			COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE arch. MASSIMO CHIARABINI	
REV	DATA	OGGETTO TAVOLA		
00	Novembre 2024	REQUISITI ACUSTICI PASSIVI		
		E VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO		
		RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		
		SCALA	N. progressivo EE	NOME TAVOLA
		-	02	PE DG 02

INDICE

1.	PREMESSA.....	3
2.	DESCRIZIONE INTERVENTO	3
3.	RIFERIMENTI NORMATIVI	6
3.1	ACUSTICA EDILIZIA E ARCHITETTONICA	6
3.2	ACUSTICA AMBIENTALE	11
4	ACUSTICA EDILIZIA NUOVI LABORATORI E STUDI/UFFICI.....	15
4.1	NUOVA PARETE DI SEPARAZIONE TRA AMBIENTI.....	15
4.2	TEMPO DI RIVERBERO	18
5	VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO DEI NUOVI IMPIANTI TECNOLOGICI.....	21
5.1	ACCORGIMENTI IN FASE DI PROGETTAZIONE PER LIMITARE LA RUMOROSITÀ DEGLI IMPIANTI.	25
5.2	RICETTORI	27
5.3	VALUTAZIONE DEL RUMORE RESIDUO.	29
5.4	CALCOLO LIVELLI SONORI POST OPERAM	31
6	CONCLUSIONI	33
7	ALLEGATI.....	34
7.1	MODELLI DI CALCOLO	34
7.2	ESTRATTO ELABORATI DI PROGETTO	37
7.3	STRUMENTAZIONE DI MISURA E CERTIFICATI DI TARATURA.....	39

1. PREMESSA

Lo scrivente Dott. Ing. Andrea Paganelli, nato a Cesena il 03.12.1966, residente in Riccione, Viale Machiavelli n. 50 e con studio in Riccione, Viale Corridoni n. 31, tecnico competente in acustica ambientale con Provvedimento n°188 del 11/08/2004 del responsabile del Servizio della Provincia di Rimini, inserito nell'elenco nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica al n° 5158 pubblicato in data 10/12/2018, nella qualità di libero professionista, su incarico della committenza, sotto la propria personale responsabilità redige la seguente relazione tecnica ai sensi del D.P.C.M. 05/12/97, D.M. 23/06/2022 e D.P.C.M. 14/11/97 per il progetto di realizzazione di nuovi laboratori di ricerca presso il Fano Marine Center sito in Viale Adriatico n°1 a Fano (PU) (CUP J33C22001190001).

2. DESCRIZIONE INTERVENTO

Il presente documento concerne la valutazione di conformità alla legge vigente in materia di Acustica edilizia e Acustica Ambientale, del progetto di realizzazione di nuovi laboratori di ricerca presso il Fano Marine Center in Comune di Fano (PU), Viale Adriatico n°1 distinto al catasto al Foglio 27 – Mappale 2480 – Cat. B/5.

L'edificio è realizzato su suolo demaniale marittimo e l'Università di Bologna ha titolo di *Assegnataria*.

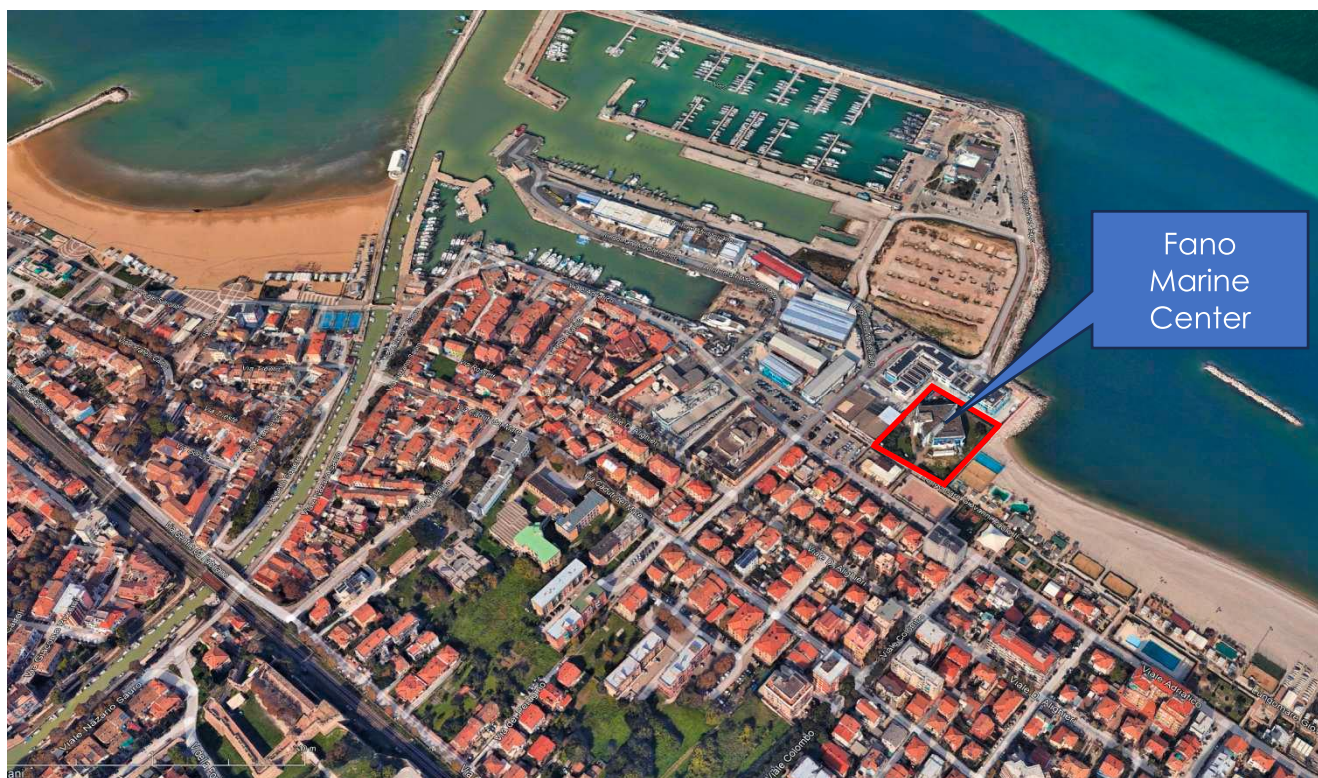


Fig. 2.1 – inquadramento zona di intervento (fonte Google Earth)

Il fabbricato edificato negli anni '80 in acciaio e cemento armato, ha una pianta quadrata di circa 33 mt di lato, ruotato di 45° rispetto l'area di accesso esterna e con una galleria centrale a tutto volume, per la distribuzione interna, in corrispondenza della diagonale. Gli ambienti sono pertanto nettamente divisi su due settori triangolari rivolti rispettivamente a nord-ovest e sud-est.

L'edificio si sviluppa su 5 livelli: piano terra, primo, ammezzato, secondo e copertura, con destinazioni d'uso come riportate di seguito in tabella:

Piani	Destinazioni	Intervento
Piano Terra (quota -0.10)	Atrio, servizi, acquario, sala conferenza per 143 persone	Non oggetto di intervento
Piano Primo (quota +3.05)	Biblioteca, servizi, 2 uffici e 3 laboratori di ricerca	Modifiche interne per l'allestimento di ulteriori laboratori di ricerca
Piano Ammezzato (quota +6.20)	5 Magazzini dei materiali d'uso dei laboratori per officina e per frigoriferi	Modifiche impiantistiche per l'alloggiamento celle frigorifere
Piano Secondo (quota +9.05)	6 Laboratori di ricerca, sala computers, 2 uffici segreteria, servizi	Modifiche interne per l'eliminazione dei laboratori e per l'alloggiamento di uffici/studi
Piano copertura (quota +12.65)	centrale termica, locale pompe, depositi gas	Non oggetto di intervento

Tab. 2.1 – destinazioni d'uso del fabbricato

I lavori consistono in modifiche interne necessarie principalmente:

- alla realizzazione al piano primo, lato nord-ovest, di ulteriori n. 9 laboratori di ricerca di natura chimica, biologica e di microscopia. Le opere previste comprendono la rimozione di alcune partizioni murarie e la realizzazione di nuove per delimitare i nuovi spazi, la realizzazione e adeguamento dell'impiantistica ad essi necessaria (ricambi aria, aspirazioni, climatizzazione, impianto elettrico etc.).
- alla realizzazione al piano secondo di ulteriori spazi studio/uffici e spazi di ricerca. Anche in questo caso verranno apportate modifiche alle partizioni interne per la ridefinizione di parte degli spazi nonché l'adeguamento impiantistico necessario.

In particolare.

▪ PIANO primo

Nella parte di nord-ovest si intende realizzare ulteriori 9 laboratori di ricerca. I laboratori saranno di tipo chimico, biologico e di microscopia, anche scura (che richiede luoghi non direttamente illuminati da luce naturale) e nello specifico:

- n. 4 laboratori di biologia
- n. 2 di chimica
- n. 2 di microscopia (di cui uno di microscopia scura)
- n. 1 di oceanografia

Le lavorazioni edili consisteranno nella ridefinizione degli ambienti interni tramite, la rimozione di una scala metallica a chiocciola (che conduce al piano 2), la demolizione di una parete divisoria e la realizzazione di alcune aperture per realizzare porte e disimpegni. Le nuove pareti a definizione degli spazi saranno da 15 cm di spessore e realizzate in cartongesso a doppia lastra con coibente termoacustico interposto, in lana di vetro (12,5+12,5+100+12,5+12,5 mm).

Le porte di accesso ai laboratori, di larghezza pari a cm 120, saranno metalliche a due ante, con resistenza al fuoco almeno Rei60.

I pavimenti in gres 30x60 cm, ove rimossi per l'alloggiamento di nuove tubazioni di scarico, saranno ripristinati con materiale analogo.

- PIANO ammezzato

Con la rimozione della scala a chiocciola al P1, il vano a doppio volume rimanente sarà confinato da strutture a secco con cartongesso ed il foro sarà controsoffittato con lastre resistenti al fuoco Rei60 su struttura metallica portante nervata, completato con isolamento termo-acustico in fibre di roccia.

Lo spazio al piano, oggi destinato a magazzino, sarà in parte utilizzato per l'alloggiamento di celle frigorifere e sarà predisposto un fan-coil per la climatizzazione ambientale.

- PIANO secondo

Saranno ridefiniti gli spazi per la realizzazione di uffici/studi utilizzando partizioni a secco in cartongesso a singola lastra (12,5+100+12,5 mm). Saranno realizzate anche spazi Research Board ad uso temporaneo, con partizioni vetrate (vetro stratificato temperato e struttura in alluminio).

Ove necessario, i nuovi spazi saranno dotati di nuovi serramenti interni: porte interne tamburate con anta cieca 80x210cm. Tutte le pareti e soffitto verranno tinteggiate con idropittura a tempera.

- Impianti:

Per quanto riguarda gli ambienti interni si avranno principalmente impianti a ventilconvettori + aria primaria ad eccezione dei laboratori di chimica analitica e di chimica strumentale dove l'impianto sarà del tipo tutt'aria.

Verranno poste sul piano copertura le unità esterne di trattamento aria (UTA, VRV, pompe di calore, estrattori) per le quali è effettuata apposita valutazione di impatto acustico.

3. RIFERIMENTI NORMATIVI

Principali leggi e decreti nazionali

- **Legge Quadro** sull'inquinamento acustico n. 447 del 26/10/1995.
- **D.P.C.M. 14/11/1997** "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".
- **D.M. 16/03/98** "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".
- **D.M. 18/12/1975** "norme tecniche aggiornate relative alla edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica".
- **D.P.C.M. 05/12/1997** "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici".
- **D.M. 23 giugno 2022** "Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi".

Regione Marche

- **L.R. n. 28 del 14/11/2001** "Norme per la tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico nella Regione Marche".
- Delibere di Giunta Regionale n. 896/2003 e 809/2006.

Comune di Fano

- Piano di zonizzazione acustica comunale.

3.1 ACUSTICA EDILIZIA E ARCHITETTONICA

I riferimenti normativi per l'acustica edilizia e architettonica scolastica sono:

- **D.M. 18/12/1975** "norme tecniche aggiornate relative alla edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica"
- **D.P.C.M. 5 dicembre 1997** "determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"
- **D.M. 23 giugno 2022** sui "Criteri ambientali minimi".

Il **D.M. 18/12/1975** stabilisce i seguenti requisiti di accettabilità da determinare con misure in opera (con indice di valutazione I riferito al valore dell'ordinata a 500 Hz):

- isolamento acustico fra due ambienti didattici adiacenti: $I = 40$ dB
- isolamento acustico fra due ambienti didattici sovrapposti: $I = 42$ dB;
- livello di rumore di calpestio fra due ambienti sovrapposti: $I = 68$ dB

Il D.M. non fornisce però indicazioni sull'isolamento acustico complessivo delle strutture esterne (si parla solo di finestre e griglie), che sono invece fondamentali per la protezione acustica dell'edificio dalle sorgenti di rumore esterne, come il traffico stradale, ferroviario ed aereo.

Il Decreto del 1975 contiene inoltre indicazioni per il tempo di riverbero, indicandone il valore ottimale mediante utilizzo di grafici in funzione del volume dell'ambiente e riferiti alle frequenze di centro ottava 250, 500, 1000, 2000 Hz.

Tale decreto però parla espressamente di "aule scolastiche" in riferimento ai requisiti del tempo di riverbero.

Il **D.P.C.M. 5 dicembre 1997** riporta, per ogni categoria d'edificio, i valori minimi delle prestazioni di isolamento acustico. Esso distingue le seguenti categorie:

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

Tab. 3.1 - classificazione degli ambienti abitativi.

I valori limite delle grandezze sono riportati nella tabella seguente.

Categorie di cui alla Tab. A (D.P.C.M. 5/12/1997)	Parametri				
	R'_w	$D_{2m,nT,w}$	$L_{n,w}$	L_{ASmax}	L_{Aeq}
D	55	45	58	35	25
A, C	50	40	63	35	35
E	50	48	58	35	25
B, F, G	50	42	55	35	35

Tab.3.2 - requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici

Con riferimento alla precedente tabella, i simboli riportati sono:

- R'_w indice di valutazione del potere fonoisolante apparente di partizioni tra distinte unità immobiliari;
- $D_{2m,nT,w}$ indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di facciata;
- $L_{n,w}$ indice di valutazione del livello di rumore di calpestio normalizzato;
- L_{ASmax} livello massimo di pressione sonora ponderata A con costante di tempo "Slow" (per impianti a funzionamento discontinuo);
- L_{Aeq} livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A (per impianti a funzionamento continuo).

