

REGIONE SARDEGNA

Province di Oristano (OR) e Nuoro (NU)

COMUNI DI SUNI, SINDIA, SAGAMA E TINNURA



REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROL.	APPROV.
1	EMISSIONE PER ENTI ESTERNI	05/11/21	PAPI D.	FURNO C.	NASTASI A.
0	EMISSIONE PER COMMENTI	29/10/21	PAPI D.	FURNO C.	NASTASI A.

Committente:

INFRASTRUTTURE S.p.A.



Via Privata Maria Teresa, 8 - 20123 Milano (MI) Tel.: +39 02 3657 0800
P.IVA: 11513930153; web: www.infrastrutture.eu; PEC: infrastrutture@legalmail.it

Società di Progettazione:

Ingegneria & Innovazione

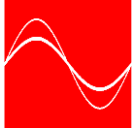


Via Jonica, 16 - Loc. Belvedere - 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663409
Web: www.antexgroup.it e-mail: info@antexgroup.it

PROGETTO:				Progettista/Resp. Tecnico: Dott. Ing. Cesare Furno Ordine degli Ingegneri della Provincia di Catania n° 6130 sez. A	
PARCO EOLICO DI "SUNI"				Tecnico competente in acustica: Dott. Ing. Davide Papi Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n° 6889Z Iscritto all'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica (ENTECA) n°4820 Socio AssoAcustici n. 481	
Elaborato:					
DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO					
Scala:	Nome DIS/FILE:	Allegato:	F.to:	Livello:	
NA	C20021S05-VA-RT-07-01	1/1	A4	DEFINITIVO	

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.
È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.
La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.





PAPI Engineering & Consulting STP S.r.l.

Specialisti in acustica e vibrazioni - Acustica ambientale, civile e industriale

**COMUNI DI SAGAMA (OR), SINDIA (NU), SUNI (OR), TINNURA (OR)
PROVINCIE DI ORISTANO E NUORO – REGIONE SARDEGNA**

ANTEX GROUP S.r.l.

PROGETTO DEL PARCO EOLICO “SUNI”

DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

Doc. **C_10929_R01_000_00** del **30/10/2021**

PAPI Engineering & Consulting Società tra Professionisti S.r.l. (siglabile PAPI STP S.r.l.)

C.so G. Ferraris 2, 10121 Torino - P.IVA e C.F: 11728780013 - C.C.I.A.A. REA: 1236102-TO - Matr. O.I.T. n° S11
Tel. 011. 0701570 - Fax 011. 30249009 - Mob. 338.2893879 - E.Mail: info@studiopapi.com - PEC: papi.srl@pec.it
Cap. Soc. € 10.000 i.v. - Assicurazione RC LLOYD'S (massimale € 2.750.000)

INDICE

1.	FINALITÀ	2
2.	PRINCIPALE LEGISLAZIONE / NORMATIVA SUL RUMORE	2
3.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE E DESCRIZIONE DEL PROGETTO	3
4.	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI LOCALI	4
5.	SORGENTI SONORE CONNESSE CON L'OPERA IN PROGETTO	5
5.1	Tipologia di sorgenti sonore	5
5.2	Aerogeneratori	5
5.3	Cabina di trasformazione MT/AT	7
5.4	Elettrodotto interrato	7
6.	ORARIO DI FUNZIONAMENTO.....	8
7.	CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO	9
8.	LIMITI DI LEGGE	11
8.1	Ambiente Esterno.....	11
8.2	Ambiente Abitativo	12
9.	PRINCIPALI RICETTORI.....	12
10.	RUMOROSITA' ANTE OPERAM.....	15
10.1	Metodologia	15
10.2	Centraline fonometriche	17
10.3	Centraline meteorologiche	17
10.4	Condizioni meteorologiche durante l'indagine	18
10.5	Risultati.....	18
11.	VALUTAZIONE ACUSTICA DELLO STATO POST OPERAM	24
11.1	Il modello SOUNDPLAN.....	24
11.2	Modellazione acustica 3D dell'area di studio	25
11.3	Risultati e verifiche dei limiti di legge	26
12.	IMPATTO ACUSTICO DA TRAFFICO INDOTTO.....	34
13.	OPERE DI MITIGAZIONE ACUSTICA.....	34
14.	VALUTAZIONE DELLO STATO ACUSTICO IN FASE DI CANTIERE.....	34
15.	PIANO DI MONITORAGGIO ACUSTICO	41
16.	TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA	41
	ALLEGATO 1	42
	ALLEGATO 2.....	43
	ALLEGATO 3.....	44
	ALLEGATO 4.....	45
	ALLEGATO 5.....	46

1. FINALITÀ

Il documento costituisce la documentazione previsionale di impatto acustico ai sensi dell'art. 8 della Legge n. 447/1995 e della Parte IV della D.G.R. Sardegna n. 62/9 del 14/11/2008 relativa al progetto per la realizzazione del Parco Eolico "Sunì" nel territorio dei Comuni di Sagama (OR), Sindia (NU), Suni (OR), Tinnura (OR).

Il documento è stato redatto, su incarico della ANTEX GROUP S.r.l. (Progettista) per conto di INFRASTRUTTURE S.p.A. (Proponente) dall'ing. Davide Papi, direttore tecnico della PAPI STP S.r.l., iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino con matricola n. 6889Z, registrato nell'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica (ENTECA) con matricola n. 4820, Socio AssoAcustici n. 481, Tecnico Esperto in Acustica, Suono e Vibrazioni CICPnD/ACCREDIA Livello 2 (Certificati n° 374/375 del 09/10/2020).

2. PRINCIPALE LEGISLAZIONE / NORMATIVA SUL RUMORE

Legislazione nazionale

- D.P.C.M. del 01/03/1991
Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell' ambiente esterno
- Legge del 26/10/1995 n. 447
Legge quadro sull'inquinamento acustico
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14/11/1997
Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore
- Decreto Ministero dell'Ambiente del 16/03/1998
Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico
- Decreto Legislativo del 17/02/2017 n. 42
Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico
- D.G.R. Sardegna n. 30/9 del 08/07/2005
Criteri e linee guida sull'inquinamento acustico.
- D.G.R. Sardegna n. 62/9 del 14/11/2008
Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale e disposizioni in materia di acustica ambientale
- D.G.R. Sardegna n. 59/90 del 27/11/2020
Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili - Allegato E – Punto 4.2.3 Studio dell'impatto acustico

- Norma UNI 10855:1999
Acustica - Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti
- Norma UNI 11143-1:2005
Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 1: Generalità
- Norma UNI/TS 11143-7:2013
Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 7: Rumore degli aerogeneratori
- Norma UNI ISO 9613-1:2006
Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto Parte 1: Calcolo dell'assorbimento atmosferico
- Norma UNI ISO 9613-2:2006
Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto Parte 2: Metodo generale di calcolo
- Manuale ISPRA n. 103/2013
Linee guida per la valutazione e il monitoraggio dell'impatto acustico degli impianti eolici

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto del Parco Eolico "Sunì" prevede l'installazione nel territorio dei Comuni di Sagama (OR), Sindia (NU), Sunì (OR), Tinnura (OR) di n. 10 aerogeneratori, di cui n. 1 nel Comune di Tinnura (denominato T01), n. 3 nel Comune di Sunì (S02÷S04), n. 1 nel Comune di Sagama (S05) e n. 5 nel Comune di Sindia (S06÷S10). Gli aerogeneratori saranno del tipo VESTAS mod. V162, dalla potenza di 6 MW ciascuno, per una potenza complessiva del Parco Eolico di 60 MW.

Gli aerogeneratori, di ultima generazione ad asse orizzontale, dotati di un rotore a tre pale di 162 metri di diametro, saranno montati su torri tubolari di acciaio che porteranno il mozzo del rotore a una quota da terra di 125 metri, con un'altezza massima dal suolo di 206 metri.

L'energia prodotta sarà riversata completamente in rete, salvo gli autoconsumi di centrale, con connessione alla rete elettrica di trasmissione in Alta Tensione mediante cabina di trasformazione MT/AT di competenza del proponente, collegata alla rete Terna S.p.A.

Nella **Figura 1** si riporta l'ubicazione degli aerogeneratori su foto satellitare Google Earth mentre in **Tabella 1** se ne indicano le coordinate nel sistema di riferimento UTM 32N WGS84.

Trattasi di area a morfologia collinare, con quote variabili da 300 a 650 m s.l.m., paesaggio tipicamente rurale rappresentato da pascoli naturali e macchia mediterranea, quest'ultima costituita prevalentemente da arbusteti.

Figura 1 - Inquadramento satellitare dei n. 10 aerogeneratori in progetto

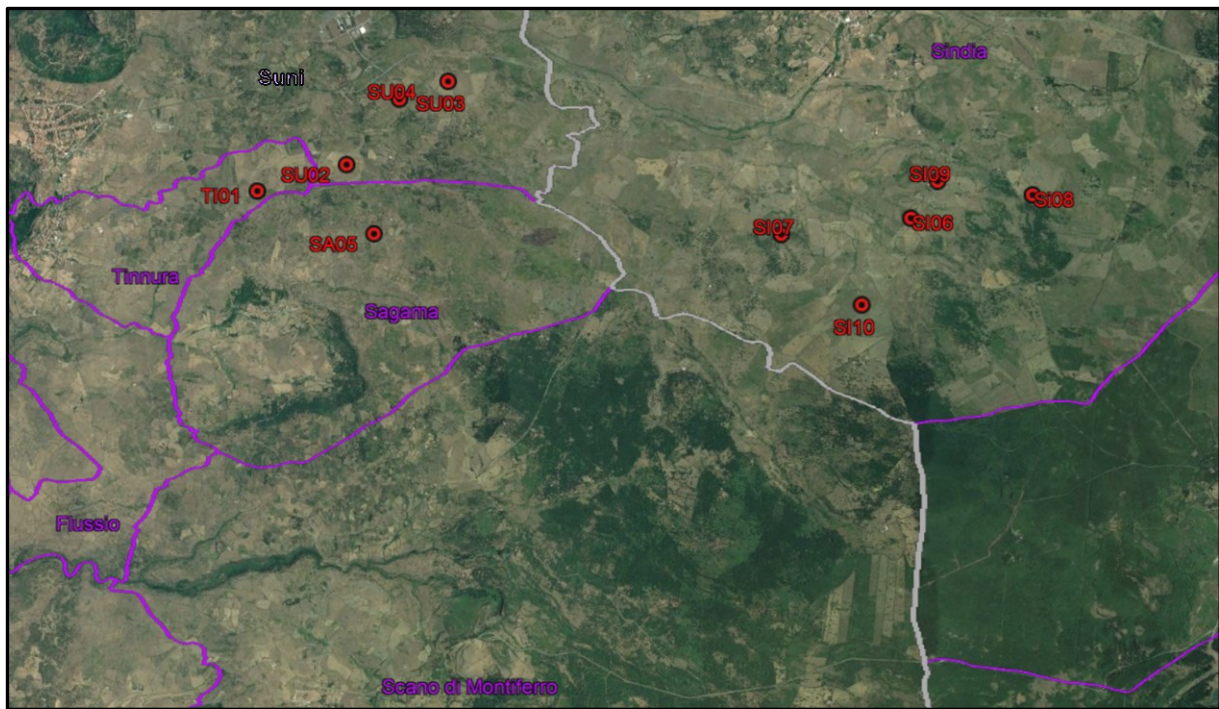


Tabella 1 - Coordinate UTM 32N WGS84 degli aerogeneratori in progetto

ID WTG	Comune	X Est [m]	Y Nord [m]	Z [m s.l.m.]	H mozzo [m]
T101	Tinnura	32464099	4458298	368	125
SU02	Suni	32465149	4458606	381	125
SU03	Suni	32466344	4459586	409	125
SU04	Suni	32465769	4459382	392	125
SA05	Sagama	32465475	4457782	386	125
S106	Sindia	32471742	4457920	540	125
S107	Sindia	32470239	4457739	503	125
S108	Sindia	32473148	4458181	576	125
S109	Sindia	32472053	4458350	557	125
S110	Sindia	32471164	4456904	559	125

Essendo gli aerogeneratori lontani dai centri abitati dei Comuni interessati dal progetto (n.d.r. l'aerogeneratore più vicino è a oltre 1500 m di distanza dal primo fronte edificato), la densità abitativa dell'area è molto bassa. Sono presenti alcuni fabbricati rurali e capanni per attrezzi/bestiami isolati, molti dei quali disabitati o in evidente stato di abbandono. Alcuni fabbricati sono utilizzati esclusivamente nel periodo diurno per attività agri-pastorali mentre gli edifici a uso residenziale o assimilabile si limitano a poche unità.

La viabilità che attraversa il sito riveste carattere puramente locale, con traffico veicolare di poche decine di veicoli/ora nel periodo diurno e praticamente assente durante la notte.

4. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI LOCALI

All'interno del parco eolico non saranno realizzate strutture per le quali risulta possibile definire delle caratteristiche costruttive rilevanti dal punto di vista acustico. Le principali sorgenti sonore saranno rappresentate dagli aerogeneratori, situati nell'ambiente esterno.

5. SORGENTI SONORE CONNESSE CON L'OPERA IN PROGETTO

5.1 Tipologia di sorgenti sonore

Dal punto di vista acustico è possibile suddividere il parco eolico in tre macro ambiti:

- gli aerogeneratori;
- la cabina di trasformazione MT/AT;
- l'elettrodotto interrato.

5.2 Aerogeneratori

Le emissioni acustiche del parco eolico sono essenzialmente determinate dal rumore dei singoli aerogeneratori che a sua volta è strettamente connesso alla presenza di fenomeni anemologici di entità tale da mettere in movimento le pale dei rotori.

L'azionamento dell'aerogeneratore è fonte di rumore di tipo diretto e rumore di tipo indiretto.

Il rumore diretto è sostanzialmente riconducibile alla rotazione delle pale eoliche e quindi direttamente legato all'azione del vento. Appartengono a tale categoria:

- il rumore generato dal movimento delle pale nel fendere il vento
- il rumore degli organi meccanici posti in rotazione;
- il rumore generato dall'effetto vela sulla torre di sostegno e sulla navicella.

Il rumore indiretto è dovuto ai contributi legati agli impianti ausiliari dell'aerogeneratore:

- sistema di raffreddamento del generatore elettrico;
- organi di posizionamento della navicella e delle pale;
- apparati elettrici ed elettronici per il corretto funzionamento delle pale.

La componente di rumore diretto in termini di intensità è direttamente legata all'azione del vento ed aumenta all'aumentare della velocità di quest'ultimo fino ad assestarsi su un valore massimo in corrispondenza della velocità massima delle pale consentita dal sistema. La componente indiretta, energeticamente meno significativa rispetto a quella diretta, è in prima approssimazione indipendente dalla velocità del vento ed è sostanzialmente costante in presenza di impianto attivo.

Il progetto in esame prevede l'installazione di n. 10 aerogeneratori **VESTAS mod. V162** di cui si riportano le principali caratteristiche tratte dalla scheda tecnica del produttore:

- Potenza: 6 MW
- Altezza mozzo: 125 m
- Diametro rotore: 162 m
- Altezza massima: 206 m
- Numero di pale: 3
- Area Spazzata: 20612 m²
- Velocità rotazione: 4.3 ÷ 12.1 giri/minuto
- Velocità Cut-In: 3 m/s
- Velocità Cut-Out: 24 m/s (mode PO6000) / 20 m/s (mode SO2÷SO6)

Dal punto di vista dell'emissione acustica, al fine di contenere le immissioni sonore verso l'ambiente, **tutti gli aerogeneratori saranno equipaggiati con pale con bordi seghettati (*serrated trailing edges*). Tale accorgimento permette, mantenendo inalterata la potenza dell'aerogeneratore, di ridurre la rumorosità aerodinamica legata alla rotazione delle pale, con un beneficio di circa -3 dB(A), corrispondente al dimezzamento della potenza sonora.**

A garanzia del risultato acustico, qualora a impianto realizzato si riscontrassero problematiche di rumore presso alcuni ricettori, gli aerogeneratori potranno inoltre essere riprogrammati per funzionare a regime ridotto con **modalità ottimizzate per il contenimento del rumore (Sound Optimized Modes), denominate SO2÷SO6, che consentono di ridurre l'emissione sonora di ogni singolo aerogeneratore sino a -6 dB(A)**, ovviamente a discapito di una minore produzione di energia da parte dell'impianto eolico.

Nella **Tabella 2** si riportano i livelli massimi di potenza sonora in dB ponderati A (L_{WA}) dichiarati dal produttore VESTAS nelle varie modalità ottimizzate per ridurre il rumore a partire da quella di base. I livelli sonori indicati, misurati secondo lo Standard IEC 61400-11, sono differenziati in funzione della velocità del vento al mozzo e della modalità di funzionamento.

Si noti che nella modalità standard PO6000 (pale con bordi seghettati) il livello di potenza sonora raggiunge il massimo valore ($L_{WA} \approx 104$ dB(A)) per velocità del vento al mozzo di 9÷10 m/s ($h = 125$ m), corrispondenti a una velocità del vento di circa 5 m/s alla quota di verifica fonometrica al suolo ($h = 1.5$ m) (usata la legge logaritmica di decadimento della velocità del vento in funzione della quota, assumendo una rugosità del terreno di 0.03 m). Si ricorda che la velocità di 5 m/s rappresenta la soglia superiore di validità per le misure fonometriche ambientali ai sensi del D.M. Ambiente del 16/03/1998.

Nel presente studio tutti gli aerogeneratori sono stati considerati nella modalità PO6000, con pale con bordi seghettati per ridurre il rumore, dunque con un livello di potenza sonora massimo L_{WA} di 104.3 dB(A). Si tenga presente, che in caso di necessità, tale livello sonoro può essere ridotto sino a 98 dB(A) (mode SO6).

