



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 da realizzare nel quartiere Nuovo Borgo Sant'Elia a Cagliari, 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

Protocollo N.0190429/2023 del 26/06/2023

Oggetto: Proposta per l'affidamento della concessione per la realizzazione e gestione, in condizioni di equilibrio economico finanziario, del nuovo Stadio di Cagliari, ai sensi dell'art. 1, comma 304, della Legge di Stabilità 2014 - Dichiarazione di pubblico interesse - Conferenza dei servizi decisoria - Domanda di autorizzazione ai sensi dell'art. 146 del D.Lgs. n. 42/04 - Richiesta di integrazione atti
Ubicazione: Comune di Cagliari, Località Stadio Sant'Elia.
Richiedente: Comune di Cagliari - Servizio Opere Strategiche, Mobilità, Infrastrutture e Reti.
Posizione: 2023-1152

TEAM DI PROGETTAZIONE:

progettazione architettonica  PROGETTO CMR MASSIMO ROJ ARCHITECTS	progettazione strutture  iDEAS Integrated Design & Engineering Architecture & Engineering	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 Urbanistica e Procedura V.I.A. Servizio degli enti B.Cagliari SARDINIA
consulenza acustica  VIA Consulting & Management VA	consulenza paesaggistica  dsb landscape design	consulenza viabilistica  RAM Infrastrutture & A.S. S.p.A.	consulenza ambientale  ambiente Consulenza & Ingegneria Progettazione per l'Ambiente

FASE PROGETTUALE:

PROGETTO DEFINITIVO

TITOLO / DESCRIPTION:

Valutazione previsionale di clima acustico e
previsione di impatto acustico

DELL'AREA OGGETTO DELLA RIQUALIFICAZIONE
URBANISTICA DEFINITA DAL "PROGETTO GUIDA NUOVO
STADIO SANT'ELIA E RELATIVE CONNESSIONI URBANE"

DISEGNATO DA :

CONTROLLATO DA :

DATA 14/06/2024

SCALA --

COMMESSA	FASE	EMISSIONE	LIVELLO	DISCIPLINA	TIPO	PROGRESSIVO	REVISIONE
3053	D	VIV	X	ACU	RE	002	03

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI CLIMA ACUSTICO E PREVISIONE DI IMPATTO ACUSTICO DEL NUOVO STADIO DI CAGLIARI

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



GIUGNO 2024

REV.2

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.....	9
2.4 Normativa COMUNALE	9
2.5 REGOLAMENTO IN DEROGA.....	10
3. QUADRO CONOSCITIVO	11
3.1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO E DELL'AREA CIRCOSTANTE.....	11
4. CONSIDERAZIONI RIGUARDANTI LA VIABILITA' LEGATA ALLO STADIO	12
4.1. IMPATTO ACUSTICO DEL TRAFFICO ALL'INTERNO DEI PARCHEGGI NEL MATCH - DAY 15	
4.2. INDIVIDUAZIONE E DESCRIZIONE DEI RICETTORI PIU' ESPOSTI AL TRAFFICO GENERATO DALLO STADIO.....	19
4.3. DESCRIZIONE DELLE INDAGINI FONOMETRICHE ESEGUITE E CONFRONTI CON I LIMITI DI LEGGE	20
4.3.1 RILIEVI DI SABATO 9/4/2022.....	21
4.3.2 RILIEVI DI DOMENICA 10/4/2022.....	29
4.4. IMPATTO ACUSTICO DEL TRAFFICO INDOTTO DAL NUOVO STADIO.....	32
5. CLIMA ACUSTICO ante operam	35
6. IMPATTO ACUSTICO DEGLI IMPIANTI A SERVIZIO DEL NUOVO STADIO e dell'hotel E LA PRATICA SPORTIVA.....	36
6.1 SORGENTI SONORE FISSE DELL'HOTEL	36
6.2 SORGENTI sonore FISSE DELLO STADIO	38
6.3 IMPATTO ACUSTICO DELLA PRATICA SPORTIVA e degli impianti a servizio dello stadio SUL RICETTORE HOTEL	42
6.4 IMPATTO ACUSTICO DELLE SORGENTI SONORE FISSE A SERVIZIO DELL'HOTEL SU TUTTI I RICETTORI.....	45
7. PREVISIONE DI IMPATTO ACUSTICO DI EVENTI COME CONCERTI.....	48
8. IMPATTO DA CANTIERE.....	51
8.1. SCENARIO 1: DEMOLIZIONE STADIO ESISTENTE.....	57
8.2. SCENARIO 2: FRANTUMAZIONE	58
8.3. SCENARIO 3: PALIFICAZIONE	60
9. IMPIANTO ELETTRACUSTICO.....	61
10. CONCLUSIONI	62

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 di elaborare la valutazione previsionale di clima e la previsione di impatto acustico del nuovo Stadio di 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 D.P.C.M. 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 L_{Aeq}	LIMITE NOTTURNO L_{Aeq}
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 L_{Aeq}	LIMITE NOTTURNO L_{Aeq}
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 acustica di appartenenza dell'intero 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 L_{Aeq}	LIMITE NOTTURNO L_{Aeq}
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 acustica di appartenenza dell'intero 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 D.P.C.M. 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)]	Notturmo [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 nella tabella C del D.P.C.M. 14/11/1997 (in relazione riportata come *Tabella 2.1.2 - LIVELLI MASSIMI DI IMMISSIONE SONORA*) 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)

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 13/04/2016 e tutt'ora vigente – dato aggiornato al 05/01/2024) in classe IV (area di intensa attività umana), mentre i ricettori si trovano in classe III (aree di tipo misto), nelle quali vigono i limiti riportati in *Tabella 3.2.1*.

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.

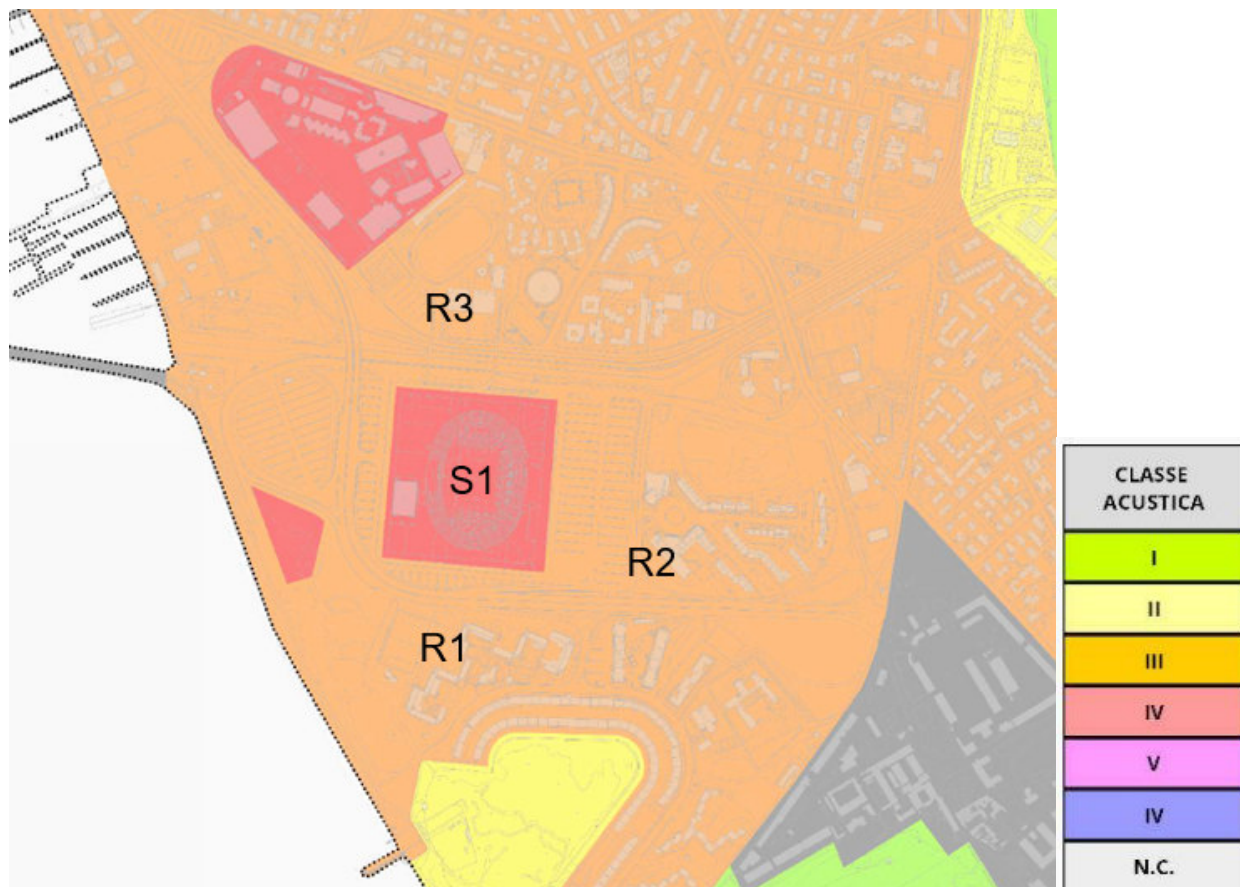


Figura 1: Piano di Azzonamento Acustico del Comune di Cagliari attualmente in vigore e relativa legenda dove si individua l'area dello stadio (S1) ed i 3 ricettori (R1, R2 e R3).

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.

TABELLA 2.2.1: VALORI LIMITE DI IMMISSIONE E DI EMISSIONE [in dB(A) di L_{eq}]

Classe acustica	Valori limite assoluti di immissione		Valori limite differenziali di immissione *		Valori limite di emissione	
	Limite diurno L _{Aeq}	Limite notturno L _{Aeq}	Limite diurno L _{Aeq}	Limite notturno L _{Aeq}	Limite diurno L _{Aeq}	Limite notturno L _{Aeq}
III - Aree di tipo misto	60	50	5	3	55	45
IV - Aree di intensa attività umana	65	55	5	3	60	50

* Da verificarsi all'interno degli ambienti abitativi.

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 di inquinamento acustico, considerate nella presente relazione sono:

- Deliberazione della Giunta Regionale 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 Deliberazione della Giunta Regionale 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 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=DOC141952 .

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

2.5 REGOLAMENTO IN DEROGA

Il Comune di Cagliari, nel documento R02 – Regolamento Acustico Comunale, edizione di Dicembre 2015, al Titolo IV – Manifestazione rumorose temporanee o mobili, art. 34, commi 1, 2 e 3 riporta quanto segue:

“Per manifestazioni rumorose a carattere temporaneo o mobile (di seguito denominate M.T.R.) si intendono quelle attività di allietamento, di trattenimento o di pubblico spettacolo, sottoposte o meno alla disciplina del R.D. n. 773 del 18 giugno 1931 (T.U.L.P.S.) svolte a scopo ricreativo, sportivo, culturale, sociale e assimilabili, che prevedono l'uso di attrezzature potenzialmente rumorose, ovvero che comportano livelli di rumore superiori ai limiti previsti per la classe acustica di riferimento, aventi durata limitata nel tempo oppure che vengono svolte con ubicazione variabile.

A titolo esemplificativo e non esaustivo sono [...]:

- a. attività svolte all'aperto e promosse o gestite da associazioni, gruppi, soggetti pubblici e privati del tipo concerti, rappresentazioni, feste, balli, audizioni, cinema e simili;*

[...]

Non sono considerate manifestazioni temporanee le manifestazioni rumorose che vengono svolte con cadenza periodica, a carattere ricorrente e non occasionale (fiere, mostre, mercati, rassegne, ecc.).”

Suddetto documento, inoltre, all'art. 35 così recita *“L'esercizio di manifestazioni rumorose a carattere temporaneo o mobile è subordinato all'ottenimento dell'autorizzazione in deroga prevista dall'Art. 6 della Legge n. 447 del 26 ottobre 1995.”*

Tuttavia, nel documento non sono riportati i limiti di emissione sonora da dover rispettare in caso di richiesta in deroga al Comune per manifestazioni rumorose temporanee o mobili.

Il Regolamento Acustico del comune di Cagliari, inoltre, al Titolo V – Cantieri edili o stradali, approfondisce la possibilità della richiesta in deroga per cantieri edili o stradali per la realizzazione di opere e per opere di ristrutturazione in edifici esistenti, secondo quanto prescritto dalla Legge n. 447 del 26 ottobre 1995.

Nello specifico, all'art. 42 riporta: *“L'immissione massima autorizzabile in deroga per le attività di cantiere, espressa come livello equivalente ponderato A riferito ad un Tempo di Misura (T_m)=10 minuti, misurata sulla facciata dell'abitazione più esposta (ad 1 m dalla stessa), negli intervalli orari in cui sono consentite le lavorazioni, deve essere compreso entro i 70,0 dB(A).*

[...]

L'uso di macchine rumorose e l'esecuzione di lavorazioni rumorose in cantieri edili, stradali od assimilabili, è consentita nei seguenti orari:

- a. Periodo invernale (dal 1° ottobre al 30 aprile): dalle 8,00 alle 13,00 e dalle 15,00 alle 18,00;*
- b. Periodo estivo (dal 1° maggio al 30 settembre): dalle 8,00 alle 14,00 e dalle 16,00 alle 19,00.*
- c. Sabato e prefestivi: dalle 8,30 alle 13,00.”*

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 e un masterplan con indicazione dei nuovi volumi previsti da progetto.



Figura 2: Inquadramento del progetto

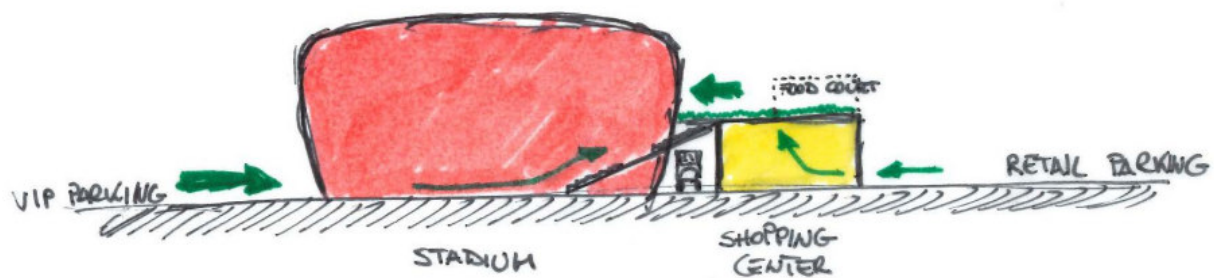


Figura 3: Masterplan di progetto

4. CONSIDERAZIONI RIGUARDANTI LA VIABILITA' LEGATA ALLO STADIO

Nel presente paragrafo si fa riferimento alla "RELAZIONE TRASPORTISTICA E PARCHEGGI – REALIZZAZIONE NUOVO STADIO DEL CAGLIARI – VIA AMERIGO VESPUCCI, CAGLIARI (CA)" del 21 settembre 2023 e dell' "ANALISI TRASPORTISTICA" redatta dal Comune di Cagliari il 04 maggio 2023, per valutare il traffico stradale indotto dallo Stadio il giorno della partita, stimato sulla base dei parcheggi a disposizione dello stesso. Si precisa che nello specifico i flussi e la loro ripartizione qui di seguito considerati è stata fornita da MLAB (Mobility Think Lab) del prof. Sechi.

I parcheggi destinati agli Hotel e ad altre attività non inerenti alla partita non sono stati presi in considerazione poiché non generano un incremento di traffico il giorno del match e in particolare durante lo sfollamento, che rappresenta il momento di punta. Esistono inoltre 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: essi sono più periferici e opportunamente collegati allo stadio nei giorni di partita.

Si è deciso, a titolo prudenziale, di considerare lo scenario più gravoso in termini di traffico (Match Day) nell'orario di picco. Nello specifico, si è preso in esame il momento dello 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 "di cartello", oppure dalle 24 alle 01 nel caso di eventi musicali.

Viene riportato di seguito il calcolo dei posti auto disponibili per ogni parcheggio adiacente allo stadio.

PARCHEGGI DISPONIBILI	
Nome	Numero di posti auto
<i>Parcheggi di pertinenza dello Stadio</i>	
Parcheggio Cuore	1.250
Parcheggio Ovest	347
<i>Parcheggi limitrofi allo Stadio (senza servizio navetta)</i>	
Marco Polo	315
CONI	190
Piscina	70
S. Bartolomeo	350
Su Siccu	190
Rockefeller, Pessagno	338
Totale posti disponibili = 3.050	
Richiesta parcheggi totale = 6.700÷7.100 (capienza spettatori 30.000)	

Il fabbisogno di parcheggi può essere soddisfatto, oltre che dai posteggi disponibili sia di pertinenza dello Stadio che limitrofi allo stesso, dai circa 7.500 stalli nelle aree parcheggio in prossimità (considerando comunque una riduzione della capienza del 32% a causa di altre attività), dalle quali è

stato previsto un servizio navetta per il collegamento all'impianto sportivo nei giorni più affollati (match day).

L'accessibilità proposta per il nuovo Stadio mira a distribuire su un'ampia area i flussi delle auto, riducendo le situazioni di congestione e contribuendo alla ripartizione modale studiata dal PUMS, che prevede una riduzione della percentuale del traffico privato dal 63,4% al 51,2% nell'arco di 10 anni. In particolare, tale politica prevede l'utilizzo delle aree di sosta P7 e P8 solo in caso di particolare criticità offrendo, tuttavia, un robusto sistema basato sul Park&Ride a partire da zone di sosta diffuse sulla viabilità del lungomare (dal Poetto a La Playa), parzialmente libere durante gli orari dei match day.

Per valutare il traffico indotto dal nuovo Stadio il giorno della partita si è partiti dall'ipotesi 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, raggiungeranno i principali centri abitati della zona. In questo modo sono state definite le direzioni di marcia prese dai veicoli durante lo sfollamento, anche sulla base degli studi trasportistici di luglio 2021, del 2022 e di settembre 2023 (ultima versione).

Di seguito si riportano le percentuali di veicoli che seguiranno una determinata direzione, indicando le vie percorse.

- SUD: 2,9% - percorrendo via Sant'Elia;
- EST: 14,3% - percorrendo la rotatoria via Vespucci - via Campioni d'Italia;
- OVEST: 12,4% - percorrendo via San Bartolomeo;
- NORD: 70,4% - percorrendo viale Ferrara;

Conoscendo i posti auto disponibili il giorno della partita e le direzioni principali seguite dalle auto una volta conclusa la gara MLAB ha stimato il traffico addizionale indotto dalla partita nella zona circostante lo Stadio. Nella tabella sottostante sono riportati i risultati ottenuti e nella tavola successiva in blu sono rappresentati i parcheggi, le frecce azzurre identificano le direzioni di marcia dei veicoli con riportato il numero di mezzi che percorrerà quella via (in aggiunta a quelli normalmente presenti) nella direzione indicata durante lo sfollamento, considerato della durata di 1 ora. Come si può notare dalla tavola, i ricettori R2 e R3 non solo non saranno interessati dal traffico addizionale ma anzi beneficeranno del nuovo assetto viario più favorevole. Il ricettore R1 beneficerà del considerevole allontanamento della viabilità a fronte, però, di un notevole incremento del traffico sulla stessa.