Il D.P.C.M. 05/12/97 per determinate categorie edilizie fissa dei limiti per il tempo di riverberazione, e cioè per gli "edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili".

Il D.P.C.M. fa riferimento alla norma tecnica ISO 3382.

Ma per i valori dei tempi di riverbero in ambito scolastico richiama in vita una circolare del ministero dei lavori pubblici, la n° 3150 del 22 Maggio '67, che era stata superata dal D.M. del '75, conferendole valore di legge.

Questa circolare, precedente al D.M. del '75, era ormai da tempo caduta in disuso, tanto più che le circolari non sono leggi.

Essa si intitolava: "Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici" e stabiliva che la "media" dei tempi di riverbero misurati alle quattro frequenze centrali (250, 500, 1000, 2000 Hz) non doveva superare 1.2 s, ad aule arredate e con la presenza di due persone (cioè i tecnici rilevatori) distanti tra loro almeno due metri.

Il D.P.C.M., recependo la vecchia circolare, ha reso vincolanti e inderogabili questi limiti, per cui in nessuna aula scolastica d'Italia, qualunque sia la sua cubatura, si può superare il tempo di riverbero medio di 1.2 s.

E analogamente fissa il tetto massimo dei tempi di riverbero per le palestre scolastiche che non devono superare 2.2 s.

È evidente la coesistenza della doppia normativa, in quanto il D.M. del 1975 non è mai stato abrogato. Le differenti disposizioni si riescono a combinare solo per il fatto che il D.P.C.M. parla di “media” e questo consente di ottemperare a entrambe le leggi vigenti.

Il **D.M. 23 giugno 2022** sui “*Criteri ambientali minimi*”, che sostituisce, aggiornando e ampliando le prescrizioni, il precedente D.M. 11 gennaio 2017, introduce, per le gare di appalto degli edifici pubblici, alcune importanti novità sul tema del comfort acustico.

Vengono imposti limiti più restrittivi rispetto alla normativa in vigore. Nei casi che fanno eccezione, come ad esempio l'isolamento acustico di facciata delle scuole, il nuovo decreto specifica che restano prevalenti le prescrizioni del D.P.C.M. 5-12-1997.

Il Paragrafo 2.4.11 “Prestazioni e comfort acustici” in sintesi riporta che:

- ❖ I requisiti acustici passivi dei singoli elementi tecnici dell'edificio devono corrispondere almeno alla classe II di UNI 11367 (Classificazione acustica delle unità immobiliari) (Tab. 3.3)

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

Tab. 3.3 - Norma UNI 11367 - valori di Classe II

- ❖ Gli edifici scolastici devono soddisfare almeno i valori di requisiti acustici passivi e di comfort acustico interno indicati nella UNI 11532-2 (Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Settore scolastico)

La norma UNI 11532-2, pubblicata nel 2020, definisce le prestazioni di comfort interno per **tempo di riverberazione** (T), **chiarezza** (C50), **speech transmission index** (STI), livello rumore impianti e altri parametri. Per i requisiti acustici (R'_w , $D_{2m,nT,w}$, $D_{nT,w}$, $L'_{n,w}$, L_{ic} , L_{id}) la UNI 11532-2 indica come limiti il livello di “**prestazione superiore**” dell'Appendice A “Ospedali e scuole” di UNI 11367, e i valori di “**prestazione buona**” nell'Appendice B “Isolamento acustico tra ambienti comuni e ambienti abitativi” della stessa norma.

	Prestazione di base	Prestazione superiore
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata, $D_{2m,nT,w}$ [dB]	38	43
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti di differenti unità immobiliari, R'_w [dB]	50	56
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari, L'_{nw} [dB]	63	53
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, L_{ic} in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	32	28
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, L_{id} in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	39	34
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ [dB]	50	55
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni <i>i</i> fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ [dB]	45	50
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, L'_{nw} [dB]	63	53

Tab. 3.4 - Norma UNI 11367 Appendice A - requisiti acustici di ospedali, case di cura e scuole

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

Tab. 3.5 - Norma UNI 11367 Appendice B – altri requisiti di isolamento acustico

Per gli interventi su edifici esistenti, le prescrizioni del Decreto CAM **si applicano in caso di ristrutturazione totale** degli elementi edilizi di separazione tra ambienti interni ed ambienti esterni (o tra unità immobiliari differenti e contermini), o in caso di realizzazione di nuove partizioni o di nuovi impianti. Per ristrutturazioni "non totali" di elementi edilizi occorre migliorare i requisiti acustici preesistenti. Il miglioramento non è richiesto se l'elemento tecnico già rispetta le prescrizioni CAM.

Per quanto sopra riportato, in riferimento al progetto di realizzazione di nuovi laboratori di ricerca presso il Fano Marine Center, nell'applicazione delle leggi in materia di acustica edilizia si dovrà distinguere tra ambienti oggetto di ristrutturazione totale e ambienti oggetto di ristrutturazione parziale.

In particolare, l'intervento che porterà alla creazione di nuovi laboratori dovrà rispettare i requisiti più restrittivi indicati nelle tabelle precedenti (3.2, 3.3, 3.4, 3.5), riepilogati nella seguente tabella.

Parametro	D.P.C.M. 5/12/97	D.M. 23 giugno 2022
Isolamento acustico di facciata	$D_{2m,nT,w} \geq 48.0 \text{ dB}$	$D_{2m,nT,w} \geq 43 \text{ dB}$
Isolamento acustico tra laboratori adiacenti	-	$D_{nT,w} \geq 50 \text{ dB}$
Isolamento acustico tra ambienti sovrapposti	-	$D_{nT,w} \geq 55 \text{ dB}$
Isolamento acustico tra laboratori e corridoi	-	$D_{nT,w} \geq 30 \text{ dB}$
Livello di rumore di calpestio tra ambienti sovrapposti	$L'_{n,w} \leq 58 \text{ dB}$	$L'_{nw} \leq 53 \text{ dB}$
livello di pressione sonora immesso da impianti a funzionamento discontinuo	$L_{ASMax} \leq 35 \text{ dB(A)}$	$L_{id} \leq 34 \text{ dB(A)}$
livello di pressione sonora immesso da impianti a funzionamento continuo in laboratori		$L_{ic,int} \leq 45 \text{ dB(A)}$
livello di pressione sonora immesso da impianti a funzionamento discontinuo per cappe di aspirazione		$L_{id,int} \leq 65 \text{ dB(A)}$

Tab. 3.6 - prestazioni acustiche per i nuovi ambienti

- L'isolamento acustico di facciata non è oggetto di valutazione in quanto l'intervento non prevede ristrutturazioni o sostituzione infissi nella parete perimetrale.
- Il livello di rumore di calpestio non è oggetto di valutazione in quanto l'intervento non prevede rifacimento di interi solai.

Prestazioni di comfort interno.

I laboratori e gli studi/uffici rientrano nella categoria A6 di cui alla Norma 11532-2 (aree e spazi non destinati all'apprendimento e biblioteche), sottocategoria A6.3 gli studi/uffici e laboratori con strumentazione non rumorosa (ambienti per la permanenza a lungo termine e/o di collegamento), sottocategoria A6.4 se laboratorio con strumentazione rumorosa, es. strumenti meccanici, cappe di aspirazione (ambienti con necessità di riduzione del rumore e di comfort nell'ambiente).

STI (speech transmission index) e C50 (chiarezza).

- Come indicato dalla Norma UNI EN 11532-2:2020 per laboratori universitari e uffici (categoria A6.3 / A6.4) non è richiesta la prestazione relativa all'acustica architettonica interna STI e C50

Tempo di riverberazione.

- Negli ambienti appartenenti alla categoria A6, I valori di riferimento sono sempre considerati nello stato arredato e non occupato. Il valore ottimale del tempo di riverberazione è in funzione dell'area di assorbimento (A) e delle caratteristiche geometriche dell'ambiente (V ed h).

Ai fini della presente norma, per gli ambienti appartenenti alla categoria A6, i valori di riferimento sono sempre considerati nello stato arredato e non occupato. Il valore ottimale del tempo di riverberazione è in funzione dell'area di assorbimento (A) e delle caratteristiche geometriche dell'ambiente (V e h), come indicato nel prospetto 7.

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

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

Tab. 3.7 - Norma UNI 11532-2 – requisiti tempo di riverbero per categoria A6

Calcoli previsionale eseguiti con software Echo 8.3 (produttore ANIT - associazione nazionale per l'isolamento termico e acustico) e con formule previsionali tratte da UNI EN ISO 12354 (2017).

3.2 ACUSTICA AMBIENTALE

In base alla Legge 447/95 (e L.R. 28/2001), è fatto obbligo di produrre una valutazione previsionale del clima acustico delle aree interessate alla realizzazione di edifici scolastici. Nel caso specifico, l'intervento non riguarda la realizzazione, ma una ristrutturazione interna. Pertanto non risulta necessario produrre tale elaborato.

È obbligatorio produrre la documentazione previsionale di impatto acustico per gli impianti tecnologici di progetto che possono emettere rumore in ambiente esterno o in altri ambienti abitativi.

L'edificio universitario è posto in area demaniale a cospetto del mare della riviera di levante e di Viale Adriatico, a stretto contatto con gli insediamenti produttivi già esistenti nell'area portuale. In prossimità del confine nord-est e nord-ovest sono presenti fabbricati a destinazione produttiva nel settore ittico (New Copromo s.r.l., Gaudenzi Antonio s.r.l., Mercato ittico fanese), in prossimità del confine sud-ovest è presente un ristorante e un'area con attrezzature sportive; lato sud-est è situato l'arenile.

Insediamenti residenziali son presenti in direzione sud-est dalla parte opposta di Viale Adriatico.

In fase di sopralluogo in area si sono individuate, quali sorgenti significative ai fini della formazione del clima acustico di zona le infrastrutture viarie (sorgenti sonore cilindriche). Le strade più prossime alla struttura universitaria (Viale Adriatico, Lungomare Mediterraneo,

Via Bramante) sono caratterizzate da traffico abbastanza sostenuto con velocità di percorrenza entro i limiti urbani, con presenza sporadica di mezzi pesanti.

Altre sorgenti sonore sono rappresentate dalle sorgenti sonore fisse (impianti) e derivanti da attività e comportamenti connessi con esigenze produttive e commerciali degli stabilimenti produttivi limitrofi e dalle attività portuali.

Nella figura seguente è riportata la mappa dell'area.

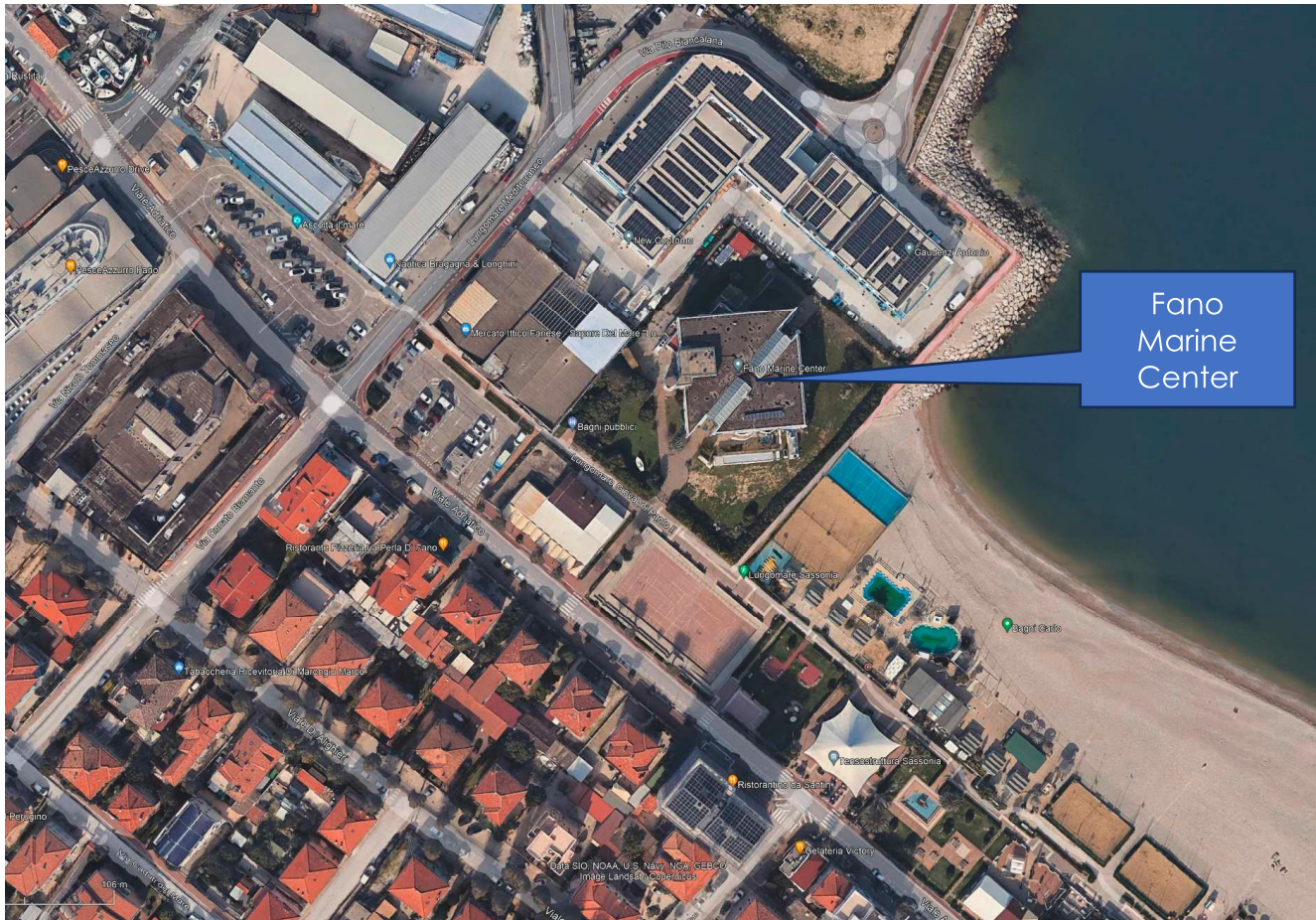


Fig. 3.1 – mappa dell'area (fonte Google Earth).