Tabella 2 – Livello di potenza sonora (L_{WA}) degli aerogeneratori VESTAS V162 (mode PO6000)

differenziati in funzione della velocità del vento al mozzo e dei diversi modi di funzionamento

Sound Power Level at Hub Height [dBA]						
Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3 Maximum turbulence at hub height: 30% Inflow angle (vertical): 0 ±2° - Air density: 1.225 kg/m ³						
Wind Speed [m/s]	Mode PO6000	Mode SO2	Mode SO3	Mode SO4	Mode SO5	Mode SO6
3.0	93.9	93.5	93.5	93.5	93.5	93.5
4.0	94.1	93.7	93.7	93.7	93.7	93.7
5.0	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3
6.0	96.2	97.3	97.3	97.3	97.2	97.1
7.0	99.2	100.2	100.2	99.7	99.0	98.0
8.0	102.0	102.0	101.0	100.0	99.0	98.0
9.0	104.1	102.0	101.0	100.0	99.0	98.0
10.0	104.3	102.0	101.0	100.0	99.0	98.0
11.0	104.3	102.0	101.0	100.0	99.0	98.0
12.0	104.3	102.0	101.0	100.0	99.0	98.0
13.0	104.3	102.0	101.0	100.0	99.0	98.0
14.0	104.3	102.0	101.0	100.0	99.0	98.0
15.0	104.3	102.0	101.0	100.0	99.0	98.0
16.0	104.3	102.0	101.0	100.0	99.0	98.0
17.0	104.3	102.0	101.0	100.0	99.0	98.0
18.0	104.3	102.0	101.0	100.0	99.0	98.0
19.0	104.3	102.0	101.0	100.0	99.0	98.0
20.0	104.3	102.0	101.0	100.0	99.0	98.0

Nella **Tabella 3** si riportano gli spettri di livello di potenza sonora in dB(A) in bande di frequenza di 1/3 di ottava nel dominio 6,3÷10.000 Hz nella modalità di default prevista a progetto (PO6000 - pale con bordi seghettati), differenziati in funzione della velocità del vento al mozzo.

5.3 Cabina di trasformazione MT/AT

Le sorgenti sonore associate all'esercizio della cabina di trasformazione MT/AT sono rappresentate dai trasformatori all'interno della stessa e degli eventuali ventilatori di estrazione aria per il raffreddamento delle macchine. In questa fase progettuale non è possibile definire con precisione i macchinari che verranno impiegati. In ogni caso, sulla base di esperienze pregresse, considerata oltretutto la notevole distanza dei ricettori, si prevede che l'emissione sonora verso l'ambiente esterno sia trascurabile già a 50 m dalla cabina.

5.4 Elettrodotto interrato

L'esercizio dell'elettrodotto interrato non determina alcuna emissione acustica in fase di esercizio e pertanto tale aspetto non verrà considerato nel presente studio

Tabella 3 – Spettro del livello di potenza sonora (LwA) in bande di frequenza di 1/3 di ottava degli aerogeneratori VESTAS V162 (mode PO6000) in funzione della velocità del vento al mozzo

Frequency	Hub height wind speeds [m/s]																	
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s	15 m/s	16 m/s	17 m/s	18 m/s	19 m/s	20 m/s
6.3 Hz	20.4	22.0	21.6	22.9	26.1	29.2	31.5	32.0	32.5	32.5	31.9	31.0	30.1	29.2	28.1	27.0	25.5	23.9
8 Hz	26.9	28.5	28.2	29.6	32.8	35.8	38.1	38.6	39.0	38.9	38.3	37.5	36.6	35.8	34.8	33.7	32.3	30.7
10 Hz	32.7	34.2	34.1	35.5	38.6	41.7	43.9	44.4	44.8	44.6	44.1	43.3	42.4	41.7	40.6	39.7	38.3	36.9
12.5 Hz	38.2	39.7	39.6	41.1	44.2	47.2	49.5	49.9	50.2	50.0	49.5	48.7	47.9	47.2	46.2	45.3	44.1	42.7
16 Hz	43.9	45.3	45.3	46.9	50.0	52.9	55.2	55.6	55.8	55.6	55.1	54.4	53.6	53.0	52.1	51.2	50.0	48.8
20 Hz	48.8	50.1	50.2	51.8	54.9	57.8	60.0	60.4	60.6	60.4	59.9	59.2	58.5	57.8	57.0	56.2	55.1	53.9
25 Hz	53.3	54.6	54.7	56.4	59.4	62.4	64.6	64.9	65.1	64.8	64.3	63.7	63.0	62.4	61.6	60.9	59.9	58.8
31.5 Hz	57.6	58.9	59.1	60.8	63.8	66.7	68.9	69.2	69.4	69.1	68.6	68.0	67.4	66.9	66.1	65.4	64.5	63.5
40 Hz	61.8	63.0	63.3	65.0	68.0	70.9	73.1	73.3	73.4	73.2	72.7	72.2	71.6	71.1	70.4	69.8	68.9	68.0
50 Hz	65.4	66.5	66.8	68.5	71.6	74.4	76.6	76.9	76.9	76.7	76.2	75.7	75.2	74.7	74.1	73.5	72.8	71.9
63 Hz	68.8	69.8	70.1	71.9	74.9	77.8	79.9	80.2	80.2	80.0	79.6	79.1	78.6	78.2	77.6	77.1	76.4	75.6
80 Hz	71.9	72.9	73.2	75.0	78.0	80.9	83.0	83.2	83.2	83.0	82.6	82.2	81.8	81.4	80.9	80.4	79.8	79.1
100 Hz	74.5	75.4	75.8	77.6	80.6	83.4	85.6	85.8	85.8	85.5	85.2	84.8	84.4	84.1	83.6	83.2	82.7	82.1
125 Hz	76.8	77.6	78.0	79.9	82.9	85.7	87.8	88.0	88.0	87.8	87.5	87.1	86.8	86.5	86.1	85.7	85.2	84.7
160 Hz	79.0	79.7	80.1	82.0	85.0	87.8	89.9	90.1	90.1	89.9	89.6	89.3	89.0	88.8	88.4	88.1	87.7	87.3
200 Hz	80.7	81.3	81.7	83.6	86.6	89.4	91.5	91.7	91.6	91.4	91.2	91.0	90.7	90.5	90.2	90.0	89.6	89.2
250 Hz	82.0	82.6	82.9	84.8	87.8	90.6	92.7	92.9	92.8	92.7	92.5	92.3	92.1	91.9	91.7	91.5	91.2	90.9
315 Hz	83.1	83.6	83.9	85.8	88.8	91.6	93.7	93.9	93.8	93.7	93.5	93.4	93.2	93.1	93.0	92.8	92.6	92.3
400 Hz	83.8	84.2	84.5	86.4	89.4	92.2	94.3	94.5	94.4	94.3	94.3	94.2	94.1	94.0	93.9	93.8	93.6	93.4
500 Hz	84.2	84.5	84.8	86.7	89.7	92.5	94.6	94.7	94.7	94.7	94.6	94.6	94.5	94.5	94.4	94.4	94.3	94.2
630 Hz	84.3	84.5	84.7	86.6	89.6	92.4	94.5	94.7	94.7	94.7	94.7	94.7	94.7	94.7	94.7	94.7	94.6	94.6
800 Hz	84.0	84.1	84.3	86.2	89.2	92.0	94.1	94.3	94.3	94.3	94.4	94.4	94.5	94.5	94.6	94.6	94.7	94.7
1 kHz	83.5	83.4	83.5	85.4	88.4	91.2	93.3	93.5	93.6	93.7	93.8	93.9	94.0	94.1	94.2	94.3	94.4	94.5
1.25 kHz	82.6	82.4	82.5	84.4	87.4	90.2	92.3	92.5	92.6	92.7	92.9	93.0	93.2	93.3	93.5	93.6	93.8	93.9
1.6 kHz	81.2	81.0	80.9	82.8	85.8	88.6	90.8	91.0	91.1	91.3	91.5	91.8	92.0	92.1	92.3	92.5	92.7	93.0
2 kHz	79.7	79.3	79.2	81.1	84.1	86.9	89.0	89.3	89.4	89.7	90.0	90.3	90.5	90.7	91.0	91.2	91.5	91.8
2.5 kHz	77.9	77.4	77.1	79.0	82.0	84.9	87.0	87.2	87.4	87.8	88.1	88.5	88.8	89.0	89.3	89.6	89.9	90.3
3.15 kHz	75.7	75.0	74.7	76.5	79.6	82.4	84.6	84.8	85.0	85.5	85.9	86.3	86.7	87.0	87.3	87.6	88.0	88.4
4 kHz	73.0	72.2	71.8	73.6	76.6	79.5	81.7	82.0	82.2	82.7	83.2	83.7	84.1	84.5	84.9	85.2	85.7	86.1
5 kHz	70.2	69.3	68.7	70.5	73.6	76.5	78.7	79.0	79.3	79.9	80.4	81.0	81.4	81.8	82.3	82.7	83.2	83.7
6.3 kHz	67.0	65.9	65.2	67.0	70.1	73.0	75.2	75.5	75.9	76.6	77.2	77.8	78.3	78.7	79.3	79.7	80.2	80.8
8 kHz	63.3	62.1	61.3	63.0	66.1	69.1	71.3	71.6	72.1	72.8	73.5	74.2	74.8	75.2	75.8	76.3	76.9	77.5
10 kHz	59.6	58.2	57.2	58.9	62.1	65.0	67.3	67.6	68.2	69.0	69.8	70.5	71.1	71.6	72.3	72.8	73.4	74.1
A-wgt	93.9	94.1	94.3	96.2	99.2	102.0	104.1	104.3	104.3	104.3	104.3	104.3	104.3	104.3	104.3	104.3	104.3	104.3

6. ORARIO DI FUNZIONAMENTO

L'attività dell'impianto è strettamente connessa alla presenza di vento e di conseguenza il suo orario dipenderà dal periodo dell'anno e dalle condizioni meteorologiche.

Il Parco Eolico potrà essere operativo sia in periodo diurno sia in periodo notturno.

7. CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO

I principali ricettori circostanti al Parco Eolico in progetto ricadano nel territorio dei Comuni di Sagama, Sindia, Suni, Tinnura e Scano di Monteferro (quest'ultimo è l'unico Comune sul quale non è prevista l'installazione di aerogeneratori).

Nella **Tabella 4** si riporta l'attuale stato di approvazione dei Piani di Classificazione Acustica dei suddetti Comuni. Solo i Comuni di Sagama e Tinnura hanno approvato definitivamente un Piano di Classificazione Acustica Comunale. Il Comune di Suni ha adottato un Piano (non ancora approvato) mentre i Comuni di Scano di Monteferro e Sindia ne sono ancora sprovvisti.

Tabella 4 - Stato di approvazione dei Piani di Classificazione Acustica Comunale dell'area

Comune	Stato di approvazione del P.d.C.A.
Sagama	Approvato con D.C.C. n. 23 del 29/09/2006
Scano di Monteferro	Assente
Sindia	Assente
Suni	Adottato con D.C.C. n. 25 del 03/08/2007
Tinnura	Approvato con D.C.C. n. 22 del 09/10/2007

Nelle **Figure 2, 3 e 4** si riportano gli estratti dei Piani dei Comuni zonizzati (Sagama, Suni e Tinnura), da cui risulta che il territorio in cui ricadono i ricettori interessati dal progetto è classificato nelle **Classi I / II / III**.

Figura 2 - Estratto P.d.C.A. del Comune di Sagama

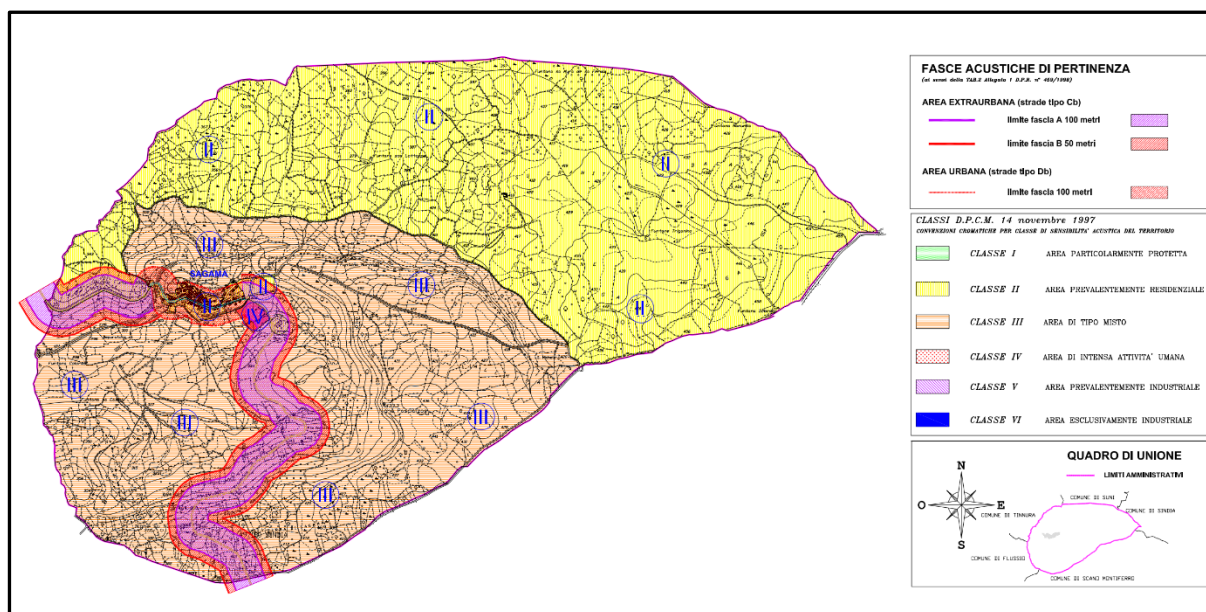


Figura 3 - Estratto P.d.C.A. del Comune di Suni

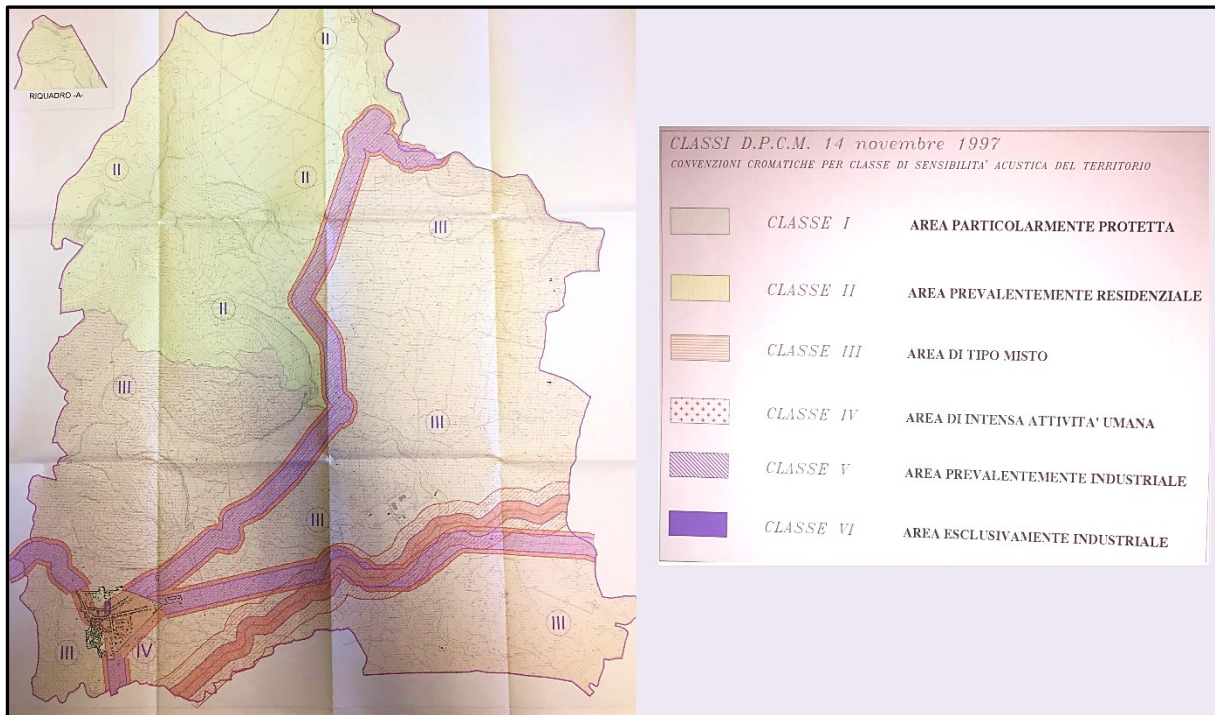


Figura 4 - Estratto P.d.C.A. del Comune di Tinnura



Relativamente ai Comuni di Scano di Monteferro e Sindia, non avendo questi approvato né adottato un Piano di Classificazione Acustica del territorio ai sensi della Legge n. 447/1995, in ottemperanza all'Allegato E, Punto 4.2.3. della D.G.R. Sardegna n. 59/90 del 27/11/2020, il proponente ha provveduto a ipotizzare la classe acustica da assegnare all'area interessata.

Considerato che il territorio in esame presenta caratteristiche tipicamente rurali con presenza di attività agro-pastorali, in conformità alle linee guida regionali della D.G.R. Sardegna n. 30/9 del 08/07/2005 e in analogia a quanto già fatto in altri comuni della regione, l'area di studio dei Comuni di Scano di Monteferro e Sindia è stata classificata nella **Classe III**. Ai sensi del D.P.C.M. del 14/11/1997 rientrano infatti in tale classe le "aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici".

8. LIMITI DI LEGGE

8.1 Ambiente Esterno

In ambiente esterno, in spazi utilizzati da persone o comunità, si applicano i *Limiti di Emissione e Immissione* del D.P.C.M. 14/11/1997 riportati nella **Tabella 5** e definiti in base al Piano di Classificazione Acustica del territorio comunale.

