NUOVO STADIO DI CAGLIARI

COMUNE DI CAGLIARI

PROGETTO:

Proposta avente ad oggetto la progettazione, costruzione e gestione, in regime di concessione ed in condizioni di equilibrio economico-finanziario del nuovo stadio, ai sensi dell'articolo 1, comma 304, lettera b) della Legge n. 147 del 27 dicembre 2013

PROPONENTE:

Comune di Cagliari

Responsabile Unità Progetto Nuovo Stadio Sant'Elia
Responsabile Unico di Procedimento

Ing. Daniele Olla

TEAM DI PROGETTAZIONE:

progettazione architettonica PROGETTO CMR MASSIMO ROJ ARCHITECTS	progettazione strutture iDEAS	progettazione impianti tecnologici TRACTEBEL engie	progettazione sicurezza antincendio ENGINEERING GOSTI ARCHITECTURE
integrazione prestazioni specialistiche sportium shape your sport venue ideal	specialista impianti sportivi MANICA architecture	opere di demolizione ALCOTEC	urbanistica e procedura V.I.A. DICAAR SARDARCH
consulenza acustica VIVA Consulting & Management	consulenza paesaggistica dsb Landscape design	consulenza viabilistica RAM	consulenza ambientale ambiente

FASE PROGETTUALE: *PROGETTO DEFINITIVO*

TITOLO / DESCRIPTION:

Valutazione previsionale di clima acustico e previsione di impatto acustico

DISEGNATO DA :	REN
CONTROLLATO DA :	MHC
DATA	20/06/2022
SCALA	--

COMMESSA	*FASE*	*EMISSORE*	*LIVELLO*	*DISCIPLINA*	*TIPO*	*PROGRESSIVO*	*REVISIONE*
3053	D	VIVA	X	ACU	RE	002	02

Valutazione Impatto Vibrazionale e Acustico

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI CLIMA ACUSTICO E PREVISIONE DI IMPATTO ACUSTICO DEL CAGLIARI CALCIO STADIUM

REDATTA AI SENSI DELL'ART.8 DELLA LEGGE QUADRO N.447 DEL 26/10/95
E DELLA LEGGI REGIONALI IN MATERIA

AGOSTO 2023

REV.1

SOMMARIO

1. PREMESSA 4
2. RIFERIMENTO NORMATIVO 4
2.1. NORMATIVA NAZIONALE 4
2.2 SUDDIVISIONE DEL TERRITORIO NAZIONALE IN ZONE ACUSTICAMENTE OMOGENEE (D.P.C.M. 1.3.91 e 14.11.97) 7
2.3 NORMATIVA REGIONALE 8
2.4 Normativa COMUNALE 8
3. QUADRO CONOSCITIVO 8
3.1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO E DELL'AREA CIRCOSTANTE 8
3.2 CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO 9
4. INDIVIDUAZIONE E DESCRIZIONE DELLE SORGENTI SONORE MOBILI 11
4.1. INDIVIDUAZIONE E DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI RICETTORI DELLE EMISSIONI SONORE DEL TRAFFICO GENERATO DALLO STADIO PREVISTO 14
4.2 DESCRIZIONE DELLE INDAGINI FONOMETRICHE ESEGUITE E CONFRONTI CON I LIMITI DI LEGGE 15
4.2.1 RILIEVI DI SABATO 9/4/2022 15
4.2.1.1 Rilievi in T1 16
4.2.1.2 Rilievi in T2 19
4.2.1.3 Rilievi in T3 21
4.2.2 RILIEVI DI DOMENICA 10/4/2022 23
4.2.2.1 Rilievi in T1 23
4.2.1.3 Rilievi in T3 25
5. CLIMA ACUSTICO 26
6. PREVISIONE DI IMPATTO ACUSTICO DELLA PRATICA SPORTIVA 26
7. IMPATTO ACUSTICO DEGLI IMPIANTI A SERVIZIO DELL'HOTEL E DELLO STADIO 29
7.1 SORGENTI FISSE DELL'HOTEL 29
7.2 SORGENTI sonore FISSE DELLO STADIO 31
7.3 IMPATTO ACUSTICO DI TUTTE LE SORGENTI SONORE PREVISTE 36
8. CONCLUSIONI 41

ALLEGATO 1: Certificati di taratura della strumentazione e attestato del "Tecnico Competente In Acustica Ambientale" ai sensi della Legge quadro n.447 del 1995

1. PREMESSA

La scrivente è stata incaricata dalla società Progetto CMR S.r.l. di elaborare la valutazione previsionale di clima e la previsione di impatto acustico del nuovo Cagliari Calcio Stadium a Cagliari.

A tale scopo sono state condotte le attività e le rilevazioni fonometriche qui di seguito descritte. Lo studio è effettuato in conformità a quanto previsto dal quadro Legislativo e Normativo vigente.

2. RIFERIMENTO NORMATIVO

2.1. NORMATIVA NAZIONALE

Il riferimento legislativo nazionale sull'inquinamento acustico ambientale è costituito dal DPCM 1/3/91 (G.U. 8/3/91 S.G. 57) intitolato "Limiti massimi d'esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", che fornisce i parametri ai quali adeguare le emissioni acustiche delle diverse sorgenti sonore, fisse o mobili, presenti nel territorio (Tab. 2.1, 2.2 e 2.4).

Il Parlamento ha successivamente prodotto un nuovo strumento legislativo costituito da una Legge quadro (la n. 447 del 26/10/95 G.U. n. 254) che fornisce i principi fondamentali d'ordinamento della materia e che a sua volta demanda ad una serie di decreti tecnici attuativi la completa normazione della materia stessa. A questo riguardo si precisa che:

- il DPCM 14/11/97 nel quale s'individuano i limiti d'esposizione al rumore per le sorgenti fisse e mobili (tab. 2.2 e 2.3);
- il Decreto Interministeriale del Ministero dell'Ambiente di concerto con il Ministero della Sanità, dei Lavori Pubblici, dei Trasporti e dell'Industria del 16/03/98, si sono definite le tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico qui di seguito descritte;

TABELLA 2.1.1: LIMITI ASSOLUTI E DIFFERENZIALI (D.P.C.M. 1.3.91)

AZZONAMENTO	LIMITE DIURNO LEQ(A)	LIMITE NOTTURNO LEQ(A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (DM 1444/68) e sorgenti mobili	65	55
Zona B (DM 1444/68)	60	50
Zona esclusivamente industriali	70	70

TABELLA 2.1.2: LIMITI MASSIMI DI LIVELLO SONORO EQUIVALENTE (D.P.C.M. 1.3.91) E LIVELLI MASSIMI DI IMMISSIONE SONORA (D.P.C.M. 14.11.97)

CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO	LIMITE DIURNO LEQ(A)	LIMITE NOTTURNO LEQ(A)
I Aree particolarmente protette	50	40
II Aree prevalentemente residenziali	55	45
III Aree di tipo misto	**60**	**50**
IV Aree di intensa attività umana*	**65**	**55**
V Aree prevalentemente industriali	70	60
VI Aree esclusivamente industriali	70	70
Limite differenziale (per tutte le zone ad esclusione della VI)	5	3

* In grassetto si osserva la classe di appartenenza dell'immobile oggetto di intervento

TABELLA 2.1.3: LIVELLI MASSIMI DI EMISSIONE SONORA (D.P.C.M. 14.11.97)

CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO	LIMITE DIURNO LEQ(A)	LIMITE NOTTURNO LEQ(A)
I Aree particolarmente protette	45	35
II Aree prevalentemente residenziali	50	40
III Aree di tipo misto	**55**	**45**
IV Aree di intensa attività umana*	**60**	**50**
V Aree prevalentemente industriali	65	55
VI Aree esclusivamente industriali	65	65
Limite differenziale (per tutte le zone ad esclusione della VI)	5	3

* In grassetto si osserva la classe di appartenenza dell'immobile oggetto di intervento

Il Comune di Cagliari non sembra che abbia operato la gerarchizzazione della sua rete stradale ai sensi del D.L. 285/1992. Ci sembra comunque opportuno citare e prendere a riferimento la normativa acustica relativa alle emissioni sonore stradali poiché il DPCM 14/11/1997 fissa dei limiti riferibili alle sole sorgenti sonore fisse.

Nello specifico il D.P.R. n.142 del 30/03/2004, “Regolamento recante disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447” afferma che: “L'inquinamento acustico sviluppato nelle zone urbane rappresenta una delle prime cause di disagio per i cittadini: l'esposizione al rumore può causare disturbi del sonno, danni uditivi o fisiologici, soprattutto di tipo cardiovascolare, e difficoltà di comunicazione. Dopo i provvedimenti che hanno disciplinato l'inquinamento acustico derivante dagli aerei dal traffico ferroviario e dalle attività motoristiche, è stato approvato il regolamento per contenere e prevenire il

rumore derivante dai mezzi di trasporto, dando così piena attuazione alla legge quadro sull'inquinamento acustico.”

Articolo 2

(Campo di applicazione)

1. Il presente decreto stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle infrastrutture stradali di cui al comma 2;

2. Le infrastrutture stradali sono definite dall'articolo 2 del decreto legislativo del 30 aprile 1992, n.285, e successive modifiche, nonché dall'allegato 1 al presente decreto:

A. autostrade;

B. strade extraurbane principali;

C. strade extraurbane secondarie;

D. **strade urbane di scorrimento**;

E. **strade urbane di quartiere**;

F. strade locali;

3. Le disposizioni di cui al presente decreto si applicano:

a) alle infrastrutture esistenti, al loro ampliamento in sede e alle nuove infrastrutture in affiancamento a quelle esistenti, alle loro varianti;

b) alle infrastrutture di nuova realizzazione.

Articolo 5

(Limiti di immissione per infrastrutture stradali esistenti)

1. Il presente articolo si applica alle infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 3, lettera a), per le quali si applicano i valori fissati dall'allegato 1, tab. 3.

Di seguito si riporta l’allegato 1, tabella 3 per le sole tipologie di infrastrutture stradali presenti nell’area oggetto di intervento, ovvero la categoria C (strade extraurbane secondarie), D (strade urbane di scorrimento) ed E (strade urbane di quartiere).

Allegato 1-Tabella 2

(Strade esistenti e assimilabili)

Tipo di strada (secondo Codice della strada)	**Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)**	**Ricettori non sensibili**	
		Diurno dB(A)	**Notturno dB(A)**
D_a – urbana di scorrimento a carreggiate separate e interquartiere	150	70	60
D_b – tutte le altre strade urbane di scorrimento	100	65	55
E – urbana di quartiere	30	Secondo azzonamento acustico comunale	

I limiti sono quelli definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C (è presente in relazione come *tabella 2.1.2-LIVELLI MASSIMI DI IMMISSIONE SONORA*) allegata al D.P.C.M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della legge n. 447 del 1995.

2.2 SUDDIVISIONE DEL TERRITORIO NAZIONALE IN ZONE ACUSTICAMENTE OMOGENEE (D.P.C.M. 1.3.91 E 14.11.97)

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.

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 ed 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.

2.3 NORMATIVA REGIONALE

Le deliberazioni di Giunta regionale e le Circolari che regolano la gestione dell'inquinamento acustico ambientale nel territorio della Regione Sardegna in materia dell'inquinamento acustico e qui considerate sono:

- Delib. G.R. n. 62/9 del 14.11.2008;
- Deliberazione della Giunta regionale 8 marzo 2016, n. 12/4 “Aggiornamento della parte VIII delle direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale approvate con la Delib.G.R. n. 62/9 del 14.11.2008. Criteri per il riconoscimento della qualifica di tecnico competente in acustica ambientale”.;
- Deliberazione della Giunta regionale 5 aprile 2016, n. 18/19 “Aggiornamento della parte VI delle direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale approvate con la Delib.G.R. n. 62/9 del 14.11.2008. Requisiti acustici passivi degli edifici. Sostituzione del documento tecnico allegato alla - - Delib.G.R. n. 50/4 del 16.10.2015”.
- Deliberazione della Giunta regionale n. 40/24 del 22/07/2008.

Queste direttive regionali si limitano a puntualizzare quanto già contenuto nel quadro legislativo nazionale descritto al punto precedente.

2.4 NORMATIVA COMUNALE

Ai sensi delle Direttive Regionali in materia di inquinamento acustico ambientale approvate con Deliberazione n.62/9 del 14 novembre 2008 il Comune di Cagliari specifica attraverso il Regolamento Acustico Comunale proprio, che sono applicabili i limiti di riferimento delle leggi Nazionali consultabili anche nel documento R-02 sul portale ufficiale: https://www.comune.cagliari.it/portale/page/it/approvazione_del_piano_di_classificazione_acustica?contentId=DOC141952I .

Il Regolamento Acustico del Comune di Cagliari afferma che "l'inquinamento acustico prodotto dalle infrastrutture stradali è regolamentato dal D.P.R. n. 142".

3. QUADRO CONOSCITIVO

3.1 DESCRIZIONE DELL’INTERVENTO E DELL’AREA CIRCOSTANTE

L’immobile oggetto di studio è il nuovo Cagliari Calcio Stadium, il quale va inteso come complesso di più attività quali lo stadio vero e proprio, il centro commerciale e l’hotel. Di seguito si riporta l’inquadramento dell’area oggetto di valutazione.

Figura 1: Inquadramento del progetto

3.2 CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO

Il D.P.C.M. 14/11/97 prescrive i valori limite di emissione e di immissione applicabili in caso di adozione del Piano di Azzonamento Acustico comunale. L'edificio oggetto di valutazione è stato classificato dal Piano di Azzonamento Acustico del Comune di Cagliari (approvato con Delibera del Consiglio Comunale n. 37 del 13 Aprile 2016) in classe IV (area di intensa attività umana), mentre i ricettori si trovano in classe III, nelle quali vigono i limiti riportati in Tabella 3.2.1.