CLASSIFICAZIONE ACUSTICA

Il Comune di Fano ha approvato con delibera del Consiglio comunale n. 26 del 12/02/2009 la variante alla classificazione acustica del territorio comunale.

L'area di intervento è collocata in **Classe V** (aree prevalentemente industriali).

I ricettori sono situati sia in Classe V sia in Classe IV.

I limiti di immissione sono i seguenti:

Classe V

- Periodo diurno (06.00 – 22.00): 70 dB(A)
- Periodo notturno (22.00 - 06.00): 60 dB(A)

Classe IV

- Periodo diurno (06.00 – 22.00): 65 dB(A)
- Periodo notturno (22.00 - 06.00): 55 dB(A)



Fig. 3.2 - estratto della Classificazione acustica del Comune di Fano

Si riporta in Tabella 3.8 il significato e i valori limite assoluti di emissione, immissione e qualità delle classi acustiche, secondo il D.P.C.M. 14/11/1997.

Classe	descrizione	valori limite di emissione/immissione/qualità	
		diurno (06.00-22.00)	notturno (22.00-06.00)
CLASSE I	aree particolarmente protette: rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.	45 / 50 / 47	35 / 40 / 37
CLASSE II	aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali.	50 / 55 / 52	40 / 45 / 42
CLASSE III	aree di tipo misto: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.	55 / 60 / 57	45 / 50 / 47
CLASSE IV	aree di intensa attività umana: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie.	60 / 65 / 62	50 / 55 / 52
CLASSE V	aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.	65 / 70 / 67	55 / 60 / 57
CLASSE VI	aree esclusivamente industriali: rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi	65 / 70 / 70	65 / 70 / 70

Tab. 3.8 - Classi acustiche

In riferimento all'installazione di impianti tecnologici che possono immettere rumore in ambiente esterno o verso altri ambienti abitativi di edifici circostanti, viene effettuata una valutazione previsionale di impatto acustico al capitolo §6 per verificare la conformità alla Classe acustica dell'area.

4 ACUSTICA EDILIZIA NUOVI LABORATORI E STUDI/UFFICI

In allegato è riportato un estratto degli elaborati di progetto comprendente le piante del piano primo e del piano secondo oggetto di intervento per la realizzazione di nuovi laboratori di ricerca e nuovi ambienti ad uso studio/ufficio.

4.1 NUOVA PARETE DI SEPARAZIONE TRA AMBIENTI

➤ Piano primo – laboratori.

Le nuove pareti a definizione degli spazi saranno da 15 cm di spessore e realizzate in cartongesso a doppia lastra con coibente termoacustico interposto, in lana di vetro (12,5+12,5+100+12,5+12,5 mm).

Le porte di accesso ai laboratori, di larghezza pari a cm 120, saranno metalliche a due ante, con resistenza al fuoco almeno Rei60.

DESCRIZIONE STRUTTURA: **codice K1**

	DESCRIZIONE STRATO	s [cm]	ρ [kg/m³]	σ [kg/m²]
1	Lastra in cartongesso tipo Knauf <u>Diamant</u>	1,25	1040	13,0
2	Lastra in cartongesso tipo Knauf GKB	1,25	665	8,3
3	Pannello fonoassorbente in fibra minerale tipo Knauf Ekovetro P o simile all'interno di guida a U larghezza 5 cm	4,5 [5,0]	15	0,675
4	Pannello fonoassorbente in fibra minerale tipo Knauf Ekovetro P o simile all'interno di guida a U larghezza 5 cm	4,5 [5,0]	15	0,675
5	Lastra in cartongesso tipo Knauf GKB	1,25	665	8,3
6	Lastra in cartongesso tipo Knauf <u>Diamant</u>	1,25	1040	13,0
	TOTALE	15,0		43,95

Tab. 4.1 – nuove pareti laboratori piano primo

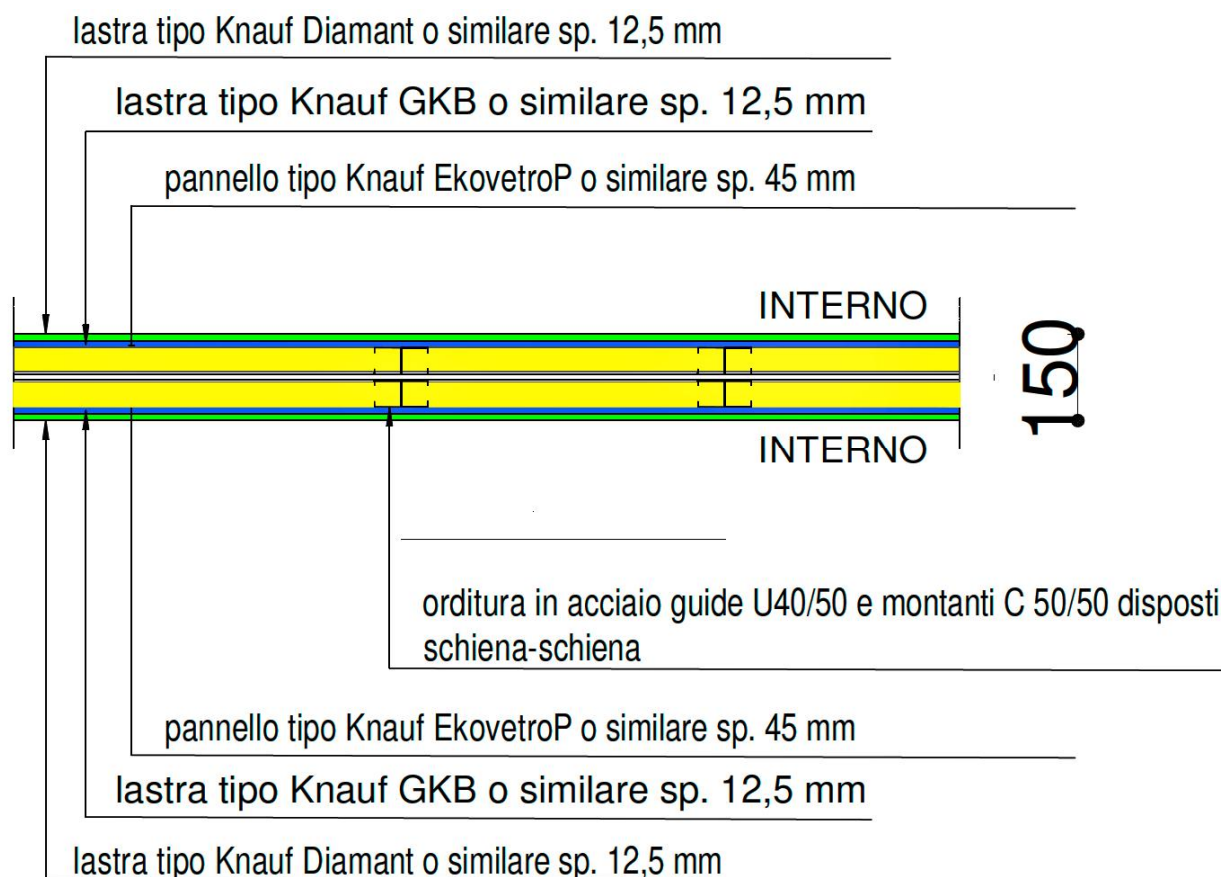


Fig.. 4.1 – nuove pareti laboratori piano primo

Isolamento acustico:

In base alla [5] si può prevedere un valore dell'indice di valutazione del potere fonoisolante $R_w = 61,9$ dB.

➤ Piano secondo – uffici/studi.

DESCRIZIONE STRUTTURA: **codice K2**

	DESCRIZIONE STRATO	s [cm]	ρ [kg/m ³]	σ [kg/m ²]
1	Lastra in cartongesso tipo Knauf <u>Diamant</u>	1,25	1040	13,0
3	Pannello fonoassorbente in fibra minerale tipo Knauf Mineralwool 35 o similare all'interno di guida a U larghezza 10 cm	8,0 [10,0]	18	1,44
6	Lastra in cartongesso tipo Knauf <u>Diamant</u>	1,25	1040	13,0
	TOTALE	12,5		27,4

Tab. 4.2 – nuove pareti uffici/studi piano secondo

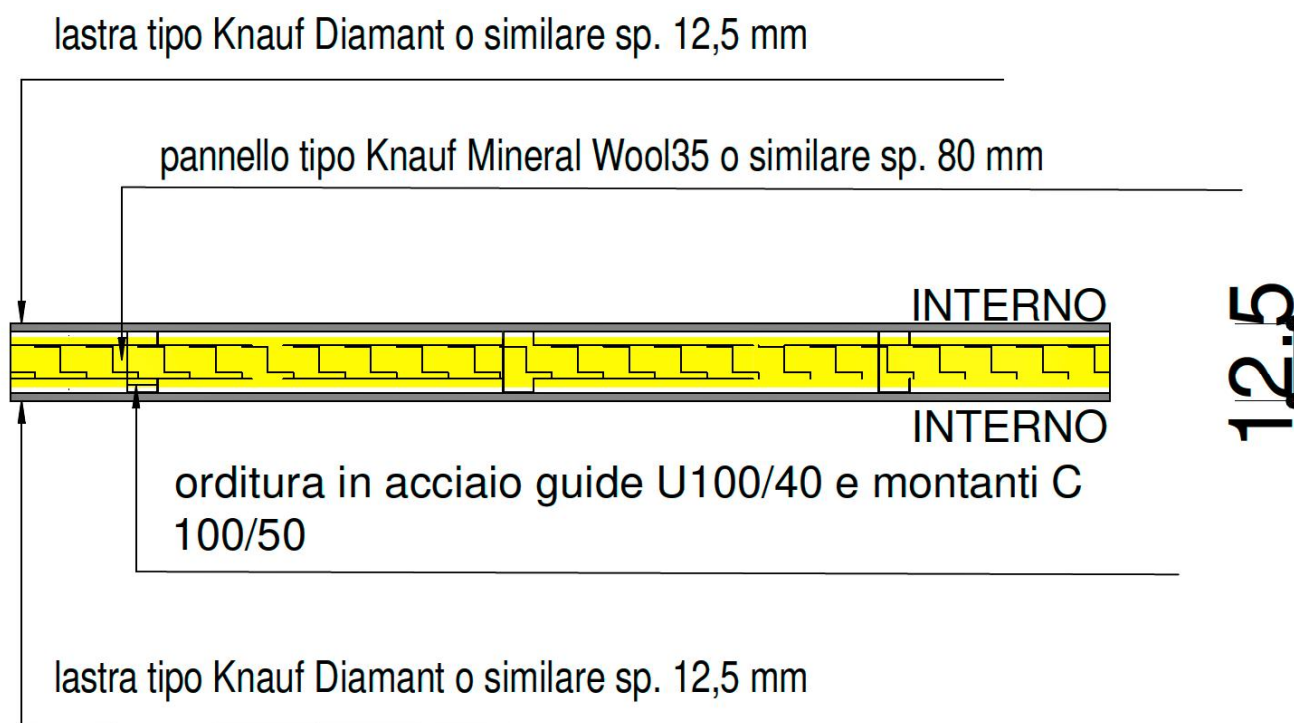


Fig. 4.2 – nuove pareti uffici/studi piano secondo

Isolamento acustico:

In base alla [5] si può prevedere un valore dell'indice di valutazione del potere fonoisolante $R_w = 52,0$ dB.

I dati previsionali presuppongono pareti integre, prive cioè di attraversamenti che possano compromettere l'isolamento acustico e i seguenti accorgimenti importanti.

- ✓ Prima della posa dei profili guida a "U" a pavimento e a soffitto, occorre **applicare il nastro mono/biadesivo di guarnizione isolante** sui profili guida. Fissare i profili guida agli

elementi strutturali adiacenti con idonei sistemi di fissaggio. È necessario seguire scrupolosamente le indicazioni di posa del produttore.

- ✓ applicare il nastro mono/biadesivo di guarnizione isolante anche sul primo e ultimo profilo a “C”, profili la cui schiena è in aderenza alle pareti laterali in laterizio o a eventuali pilastri.

Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti

Il parametro che quantifica l'isolamento acustico fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare è il $D_{nT,w}$ (indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti).

Per edifici scolastici il requisito prestazionale da soddisfare è:

$$D_{nT,w} \geq 50.0 \text{ dB}$$

$$D_{nT,w} = R'_w + 10 \log (0.16V/T_0 S) \approx R'_w + 10 \log (V/3S) \quad [2]$$

Con: R'_w Potere fonoisolante apparente dell'elemento di separazione;
 V Volume dell'ambiente ricevente (m^3);
 T_0 0,5 (s);
 S Area elemento di separazione (m^2).

La seguente tabella indica il valore del parametro $D_{nT,w}$ calcolato per i diversi ambienti.