PARCHEGGIO	DIREZIONE	NUMERO VEICOLI (ORA DI PUNTA)
Cuore	Sud (2,9%)	36
	Ovest (12,4%)	155
	Est (14,3%)	179
	Nord (70,4%)	880
Ovest	Sud (2,9%)	10
	Ovest (12,4%)	43
	Est (14,3%)	50
	Nord (70,4%)	244
Coni	Sud (3%)	6
	Est (25%)	48
	Ovest (20%)	38
	Nord (52%)	98



*N.11 veicoli rilevati in T1 (in corrispondenza di R1) durante la misura in assenza di match day (10/04)

**Si considera che degli 11 veicoli di cui alla nota precedente, 6 saranno diretti verso Est e 5 verso Sud

***Su Google Maps è possibile vedere la presenza di una strada che permette ai veicoli di fluire fuori dal parcheggio Coni e dirigersi verso Est o Sud

4.1. IMPATTO ACUSTICO DEL TRAFFICO ALL'INTERNO DEI PARCHEGGI NEL MATCH - DAY

Nel presente paragrafo vengono analizzate le emissioni sonore dovute alla presenza dei parcheggi di pertinenza dello Stadio (considerati in questo caso sorgenti fisse) nella situazione di sfollamento a seguito della fine di un match.

In particolare, sono state considerate le principali aree di parcheggi: Parcheggio Ovest, Parcheggio Cuore, P7 e P8; per ciascuna è stato ipotizzato un affollamento del 100%, rispettivamente 1.250, 347, 419 e 752 posti.

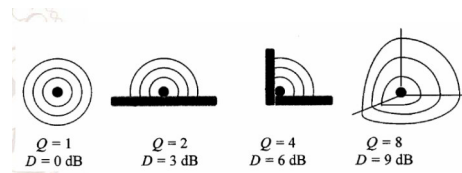
Per le estrapolazioni sonore si è ipotizzato che un'automobile di media cilindrata con il motore al minimo (come dovrebbe essere in una manovra di posteggio) abbia una potenza sonora $L_w=69,0$ dB(A) come ricavato da una serie di misure fonometriche condotte dalla scrivente.

Per ciascuna area è stata ipotizzata la potenza sonora prodotta dalle auto in uscita dal parcheggio, valutata nel baricentro dello stesso per ricavare, così, la pressione sonora al ricettore più prossimo e confrontarla con i limiti di emissione sonora previsti per la classe acustica III (categoria di appartenenza dei ricettori). Nelle tabelle seguenti si riportano i calcoli eseguiti.

PARCHEGGIO CUORE



Il posteggio Cuore ha 2 ingressi e 2 uscite. Si è ipotizzato, sulla base della capacità degli svincoli di uscita, che 1.250 auto impieghino 1 ora ad uscire dal posteggio. Pertanto, il tempo di uscita di ogni automezzo dal parcheggio è di circa 1 ora e quindi si hanno $1.250/60'=21$ veicoli accesi contemporaneamente per fare manovra ed uscire dal posteggio ipotizzando che l'uscita dal posteggio duri 1 minuto.



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

dist. (m)=	442,7
Q=	2

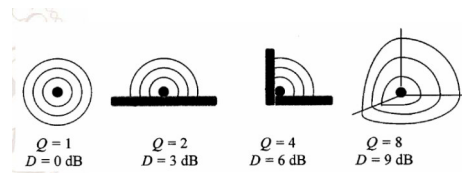
L_w [dB(A)]	L_p [dB(A)]
82,2	21,3

Nei calcoli riportati qui sopra si è partiti dalla potenza sonora media di un'auto utilitaria a benzina pari a 69,0 dB(A); calcolando 21 auto accese contemporaneamente si ha una potenza sonora complessiva di 82,2 dB(A) ovvero una pressione sonora a 1m all'esterno della facciata del ricettore più prossimo pari a 21,3 dB(A), valore decisamente inferiore al limite di emissione sonora previsto per la classe acustica III (45 dB(A) in periodo notturno).

PARCHEGGIO OVEST



Anche in questo caso è stato ipotizzato, sulla base della capacità dell'unico svincolo di uscita, che il tempo di uscita di ogni automezzo dal parcheggio è di circa 30' e quindi si hanno $347/30'=12$ veicoli accesi contemporaneamente per fare manovra ed uscire dal posteggio ipotizzando che l'uscita dal posteggio duri 1 minuto.



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

dist. (m)=	262,7
Q=	2

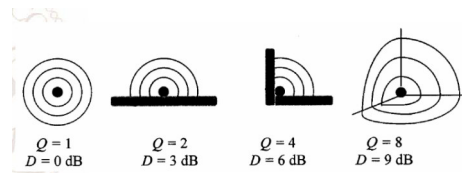
L_w [dB(A)]	L_p [dB(A)]
79,8	23,4

Nei calcoli riportati qui sopra si è partiti dalla potenza sonora media di un'auto utilitaria a benzina pari a 69,0 dB(A); calcolando 12 auto accese contemporaneamente si ha una potenza sonora complessiva di 79,8 dB(A) ovvero una pressione sonora a 1m all'esterno della facciata del ricettore più prossimo pari a 23,4 dB(A), valore inferiore al limite di emissione sonora previsto per la classe acustica III (45 dB(A) in periodo notturno).

PARCHEGGI P7 E P8



È stato ipotizzato, sulla base della capacità dell'unico svincolo di uscita, che il tempo di uscita di ogni automezzo dal parcheggio è di circa 30' e quindi si hanno $419/30' = 14$ veicoli accesi contemporaneamente per fare manovra ed uscire dal posteggio ipotizzando che l'uscita dal posteggio duri 1 minuto.



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

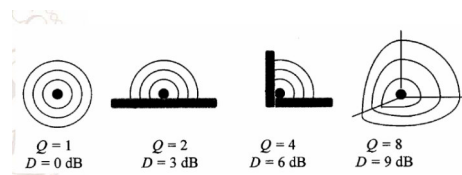
dist. (m)=	50,7
Q=	2

L_w [dB(A)]	L_p [dB(A)]
80,5	38,4

Nei calcoli riportati qui sopra si è partiti dalla potenza sonora media di un'auto utilitaria a benzina pari a 69,0 dB(A); calcolando 14 auto accese contemporaneamente si ha una potenza sonora complessiva di 80,5 dB(A) ovvero una pressione sonora a 1m all'esterno della facciata del ricettore più prossimo pari a 38,4 dB(A), valore inferiore al limite di emissione sonora previsto per la classe acustica III (45 dB(A) in periodo notturno).



È stato ipotizzato, sulla base della capacità dell'unico svincolo di uscita, che il tempo di uscita di ogni automezzo dal parcheggio è di circa 60' e quindi si hanno $752/60'=13$ veicoli accesi contemporaneamente per fare manovra ed uscire dal posteggio ipotizzando che l'uscita dal posteggio duri 1 minuto.



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

$$\text{dist. (m)} = 105,9$$

$$Q = 2$$

L_w [dB(A)]	L_p [dB(A)]
80,1	31,7

Nei calcoli riportati qui sopra si è partiti dalla potenza sonora media di un'auto utilitaria a benzina pari a 69,0 dB(A); calcolando 13 auto accese contemporaneamente si ha una potenza sonora complessiva di 80,1 dB(A) ovvero una pressione sonora a 1m all'esterno della facciata del ricettore più prossimo pari a 31,7 dB(A).

Si precisa che il ricettore considerato si trova in una zona che l'Azzonamento Acustico del Comune di Cagliari classifica come "N.C. – non classificabile" (non se ne comprende esattamente la ragione...), per questo motivo non è soggetta ai limiti di emissione ed immissione sonora previsti dal D.P.C.M. 14/11/1997. Nonostante ciò, rispetterebbe comunque il limite di emissione sonora notturno valido per la classe III (come gli altri ricettori), pari a 45 dB(A).

4.2. INDIVIDUAZIONE E DESCRIZIONE DEI RICETTORI PIU' ESPOSTI AL TRAFFICO GENERATO DALLO STADIO

Determinato il traffico urbano generato dallo Stadio nel match day, è stato 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 Viale Salvatore Ferrara classificabile in base al D.L. 285/92 come strada di tipo D_a ; tuttavia, la scrivente è stata informata dal Comune di Cagliari che verrà declassata alla categoria E (al momento non si dispone di alcuna documentazione di supporto) e quindi non sarà soggetta al limite previsto dal D.P.R. n.142 del 30/03/2004, bensì al D.P.C.M. 14/11/1997.

Il ricettore R2 percepisce il rumore indotto dal traffico stradale su Via Salvatore Ferrara e Via R. Carta Raspi (appartenente alla categoria stradale E), mentre il ricettore R3, oltre al rumore generato dallo stadio, percepisce anche quello del traffico su Via Amerigo Vespucci (appartenente alla categoria stradale D_b).

Di seguito si riporta un'immagine con l'indicazione dei ricettori più esposti (R1, R2 ed R3) e della loro distanza dallo stadio. T1, T2 e T3, invece, sono i punti in cui sono stati effettuati i rilievi fonometrici.

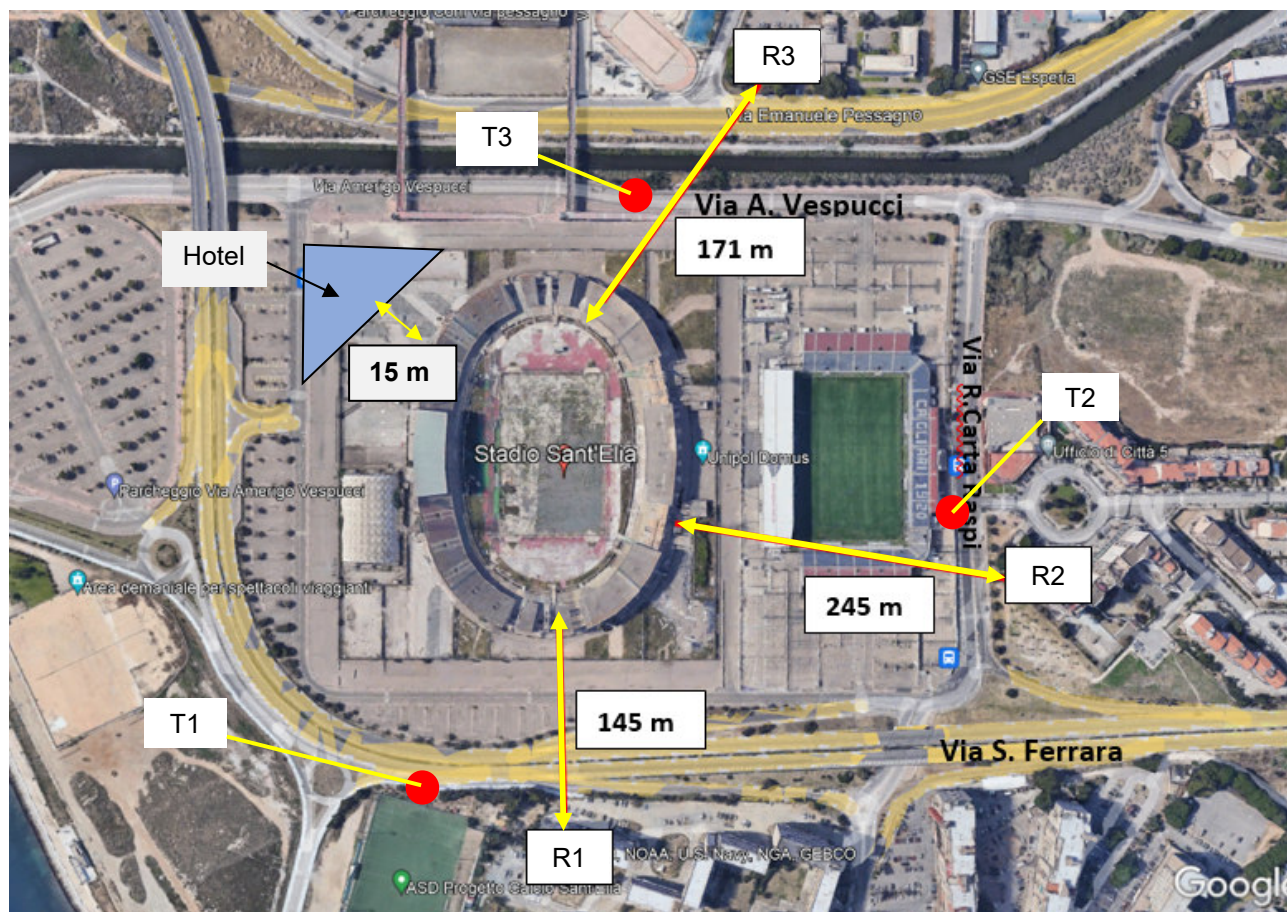


Figura 4: Individuazione dei ricettori più esposti e loro distanza dallo stadio

4.3. 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 da confrontare 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 $\pm 0,5$ dB. Le specifiche della strumentazione impiegata sono concordi con le richieste di cui al D.P.C.M. 16/03/98.

Si precisa che i rilievi fonometrici della durata di 7gg sono prescritti dal D.M.A. 16/03/1998 all'Allegato C solo per il rilievo del rumore stradale. Nel caso specifico il maggior impatto acustico dello stadio è dato dal rumore di deflusso dallo stesso a fine partita ma esso è presente per circa 1 ora ogni 15 gg e pertanto non avrebbe senso una misura fonometrica di 7gg continuativi. Per questa ragione, i rilievi fonometrici sono stati condotti in modo da poter rilevare tutta la durata dello sfollamento dello stadio. Precedenti analisi, infatti, hanno dimostrato che il rumore prodotto dai tifosi durante il match è più "contenuto", poiché rimane all'interno della struttura dello stadio stesso (nel "catino") mentre la tifoseria in sfollamento è la sorgente più impattante poiché interessa più da vicino i ricettori (residenze) poste nell'intorno dell'impianto sportivo.

4.3.1 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 la 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. Si precisa che la partita ha visto prevalere la squadra ospite (per 2 reti ad 1) producendo, 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.

I rilievi fonometrici sono stati condotti dalle ore 22:30 alle 00:30 (la partita si è conclusa alle 22.50 con un gol alle ore 22.35 della squadra ospite segnato da Dusan Vlahovic), per poter rilevare tutta la durata dello sfollamento dello stadio, essendo la fase più impattante poiché interessa più da vicino i ricettori più critici. Al contrario, il rumore prodotto dai tifosi durante il match è più "contenuto", poiché rimane all'interno della struttura dello stadio stesso (nel "catino").

Durante il rilievo fonometrico, inoltre, è stato eseguito un conteggio 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.

4.3.1.1 Rilievi in T1

Il rilievo è stato effettuato in via Salvatore Ferrara. La distanza misurata tra la facciata dell'edificio e la mezzzeria 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, provocandone lo spegnimento. Per questo motivo vengono riportate 2 misure differenti effettuate nella fascia oraria 22:30 - 00:30.



Figura 5: Localizzazione del punto di indagine fonometrica T1

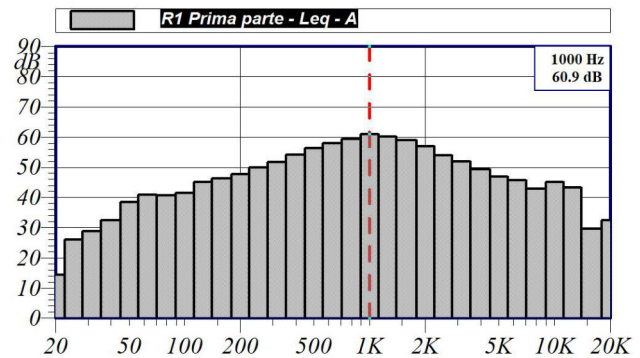
Data e ora della misura	09/04/2022 dalle 22:36 alle 00:13
Tempo di misura	2 ore circa
Posizione del microfono	Il microfono, dotato di cuffia antivento, è stato posto a 1,5 m dal piano di campagna, orientato verso la strada.

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

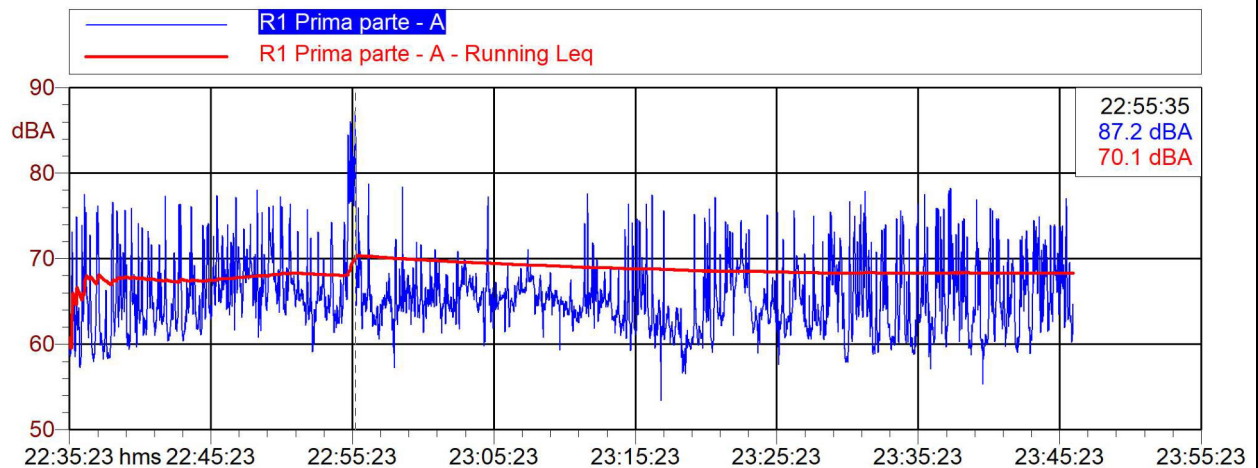
L1: 52.7 dBA L5: 42.5 dBA
 L10: 39.1 dBA L50: 30.7 dBA
 L90: 22.7 dBA L95: 21.1 dBA

Leq = 68.3 dBA

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



Annotazioni:



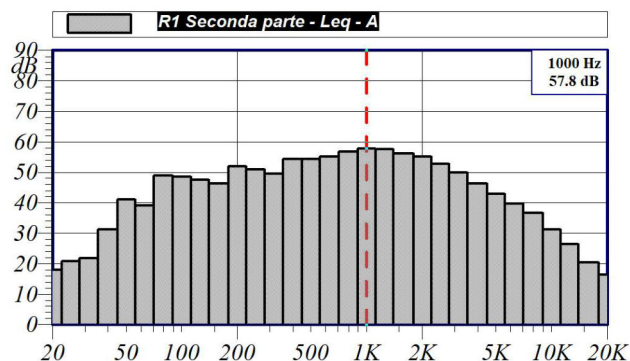
Nota: il picco delle ore 22:55 di 87,2 dB(A) è dovuto ad un tifoso che, nonostante fosse stato pregato di non farlo, ha sentito il bisogno di mettersi a cantare nel microfono con tutta la voce di cui era capace.