TABELLA 3.2.1: VALORI LIMITE DI IMMISSIONE E DI EMISSIONE DI CLASSE IV [in dB(A) di Leq]

Classe acustica	**Valori limite assoluti di immissione**		**Valori limite differenziali di immissione ***		**Valori limite di emissione**	
	Limite diurno Leq(A)	Limite notturno Leq(A)	Limite diurno Leq(A)	Limite notturno Leq(A)	Limite diurno Leq(A)	Limite notturno Leq(A)
III - Aree di tipo misto	60	50	5	3	55	45
IV - Aree di intensa	65	55	5	3	60	50

attività umana						

* Da verificarsi all'interno degli ambienti abitativi.

Di seguito si riporta uno stralcio della classificazione acustica della zona in esame e la relativa legenda, estratte dal Piano Comunale di Azzonamento Acustico di Cagliari.

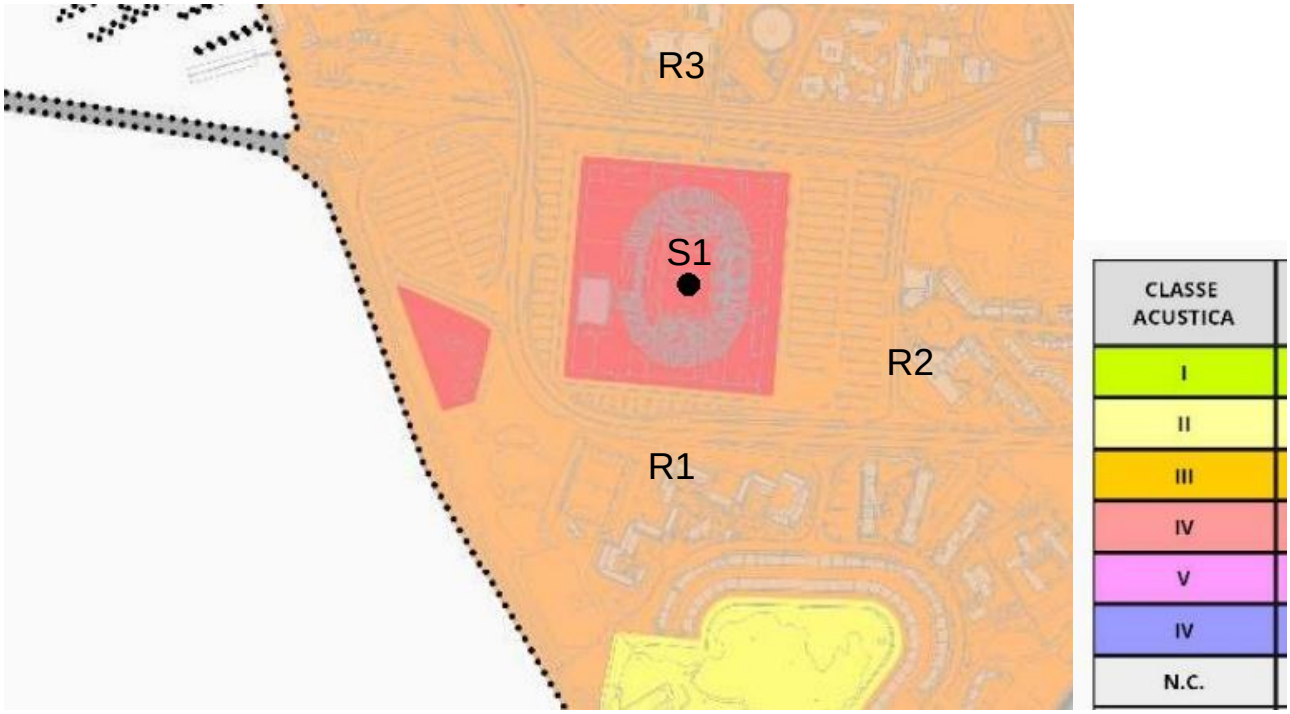


Figura 3: Piano di Azzonamento Acustico del Comune di Cagliari e relativa legenda dove si individua l'area dello stadio (S1) ed i 3 ricettori (R1, R2 e R3).

4. INDIVIDUAZIONE E DESCRIZIONE DELLE SORGENTI SONORE MOBILI

Qui di seguito si riporta un estratto della “RELAZIONE TECNICA DI VALUTAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE DEL TRAFFICO INDOTTO DAL NUOVO STADIO DEL CAGLIARI CALCIO” del dicembre del 2021, parimenti redatta dalla scrivente, dove si riporta la stima del traffico stradale indotto dallo stadio il giorno della partita, stimato sulla base dei parcheggi previsti a distanza pedonale dalla struttura.

I parcheggi destinati agli Hotel e ad altre attività non inerenti alla partita non sono stati presi in considerazione in quanto non generano un incremento di traffico il giorno della partita. Esistono poi dei parcheggi ibridi, ovvero posti auto che sono destinati agli spettatori dello stadio nei giorni di partita o di concerto (scenario “Match Day”) e destinati ad altre attività negli altri giorni.
Essendo il “match Day” lo scenario più gravoso in termini di traffico orario di picco, è lo scenario esaminato. Nello specifico si è preso in esame lo sfollamento che prevede un flusso di traffico generato molto più concentrato nel tempo rispetto all’affollamento. Si è ipotizzato che lo sfollamento avvenga in periodo notturno, precisamente dalle 23 alle 24, nel caso di match serali, oppure dalle 24 alle 01 nel caso di eventi musicali nelle sere del venerdì o del sabato.
Viene riportato di seguito il calcolo dei posti auto disponibili per ogni parcheggio adiacente allo stadio.

P1	PARCHEGGIO OVEST-PUBBLICO STADIO	360	
	PARCHEGGIO DISABILI (DEDOTTO DA METRATURA)	257	
P2	PARCHEGGIO CONI	175	
INTERNO OVEST	PARCHEGGIO VIP INTERNO OVEST	258	
	PARCHEGGIO INTERNO STAFF	31	
	PARCHEGGIO INTERNO MEDIA	38	
	PARCHEGGIO INTERNO DIPENDENTI	46	
		22	AUTO
	PARCHEGGIO EMERGENZA E AMBULANZE	4	VAN
		2	BUS

PARK INTERNO SUD EST	100	riservato ai tifosi ospiti
PARK ESTERNO SUD	155	riservato ai tifosi ospiti

TOTALE POSTI AUTO DOVUTI AL MATCH DAY **1448** → di cui

OSPITI	255
LOCALI	1193

Per valutare il traffico indotto dallo stadio il giorno della partita si è considerato in particolare che i tifosi ospiti (per un massimo di 16.000 posti a loro riservati) al termine della gara raggiungeranno

principalmente l'aeroporto o il porto di Cagliari. Mentre per quanto riguarda i tifosi locali, le direzioni di marcia, sono state stimate sulla base dei principali centri abitati della zona.
Di seguito si riportano le percentuali di automobili che seguiranno una determinata direzione, indicando il parcheggio di partenza e le vie percorse.

- SUD: 3% - Percorrendo le vie Vespucci 1%, Magellano 1%, Sant'Elia 1%. Tutti aventi come origine il parcheggio esterno Ovest;
- EST: 25% - Percorrendo le vie Ferrara verso Sud e poi Est, Alziator e Vespucci (lato Nord). Tutti aventi come origine il parcheggio esterno Ovest.
- OVEST: 20% - Percorrendo viale Ferrara in direzione Nord e aventi come origine il parcheggio interno Ovest e il parcheggio esterno Ovest.
- NORD: 52% - Percorrendo via Ferrara verso Nord, aventi come origine tutti i parcheggi ospiti (interno Sud Est, esterno Sud Est) e la quota parte rimanente dal parcheggio interno Ovest.

Conoscendo i posti auto disponibili il giorno della partita e le direzioni principali seguite dalle auto una volta conclusa la gara è stato possibile stimare il traffico addizionale indotto dalla partita nella zona circostante lo stadio. Di seguito si presentano i risultati ottenuti: in blu sono rappresentati i parcheggi, le frecce rosse invece identificano le direzioni di marcia delle auto e il numero accanto alle frecce rappresenta la quantità di auto che percorrerà quella via in quella determinata direzione.

*I parcheggi contrassegnati con asterisco non sono interamente utilizzati per lo stadio, il numero dei posti auto riportato è quindi solo quello disponibile per lo stadio. I posti disabili previsti sono stati tutti assegnati agli spettatori dello stadio.

4.1. INDIVIDUAZIONE E DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI RICETTORI DELLE EMISSIONI SONORE DEL TRAFFICO GENERATO DALLO STADIO PREVISTO

Determinato il traffico urbano generato dalla partita, è stato quindi possibile individuare i ricettori più esposti, ovvero quelli più prossimi alle strade condizionate da maggiore traffico al momento dello sfollamento dello stadio. In particolare, il ricettore R1 percepisce sia il rumore generato dallo stadio, sia il rumore dovuto al traffico stradale di Via Salvatore Ferrara (appartenente alla categoria stradale D_a), il ricettore R2 invece, oltre al rumore generato dallo stadio, percepisce anche quello del traffico su Via Amerigo Vespucci (appartenente alla categoria stradale D_b). Infine, R3 percepisce il rumore indotto dal traffico stradale su Via Salvatore Ferrara e Via R. Carta Raspi (appartenente alla categoria stradale E). Di seguito si riporta un'immagine con l'indicazione dei ricettori più esposti e della loro distanza dallo stadio. R1, R2 R3 rappresentano i ricettori reali più esposti. Mentre i punti T1, T2 e T3 i punti in cui sono stati effettuati i rilievi fonometrici.

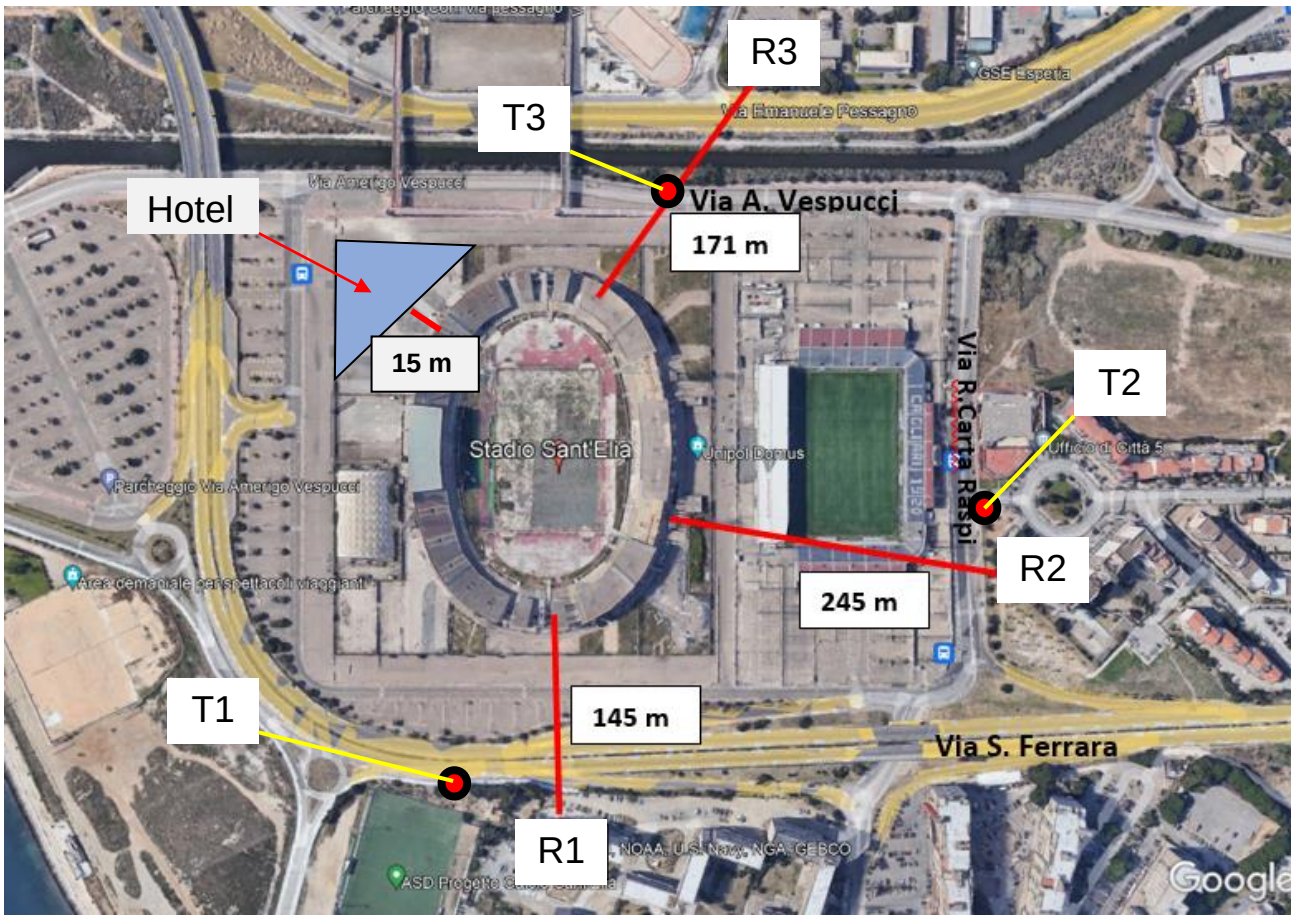


Figura 4: Individuazione dei ricettori più esposti e loro distanza dallo stadio

4.2 DESCRIZIONE DELLE INDAGINI FONOMETRICHE ESEGUITE E CONFRONTI CON I LIMITI DI LEGGE

Le indagini fonometriche sono state effettuate nei giorni di sabato 09/4/2022 e domenica 10/4/2022, tra le 22:30 e l'01:00, presso i 3 ricettori T1, T2 e T3 al fine di valutare il clima acustico per confrontarlo con i limiti di legge, e di tarare il modello di previsione delle emissioni sonore dovute al traffico nei pressi dello Stadio.