Tabella 5 – Valori limite Classificazione Acustica secondo il D.P.C.M. 14/11/1997

Classificazione Acustica	Valori Limite Emissione		Valori Limite Immissione	
	L _{Aeq,TR} [dBA]		L _{Aeq,TR} [dBA]	
	6÷22h	22÷6h	6÷22h	22÷6h
I - Aree particolarmente protette	45	35	50	40
II - Aree a uso prevalente residenziale	50	40	55	45
III - Aree di tipo misto	55	45	60	50
IV - Aree di intensa attività umana	60	50	65	55
V - Aree prevalentemente industriali	65	55	70	60
VI - Aree esclusivamente industriali	65	65	70	70

Il *Limite di Immissione* si applica alla somma logaritmica del contributo acustico di tutte le sorgenti sonore presenti nell'area. Il *Limite di Emissione* si applica invece esclusivamente al contributo acustico ("emissione") della "sorgente sonora specifica" esaminata (nel caso in esame le opere in progetto) e corrisponde sostanzialmente al "*Limite di Immissione Specifico*" introdotto dal recente D.Lgs. n. 42/2017.

8.2 Ambiente Abitativo

In ambiente abitativo, ai sensi del D.P.C.M. 14/11/1997 si applica il *criterio differenziale*, secondo cui la differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale (con la sorgente specifica indagata in funzione) e il livello equivalente di rumore residuo (senza tale fonte) non deve superare 5 dB(A) nel periodo diurno e 3 dB(A) nel periodo notturno.

Le misure si riferiscono al locale disturbato, nella condizione più sfavorevole tra finestre aperte e chiuse. Il rumore ambientale è tuttavia da considerarsi "trascurabile" e il criterio differenziale non si applica se il livello sonoro ambientale non supera, a finestre chiuse, i valori di 35 dB(A) $L_{Aeq, TM}$ di giorno e 25 dB(A) $L_{Aeq, TM}$ di notte e, a finestre aperte, i valori di 50 dB(A) $L_{Aeq, TM}$ di giorno e 40 dB(A) $L_{Aeq, TM}$ di notte (art. 4, c. 2, D.P.C.M. 14/11/1997).

9. PRINCIPALI RICETTORI

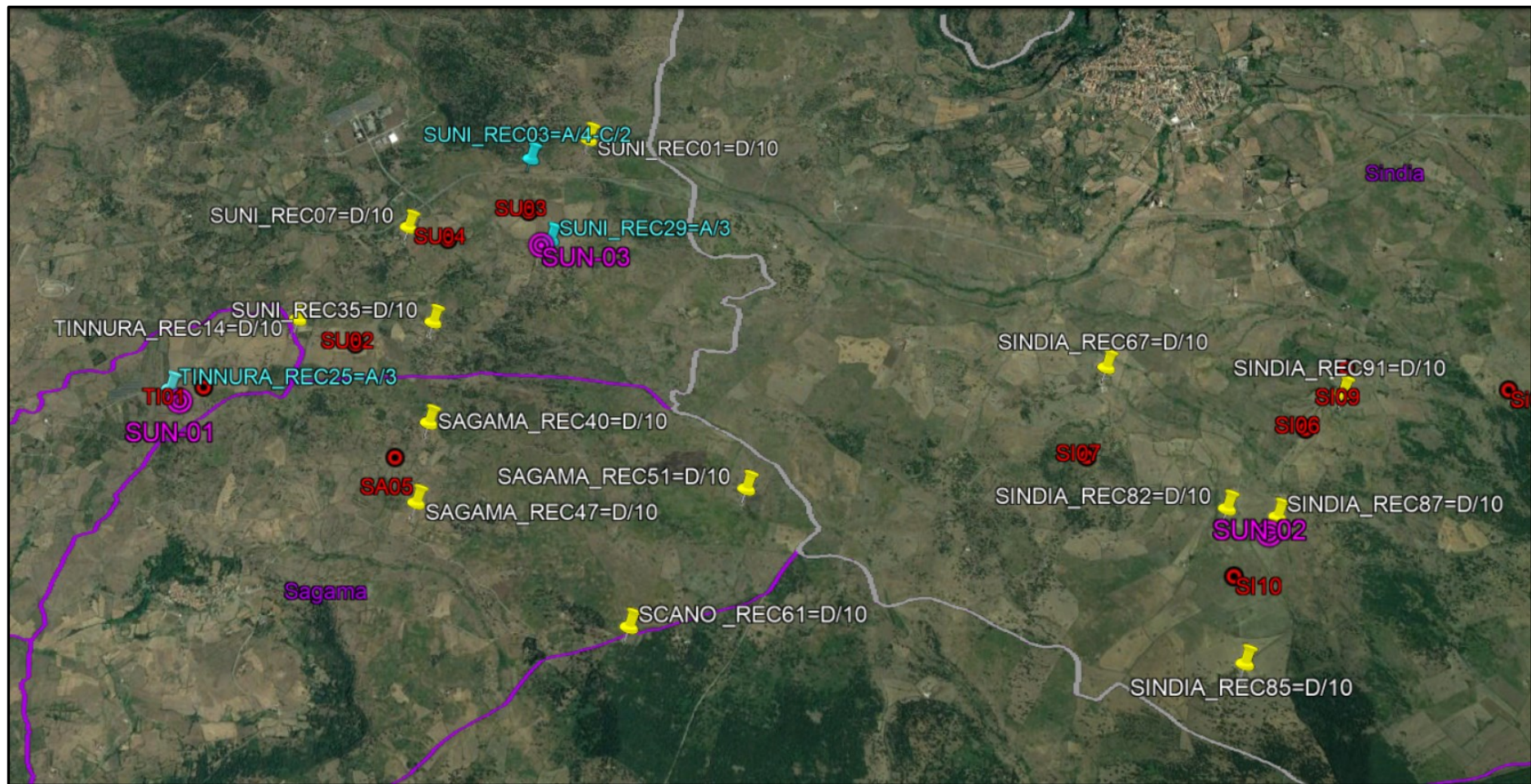
Il proponente, tramite sopralluogo in situ, ha realizzato un censimento dei ricettori presenti nell'area di studio, in accordo alla metodologia indicata all'Allegato E, Punto 4.3.3. della D.G.R. Sardegna n. 59/90 del 27/11/2020 che definisce le distanze minime consigliate degli aerogeneratori al fine di limitare gli impatti visivi, acustici e di ombreggiamento:

- 300 m da corpi aziendali a utilizzazione agro-pastorale in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario diurno (h. 6.00 – h. 22.00);
- 500 m da corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario notturno (h. 22.00 – 6.00), o case rurali a utilizzazione residenziale di carattere stagionale;
- 700 m da nuclei e case sparse nell'agro, destinati a uso residenziale, così come definiti all'art. 82 delle NTA del PPR.

Mediante l'esame della documentazione fotografica dei fabbricati censiti dal proponente e sulla base di propri sopralluoghi condotti in situ, il tecnico acustico ha individuato i fabbricati verosimilmente interessati da permanenza di persone e/o utilizzati per le diverse attività umane (corpi aziendali a uso agro-pastorale) ai sensi dell'art. 2, comma 1 della Legge n. 447/1995.

Questi sono elencati nella **Tabella 6** e sono rappresentati (n.d.r. in giallo) sull'immagine satellitare Google Earth riportata nella **Figura 5**, sulla quale sono anche indicati gli aerogeneratori in progetto (n.d.r. in rosso) e i punti di misura fonometrica ante operam (n.d.r. in viola) di cui si parlerà nel paragrafo seguente.

Figura 5 - Ubicazione dei ricettori, aerogeneratori e punti misura fonometrica ante operam



Nella **Tabella 6** si riportano per ciascun ricettore:

- il codice ricettore definito nel censimento;
- le coordinate geografiche nel sistema di riferimento UTM 32N WGS84;
- la destinazione d'uso catastale del fabbricato;
- il Comune di appartenenza;
- la classificazione acustica ai sensi del D.P.C.M. 14/11/1997;
- la tipologia di ricettore.

Tabella 6 - Principali ricettori abitati individuati nell'area di studio

RIC	Coordinate UTM		Classe Catasto	Comune	Classe DPCM	Tipologia di ricettore
	X Est [m]	Y Nord [m]				
REC_01	32466722	4460061	D/10	Suni	III	Edificio rurale verosimilmente abitato 24h
REC_03	32466303	4459913	A/4-C/2	Suni	III	Casa Cantoniera ANAS Rudere disabitato
REC_07	32465443	4459394	D/10	Suni	III	Corpo aziendale a uso agro-pastorale Presenza umana solo diurna 6-22h
REC_14	32464695	4458707	D/10	Tinnura	I	Corpo aziendale a uso agro-pastorale Presenza umana solo diurna 6-22h
REC_25	32463827	4458205	A/3	Tinnura	I	Edificio rurale Abitato saltuariamente
REC_29	32466467	4459284	A/3	Suni	III	Edificio rurale Abitato 24h
REC_35	32465655	4458678	D/10	Suni	III	Corpo aziendale a uso agro-pastorale Presenza umana solo diurna 6-22h
REC_40	32465662	4457943	D/10	Sagama	II	Corpo aziendale a uso agro-pastorale Presenza umana solo diurna 6-22h
REC_47	32465604	4457377	D/10	Sagama	II	Corpo aziendale a uso agro-pastorale Presenza umana solo diurna 6-22h
REC_51	32467867	4457455	D/10	Sagama	II	Corpo aziendale a uso agro-pastorale Presenza umana solo diurna 6-22h
REC_61	32467081	4456515	D/10	Scano	III	Edificio rurale verosimilmente abitato 24h
REC_67	32470368	4458295	D/10	Sindia	III	Edificio rurale verosimilmente abitato 24h
REC_82	32471115	4457286	D/10	Sindia	III	Corpo aziendale a uso agro-pastorale Presenza umana solo diurna 6-22h
REC_85	32471131	4456241	D/10	Sindia	III	Corpo aziendale a uso agro-pastorale Presenza umana solo diurna 6-22h
REC_87	32471447	4457227	D/10	Sindia	III	Corpo aziendale a uso agro-pastorale Presenza umana solo diurna 6-22h
REC_91	32471966	4458080	D/10	Sindia	III	Corpo aziendale a uso agro-pastorale Presenza umana solo diurna 6-22h

10. RUMOROSITA' ANTE OPERAM

10.1 Metodologia

La caratterizzazione dello stato acustico ante operam ha richiesto la realizzazione di un'apposita indagine fonometrica in situ condotta nei giorni 23/06/2021 e 24/06/2021 a cura dell'ing. Davide Papi, tecnico competente in acustica matricola ENTECA n° 4820.

L'indagine ha previsto l'installazione di n. 3 postazioni fonometriche fisse con rilievo in continuo del rumore ambientale per 24 ore, affiancate da n. 3 centraline meteorologiche per la validazione dei dati acustici e l'analisi di correlazione dei livelli sonori misurati con le velocità del vento rilevate.

Le postazioni di misura sono state collocate in prossimità dei ricettori indicati nella **Tabella 6** e raffigurati nella **Figura 5**, precisamente:

- Postazione **SUN-RUM_01** (coordinate UTM 32463930 m E, 4458190 m N)
Presso il Ricettore REC 25 (edificio rurale A/4, uso agro-pastorale 6-22h)
- Postazione **SUN-RUM_02** (coordinate UTM 32471421 m E, 4457183 m N)
Nelle vicinanze dei Ricettori REC 87 (corpo aziendale a uso agro-pastorale 6-22h)
- Postazione **SUN-RUM_03** (coordinate UTM 32466435 m E, 4459319 m N)
Presso il Ricettore REC 29 (edificio rurale A/4 a uso abitativo 24h)

Nelle **Figure 6÷8** si riportano le foto delle tre postazioni fonometriche/meteorologiche.

Presso le tre postazioni fonometriche è stato acquisito per 24h in continuo lo spettro del rumore in bande di 1/3 di ottava nel dominio di frequenza 20÷20.000 Hz ogni secondo, con i principali parametri acustici in dB ponderati A. In sede di post-elaborazione sono stati successivamente ricalcolati i principali indicatori acustici e le analisi statistiche sia nei periodi diurno (6-22h) e notturno (22-6h) sia a intervalli di 10' per correlare i livelli acustici con i dati anemologici rilevati in conformità alla Norma UNI/TS 11143-7:2013.

Presso le tre centrali meteorologiche sono stati acquisiti per 24h i seguenti parametri ogni 10':

- temperatura ambientale [°C]
- umidità [%]
- velocità del vento [m/s]
- direzione di provenienza del vento
- precipitazioni atmosferiche [mm]

Figura 6 - Postazione SUN-RUM_01



Figura 7 - Postazione SUN-RUM_02



Figura 8 - Postazione SUN-RUM_03



10.2 Centraline fonometriche

Le operazioni di misura fonometrica sono state eseguite in conformità al D.M. Ambiente del 16/03/1998. La strumentazione utilizzata è stata la seguente:

- Fonometro-analizzatore LARSON & DAVIS mod. 831, n/s 0001212
Microfono 1/2" PCB mod. 377B02, n/s 103963
(certificato di taratura Microbel n. LAT 213 S21129SLM del 26/02/2021)
- Fonometro-analizzatore LARSON & DAVIS mod. 831, n/s 0004103
Microfono 1/2" PCB mod. 377B02, n/s 158359
(certificato di taratura MICROBEL n. LAT 213 S2112900SLM del 17/05/2021)
- Fonometro-analizzatore LARSON & DAVIS mod. 831C, n/s 0010528
Microfono 1/2" PCB mod. 377B02, n/s 306467
(certificato di taratura MICROBEL n. LAT 213 S2022000SLM del 08/10/2020)
- Calibratore LARSON & DAVIS mod. CAL200, n/s 18564
(certificato di taratura LARSON & DAVIS n. 2021001369 del 04/02/2021)

La strumentazione è stata controllata prima e dopo ogni ciclo di misura con il calibratore LARSON & DAVIS mod. CAL200 riscontrando una variazione entro i limiti ammessi (± 0.5 dB).

Nell'**ALLEGATO 4** si riportano le copie degli attestati di taratura della strumentazione.

10.3 Centraline meteorologiche

In affiancamento alle centraline fonometriche, sono state utilizzate n. 3 centraline meteorologiche PCE-FWS 20, con l'anemometro posizionato alla stessa quota del microfono.

Le centraline meteorologiche sono dotate di un datalogger con display touchscreen da 7" retroilluminato collegato via radio (frequenza 868 MHz, range ricezione/trasmissione 100 m) ai sensori esterni aventi le caratteristiche tecniche riportate nella **Tabella 7**.

Tabella 7 - Caratteristiche tecniche dei sensori esterni della centralina meteo PCE-FWS 20

Sensore	Range	Risoluzione	Incertezza
Temperatura	-40 ... 60 °C	0,1 °C	± 1 °C
Umidità relativa	1 ... 99%	1%	$\pm 4\%$ tra 20 ... 80% $\pm 6\%$ fuori da 20 ... 80%
Pioggia	0 ... 9999 mm	0,3 mm per pioggia < 1000 mm 1 mm per pioggia > 1000 mm	± 6 %
Velocità del vento	0 ... 50 m/s	0,1 m/s	± 1 m/s con velocità < 5 m/s $\pm 10\%$ con velocità > 5 m/s

10.4 Condizioni meteorologiche durante l'indagine

I due giorni di indagine sono stati caratterizzati da cielo sereno, alta pressione atmosferica, assenza di precipitazioni, temperature ambientali comprese tra 17 e 33 °C, umidità relativa compresa tra 32 e 98 %, velocità del vento compresa tra 0 e 5 m/s. Tutti i dati acustici sono pertanto validati dal punto di vista meteorologico.

10.5 Risultati

Negli **ALLEGATI 1/2/3** si riportano rispettivamente per le postazioni SUN_RUM_01-02-03 le schede con i risultati delle misure fonometriche e meteorologiche.

Per ogni postazione si forniscono:

Dati generali (Scheda Ax.1)

- l'inquadramento satellitare Google Earth
- la fotografia delle postazioni fonometrica + meteorologica

Dati meteorologici (Schede Ax.2/Ax.3)

- l'andamento temporale nelle 24h della temperatura ogni 10'
- l'andamento temporale nelle 24h dell'umidità relativa ogni 10'
- l'andamento temporale nelle 24h della pressione relativa ogni 10'
- l'andamento temporale nelle 24h delle precipitazioni ogni 10'
- l'andamento temporale nelle 24h della velocità del vento media ogni 10'
- la distribuzione delle direzioni di provenienza dei venti

Dati fonometrici (Schede Ax.4/Ax.14)

- l'andamento temporale nelle 24h del L_{Aeq} ogni secondo
- l'andamento temporale nelle 24h del $L_{Aeq}/L_{A50}/L_{A90}$ a intervalli di 10'
- lo spettrogramma nel dominio 20÷20.000 Hz nelle 24h del L_{eq} ogni secondo
- le analisi cumulativa + distributiva nel periodo diurno 6-22h
- i principali indicatori statistici (L_{An}) e il L_{Aeq} nel periodo diurno 6-22h
- le analisi cumulativa + distributiva nel periodo notturno 22-6h
- i principali indicatori statistici (L_{An}) e il L_{Aeq} nel periodo notturno 22-6h
- l'analisi statistica spettrale (L_{eq} , L_{50} , L_{90}) nel periodo diurno 6-22h
- l'analisi statistica spettrale (L_{eq} , L_{50} , L_{90}) nel periodo notturno 22-6h
- l'andamento temporale di dettaglio (ora per ora) del L_{Aeq} ogni secondo

Nella **Tabella 7** si riassumono i principali risultati delle misure fonometriche nei periodi diurno (TR = 06.00÷22.00) e notturno (TR = 22.00÷06.00) in termini di $L_{Aeq,TR}$ (arrotondati di ± 0.5 dB(A)) e si confrontano con i limiti di immissione ai sensi del D.P.C.M. 14/11/1997.