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

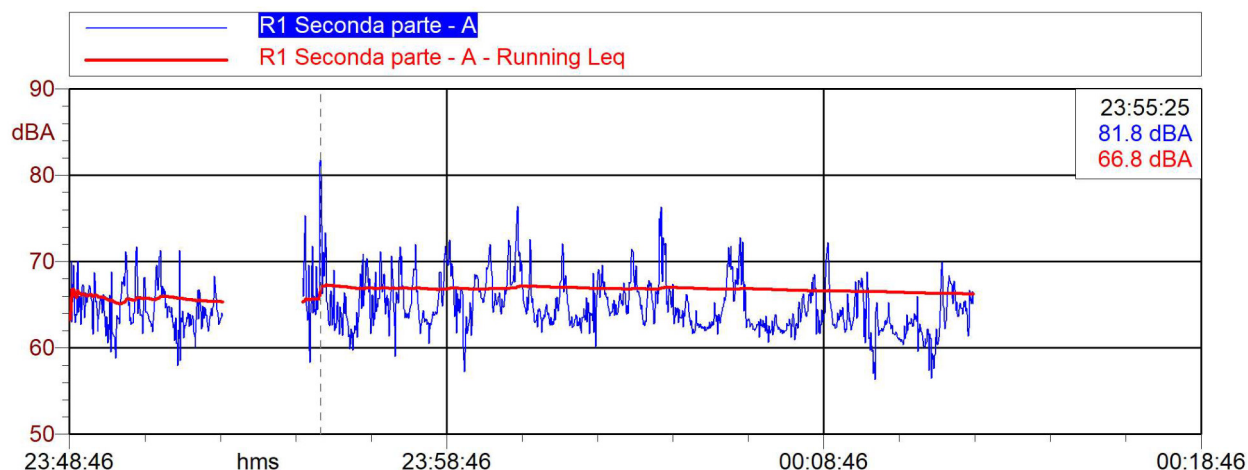
L1: 43.0 dBA L5: 37.3 dBA
 L10: 34.3 dBA L50: 27.9 dBA
 L90: 25.3 dBA L95: 24.8 dBA

Leq = 66.3 dBA

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



Annotazioni:



Osservazioni: la media pesata rispetto al tempo dei due L_{Aeq} misurati risulta pari a 67,8 dB(A), valore utilizzato nei calcoli riportati ai paragrafi successivi. In T1 il rumore è influenzato solo in piccola parte dai tifosi in uscita dallo stadio. Non sono soggettivamente presenti componenti tonali e impulsive.

4.3.1.2 Rilievi in T2

Il rilievo è stato effettuato in via Raimondo Carta Raspi. La distanza misurata tra la facciata dell'edificio e la mezzera 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

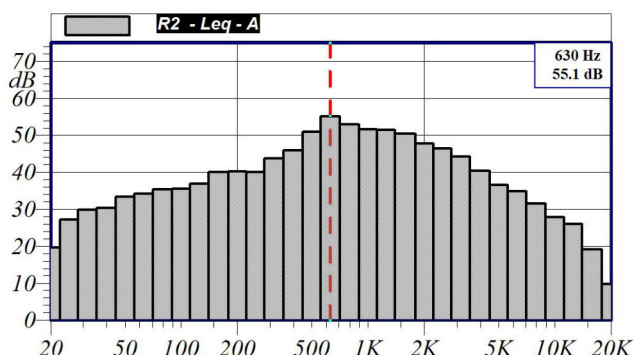
Data e ora della misura	09/04/2022 dalle 22:28 alle 00:08
Tempo di misura	2 ore circa
Posizione del microfono	Il microfono, dotato di cuffia antivento, è stato posto a 1,5 m dal piano di campagna, orientato verso la strada.

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

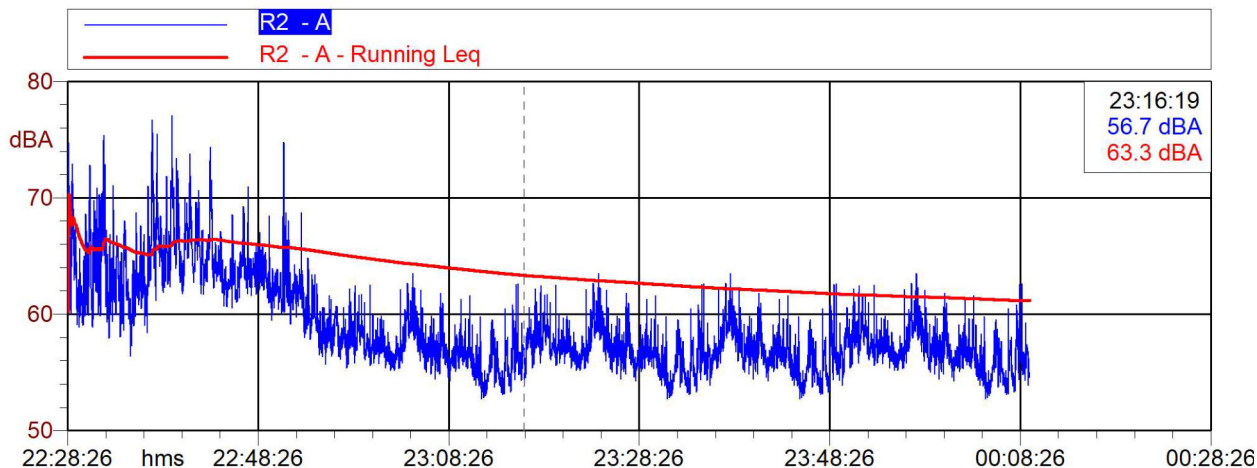
L1: 39.7 dBA L5: 32.1 dBA
 L10: 30.0 dBA L50: 26.9 dBA
 L90: 24.8 dBA L95: 24.1 dBA

Leq = 61.1 dBA

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



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.

4.3.1.3 Rilievi in T3

Il rilievo è stato effettuato in via Amerigo Vespucci. La distanza misurata tra la facciata dell'edificio e la mezzzeria 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

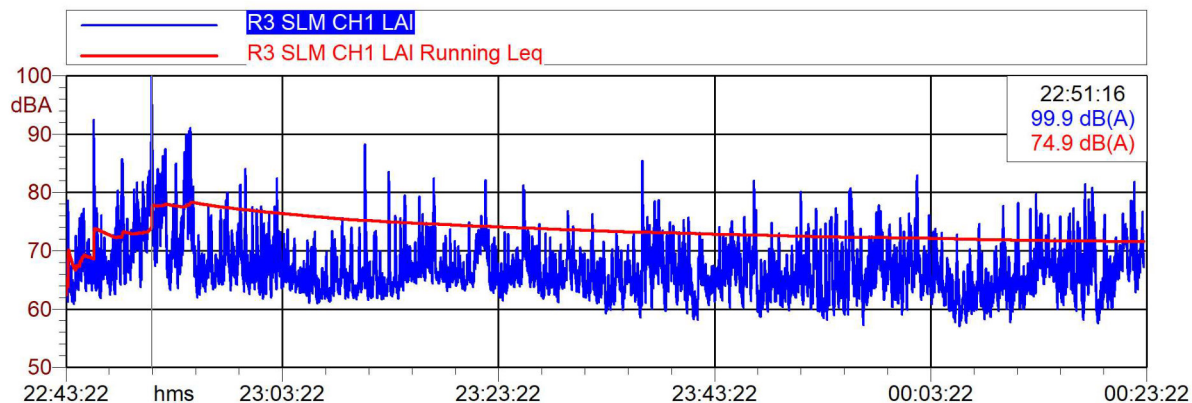
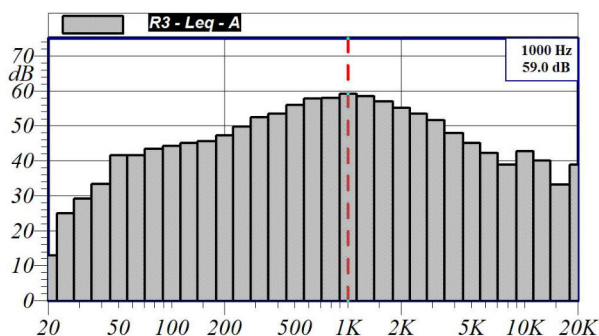
Data e ora della misura	09/04/2022 dalle 22:43 alle 00:23
Tempo di misura	2 ore circa
Posizione del microfono	Il microfono, dotato di cuffia antivento, è stato posto a 1,5 m dal piano di campagna, orientato verso la strada.

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**

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

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				

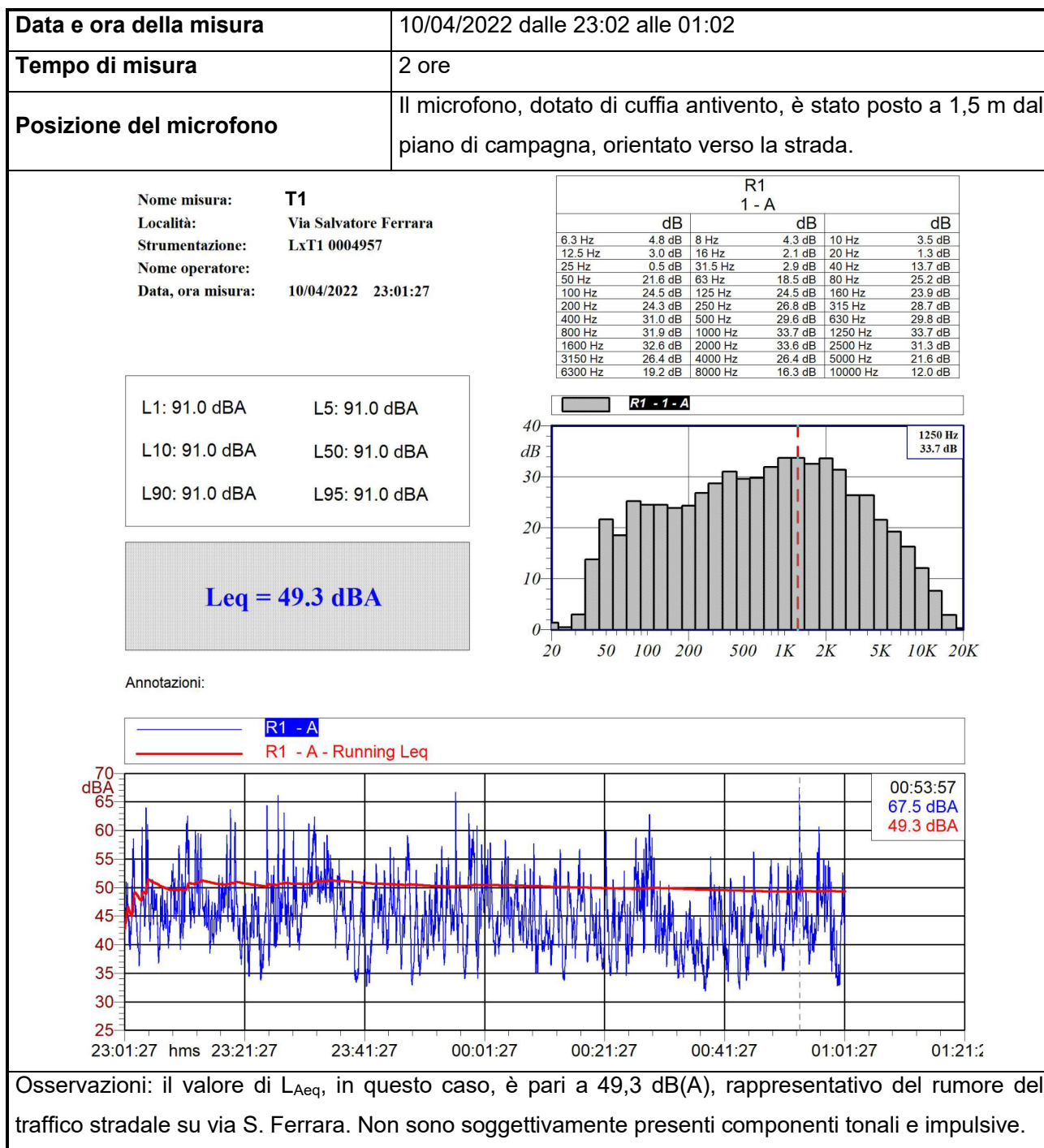


Osservazioni: nel punto T3 il valore di L_{Aeq} risulta pari a 71,6 dB(A), rappresentativo del rumore del traffico stradale su via A. Vespucci e, in misura maggiore, dei tifosi in uscita dallo stadio. Non sono soggettivamente presenti componenti tonali e impulsive.

4.3.2 RILIEVI DI DOMENICA 10/4/2022

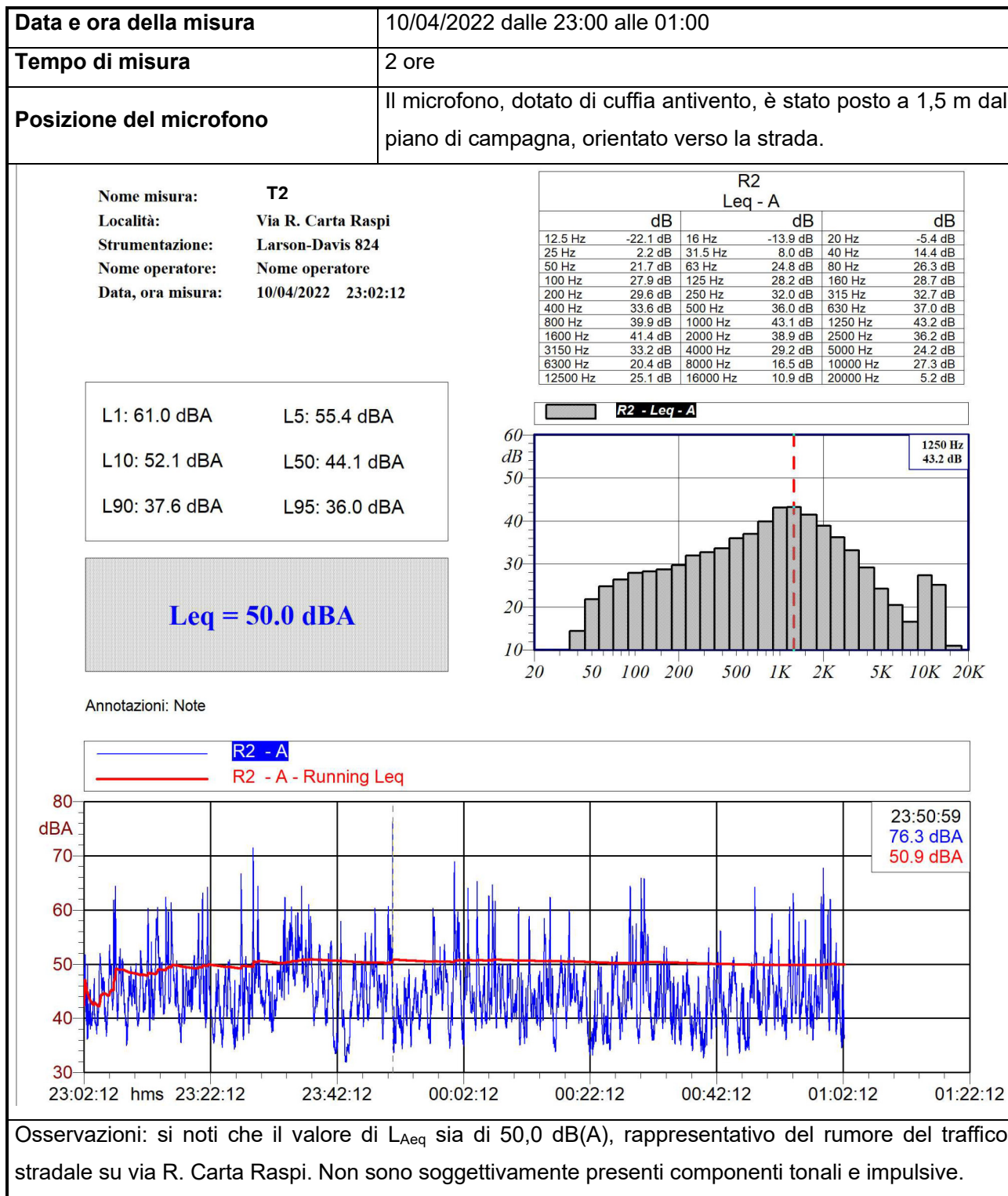
Il giorno 10/04/2022 è stata effettuata una seconda campagna di misurazioni per misurare il traffico nei pressi dello Stadio in assenza di partite (traffico e rumore residuo *ante operam*). I rilievi fonometrici sono stati condotti dalle ore 23:00 alle 01:00, presso gli stessi ricettori del giorno precedente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

4.3.2.1 Rilievi in T1



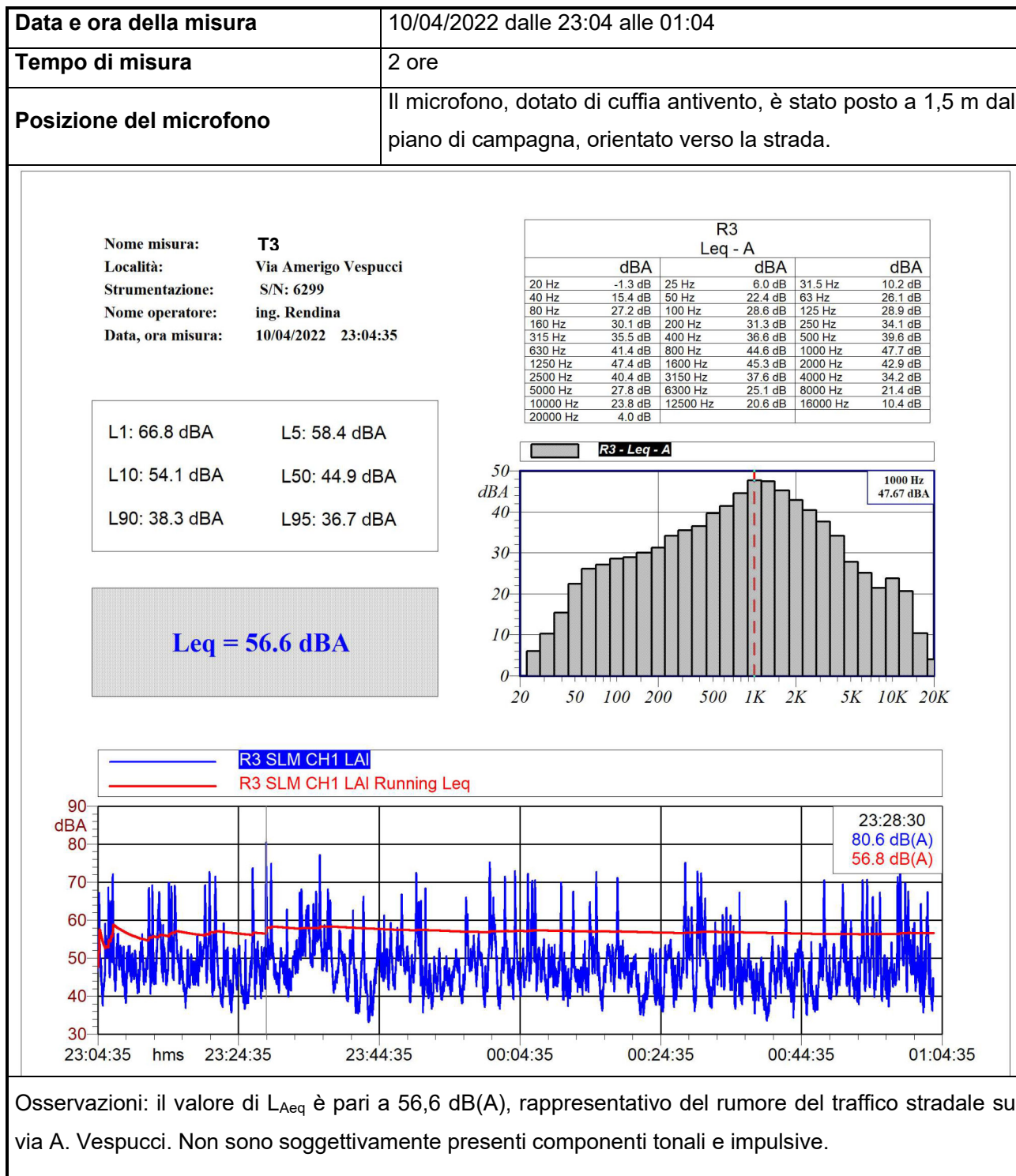
Tale misura è stata confrontata con la previsione del rumore dovuto al solo traffico dove si osserva che il contributo, su 2 ore di misura, dovuto allo sfollamento dei tifosi rilevato il giorno precedente sia pari ad un L_{Aeq} di 1,3 dB(A).