Piano	Ambiente emittente	Ambiente ricevente	$D_{nT,w}$ [dB]	Conformità
primo	P1-01 lab.biologia1	P1-02 lab.biologia2	66.5	SI
primo	P1-02 lab.biologia2	P1-01 lab.biologia1	65.5	SI
primo	P1-02 lab.biologia2	P1-03 lab.ocean.	62.5	SI
primo	P1-03 lab.ocean.	P1-02 lab.biologia2	64.0	SI
primo	P1-02 lab.biologia2	P1-07 lab.microsc.scura	64.5	SI
primo	P1-07 lab.microsc.scura	P1-02 lab.biologia2	67.5	SI
primo	P1-03 lab.ocean.	P1-04 lab.biologia Bigea	64.5	SI
primo	P1-04 lab.biologia Bigea	P1-03 lab.ocean.	62.0	SI
primo	P1-04 lab.biologia Bigea	P1-04 lab.microsc. Bigea	63.0	SI
primo	P1-04 lab.microsc. Bigea	P1-04 lab.biologia Bigea	66.5	SI
primo	P1-09 lab.chimica analitica	P1-04 lab.chimica strumentale	66.0	SI
primo	P1-04 lab.chimica strumentale	P1-09 lab.chimica analitica	62.0	SI
secondo	P2-01 ufficio	P2-02 ufficio	57.5	SI
secondo	P2-02 ufficio	P2-01 ufficio	54.5	SI
secondo	P2-01 ufficio	P2-10 ufficio	53.0	SI
secondo	P2-10 ufficio	P2-01 ufficio	55.5	SI
secondo	P2-06 research board	P2-03 ufficio	58.0	SI
secondo	P2-03 ufficio	P2-06 research board	54.0	SI
secondo	P2-09 ufficio	P2-11 ufficio	53.0	SI
secondo	P2-11 ufficio	P2-09 ufficio	53.0	SI

Tab. 4.3 – calcolo $D_{nT,w}$ tra nuovi ambienti

Tra nuovi ambienti e vani comuni, per garantire una "prestazione buona" (tab. 3.5) è necessario e sufficiente che la porta di ingresso sia dotata di un potere fonoisolante pari ad almeno $R_w = 28$ dB al piano primo e $R_w = 32$ dB al piano secondo.

4.2 TEMPO DI RIVERBERO

I fattori che intervengono nella resa acustica di un ambiente sono molteplici: la dimensione, la forma, le superfici della sala e i materiali applicati, gli arredi, le persone, ecc.

Una delle grandezze più importanti che caratterizzano un ambiente dal punto di vista del suono è il *tempo di riverbero* che misura la persistenza del suono in un ambiente chiuso, dopo che la sorgente sonora ha cessato di irradiare, a causa della riflessione del suono stesso sulle pareti.

La grandezza standard che viene utilizzata per questa stima viene indicata con il simbolo RT_{60} . Per definizione l' RT_{60} è il tempo necessario, in secondi, perché la pressione acustica scenda a 10^{-6} volte il suo valore originario (ovvero diminuisca di 60 dB) dopo che la sorgente ha cessato di irradiare.

$$RT_{60} = 0,161 \frac{V}{\alpha_1 S_1 + \dots + \alpha_n S_n} \quad [1]$$

Con: V = Volume del locale (m^3);
 α = coefficiente di assorbimento acustico della superficie i-esima;
 S = area della superficie i-esima (m^2). Il calcolo è esteso a tutte le superfici fisse di contorno, pavimenti e soffitti inclusi, mobili e persone presenti.

Ad ogni superficie dell'ambiente S_i , o porzione di essa, si associa una grandezza denominata "assorbimento acustico" α_i che descrive le proprietà fisiche della superficie rispetto al suono su di essa incidente.

α è un numero che varia tra 0 e 1: 0 indica assenza di assorbimento (superficie totalmente riflettente), 1 indica assorbimento totale (assenza di riflessione). 0 e 1 sono valori ideali in quanto non esistono superfici che siano completamente assorbenti o completamente riflettenti.

A prescindere dalle specifiche leggi vigenti che non sempre trovano applicazione nelle diverse destinazioni d'uso, il tempo di riverberazione ottimale per un locale può essere ipotizzato basandosi su diagrammi come quello riportato nelle figure seguenti, oppure utilizzando formule matematiche.

Per l'edilizia scolastica, la UNI 11532-2 indica il tempo di riverbero ottimale in funzione della destinazione d'uso e del volume dell'ambiente.

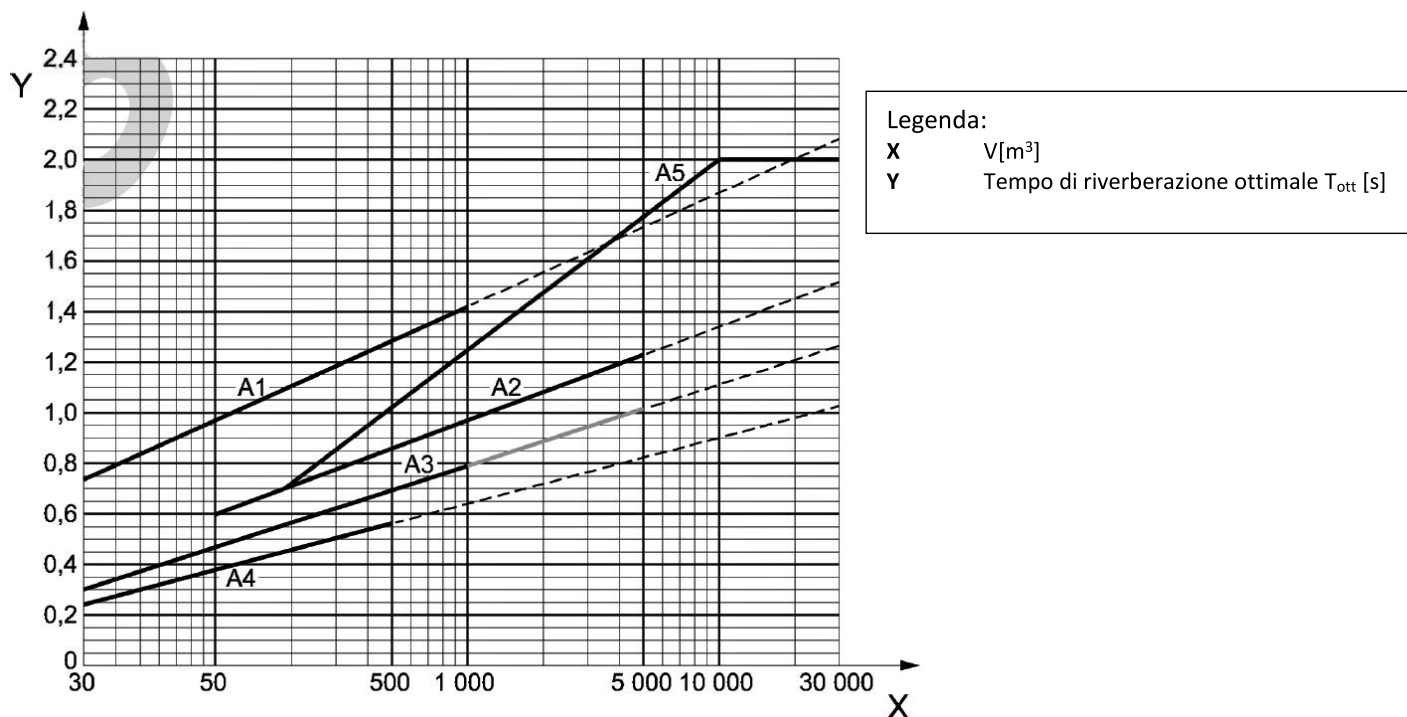


Fig. 4.3 - Tempo di riverberazione ottimale (500 Hz)

Nel caso specifico, i nuovi ambienti rientrano nella categoria A6.

La prestazione da conseguire è indicata in tab. 3.7 in funzione dell'area di assorbimento acustico. I valori di riferimento sono considerati nello stato arredato e non occupato.

In linea di principio, è consigliabile distribuire uniformemente le superfici e gli elementi assorbenti sulle superfici dell'ambiente o nell'ambiente (elementi assorbenti possono essere appositi materiali da applicare per esempio a soffitto o a controsoffitto, tendaggi, sedie imbottite).

Generalmente per ottemperare alle prescrizione del D.M. 23 giugno 2022 "Criteri ambientali minimi", per ambienti di dimensione limitata come quelle in progetto rientranti nella categoria A6, è sufficiente l'arredo (tavole, sedie, librerie).

Nel caso in cui da collaudo finale emergessero criticità è sufficiente l'applicazione di pannelli fonoassorbenti in limitata quantità per eliminare le criticità.

Ad es. pannelli in fibre di poliestere a densità differenziata lungo lo spessore, spessore nominale 45 mm e massa superficiale nominale 1,8 kg/m².

I pannelli sono presenti in commercio con diverse dimensioni, forme, e colori, ad esempio:

Formato rettangolare, in cm: 50 x 70 / 70 x 100 / 100 x 140 / 140 x 200

Formato circolare, in cm: Ø 45 cm / Ø 65 cm / Ø 85 cm / Ø 125 cm

Possono essere installati in aderenza a parete (mediante velcro o colla) o a sospensione a soffitto a "isola" o a "baffle" (mediante ganci in acciaio zincato).

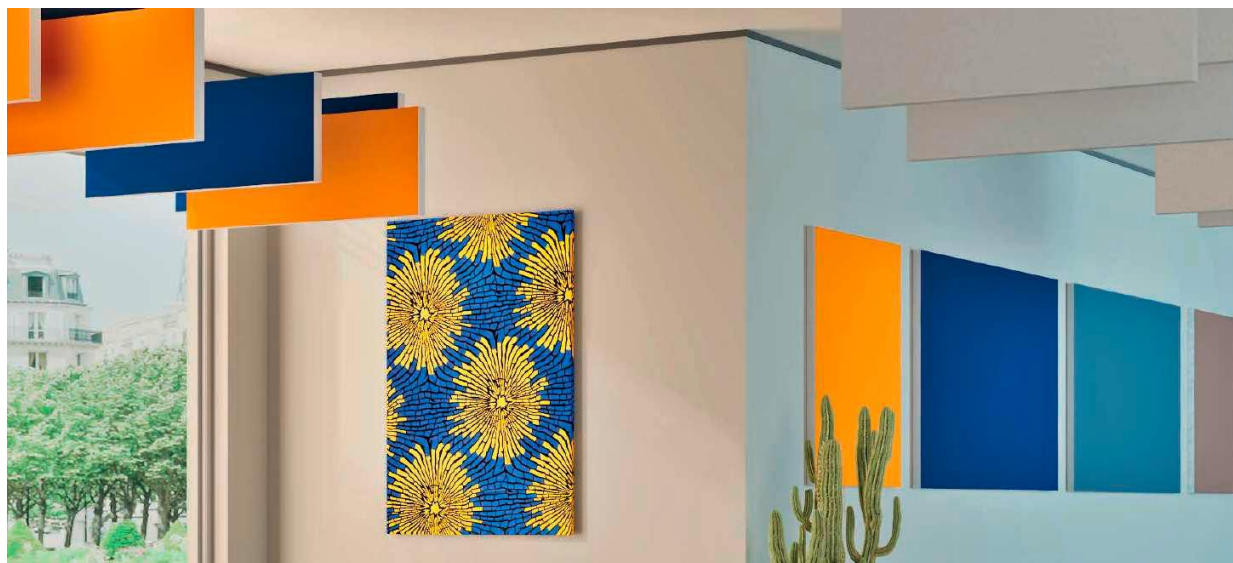


Fig. 4.4 – esempio di applicazione pannelli fonoassorbenti a parete o a soffitto a "baffle"



Fig. 4.5 – esempio di applicazione pannelli fonoassorbenti a soffitto a "isola"

Un esempio è riportato nella seguente tabella dove sono indicati i coefficienti di assorbimento acustico utili per il calcolo.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Pannello in ISOLFIBTEC STL sp. 45 mm:	0,25	0,50	0,85	1,00	1,00	0,90

Tab. 4.4 -esempio di pannello fonoassorbente e relativi coefficienti α di assorbimento acustico

Il trattamento può essere eseguito applicando i pannelli in modo uniforme a soffitto.

5 VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO DEI NUOVI IMPIANTI TECNOLOGICI

Nelle seguenti figure sono indicate le macchine poste in copertura che possono produrre impatto acustico in ambiente esterno e verso altri ambienti abitativi.