Le due campagne di misure sono state condotte utilizzando la seguente strumentazione:

- T1: fonometro analizzatore Larson Davis modello LxT1L, matricola 0004957, classe 1 e completato con preamplificatore (classe 1) e microfono a campo libero (classe 1);
- T2: fonometro analizzatore Larson Davis modello 824, matricola 1786, classe 1, preamplificatore (classe 1) e microfono a campo libero (classe 1);
- T3: fonometro analizzatore SoundBook MK I, matricola 6299, facendo uso di un canale CH1;
- Pistonofono Larson Davis modello CA200 (matricola 3344);
- n.4 cavalletti,
- n.3 cuffie antivento.

La precisione della strumentazione di rilevamento è, dunque, di classe 1, conformemente alle normative in vigore. La taratura del fonometro 824 e del pistonofono, a norma del Decreto del Ministero dell'Ambiente del 16/03/1998, art. 2 comma 4, ha validità di 2 anni ed è stata effettuata il 28/10/2021, quella del fonometro LxT1L è stata svolta il 21/06/2021 anch'essa di validità 2 anni, mentre quella del SoundBook è stata svolta il 17/12/2020. In allegato si riportano le certificazioni di taratura degli strumenti.

La calibrazione eseguita prima e dopo ogni misura era compresa in ± 0,5 dB. Le specifiche della strumentazione impiegata sono concordi con le richieste di cui al D.P.C.M. 16/03/98.

4.2.1 RILIEVI DI SABATO 9/4/2022

Sabato 9 aprile è stata effettuata la prima campagna di misurazioni, per misurare il traffico addizionale dovuto allo Stadio nei giorni delle partite: in particolare era in programma una partita di "cartello", Cagliari-Juventus che ha attirato circa 13.500 tifosi sui 16.000 posti disponibili nello stadio provvisorio, situato accanto al futuro Stadio, oggi in esercizio. Si precisa che la partita ha visto prevalere la squadra ospite (per 2 reti ad 1) producendo, quindi, durante lo sfollamento, un certo "scoronamento" nei tifosi che si è presto trasformato in atti di pura "chiassosa inciviltà" come meglio descritto nelle pagine successive. Per questo motivo i rilievi fonometrici sono stati condotti dalle ore 22:30 alle 00:30 (la partita si è conclusa alle 22.50), periodo di sfollamento dello stadio. Durante il rilievo fonometrico è stato eseguito un conteggio classificato del traffico suddiviso in veicoli leggeri (fino a 3,5t) e pesanti. I dati ottenuti dall'attività di monitoraggio serviranno per tarare il modello utilizzato per la previsione di emissioni sonore date dal traffico indotto.

4.2.1.1 Rilievi in T1

Il rilievo è stato effettuato in via Salvatore Ferrara. La distanza misurata tra la facciata dell'edificio e la mezzeria della strada è di 45,6 m, mentre la distanza tra il microfono e la facciata è di 31,5 m.

Si precisa che la misura è stata interrotta a causa di tifosi che hanno interferito con questa, prima "cantando" nel microfono e poi buttando a terra lo strumento e provocandone lo spegnimento. Per questo motivo vengono riportate 2 misure differenti effettuate nell'arco di tempo dalle 22:30 alle 00:30.

Figura 5: Localizzazione del punto di indagine fonometrica T1

Data e ora inizio e fine misura	09/04/2022 dalle 22:36 alle 00:13
Tempo di misura	2 ore circa
Posizione del microfono	Il microfono, dotato di cuffia antivento, è stato posto a 1,5 m dal piano di campagna, orientato verso la strada.

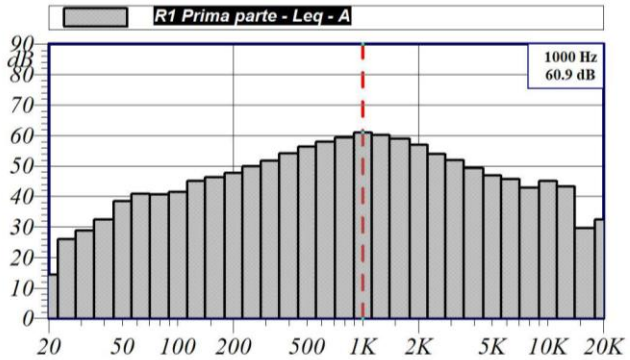
Nome misura: T1 Prima parte
Località: Via Salvatore Ferrara
Strumentazione: LxT1 0004957
Nome operatore:
Data, ora misura: 09/04/2022 22:35:23

R1 Prima parte
Leq - A

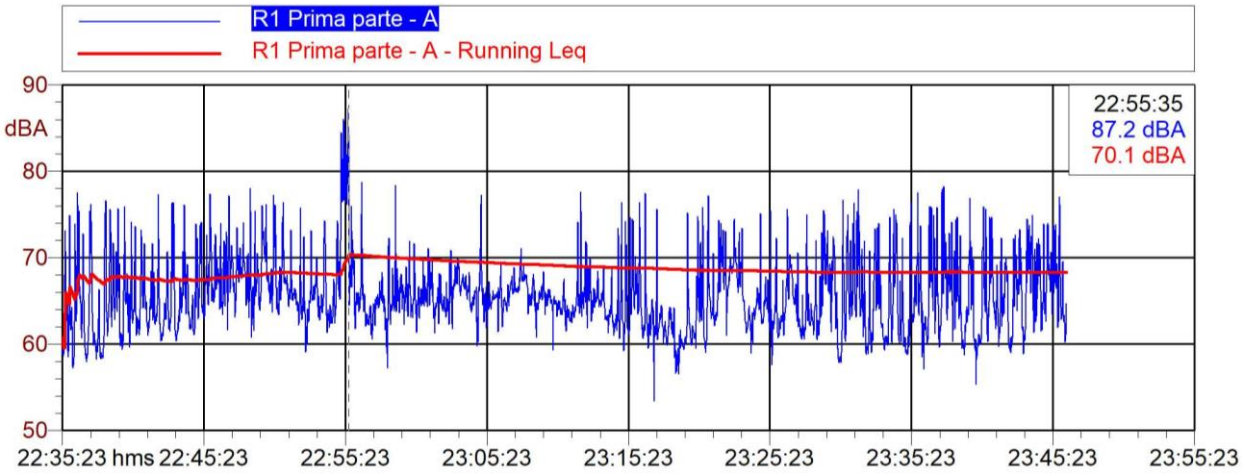
	dB		dB		dB
6.3 Hz	3.0 dB	8 Hz	2.5 dB	10 Hz	2.3 dB
12.5 Hz	4.1 dB	16 Hz	7.6 dB	20 Hz	14.4 dB
25 Hz	26.0 dB	31.5 Hz	28.9 dB	40 Hz	32.5 dB
50 Hz	38.4 dB	63 Hz	40.9 dB	80 Hz	40.6 dB
100 Hz	41.5 dB	125 Hz	45.1 dB	160 Hz	46.3 dB
200 Hz	47.7 dB	250 Hz	50.0 dB	315 Hz	51.8 dB
400 Hz	54.2 dB	500 Hz	56.4 dB	630 Hz	57.9 dB
800 Hz	59.3 dB	1000 Hz	60.9 dB	1250 Hz	60.2 dB
1600 Hz	59.0 dB	2000 Hz	56.9 dB	2500 Hz	53.9 dB
3150 Hz	52.0 dB	4000 Hz	49.4 dB	5000 Hz	46.8 dB
6300 Hz	45.6 dB	8000 Hz	43.0 dB	10000 Hz	45.1 dB

L1: 52.7 dBA L5: 42.5 dBA
L10: 39.1 dBA L50: 30.7 dBA
L90: 22.7 dBA L95: 21.1 dBA

Leq = 68.3 dBA



Annotazioni:



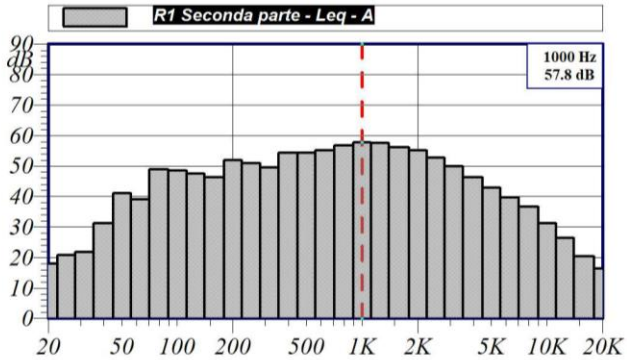
Nota: il picco delle ore 22:55 di 87,2 dB(A) è dovuto ad un tifoso che, nonostante fosse stato pregato di non farlo, ha sentito il bisogno di mettersi a cantare nel microfono con tutta la voce di cui era capace.

Nome misura: T1 Seconda parte
Località: via Salvatore Ferrara
Strumentazione: LxT1 0004957
Nome operatore:
Data, ora misura: 09/04/2022 23:48:46

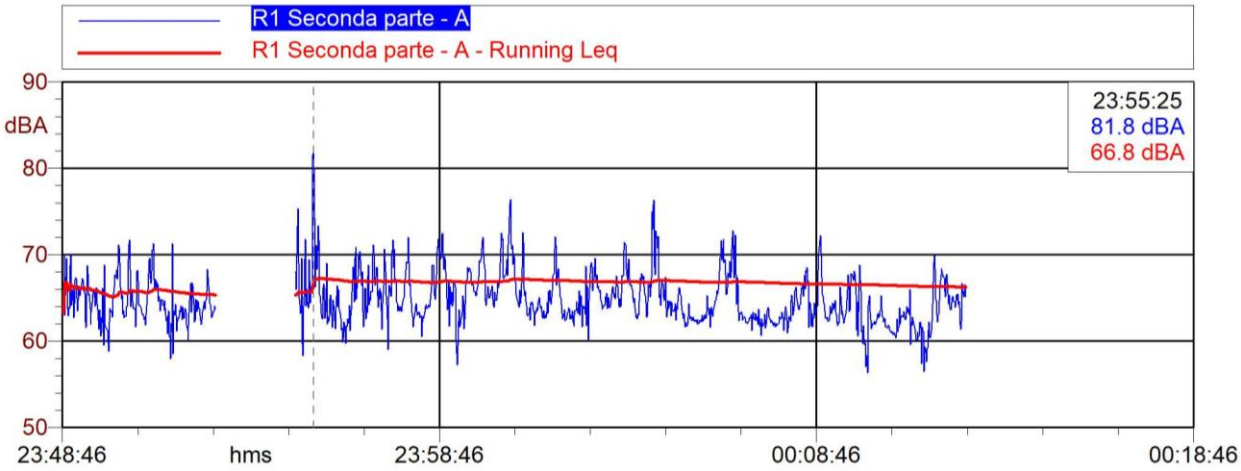
R1 Seconda parte Leq - A					
	dB		dB		dB
6.3 Hz	2.8 dB	8 Hz	2.2 dB	10 Hz	2.2 dB
12.5 Hz	4.6 dB	16 Hz	8.5 dB	20 Hz	17.9 dB
25 Hz	20.8 dB	31.5 Hz	21.8 dB	40 Hz	31.1 dB
50 Hz	41.1 dB	63 Hz	39.2 dB	80 Hz	48.9 dB
100 Hz	48.5 dB	125 Hz	47.5 dB	160 Hz	46.3 dB
200 Hz	51.9 dB	250 Hz	50.9 dB	315 Hz	49.5 dB
400 Hz	54.3 dB	500 Hz	54.3 dB	630 Hz	55.1 dB
800 Hz	56.7 dB	1000 Hz	57.8 dB	1250 Hz	57.6 dB
1600 Hz	56.2 dB	2000 Hz	55.0 dB	2500 Hz	52.8 dB
3150 Hz	49.9 dB	4000 Hz	46.3 dB	5000 Hz	42.8 dB
6300 Hz	39.6 dB	8000 Hz	36.6 dB	10000 Hz	31.1 dB

L1: 43.0 dBA L5: 37.3 dBA
L10: 34.3 dBA L50: 27.9 dBA
L90: 25.3 dBA L95: 24.8 dBA

Leq = 66.3 dBA



Annotazioni:



Osservazioni: la media pesata rispetto al tempo dei due L_{Aeq} misurati risulta essere pari a 67,8 dB(A), valore utilizzato nei calcoli riportati ai paragrafi successivi. In questo punto il rumore è influenzato solo in piccola parte dai tifosi in uscita dallo stadio. Non sono soggettivamente presenti componenti tonali e impulsive.

4.2.1.2 Rilievi in T2

Il rilievo è stato effettuato in via Raimondo Carta Raspi. La distanza misurata tra la facciata dell'edificio e la mezzeria della strada è di 38,26 m, mentre la distanza tra il microfono e la facciata è di 28,6 m.

Figura 6: Localizzazione del punto di indagine fonometrica T2

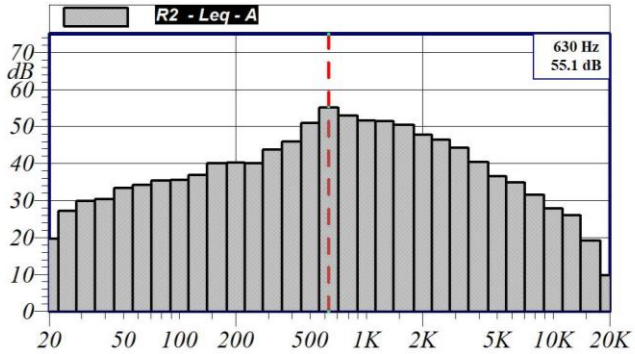
Data e ora inizio e fine misura	09/04/2022 dalle 22:28 alle 00:08
Tempo di misura	2 ore circa
Posizione del microfono	Il microfono, dotato di cuffia antivento, è stato posto a 1,5 m dal piano di campagna, orientato verso la strada.