4.3.2.2 Rilievi in T2



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).

4.3.1.3 Rilievi in T3



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).

4.4. IMPATTO ACUSTICO DEL TRAFFICO INDOTTO DAL NUOVO STADIO

Come già anticipato all'inizio del *Paragrafo 4*, l'intervento in oggetto influenzerà il traffico transitante nelle vie adiacenti al Cagliari Calcio Stadium; per questo motivo è necessario valutare le emissioni sonore prodotte dal traffico indotto durante il match-day ed in particolare si è simulata l'ora di sfollamento, ovvero l'ora di picco del traffico.

Il modello di estrapolazione utilizzato per la previsione di impatto acustico da traffico indotto è quello di Canelli Gluck e Santoboni (1983). Il modello prende in considerazione diversi parametri relativi al flusso di traffico e alle caratteristiche geometrico-ambientali del sito di misura come si osserva dalla formula seguente:

$$L_{Aeq} = A + 10 \cdot \log(N_l + B \cdot N_w) - 10 \cdot \log(d/d_0) + \Delta L_v + \Delta L_f + \Delta L_b + \Delta L_s + \Delta L_g + \Delta L_{vb} \quad [dB(A)]$$

dove:

N_l = numero di veicoli leggeri per ora;

B = fattore di corrispondenza fra veicoli leggeri e pesanti (pari a 8);

N_w = numero di veicoli pesanti per ora (peso superiore a 4,8 t);

d_0 = distanza di riferimento (pari a 25m);

d = distanza del punto di osservazione dalla mezzera della strada [m];

ΔL_v = parametro che considera la velocità media del flusso (*Tabella 4.4.1.*)

ΔL_f = parametro di correzione dovuto alla riflessione del rumore sulla facciata vicina al punto di osservazione (pari a 2,5 dB(A));

ΔL_b = parametro di correzione dovuto alla riflessione del rumore sulla facciata opposta al punto di osservazione (pari a 1,5 dB(A));

ΔL_s = parametro che considera il tipo di manto stradale (*Tabella 4.4.2.*);

ΔL_g = parametro di correzione relativo alla pendenza della strada (*Tabella 4.4.3.*);

ΔL_{vb} = parametro che si applica nei casi limite di traffico, come presenza di semafori e velocità del flusso abbastanza bassa (*Tabella 4.4.4.*).

TABELLA 4.4.1.: FATTORI DI CORREZIONE A SECONDA DELLA VELOCITA' MEDIE DEL FLUSSO

Velocità media del flusso di traffico (km/h)	ΔL_v (dBA)
30 – 50	0
60	+1.0
70	+2.0
80	+3.0
100	+4.0

TABELLA 4.4.2.: FATTORI DI CORREZIONE PER IL TIPO DI MANTO STRADALE

Tipo di manto stradale	ΔL_s (dBA)
Asfalto liscio	-0.5
Asfalto ruvido	0
Cemento	+1.5
Manto lastricato scabro	+4.0

TABELLA 4.4.3.: FATTORI DI CORREZIONE A SECONDA DELLA PENDENZA DELLA STRADA

Pendenza (%)	ΔL_g (dBA)
5	0
6	+0.6
7	+1.2
8	+1.8
9	+2.4
10	+3.0
Per ogni ulteriore unità percentuale	+0.6

TABELLA 4.4.4.: FATTORI DI CORREZIONE PER CASI LIMITE DI TRAFFICO

Situazione di traffico	ΔL_{vb} (dBA)
In prossimità di semafori	+1.0
Velocità del flusso veicolare < 30 km/h	-1.5

Tutti i parametri correttivi sono legati a grandezze di tipo fisico o urbanistico e quindi oggettivamente misurabili ad eccezione dei coefficienti A e B che, al contrario, dipendono dalle condizioni e dalle caratteristiche dei singoli veicoli nonché dalle particolari abitudini di guida delle persone. In particolare, A è correlato al livello di rumore medio prodotto dal singolo veicolo isolato e B tiene conto del più elevato livello di rumore dei veicoli pesanti.

Nel presente studio i due coefficienti A e B sono stati tarati sulla base dei rilievi acustici effettuati presso i 3 ricettori presentati al *Paragrafo 4.3*. Nello specifico, tenendo presente che l'incertezza della strumentazione di misura è di $\pm 0,7$ dB(A), mentre l'errore del modello di previsione è di ± 2 dB(A), si sono tarati i coefficienti A e B al fine di verificare che le misure condotte il 9 e 10 aprile 2022 fossero comprese entro il margine di tolleranza di $\pm 2,7$ dB(A).

Per ogni ricettore considerato, infatti, sono stati misurati in sito tutti i parametri tranne i coefficienti A e B: misurato il livello L_{Aeq} è stato possibile tarare i 2 coefficienti.

L'attendibilità del modello, verificata attraverso regressione lineare, è eccellente e presenta un coefficiente di correlazione pari a 0,96.

In *Tabella 4.4.5.* sono mostrati i parametri misurati in situ e la conseguente taratura dei coefficienti A il 10/04, in assenza di partita.

TABELLA 4.4.5.: PARAMETRI DEL MODELLO UTILIZZATO E STIMA DEI COEFFICIENTI A e B

TARATURA SUI RILIEVI DEL 10/4/2022 (IN ASSENZA DI MATCH SPORTIVO)

Punto	Scenario attuale (modello Canelli, Gluck e Santoboni)													L_{Aeq} rilevato	differenza
	A	N_l	B	N_w	d	d_0	ΔL_v	ΔL_f	ΔL_b	ΔL_s	ΔL_g	ΔL_{vb}	L_{Aeq} [dB(A)]		
T1	30,9	11	8	0	7,6	25	1	2,5	1,5	0	0	0	51,3	49,3	-2,0
T2	33,5	11	8	0	11,5	25	1	2,5	1,5	0	0	0	52,3	50,0	-2,3
T3	36,9	16	8	0	11,3	25	3	2,5	1,5	0	0	0	59,3	56,6	-2,7

TARATURA SUI RILIEVI DEL 09/4/2022 (IN PRESENZA DI MATCH SPORTIVO DI "CARTELLO")

Punto di misura	Scenario attuale (modello Canelli, Gluck e Santoboni)													L _{Aeq} rilevato	differenza
	A	N _I	B	N _w	d	d ₀	ΔL _v	ΔL _f	ΔL _b	ΔL _s	ΔL _g	ΔL _{vb}	L _{Aeq} [dB(A)]		
T1	30,9	213	8	19	7,6	25	0	2,5	1,5	0	0	0	65,7	67,8	2,1
T2	33,5	58	8	1	11,5	25	0	2,5	1,5	0	0	0	58,8	61,1	2,3
T3	36,9	215	8	9	11,3	25	0	2,5	1,5	0	0	0	68,9	71,6	2,7

Conoscendo quindi i coefficienti A e B specifici di ogni punto e conoscendo i dati di traffico futuro indotto nell'ora di punta di sfollamento del nuovo stadio è possibile calcolare il livello L_{Aeq} nello scenario *post operam*. Si noti come il modello tenda a sovrastimare di circa 2,3 dB(A) il rumore prodotto dal traffico e a sottostimare di circa 2,4 dB(A) il rumore prodotto dallo sfollamento; tale fenomeno è da attribuire alle urla dei tifosi in uscita dallo stadio.

La stessa tecnica è stata impiegata per il calcolo del contributo dovuto alla tifoseria in sfollamento durante la partita del 9 aprile 2022 (sabato, primo giorno di rilievo) riportata ai *Paragrafi 4.2.1, 4.2.2 e 4.2.3*. Per il calcolo della previsione di impatto di traffico futuro sono stati presi in considerazioni i dati di traffico stimati riportati al *Paragrafo 4*.

TABELLA 4.4.6.: STIMA DEL LIVELLO L_{Aeq} FUTURO DOVUTO AL TRAFFICO GENERATO DAL NUOVO STADIO

Punto di misura	Scenario attuale (modello Canelli, Gluck e Santoboni)												
	A	N _i	B	N _w	d	d ₀	ΔL _v	ΔL _f	ΔL _b	ΔL _s	ΔL _g	ΔL _{vb}	L _{Aeq} [dB(A)]
T1	30,9	438	8	4	7,6	25	1	2,5	1,5	0	0	0	67,7
HOTEL	36,9	1124	8	22	297,7	25	3	2,5	1,5	0	0	0	64,3

TABELLA 4.4.7.: STIMA DEL LIVELLO L_{Aeq} AL RICETTORE E CONFRONTO CON I LIMITI DI IMMISSIONE SONORA (1m all'interno della facciata)

Punto di misura	L _{Aeq} [dB(A)]	Distanza mezzera-facciata (m)	Immissione a 1m dalla facciata (esterno) presso il punto R1	Immissione sonora all'interno dell'ambiente abitativo*	Limite di immissione notturno	Rispettato?
T1	67,7	146,3	60,0	50,0	50	SI
HOTEL	64,3	141,6	56,8	46,5	55	SI

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

Si precisa che nelle *Tabelle 4.4.6. e 4.4.7.* è stato considerato esclusivamente il punto di misura T1 (e di conseguenza il ricettore R1), poiché come anticipato ai paragrafi precedenti, i ricettori R2 e R3 non solo non saranno interessati dal traffico addizionale, ma beneficeranno anche del nuovo assetto viario più favorevole. Inoltre, è stata valutata anche la stima del livello L_{Aeq} futuro dovuto al traffico presso il ricettore Hotel, partendo dalla misura effettuata in T3 (punto di misura più prossimo).

Nella *Tabella 4.4.7.* sono stati presi a riferimento i limiti notturni, ben più restrittivi, nonostante lo sfollamento delle partite interesserà solo una minima parte, per pochi minuti, tale periodo. I limiti diurni sono di 10 dB(A) superiori e quindi abbondantemente ricompresi nei valori attesi *post operam*.

Nota 1: l'accuratezza della strumentazione di misura è di $\pm 0,7$ dB, mentre l'errore del modello di previsione è di ± 2 dB, pertanto la tolleranza dei risultati è di $\pm 2,7$ dB.

Nota 2: 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) intitolata "Attenuazione acustica determinata da una facciata con finestra aperta", che fornisce un valore di attenuazione della facciata a finestra aperta di $2 \div 14$ dB(A). Nei calcoli qui riportati si è assunto, a titolo cautelativo, un valore di 10 dB(A).

Dalla *Tabella 4.4.7* si osserva che i valori di immissione sonora del traffico futuro previsto siano tutti verificati perché rispettosi dei limiti di legge.

5. CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM

Di seguito si riporta la valutazione del clima acustico relativa alle sorgenti fisse e mobili esistenti *ante operam*, valutata presso i ricettori 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.

TABELLA 5.1.: L_{Aeq} MISURATI IN T1, T2 E T3 E VERIFICA DEI LIMITI IN R1, R2 e R3 IN PERIODO DIURNO ANTE OPERAM

	Ricettore 1	Ricettore 2	Ricettore 3
	Giorno di misura: 10/04/2022		
L_{Aeq} misurato a bordo strada [dB(A)] in T1, T2 e T3	49,3	50,0	56,6
L_{Aeq} valutato a 1m dalla facciata del ricettore [dB(A)] * in R1, R2 e R3	34,5	35,5	38,5
Limite di immissione notturno secondo D.P.R. n.142 del 30/03/2004 per una strada di tipo Db [dB(A)]	-	-	55,0**
Limite di emissione notturno secondo D.P.C.M. 14/11/1997 (si veda <i>Tabella 2.3.1</i>) [dB(A)]	45,0	45,0	-
Verificato [si/no]	SI	SI	SI

*I valori osservati sono arrotondati a 0,5 dB(A), così come previsto dal D.M.A 16/03/1998.

**I limiti qui riportati sono riferibili esclusivamente al caso in cui viale Ferrara fosse declassata a strada di tipo "E" mentre oggi è una strada di tipo "Da" con limite notturno di 60 dB(A).

Si precisa che il punto T2, soggetto al limite di cui al D.P.R. 142/2004, presenta solo limiti di immissione sonora. Come si può notare dalla tabella qui sopra, in tutti e 3 i punti di misura sono rispettati i limiti normativi.

6. IMPATTO ACUSTICO DEGLI IMPIANTI A SERVIZIO DEL NUOVO STADIO E DELL'HOTEL E LA PRATICA SPORTIVA

Nel presente paragrafo sono riportate le specifiche tecniche e le posizioni delle macchine che costituiscono l'impianto di climatizzazione e ricircolo d'aria del nuovo Stadio e dell'Hotel, grazie alle quali sono stati stimati i livelli di pressione sonora ai ricettori più esposti, confrontati successivamente con i limiti di legge definiti per la Classe Acustica III.

Si precisa che le stime sono state condotte esclusivamente nel periodo notturno, essendo il più restrittivo. In sede di progettazione esecutiva sarà effettuata una revisione delle caratteristiche degli impianti previsti; pertanto, laddove i dati acustici non sono noti è stato stimato il livello di pressione sonora massima che può emettere la macchina per rispettare i limiti normativi, senza interventi di mitigazione sonora. Circa l'impatto acustico della pratica sportiva nell'apposito paragrafo si riportano le estrapolazioni condotte impiegando un modello 3D dopo averlo tarato sui dati acustici rilevati durante un match di "cartello".

6.1 SORGENTI SONORE FISSE DELL'HOTEL

Le macchine a 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:

n.1 unità situata nel locale tecnico al piano terra	POTENZA SONORA
	61 dB(A) cad

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

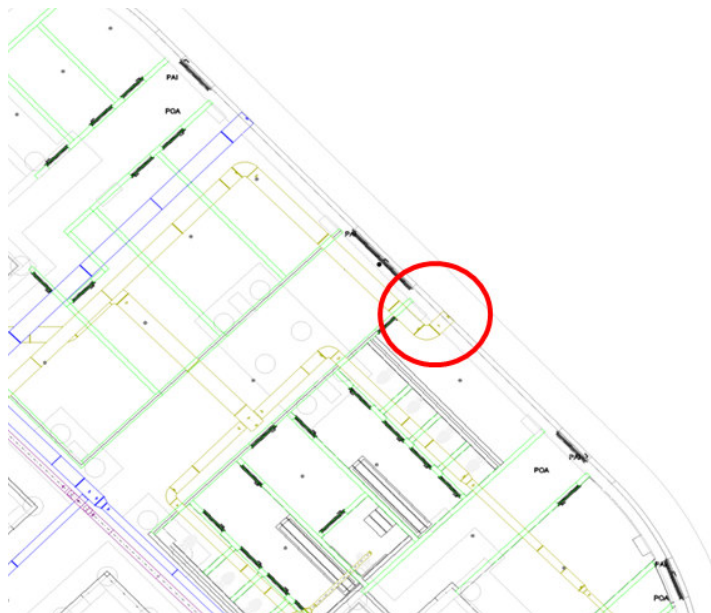


Figura 8: individuazione delle bocche di immissione ed espulsione delle macchine al piano terra dell'hotel

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

Unità esterne VRF	N.8	EST	POTENZA SONORA
	N.8	OVEST	62,5 dB(A) cad



Figura 9: posizionamento delle macchine in copertura dell'hotel

I dati forniti presentano un unico valore di potenza sonora pari a 62,5 dB(A), senza distinguere quindi tra immissione ed espulsione dell'aria e senza indicare il rumore da carpenteria.

In via cautelativa è stato moltiplicato in forma energetica il valore di 62,5 dB(A) per 16 volte (numero totale di VRF in copertura). Al valore così ottenuto, considerando che i dati forniti potrebbero essere stati rilevati

secondo lo standard EUROVENT (rilevati in fabbrica e non in laboratorio certificato), si sono aggiunti 4 dB(A), considerando che suddetto standard ha una tolleranza di ± 4.0 .

Il dato di potenza sonora ottenuto risulta quindi pari a $74,6 + 4 = 78,6$ dB(A) e tiene conto di tutte le macchine previste in copertura.

6.2 SORGENTI SONORE FISSE DELLO STADIO

Le macchine a servizio dello Stadio sono raggruppate all'interno di locali tecnici situati al piano terra, al secondo e al terzo piano. Di seguito sono riportate le schede tecniche delle UTA previste.

Si precisa che 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 rumorosità										Tolerance +/- 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 rumorosità									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 rumorosità									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	

SCHEMA UTA N. 3										
SEZIONE DI MANDATA										
Calcolo rumosità										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 rumosità										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	

SCHEMA MACCHINA SITUATA ALL'ESTERNO DELLO STADIO								
EWYD8004ZXS2 +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

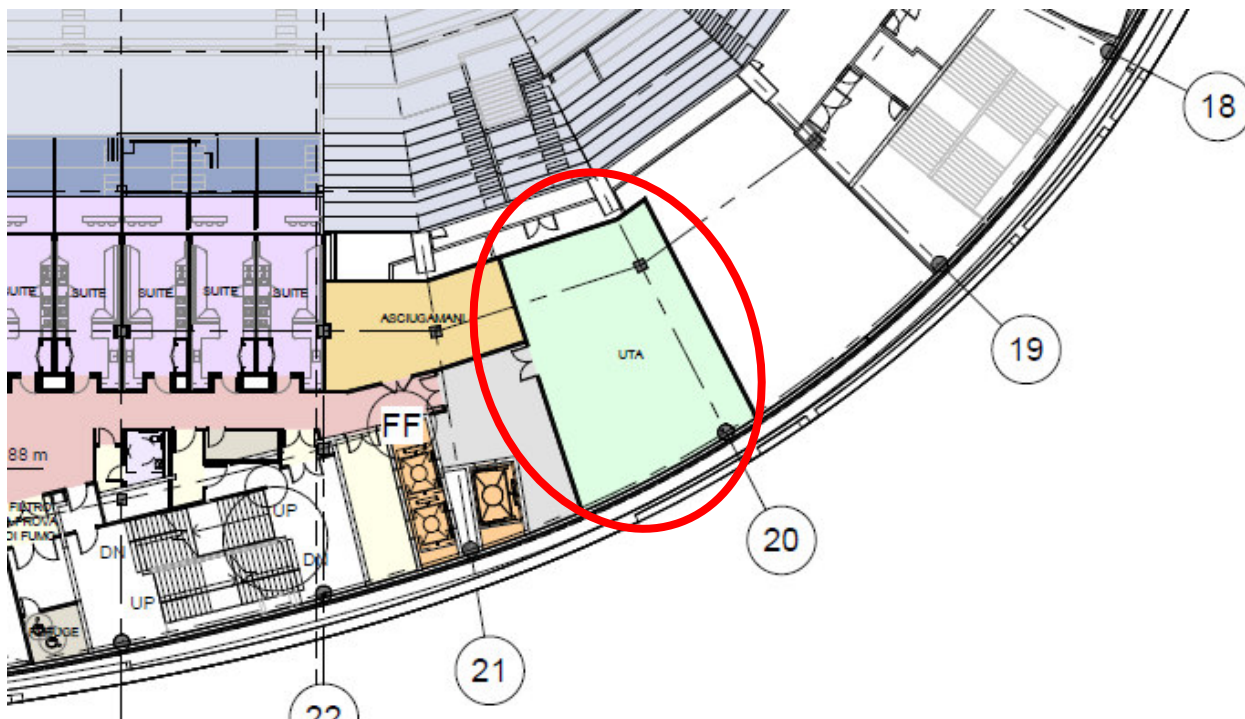
Laddove non specificato dalle schede tecniche di riferimento, sono stati aggiunti 4 dB(A) ai livelli di rumorosità forniti, in applicazione dello standard EUROVENT che, come già anticipato al paragrafo precedente, ha una tolleranza di ± 4.0 .