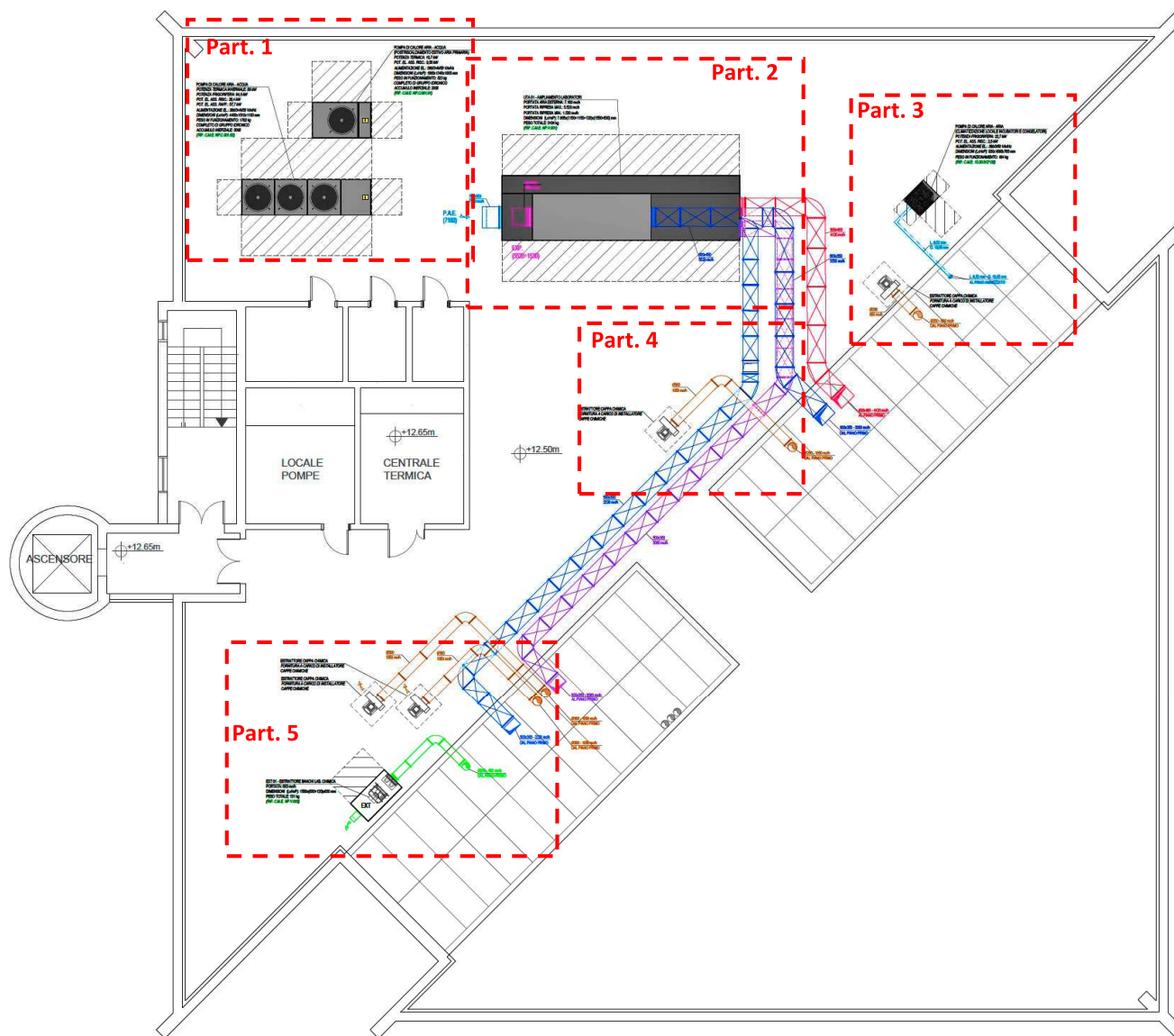
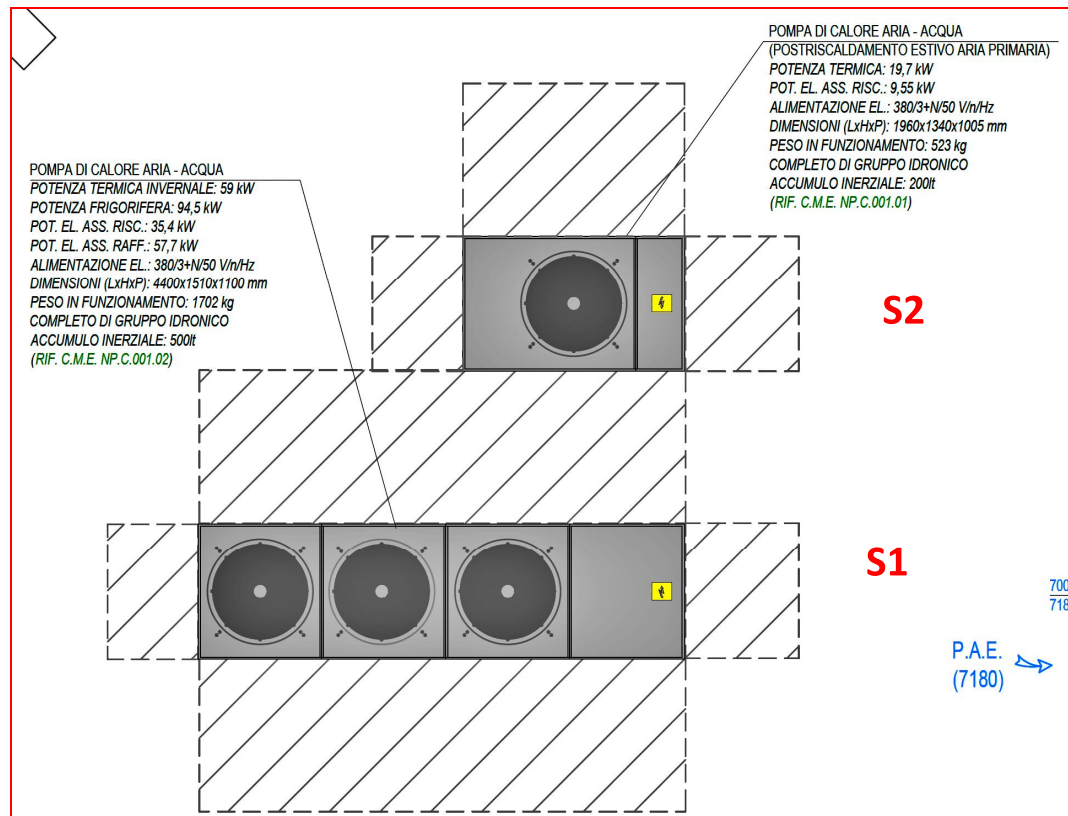
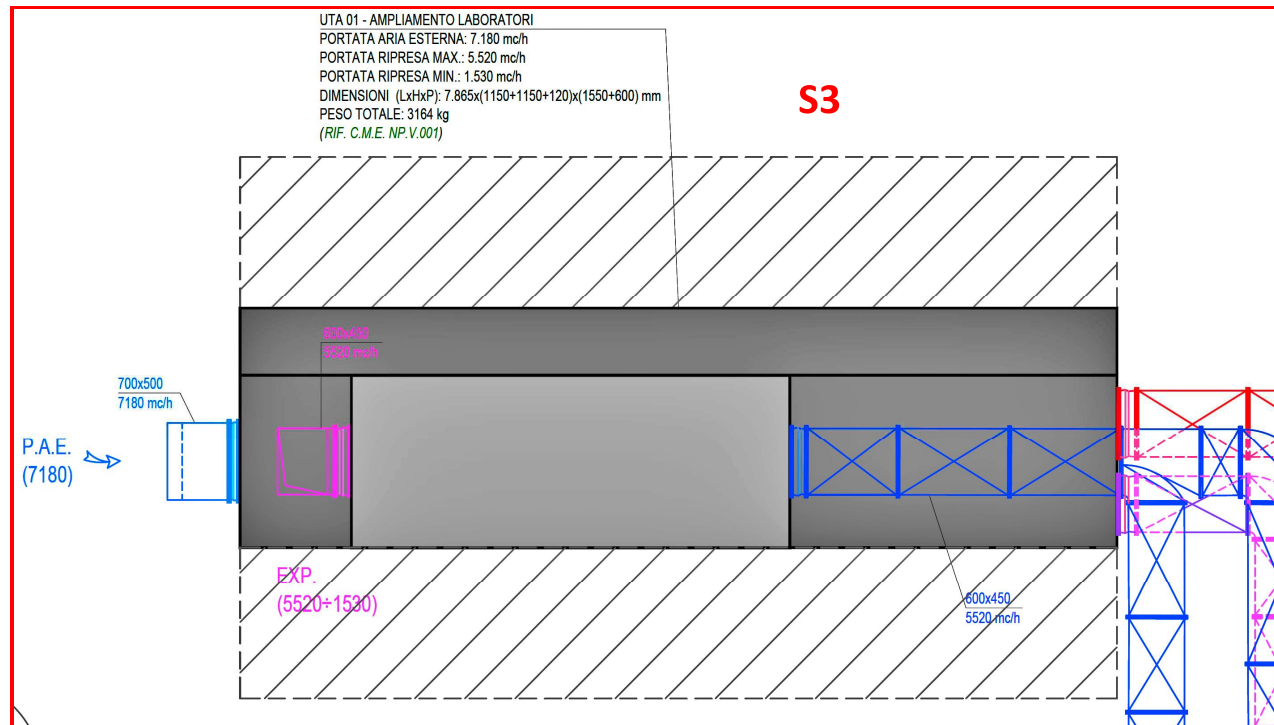


Fig. 5.1 – pianta copertura

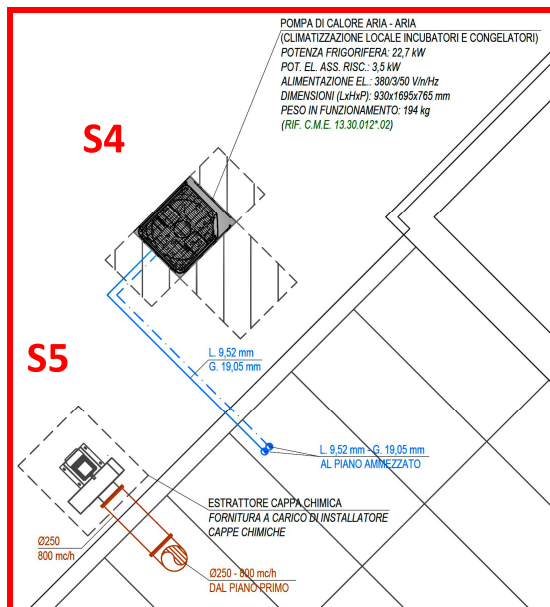
Particolare 1



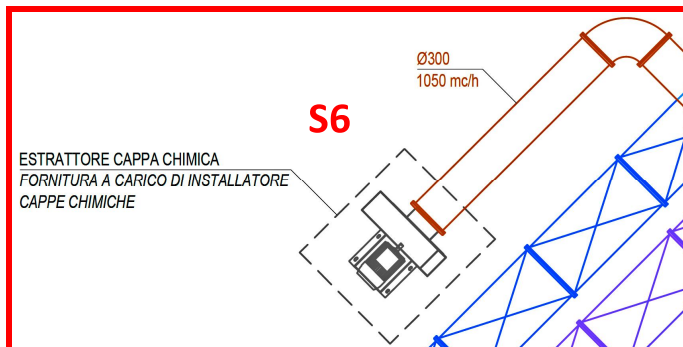
Particolare 2



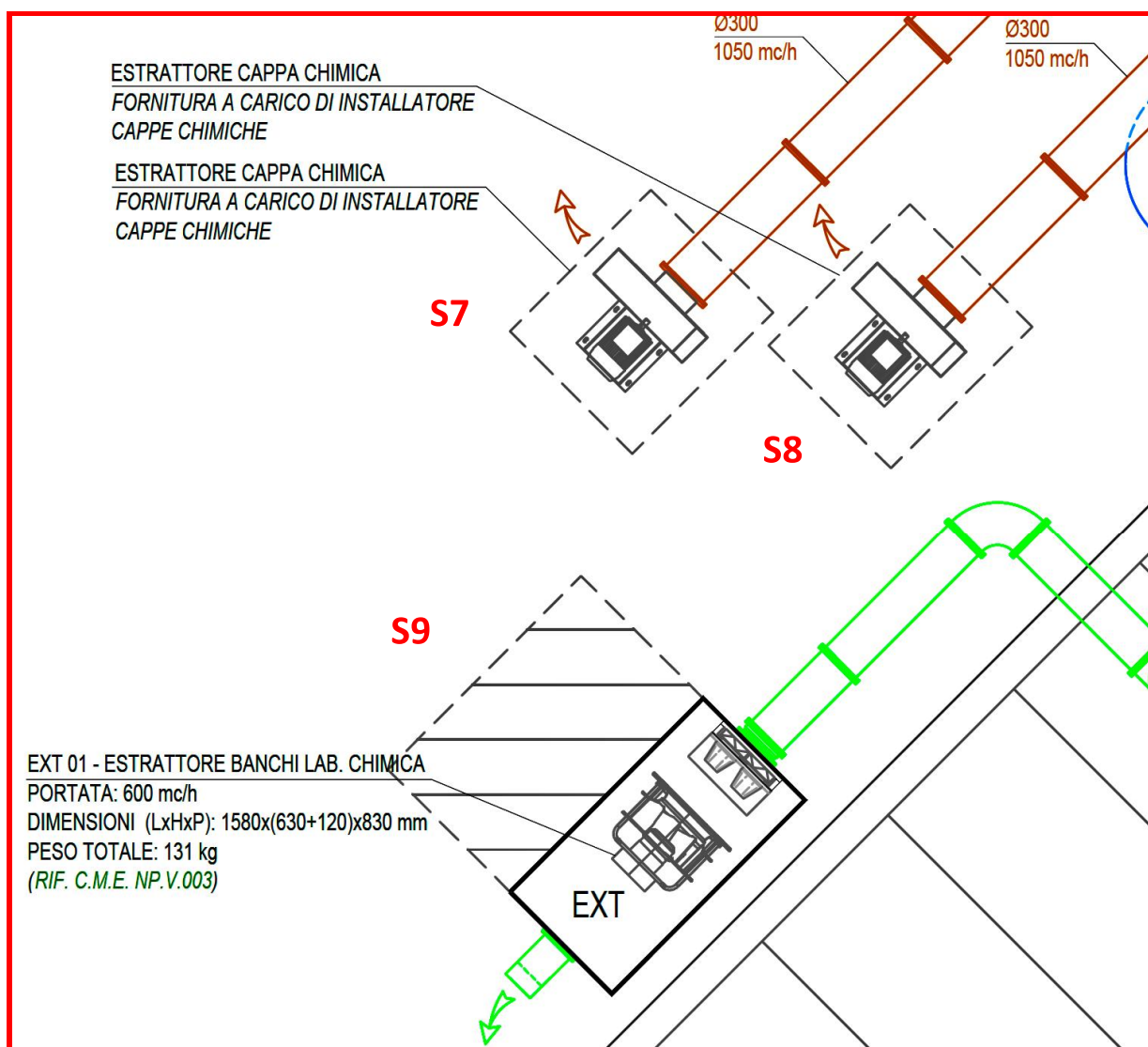
Particolare 3



Particolare 4



Particolare 5



Livelli di rumore impianti.

Particolare 1.

➤ **S1** - Pompa di calore Aria – Acqua Clivet WiSAN-YSE1 40.2

LIVELLI SONORI									
Livello di Potenza Sonora: Hz								Livello di Pressione Sonora	Livello di Potenza Sonora
Bande d'ottava (Hz)									
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)	dB(A)
61.0	69.0	72.0	77.0	81.0	75.0	70.0	62.0	65.0	83.0

i livelli sonori si riferiscono ad unità a pieno carico, nelle condizioni nominali di prova.

Il livello di pressione sonora è riferito ad 1 m di distanza dalla superficie esterna dell'unità funzionante in campo aperto.

Livelli di potenza sonora determinati mediante il metodo intensimetrico (UNI EN ISO 9614-2)

➤ **S2** - Pompa di calore Aria – Acqua Clivet WiSAN-YSE1 14.1

LIVELLI SONORI									
Livello di Potenza Sonora: Hz								Livello di Pressione Sonora	Livello di Potenza Sonora
Bande d'ottava (Hz)									
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)	dB(A)
56.0	63.0	68.0	71.0	75.0	69.0	62.0	51.0	61.0	77.0

i livelli sonori si riferiscono ad unità a pieno carico, nelle condizioni nominali di prova.

Il livello di pressione sonora è riferito ad 1 m di distanza dalla superficie esterna dell'unità funzionante in campo aperto.

Livelli di potenza sonora determinati mediante il metodo intensimetrico (UNI EN ISO 9614-2)

Particolare 2.