Nome misura: T2
Località: Via R. Carta Raspi (CA)
Strumentazione: Larson-Davis 824
Nome operatore: Nome operatore
Data, ora misura: 09/04/2022 22:28:26

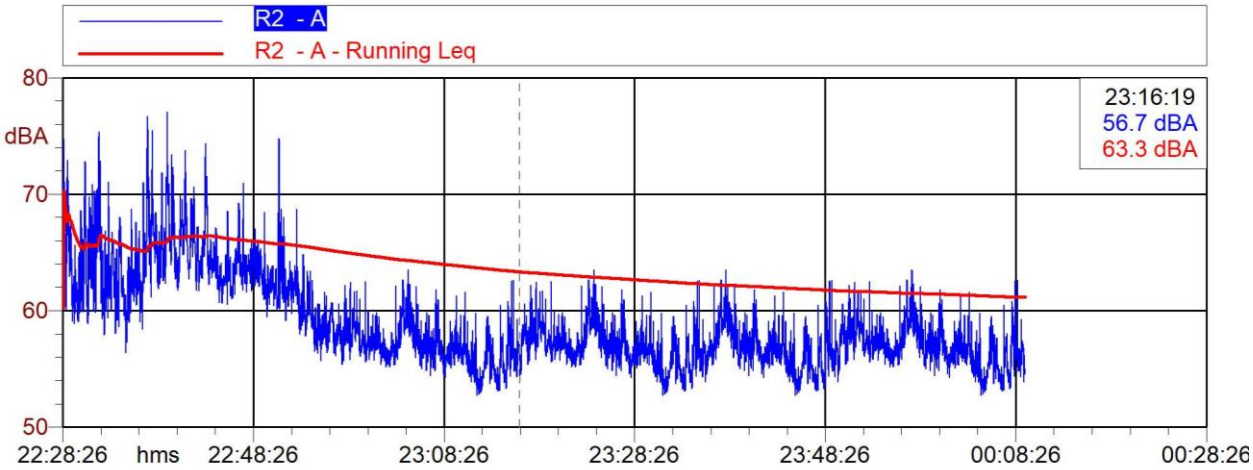
R2 Leq - A					
	dB		dB		dB
12.5 Hz	10.2 dB	16 Hz	15.1 dB	20 Hz	19.6 dB
25 Hz	27.1 dB	31.5 Hz	29.8 dB	40 Hz	30.4 dB
50 Hz	33.3 dB	63 Hz	34.2 dB	80 Hz	35.4 dB
100 Hz	35.6 dB	125 Hz	36.9 dB	160 Hz	40.1 dB
200 Hz	40.2 dB	250 Hz	40.1 dB	315 Hz	43.7 dB
400 Hz	45.9 dB	500 Hz	50.9 dB	630 Hz	55.1 dB
800 Hz	53.0 dB	1000 Hz	51.6 dB	1250 Hz	51.4 dB
1600 Hz	50.4 dB	2000 Hz	47.8 dB	2500 Hz	46.3 dB
3150 Hz	44.3 dB	4000 Hz	40.4 dB	5000 Hz	36.5 dB
6300 Hz	34.9 dB	8000 Hz	31.5 dB	10000 Hz	27.8 dB
12500 Hz	26.0 dB	16000 Hz	19.0 dB	20000 Hz	9.8 dB

L1: 39.7 dBA L5: 32.1 dBA
L10: 30.0 dBA L50: 26.9 dBA
L90: 24.8 dBA L95: 24.1 dBA

Leq = 61.1 dBA



Annotazioni: Note



Osservazioni: nel punto T2 il valore di L_{Aeq} risulta pari a 61,1 dB(A), rappresentativo del rumore del traffico stradale su via R. Carta Raspi e, in misura maggiore, dei tifosi in uscita dallo stadio nella prima mezz'ora. Non sono soggettivamente presenti componenti tonali e impulsive.

4.2.1.3 Rilievi in T3

Il rilievo è stato effettuato in via Amerigo Vespucci. La distanza misurata tra la facciata dell'edificio e la mezzeria della strada è di 74,45 m, mentre la distanza tra il microfono e la facciata è di 63,2 m.

Figura 7: Localizzazione del punto di indagine fonometrica T3

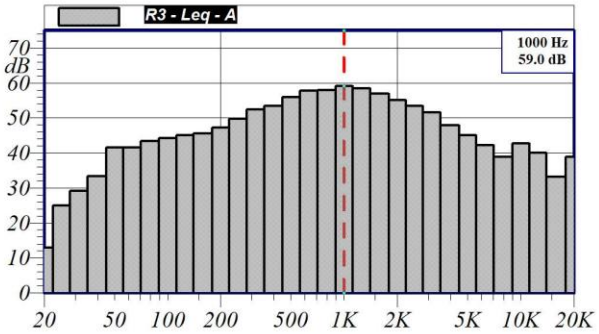
Data e ora inizio e fine misura	09/04/2022 dalle 22:43 alle 00:23
Tempo di misura	2 ore circa
Posizione del microfono	Il microfono, dotato di cuffia antivento, è stato posto a 1,5 m dal piano di campagna, orientato verso la strada.

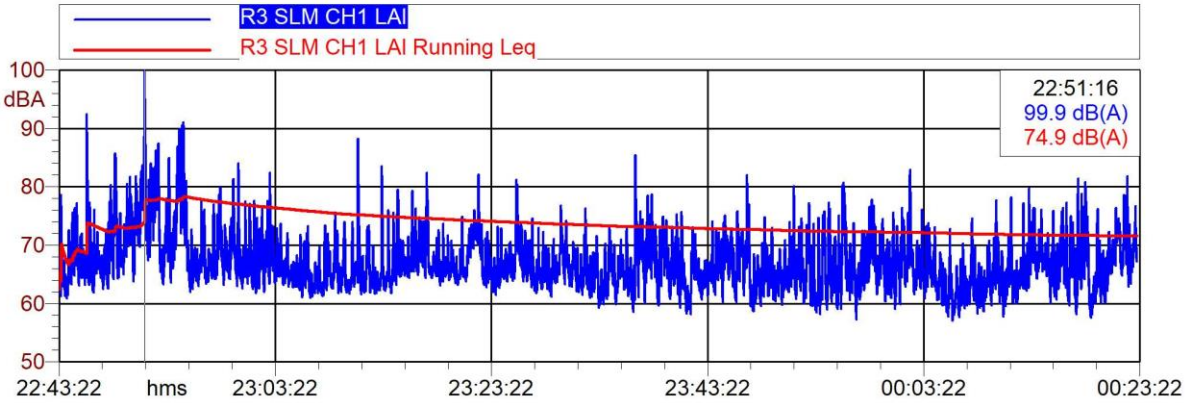
Nome misura: T3
Località: Via A. Vespucci (CA)
Strumentazione: S/N: 6299
Nome operatore: ing. Rendina
Data, ora misura: 09/04/2022 22:43:22

R3 Leq - A					
	dB		dB		dB
20 Hz	12.9 dB	25 Hz	24.9 dB	31.5 Hz	29.2 dB
40 Hz	33.3 dB	50 Hz	41.5 dB	63 Hz	41.5 dB
80 Hz	43.3 dB	100 Hz	44.3 dB	125 Hz	45.1 dB
160 Hz	45.6 dB	200 Hz	47.2 dB	250 Hz	49.8 dB
315 Hz	52.5 dB	400 Hz	53.4 dB	500 Hz	55.9 dB
630 Hz	57.7 dB	800 Hz	58.0 dB	1000 Hz	59.0 dB
1250 Hz	58.5 dB	1600 Hz	56.9 dB	2000 Hz	55.2 dB
2500 Hz	53.4 dB	3150 Hz	51.6 dB	4000 Hz	47.8 dB
5000 Hz	45.0 dB	6300 Hz	42.2 dB	8000 Hz	38.9 dB
10000 Hz	42.7 dB	12500 Hz	40.0 dB	16000 Hz	33.1 dB
20000 Hz	38.9 dB				

L1: 81.9 dBA L5: 75.5 dBA
L10: 73.0 dBA L50: 66.0 dBA
L90: 62.0 dBA L95: 60.9 dBA

Leq = 71.6 dBA





Osservazioni: nel punto T3 il valore di L_{Aeq} risulta pari a 71,6 dB(A), rappresentativo del rumore del traffico stradale su via A. Vespucci e, in misura maggiore, dei tifosi in uscita dallo stadio. Non sono soggettivamente presenti componenti tonali e impulsive.

4.2.2 RILIEVI DI DOMENICA 10/4/2022

Il giorno 10/04/2022 è stata effettuata una seconda campagna di misurazioni, per misurare il traffico nei pressi dello Stadio in assenza di partite (traffico e rumore residuo *ante operam*). I rilievi fonometrici sono stati condotti dalle ore 23:00 alle 01:00, presso gli stessi ricettori del giorno precedente T1, T2 e T3. Durante i rilievi fonometrici è stato eseguito un conteggio classificato del traffico suddiviso in veicoli leggeri (fino a 3,5t) e pesanti.

4.2.2.1 Rilievi in T1

Data e ora inizio e fine misura	10/04/2022 dalle 23:02 alle 01:02
Tempo di misura	2 ore
Posizione del microfono	Il microfono, dotato di cuffia antivento, è stato posto a 1,5 m dal piano di campagna, orientato verso la strada.

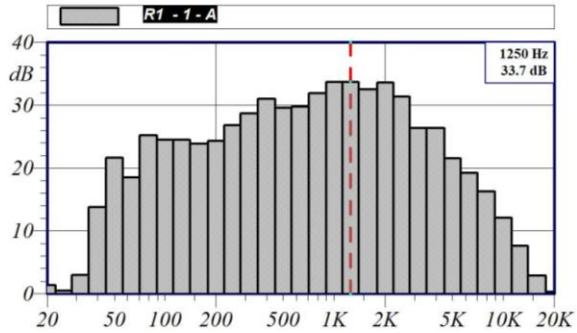
Nome misura: T1
Località: Via Salvatore Ferrara
Strumentazione: LxT1 0004957
Nome operatore:
Data, ora misura: 10/04/2022 23:01:27

R1
1 - A

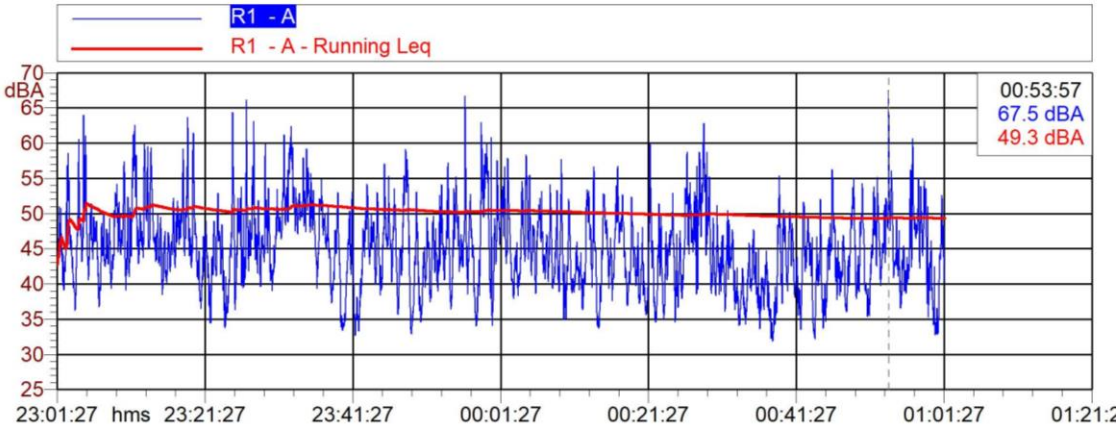
	dB		dB		dB
6.3 Hz	4.8 dB	8 Hz	4.3 dB	10 Hz	3.5 dB
12.5 Hz	3.0 dB	16 Hz	2.1 dB	20 Hz	1.3 dB
25 Hz	0.5 dB	31.5 Hz	2.9 dB	40 Hz	13.7 dB
50 Hz	21.6 dB	63 Hz	18.5 dB	80 Hz	25.2 dB
100 Hz	24.5 dB	125 Hz	24.5 dB	160 Hz	23.9 dB
200 Hz	24.3 dB	250 Hz	26.8 dB	315 Hz	28.7 dB
400 Hz	31.0 dB	500 Hz	29.6 dB	630 Hz	29.8 dB
800 Hz	31.9 dB	1000 Hz	33.7 dB	1250 Hz	33.7 dB
1600 Hz	32.6 dB	2000 Hz	33.6 dB	2500 Hz	31.3 dB
3150 Hz	26.4 dB	4000 Hz	26.4 dB	5000 Hz	21.6 dB
6300 Hz	19.2 dB	8000 Hz	16.3 dB	10000 Hz	12.0 dB

L1: 91.0 dBA L5: 91.0 dBA
L10: 91.0 dBA L50: 91.0 dBA
L90: 91.0 dBA L95: 91.0 dBA

Leq = 49.3 dBA



Annotazioni:



Osservazioni: il valore di L_{Aeq}, in questo caso, è pari a 49,3 dB(A), rappresentativo del rumore del traffico stradale su via S. Ferrara. Non sono soggettivamente presenti componenti tonali e impulsive.

Tale misura è stata confrontata con la previsione del rumore dovuto al solo traffico dove si osserva che il contributo, su 2 ore di misura, dovuto allo sfollamento dei tifosi rilevato il giorno precedente sia pari ad un L_{Aeq} di 1,3 dB(A).

4.2.2.2 Rilievi in T2

Data e ora inizio e fine misura	10/04/2022 dalle 23:00 alle 01:00
Tempo di misura	2 ore
Posizione del microfono	Il microfono, dotato di cuffia antivento, è stato posto a 1,5 m dal piano di campagna, orientato verso la strada.