Nella seguente tabella si riportano schematicamente il tipo di locale tecnico, con la quantità e la tipologia di macchine in esso previsto. Si riportano, inoltre, i livelli di potenza sonora emessi da ogni locale tecnico con riferimento ai dati tecnici delle singole macchine riportati alle pagine precedenti.

Locale tecnico	N. di UTA	Potenza sonora complessiva Lw [dB(A)]
SOTTOCENTRALE L200 ASSE 20	3 UTA 2 UTA	88,0
SOTTOCENTRALE L300 ASSE 20	2 UTA	84,8
SOTTOCENTRALE L200 ASSE 34	1 UTA 1 UTA	85,4
SOTTOCENTRALE L300 ASSE 34	2 UTA	84,8
SOTTOCENTRALE L000	1 UTA	81,7
SOTTOCENTRALE NORD-OVEST	2 unità	83,2
SOTTOCENTRALE SUD-OVEST	2 unità	83,2

[illegible]

SOTTOCENTRALE L300 ASSE 20:



40

SOTTOCENTRALE L200 ASSE 34:

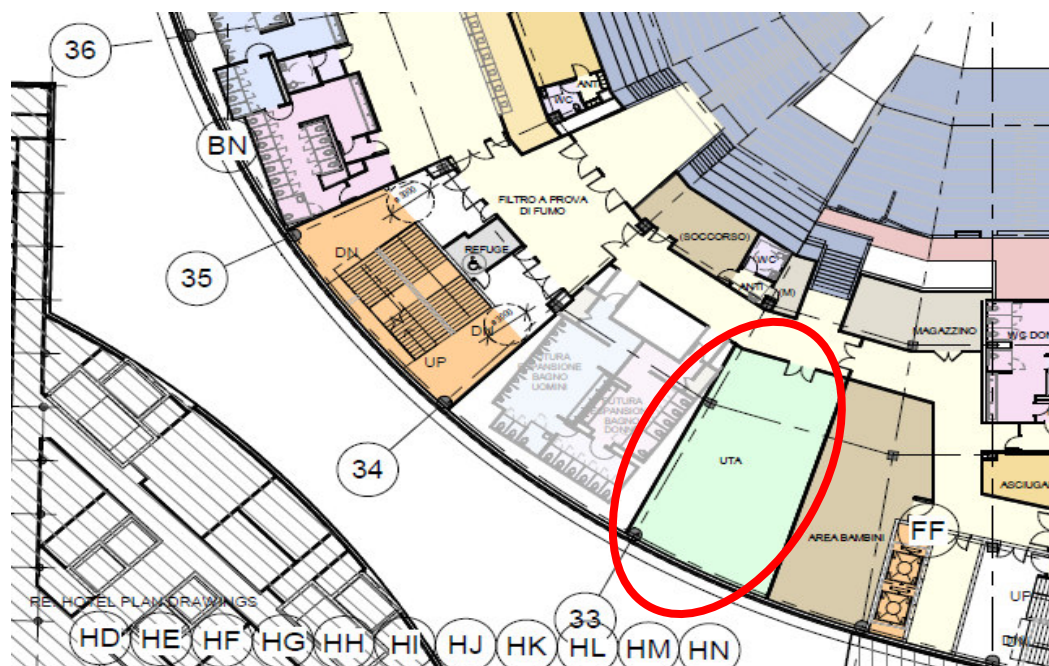


Figura 12: locale UTA situato al piano secondo dello Stadio

SOTTOCENTRALE L300 ASSE 34:

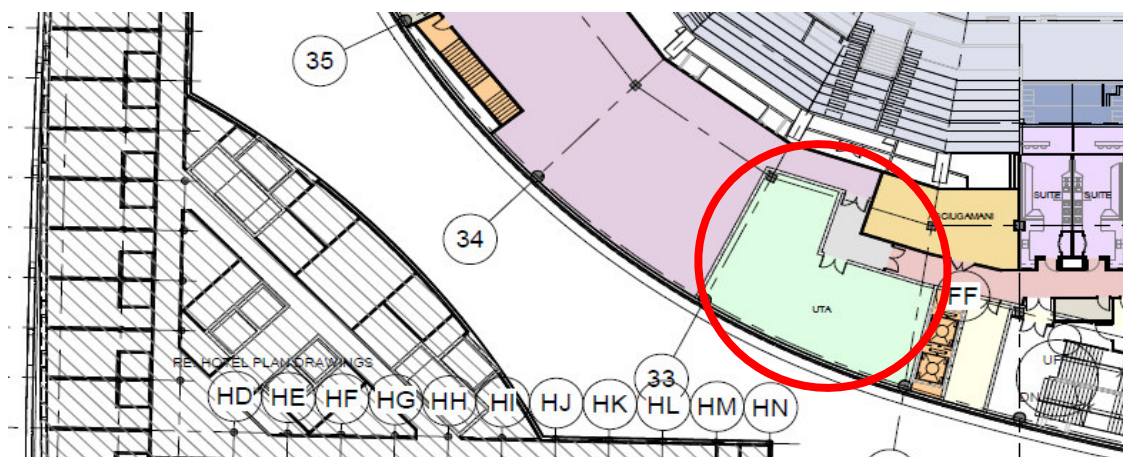


Figura 13: locale UTA situato al piano terzo dello Stadio

SOTTOCENTRALE NORD-OVEST:



Figura 14: macchina situata a Nord-Ovest dello Stadio

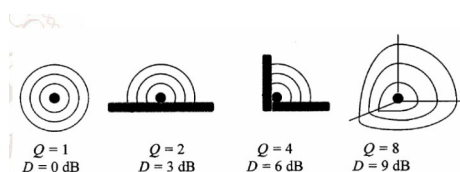
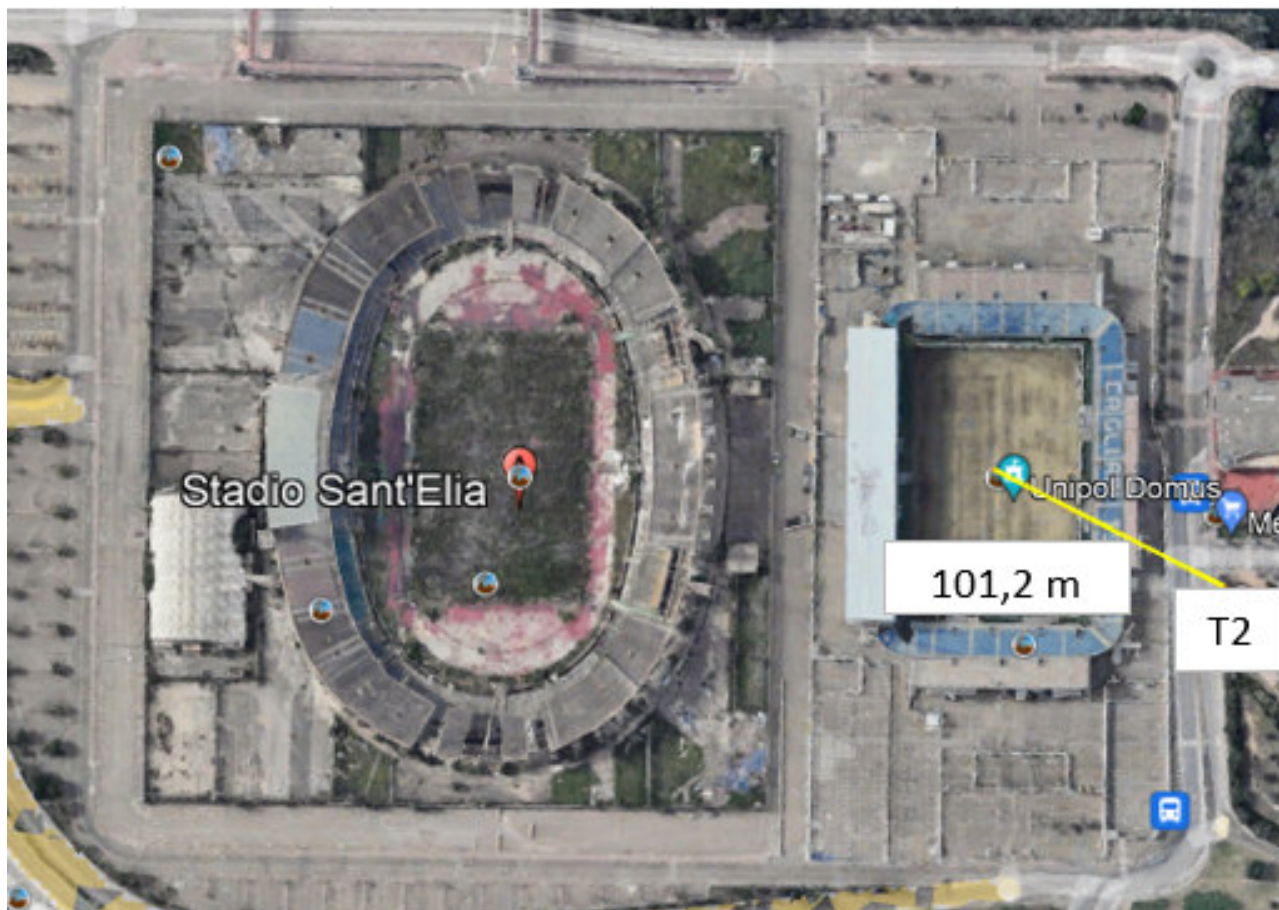
SOTTOCENTRALE SUD-OVEST:



Figura 15: macchina situata a Sud-Ovest dello Stadio

6.3 IMPATTO ACUSTICO DELLA PRATICA SPORTIVA E DEGLI IMPIANTI A SERVIZIO DELLO STADIO SUL RICETTORE HOTEL

Di seguito si riporta la valutazione delle immissioni sonore dovute alla pratica sportiva e agli impianti a servizio dello stadio. Per la taratura del modello 3D di estrapolazione è stato definito come baricentro del rumore prodotto dai tifosi il centrocampo dello stadio (provvisorio) 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 e fu segnato anche un goal. Di seguito si riportano i calcoli effettuati che hanno tenuto in considerazione il fatto che lo stadio provvisorio, nel quale si è tenuto il match, non offre una barriera acustica diffrattiva alla propagazione del rumore poiché non presenta una perimetrazione fonoimpedente nella sua facciata esterna.



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

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

L_w [dB(A)]	L_p [dB(A)]
113,9	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 113,9 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 116,9 dB(A).

A questo punto si è applicato il modello di propagazione sonora 3D iNoise 2024 nel quale sono stati inseriti i ricettori Hotel, R1 e R3 e tutti gli impianti fissi dello Stadio (non quelli dell'Hotel poiché questi sono di una sorgente sonora diversa rispetto a quelli dello Stadio). Lo scenario di estrapolazione valutato è quello notturno, essendo quello più restrittivo.

Di seguito si riporta un'immagine raffigurante la distribuzione delle curve isofoniche alla quota di 8,0m (altezza del ricettore più basso), estratte dal software iNoise2024.

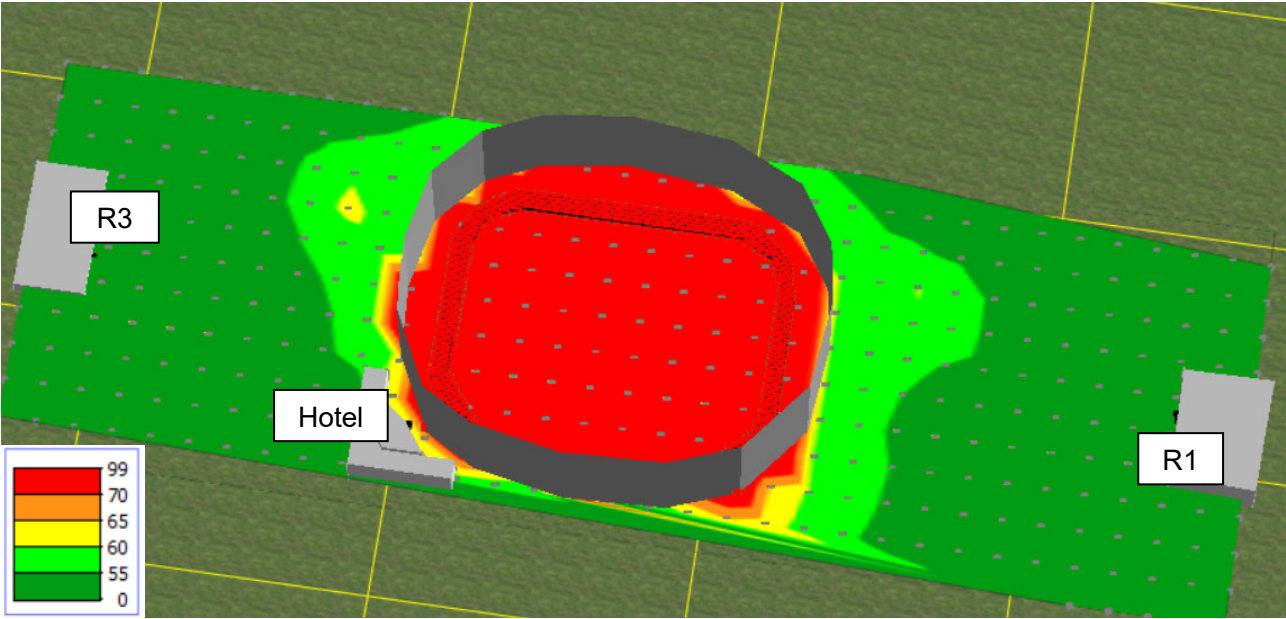


Figura 16: distribuzione curve isofoniche con individuazione dei ricettori

Di seguito si riporta il confronto con i limiti di emissione sonora assoluti previsti per la classe III (per R1 e R3) in periodo notturno. Si precisa che per il ricettore Hotel non sono state valutate le emissioni sonore poiché le suite con affaccio sullo Stadio sono dotate esclusivamente di vetrate fisse, non apribili, antiproiettile e con un elevato isolamento acustico e per questo motivo occorre valutare esclusivamente le immissioni sonore (si veda tabella successiva). Sul medesimo lato (diagonale) dell’Hotel, rivolto verso lo stadio, sono presenti, ai piani inferiori, uffici che però godono della piena e totale schermatura del perimetro dello stadio in cemento armato continuo.

EMISSIONE SONORA			
RICETTORE	RUMORE SPECIFICO L_{eq} [dB(A)]	LIMITE	RISPETTATO?
R1	41,1	45,0	SI
R3	40,8		SI

Nella tabella sottostante si riporta il confronto con i limiti di immissione sonora assoluti in periodo notturno. 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.

IMMISSIONE SONORA ASSOLUTA					
RICETTORE	RUMORE SPECIFICO L _{eq} [dB(A)]	RUMORE RESIDUO L _{eq} [dB(A)]	RUMORE AMBIENTALE IMMESSO NELL'AMBIENTE ABITATIVO L _{eq} [dB(A)]***	LIMITE	RISPETTATO?
Hotel	57,4	56,8*	50,0	55,0	SI
R1	41,1	53,3**	44,0	50,0	SI
R3	40,8	****	31,0		SI

*preso a riferimento il rumore stimato all'Hotel nello scenario futuro (partendo dalla misura in T3, si veda *Tabella 4.4.7.*)

**preso a riferimento il rumore stimato in R1 nello scenario futuro (partendo dalla misura in T1, si veda *Tabella 4.4.7.*)

***per il calcolo della pressione sonora all'interno dell'ambiente abitativo, essendo nota quella a 1m dalla facciata, si faccia riferimento a quanto scritto alla pagina precedente.

****lo scenario futuro è ignoto in quanto la strada in uscita dai parcheggi a servizio dello stadio verrà deviata, quindi il rumore residuo sarà presumibilmente piuttosto basso.

Infine, si riporta di seguito il confronto con i limiti di immissione sonora differenziali, che devono rispettare il valore di massimo +3 dB(A) in periodo notturno.

IMMISSIONE SONORA DIFFERENZIALE NOTTURNO					
RICETTORE	RUMORE SPECIFICO L _{eq} [dB(A)]	RUMORE RESIDUO L _{eq} [dB(A)]	RUMORE AMBIENTALE L _{eq} [dB(A)]	DIFFERENZIALE	RISPETTATO?
Hotel	47,4	52,0	52,6	0,6	SI
R1	31,1	43,9	44,1	0,2	SI
R3	30,8	*	-	-	-

*lo scenario futuro è ignoto in quanto la strada in uscita dai parcheggi a servizio dello stadio verrà deviata, quindi il rumore residuo sarà presumibilmente piuttosto basso.

6.4 IMPATTO ACUSTICO DELLE SORGENTI SONORE FISSE A SERVIZIO DELL'HOTEL SU TUTTI I RICETTORI

Alla tabella seguente si riportano i livelli di pressione sonora dedotti a partire dai dati di potenza sonora delle macchine calcolati e riportati nel *Paragrafo 6.1*; la pressione sonora è stata valutata ai ricettori più prossimi e quindi più esposti e confrontata con i limiti di legge. Si ricorda che le valutazioni sono state condotte esclusivamente nel periodo notturno, essendo il più restrittivo.

Tutte le sorgenti sonore interessate, essendo di pertinenza dell'Hotel, sono classificate in classe IV, mentre i ricettori si trovano in classe III (R3) e classe IV (Hotel) dell'azzoneamento acustico del Comune di Cagliari (per la classificazione acustica dell'area oggetto di intervento si veda la *Figura 1* a pag. 8).

I ricettori principali individuati per la valutazione dell'impatto acustico sono, come già anticipato, R3 e l'Hotel essendo i più esposti alle emissioni sonore degli impianti fissi dell'Hotel stesso. R1 non è stato considerato perché gli impianti considerati sono molto distanti, non producendo impatto acustico nei confronti del ricettore. Per tale valutazione è stata considerata la rumorosità di ciascuna macchina (potenza sonora L_w dichiarata dal produttore) a servizio dell'Hotel propagata ai ricettori più prossimi.

Di seguito si riporta una tabella contenente i gruppi di macchine previsti, la distanza di ciascun ricettore dal locale tecnico con la relativa pressione sonora e, infine, il livello di pressione sonora complessivo al ricettore.

	Gruppo macchine	Ricettore	Distanza locale tecnico-ricettore [m]	Pressione sonora a 1m all'esterno del ricettore Leq [dB(A)]	Pressione sonora complessiva a 1m all'esterno del ricettore Leq [dB(A)]
HOTEL	N.16 macchine sulle due coperture est e ovest	R3	270,0	21,9	22,3
	Singola unità al piano terra		270,0	11,4	
	N.16 macchine sulle due coperture est e ovest*	Hotel	15,0	50,1	50,1

*Si considerano solo le sorgenti in copertura poiché il ricettore Hotel è stato considerato nella Suite al piano settimo e, di conseguenza, l'impatto della singola macchina al piano terra è molto limitato

Di seguito si riportano i calcoli effettuati per la previsione di impatto acustico complessivo di tutte le sorgenti presso i 2 ricettori considerati (Hotel e R3) ed il confronto con i limiti di legge (riportati alle *Tabelle 2.1.2 e 2.1.3*).