➤ **S3** - UTA 01 – Nuovi laboratori

Sezione di mandata – potenza sonora L_w

	dB(A)	F [Hz]							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
BOCCA DI ASPIRAZIONE (PAE)	76	69	76	78	75	68	65	58	55
BOCCA DI MANDATA	64	70	75	67	58	53	51	51	53
ATTRAVERSO PANNELLATURE	72	66	75	74	66	66	66	49	37

Sezione di ripresa – potenza sonora L_w

	dB(A)	F [Hz]							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
BOCCA DI ASPIRAZIONE (RIPRESA)	46	59	56	51	42	33	28	29	31
BOCCA DI ESPULSIONE (EXP)	80	67	71	76	74	75	74	70	67
ATTRAVERSO PANNELLATURE	63	57	61	64	57	59	57	40	31

Estrattore – sezione di mandata – potenza sonora L_w

	dB(A)	F [Hz]							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
BOCCA DI ASPIRAZIONE	57	61	68	56	54	49	44	37	26
BOCCA DI MANDATA	65	62	73	61	60	61	56	49	43
ATTRAVERSO PANNELLATURE	57	60	71	53	46	48	43	24	20

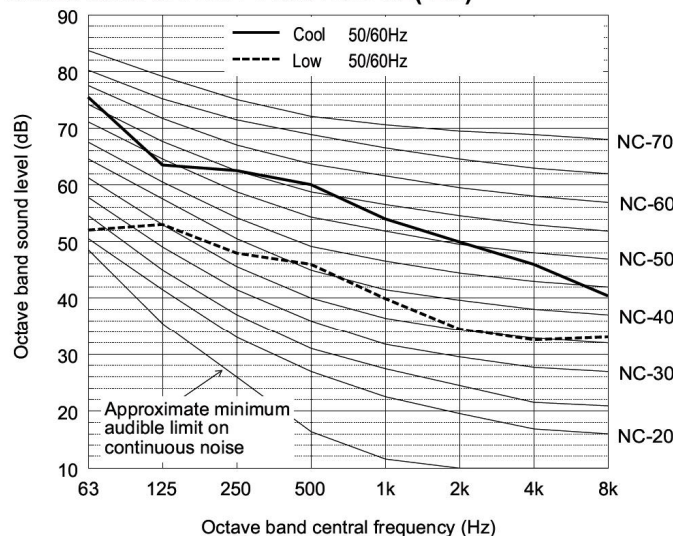
Particolare 3.

- **S4** - VRV pompa di calore aria – aria Mitsubishi PUHY-P300YNW-A2 (-BS)

Sound pressure level (measured in anechoic room) *4, 5	dB <A>	61.0/64.5
Sound power level (measured in anechoic room) *4	dB <A>	80/84

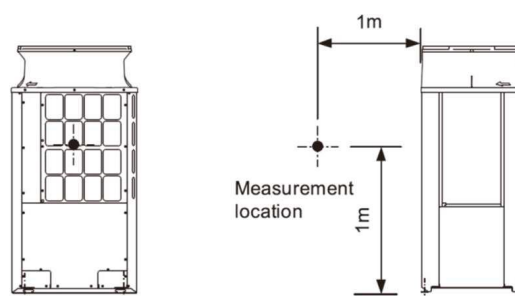
*4 – Cooling mode/Heating mode

Sound level of PUHY-P300YNW-A2(-BS)



		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB(A)
Standard Cooling	50/60Hz	75.5	63.5	62.5	60.0	54.0	50.0	46.0	40.5	61.0
Low noise mode	50/60Hz	52.0	53.0	48.0	46.0	40.0	34.5	32.5	33.0	47.0

When Low noise mode is set, the A/C system's capacity is limited. The system could return to normal operation from Low noise mode automatically in the case that the operation condition is severe.



Particolare 3 – 4 -5.

- **S5 – S6 – S7 – S8 – S9** - Estrattori cappe tipo Vortice CRC-R 20/2T

Dati tecnici e prestazionali

Classe Motore	F	Temp. ambiente max funzionamento continuativo (°C)	60
Corrente Assorbita a 230 V (A)	1	Temperatura aria aspirata max (°C)	70
Corrente Assorbita a 400 V (A)	0,55	Tensione (V)	230/400
Diametro Nominale Condotto (mm)	160	Portata max (l/s)	649
Frequenza (Hz)	50	Portata max (m³/h)	1103,7
Grado Protezione IP	55	Potenza sonora Lw [dB(A)]	83,8
Numero Poli	2	Pressione max (mmH2O)	44,5
Peso (Kg)	9	Pressione max (Pa)	436,1
Potenza assorbita max (W)	160,8	Pressione Sonora Lp [dB (A)] 3m	63,8
		RPM	2710

5.1 ACCORGIMENTI IN FASE DI PROGETTAZIONE PER LIMITARE LA RUMOROSITÀ DEGLI IMPIANTI.

Per quanto riguarda il rumore interno all'edificio derivante dalle reti di distribuzione impiantistiche, si fanno proprie tutte le prescrizioni indicate dal progettista degli impianti meccanici nel *Disciplinare tecnico e prestazionale degli elementi tecnici* al capitolo 5 – “prescrizioni acustiche reti di distribuzione”.

Altri accorgimenti:

È indubbio che la **verifica acustica degli impianti di climatizzazione** sia un processo a valle della progettazione impiantistica, intesa come scelta dei generatori, della rete di distribuzione dei fluidi (idronica o aeraulica) e dei terminali in ambiente, atti a garantire le condizioni comfort termoigrometrico negli ambienti. Tuttavia diventa fondamentale in fase di progettazione e dimensionamento adottare tutti gli **accorgimenti** che consentono di limitare la propagazione del rumore negli ambienti e verso l'esterno. Di seguito alcune indicazioni di base da tener presente in fase di progettazione.

Pompe di calore, gruppi frigo condensati ad aria, sistemi roof-top, torri evaporative. Queste macchine generalmente installate sulla copertura dell'edificio o in ambiente esterno, possono creare elevato impatto acustico in ricettori limitrofi. In questi casi diventa fondamentale *studiare la posizione corretta della macchina*, considerando anche la diversa direttività sonora che possono presentare. Se il criterio di avere una distanza elevata tra sorgente e ricevitore non può essere rispettato occorre *intervenire con schermature acustiche* opportunamente dimensionate sia in altezza che in larghezza per limitare il fenomeno di diffrazione. In questi casi occorre verificare le distanze minime della barriera dal macchinario, dichiarate dal produttore, al fine di garantire i corretti flussi di aria e non pregiudicare le prestazioni termiche.

Elettroventilatori di unità trattamento aria o di estrazione. Posizionati in esterno o installati all'interno dei locali, deve essere valutato con attenzione sia il loro impatto verso l'esterno sia la propagazione del rumore nelle canalizzazioni fino agli ambienti interni serviti. Il ventilatore deve essere scelto affinché possa funzionare il più possibile vicino al punto di massimo rendimento e nel caso di ventilatori che operano a velocità variabile questo deve corrispondere ad una portata corrispondente al 70-80% della massima capacità.

Unità terminali (diffusori aria, ventilconvettori). Hanno un impatto notevole sul rumore in ambiente. Il loro corretto dimensionamento e la posizione in ambiente risultano determinanti per il comfort acustico degli ambienti indoor. Nel caso dei ventilconvettori può essere opportuno in alcuni casi, per limitare la potenza acustica irradiata, effettuare un *sovradimensionamento dal punto di vista della resa termica/frigorifera in modo da far lavorare il terminale sempre a bassa velocità*. Nel caso invece dei diffusori o griglie di estrazione il rumore immesso è una combinazione del rumore proveniente dal ventilatore presente a monte delle canalizzazioni e della rumorosità correlata al diffusore, a volte peggiorato dalla presenza di apparecchiature di intercettazione e regolazione, come cassette VAV o serrande tagliafuoco.

Tra i terminali rientrano anche i sistemi di ventilazioni meccanica localizzati posti spesso in facciata o in corrispondenza degli infissi. Per questi sistemi è bene valutare e confrontare i valori dichiarati di potenza acustica in funzione delle effettive portate di aria. Pur trattandosi di valori contenuti, possono risultare disturbanti nel caso di posizione in ambiente molto vicine alle macchine.

Canalizzazioni. Oltre alla funzione primaria di trasporto dell'aria, la rete di canalizzazione assume un ruolo importante nella propagazione del rumore dalla macchina di trattamento

fino ai diffusori. La lunghezza e la tortuosità del circuito contribuiscono in generale ad attenuare il rumore generato a monte dal ventilatore con maggiore efficacia per condotti a sezione rettangolare e di ridotte dimensioni trasversali. Tuttavia, occorre prestare molta attenzione al rumore "autoindotto" dal flusso di aria: le turbolenze create dalla velocità elevata di attraversamento e dalla presenza di discontinuità può determinare effetti indesiderati e non preventivati in fase iniziale. In tal senso è opportuno, soprattutto nei tratti secondari di attraversamento di locali di soggiorno e nelle diramazioni finali ai diffusori, adottare sezioni che consentano una bassa velocità di attraversamento (inferiore a 2 m/s), deviazioni con grandi raggi di curvatura, passaggi gradualmente di sezione. Tali accorgimenti, previsti già in fase di progettazione consentono anche di avere minori perdite di carico con ulteriori vantaggi sul funzionamento del ventilatore.

Tubazioni di scarico. Le principali aziende del settore forniscono oggi prodotti realizzati con materiali multistrato che consentono di smorzare le vibrazioni indotte dal passaggio dei fluidi. Oltre a questo, si può intervenire evitando il contatto diretto della tubatura con le pareti limitando le connessioni ad agganci puntuali con eventuale rivestimento della tubazione con materiali smorzanti.

Componenti idro-sanitari. Il getto dell'acqua piuttosto che il carico e scarico dell'acqua dalla cassetta dei WC risultano disturbanti non solo verso gli alloggi adiacenti ma anche all'interno dello stesso appartamento. In questi casi occorre desolarizzare i sistemi dalle strutture (solai e murature) tramite tappetini elastici, soprattutto quando sono fissati o incassati a pareti leggere.

5.2 RICETTORI

I ricettori più esposti alle immissioni sonore degli impianti tecnologici sono rappresentati dagli edifici residenziali situati in prima fila lungo Viale Adriatico, come illustrato nelle seguenti figure.

Tutti i ricettori sono collocati, nel piano di zonizzazione acustica comunale, in **Classe IV** (aree di intensa attività umana).

I limiti di immissione sono i seguenti

- Periodo diurno (06.00 – 22.00): 65 dB(A)
- Periodo notturno (22.00 - 06.00): 55 dB(A)

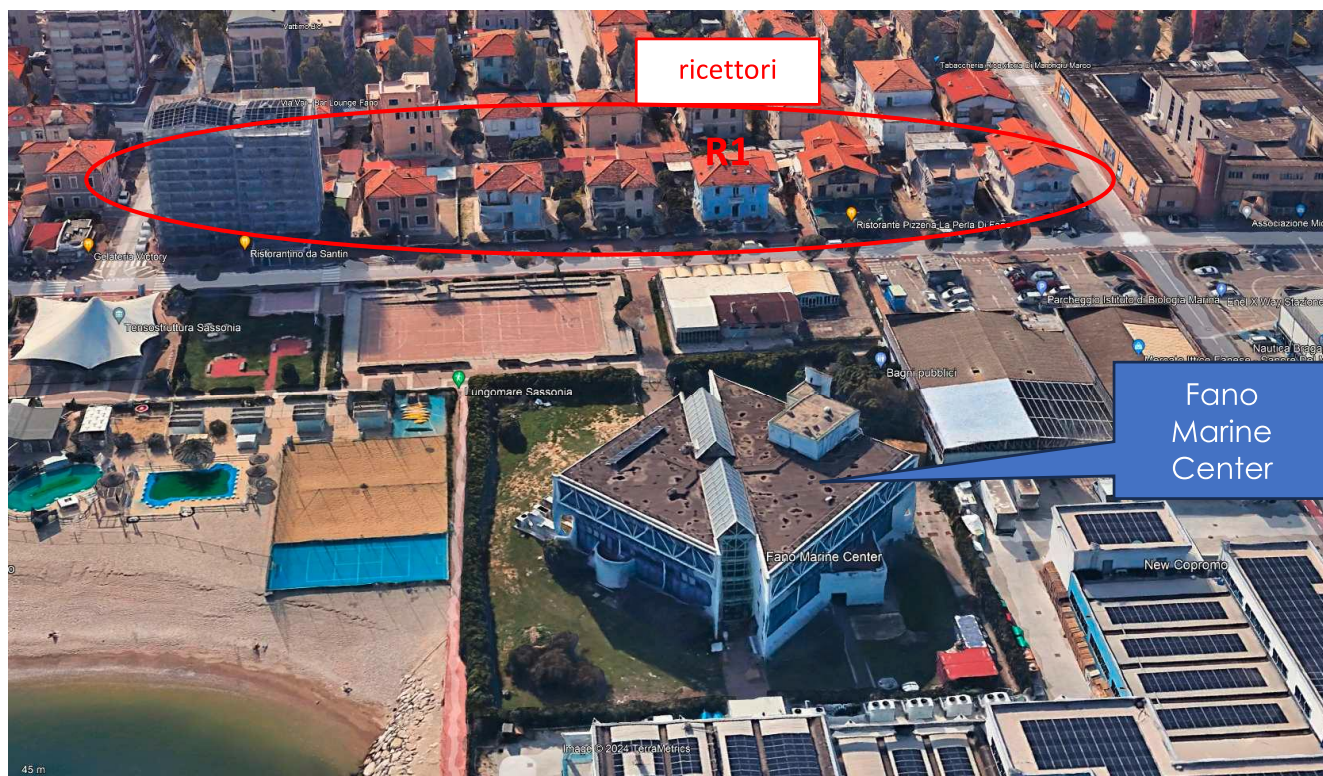


Fig. 5.2 – ricettori più esposti (fonte Google Earth)



Fig. 5.3 – ricettori più esposti lungo Viale Adriatico



Fig. 5.4 – ricettori più esposti lungo Viale Adriatico

5.3 VALUTAZIONE DEL RUMORE RESIDUO.

In data martedì 23/07/2024 è stata eseguita una misura fonometrica in ambiente esterno al fine di valutare il rumore residuo ante operam in corrispondenza dei ricettori.