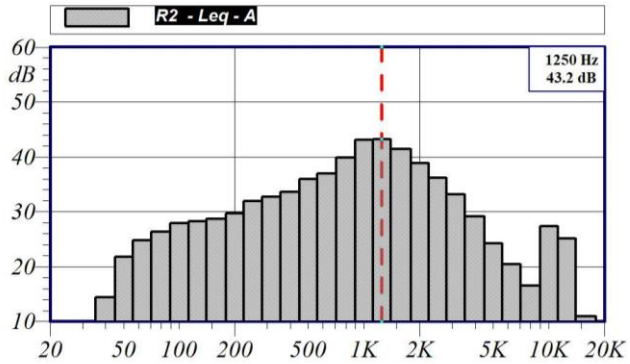
Nome misura: T2
Località: Via R. Carta Raspi
Strumentazione: Larson-Davis 824
Nome operatore: Nome operatore
Data, ora misura: 10/04/2022 23:02:12

R2
Leq - A

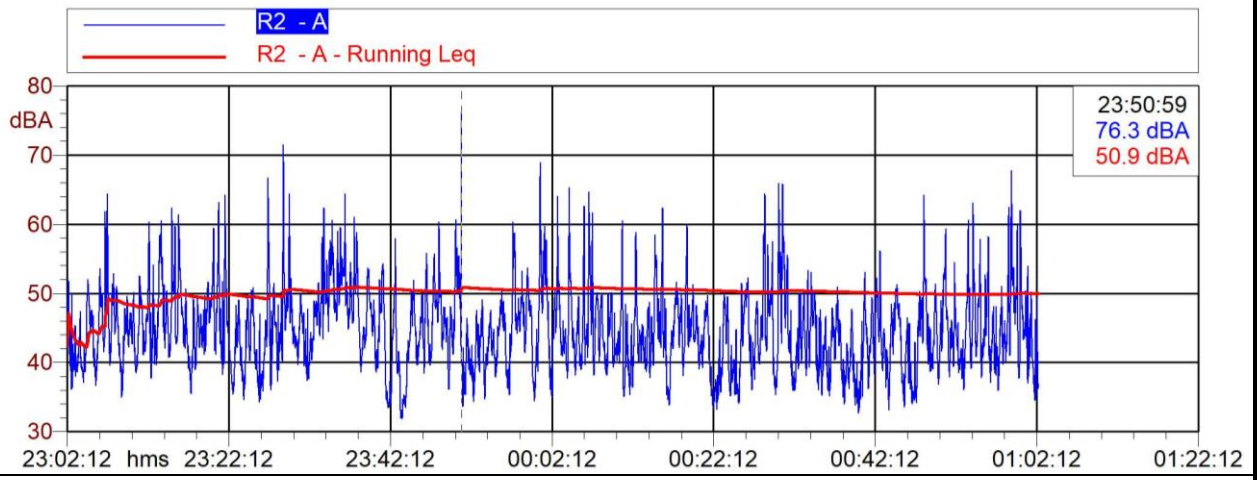
	dB		dB		dB
12.5 Hz	-22.1 dB	16 Hz	-13.9 dB	20 Hz	-5.4 dB
25 Hz	2.2 dB	31.5 Hz	8.0 dB	40 Hz	14.4 dB
50 Hz	21.7 dB	63 Hz	24.8 dB	80 Hz	26.3 dB
100 Hz	27.9 dB	125 Hz	28.2 dB	160 Hz	28.7 dB
200 Hz	29.6 dB	250 Hz	32.0 dB	315 Hz	32.7 dB
400 Hz	33.6 dB	500 Hz	36.0 dB	630 Hz	37.0 dB
800 Hz	39.9 dB	1000 Hz	43.1 dB	1250 Hz	43.2 dB
1600 Hz	41.4 dB	2000 Hz	38.9 dB	2500 Hz	36.2 dB
3150 Hz	33.2 dB	4000 Hz	29.2 dB	5000 Hz	24.2 dB
6300 Hz	20.4 dB	8000 Hz	16.5 dB	10000 Hz	27.3 dB
12500 Hz	25.1 dB	16000 Hz	10.9 dB	20000 Hz	5.2 dB

L1: 61.0 dBA L5: 55.4 dBA
L10: 52.1 dBA L50: 44.1 dBA
L90: 37.6 dBA L95: 36.0 dBA

Leq = 50.0 dBA



Annotazioni: Note



Osservazioni: si noti che il valore di L_{Aeq} sia di 50,0 dB(A), rappresentativo del rumore del traffico stradale su via R. Carta Raspi. Non sono soggettivamente presenti componenti tonali e impulsive.

Tale misura è stata confrontata con la previsione del rumore dovuto al solo traffico dove si osserva che il contributo, su 2 ore di misura, dovuto allo sfollamento dei tifosi rilevato il giorno precedente sia pari ad un L_{Aeq} di 2,5 dB(A).

4.2.1.3 Rilievi in T3

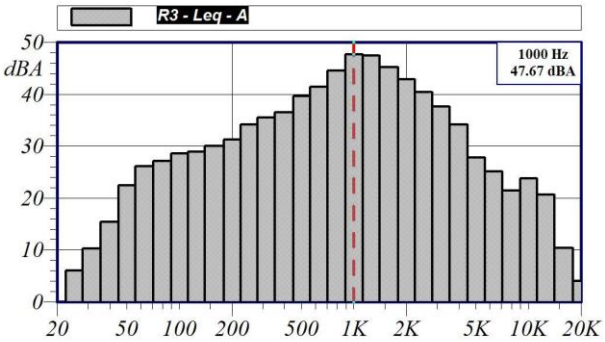
Data e ora inizio e fine misura	10/04/2022 dalle 23:04 alle 01:04
Tempo di misura	2 ore
Posizione del microfono	Il microfono, dotato di cuffia antivento, è stato posto a 1,5 m dal piano di campagna, orientato verso la strada.

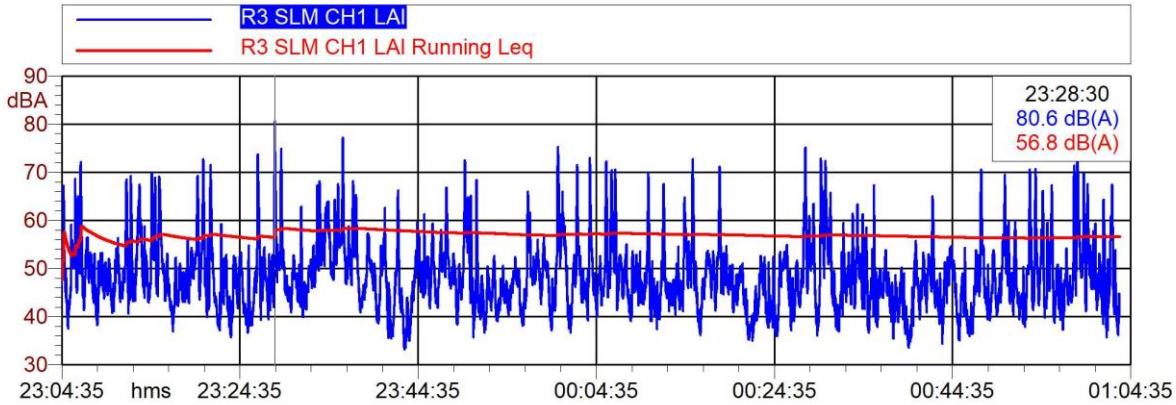
Nome misura: T3
Località: Via Amerigo Vespucci
Strumentazione: S/N: 6299
Nome operatore: ing. Rendina
Data, ora misura: 10/04/2022 23:04:35

R3 Leq - A					
	dBA		dBA		dBA
20 Hz	-1.3 dB	25 Hz	6.0 dB	31.5 Hz	10.2 dB
40 Hz	15.4 dB	50 Hz	22.4 dB	63 Hz	26.1 dB
80 Hz	27.2 dB	100 Hz	28.6 dB	125 Hz	28.9 dB
160 Hz	30.1 dB	200 Hz	31.3 dB	250 Hz	34.1 dB
315 Hz	35.5 dB	400 Hz	36.6 dB	500 Hz	39.6 dB
630 Hz	41.4 dB	800 Hz	44.6 dB	1000 Hz	47.7 dB
1250 Hz	47.4 dB	1600 Hz	45.3 dB	2000 Hz	42.9 dB
2500 Hz	40.4 dB	3150 Hz	37.6 dB	4000 Hz	34.2 dB
5000 Hz	27.8 dB	6300 Hz	25.1 dB	8000 Hz	21.4 dB
10000 Hz	23.8 dB	12500 Hz	20.6 dB	16000 Hz	10.4 dB
20000 Hz	4.0 dB				

L1: 66.8 dBA L5: 58.4 dBA
L10: 54.1 dBA L50: 44.9 dBA
L90: 38.3 dBA L95: 36.7 dBA

Leq = 56.6 dBA





Osservazioni: il valore di L_{Aeq} è pari a 56,6 dB(A), rappresentativo del rumore del traffico stradale su via A. Vespucci. Non sono soggettivamente presenti componenti tonali e impulsive.

Tale misura è stata confrontata con la previsione del rumore dovuto al solo traffico dove si osserva che il contributo, su 2 ore di misura, dovuto allo sfollamento dei tifosi rilevato il giorno precedente sia pari ad un L_{Aeq} di 4,5 dB(A).

5. CLIMA ACUSTICO

Di seguito si riporta la valutazione del clima acustico relativo a sorgenti fisse e mobili esistenti *ante operam* presso i ricettori che saranno maggiormente esposti alle emissioni sonore del traffico generato dal nuovo Stadio ed il confronto con i limiti di legge. In particolare, il livello equivalente pesato A ottenuto è stato poi confrontato con i valori limite di emissione di classe III relativi a sorgenti fisse e mobili.

TABELLA 5.1.: L_{Aeq} MISURATI IN T1, T2 E T3 E VERIFICA DEI LIMITI

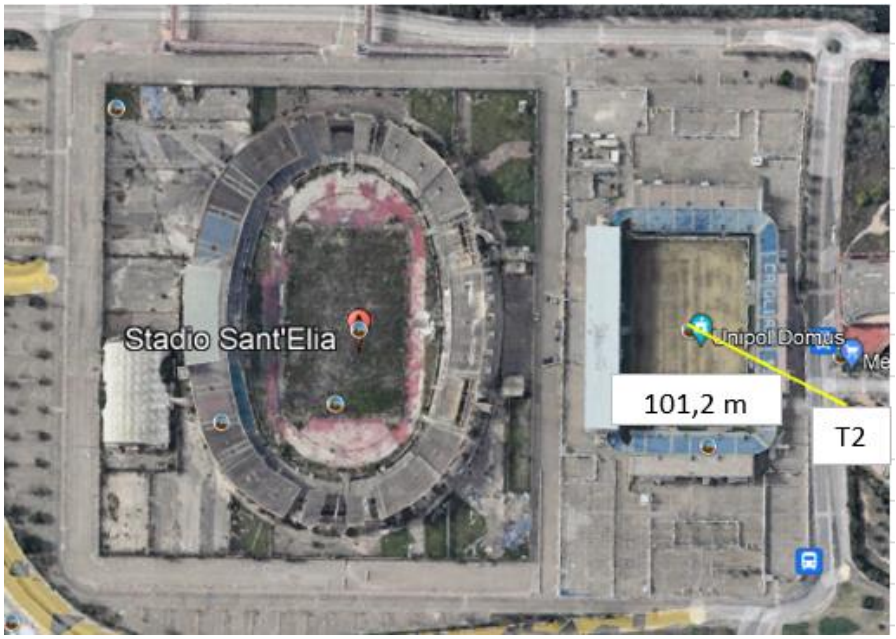
	Ricettore 1	**Ricettore 2**	**Ricettore 3**
	Giorno di misura: 10/04/2022		
Leq(A) misurato [dB(A)] a bordo strada	49,3	50,0	56,6
Leq(A) valutato a 1m dalla facciata del ricettore [dB(A)] *	34,5	35,5	38,5
Limite di immissione notturno [dB(A)] - D.P.R. n.142 del 30/03/2004, allegato 1 tabella 2	60	-	55
Limite di emissione notturno [dB(A)] - tabella 2.3.1 (DPCM 14/11/1997)	-	45	-
Verificato [sì/no]	SI	SI	SI

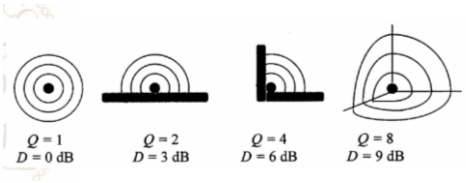
*I valori osservati sono arrotondati a 0.5 dB(A), così come previsto dal D.M.A 16/03/1998.
Si precisa che i punti T1 e T3, oggetto dei limiti di cui al DPR 142/2004, presentano solo limiti di immissione sonora mentre qui cautelativamente sono stati confrontati con i valori di emissione sonora osservati.

Come si può notare dalla tabella qui sopra, in tutti e 3 i punti di misura viene rispettato il limite di legge.

6. PREVISIONE DI IMPATTO ACUSTICO DELLA PRATICA SPORTIVA

Di seguito si riporta la valutazione delle immissioni sonore dovute alla pratica sportiva.
In particolare, è stato definito come baricentro del rumore prodotto dai tifosi il centrocampo dello stadio nel quale si è svolta la partita Cagliari - Juventus del 09/04/2022, per poi calcolare in quel punto la potenza sonora prodotta e stimata a partire dal rilievo fonometrico condotto nel punto T2, il più prossimo allo stadio e, di conseguenza, quello meno influenzato dal traffico stradale circostante (quindi il più affidabile). Si precisa che per il calcolo della potenza sonora al centro dello stadio si è tenuto conto dei primi 20’ della misura fonometrica condotta, essendo questo il periodo temporale nel quale era ancora in corso il match. Di seguito si riportano i calcoli effettuati.





$L_p = L_w + 10 \log Q - 10 \log 4p\, r^2$

dist. (m)=	101,2
Q=	1

L_w [dB(A)]	L_p [dB(A)]
116,9	65,8

Dalla tabella riportata qui sopra si osserva che il valore di pressione sonora a centro stadio, calcolato a partire da una pressione sonora di 65,8 dB(A) (presso il punto di misura T2), è pari a 116,9 dB(A).
Noto tale valore, per estrapolare lo scenario futuro occorre considerare che la capienza dello stadio previsto è doppia rispetto a quella dello stadio provvisorio attuale; questo comporta che la potenza sonora della tifoseria sarà doppia e quindi di +3,0 dB(A) rispetto a quella attuale. Di conseguenza si ottiene una potenza sonora a centro stadio prevista di 119,9 dB(A).

Per completare l'estrapolazione dello scenario futuro è stata calcolata la pressione sonora ai ricettori più esposti traslando il baricentro di rumore nel centrocampo del nuovo Stadio Sant'Elia. I valori riportati di seguito sono valutati a 1m all'esterno della facciata dei ricettori.