RICETTORE HOTEL – soggetto alla rumorosità degli impianti dell'Hotel

EMISSIONI ASSOLUTE AL RICETTORE – RUMOROSITA' IMPIANTI A SERVIZIO DELL'HOTEL

Hotel	Rumore specifico delle sorgenti fisse (impianti) a 1m dalla facciata del ricettore [dB(A)]	Limite di emissione [dB(A)]	Rispettato?
	50,0*	50**	SI

*I livelli stimati sono arrotondati a 0,5 dB(A) a norma di legge e dedotti dal valore di potenza sonora complessiva di 78,6 dB(A) come riportato al paragrafo 6.1 a pag. 35.

**L'Hotel è classificato in classe IV dal Piano di Azzonamento Acustico del Comune di Cagliari e quindi i limiti sono meno restrittivi rispetto agli altri due ricettori, classificati invece in classe III.

Nello scenario *post operam* la facciata “diagonale” dell'Hotel previsto (*Figura 5* a pag. 18) sarà quella qui esposta alla rumorosità degli impianti dello stadio ma sarà anche quella schermata dal rumore del traffico stradale. Per questo motivo, nel calcolo delle immissioni sonore assolute, è stato tenuto conto esclusivamente della rumorosità degli impianti a servizio dell'Hotel.

Si precisa che per “portare” il rumore da 1 m all'esterno della facciata a 1 m all'interno, occorre considerare l'attenuazione dovuta alla facciata stessa che nel caso specifico avendo finestre fisse non apribili lato stadio ha un $D_{2,mntw}$ di 48 dB(A) come risulta dalla relazione sui RAP dell'Hotel. (a finestra aperta) in modo da poter così confrontare i valori calcolati con i limiti di immissione sonora.

IMMISSIONI ASSOLUTE AL RICETTORE – RUMOROSITA' IMPIANTI A SERVIZIO DELL'HOTEL

Hotel	Rumore residuo [dB(A)]**	Rumore specifico degli impianti (a 1 m da facciata) [dB(A)]	Rumore ambientale (a 1 m dalla facciata) [dB(A)]	Rumore ambientale (in ambiente abitativo) [dB(A)]	Limite di immissione notturno [dB(A)]	Rispettato?
	62,0	50,1	62,3	14,5*	50,0	SI

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

**Tiene conto del valore misurato in T3

VALUTAZIONE DEL CRITERIO DIFFERENZIALE – RUMOROSITA' IMPIANTI A SERVIZIO DELL'HOTEL

Hotel	Rumore specifico impianti a 1m dalla facciata del ricettore [dB(A)]	Rumore residuo [dB(A)]**	Rumore ambientale a 1m dalla facciata del ricettore [dB(A)]	Rumore ambientale in ambiente abitativo [dB(A)]	Rumore residuo in ambiente abitativo [dB(A)]	Differenziale (limite 3) [dB(A)]	Rispettato?
	50,1	62,0	62,3	52,5*	52,0*	0,5	SI

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

**Valore desunto dalla misura ante-operam in T3.

Il criterio differenziale degli impianti dell'Hotel è stato valutato presso le finestre più esposte agli stessi, che sono apribili.

Nella valutazione del criterio differenziale non è stato considerato il contributo dato dalle sorgenti sonore mobili in quanto il D.P.C.M. 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 – soggetto alla rumorosità degli impianti dell'Hotel

EMISSIONI ASSOLUTE AL RICETTORE – RUMOROSITA' IMPIANTI A SERVIZIO DELL'HOTEL

R3	Rumore specifico delle sorgenti fisse (impianti) a 1m dalla facciata del ricettore [dB(A)]	Limite di emissione notturno [dB(A)]	Rispettato?
	22,5*	45,0	SI

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

IMMISSIONI ASSOLUTE AL RICETTORE – RUMOROSITA' IMPIANTI A SERVIZIO DELL'HOTEL

R3	Rumore residuo [dB(A)]	Rumore specifico degli impianti (a 1 m da facciata) [dB(A)]	Rumore ambientale (a 1 m dalla facciata) [dB(A)]	Rumore ambientale (in ambiente abitativo) [dB(A)]	Limite di immissione notturno [dB(A)]	Rispettato?
	**	22,3	22,3	12,5*	50,0	SI

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

** lo scenario futuro è ignoto in quanto la strada in uscita dai parcheggi a servizio dello stadio verrà deviata, quindi il rumore residuo sarà presumibilmente piuttosto basso.

VALUTAZIONE DEL CRITERIO DIFFERENZIALE – RUMOROSITA' IMPIANTI A SERVIZIO DELL'HOTEL

R3	Rumore specifico impianti a 1m dalla facciata del ricettore [dB(A)]	Rumore residuo [dB(A)]	Rumore ambientale a 1m dalla facciata del ricettore [dB(A)]	Rumore ambientale in ambiente abitativo [dB(A)]	Rumore residuo in ambiente abitativo [dB(A)]	Differenziale (limite 3) [dB(A)]	Rispettato?
	22,3	**	22,3	12,5*	-	-	-

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

** lo scenario futuro è ignoto in quanto la strada in uscita dai parcheggi a servizio dello stadio verrà deviata, quindi il rumore residuo sarà presumibilmente piuttosto basso.

Si precisa che nella valutazione del criterio differenziale non è stato considerato il contributo dato dalle sorgenti sonore mobili in quanto il D.P.C.M. 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..."

7. PREVISIONE DI IMPATTO ACUSTICO DI EVENTI COME CONCERTI

Nel presente paragrafo si riporta la valutazione delle immissioni sonore dovute a eventi come concerti, fornendo inoltre delle linee guida da rispettare per contenere l'impatto acustico sui ricettori limitrofi.

In particolare, per quanto riguarda il palcoscenico, è necessario che venga posizionato in modo tale da avere alle spalle i due ricettori più prossimi ovvero l'Hotel e R3, così da orientare le emissioni sonore verso Sud, ovvero verso il lato opposto rispetto alla posizione dei ricettori più prossimi. Di seguito si riporta un'immagine rappresentativa della posizione suggerita per il palco durante i concerti che si terranno nel Nuovo Stadio Sant'Elia.

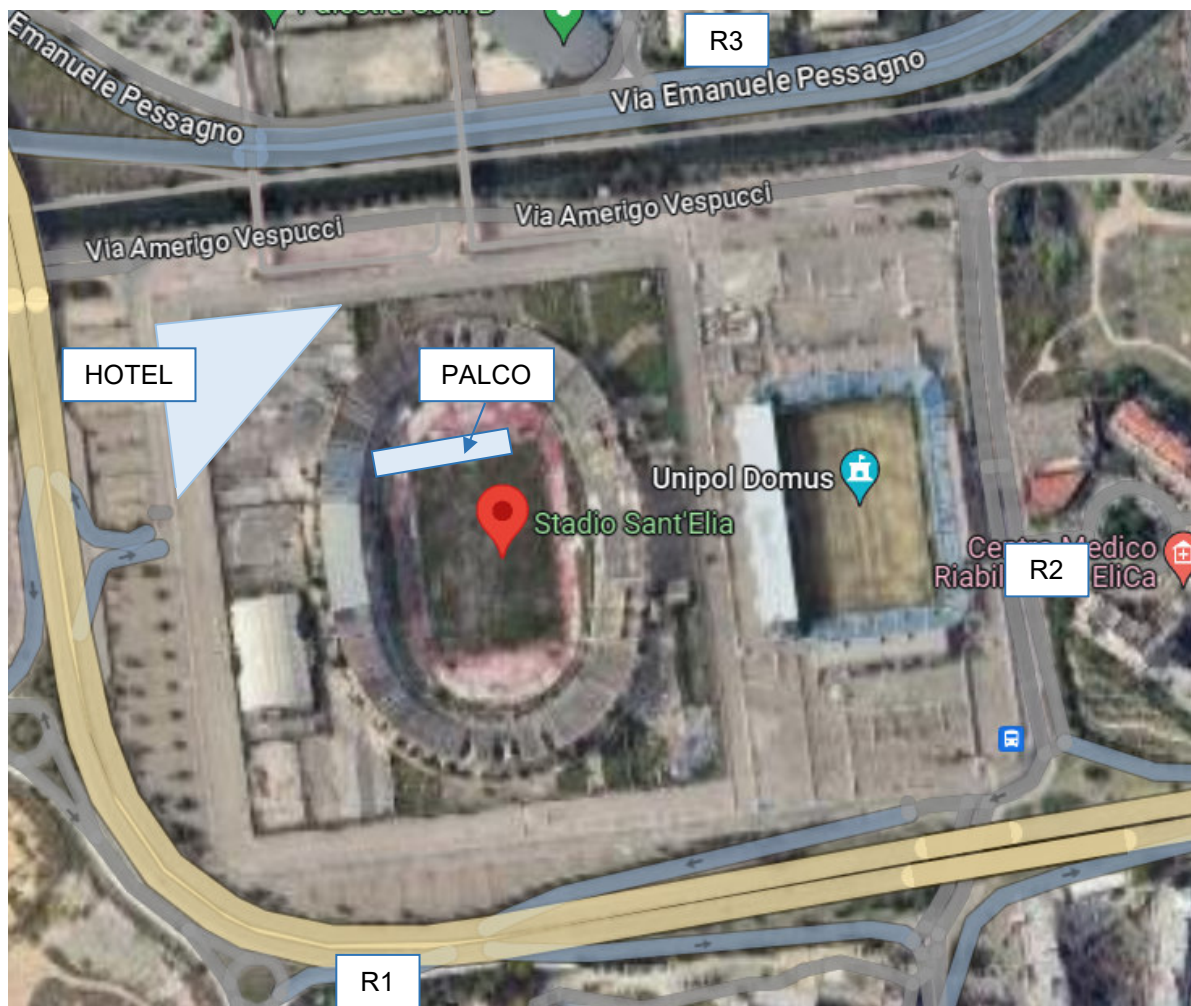


Figura 17: Disposizione del palco durante i concerti e individuazione dei ricettori limitrofi

Per quanto riguarda i diffusori sonori da impiegare nei concerti, questi devono essere di tipo direttivo, posizionati in alto su opportuni sostegni e orientati verso il basso, dove è presente il pubblico. In questo modo il suono amplificato viene contenuto all'interno del catino dello stadio poiché è indirizzato dall'alto verso il basso direttamente sul pubblico a beneficio dei ricettori esterni. In questo scenario le principali fonti di rumore sono quindi le voci degli spettatori presenti al concerto (è stato ipotizzato un numero massimo di 30.000 persone).

Pertanto, per la previsione di impatto acustico si è tenuto conto di quanto riportato nel *Paragrafo 6.3*, nel quale è stata ipotizzata una potenza sonora dovuta alle voci degli spettatori, con baricentro acustico a centro campo, pari a $L_w=116,9$ dB(A) (valore ricavato sulla base dei rilievi fonometrici del 09/04/2022).

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva dei valori di immissione sonora presso i ricettori R1, R2, R3 e Hotel. Si ricorda che i concerti, essendo autorizzabili con deroga dal Sindaco come specificato al *Paragrafo 2.5*, dovranno sempre presentare richiesta di autorizzazione in deroga con la specifica di non applicabilità del criterio differenziale.

	R1	R2	R3	HOTEL
L _p a 1m fuori dalla facciata	56,7	55,5	57,2	64,4
L _p a 1m dentro alla facciata	46,5*	45,5*	47,0*	54,5*
Limite immissione (D.P.C.M. 14/11/97)	50**	50**	50**	65***
Rispettato	SI	SI	SI	SI

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

**Limite di immissione sonora notturno per la classe acustica III

***Limite di immissione sonora diurno per la classe acustica IV. È stato considerato il periodo temporale diurno poiché i locali con affaccio diretto sullo Stadio sono perlopiù uffici, quindi con attività diurna.

8. IMPATTO DA CANTIERE

Di seguito si riportano i dati a disposizione della scrivente per elaborare l'impatto da cantiere nei confronti dei ricettori più esposti, sia durante la fase di demolizione dello stadio Sant'Elia esistente, che nella fase successiva di cantierizzazione e costruzione del nuovo Stadio.

Dato	Documento nel quale è contenuto
Diagramma di Gantt	3053-D-ALC-SIC-TS-002-02
Potenza sonora delle macchine impiegate	3053-D-ALC-SIC-RE-001-02
Posizionamento barriere – fase demolizione	3053-D-ALC-0-SIC-PL-004-02
Posizionamento barriere – fase ricostruzione	3053-D-ALC-0-SIC-PL-006-02
Numero e tipologia macchine per ogni lavorazione – fase demolizione	3053-D-ALC-0-DEM-PL-012-02

DIAGRAMMA DI GANTT

ID	Nome attività	Durata	Inizio	Fine
1	STADIO DI CAGLIARI	730 g	09/11/2021	27/08/2024
2	DEMOLIZIONE	158 g	09/11/2021	16/06/2022
3	CANTIERAMENTO	19 g	09/11/2021	05/12/2021
4	Realizzazione delle recinzioni di cantiere	10 gt	09/11/2021	19/11/2021
5	Modifica alla viabilità stradale pubblica	5 gt	09/11/2021	14/11/2021
6	Baraccamenti di cantiere e allacci	15 gt	09/11/2021	24/11/2021
7	impianto di terra, scariche atmosferiche e idrici	15 gt	18/11/2021	03/12/2021
8	realizzazione viabilità interne carrabili e scarifica pavimentazioni esterne	15 gt	09/11/2021	24/11/2021
9	realizzazione viabilità pedonale	5 gt	17/11/2021	22/11/2021
10	predisposizione aree rifiuti e depositi	5 gt	14/11/2021	19/11/2021
11	Pulizia delle aree esterne	20 gt	15/11/2021	05/12/2021
12	RIMOZIONE AMIANTO	64 g	09/11/2021	04/02/2022
13	Piano di lavoro	10 g	09/11/2021	22/11/2021
14	Deposito ASL e ricezione esito	30 g	23/11/2021	03/01/2022
15	Cantieramento aree da bonificare	20 g	04/01/2022	31/01/2022
16	Rimozione amianto	20 g	06/01/2022	02/02/2022
17	Smobilizzo cantiere amianto	20 g	10/01/2022	04/02/2022
18	SMONTAGGIO TENSOSTRUTTURA	24 g	24/11/2021	28/12/2021
19	Cantieramento	2 gt	24/11/2021	26/11/2021
20	Strip out	12 gt	26/11/2021	08/12/2021
21	Rimozione telo	3 gt	08/12/2021	11/12/2021
22	Smontaggio opere in ferro	12 gt	11/12/2021	23/12/2021
23	Demolizione opere murarie e massetti	5 gt	23/12/2021	28/12/2021
24	SMONTAGGIO COPERTURA	21 g	28/12/2021	26/01/2022
25	Cantieramento	1 gt	28/12/2021	29/12/2021
26	Smontaggio opere di copertura in legno	14 gt	29/12/2021	12/01/2022
27	Smontaggio telaio in legno e ferro	14 gt	12/01/2022	26/01/2022
28	STRIP OUT STADIO	80 g	06/12/2021	27/03/2022
29	Cantieramento	2 g	06/12/2021	07/12/2021
30	Idrolavaggio poliurea curva nord	30 gt	07/12/2021	06/01/2022
31	Strip out curva nord	30 gt	06/01/2022	05/02/2022
32	Idrolavaggio poliurea curva sud e scarifica scale	30 gt	06/01/2022	05/02/2022
33	Strip out curva sud	30 gt	07/12/2021	06/01/2022
34	Idrolavaggio poliurea tribuna ovest e scarifica scale	30 gt	25/02/2022	27/03/2022

35	Strip out tribuna ovest	30 gt	26/01/2022	25/02/2022
36	Idrolavaggio poliurea tribuna est e scarifica scale	30 gt	07/12/2021	06/01/2022
37	Strip out tribuna est	30 gt	06/01/2022	05/02/2022
38	DEMOLIZIONE STADIO	94 g	05/02/2022	16/06/2022
39	Cantieramento	3 gt	05/02/2022	08/02/2022
40	Demolizione curva nord	94 g	05/02/2022	16/06/2022
41	FASE 1 Demolizione secondo anello	5 gt	05/02/2022	10/02/2022
42	FASE 2 Demolizioni piloni di supporto	5 gt	10/02/2022	15/02/2022
43	FASE 3 Demolizione elementi strutturali secondo livello	5 gt	15/02/2022	20/02/2022
44	FASE 4 Demolizione primo anello	5 gt	20/02/2022	25/02/2022
45	FASE 5 Demolizione fino a -0,5 e rinterro fino a +0,75 area non interferente	5 gt	25/02/2022	02/03/2022
46	FASE 6a Demolizione fino a +0,75 area interferente	5 g	28/02/2022	04/03/2022
47	FASE 6b Demolizione fino a -0,5 area interferente	11 g	02/06/2022	16/06/2022
48	Realizzazione accesso carrabile	5 gt	02/03/2022	07/03/2022
49	Demolizione curva sud	21 g	05/02/2022	07/03/2022
50	FASE 1 Demolizione secondo anello	5 gt	05/02/2022	10/02/2022
51	FASE 2 Demolizioni piloni di supporto	5 gt	10/02/2022	15/02/2022
52	FASE 3 Demolizione elementi strutturali secondo livello	5 gt	15/02/2022	20/02/2022
53	FASE 4 Demolizione primo anello	5 gt	20/02/2022	25/02/2022
54	FASE 5 Demolizione fino a -0,5 e rinterro fino a +0,75	5 gt	25/02/2022	02/03/2022
55	Realizzazione accesso pedonale	5 gt	02/03/2022	07/03/2022
56	Demolizione tribuna e distinti est	29 g	05/02/2022	17/03/2022
57	FASE 1 Demolizione secondo anello	8 gt	05/02/2022	13/02/2022
58	FASE 2 Demolizioni piloni di supporto	8 gt	13/02/2022	21/02/2022
59	FASE 3 Demolizione elementi strutturali secondo livello	8 gt	21/02/2022	01/03/2022
60	FASE 4 Demolizione primo anello	8 gt	01/03/2022	09/03/2022
61	FASE 5 Demolizione fino a -0,5 e rinterro fino a +0,75	8 gt	09/03/2022	17/03/2022
62	Demolizione tribuna e distinti ovest	69 g	14/03/2022	16/06/2022
63	Cantieramento	1 gt	14/03/2022	15/03/2022
64	FASE 1 Demolizione secondo anello	8 gt	15/03/2022	23/03/2022
65	FASE 2 Demolizioni piloni di supporto	8 gt	23/03/2022	31/03/2022