Le misure sono state effettuate con la strumentazione indicata in tabella 5.1. In allegato sono riportati i certificati di taratura.

Il fonometro è stato collegato mediante cavo di prolunga di 10 metri alla sonda microfonica dotata di cuffia antivento.

La strumentazione di misura soddisfa le specifiche di cui alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 ed EN 60804/1994.

Prima e dopo ogni ciclo di misura la strumentazione è stata controllata con il calibratore senza riscontrare differenze superiori a 0,5 dB, limite massimo consentito dalla normativa.

Le misure sono state effettuate in conformità a quanto previsto dal Decreto 16/3/98. Come prescrive la legge, l'indagine è stata condotta in assenza di vento significativo (velocità < 5 metri/secondo) e precipitazioni atmosferiche, in condizioni ambientali normali.

Di seguito si riportano, per il punto di misura, una descrizione dei luoghi, la documentazione fotografica, i risultati delle misure fonometriche e il grafico della storia temporale del livello sonoro.

L'analisi delle misure è stata estesa anche ad altri descrittori, quali i livelli percentili L95, L50 e L5. I livelli percentili rappresentano i livelli L(A) superati per prefissate percentuali N del tempo di misurazione. In particolare, L95 rappresenta il livello L(A) superato per il 95% del tempo di misurazione e in riferimento a misure di clima acustico può essere usato come descrittore del rumore di fondo dell'area, cioè *<<quel complesso di suoni di origine varia e spesso non identificabili, continui e caratteristici del luogo, sui quali s'innestano di volta in volta rumori più intensi prodotti da voci, veicoli ecc.>>*.

Punto di misura P1

In ambiente esterno, a distanza di circa 6 metri dal bordo stradale di Viale Adriatico.

Altezza di misura: 4 metri circa.

Data: 23/07/2024

TM: 15.57 – 16.12

Periodo di riferimento: diurno

Note:

Traffico stradale abbastanza sostenuto, passaggio di 3 mezzi pesanti in 30 minuti; velocità di percorrenza entro i limiti urbani.

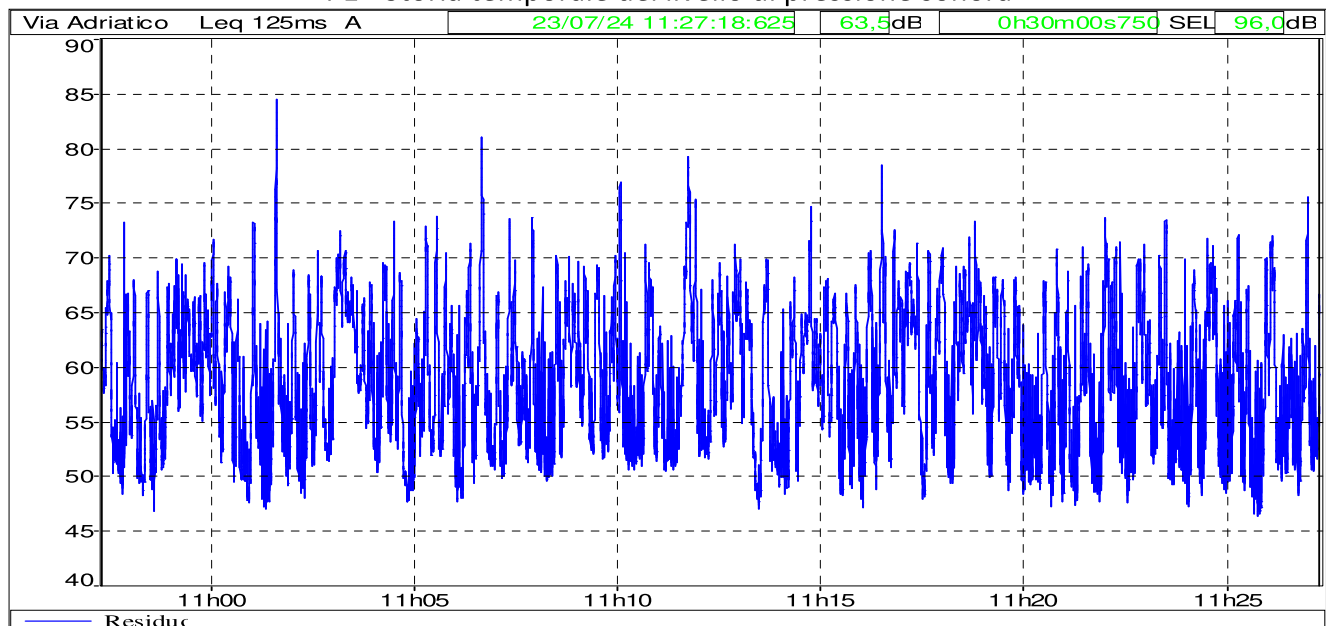


Fig. 5.5, 5.6 - punto di misura

RISULTATI

File	FANO_240723_105718000.CMG					
Ubicazione	Via Adriatico					
Tipo dati	Leq					
Pesatura	A					
Inizio	23/07/24 10:57:18:000					
Fine	23/07/24 11:27:18:750					
	Leq					
Sorgente	Sorgente	Lmin	Lmax	L90	L50	L5
	dB	dB	dB	dB	dB	dB
Residuo	63,5	46,3	84,5	50,3	57,6	68,9

P1 - Storia temporale del livello di pressione sonora



Il risultato complessivo è il seguente.

TR	L _{Aeq} TR	Limite Classe IV	conforme
DIURNO	63.5	65.0	SI

Tab. 5.1 - risultati delle misure fonometriche (valori arrotondati a 0.5 dB)

Il livello misurato può essere assunto come valore di riferimento del livello equivalente in facciata ai ricettori (facciata rivolta verso il Fano marine Center).

In periodo notturno, è ipotizzabile una sensibile riduzione del livello equivalente a causa della riduzione del traffico stradale. Si ipotizza cautelativamente $L_{eq-N} \leq 53,5 \text{ dB(A)}$.

5.4 CALCOLO LIVELLI SONORI POST OPERAM

Si calcola dapprima il contributo di rumore di ogni sorgente sonora in facciata agli edifici ricettori.

Si considera l'edificio ricettore più vicino alla copertura del Centro, rappresentato dall'edificio residenziale di due piani indicato come "R1" in figura 5.2.

La seguente tabella riporta la distanza ricettore – sorgente e il relativo contributo sonoro.

R1	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	totale
Distanza [m]	94	95	99	109	105	97	84	85	83	
Contributo [dB(A)]	35,3	29,2	33,9	35,0	32,9	33,6	34,9	34,8	35,0	43,7

Tab. 5.2 – distanza sorgenti – ricettore e contributo rumorosità

Nella seguente tabella sono indicati i tempi di attivazione stimati in modo cautelativo delle sorgenti sonore suddivisi per il periodo diurno e notturno.

TR	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
diurno 06.00 - 22.00	12	12	16	16	4	4	4	4	4
notturno 22.00 – 06.00	4	4	8	8	0	0	0	0	0

Tab. 5.3 – tempi di attivazione in ore delle sorgenti

Infine, nella seguente tabella è indicato il contributo di rumorosità al ricettore in termini di livello equivalente L_{Aeq} per il periodo diurno e per il periodo notturno.

TR	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	totale
diurno 06.00 - 22.00	34,1	28,0	33,9	35,0	26,9	27,6	28,9	28,8	29,0	40,9
notturno 22.00 – 06.00	32,3	26,2	33,9	35,0	0	0	0	0	0	38,9

Tab. 5.4 – contributo rumorosità al ricettore in L_{Aeq}

Calcolo livello assoluto di immissione post operam.

Considerando il livello di rumore residuo e il contributo delle nuove sorgenti di rumore, si ottengono i risultati indicati nella seguente tabella.

R1	Livello assoluto di IMMISSIONE [dB(A)]	limite Classe IV [dB(A)]	Conforme
PERIODO DIURNO (06.00 – 22.00)	63.5	65.0	SI
PERIODO NOTTURNO (22.00 – 06.00)	≤ 53.5	55.0	SI

Tab. 5.5 – livelli equivalenti assoluti di immissione post operam

Il livello di immissione è pari al rumore residuo a causa dell'elevato livello equivalente già presente allo stato di fatto.

Calcolo livello differenziale di immissione.

Il livello differenziale di immissione deve essere valutato all'interno dell'ambiente abitativo più disturbato (nel caso specifico il ricettore R1), a finestre aperte e chiuse. Considerando che il disturbo proviene dall'esterno, si considera la condizione più gravosa, che corrisponde alla situazione a finestre aperte. Avvalorato da dati sperimentali, è noto che all'interno di un ambiente a finestre aperte, il livello di pressione sonora risulta inferiore di 3 - 6 dB rispetto al livello misurato in facciata. Poiché le stesse considerazioni valgono sia per il rumore residuo che per il rumore ambientale, la differenza non cambia.

Il criterio è applicabile se il livello di rumore ambientale misurato a finestre aperte è superiore a 50 dB(A) in periodo diurno e a 40 dB(A) in periodo notturno.

Inoltre, il livello differenziale di immissione si calcola negli intervalli di tempo (almeno 15 minuti) in cui il rumore residuo è più basso, che corrisponde normalmente alle prime o ultime ore diurne per il periodo di riferimento diurno e per le ore centrali della notte per il periodo di riferimento notturno.

Per esperienza, considerato il sito in esame e misure di repertorio in ambiti urbani simili, si può assumere cautelativamente come rumore residuo minimo un livello di 6 dB(A) inferiore rispetto ai livelli equivalenti sui TR.

Considerando inoltre una riduzione di 3 dB all'interno degli ambienti abitativi rispetto al rumore in facciata, si ottengono i risultati indicati nella seguente tabella.

R1 all'interno degli ambienti abitativi	rumore residuo minimo [dB(A)]	rumore ambientale [dB(A)]	differenziale [dB]	limite [dB]	Conforme ?
PERIODO DIURNO (06.00 – 22.00)	54,5	54,7	+0,2	+5.0	SI
PERIODO NOTTURNO (22.00 – 06.00)	44,5	45,2	+0.7	+3.0	SI

Tab. 5.6 – livelli differenziali immissione post operam

Il livello differenziale di immissione è **conforme** alla normativa vigente (D.P.C.M. 14/11/97).

6 CONCLUSIONI

L'intervento riguarda la realizzazione di nuovi laboratori di ricerca presso il Fano Marine Center sito in Viale Adriatico n°1 a Fano (PU).

Nell'applicazione delle leggi in materia di acustica edilizia si distingue tra ambienti oggetto di ristrutturazione totale e ambienti oggetto di ristrutturazione parziale, come da D.M. 23 giugno 2022 ("*Criteri ambientali minimi*").

Le stratigrafie e gli elementi dell'involucro edilizio valutati nella presente relazione tecnica consentono di realizzare un progetto **conforme** al D.M. 23 giugno 2022.

Condizioni fondamentali per ottenere in opera le prestazioni acustiche previste in fase progettuale:

- realizzazione di pareti integre; anche piccoli errori di posa, che possono riguardare le nuove pareti che delimitano i nuovi ambienti possono compromettere notevolmente le prestazioni acustiche attese. È necessario un costante controllo delle maestranze.
- impiantistica certificata e installata come descritto nella presente relazione tecnica;
- ricorso alle norme di buona tecnica.

L'impatto acustico dei nuovi impianti tecnologici verso l'ambiente esterno e altri ambienti abitativi è conforme alla normativa vigente (DPCM 14/11/97 "*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*" così come definiti nel piano di classificazione acustica comunale).

Seguono i seguenti allegati:

- Modelli di calcolo
- Estratto elaborati di progetto
- Strumentazione di misura e certificati di taratura

Riccione, 25/07/2024

Ing. Andrea Paganelli
tecnico competente in acustica
(ENTECA n°5158)

Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del D.lgs. 7 marzo 2005, n. 82
e norme collegate, il quale sostituisce il documento cartaceo e la firma autografa

7 ALLEGATI

7.1 MODELLI DI CALCOLO

L'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione viene definito secondo la seguente formulazione:

$$D_{nT,w} = R'_w + 10 \log (0.16V/T_0 S) \approx R'_w + 10 \log (V/3S) \quad [1]$$

Con: R'_w Potere fonoisolante apparente dell'elemento di separazione;
 V Volume dell'ambiente ricevente (m^3);
 T_0 0,5 (s);
 S Area elemento di separazione (m^2).

Il valore di R'_w resta definito dalla media logaritmica degli indici R_w o D_{nw} ascrivibili ai singoli componenti della facciata (parete opaca, elementi finestrati, cassonetti per tapparelle, prese d'aria, ecc.), computando un termine correttivo per tenere conto delle perdite per trasmissioni laterali:

$$R'_w = -10 \log (\sum S_i 10^{-R_{wi}/10} + \sum A_0 10^{-D_{n,e,wi}/10}) / S_{tot} - K \quad (dB) \quad [2]$$

Con: S_i Superficie dell'i-esimo elemento della parete esposta (m^2);
 S_{tot} Superficie totale della facciata esposta vista dall'interno dell'ambiente ricevente (m^2);
 R_{wi} Potere fonoisolante dell'i-esimo elemento
 $D_{n,e,wi}$ Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto all'assorbimento equivalente del "piccolo elemento" (i), in decibel (dB);
 A_0 Area di assorbimento equivalente di riferimento; per le abitazioni pari a $10 m^2$
 K la correzione relativa al contributo della trasmissione laterale pari a 0, per elementi di facciata non connessi, e pari a 2 per elementi di facciata pesanti con giunti

Per il calcolo previsionale del potere fonoisolante si dovrà fare riferimento a certificazioni di laboratorio o a soluzioni tecniche certificate o ad apposite formule previsionali.

Il metodo di calcolo del potere fonoisolante di una parete si differenzia in funzione della caratteristica strutturale dell'elemento oggetto di studio.