R1

dist. (m)=	290,2
Q=	1

L_w [dB(A)]	L_p [dB(A)]
119,9	**59,7**

R2

dist. (m)=	330,3
Q=	1

L_w [dB(A)]	L_p [dB(A)]
119,9	**58,5**

R3

dist. (m)=	273,4
Q=	1

L_w [dB(A)]	L_p [dB(A)]
119,9	**60,2**

Di seguito si riporta il confronto con i limiti di immissione sonora per la classe III. Si precisa che per portare il rumore a 1m all'interno della facciata dei ricettori si è considerato un decremento pari a 10 dB(A), estrapolato da una pubblicazione, uscita sulla Rivista Italiana di Acustica (vol.44, 2020) intitolata "Attenuazione acustica determinata da una facciata con finestra aperta", della quale si riporta uno stralcio:

> L'indagine svolta ha lo scopo di approfondire l'effetto di attenuazione che si rileva tra la pressione sonora all'esterno ed all'interno di un locale con finestra aperta. I risultati hanno evidenziato una significativa variabilità dell'attenuazione con valori compresi tra 2 e 14 dB(A) e fortemente dipendenti da parametri geometrici.

Da una lettura approfondita di questa pubblicazione emerge che un valore di attenuazione della facciata a finestra aperta -10 dB(A) è scientificamente sostenibile.

	R1	**R2**	**R3**
L_p a 1m fuori dalla facciata	59,7	58,5	60,2
L_p a 1m dentro alla facciata	49,5*	48,5*	50,0*
Limite immissione notturno (DPCM 14/11/97)	50	50	50
Rispettato	SI	SI	SI

*I valori osservati sono arrotondati a 0.5 dB(A), così come previsto dal D.M.A 16/03/1998.

Anche l'Hotel è stato considerato un ricettore critico, esposto alla rumorosità prodotta dai tifosi che occupano lo Stadio durante le partite. Di seguito si riportano i calcoli effettuati. Anche in questo caso il valore di pressione sonora ottenuto è valutato a 1m all'esterno della facciata che disterà 119,6 m dal centro del campo previsto.

dist. (m)=	119,6
Q=	1

L_w [dB(A)]	L_p [dB(A)]
119,9	**67,4**

Di seguito si riporta il confronto con i limiti di immissione sonora previsti per la classe IV. È stato considerato il periodo temporale diurno poiché i locali con affaccio diretto sullo Stadio sono perlopiù uffici, quindi con attività esclusivamente diurna.

	HOTEL
L_p a 1m fuori dalla facciata	67,4
L_p a 1m dentro alla facciata (finestre aperte)	57,5*
L_p a 1m dentro alla facciata (finestre chiuse)**	19,0*
Limite immissione diurno classe IV	65
Rispettato	SI

*I valori osservati sono arrotondati a 0.5 dB(A), così come previsto dal D.M.A 16/03/1998.

** Come isolamento di facciata è stato considerato il valore ricavato dai calcoli RAP per quanto riguarda la facciata dell'Ufficio F&B pari a D_{2mtnw}=48,2 dB.

7. IMPATTO ACUSTICO DEGLI IMPIANTI A SERVIZIO DELL'HOTEL E DELLO STADIO

Nel presente paragrafo si illustreranno le specifiche tecniche e le posizioni delle macchine che costituiscono l'impianto di climatizzazione e ricircolo d'aria dello stadio e dell'hotel, sui quali stimare i livelli di pressione sonora ai ricettori più esposti e il confronto con i limiti di legge. Si ricorda che le stime sono state condotte esclusivamente nel periodo più restrittivo, quello notturno al quale si farà riferimento.

La presente progettazione definitiva lascerà spazio, in sede di progettazione esecutiva, alla revisione delle caratteristiche degli impianti previsti. Pertanto, laddove i dati acustici non sono riportati si è stimato il livello di pressione sonora massima che può emettere la macchina senza la necessità di mitigazione sonora.

A titolo precauzionale nella presente analisi non si è stimata l'attenuazione prodotta dal percorso d'aria all'interno dei canali, delle curve degli stessi e di eventuali materiali fonoassorbenti che saranno definiti in sede di progettazione esecutiva.

7.1 SORGENTI FISSE DELL'HOTEL

Le macchine al servizio dell'hotel sono raggruppate in locali tecnici situati al piano terra e in copertura. Si riportano dunque i dati di potenza sonora trasmessi dagli impiantisti e la collocazione delle macchine.

Macchine al piano terra:

Il locale tecnico al piano terra dell'hotel accoglie una sola sorgente sonora. Di cui si riportano i dati di potenza sonora:

1 unità situata al piano terra all'interno del locale tecnico	POTENZA SONORA
	61 dB(A) per singola unità

Come per le macchine in copertura anche per quella presente al piano terra si è aggiunta la tolleranza dello standard EUROVENT: si ha quindi che: 61+4 = 65 dB(A) di potenza sonora.

Figura 1 nel cerchio in rosso sono localizzate le bocche di immissione di espulsione dell'area presenti al piano terra

Macchine in copertura: le macchine in copertura sono raggruppate sulle due ali della sagoma dell'hotel suddivise in 8 macchine posizionate a est e 8 macchine a ovest.

Centrali copertura (EST e OVEST) Unità esterne VRF	N.8	EST	POTENZA SONORA
	N.8	OVEST	**62,5 dB(A) per singola unità**

I dati forniti presentano un unico dato di potenza sonora pari a 62,5 dB(A) che non distingue il tipo di rumorosità sulla quale fa riferimento (immissione o espulsione d'aria, ad esempio). In via cautelativa si è sommato energeticamente il dato di 62,5 dB(A) per 16 volte. Al dato finale, considerando che i valori forniti potrebbero essere stati rilevati secondo lo standard EUROVENT, ovvero rilevati in fabbrica e non in un laboratorio certificato, si sono aggiunti 4 dB(A) poiché detto standard EUROVENT ha una tolleranza di ±4.0. Si è così ottenuto un dato di potenza sonora pari a 74,6 + 4 = 78,6 dB(A) che tiene conto di tutte le macchine.

Figura 2 con i cerchi in rosso si individuano le aree di posizionamento delle macchine dell'hotel in copertura

7.2 SORGENTI SONORE FISSE DELLO STADIO

Le macchine a servizio dello stadio sono raggruppate all'interno di locali tecnici situati al piano terra, al secondo piano e al terzo piano. Di seguito si riportano le schede tecniche delle UTA previste. Nota: per "Sezione di Mandata" si è assunta la sezione della macchina che invia ("Uscita") l'aria negli ambienti climatizzati e la preleva ("Aspirazione") dall'ambiente esterno (quella che comunemente viene chiamata immissione). Per "Sezione di Ripresa" si intende l'aria ripresa dagli ambienti climatizzati ("Aspirazione") e l'aria espulsa all'esterno ("Uscita") normalmente definita espulsione.

SCHEDA UTA N. 1

SEZIONE DI MANDATA

Calcolo rumurosità — Tollerance +/- 4 dB

Potenza sonora [dB]

Frq. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Somma [dB(A)]
Aspirazione	77,0	69,0	85,0	72,0	64,0	59,0	57,0	62,0	77,6
Uscita	75,0	74,0	80,0	67,0	57,0	56,0	58,0	61,0	72,9
Carpenteria	67,7	67,7	82,7	73,2	78,0	67,1	46,3	39,2	80,2

SEZIONE DI RIPRESA

Calcolo rumurosità — Tollerance +/- 4 dB

Potenza sonora [dB]

Frq. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Somma [dB(A)]
Aspirazione	79,0	73,0	87,0	82,0	70,0	67,0	66,0	60,0	82,3
Uscita	77,0	76,0	80,0	69,0	58,0	57,0	59,0	63,0	73,5
Carpenteria	69,7	69,7	82,7	75,2	79,0	68,1	47,3	41,2	81,1

SCHEDA UTA N. 2

SEZIONE DI MANDATA

Calcolo rumurosità — Tollerance +/- 4 dB

Potenza sonora [dB]

Frq. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Somma [dB(A)]
Aspirazione	70,0	65,0	75,0	64,0	64,0	53,0	55,0	58,0	69,7
Uscita	71,0	67,0	73,0	61,0	56,0	53,0	54,0	59,0	67,1
Carpenteria	62,7	60,7	75,7	66,2	75,0	62,1	40,3	35,2	76,1

SCHEDA UTA N. 3

SEZIONE DI MANDATA

Calcolo rumurosità — Tollerance +/- 4 dB

Potenza sonora [dB]

Frq. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Somma [dB(A)]
Aspirazione	73,0	74,0	84,0	72,0	67,0	62,0	65,0	68,0	77,7
Uscita	71,2	69,1	65,1	48,5	41,5	41,2	50,1	54,0	60,3
Carpenteria	66,7	68,7	79,7	74,2	76,0	67,1	50,3	41,2	78,6

SEZIONE DI RIPRESA

Calcolo rumurosità — Tollerance +/- 4 dB

Potenza sonora [dB]

Frq. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Somma [dB(A)]
Aspirazione	71,0	77,0	83,0	73,0	70,0	65,0	67,0	60,0	77,8
Uscita	67,2	69,0	61,1	45,2	38,5	37,2	46,1	49,0	57,2
Carpenteria	62,7	68,7	75,7	71,2	74,0	63,1	46,3	36,2	76,0

SCHEDA MACCHINA SITUATA ALL'ESTERNO DELLO STADIO.

EWYD8004ZXSB2 +OP76b

Performances calculated according to EN14511-3:2013

Acoustic information

Sound pressure level at 1 m from the unit (rif. 2 x 10-5 Pa)

63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	db(A)
76.0	73.0	73.0	76.0	71.0	66.0	58.0	51.0	**76.0**

Dove non fosse specificato dalle schede tecniche di riferimento si sono sempre aggiunti 4 dB(A) ai livelli di rumorosità forniti, in applicazione dello standard EUROVENT che ha una tolleranza di ±4.0 sui dati rilevati in fabbrica e non in un laboratorio certificato.

Nella seguente tabella si riportano schematicamente il tipo di locale tecnico, la quantità e la tipologia di macchina in esso previste. Nella colonna più a destra si riportano i livelli di potenza sonora specifica emessi da ogni locale tecnico con riferimento ai dati tecnici delle singole macchine riportati alla pag.36.

Locale Tecnico	Quantità di UTA	Tipologia di macchine	Potenza sonora complessiva di tutte le UTA [dB(A)]
SOTTOCENTRALE L200 ASSE 20	3 UTA 2 UTA	Scheda 1 Scheda 2	**88**
SOTTOCENTRALE L300 ASSE 20	2 UTA	Scheda 3	**84,8**
SOTTOCENTRALE L200 ASSE 34	1 UTA 1 UTA	Scheda 1 Scheda 3	**85,4**
SOTTOCENTRALE L300 ASSE 34	2 UTA	Scheda 3	**84,8**
SOTTOCENTRALE L000	1 UTA	Scheda 3	**81,7**
SOTTOCENTRALE NORD-OVEST	2 unità	EWYD8004ZXSB2	**83,2**
SOTTOCENTRALE SUD-OVEST	2 unità	EWYD8004ZXSB2	**83,2**

Per effettuare la valutazione di impatto acustico, è necessario conoscere la posizione dei locali tecnici; pertanto si rappresentano degli estratti di progetto con individuazione (cerchi in rosso) dei locali tecnici dello stadio.

SOTTOCENTRALE L200 ASSE 20:

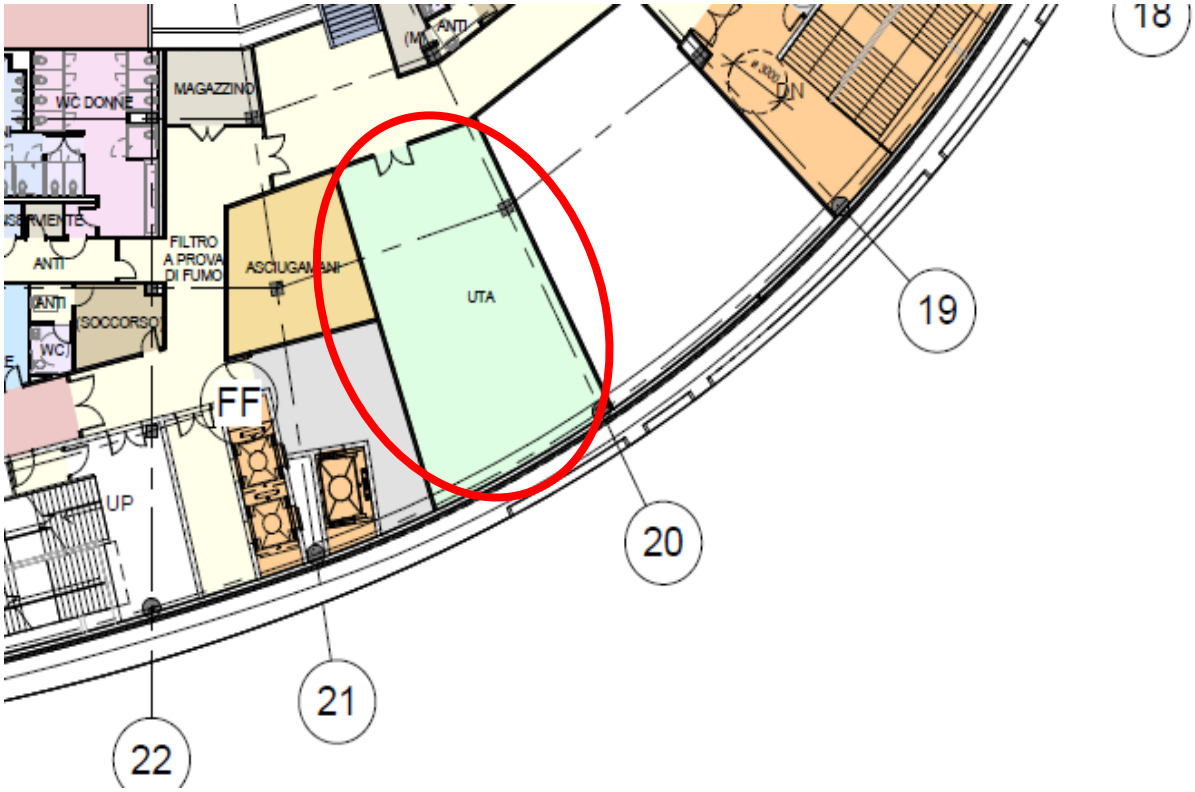


Figura 3 Locale UTA situato al piano secondo dello stadio

SOTTOCENTRALE L300 ASSE 20:

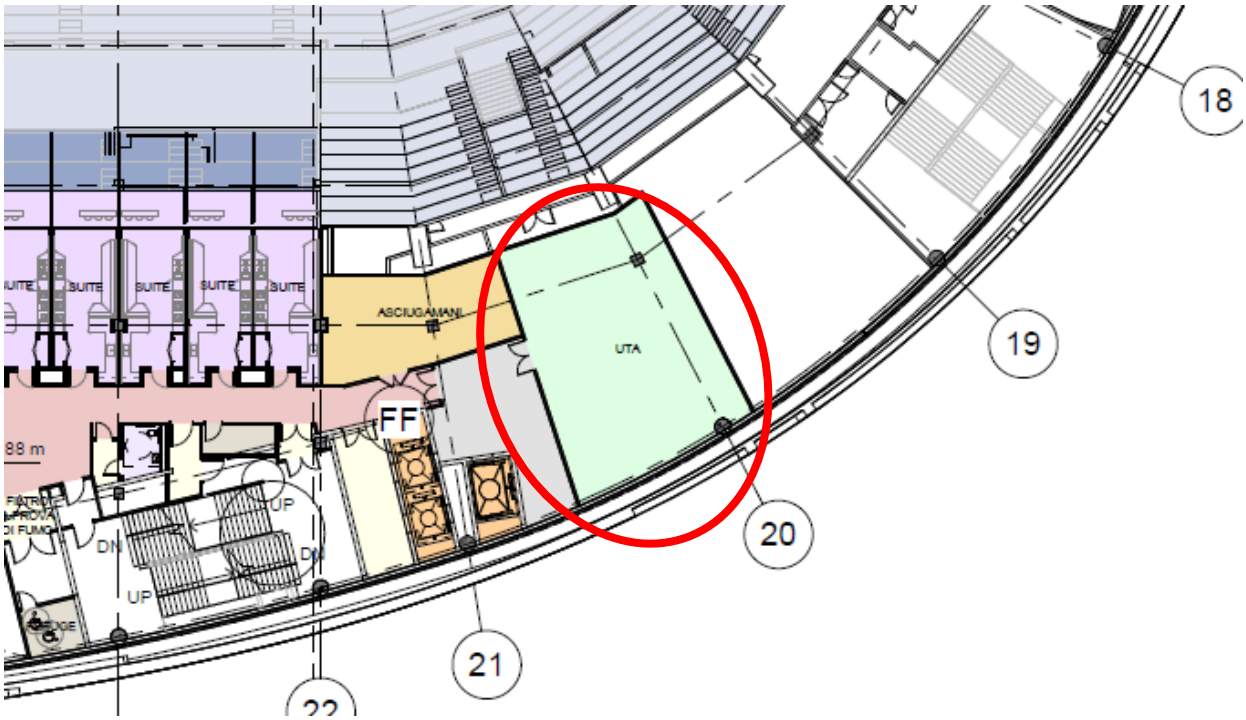


Figura 4 Locale UTA situato al piano terzo dello stadio

SOTTOCENTRALE L200 ASSE 34:

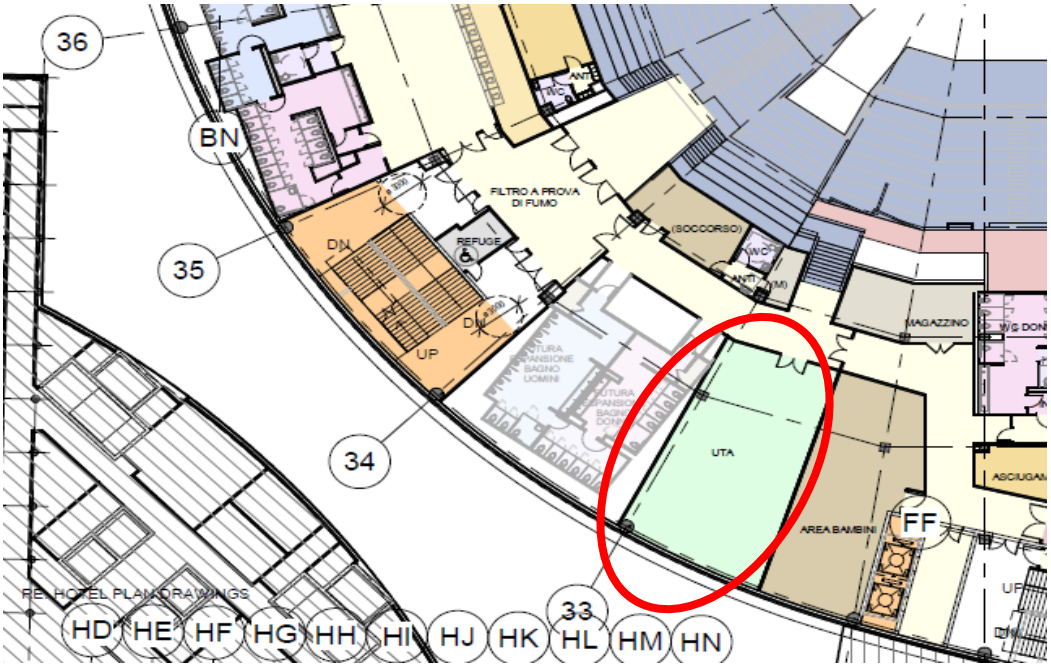


Figura 5 Locale UTA situato al piano secondo dello stadio

SOTTOCENTRALE L300 ASSE 34:

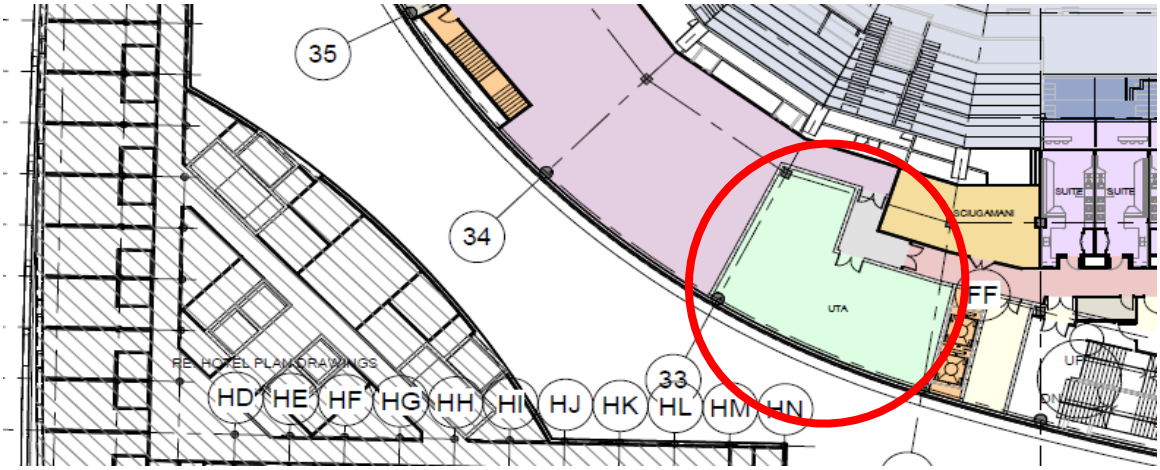


Figura 6 Locale UTA situato al piano terzo dello stadio

SOTTOCENTRALE NORD-OVEST:

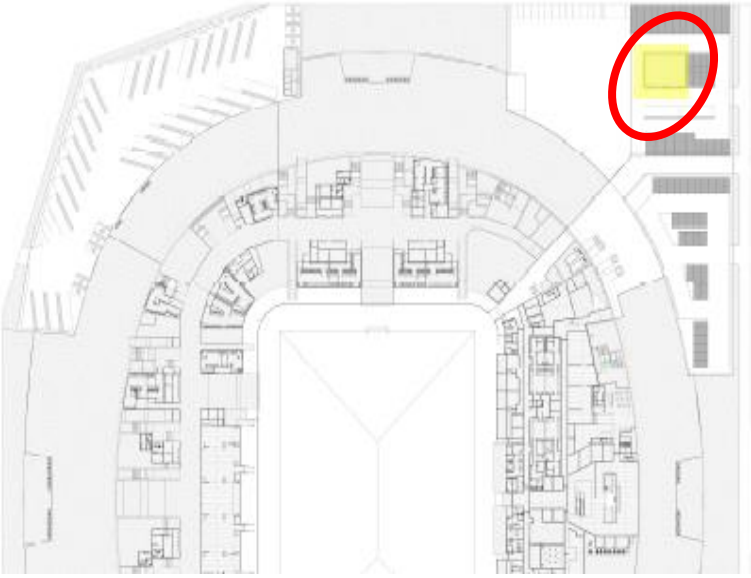


Figura 7 Macchina situata a Nord Ovest dello stadio

SOTTOCENTRALE SUD-OVEST:

Figura 8 Macchina situata a Sud Ovest dello stadio

7.3 IMPATTO ACUSTICO DI TUTTE LE SORGENTI SONORE PREVISTE

Alla tabella seguente si riportano i livelli di pressione sonora dedotti a partire dai dati di potenza sonora delle macchine calcolati e riportati nei paragrafi 7.1 e 7.2; la pressione sonora è stata valutata ai ricettori più esposti (perché più prossimi) e confrontata con i limiti di legge. Si ricorda che le stime sono state condotte esclusivamente nel periodo più restrittivo, quello notturno al quale si farà riferimento. Tutte le sorgenti interessate appartengono alla classe IV mentre i ricettori appartengono tutti alla classe III, tranne l'hotel che appartiene alla classe IV dell'azzonamento acustico del Comune di Cagliari.
I ricettori principali individuati per la valutazione dell'impatto acustico sono: R1, R3 e l'Hotel. Per la valutazione di impatto acustico si sono calcolati i contributi sonori dati da ciascuna macchina e dal traffico futuro previsto al ricettore più prossimo. Di seguito si riporta una tabella rappresentativa di ogni gruppo di macchine, nella quale si individua il ricettore più esposto, la distanza tra il locale tecnico e il ricettore e la relativa pressione sonora calcolata, infine si riporta il livello di pressione sonora complessivo al ricettore.

Gruppo macchine	Ricettore più prossimo	Distanza Locale tecnico-Ricettore	Livello di pressione sonora specifico a 1m all'esterno della facciata del ricettore [dB(A)]	Livello di pressione sonora complessivo di tutte le sorgenti atteso a 1m all'esterno della facciata del ricettore [dB(A)]
SOTTOCENTRALE L200 ASSE 20	R1	170	35,4	39,6
SOTTOCENTRALE L300 ASSE 20	R1	170	32,2	
SOTTOCENTRALE L000	R1	140	30,8	
SOTTOCENTRALE SUD-OVEST	R1	110	34,3	
SOTTOCENTRALE L200 ASSE 34	Hotel	15	53,9	56,6
SOTTOCENTRALE L300 ASSE 34	Hotel	15	53,2	
SOTTOCENTRALE NORD-OVEST	R3	120	33,6	33,9
Centrali ad est e ovest totale n.16 macchine (HOTEL)	R3	270	21,9	
Singola unità al piano terra	R3	270	11,4	

Qui di seguito si descrivono i calcoli effettuati per la previsione di impatto acustico complessivo di tutte le sorgenti presso i 3 ricettori considerati (R1, Hotel e R3 rappresentati nella figura di pag. 10 e nella fig. 4 a pag. 14) ed il confronto con i limiti di legge.

RICETTORE 1

EMISSIONI ASSOLUTE DELLE SORGENTI FISSE STIMATE AL RICETTORE

Ricettore 1	Livello di rumore specifico delle sorgenti sonore fisse dello stadio valutato a 1m dalla facciata del ricettore Leq [dB(A)]	Limite di emissione classe III notturno [dB(A)]	Rispettato?
	39,5*	45	SI

*Nota: i livelli stimati sono arrotondati a 0,5 dB(A) a norma di legge.

Il rumore delle sorgenti mobili è solo soggetto ai limiti di immissione sonora (si veda tabella sotto).

IMMISSIONI ASSOLUTE AL RICETTORE: SOMMA DELLE SORGENTI FISSE E MOBILI

Ricettore 1	Clima acustico ante operam + traffico post operam a 1 m da facciata [dB(A)]	Rumore specifico degli impianti dello stadio a 1 m da facciata [dB(A)]	Livello di rumore ambientale a 1 m dalla facciata [dB(A)]	Livello di rumore ambientale all'interno dell'ambiente abitativo [dB(A)]	Limite di immissione notturno classe III [dB(A)]	Rispettato?
	53,0	39,6	53,2	47,0*	50	SI

*Nota: i livelli stimati sono arrotondati a 0,5 dB(A) a norma di legge.

Nota: per stimare il rumore da 1 m all'esterno della facciata a 1 m all'interno si deve considerare l'attenuazione dovuta alla facciata stessa. A tal proposito si fa riferimento a una pubblicazione edita dalla Rivista Italiana di Acustica (Vol.44; 2020) e intitolata "Attenuazione acustica determinata da una facciata con finestra aperta", che fornisce un valore di attenuazione della facciata a finestra aperta di 2÷14 dB(A). Qui a titolo cautelativo si è assunto un valore di 6 dB(A).