Poiché i rilievi fonometrici nelle tre postazioni hanno talvolta risentito dell'influenza dei rumori delle attività agro-pastorali della zona, talvolta dell'abbaiare dei cani pastore e soprattutto, dato il periodo estivo, del canto dell'avifauna e del frinire di grilli e cicale, essendo questi ultimi fenomeni acustici tipicamente stagionali che sono contenuti o addirittura assenti (il frinire) nelle restanti stagioni dell'anno, si è ritenuto opportuno riportare, per ogni periodo di riferimento, anche gli indicatori statistici livello 50° percentile (L_{A50}) e livello 90° percentile (L_{A90}), che rappresentano rispettivamente il livello sonoro mediano e il livello sonoro di fondo dell'area.

D'altra parte, l'uso degli indicatori statistici L_{A50} e L_{A90} è previsto dalla Norma UNI/TS 11143-7, soprattutto in presenza di fenomeni acustici anomali o a carattere stagionale.

Tabella 7 – Sintesi dei risultati delle misure fonometriche 24h presso le postazioni BUD_RUM_01/02/03

Postazione	Rif. Scheda	TM = TR	$L_{Aeq,TR}$ [dBA]	Lim IMM [dBA]	$L_{A50,TR}$ [dBA]	$L_{A90,TR}$ [dBA]
SUN_RUM_01	A1.5	06.00÷22.00	43.0	50	40.0	33.5
14h00 23/06/2021	A1.5	22.00÷06.00	38.5	40	33.0	22.5
14h00 24/06/2021						
SUN_RUM_02	A2.5	06.00÷22.00	41.5	60	38.5	32.0
17h00 23/06/2021	A2.5	22.00÷06.00	35.0	50	31.5	21.5
17h00 24/06/2021						
SUN_RUM_03	A3.5	06.00÷22.00	53.0 (*)	60	37.5	31.0
13h00 23/06/2021	A3.5	22.00÷06.00	57.5 (*)	50	35.0	26.5
13h00 24/06/2021						

(*) Notevole influenza acustica di attività agro-pastorali, di avifauna e grilli. È meglio considerare il L_{A50}

Dall'esame della **Tabella 7** risulta che nelle postazioni RUM_01 e RUM_02 sono ampiamente rispettati i limiti di immissione sonora diurni e notturni del D.P.C.M. 14/11/1997.

Presso la postazione RUM_03 è rispettato solo il limite diurno mentre è superato il limite notturno. Gli elevati livelli sonori misurati nella postazione non sono tuttavia dovuti al clima acustico dell'area bensì alle attività agro-pastorali dell'azienda agricola (REC 29). Significativo nel periodo notturno è stato inoltre il contributo acustico dei grilli, dell'avifauna e degli animali presenti nella stessa azienda agricola. Se tuttavia si analizzano i livelli sonori statistici, già considerando il livello sonoro 50° percentile (L_{A50}) che non risente dei versi degli animali suddetti, i livelli sonori si riducono a 37.5 dB(A) L_{A50} nel periodo diurno e 35.0 dB(A) L_{A50} nel periodo notturno: livelli ampiamente al di sotto dei limiti di immissione della Classe III (60/50 dB(A)) in cui ricade il ricettore.

Anche negli altri due punti di misura RUM_01 e RUM_02 i livelli sonori 50° (L_{A50}) e 90° (L_{A90}) percentile sono molto contenuti e denotano una buona qualità del clima acustico attuale.

Allo stato attuale non sono dunque presenti criticità acustiche.

Relativamente alla correlazione tra i livelli sonori e le velocità del vento, nelle **Figure 9÷14** si riportano per ogni postazione di misura i grafici di correlazione tra i livelli sonori di fondo L_{A90} (non influenzato da eventi sonori anomali) e le velocità del vento ogni 10 minuti, sia nel periodo diurno sia nel periodo notturno, con sovrapposte le linee di tendenza, le relative equazioni e i coefficienti di correlazione R .

Dall'esame di tali grafici si rileva una correlazione tra rumore di fondo e velocità del vento esclusivamente nel periodo diurno, oltretutto molto bassa. Nel periodo notturno, a causa delle calme di vento verificatesi durante l'indagine fonometrica, non si è registrata alcuna correlazione tra i due parametri.

Figura 8 - Postazione SUN_RUM_01 - Correlazione L_{A90} / Velocità Vento - Periodo Diurno

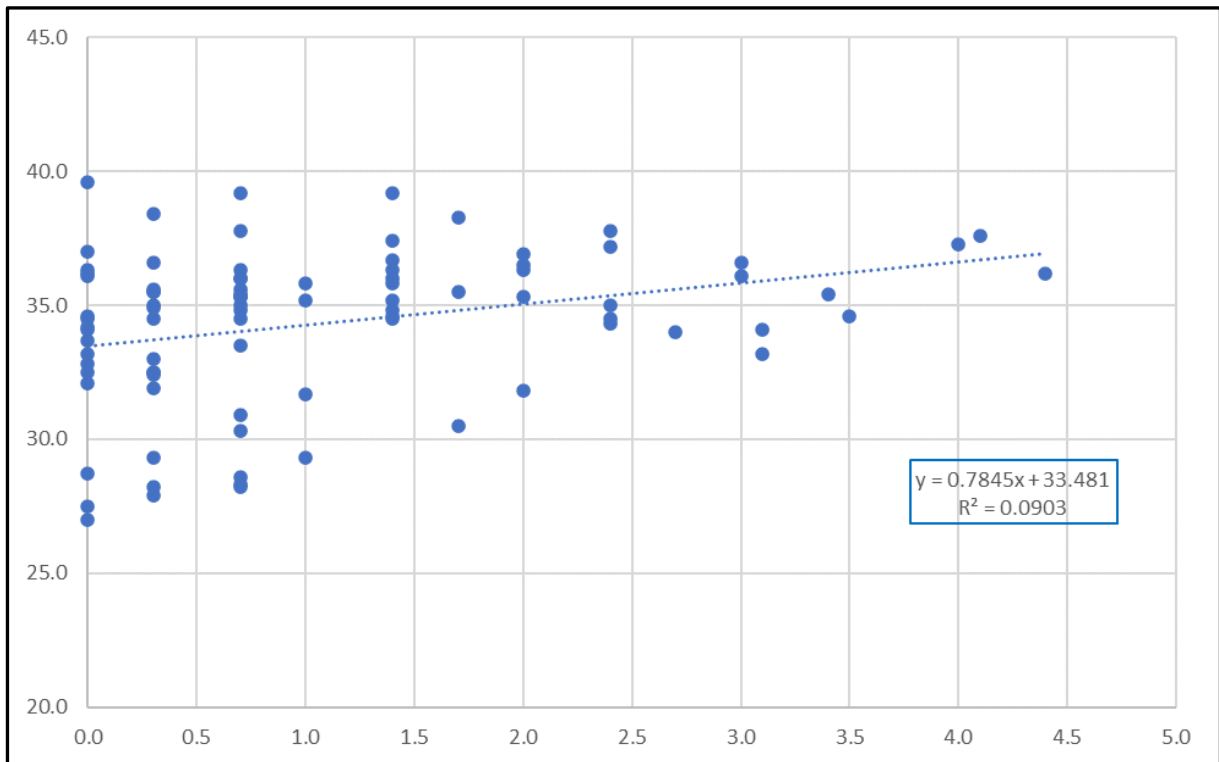


Figura 9 - Postazione SUN_RUM_01 - Correlazione L_{A90} / Velocità Vento - Periodo Notturno

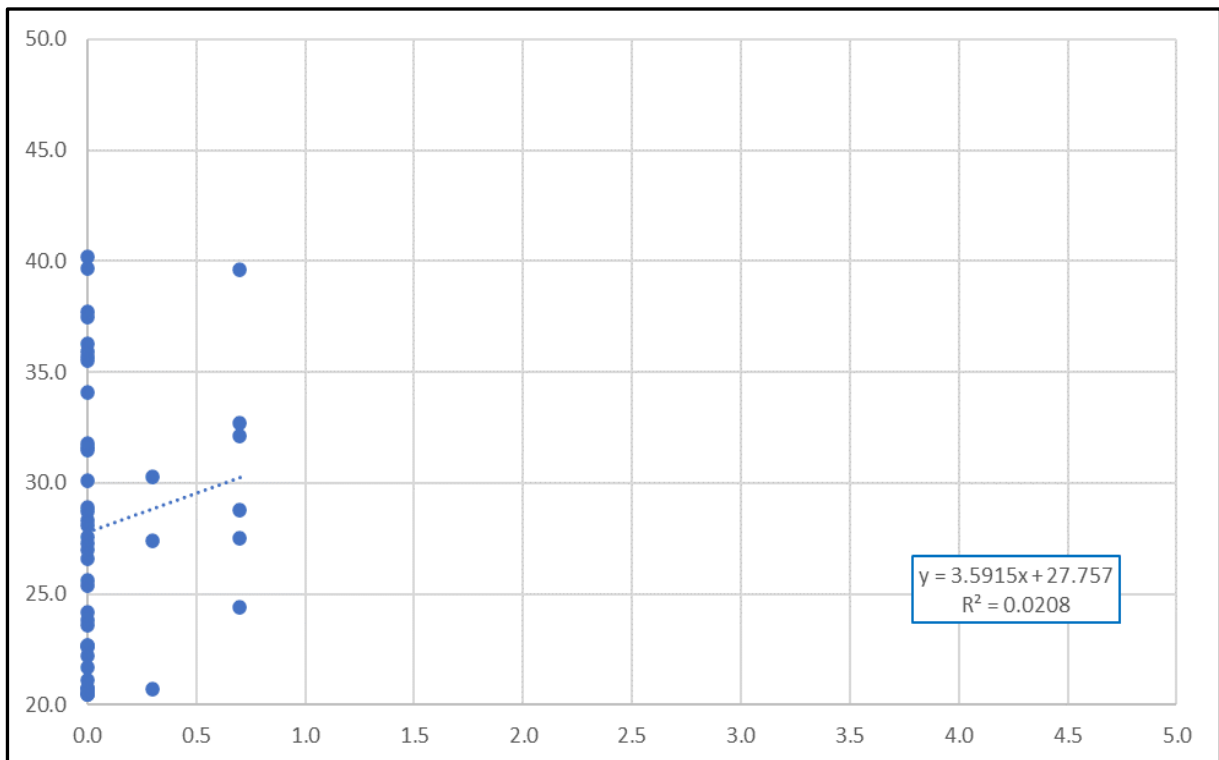


Figura 10 - Postazione SUN_RUM_02 - Correlazione L_{A90} / Velocità Vento - Periodo Diurno

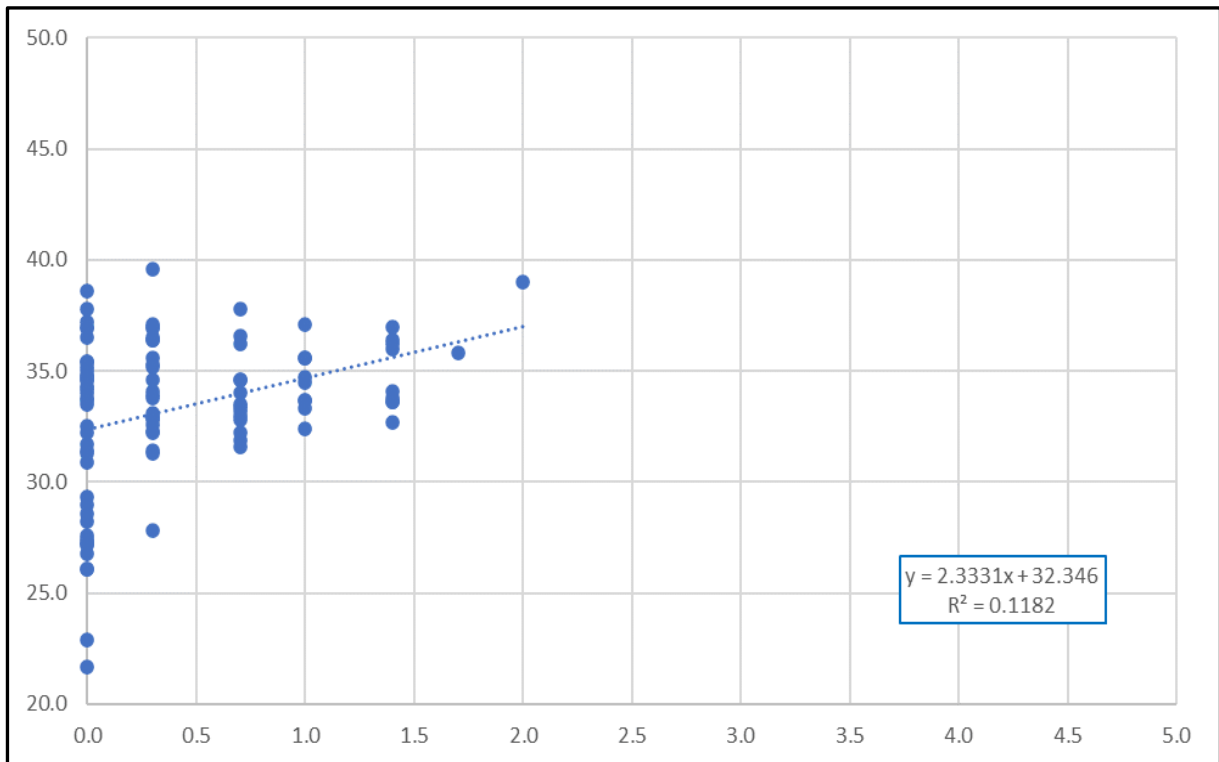


Figura 11 - Postazione SUN_RUM_02 - Correlazione L_{A90} / Velocità Vento - Periodo Notturno

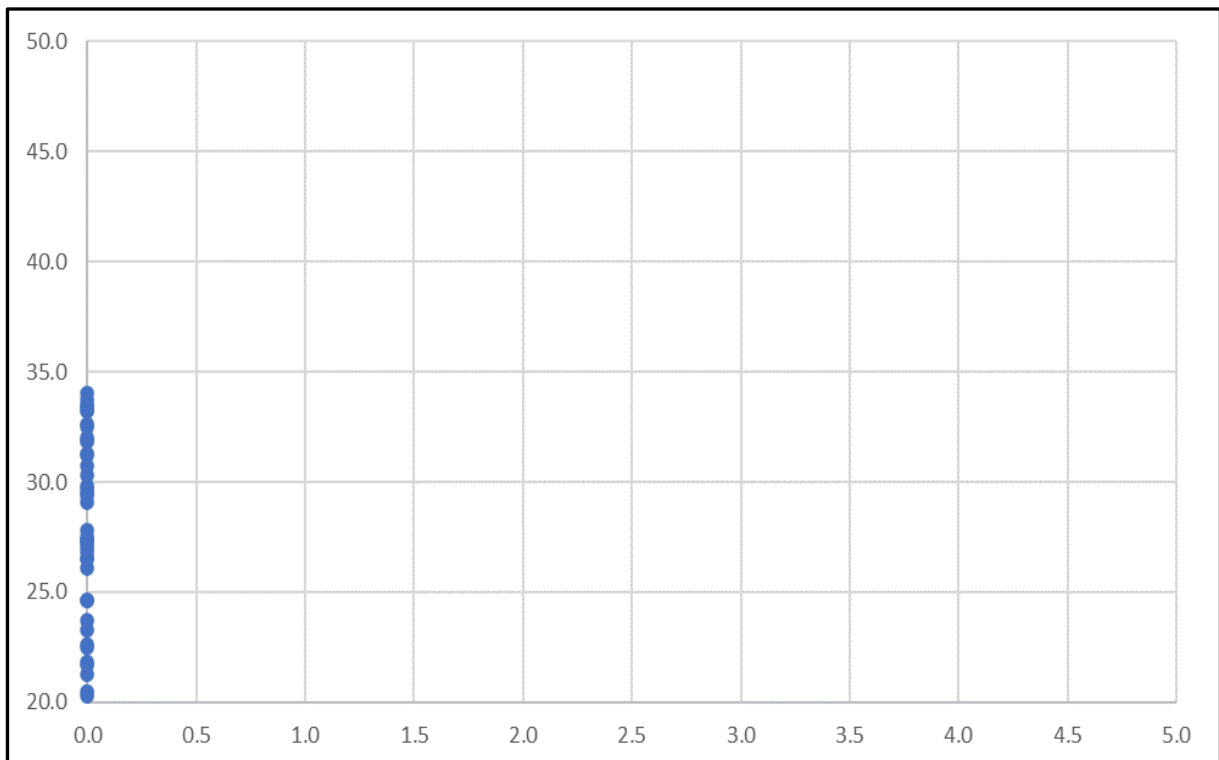


Figura 12 - Postazione SUN_RUM_03 - Correlazione L_{A90} / Velocità Vento - Periodo Diurno