66	FASE 3 Demolizione elementi strutturali secondo livello	8 gt	31/03/2022	08/04/2022
67	FASE 4 Demolizione primo anello	8 gt	08/04/2022	16/04/2022
68	FASE 5 Demolizione fino a -0.5 e rinterro fino a +0.75 area del nuovo campo	10 gt	16/04/2022	26/04/2022
69	FASE 6a Demolizione fino a +0.75 area interferente nuovi spalti	10 gt	16/04/2022	26/04/2022
70	FASE 6b Demolizione fino a -0.5 area interferente nuovi spalti	11 g	02/06/2022	16/06/2022
71	RICOSTRUZIONE	610 g	26/04/2022	27/08/2024
72	CANTIERAMENTO	168 g	26/04/2022	15/12/2022
73	Realizzazione delle recinzioni di cantiere	5 gt	26/04/2022	01/05/2022
74	Baraccamenti di cantiere e allacci	25 gt	26/04/2022	21/05/2022
75	Predisposizioni impiantistiche	25 gt	05/05/2022	30/05/2022
76	predisposizione aree rifiuti e depositi	20 gt	26/04/2022	16/05/2022
77	Montaggio gru di cantiere	20 gt	25/11/2022	15/12/2022
78	POSA IMPIANTI, VASCHE E DORSALI	25 g	26/05/2022	30/06/2022
79	Scavi a sezione ristretta	25 gt	30/05/2022	24/06/2022
80	Opere provvisoriale	25 gt	30/05/2022	24/06/2022
81	Sistema di aggettamento	10 gt	26/05/2022	05/06/2022
82	Posa Imp. Fognari e vasche accumulo	15 gt	05/06/2022	20/06/2022
83	Imp. elettrici e meccanici	20 gt	06/06/2022	26/06/2022
84	Imp. speciali	15 gt	06/06/2022	21/06/2022
85	Rinterri	17 gt	13/06/2022	30/06/2022
86	STADIO	586 g	26/05/2022	23/08/2024
87	DEMOLIZIONI E FONDAZIONI	132 g	26/05/2022	25/11/2022
88	Aggettamento	15 gt	26/05/2022	10/06/2022
89	Opere provvisoriale	17 gt	31/05/2022	17/06/2022
90	Pali e rinterro	120 gt	17/06/2022	15/10/2022
91	Platea PT	120 gt	28/07/2022	25/11/2022
92	RICOSTRUZIONE STADIO	405 g	05/09/2022	24/03/2024
93	LIVELLO 0	113 g	05/09/2022	09/02/2023
94	Pilastrini Pareti e tramezzi	90 gt	05/09/2022	04/12/2022
95	Ponteggi per le ricostruzioni	90 gt	05/09/2022	04/12/2022
96	solaio	90 gt	12/09/2022	11/12/2022
97	gradinate	90 gt	07/10/2022	05/01/2023
98	scale	30 gt	11/12/2022	10/01/2023
99	Posa di impianti	60 gt	11/12/2022	09/02/2023
100	Infissi, Rivestimenti e Finiture	60 gt	11/12/2022	09/02/2023
101	LIVELLO 100	113 g	11/12/2022	18/05/2023
102	Pilastrini Pareti e tramezzi	90 gt	11/12/2022	11/03/2023
103	Ponteggi per le ricostruzioni	90 gt	11/12/2022	11/03/2023
104	solaio	90 gt	19/12/2022	19/03/2023
105	gradinate	90 gt	13/01/2023	13/04/2023
106	scale	30 gt	19/03/2023	18/04/2023
107	Posa di impianti	60 gt	19/03/2023	18/05/2023
108	Infissi, Rivestimenti e Finiture	60 gt	19/03/2023	18/05/2023
109	LIVELLO 200	113 g	19/03/2023	24/08/2023
110	Pilastrini Pareti e tramezzi	90 gt	19/03/2023	17/06/2023
111	Ponteggi per le ricostruzioni	90 gt	19/03/2023	17/06/2023
112	solaio	90 gt	27/03/2023	25/06/2023
113	gradinate	90 gt	21/04/2023	20/07/2023
114	scale	30 gt	25/06/2023	25/07/2023
115	Posa di impianti	60 gt	25/06/2023	24/08/2023
116	Infissi, Rivestimenti e Finiture	60 gt	25/06/2023	24/08/2023
117	LIVELLO 300	99 g	25/06/2023	10/11/2023
118	Pilastrini Pareti e tramezzi	70 gt	25/06/2023	03/09/2023
119	Ponteggi per le ricostruzioni	70 gt	25/06/2023	03/09/2023
120	solaio	70 gt	03/07/2023	11/09/2023
121	gradinate	70 gt	28/07/2023	06/10/2023
122	scale	30 gt	11/09/2023	11/10/2023
123	Posa di impianti	60 gt	11/09/2023	10/11/2023
124	Infissi, Rivestimenti e Finiture	60 gt	11/09/2023	10/11/2023
125	LIVELLO 400	99 g	11/09/2023	26/01/2024
126	Pilastrini Pareti e tramezzi	70 gt	11/09/2023	20/11/2023
127	Ponteggi per le ricostruzioni	70 gt	11/09/2023	20/11/2023
128	solaio	70 gt	18/09/2023	27/11/2023
129	gradinate	70 gt	13/10/2023	22/12/2023
130	scale	30 gt	27/11/2023	27/12/2023
131	Posa di impianti	60 gt	27/11/2023	26/01/2024
132	Infissi, Rivestimenti e Finiture	60 gt	27/11/2023	26/01/2024
133	LIVELLO 500	64 g	27/11/2023	23/02/2024
134	Pilastrini Pareti e tramezzi	50 gt	27/11/2023	16/01/2024
135	Ponteggi per le ricostruzioni	50 gt	27/11/2023	16/01/2024

136	solaio	50 gt	05/12/2023	24/01/2024
137	gradinate	50 gt	01/01/2024	20/02/2024
138	scale	30 gt	24/01/2024	23/02/2024
139	Posa di impianti	30 gt	24/01/2024	23/02/2024
140	Infissi, Rivestimenti e Finiture	30 gt	24/01/2024	23/02/2024
141	COPERTURA	43 g	24/01/2024	24/03/2024
142	Struttura principale e secondaria	30 gt	24/01/2024	23/02/2024
143	Accesso alla copertura	20 gt	09/02/2024	29/02/2024
144	Sistemi di sicurezza	30 gt	09/02/2024	10/03/2024
145	Rivestimenti	30 gt	09/02/2024	10/03/2024
146	Fotovoltaico	30 gt	23/02/2024	24/03/2024
147	FACCIATA	444 g	11/12/2022	23/08/2024
148	Ponteggi facciata L000-L100	22 gt	11/12/2022	02/01/2023
149	Opere edili facciata	40 gt	02/01/2023	11/02/2023
150	Infissi	40 gt	11/02/2023	23/03/2023
151	Ponteggi facciata L100-L200	22 gt	19/03/2023	10/04/2023
152	Opere edili facciata	40 gt	10/04/2023	20/05/2023
153	Infissi	40 gt	20/05/2023	29/06/2023
154	Ponteggi facciata L200-L300	22 gt	25/06/2023	17/07/2023
155	Opere edili facciata	40 gt	17/07/2023	26/08/2023
156	Infissi	40 gt	26/08/2023	05/10/2023
157	Ponteggi facciata L300-L400	22 gt	11/09/2023	03/10/2023
158	Opere edili facciata	40 gt	03/10/2023	12/11/2023
159	Infissi	40 gt	12/11/2023	22/12/2023
160	Ponteggi facciata L400-L500	22 gt	27/11/2023	19/12/2023
161	Opere edili facciata	40 gt	19/12/2023	28/01/2024
162	Infissi	40 gt	28/01/2024	08/03/2024
163	Ponteggi facciata L500-COP	22 gt	24/01/2024	15/02/2024
164	Opere edili facciata	40 gt	15/02/2024	26/03/2024
165	Infissi	40 gt	26/03/2024	05/05/2024
166	Smontaggio ponteggio	22 gt	05/05/2024	27/05/2024
167	Esoscheletro	60 gt	27/05/2024	26/07/2024
168	Facciata continua	70 gt	14/06/2024	23/08/2024
169	HOTEL	514 g	17/06/2022	05/06/2024
170	LIVELLO 0	104 g	17/06/2022	10/11/2022
171	Pali	30 gt	17/06/2022	17/07/2022
172	Platea PT	30 gt	17/07/2022	16/08/2022
173	Pareti	40 gt	02/08/2022	11/09/2022
174	Ponteggi per le ricostruzioni	40 gt	02/08/2022	11/09/2022
175	solaio	30 gt	11/09/2022	11/10/2022
176	scale	15 gt	11/10/2022	26/10/2022
177	Posa di impianti	30 gt	11/10/2022	10/11/2022
178	Rivestimenti e Finiture	30 gt	11/10/2022	10/11/2022
179	LIVELLO 100	72 g	11/10/2022	19/01/2023
180	Pareti	40 gt	11/10/2022	20/11/2022
181	Ponteggi per le ricostruzioni	40 gt	11/10/2022	20/11/2022
182	solaio	30 gt	20/11/2022	20/12/2022
183	scale	15 gt	20/12/2022	04/01/2023
184	Posa di impianti	30 gt	20/12/2022	19/01/2023
185	Rivestimenti e Finiture	30 gt	20/12/2022	19/01/2023
186	LIVELLO 200	72 g	20/12/2022	30/03/2023
187	Pareti	40 gt	20/12/2022	29/01/2023
188	Ponteggi per le ricostruzioni	40 gt	20/12/2022	29/01/2023
189	solaio	30 gt	29/01/2023	28/02/2023
190	scale	15 gt	28/02/2023	15/03/2023
191	Posa di impianti	30 gt	28/02/2023	30/03/2023
192	Rivestimenti e Finiture	30 gt	28/02/2023	30/03/2023
193	LIVELLO 300	72 g	28/02/2023	08/06/2023
194	Pareti	40 gt	28/02/2023	09/04/2023
195	Ponteggi per le ricostruzioni	40 gt	28/02/2023	09/04/2023
196	solaio	30 gt	09/04/2023	09/05/2023
197	scale	15 gt	09/05/2023	24/05/2023
198	Posa di impianti	30 gt	09/05/2023	08/06/2023
199	Rivestimenti e Finiture	30 gt	09/05/2023	08/06/2023
200	LIVELLO 400	72 g	09/05/2023	17/08/2023
201	Pareti	40 gt	09/05/2023	18/06/2023
202	Ponteggi per le ricostruzioni	40 gt	09/05/2023	18/06/2023
203	solaio	30 gt	18/06/2023	18/07/2023
204	scale	15 gt	18/07/2023	02/08/2023
205	Posa di impianti	30 gt	18/07/2023	17/08/2023
206	Rivestimenti e Finiture	30 gt	18/07/2023	17/08/2023
207	LIVELLO 500	72 g	18/07/2023	26/10/2023
208	Pareti	40 gt	18/07/2023	27/08/2023

209	Ponteggi per le ricostruzioni	40 gt	18/07/2023	27/08/2023
210	solaio	30 gt	27/08/2023	26/09/2023
211	scale	15 gt	26/09/2023	11/10/2023
212	Posa di impianti	30 gt	26/09/2023	26/10/2023
213	Rivestimenti e Finiture	30 gt	26/09/2023	26/10/2023
214	COPERTURA	58 g	26/09/2023	15/12/2023
215	Pavimenti e impermeabilizzazioni	20 gt	26/09/2023	16/10/2023
216	Opere di sicurezza	30 gt	26/09/2023	26/10/2023
217	Posa di impianti	60 gt	16/10/2023	15/12/2023
218	FACCIATA	160 g	26/10/2023	05/06/2024
219	Opere edili facciata	30 g	26/10/2023	06/12/2023
220	Infissi	20 g	26/10/2023	22/11/2023
221	Smontaggio ponteggio	10 g	07/12/2023	20/12/2023
222	Facciata continua	120 g	21/12/2023	05/06/2024
223	OPERE ESTERNE	46 g	14/06/2024	18/08/2024
224	Demolizione recinzione perimetrale e ricostruzione	10 g	14/06/2024	27/06/2024

225	Opere stradali	50 gt	14/06/2024	03/08/2024
226	Segnaletica verticale ed orizzontale	10 gt	29/07/2024	08/08/2024
227	Opere accessorie	20 gt	29/07/2024	18/08/2024
228	Opere a verde	50 gt	14/06/2024	03/08/2024
229	Marciapiedi	10 gt	29/07/2024	08/08/2024
230	SMOBILIZZO DEL CANTIERE	13 g	08/08/2024	27/08/2024
231	Disallestimento area di cantiere logistica esterna	19 gt	08/08/2024	27/08/2024
232	Disallestimento incrocio semaforico esterno	19 gt	08/08/2024	27/08/2024
233	Rimozione di apprestamenti	19 gt	08/08/2024	27/08/2024
234	Rimozione mezzi e servizi di protezione collettiva	19 gt	08/08/2024	27/08/2024

POTENZA SONORA DELLE MACCHINE IMPIEGATE

ATTREZZATURA	Potenza Sonora dB(A)	Scheda
Battipiastrille elettrico	110.0	972-(IEC-92)-RPO-01
Betoniera a bicchiere	95.0	916-(IEC-30)-RPO-01
Carotatrice elettrica	112.0	907-(IEC-18)-RPO-01
Gruppo elettrogeno	99.0	958-(IEC-94)-RPO-01
Impastatrice	85.0	962-(IEC-17)-RPO-01
Levigatrice elettrica	107.0	963-(IEC-83)-RPO-01
Martello demolitore elettrico	113.0	967-(IEC-36)-RPO-01
Martello demolitore pneumatico	117.0	918-(IEC-33)-RPO-01
Motosega	113.0	921-(IEC-38)-RPO-01
Scanalatrice per muri ed intonaci	111.0	945-(IEC-95)-RPO-01
Sega a disco per metalli	112.0	910-(IEC-21)-RPO-01
Sega circolare portatile	113.0	902-(IEC-6)-RPO-01
Sega circolare	113.0	908-(IEC-19)-RPO-01
Smerigliatrice angolare (flessibile)	113.0	931-(IEC-45)-RPO-01
Taglierina elettrica	89.9	
Trapano elettrico	107.0	943-(IEC-84)-RPO-01

MACCHINA	Potenza Sonora dB(A)	Scheda
Gru a torre	101.0	960-(IEC-4)-RPO-01
Pala meccanica (minipala) con tagliasfalto con fresa	104.0	936-(IEC-53)-RPO-01
Pala meccanica (minipala)	104.0	936-(IEC-53)-RPO-01
Pala meccanica	104.0	936-(IEC-53)-RPO-01
Riciclatrice di asfalto	107.0	955-(IEC-65)-RPO-01
Rullo compressore	109.0	976-(IEC-69)-RPO-01
Scarificatrice	93.2	
Sonda di perforazione	110.0	966-(IEC-97)-RPO-01
Spazzolatrice-aspiratrice (pulizia stradale)	109.0	969-(IEC-59)-RPO-01

MACCHINA	Potenza Sonora dB(A)	Scheda
Autobetoniera con pompa	112.0	947-(IEC-28)-RPO-01
Autobetoniera	112.0	947-(IEC-28)-RPO-01
Autocarro con cestello	103.0	940-(IEC-72)-RPO-01
Autocarro con gru	103.0	940-(IEC-72)-RPO-01
Autocarro dumper	103.0	940-(IEC-72)-RPO-01
Autocarro	103.0	940-(IEC-72)-RPO-01
Autogru	103.0	940-(IEC-72)-RPO-01
Autopompa per cls	103.0	940-(IEC-72)-RPO-01
Battipalo	110.0	965-(IEC-99)-RPO-01
Dumper	103.0	940-(IEC-72)-RPO-01
Escavatore con martello demolitore	108.0	952-(IEC-76)-RPO-01
Escavatore mini	101.0	917-(IEC-31)-RPO-01
Escavatore	104.0	950-(IEC-16)-RPO-01
Finitrice	107.0	955-(IEC-65)-RPO-01

Nelle tabelle riportate qui sopra, così come nelle schede tecniche fornite dalla Committenza, mancano i dati di potenza sonora del frantoio e della vagliatrice, che tuttavia sono stati ricavati dalla scrivente rispettivamente nella Direttiva UE sulla rumorosità 2000/14/CE (recepita in Italia dal D.M. 04/10/2011, successivo aggiornamento nella Direttiva 2005/88/CE) e nella Banca Dati Rumore redatta dall'INAIL. Le due potenze sonore sono pari a 105 dB(A) per il frantoio e 124,2 dB(A) per la vagliatrice. Si precisa che entrambe le macchine verranno collocate a nord-ovest dell'area di cantiere, così come indicato nelle tavole di cantierizzazione.

POSIZIONAMENTO BARRIERE – FASE DEMOLIZIONE

Durante la fase di demolizione è stata prevista l'installazione di una recinzione fonoassorbente sul lato sud-ovest dell'area di cantiere, a ridosso dell'area dedicata agli uffici e agli spogliatoi che fungono anch'essi da barriera al rumore nei confronti dei ricettori limitrofi all'area di cantiere.

Si precisa che tale posizionamento della barriera fonoassorbente sarà mantenuto anche nella Fase 2 di scavo per sottoservizi.

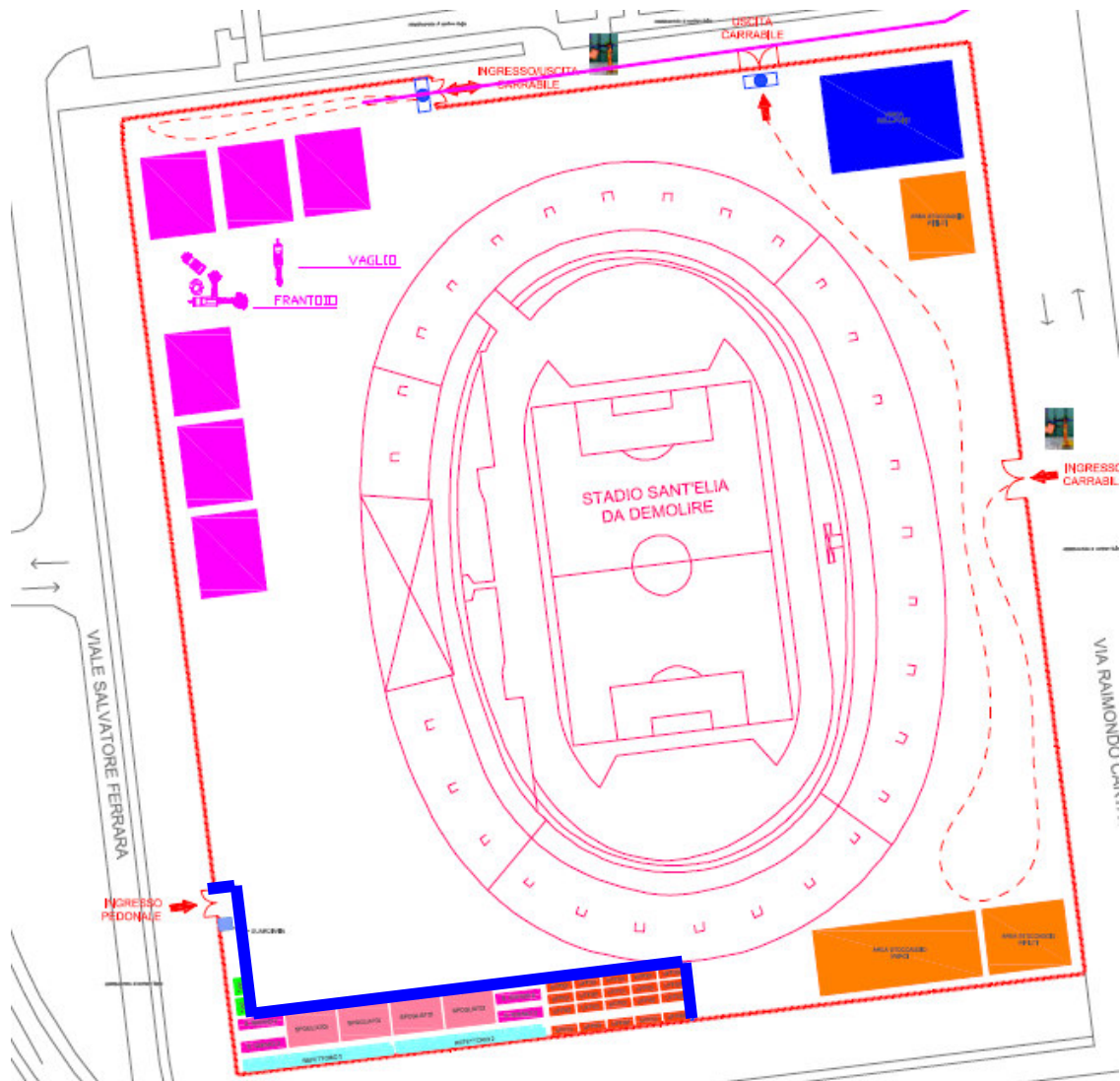


Figura 18: fase di demolizione con indicato lo sviluppo in pianta della recinzione fonoassorbente (linea blu)

POSIZIONAMENTO BARRIERE – FASE RICOSTRUZIONE

Durante la fase di ricostruzione dello Stadio è stata prevista l'installazione di una recinzione fonoassorbente sui lati sud-ovest ed ovest dell'area di cantiere, oltre alla predisposizione di uffici e baracche che fungono anch'essi da barriera al rumore nei confronti dei ricettori limitrofi all'area di cantiere.