VALUTAZIONE DEL CRITERIO DIFFERENZIALE DEGLI IMPIANTI DELLO STADIO ALL'INTERNO DELL' AMBIENTE ABITATIVO

Ricettore 1	Livello di specifico delle sorgenti sonore fisse dello stadio valutato a 1m dalla facciata del ricettore Leq [dB(A)]	Leq(A) residuo più basso rilevato nell' intervallo di 15' [dB(A)]	Livello di rumore ambientale valutato a 1m dalla facciata del ricettore [dB(A)]	Leq(A) ambientale all'interno dell'ambiente abitativo [dB(A)]	Leq(A) residuo più basso rilevato/stimato all'interno dell'ambiente abitativo nell'intervallo di 15' [dB(A)]	Limite di immissione differenziale [dB(A)] max 3 dB(A)	Rispetto del limite
	39,6	43,8	45,2	39,0*	38,0*	1*	SI

*Nota: i livelli stimati sono arrotondati a 0,5 dB(A) a norma di legge.

Nota: per stimare il rumore da 1 m all'esterno della facciata a 1 m all'interno si deve considerare l'attenuazione dovuta alla facciata stessa. A tal proposito si fa riferimento a una pubblicazione edita dalla Rivista Italiana di Acustica (Vol.44; 2020) e intitolata "Attenuazione acustica determinata da una facciata con finestra aperta", che fornisce un valore di attenuazione della facciata a finestra aperta di 2÷14 dB(A). Qui a titolo cautelativo si è assunto un valore di 6 dB(A).

Si precisa che nel calcolo del criterio differenziale non è stato considerato il contributo dato dalle sorgenti sonore mobili in quanto il DPCM 14/11/97 articolo 4 comma 3 afferma che "Le disposizioni di cui al presente articolo non si applicano alla rumorosità prodotta: dalle infrastrutture stradali, ferroviarie…".

RICETTORE HOTEL

EMISSIONI ASSOLUTE DELLE SORGENTI FISSE STIMATE AL RICETTORE

Ricettore Hotel	Livello di rumore specifico delle sorgenti sonore fisse dello stadio valutato a 1m dalla facciata del ricettore Leq [dB(A)]	Limite di emissione classe IV notturno [dB(A)]	Rispettato?
	56,5*	50	NO

*Nota: i livelli stimati sono arrotondati a 0,5 dB(A) a norma di legge.

I limiti di emissione al ricettore Hotel non sono rispettati, pertanto si prescrive in sede di progettazione esecutiva o una mitigazione acustica delle macchine dei gruppi tecnici SOTTOCENTRALE L300 ASSE 34 (dove sono presenti n.2 UTA scheda 2) e SOTTOCENTRALE L200 ASSE 34 (dove sono presenti n.1 UTA scheda 1 e n.1 UTA scheda 3) orientati verso l'hotel che garantisca un'attenuazione minima di 7 dB(A). Come soluzione alternativa si consiglia una collocazione diversa dei locali tecnici interessati, affinché siano più distanti dal ricettore hotel.

IMMISSIONI ASSOLUTE AL RICETTORE: SOMMA DELLE SORGENTI FISSE E MOBILI

Ricettore Hotel	Clima acustico ante operam + traffico post operam a 1 m da facciata [dB(A)]	Rumore specifico degli impianti dello stadio a 1 m da facciata [dB(A)]	Livello di rumore ambientale a 1 m dalla facciata [dB(A)]	Livello di rumore ambientale all'interno dell'ambiente abitativo [dB(A)]	Limite di immissione notturno classe IV [dB(A)]	Rispettato?
	55,7	56,6	59,2	53,0*	55	SI

*Nota: i livelli stimati sono arrotondati a 0,5 dB(A) a norma di legge.

VALUTAZIONE DEL CRITERIO DIFFERENZIALE DEGLI IMPIANTI DELLO STADIO ALL'INTERNO DELL' AMBIENTE ABITATIVO

Ricettore Hotel	Livello di specifico delle sorgenti sonore fisse dello stadio valutato a 1m dalla facciata del ricettore Leq [dB(A)]	Leq(A) residuo più basso rilevato nell'intervallo di 15' [dB(A)]	Livello di rumore ambientale valutato a 1m dalla facciata del ricettore [dB(A)]	Leq(A) ambientale all'interno dell'ambiente abitativo [dB(A)]	Leq(A) residuo più basso rilevato/stimato all'interno dell'ambiente abitativo nell'intervallo di 15' [dB(A)]	Limite di immissione differenziale [dB(A)] max 3 dB(A)	Rispettato?
	56,6	54,7	58,8	53,0*	48,5**	3,5*	NO

*Nota: i livelli stimati sono arrotondati a 0,5 dB(A) a norma di legge.

**Valore desunto dalla misura ante operam in T3.

Anche in questo caso, la mitigazione sonora già prevista per il rispetto dei limiti alle emissioni sonore potrà ampiamente garantire il rispetto del criterio differenziale.

Si precisa che nel calcolo del criterio differenziale non è stato considerato il contributo dato dalle sorgenti sonore mobili in quanto il DPCM 14/11/97 articolo 4 comma 3 afferma che "Le disposizioni di cui al presente articolo non si applicano alla rumorosità prodotta: dalle infrastrutture stradali, ferroviarie…"

RICETTORE 3

EMISSIONI ASSOLUTE DELLE SORGENTI FISSE STIMATE AL RICETTORE

Ricettore R3	Livello di rumore specifico delle sorgenti sonore fisse dello stadio valutato a 1m dalla facciata del ricettore Leq [dB(A)]	Limite di emissione classe III notturno [dB(A)]	Rispettato?
	34,0*	45,0	SI

*Nota: i livelli stimati sono arrotondati a 0,5 dB(A) a norma di legge.

IMMISSIONI ASSOLUTE AL RICETTORE: SOMMA DELLE SORGENTI FISSE E MOBILI

Ricettore R3	Clima acustico ante operam + traffico post operam a 1 m da facciata [dB(A)]	Rumore specifico degli impianti dello stadio a 1 m da facciata [dB(A)]	Livello di rumore ambientale a 1 m dalla facciata [dB(A)]	Livello di rumore ambientale all'interno dell'ambiente abitativo [dB(A)]	Limite di immissione notturno classe III [dB(A)]	Rispettato?
	55,7	33,9	55,7	49,7*	50,0	SI

*Nota: i livelli stimati sono arrotondati a 0,5 dB(A) a norma di legge.

VALUTAZIONE DEL CRITERIO DIFFERENZIALE DEGLI IMPIANTI DELLO STADIO ALL'INTERNO DELL' AMBIENTE ABITATIVO

Ricettore R3	Leq(A) ambientale valutato a 1m dalla facciata del ricettore [dB(A)]	Leq(A) residuo più basso rilevato nell'intervallo di 15' valutato a 1m dalla facciata del ricettore [dB(A)]	Livello di rumore ambientale valutato a 1m dalla facciata del ricettore [dB(A)]	Leq(A) ambientale all'interno dell'ambiente abitativo [dB(A)]	Leq(A) residuo più basso rilevato/stimato all'interno dell'ambiente abitativo nell'intervallo di 15' [dB(A)]	Limite di immissione differenziale [dB(A)] max 3 dB(A)	Rispettato?
	33,9	54,7	54,7	49,0*	48,5**	0,5*	SI

*Nota: i livelli stimati sono arrotondati a 0,5 dB(A) a norma di legge.

**Valore desunto dalla misura ante operam in T3.

Si precisa che nel calcolo del criterio differenziale non è stato considerato il contributo dato dalle sorgenti sonore mobili in quanto il DPCM 14/11/97 articolo 4 comma 3 afferma che "Le disposizioni di cui al presente articolo non si applicano alla rumorosità prodotta: dalle infrastrutture stradali, ferroviarie…"

8. CONCLUSIONI

Dall'analisi della Tabella 5.1. si evince come il clima acustico rilevato sia compatibile con i limiti di legge e quindi idoneo all'insediamento del nuovo Stadio.
Anche per quanto concerne la previsione di impatto acustico dato dalla pratica sportiva, le immissioni sonore previste rispetteranno i limiti di legge.

Le sorgenti che costituiscono gli impianti dell'hotel e dello stadio rispettano i limiti di emissione e i limiti di immissione assoluti e differenziali rispetto ai ricettori R1 e R3 in quanto non sono esposti in maniera significativa alle sorgenti rumorose, mentre necessitano di un intervento di mitigazione sonora le macchine che costituiscono i locali tecnici SOTTOCENTRALE L300 ASSE 34 (dove sono presenti n.2 UTA scheda 2) e SOTTOCENTRALE L200 ASSE 34 (dove sono presenti n.1 UTA scheda 1 e n.1 UTA scheda 3) orientati verso l'hotel. Si suggerisce, come prima soluzione della fase esecutiva di progetto, di calcolare (una volta definiti) l'attenuazione data dal percorso dei canali, con possibile coibentazione in lana fonoassorbente lungo alcuni tratti dei percorsi di espulsione e di immissione. Qualora non fosse sufficiente, sarà necessario prevedere l'installazione di uno o più silenziatori lungo i condotti interessati.

Infine, si precisa che non è stato possibile svolgere l'impatto acustico delle demolizioni, il quale dovrà essere considerato solo in fase di cantierizzazione, ovvero quando si sarà a conoscenza dei libretti tecnici dei mezzi previsti in cantiere, dei camion ad esso afferenti, dei percorsi che questi compiranno per lo smaltimento, dell'ubicazione in cantiere degli impianti rumorosi, del diagramma di Gantt del cantiere...

Ing. Ezio Rendina
"Tecnico Competente in acustica ambientale" ai sensi del D.L. 42/2017

ALLEGATO 1

Certificati di taratura della strumentazione e attestazione del “Tecnico Competente in Acustica” ai sensi della legge 447/95

Sky Lab

Sky-lab S.r.l.
Area Laboratori
Via Belvedere, 42 Arcore (MB)
Tel. 039 5783463
skylab.tarature@outlook.it

Centro di Taratura LAT N° 163
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory

ilac-MRA

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAT N° 163

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 25989-A
Certificate of Calibration LAT 163 25989-A

- data di emissione *date of issue*	2021-10-28
- cliente *customer*	CONSULTING & MANAGEMENT DI EZIO RENDINA 20123 - MILANO (MI)
- destinatario *receiver*	CONSULTING & MANAGEMENT DI EZIO RENDINA 20123 - MILANO (MI)

Si riferisce a
Referring to

- oggetto *item*	Fonometro
- costruttore *manufacturer*	Larson & Davis
- modello *model*	824
- matricola *serial number*	1786
- data di ricevimento oggetto *date of receipt of item*	2021-10-27
- data delle misure *date of measurements*	2021-10-28
- registro di laboratorio *laboratory reference*	Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 163 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° 163 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.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono 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 calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. 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 alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente 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 the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been 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.

Direzione tecnica
(Approving Officer)

Sky Lab

Sky-lab S.r.l.
Area Laboratori
Via Belvedere, 42 Arcore (MB)
Tel. 039 5783463
skylab.taratura@outlook.it

Centro di Taratura LAT N° 163
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura

ACCREDIA L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAT N° 163

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 22969-A
Certificate of Calibration LAT 163 22969-A

- data di emissione *date of issue*	2020-06-17
- cliente *customer*	CONSULTING & MANAGEMENT DI EZIO RENDINA 20123 - MILANO (MI)
- destinatario *receiver*	CONSULTING & MANAGEMENT DI EZIO RENDINA 20123 - MILANO (MI)
- richiesta *application*	298/20
- in data *date*	2020-06-16

Si riferisce a
Referring to

- oggetto *item*	Fonometro
- costruttore *manufacturer*	Sinus GmbH
- modello *model*	SoundBook Mk I
- matricola *serial number*	6299 CH1
- data di ricevimento oggetto *date of receipt of item*	2020-06-16
- data delle misure *date of measurements*	2020-06-17
- registro di laboratorio *laboratory reference*	Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 163 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° 163 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.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono 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 calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. 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 alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente 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 the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been 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

Isoambiente S.r.l.
Unità Operativa Principale di Termoli (CB)
Via India, 36/a – 86039 Termoli (CB)
Tel.& Fax +39 0875 702542
Web : www.isoambiente.com
e-mail: info@isoambiente.com

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

LAT N° 146

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 146 13282
Certificate of Calibration

- data di emissione *date of issue*	**2021/06/21**
- cliente *customer*	**SPECTRA S.r.l.** **Via J. F. Kennedy, 19 - 20871 Vimercate (MB)**
- destinatario *receiver*	**Consulting Management di Ezio Rendina** **Via Meravigli, 16 - 20123 Milano (MI)**
- richiesta *application*	**T377/21**
- in data *date*	**2021/06/18**
Si riferisce a *referring to*	
- oggetto *item*	**Fonometro**
- costruttore *manufacturer*	**LARSON DAVIS**
- modello *model*	**LxT1L**
- matricola *serial number*	**0004957**
- data di ricevimento oggetto *date of receipt of item*	**2021/06/18**
- data delle misure *date of measurements*	**2021/06/21**
- registro di laboratorio *laboratory reference*	**21-0852-RLA**

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.

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 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

Sky Lab

Sky-lab S.r.l.
Area Laboratori
Via Belvedere, 42 Arcore (MB)
Tel. 039 5783463
skylab.tarature@outlook.it

Centro di Taratura LAT N° 163
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory

ilac-MRA

ACCREDIA L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAT N° 163

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 25988-A
Certificate of Calibration LAT 163 25988-A

- data di emissione *date of issue*	2021-10-28
- cliente *customer*	CONSULTING & MANAGEMENT DI EZIO RENDINA 20123 - MILANO (MI)
- destinatario *receiver*	CONSULTING & MANAGEMENT DI EZIO RENDINA 20123 - MILANO (MI)

Si riferisce a
Referring to

- oggetto *item*	Calibratore
- costruttore *manufacturer*	Larson & Davis
- modello *model*	CAL200
- matricola *serial number*	3344
- data di ricevimento oggetto *date of receipt of item*	2021-10-27
- data delle misure *date of measurements*	2021-10-28
- registro di laboratorio *laboratory reference*	Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 163 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° 163 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.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono 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 calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. 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 alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente 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 the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been 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.

Direzione tecnica
(Approving Officer)