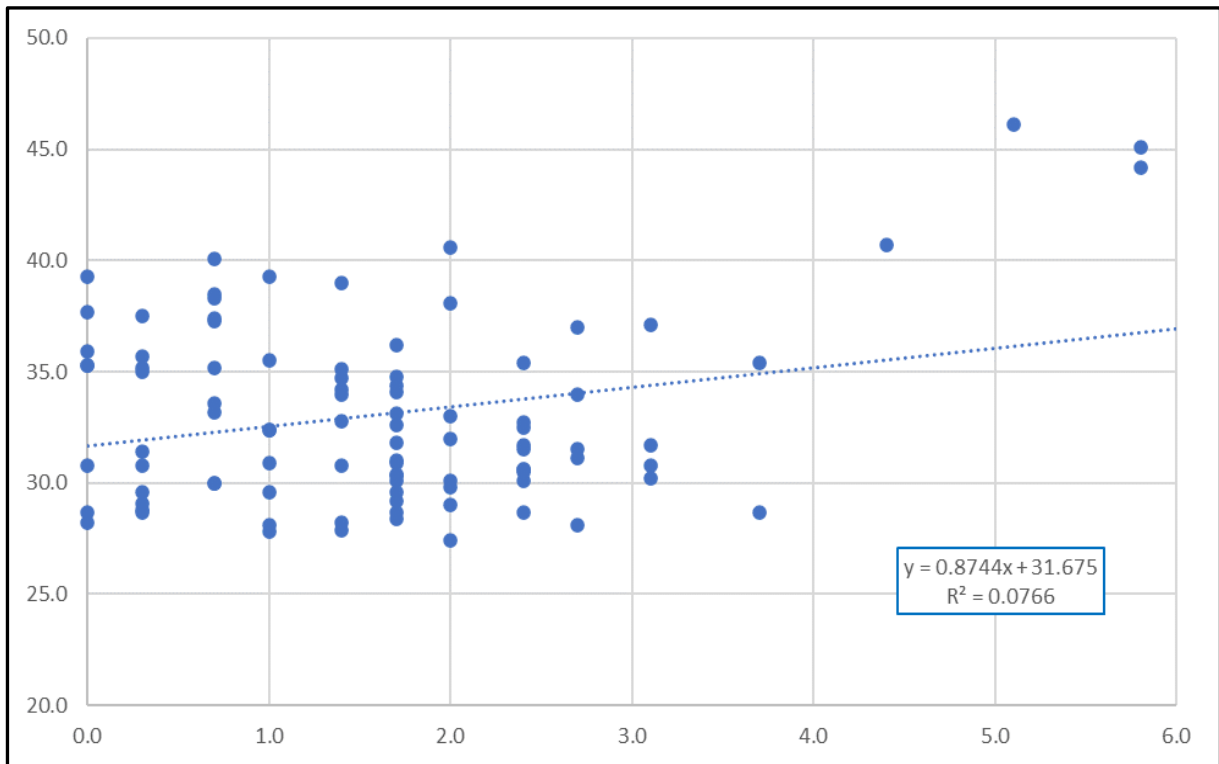
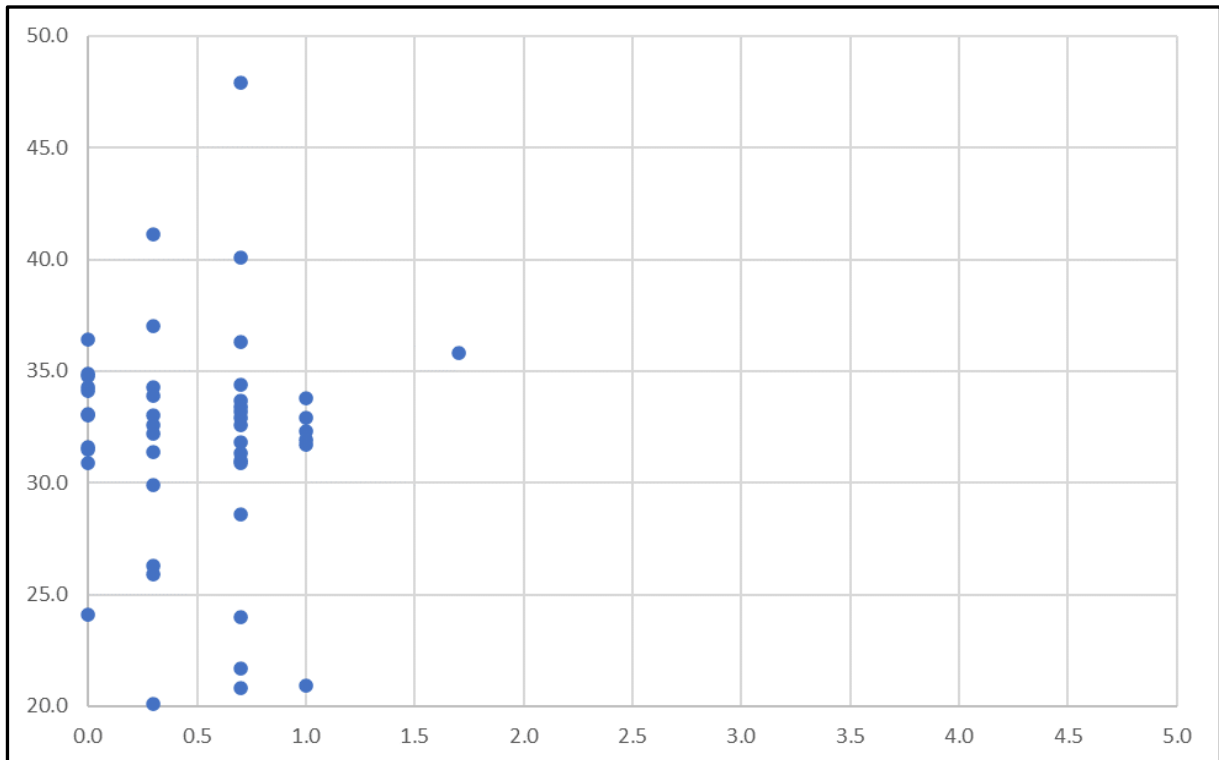


Figura 13 - Postazione SUN_RUM_03 - Correlazione L_{A90} / Velocità Vento - Periodo Notturno



11. VALUTAZIONE ACUSTICA DELLO STATO POST OPERAM

11.1 Il modello SOUNDPLAN

La verifica del rispetto delle prescrizioni legislative in materia di impatto acustico relativa al Parco Eolico in progetto è sviluppata attraverso una dettagliata analisi critica dei risultati di valutazioni modellistiche numeriche che hanno consentito di stimare il contributo al clima acustico dell'area direttamente riconducibile al funzionamento dell'impianto oggetto di valutazione. Le valutazioni modellistiche sono state sviluppate in accordo alle prescrizioni metodologiche della Norma UNI/TS 11143-7:2013 e hanno considerato le sorgenti di emissione sonora descritte nel **Paragrafo 5**.

La previsione dell'impatto acustico è stata ottenuta tramite una modellazione acustica 3D del sito, condotta con il software previsionale SOUNDPLAN 8.2 (licenza n° 6545), conforme alla Raccomandazione CEE n. 2003/613/CE del 06/08/2003 e accreditato a livello internazionale.

Il software SOUNDPLAN valuta la propagazione del rumore in ambienti esterni. In particolare, è stato concepito per prendere in considerazione l'effetto delle riflessioni multiple derivanti dalla presenza degli edifici e di spazi complessi.

Gli algoritmi implementati permettono di considerare la maggior parte delle variabili che influenzano la propagazione del rumore, tra cui:

- geometria tridimensionale degli edifici;
- topografia del territorio;
- natura del terreno;
- caratteristiche degli schermi acustici;
- caratteristiche delle sorgenti di emissione.

La logica del funzionamento del modello consiste nell'individuazione delle leggi della fisica che consentono di determinare il livello di pressione sonora in un determinato punto R (ricettore) di coordinate assegnate (x, y, z) prodotto da una sorgente qualsiasi posta in un punto P dello spazio. Il calcolo viene eseguito considerando i contributi di rumore derivanti dai raggi acustici, che partendo dal ricettore raggiungono le sorgenti di emissione (percorso inverso).

Il software SOUNDPLAN consente di adottare i vari algoritmi di simulazione della propagazione del rumore prescritti dalla Direttiva 2002/49/CE. Tra questi considera quello della Norma ISO 9613-2 in materia di propagazione del rumore industriale in ambienti esterni, algoritmo consigliato dalla Norma UNI/TS 11143-7:2013 per la valutazione del rumore degli impianti eolici.

Il margine medio di errore del software è stato stimato pari a circa ± 1.5 dB(A).

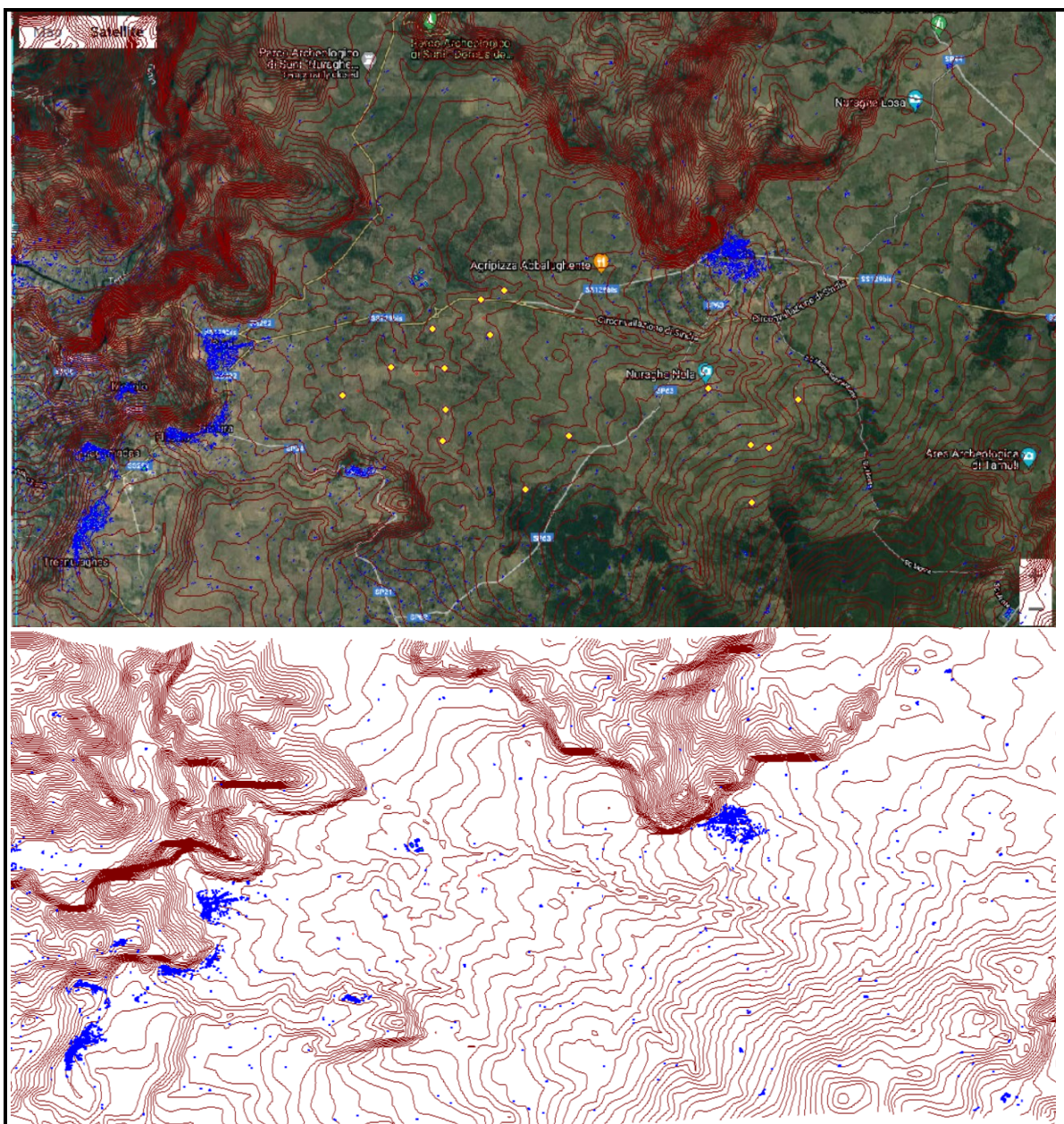
11.2 Modellazione acustica 3D dell'area di studio

Nella **Figura 14** si riportano le viste 2D e 3D del modello acustico SOUNDPLAN dell'area.

Si riportano i parametri di calcolo utilizzati nella simulazione acustica:

- algoritmo di calcolo: ISO 9613-2
- numero di riflessioni ottiche dei raggi: 3;
- temperatura 15°C e umidità relativa 70%;
- copertura del terreno mediamente assorbente: $G = 0.5$
- maglia di calcolo 10 m x 10 m

Figura 14 - Modello acustico SOUNDPLAN dell'area 2D/3D



Il modello acustico SOUNDPLAN è stato tarato sulla base dei livelli di potenza sonora delle sorgenti sonore riportate nel **Paragrafo 5, nelle condizioni più sfavorevoli (worst case)**, considerando il **livello di potenza sonora massima $L_{WA} = 104.3 \text{ dB(A)}$** e il corrispondente spettro sonoro in bande di 1/3 di ottava alla velocità del vento al mozzo di 10 m/s.

11.3 Risultati e verifiche dei limiti di legge

Nella **Figura 15** si riporta le mappe di rumore SOUNDPLAN dell'emissione sonora delle opere in progetto alla quota +1.5 m dal p.c.

Nelle **Tabelle 8 e 9** si riportano i livelli puntuali di **emissione e immissione sonora** in ambiente esterno previsti presso i principali ricettori dell'area (cfr. **Figura 4 e Tabella 5**) e le conseguenti verifiche dei limiti diurni e notturni di emissione ai sensi del D.P.C.M. 14/11/1997.

I **livelli di emissione** sono il risultato della simulazione acustica SOUNDPLAN. Invece, i **livelli di immissione** sono stati ottenuti come somma logaritmica del livello di emissione con il livello residuo del periodo di riferimento, espresso in termini di L_{Aeq, TM_r} , misurato presso il punto di misura fonometrica più prossimo al ricettore (cfr. **Tabella 7**). Si evidenzia che tale approccio è cautelativo, poiché i livelli residui ante operam nei periodi di riferimento TM ($L_{Aeq, TM}$) sono stati talvolta influenzati dai rumori delle attività agri-pastorali e dai suoni naturali tipici della stagione estiva (canto dell'avifauna e frinire di grilli e cicale), assenti o comunque ridotti nei restanti periodi dell'anno. In tal senso i livelli sonori di immissione calcolati rappresentano verosimilmente la condizione di massimo impatto acustico in termini di rumore ambientale dell'area.

Solo nel caso del ricettore REC 63 (azienda agricola con annesso edificio rurale a uso abitativo) si sono considerati i livelli sonori 50° percentili ($L_{A50, TM}$) al posto dei livelli equivalenti ($L_{Aeq, TM}$) in quanto questi ultimi risultano essere stati notevolmente influenzati in entrambi i periodi di riferimento dal rumore degli animali da cortile (polli, tacchini, pavoni) presenti nel pollaio e nell'aia a ridosso dell'edificio rurale.

Si evidenzia che la verifica dei limiti notturni è stata condotta solo per i ricettori REC 36, REC 41, REC 54, REC 57, REC 59 e REC 63, essendo questi gli unici edifici rurali a uso abitativo con potenziale presenza di persone durante la notte. I restanti ricettori sono stati esclusi dalla verifica notturna poiché, trattandosi di corpi aziendali a uso agro-pastorale, sono utilizzati esclusivamente durante il giorno.

Si ricorda infine che le previsioni modellistiche acustiche sono state impostate assumendo il funzionamento di tutti gli aerogeneratori alla massima potenza con i ricettori sottovento per tutta la durata del periodo di riferimento TM. In tal senso le valutazioni dei livelli sonori assoluti di emissione e di immissione sono da considerarsi cautelative.