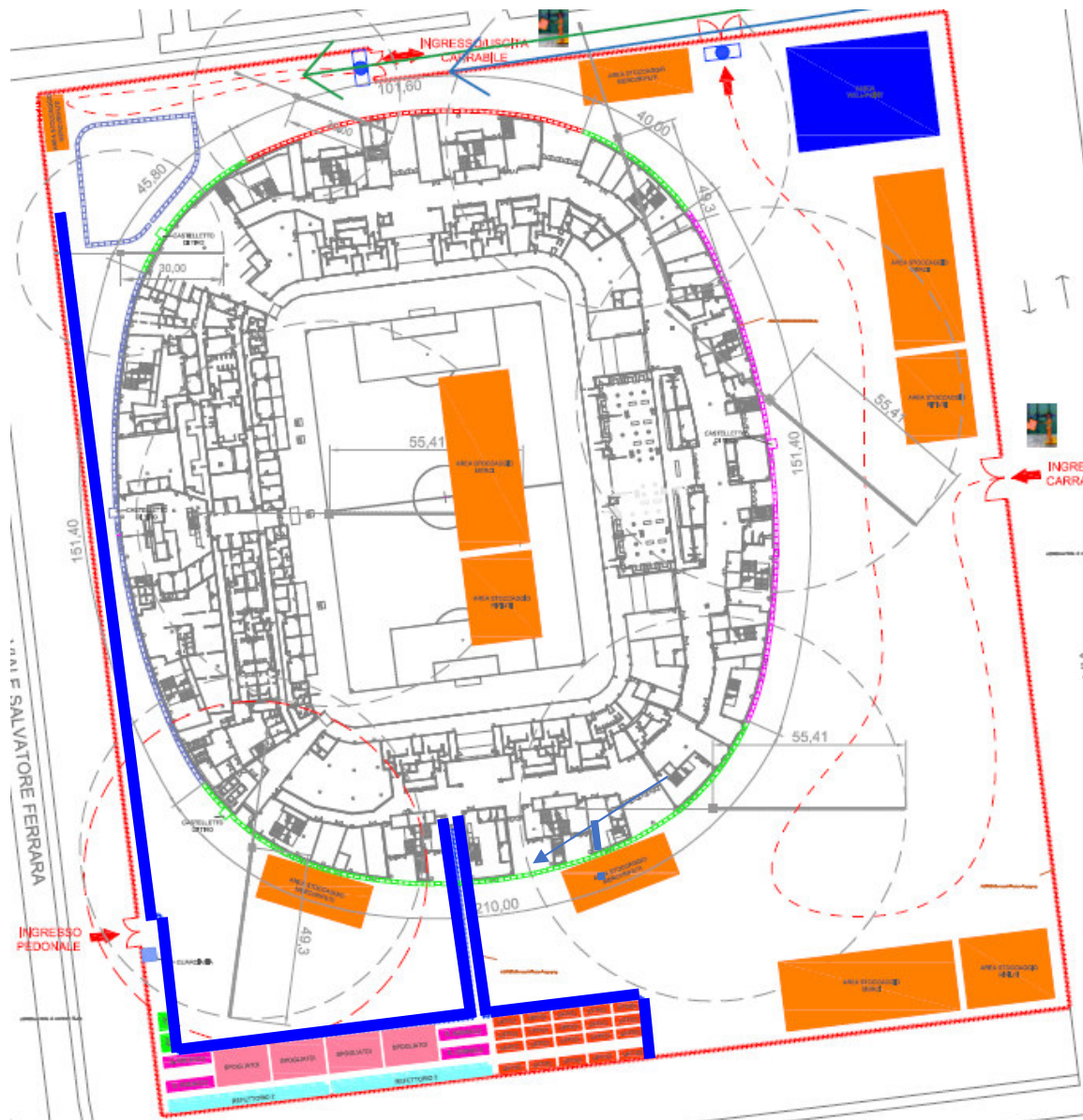


Figura 19: fase di ricostruzione con indicato lo sviluppo in pianta della recinzione fonoassorbente (linea blu)

NUMERO E TIPOLOGIA MACCHINE PER OGNI LAVORAZIONE – FASE DEMOLIZIONE

La fase di demolizione verrà effettuata in due momenti: inizialmente verranno demoliti la Curva Nord, la Curva Sud e Distinti, mentre successivamente verrà demolita la parte restante. In ciascuno dei due momenti è previsto l'utilizzo di 2 escavatori con martello demolitore e di 2 autogru per ciascun quadrante.

Di seguito sono riportati i calcoli effettuati per verificare l'impatto del cantiere sui ricettori limitrofi (R1, R2 e R3). In particolare, sono stati definiti 3 scenari considerati i più impattanti a livello acustico: demolizione, frantumazione e palificazione (ricostruzione Stadio).

Si precisa che l'orario del cantiere è previsto dalle 8:00 alle 12:00 e dalle 13:00 alle 17:00 e la sua durata complessiva, come da diagramma di Gantt sopra riportato, sarà di 33 mesi.

8.1. SCENARIO 1: DEMOLIZIONE STADIO ESISTENTE

Durante la fase di demolizione verranno utilizzati degli escavatori con martello demolitore, che possiedono una potenza sonora pari a 108 dB(A) e delle autogru con potenza sonora di 103 dB(A), così come riportato nelle ultime due pagine del documento 3053-D-ALC-SIC-RE-001-02.

Nei calcoli qui riportati è stata considerata la presenza di 6 escavatori e 2 autogru, trattandosi della situazione di massima rumorosità nello scenario 1 e facendo riferimento alla tavola contenuta nel documento 3053-D-ALC-0-DEM-PL-013-02, che illustra i mezzi in azione nel cantiere in quattro momenti diversi della fase di demolizione dello stadio esistente (si veda l'immagine sottostante: in verde il posizionamento delle macchine).

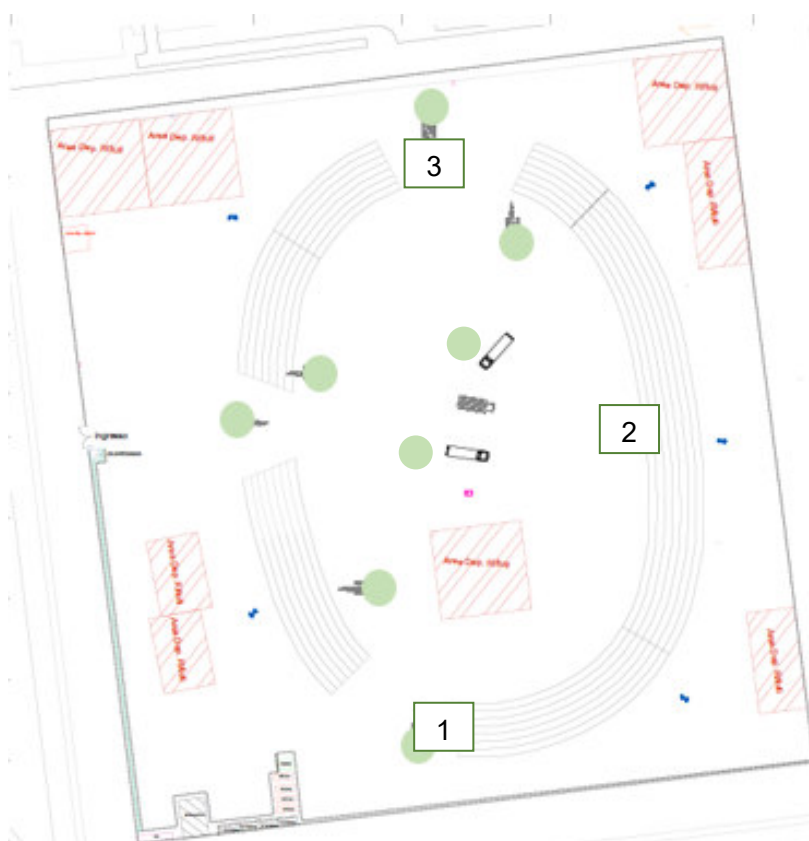


Figura 20: istante più critico rappresentativo della fase di demolizione con posizionamento macchine (cerchi verdi)

Di seguito si riporta la distanza di ciascun ricettore dalle sorgenti di rumore impiegate nello scenario 1. Si precisa che per determinare la pressione sonora ai ricettori durante la fase di demolizione dello stadio esistente sono stati ipotizzati, a titolo cautelativo, 2 baricentri del rumore posti rispettivamente nei punti più prossimi a ciascuno dei ricettori R1 ed R3 (indicati in *Figura 19* con i numeri 1 e 2). Il ricettore R2 non è stato considerato in questa fase poiché si trova a una distanza decisamente superiore rispetto agli altri due ricettori.

Ricettore	Distanza dalle sorgenti [m]
R1	126,2 [baricentro 1]
R3	109,4 [baricentro 2]

Di seguito si riporta la stima della pressione sonora ai ricettori R1 e R3 durante la fase di demolizione dello stadio Sant'Elia esistente. Si è assunto che il cantiere richiederà autorizzazione in deroga per le emissioni sonore ai sensi del D.P.C.M. 1/3/91 art.1, comma 4 e della Legge 447/95 art.6, comma 1, lettera h. Inoltre il Comune di Cagliari ha definito il proprio R-02 "Regolamento acustico comunale" in deroga, pubblicato a dicembre 2015, il quale autorizza emissioni sonore di 70 dB(A) e non vincola al rispetto del criterio differenziale (si veda *Paragrafo 2.5.* della presente relazione). Il regolamento inoltre vincola al rispetto dei seguenti orari:

- Periodo invernale (dal 1° ottobre al 30 aprile): dalle 8,00 alle 13,00 e dalle 15,00 alle 18,00;
- Periodo estivo (dal 1° maggio al 30 settembre): dalle 8,00 alle 14,00 e dalle 16,00 alle 19,00.
- Sabato e prefestivi: dalle 8,30 alle 13,00.

Macchina	Potenza sonora [dB(A)]		[dB(A)]	LIMITE IN DEROGA 70 dB(A) RISPETTATO?
Escavatore con martello demolitore (n.6)	108,0	Potenza sonora complessiva delle macchine per la demolizione	116,2	-
Autogru (n.2)	103,0	Pressione sonora in R1	66,2	SI
		Pressione sonora in R3	67,5	SI

Durante questo scenario è previsto l'utilizzo di 80 camion/giorno (quindi un camion ogni 3 minuti in andata o ritorno) per lo smaltimento dei materiali di risulta ottenuti dalle lavorazioni di cantiere. Tuttavia, non è possibile determinare l'incremento dell'impatto acustico dovuto al transito di tali mezzi pesanti, nonostante si possa ritenere poco influente perché esiguo, poiché la frequenza di 20 camion/ora non è tale da impattare significativamente sulla viabilità esistente.

8.2. SCENARIO 2: FRANTUMAZIONE

Durante la fase di frantumazione (prevista per la durata di 89 gg) è previsto l'utilizzo di un frantoio e di una vagliatrice che, come riportato nel paragrafo "Potenza sonora delle macchine impiegate", hanno una potenza sonora rispettivamente di 105 e 124,2 dB(A) e verranno posizionati a nord-ovest dell'area di cantiere.

Di seguito si riporta la distanza di ciascun ricettore dalle sorgenti di rumore impiegate nello scenario 2.

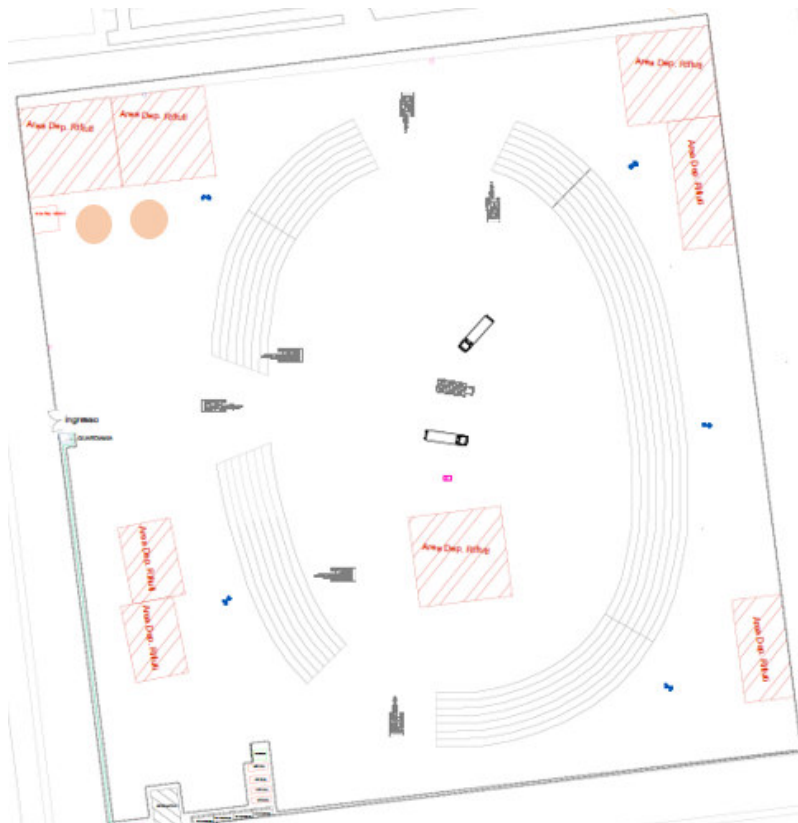


Figura 21: posizionamento macchine nella fase di frantumazione (cerchi arancioni)

Ricettore	Distanza dalla sorgente [m]
R1	375,2
R3	304,27

Di seguito si riporta la stima della pressione sonora ai ricettori R1 e R3 durante la fase di frantumazione e il confronto con il limite in deroga pari a 70 dB(A). Il ricettore R2 non è stato considerato in questa fase poiché si trova a una distanza decisamente superiore rispetto agli altri due ricettori.

Macchina	Potenza sonora [dB(A)]
Frantoio (n.1)	105,0
Vaglio (n.1)	124,2

	[dB(A)]	LIMITE IN DEROGA 70 dB(A) RISPETTATO?
Potenza sonora complessiva delle macchine per la frantumazione	127,4	-
Pressione sonora in R1	67,9	SI
Pressione sonora in R3	69,8	SI

8.3. SCENARIO 3: PALIFICAZIONE

Durante la fase di palificazione è previsto l'utilizzo di un battipalo che, come riportato nel paragrafo "Potenza sonora delle macchine impiegate", ha una potenza sonora pari a 110 dB(A). I pali verranno infissi nel terreno per sorreggere l'intera struttura del nuovo stadio, interessando quindi tutta la sua base di appoggio al terreno.

Di seguito si riporta la distanza del ricettore R1 dalla sorgente di rumore impiegata nello scenario 3, essendo il più esposto al rumore durante questa fase di lavorazione, perché più vicino rispetto agli altri due ricettori precedentemente considerati (R2 e R3). La sorgente è stata ipotizzata nel punto più prossimo al ricettore R1.

Ricettore	Distanza dalla sorgente [m]
R1	126,2

Di seguito si riporta la stima della pressione sonora ai ricettori R1, R2 e R3 durante la fase di palificazione e il confronto con il limite in deroga pari a 70 dB(A).

Macchine	Potenza sonora [dB(A)]		[dB(A)]	LIMITE IN DEROGA 70 dB(A) RISPETTATO?
Battipalo (n.1)	110,0	Potenza sonora complessiva delle macchine per la palificazione	110,0	-
		Pressione sonora in R1	60,0	SI

9. IMPIANTO ELETTROACUSTICO

Nel progetto di realizzazione del nuovo Stadio Sant'Elia occorre progettare e dimensionare correttamente l'impianto elettroacustico, necessario per la trasmissione sonora di annunci, avvisi di vario genere durante gli eventi e da utilizzare in caso di emergenza (impianto EVAC), al fine di rispettare i limiti di pressione sonora al pubblico imposti dalle normative vigenti.

In particolare, l'obbligatorietà degli impianti di diffusione sonora a scopo di emergenza è sancita dal D.M. 18/3/96, per gli impianti sportivi con numero di spettatori superiore a 100. Questo tipo di impianti, noto come EVAC (Emergency Voice and Communication), usa la messaggistica sonora a scopo di emergenza, diffondendo messaggi tramite altoparlante alle persone presenti in caso di eventuali condizioni di pericolo. Questi sistemi si classificano in quattro categorie:

- 1) offre la possibilità di diffondere messaggi precedentemente registrati secondo la pianificazione di emergenza;
- 2) consente la trasmissione di messaggi microfonici di emergenza in tempo reale, grazie a una o più postazioni microfoniche;
- 3) oltre alle funzioni della categoria 2, può trasmettere selettivamente in zone di allarme o gruppi di zone determinate in precedenza;
- 4) oltre al controllo fornito dalla categoria 3, si ha la capacità di gestire i messaggi avviati automaticamente dalla centrale antincendio e di visualizzarne lo stato in tempo reale.

Il sistema EVAC deve essere, per ciascuna delle 4 categorie, di facile attivazione da parte di un operatore e in grado di trasmettere segnali di allerta e messaggi vocali a una o più aree contemporaneamente. Inoltre, il messaggio trasmesso dal sistema e indirizzato al pubblico deve essere facilmente udibile ed intellegibile.

Nell'impianto è necessario prevedere: una centrale di controllo, una base microfonica, diffusori (a parete o ad incasso) e cavi di connessione.

Tutte le indicazioni qui riportate sono state recepite dalla Norma CEI EN 60849.

Infine, si precisa che una volta installato l'impianto EVAC occorrerà effettuare un collaudo acustico al fine di certificare il conseguimento della intellegibilità del parlato (del messaggio di allarme) in tutte le zone aperte al pubblico.

10. 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 del nuovo Stadio rispettano i limiti di emissione e i limiti di immissione assoluti e differenziali rispetto ai ricettori R1 e R3, non essendo 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 2 UTA - scheda 2) e SOTTOCENTRALE L200 ASSE 34 (dove è presente 1 UTA - scheda 1 e 1 UTA - scheda 3), orientate verso l'Hotel. Per questo motivo si suggerisce, come prima soluzione della fase esecutiva di progetto, di calcolare l'attenuazione data dal percorso dei canali (una volta definiti), 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.

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**

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'accertamento 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 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



LAT N° 163

Pagina 1 di 9
Page 1 of 9

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

- data di emissione <i>date of issue</i>	2020-06-17
- cliente <i>customer</i>	CONSULTING & MANAGEMENT DI EZIO RENDINA 20123 - MILANO (MI)
- destinatario <i>receiver</i>	CONSULTING & MANAGEMENT DI EZIO RENDINA 20123 - MILANO (MI)
- richiesta <i>application</i>	298/20
- in data <i>date</i>	2020-06-16
Si riferisce a <i>Referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	Fonometro
- costruttore <i>manufacturer</i>	Sinus GmbH
- modello <i>model</i>	SoundBook Mk I
- matricola <i>serial number</i>	6299 CH1
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	2020-06-16
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2020-06-17
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	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

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 146 13282
Certificate of Calibration

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



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)