- Pareti in cartongesso: per la previsione del potere fonoisolante si può utilizzare la seguente formula previsionale (fonte IEN valevole per massa entro $80 Kg/m^2$ e spessore inferiore a 30cm) e valutare la densità del cartongesso intorno ai $900 Kg/m^3$:

$$R_w = 20 \log m + 10 \log d + e + 5 \quad \text{singola struttura} \quad (dB) \quad [3]$$

$$R_w = 20 \log m + 10 \log d + e + 10 \quad \text{doppia struttura} \quad (dB) \quad [4]$$

Con: m densità superficiale di una parete semplice, espressa in Kg/m^2
 d spessore dell'intercapedine espresso in cm
 e spessore del pannello fonoassorbente in intercapedine espresso in cm

Per il calcolo del rumore ai ricettori si utilizza la norma ISO 9613/1/2; l'equazione alla base del modello è la seguente:

$$L_p = L_w - 20 \log_{10} r - 11 - 10 \log_{10} 400/pc + D + A_{comb} \quad [5]$$

con L_p Livello di pressione sonora in dB(A)
 L_w Livello di potenza sonora in dB(A)
 r distanza sorgente - ricettore in metri
 D $10 \log Q$, con Q = fattore di direzionalità, assunto pari a 2
 A_{comb} combinazione delle possibili attenuazioni [in dB(A)] dovute ai processi che intervengono nella propagazione (assorbimento dell'aria, effetto suolo,

turbolenza atmosferica, vento, temperatura, indice di direttività dell'emissione sonora, ecc. Anche questo termine dipende dalla distanza r)

Dalla [6], conoscendo il livello di pressione sonora a distanza nota dalla sorgente, si può conoscere il livello di pressione sonora al ricettore:

$$L_{p_{ric}} = L_{ps} - \Delta P_{div} - \Delta P_{comb} \quad [dBA] \quad [6]$$

dove:

- $L_{p_{ric}}$** rappresenta il livello di pressione sonora previsto presso il ricettore considerato (facciata edifici residenziali), espresso in dB(A).
- L_{ps}** Livello di emissione sonora della sorgente, espresso in dB(A) e misurato o calcolato a distanza nota dalla sorgente funzionante alla massima potenzialità.
- ΔP_{div}** = $20 \log_{10} r_2/r_1$ rappresenta il decadimento della pressione sonora per divergenza geometrica, espresso in dB, con r_2/r_1 rapporto fra la distanza di riferimento e la distanza del ricettore.
- ΔP_{comb}** = rappresenta il decadimento della pressione sonora, espresso in dB, per altri fenomeni che intervengono nella propagazione. Nel caso specifico è prevalente l'effetto suolo **A_{ground}** dato che l'ambiente è caratterizzato da terreno poroso con molta vegetazione.

Il campo sonoro generato da una sorgente può essere modificato dalla presenza di ostacoli e superfici riflettenti: se, per esempio, una sorgente puntiforme sferica ($Q = 1$), viene posta su di un piano perfettamente riflettente, si ottiene $Q = 2$ ($D = 3$ dB), come mostra la figura seguente; se viene posta in un angolo, tra due superfici riflettenti, si ottiene $Q = 4$ ($D = 6$ dB), se viene posta in un vertice tra tre superfici, si ottiene $Q = 8$ ($D = 9$ dB).

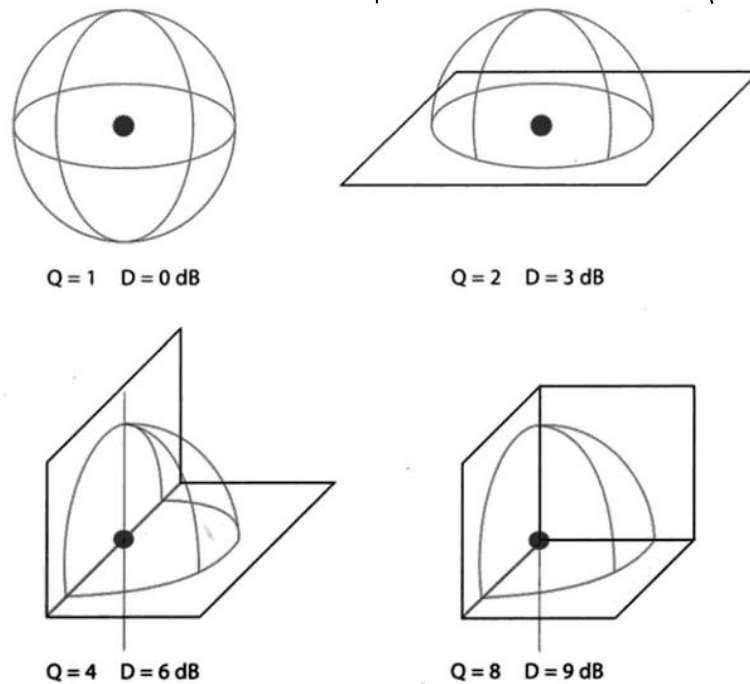


Fig. 7.1 - sorgente sferica: curve, fattori ed indici di direttività

La seguente figura riporta un esempio di calcolo dell'attenuazione dovuta all'effetto del suolo per una tipica superficie erbosa localmente reagente, schematizzata con il modello di Delany e Bazley (1970) e $\sigma = 250$ kPa.s/m². L'altezza della sorgente = 0,3 m. Come si vede, l'effetto è fortemente selettivo in frequenza.

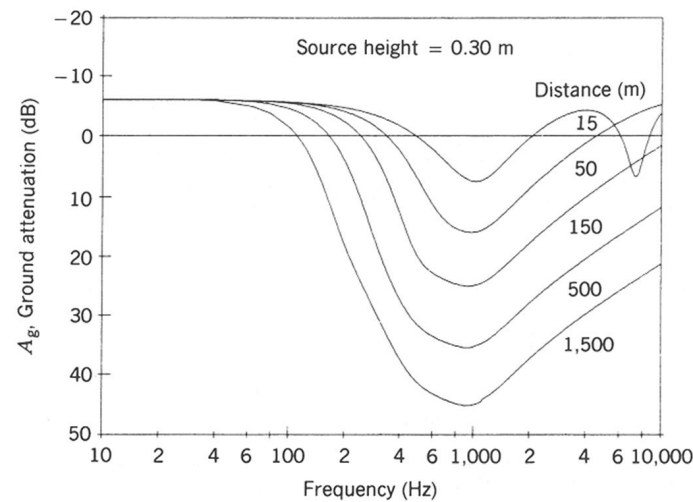


Fig. 7.2 - Attenuazione per effetto del suolo calcolata per una tipica superficie erbosa ($\sigma = 250 \text{ kPa} \cdot \text{s}/\text{m}^2$) e per varie distanze in orizzontale tra sorgente e ricevitore. Altezza del ricevitore $h_r = 1,2 \text{ m}$. Altezza della sorgente $h_s = 0,3 \text{ m}$ (da Sutherland e Daigle, 1997).

Svolgendo i calcoli necessari, sarà pertanto possibile giungere alla determinazione dei livelli di pressione sonora attesi presso i diversi ricettori considerati.

PIANO SECONDO

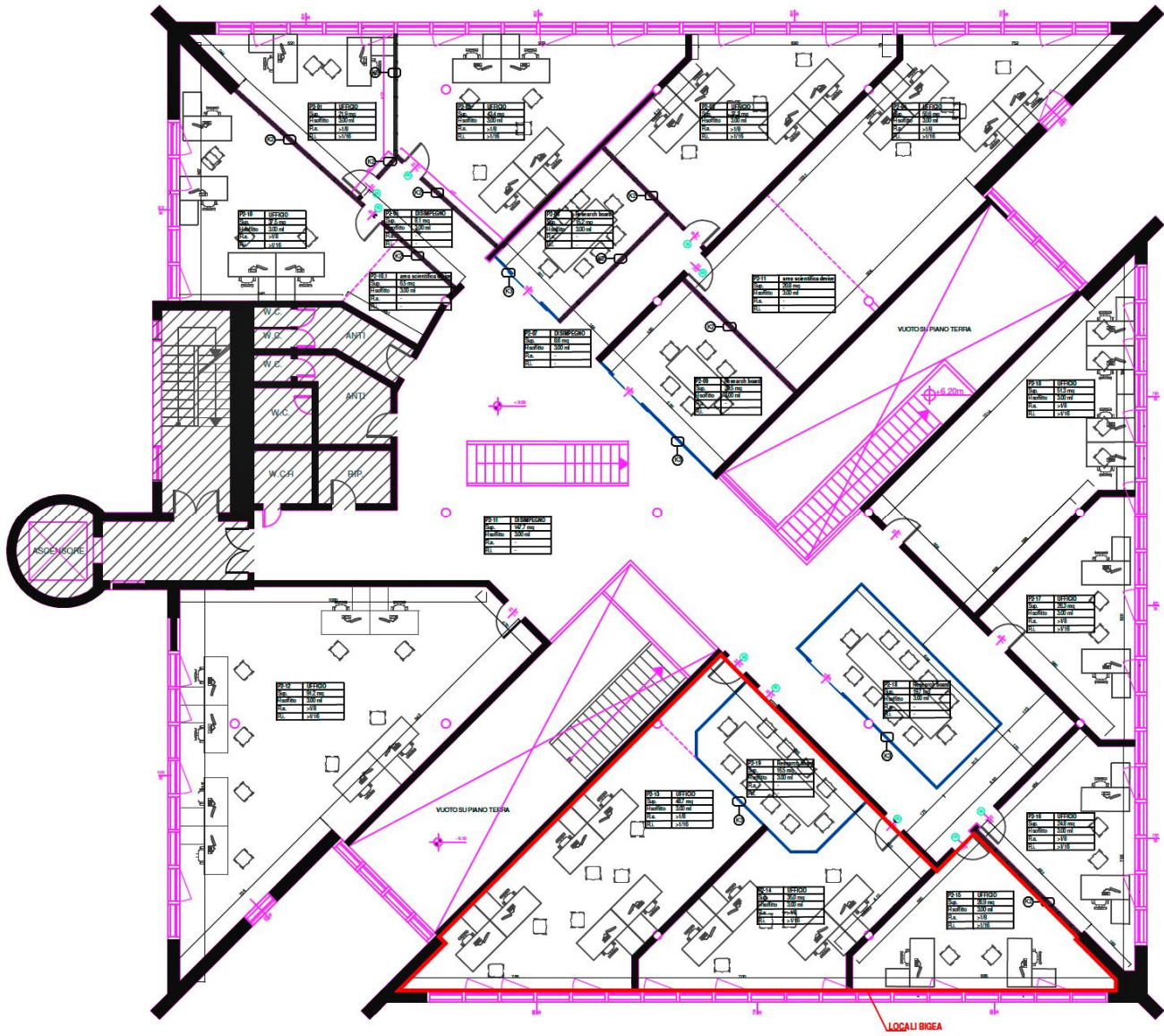





Fig. 7.4 – pianta piano secondo di progetto

7.3 STRUMENTAZIONE DI MISURA E CERTIFICATI DI TARATURA

Tipo		Marca	Modello	N. serie	Certificato di taratura
Fonometro integratore		01dB Stell	Solo	65188	LAT 146 15958 del 27/03/2023 Centro di taratura LAT N° 146 ISOAMBIENTE.
Preamplificatore			Pre 21 S	15684	
Microfono di precisione da 1/2"			MCE212	101078	
Filtro a banda di 1/3 di ottava		01dB Stell	Solo	65188	LAT 146 15959 del 27/03/2023 Centro di taratura LAT N° 146 ISOAMBIENTE
Calibratore		01dB Stell	Cal 21 Sound Calibrator	51031107 (2003)	LAT 146 15960 del 27/03/2023 Centro di taratura LAT N° 146 ISOAMBIENTE

Tab. 7.1 - strumentazione di misura utilizzata

certificato di taratura del fonometro 65188



Centro di Taratura
LAT N° 146
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato
di Taratura



ACCREDIA
LABORATORIO ACCREDITATO
LAT N° 146

Pagina 1 di 8
Page 1 of 8

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 146 15958
Certificate of Calibration

- data di emissione date of issue	2023/03/27	Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 146 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro. This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 146 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.
- cliente customer	Paganelli ing. Andrea Viale Corridoni, 31 - 47838 Riccione (RN)	
- destinatario receiver	Paganelli ing. Andrea	
- richiesta application	T204/23	
- in data date	2023/03/15	
Si riferisce a referring to		
- oggetto item	Fonometro	
- costruttore manufacturer	01 dB	
- modello model	Solo	
- matricola serial number	65188	
- data di ricevimento oggetto date of receipt of item	2023/03/21	
- data delle misure date of measurements	2023/03/27	
- registro di laboratorio laboratory reference	23-0451-RLA	

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni di prima linea da cui inizia la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura, in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.
The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards are indicated as well, from which starts the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in their course of validity. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente al documento EA-4/02 e sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore k vale 2.
The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to EA-4/02. They were estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre

Firmato digitalmente da
TIZIANO MUCCHETTI
T = 160-9944
578515531603752

Documento informatico sottoscritto con firma digitale ai sensi del D.Lgs. 82/2005 s.m.i. e norme collegate.

certificato di taratura del calibratore 51031107



Centro di Taratura
LAT N° 146
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato
di Taratura



ACCREDIA
LABORATORIO ACCREDITATO
LAT N° 146

Pagina 1 di 3
Page 1 of 3

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 146 15960
Certificate of Calibration

- data di emissione date of issue	2023/03/27	Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 146 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro. This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 146 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.
- cliente customer	Paganelli ing. Andrea Viale Corridoni, 31 - 47838 Riccione (RN)	
- destinatario receiver	Paganelli ing. Andrea	
- richiesta application	T204/23	
- in data date	2023/03/15	
Si riferisce a referring to		
- oggetto item	Calibratore	
- costruttore manufacturer	01 dB	
- modello model	CAL 21	
- matricola serial number	51031107	
- data di ricevimento oggetto date of receipt of item	2023/03/21	
- data delle misure date of measurements	2023/03/27	
- registro di laboratorio laboratory reference	23-0453-RLA	

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni di prima linea da cui inizia la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura, in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.
The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards are indicated as well, from which starts the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in their course of validity. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente al documento EA-4/02 e sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore k vale 2.
The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to EA-4/02. They were estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre

Firmato digitalmente da
TIZIANO MUCCHETTI
T = 160-9944
578515531603752

Documento informatico sottoscritto con firma digitale ai sensi del D.Lgs. 82/2005 s.m.i. e norme collegate.