Dall'esame delle **Tabelle 8 e 9** risulta che **presso tutti i ricettori esaminati i limiti assoluti di emissione e immissione sonora sono sostanzialmente rispettati in entrambi i periodi di riferimento, sia diurno sia notturno.**

Figura 15 - Mappa di rumore fase di esercizio - Emissione aerogeneratori per $L_{WA,Max} = 104,3 \text{ dB(A)/cad}$

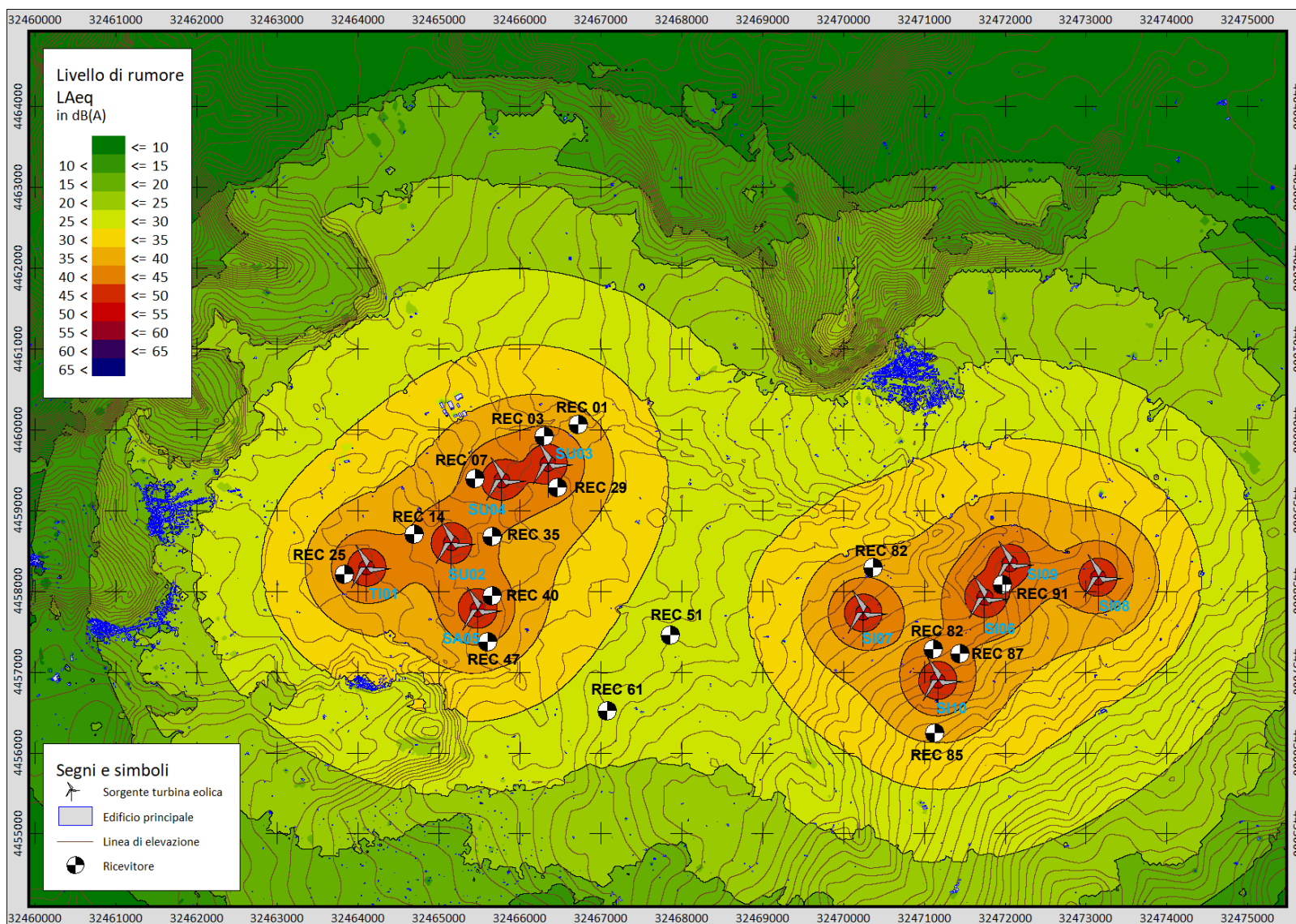


Tabella 8 - Verifica dei livelli assoluti di EMISSIONE/IMMISSIONE - Periodo DIURNO

RICETTORE				EMISSIONE			IMMISSIONE				
ID	Uso (castasto)	Comune	Classe DPCM	EMI [dBA]	LIM [dBA]	VERIFICA	Rif. PM	RES [dBA]	IMM [dBA]	LIM [dBA]	VERIFICA
REC_01	D/10	Suni	III	37.5	55	OK	RUM_03	37.5	40.5	60	OK
REC_03	A/4-C/2	Suni	III	42.7	55	OK	RUM_03	37.5	43.8	60	OK
REC_07	D/10	Suni	III	43.1	55	OK	RUM_03	37.5	44.2	60	OK
REC_14	D/10	Tinnura	I	41.0	45	OK	RUM_01	43.0	45.1	50	OK
REC_25	A/3	Tinnura	I	42.9	45	OK	RUM_01	43.0	46.0	50	OK
REC_29	A/3	Suni	III	43.1	55	OK	RUM_03	37.5	44.2	60	OK
REC_35	D/10	Suni	III	40.9	55	OK	RUM_03	37.5	42.5	60	OK
REC_40	D/10	Sagama	II	45.0	50	OK	RUM_01	43.0	47.1	55	OK
REC_47	D/10	Sagama	II	40.4	50	OK	RUM_01	43.0	44.9	55	OK
REC_51	D/10	Sagama	II	28.1	50	OK	RUM_01	43.0	43.1	55	OK
REC_61	D/10	Scano	III	27.2	55	OK	RUM_01	43.0	43.1	60	OK
REC_67	D/10	Sindia	III	38.0	55	OK	RUM_02	41.5	43.1	60	OK
REC_82	D/10	Sindia	III	41.7	55	OK	RUM_02	41.5	44.6	60	OK
REC_85	D/10	Sindia	III	36.5	55	OK	RUM_02	41.5	42.7	60	OK
REC_87	D/10	Sindia	III	41.2	55	OK	RUM_02	41.5	44.4	60	OK
REC_91	D/10	Sindia	III	46.6	55	OK	RUM_02	41.5	47.8	60	OK

Tabella 9 - Verifica dei livelli assoluti di EMISSIONE/IMMISSIONE - Periodo NOTTURNO

RICETTORE				EMISSIONE			IMMISSIONE				
ID	Uso (castasto)	Comune	Classe DPCM	EMI [dBA]	LIM [dBA]	VERIFICA	Rif. PM	RES [dBA]	IMM [dBA]	LIM [dBA]	VERIFICA
REC_01	D/10	Suni	III	37.5	45	OK	RUM_03	35.0	39.4	50	OK
REC_03	A/4-C/2	Suni	III	42.7	45	OK	RUM_03	35.0	43.4	50	OK
REC_07	D/10	Suni	III	Corpo aziendale a uso diurno			Corpo aziendale a uso diurno				
REC_14	D/10	Tinnura	I	Corpo aziendale a uso diurno			Corpo aziendale a uso diurno				
REC_25	A/3	Tinnura	I	42.9	35	NO	RUM_01	38.5	44.2	40	NO
REC_29	A/3	Suni	III	43.1	45	OK	RUM_03	35.0	43.7	50	OK
REC_35	D/10	Suni	III	Corpo aziendale a uso diurno			Corpo aziendale a uso diurno				
REC_40	D/10	Sagama	II	Corpo aziendale a uso diurno			Corpo aziendale a uso diurno				
REC_47	D/10	Sagama	II	Corpo aziendale a uso diurno			Corpo aziendale a uso diurno				
REC_51	D/10	Sagama	II	Corpo aziendale a uso diurno			Corpo aziendale a uso diurno				
REC_61	D/10	Scano	III	27.2	45	OK	RUM_01	38.5	38.8	50	OK
REC_67	D/10	Sindia	III	38.0	45	OK	RUM_02	35.0	39.8	50	OK
REC_82	D/10	Sindia	III	Corpo aziendale a uso diurno			Corpo aziendale a uso diurno				
REC_85	D/10	Sindia	III	Corpo aziendale a uso diurno			Corpo aziendale a uso diurno				
REC_87	D/10	Sindia	III	Corpo aziendale a uso diurno			Corpo aziendale a uso diurno				
REC_91	D/10	Sindia	III	Corpo aziendale a uso diurno			Corpo aziendale a uso diurno				

L'unica eccezione è rappresentata dal ricettore REC 25 dove non sono rispettati i limiti di emissione e immissione nel periodo notturno. Il superamento è sostanzialmente dovuto al fatto che il suddetto ricettore ricade in una zona di Classe I, con limiti assoluti molto restrittivi.

In realtà, il ricettore REC 25, per quanto censito catastalmente come fabbricato tipo "A3 - abitazione di tipo economico", si configura piuttosto come fabbricato a uso agropastorale, utilizzato saltuariamente nel solo periodo diurno (cfr. **Figura 16**). Dai sopralluoghi condotti durante l'indagine fonometrica non si è riscontrata presenza continuativa di persone. Nella stessa proprietà, a pochi metri di distanza dal fabbricato, vi è una stalla con all'interno del bestiame: è verosimile che il proprietario si rechi quotidianamente sul posto per nutrire e mungere gli animali, senza però rimanervi a dormire durante la notte.

Figura 16 - Ricettore REC 25



In tale contesto, il superamento dei limiti assoluti di emissione e immissione notturni, non avrebbe nessuna ricaduta sul residente in quanto questi verosimilmente non permane sul luogo durante la notte. Inoltre, nel corso dei sopralluoghi non si è riscontrata presenza di cortili, giardini o ambienti simili intorno al fabbricato. Qualora anche vi sia permanenza umana presso il ricettore durante la notte, dato lo stato dei luoghi, tale presenza sarebbe verosimilmente circoscritta al solo ambiente interno, utilizzato come riparo temporaneo nel periodo notturno. A riguardo, si evidenzia che i livelli sonori previsti all'interno del fabbricato durante il periodo notturno sono conformi ai limiti, come sarà dimostrato in seguito.

Si segnala inoltre che l'attuale livello di immissione sonora misurato sul sito nel periodo notturno, pari a 38.5 dB(A) L_{Aeq} (cfr. Postazione RUM_01), è già superiore al limite di emissione e prossimo al limite di immissione prescritti dalla Classe Acustica I in cui ricade il ricettore.

In ogni caso, sarà opportuno eseguire un approfondimento nelle successive fasi progettuali, verificando il reale utilizzo del ricettore REC 25 durante il periodo notturno ed eventualmente facendosi rilasciare una liberatoria da parte del proprietario. Successivamente all'entrata in esercizio dell'impianto eolico andrà verificato il rispetto dei limiti di legge attraverso un apposito piano di monitoraggio da definire con l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna (ARPAS). Qualora i limiti non siano rispettati, sarà cura del Proponente individuarne le cause e, in accordo con il proprietario, provvedere alla insonorizzazione acustica del fabbricato, o comunque adottare accorgimenti gestionali (regolazione della velocità del rotore) tali da assicurare il rispetto delle norme vigenti.

I livelli di rumore differenziale in ambiente abitativo sono stati previsti a partire da dati progettuali e sulla base delle misure di livello di rumore residuo e di fondo condotte in prossimità dei principali ricettori ma non all'interno degli stessi. Si ricorda che ai sensi dell'art. 4 c. 2 del D.P.C.M. 14/11/1997 la non applicabilità del criterio differenziale sussiste se il livello sonoro ambientale interno alle abitazioni non supera, a finestre chiuse, i valori di 35 dB(A) $L_{Aeq, TM}$ di giorno e 25 dB(A) $L_{Aeq, TM}$ di notte e, a finestre aperte, i valori di 50 dB(A) $L_{Aeq, TM}$ di giorno e 40 dB(A) $L_{Aeq, TM}$ di notte.

A questo proposito il Punto 2 della Circolare del 06/09/2004 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio precisa che non è necessaria la contemporaneità delle due condizioni per la non applicabilità del criterio differenziale.

Nel presente studio sono stati stimati i livelli di pressione sonora interni alle abitazioni con finestre aperte in quanto la stima con finestre chiuse richiederebbe la conoscenza del potere fonoisolante dei serramenti installati presso i recettori analizzati, dato non disponibile e difficilmente prevedibile. Al fine quindi di valutare i livelli di pressione sonora interni alle abitazioni con finestre aperte, con riferimento sia a evidenze sperimentali sia a quanto indicato nel Punto 4.5.2 della Norma UNI/TS 11143-7:2013 "Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 7: Rumore degli aerogeneratori" nonché nell'Appendice Z della Norma ISO/R 1996-1971, si è assunta una differenza di -5 dB(A) fra livelli sonori esterni e livelli sonori interni con le finestre aperte.

Applicando pertanto la differenza di -5 dB(A) ai livelli sonori previsti sulle facciate esterne, si sono così stimati i livelli di rumore ambientale e residuo negli ambienti abitativi a finestre aperte presso i ricettori oggetto di verifica.

Nei casi in cui il livello di rumore ambientale in ambiente abitativo a finestre aperte è risultato inferiore a 50 dB(A) nel periodo diurno e 40 dB(A) nel periodo notturno l'effetto del rumore ambientale è stato considerato "trascurabile" ai sensi dell'art. 4 c. 2 del D.P.C.M. 14/11/1997 e non si è proceduto al calcolo e verifica del limite differenziale, in quanto "non applicabile" (n.a.).

Nei restanti casi, invece, si è calcolato il livello sonoro differenziale (LD) come differenza aritmetica tra il livello di rumore ambientale e il livello di rumore residuo nell'ambiente interno. Il livello differenziale è stato considerato conforme se inferiore al limite differenziale, pari a 5 dB(A) nel periodo diurno e 3 dB(A) nel periodo notturno.

Considerato che l'indagine fonometrica ante operam non ha evidenziato correlazioni significative tra i livelli misurati di rumore residuo/fondo e le velocità del vento, non è stato possibile calcolare i livelli differenziali secondo le diverse classi di velocità dei venti.

Per ovviare a questo, si è optato per un approccio cautelativo. Premesso che il livello di emissione sonora del parco eolico è stato calcolato considerando il livello di potenza sonora massima degli aerogeneratori, condizione che si verifica quando la velocità del vento al suolo è prossima a 5 m/s, che rappresenta la soglia di accettabilità dei risultati delle misure fonometriche, si è valutato il livello sonoro ambientale indotto dal parco eolico in due modi diversi: adottando sia il livello di rumore residuo del periodo di riferimento ($L_{Aeq, TM}$) sia il livello sonoro di fondo del periodo di riferimento ($L_{A90, TM}$). In tal modo la verifica considera il range di variabilità del livello sonoro residuo presente nel sito.

Come già fatto per la valutazione dei livelli sonori assoluti di emissione/immissione, la verifica dei limiti notturni è stata condotta solo per i ricettori REC 36, REC 41, REC 54, REC 57, REC 59 e REC 63, essendo questi gli unici edifici rurali a uso abitativo con potenziale presenza di persone durante la notte. I restanti ricettori sono stati esclusi dalla verifica notturna poiché, trattandosi di corpi aziendali a uso agro-pastorale, sono utilizzati esclusivamente durante il giorno.

Nelle **Tabelle 10÷13** si riportano le verifiche dei livelli differenziali in ambiente abitativo previsti all'interno dei principali ricettori dell'area e le conseguenti verifiche dei limiti differenziali diurni e notturni ai sensi del D.P.C.M. 14/11/1997, dove applicabili.

Sulla base delle tabelle suddette si prevede che i **limiti differenziali di rumore in ambiente abitativo, dove applicabili, sono rispettati presso tutti i ricettori esaminati in entrambi i periodi di riferimento, sia diurno sia notturno.**

Tabella 10 - Verifica dei livelli DIFFERENZIALI - Periodo DIURNO (Caso 1: L_{Aeq,TM})

RICETTORE				ESTERNO				INTERNO				
ID	Uso (castasto)	Comune	Classe DPCM	Rif. PM	RES [dBA]	EMI [dBA]	AMB [dBA]	AMB [dBA]	RES [dBA]	DIFF [dBA]	LIM [dBA]	VERIFICA
REC_01	D/10	Suni	III	RUM_03	37.5	37.5	40.5	35.5	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_03	A/4-C/2	Suni	III	RUM_03	37.5	42.7	43.8	38.8	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_07	D/10	Suni	III	RUM_03	37.5	43.1	44.2	39.2	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_14	D/10	Tinnura	I	RUM_01	43.0	41.0	45.1	40.1	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_25	A/3	Tinnura	I	RUM_01	43.0	42.9	46.0	41.0	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_29	A/3	Suni	III	RUM_03	37.5	43.1	44.2	39.2	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_35	D/10	Suni	III	RUM_03	37.5	40.9	42.5	37.5	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_40	D/10	Sagama	II	RUM_01	43.0	45.0	47.1	42.1	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_47	D/10	Sagama	II	RUM_01	43.0	40.4	44.9	39.9	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_51	D/10	Sagama	II	RUM_01	43.0	28.1	43.1	38.1	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_61	D/10	Scano	III	RUM_01	43.0	27.2	43.1	38.1	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_67	D/10	Sindia	III	RUM_02	41.5	38.0	43.1	38.1	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_82	D/10	Sindia	III	RUM_02	41.5	41.7	44.6	39.6	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_85	D/10	Sindia	III	RUM_02	41.5	36.5	42.7	37.7	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_87	D/10	Sindia	III	RUM_02	41.5	41.2	44.4	39.4	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_91	D/10	Sindia	III	RUM_02	41.5	46.6	47.8	42.8	n.a.	n.a.	n.a.	OK

n.a. = limite differenziale non applicabile perché il livello ambiente interno è minore di 50 dB(A) (art. 4, c. 2, D.P.C.M. 14/11/1997)

Tabella 11 - Verifica dei livelli DIFFERENZIALI - Periodo DIURNO (Caso 2: L_{A90,TM})

RICETTORE				ESTERNO				INTERNO				
ID	Uso (castasto)	Comune	Classe DPCM	Rif. PM	RES (L _{A90,TM}) [dBA]	EMI [dBA]	AMB [dBA]	AMB [dBA]	RES (L _{A90,TM}) [dBA]	DIFF [dBA]	LIM [dBA]	VERIFICA
REC_01	D/10	Suni	III	RUM_03	31.0	37.5	38.4	33.4	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_03	A/4-C/2	Suni	III	RUM_03	31.0	42.7	43.0	38.0	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_07	D/10	Suni	III	RUM_03	31.0	43.1	43.4	38.4	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_14	D/10	Tinnura	I	RUM_01	33.5	41.0	41.7	36.7	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_25	A/3	Tinnura	I	RUM_01	33.5	42.9	43.4	38.4	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_29	A/3	Suni	III	RUM_03	31.0	43.1	43.4	38.4	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_35	D/10	Suni	III	RUM_03	31.0	40.9	41.3	36.3	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_40	D/10	Sagama	II	RUM_01	33.5	45.0	45.3	40.3	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_47	D/10	Sagama	II	RUM_01	33.5	40.4	41.2	36.2	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_51	D/10	Sagama	II	RUM_01	33.5	28.1	34.6	29.6	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_61	D/10	Scano	III	RUM_01	33.5	27.2	34.4	29.4	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_67	D/10	Sindia	III	RUM_02	32.0	38.0	39.0	34.0	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_82	D/10	Sindia	III	RUM_02	32.0	41.7	42.1	37.1	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_85	D/10	Sindia	III	RUM_02	32.0	36.5	37.8	32.8	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_87	D/10	Sindia	III	RUM_02	32.0	41.2	41.7	36.7	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_91	D/10	Sindia	III	RUM_02	32.0	46.6	46.7	41.7	n.a.	n.a.	n.a.	OK

n.a. = limite differenziale non applicabile perché il livello ambiente interno è minore di 50 dB(A) (art. 4, c. 2, D.P.C.M. 14/11/1997)

Tabella 12 - Verifica dei livelli DIFFERENZIALI - Periodo NOTTURNO (Caso 1: L_{Aeq,TM})

RICETTORE				ESTERNO				INTERNO				
ID	Uso (castasto)	Comune	Classe DPCM	Rif. PM	RES [dBA]	EMI [dBA]	AMB [dBA]	AMB [dBA]	RES [dBA]	DIFF [dBA]	LIM [dBA]	VERIFICA
REC_01	D/10	Suni	III	RUM_03	35.0	37.5	39.4	34.4	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_03	A/4-C/2	Suni	III	RUM_03	35.0	42.7	43.4	38.4	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_07	D/10	Suni	III	Corpo aziendale a uso diurno				Corpo aziendale a uso diurno				
REC_14	D/10	Tinnura	I	Corpo aziendale a uso diurno				Corpo aziendale a uso diurno				
REC_25	A/3	Tinnura	I	RUM_01	38.5	42.9	44.2	39.2	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_29	A/3	Suni	III	RUM_03	35.0	43.1	43.7	38.7	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_35	D/10	Suni	III	Corpo aziendale a uso diurno				Corpo aziendale a uso diurno				
REC_40	D/10	Sagama	II	Corpo aziendale a uso diurno				Corpo aziendale a uso diurno				
REC_47	D/10	Sagama	II	Corpo aziendale a uso diurno				Corpo aziendale a uso diurno				
REC_51	D/10	Sagama	II	Corpo aziendale a uso diurno				Corpo aziendale a uso diurno				
REC_61	D/10	Scano	III	RUM_01	38.5	27.2	38.8	33.8	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_67	D/10	Sindia	III	RUM_02	35	38.0	39.8	34.8	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_82	D/10	Sindia	III	Corpo aziendale a uso diurno				Corpo aziendale a uso diurno				
REC_85	D/10	Sindia	III	Corpo aziendale a uso diurno				Corpo aziendale a uso diurno				
REC_87	D/10	Sindia	III	Corpo aziendale a uso diurno				Corpo aziendale a uso diurno				
REC_91	D/10	Sindia	III	Corpo aziendale a uso diurno				Corpo aziendale a uso diurno				

n.a. = limite differenziale non applicabile perché il livello ambiente interno è minore di 40 dB(A) (art. 4, c. 2, D.P.C.M. 14/11/1997)

Tabella 13 - Verifica dei livelli DIFFERENZIALI - Periodo NOTTURNO (Caso 2: L_{A90,TM})

RICETTORE				ESTERNO				INTERNO				
ID	Uso (castasto)	Comune	Classe DPCM	Rif. PM	RES (L _{A90,TM}) [dBA]	EMI [dBA]	AMB [dBA]	AMB [dBA]	RES (L _{A90,TM}) [dBA]	DIFF [dBA]	LIM [dBA]	VERIFICA
REC_01	D/10	Suni	III	RUM_03	26.5	37.5	37.8	32.8	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_03	A/4-C/2	Suni	III	RUM_03	26.5	42.7	42.8	37.8	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_07	D/10	Suni	III	Corpo aziendale a uso diurno				Corpo aziendale a uso diurno				
REC_14	D/10	Tinnura	I	Corpo aziendale a uso diurno				Corpo aziendale a uso diurno				
REC_25	A/3	Tinnura	I	RUM_01	22.5	42.9	42.9	37.9	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_29	A/3	Suni	III	RUM_03	26.5	43.1	43.2	38.2	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_35	D/10	Suni	III	Corpo aziendale a uso diurno				Corpo aziendale a uso diurno				
REC_40	D/10	Sagama	II	Corpo aziendale a uso diurno				Corpo aziendale a uso diurno				
REC_47	D/10	Sagama	II	Corpo aziendale a uso diurno				Corpo aziendale a uso diurno				
REC_51	D/10	Sagama	II	Corpo aziendale a uso diurno				Corpo aziendale a uso diurno				
REC_61	D/10	Scano	III	RUM_01	22.5	27.2	28.5	23.5	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_67	D/10	Sindia	III	RUM_02	21.5	38.0	38.1	33.1	n.a.	n.a.	n.a.	OK
REC_82	D/10	Sindia	III	Corpo aziendale a uso diurno				Corpo aziendale a uso diurno				
REC_85	D/10	Sindia	III	Corpo aziendale a uso diurno				Corpo aziendale a uso diurno				
REC_87	D/10	Sindia	III	Corpo aziendale a uso diurno				Corpo aziendale a uso diurno				
REC_91	D/10	Sindia	III	Corpo aziendale a uso diurno				Corpo aziendale a uso diurno				

n.a. = limite differenziale non applicabile perché il livello ambiente interno è minore di 40 dB(A) (art. 4, c. 2, D.P.C.M. 14/11/1997)

12. IMPATTO ACUSTICO DA TRAFFICO INDOTTO

L'esercizio del parco eolico non determinerà traffico indotto, pertanto, i livelli di rumore ad esso associati sono da considerarsi trascurabili.

13. OPERE DI MITIGAZIONE ACUSTICA

Gli esiti delle valutazioni hanno documentato livelli di impatto acustico del parco eolico sostanzialmente conformi ai limiti di legge. Non risulta pertanto necessario alcun specifico intervento di mitigazione.

Si tenga inoltre presente che, al fine di contenere le immissioni sonore verso l'ambiente, tutti gli aerogeneratori saranno equipaggiati di default con pale con bordi seghettati (*serrated trailing edges*). Tale accorgimento permette, mantenendo inalterata la potenza dell'aerogeneratore, di ridurre la rumorosità aerodinamica legata alla rotazione delle pale, con un beneficio di circa -3 dB(A), corrispondente al dimezzamento della potenza sonora.

Qualora a impianto realizzato si riscontrassero problematiche di rumore presso alcuni ricettori, gli aerogeneratori potranno inoltre essere riprogrammati per funzionare a regime ridotto con modalità ottimizzate per il contenimento del rumore (Sound Optimized Modes), denominate SO2÷SO6, che consentono di ridurre l'emissione sonora di ogni singolo aerogeneratore sino a -6 dB(A), ovviamente a discapito di una minore produzione di energia da parte dell'impianto eolico.

Al fine di garantire la massima tutela verso l'ambiente impattato, quando il parco eolico sarà a pieno regime, potrà essere concordata con gli Enti di controllo competenti una campagna di rilievi fonometrici di verifica da condursi in accordo alla Norma UNI/TS 11143-7:2013.

14. VALUTAZIONE DELLO STATO ACUSTICO IN FASE DI CANTIERE

Il cantiere per la realizzazione del parco eolico comporterà inevitabilmente un impatto sulla componente rumore connesso all'impiego di mezzi d'opera intrinsecamente rumorosi.

L'attività del cantiere, che normalmente interesserà il solo periodo diurno su un turno di 8 ore lavorative su cinque giorni alla settimana, può essere così sintetizzata:

- sistemazione della viabilità esistente;
- realizzazione della viabilità di cantiere per accedere ai siti dei nuovi aerogeneratori;
- scavo per le fondazioni degli aerogeneratori;
- realizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori (armature + getti calcestruzzo);

- trasporto e montaggio degli aerogeneratori;
- realizzazione della linea di connessione alla rete elettrica e delle opere connesse;
- sistemazione dei piazzali esterni.

Dal punto di vista dell'impatto acustico, le lavorazioni più significative sono rappresentate dalla realizzazione della nuova viabilità di cantiere e dallo scavo delle fondazioni degli aerogeneratori. In occasione di tali attività si prevede infatti l'utilizzo di escavatori idraulici con benna e/o martellone, pale meccaniche, rulli compattatori e autocarri, che rappresentano le sorgenti sonore più rumorose sia in termini di livello di potenza sonora sia per durata delle lavorazioni.

Le attività di trasporto degli aerogeneratori sulla viabilità esistente, essendo condotte a velocità moderate, incideranno minimamente sul clima acustico dei territori interessati. Il montaggio degli aerogeneratori, trattandosi di elementi metallici prefabbricati assemblati in opera mediante autogrù, sarà caratterizzato di livelli sonori inferiori alle attività di scavo e movimentazione terra.

Le lavorazioni per la realizzazione della linea di connessione alla rete elettrica, come anche le attività per la sistemazione dei piazzali, comportando scavi a sezione ridotta poco profondi e limitata movimentazione delle terre, saranno associate a livelli di rumorosità minori.

La rumorosità delle attività di cantiere sarà strettamente connessa alle tipologie di macchinari che verranno impiegati e alle scelte operative dell'Impresa Appaltatrice che realizzerà l'opera. Pertanto, una valutazione dettagliata degli impatti potrà essere effettuata solo in presenza del progetto esecutivo della cantieristica. In ogni caso, ai fini di una valutazione qualitativa dell'impatto acustico del cantiere relativo alla presente fase progettuale, sono comunque state effettuate alcune ipotesi di emissione sonora dei macchinari, formulate in base a esperienze pregresse su cantieri similari, assumendo livelli di potenza sonora conformi alla Direttiva 2000/14/CE "Emissione acustica ambientale delle attrezzature destinate a funzionare all'aperto", recepita con il D.Lgs. n° 262 del 14/05/2002 e s.m.i.

Sono state considerate le due fasi di cantiere più significative dal punto di vista acustico:

- realizzazione della viabilità di cantiere con adeguamento della viabilità esistente;
- scavo delle fondazioni degli aerogeneratori.

Per ciascuna fase sono stati ipotizzati i principali mezzi d'opera di cui nelle **Tabelle 14 e 15** si riportano i livelli di potenza sonora ponderati A (L_{WA}), le fonti di riferimento, i coefficienti di operatività, il calcolo del corrispondente livello medio di potenza sonora della lavorazione.

Relativamente alla fase di realizzazione della viabilità di cantiere si è inoltre considerato un flusso orario di mezzi pesanti sulla viabilità esistente di 8 autocarri/ora, che rappresenta la situazione più sfavorevole che potrà presentarsi nella fase di massima operatività del cantiere. Tale

emissione è stata caratterizzata come una sorgente sonora lineare dalla potenza di 75 dB(A)/m, valore ricavato dal database del software previsionale SOUNDPLAN.

Tabella 14 - Principali mezzi d'opera assunti per realizzazione della viabilità di cantiere + adeguamenti

Macchina	N°	L _{WA} [dBA]	Riferimento	Operatività
Escavatore cingolato con benna	1	106	CAT 352	50%
Pala meccanica cingolata	1	108	CAT 963K	50%
Autocarro	1	102	MERCEDES/IVECO	100%
Rullo compattatore	1	107	DYNAPAC CA302D	25%
Valore medio lavorazione (L_{WA,Med})		109		

Tabella 15 - Principali mezzi d'opera assunti per lo scavo delle fondazioni degli aerogeneratori

Macchina	N°	L _{WA} [dBA]	Riferimento	Operatività
Escavatore con benna cingolato	1	106	CAT 352	100%
Escavatore con martellone cingolato	1	121	CAT H45S	50%
Pala meccanica cingolata	1	108	CAT 963K	50%
Autocarro	1	102	MERCEDES/IVECO	100%
Valore medio lavorazione (L_{WA,Med})		119		

La previsione dell'impatto acustico del cantiere verso l'ambiente circostante è stata ottenuta tramite il software SOUNDPLAN, utilizzando il DGM del modello già realizzato per la valutazione dell'impatto del parco eolico in fase di esercizio, aggiornandolo e ritarandolo in funzione dei livelli di potenza sonora delle attività di cantiere sopra descritte.

Sono state eseguite n. 2 distinte simulazioni, una per ogni fase esaminata.

Nella simulazione per la valutazione dell'impatto associato alla realizzazione della viabilità di cantiere con eventuale adeguamento della viabilità esistente si è considerata un'area di lavoro caratterizzata da un livello medio di potenza $L_{WA} = 109$ dB(A) (cfr. **Tabella 14**), collocata nel punto della viabilità più vicino a ogni ricettore di verifica (cfr. **Tabella 5**), in modo da calcolare l'immissione acustica nelle condizioni più sfavorevoli. In aggiunta, si è considerato il contributo acustico del traffico bidirezionale degli autocarri ($L_{WA} = 75$ dB(A)/m) lungo la viabilità di cantiere e la viabilità esistente.

Nella simulazione per la valutazione dell'impatto acustico relativo allo scavo delle fondazioni degli aerogeneratori, si è considerata un'area di lavoro con livello medio di potenza $L_{WA} = 119$ dB(A) (cfr. **Tabella 15**), collocata in corrispondenza di ogni aerogeneratore.

Nella **Figure 17 e 18** si riportano le mappe di rumore SOUNDPLAN dell'emissione sonora del cantiere nelle due fasi suddette, calcolate alla quota +1.5 m dal p.c.

Nelle **Tabelle 16 e 17** si riportano i risultati dei calcoli dei livelli puntuali di emissione e immissione sonora in ambiente esterno previsti presso i principali ricettori con le relative verifiche del limite massimo di immissione sonora di 70 dB(A) $L_{Aeq, TM}$ ($TM \geq 30'$) normalmente prescritto per l'autorizzazione in deroga ai limiti dei cantieri da parte del Comune interessato, ai sensi dell'art. 6 c. 1 lettera h) della L. 447/1995 e della Parte V della D.G.R. Sardegna n. 62/9 del 14/11/2008. Si rammenta che la richiesta di autorizzazione sarà onere dell'Impresa Appaltatrice dei lavori, secondo le modalità prescritte dal vigente Regolamento Comunale di pertinenza.

Dall'esame delle tabelle suddette si evince che per entrambe le fasi di cantiere esaminate, che si ricorda essere le più sfavorevoli per quando riguarda l'impatto acustico, si prevede il rispetto dei limiti di immissione sonora per le attività temporanee di cantiere.

In ogni caso, per contenere l'impatto acustico del cantiere, l'Impresa Appaltatrice dovrà adottare macchinari efficienti e di cui sia possibile certificare i livelli di emissione acustica (come previsto dalla Direttiva 2000/14/CE recepita con il D.Lgs. n° 262 del 14/05/02 e s.m.i.), limitandone la contemporaneità nelle fasi più rumorose e definendo un piano / layout di cantiere che tenga conto anche della necessità di limitare il rumore verso i ricettori sensibili.

Le attività di cantiere dovranno inoltre rispettare gli orari e le eventuali prescrizioni stabilite dal Comune nell'autorizzazione in deroga ai limiti ai sensi dell'art. 6 c. 1 lettera h) della L. 447/1995.

Figura 17 - Mappa di rumore in fase di cantiere - Scenario 1: realizzazione viabilità di cantiere e adeguamenti

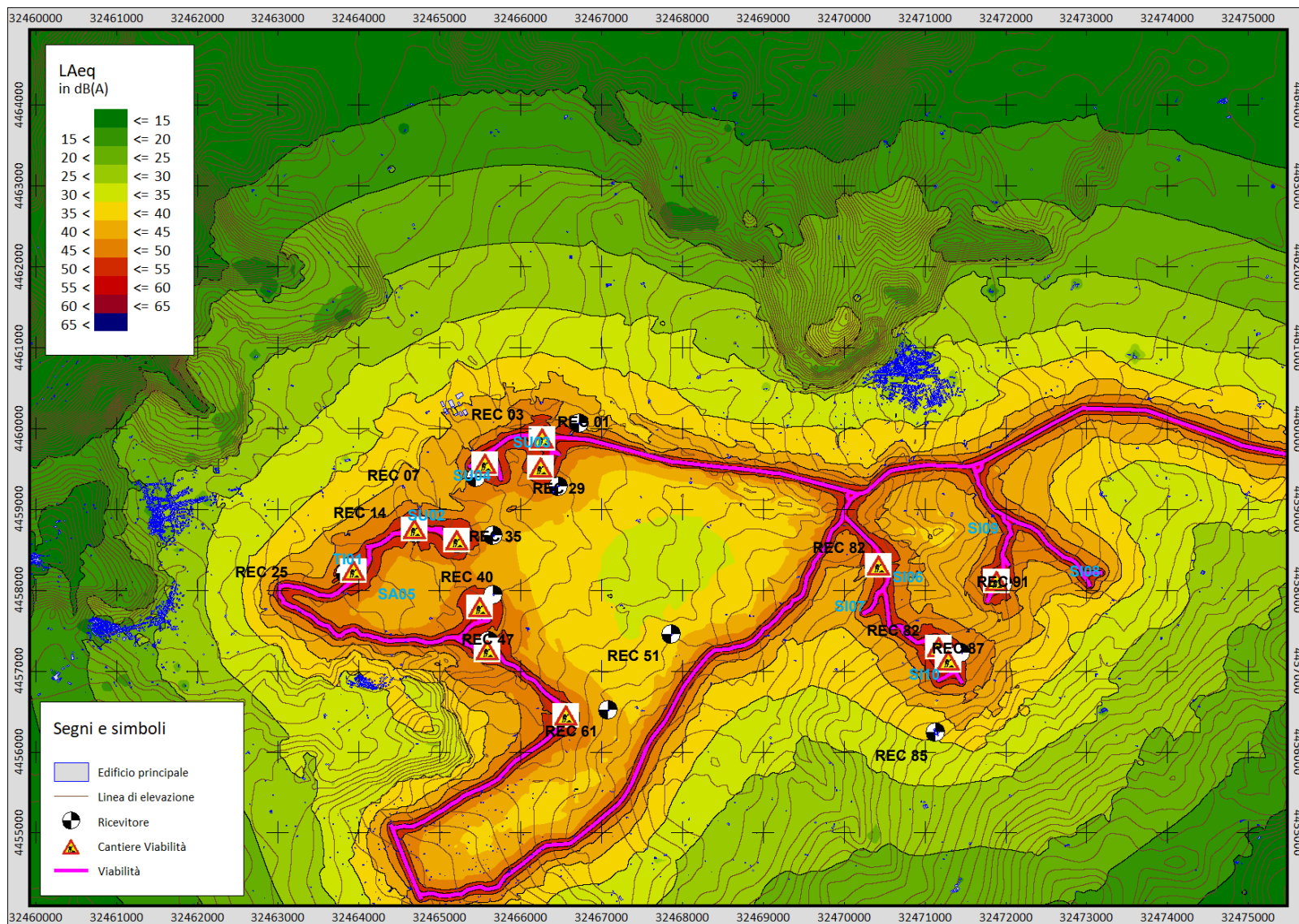


Figura 18 - Mappa di rumore in fase di cantiere - Scenario 2: scavo delle fondazioni degli aerogeneratori

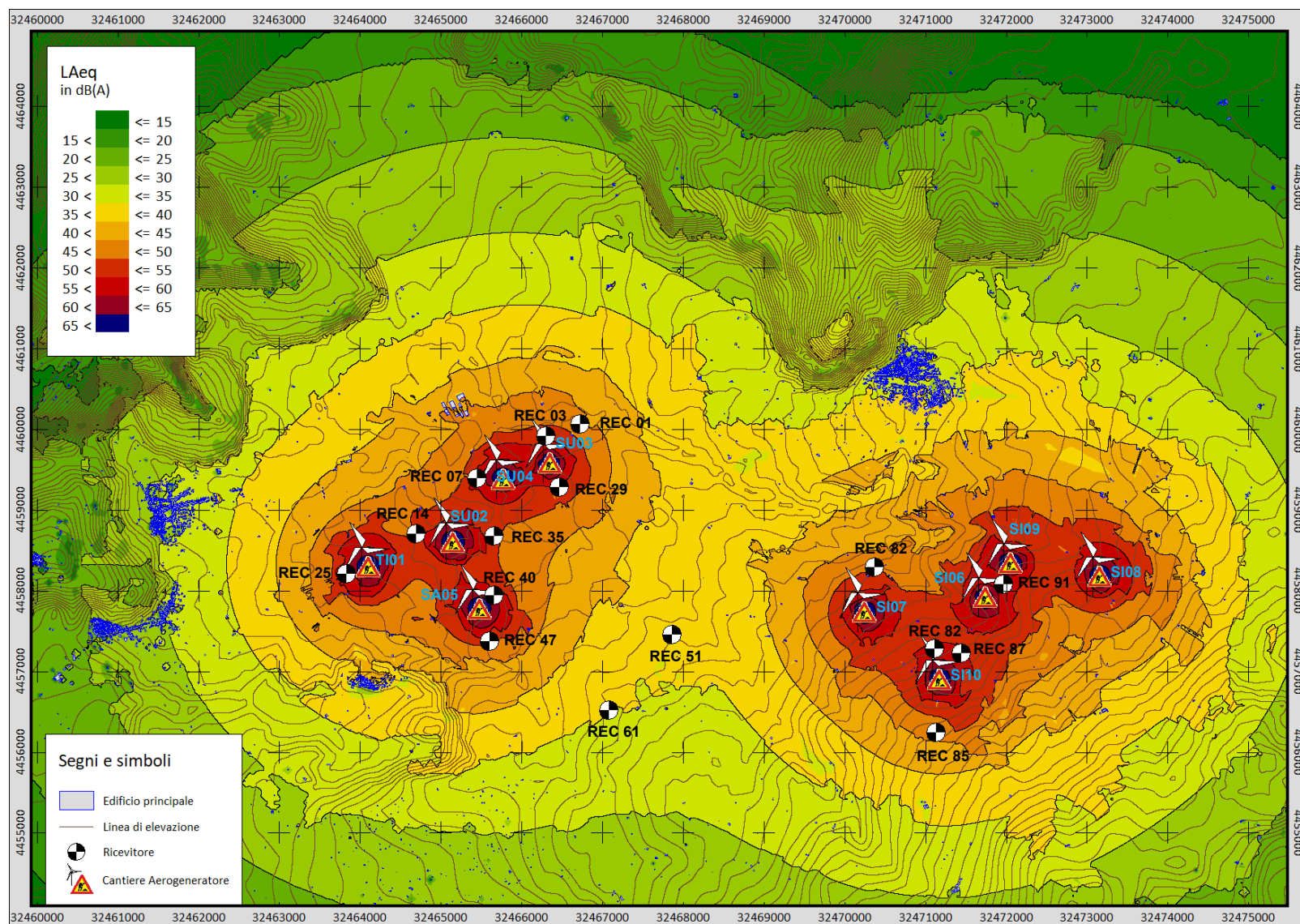


Tabella 16 - Verifica dei livelli di IMMISSIONE del Cantiere
SCENARIO 1: realizzazione viabilità di cantiere e adeguamenti

RICETTORE				CANTIERE	IMMISSIONE				
ID	Uso (castasto)	Comune	Classe DPCM	EMI [dBA]	Rif. PM	RES (L _{A50,TM}) [dBA]	IMM [dBA]	LIM [dBA]	VERIFICA
REC_01	D/10	Suni	III	45.0	RUM_03	37.5	45.7	70	OK
REC_03	A/4-C/2	Suni	III	65.3	RUM_03	37.5	65.3	70	OK
REC_07	D/10	Suni	III	50.5	RUM_03	37.5	50.7	70	OK
REC_14	D/10	Tinnura	I	64.4	RUM_01	40.0	64.4	70	OK
REC_25	A/3	Tinnura	I	57.7	RUM_01	40.0	57.8	70	OK
REC_29	A/3	Suni	III	47.0	RUM_03	37.5	47.5	70	OK
REC_35	D/10	Suni	III	42.8	RUM_03	37.5	43.9	70	OK
REC_40	D/10	Sagama	II	50.8	RUM_01	40.0	51.1	70	OK
REC_47	D/10	Sagama	II	56.7	RUM_01	40.0	56.8	70	OK
REC_51	D/10	Sagama	II	37.4	RUM_01	40.0	41.9	70	OK
REC_61	D/10	Scano	III	42.0	RUM_01	40.0	44.1	70	OK
REC_67	D/10	Sindia	III	62.8	RUM_02	38.5	62.8	70	OK
REC_82	D/10	Sindia	III	63.9	RUM_02	38.5	63.9	70	OK
REC_85	D/10	Sindia	III	36.6	RUM_02	38.5	40.7	70	OK
REC_87	D/10	Sindia	III	51.8	RUM_02	38.5	52.0	70	OK
REC_91	D/10	Sindia	III	59.5	RUM_02	38.5	59.5	70	OK

LIM = Limite per l'autorizzazione in deroga dei cantieri ai sensi dell'art. 6 c. 1 lett. h) della L. 447/1995 e della Parte V della D.G.R. Sardegna n. 62/9 del 14/11/2008. Non si applica il limite differenziale.

Tabella 17 - Verifica dei livelli di IMMISSIONE del Cantiere
SCENARIO 2: scavo delle fondazioni degli aerogeneratori

RICETTORE				CANTIERE	IMMISSIONE				
ID	Uso (castasto)	Comune	Classe DPCM	EMI [dBA]	Rif. PM	RES [dBA]	IMM [dBA]	LIM [dBA]	VERIFICA
REC_01	D/10	Suni	III	47.4	RUM_03	37.5	47.8	70	OK
REC_03	A/4-C/2	Suni	III	53.5	RUM_03	37.5	53.6	70	OK
REC_07	D/10	Suni	III	57.8	RUM_03	37.5	57.8	70	OK
REC_14	D/10	Tinnura	I	51.6	RUM_01	40.0	51.9	70	OK
REC_25	A/3	Tinnura	I	58.8	RUM_01	40.0	58.9	70	OK
REC_29	A/3	Suni	III	54.9	RUM_03	37.5	55.0	70	OK
REC_35	D/10	Suni	III	51.0	RUM_03	37.5	51.2	70	OK
REC_40	D/10	Sagama	II	59.1	RUM_01	40.0	59.2	70	OK
REC_47	D/10	Sagama	II	50.8	RUM_01	40.0	51.1	70	OK
REC_51	D/10	Sagama	II	37.0	RUM_01	40.0	41.8	70	OK
REC_61	D/10	Scano	III	35.5	RUM_01	40.0	41.3	70	OK
REC_67	D/10	Sindia	III	49.0	RUM_02	38.5	49.4	70	OK
REC_82	D/10	Sindia	III	56.6	RUM_02	38.5	56.7	70	OK
REC_85	D/10	Sindia	III	46.7	RUM_02	38.5	47.3	70	OK
REC_87	D/10	Sindia	III	55.9	RUM_02	38.5	56.0	70	OK
REC_91	D/10	Sindia	III	57.7	RUM_02	38.5	57.8	70	OK

LIM = Limite per l'autorizzazione in deroga dei cantieri ai sensi dell'art. 6 c. 1 lett. h) della L. 447/1995 e della Parte V della D.G.R. Sardegna n. 62/9 del 14/11/2008. Non si applica il limite differenziale.

15. PIANO DI MONITORAGGIO ACUSTICO

In accordo con quanto previsto dalla Parte IV del documento tecnico "Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale", allegato alla D.G.R. Sardegna n. 62/9 del 14/11/2008, è facoltà dell'Ente che rilascia il provvedimento autorizzativo richiedere l'esecuzione di controlli strumentali finalizzati a verificare la conformità dei livelli sonori ai limiti di legge, che saranno da effettuarsi a cura del Proponente in fase di esercizio dell'opera.

A tale scopo, sarà concordato con gli Enti preposti un Piano di Monitoraggio Acustico che interesserà i principali ricettori a uso abitativo continuativo, finalizzato a verificare il rumore ambientale e il rispetto dei limiti di legge nelle condizioni operative del parco eolico. Tale Piano sarà predisposto in accordo alle tecniche di misura e valutazione del rumore di cui al D.M. Ambiente del 16/03/1998 e alla specifica Norma UNI/TS 11143-7:2013 sul rumore eolico.

La relazione tecnica contenente i risultati dei rilevamenti di verifica sarà inviata al competente dipartimento dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente per le valutazioni di merito.

16. TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA

Il presente documento è stato redatto dall'ing. Davide Papi, direttore tecnico della PAPI STP S.r.l., iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino con Matricola n° 6889Z, registrato nell'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica (ENTECA) con Matricola n° 4820, Socio Acustico AssoAcustici n. 481, Tecnico Esperto in Acustica, Suono e Vibrazioni CICPnD/ACCREDIA Livello 1 e 2 (Certificati n° 374/375 del 09/10/2020).

Nell'**ALLEGATO 5** si riportano gli attestati di qualificazione del tecnico acustico.

In fede

PAPI STP S.r.l.

Ing. Davide PAPI

Tecnico Acustico ENTECA n° 4820

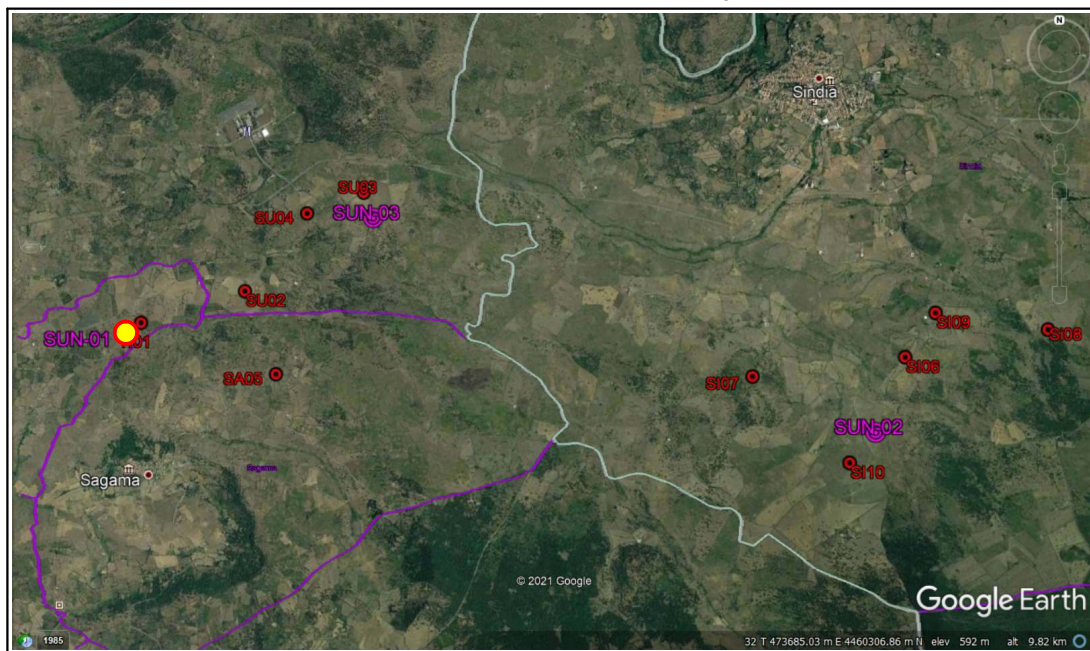


ALLEGATO 1

Schede di misura postazione RUM-01

Postazione SUN_RUM-01

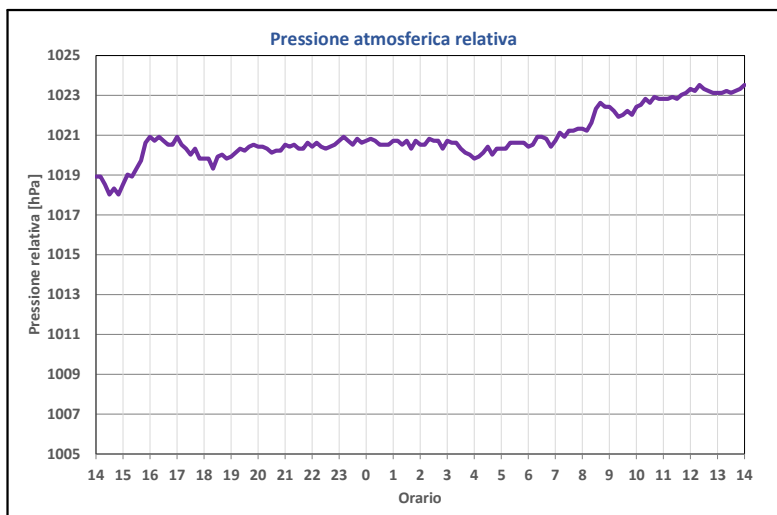
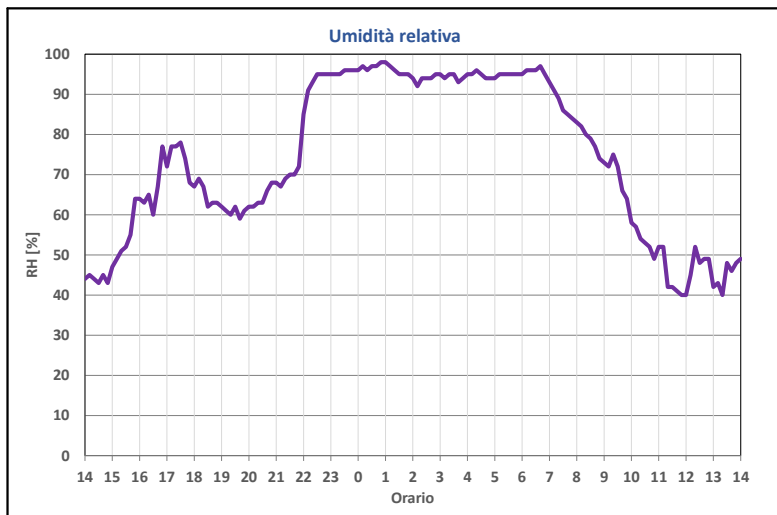
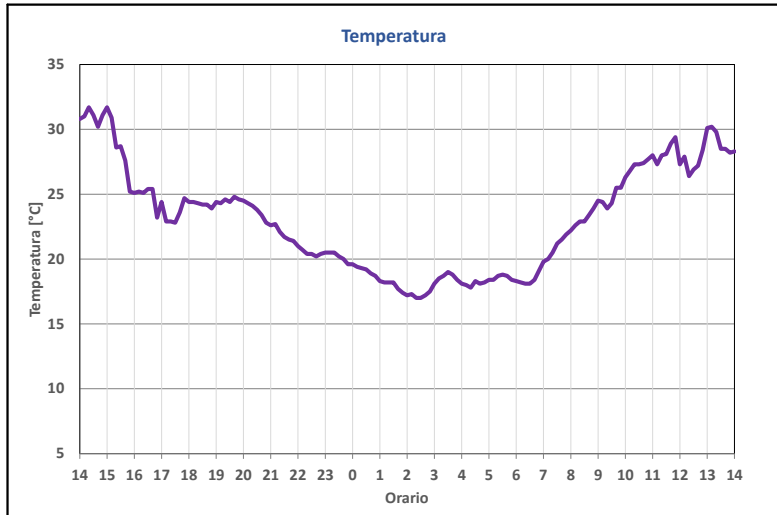
Indicazione del punto di misura fonometrica su fotografia satellitare



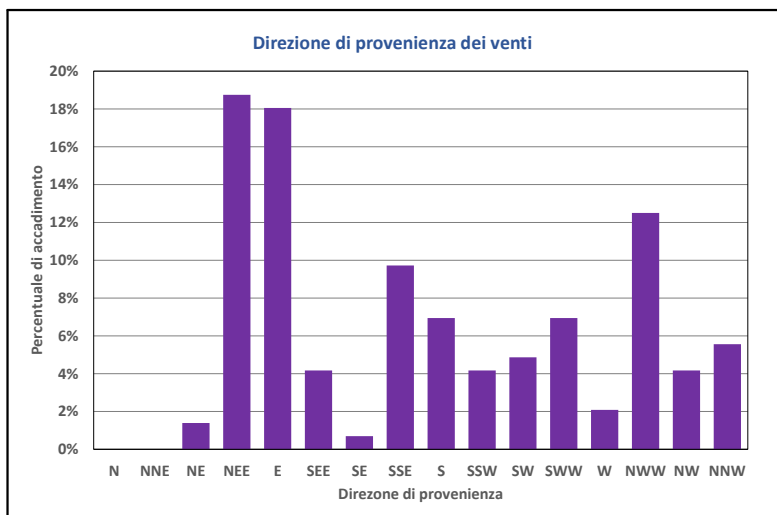
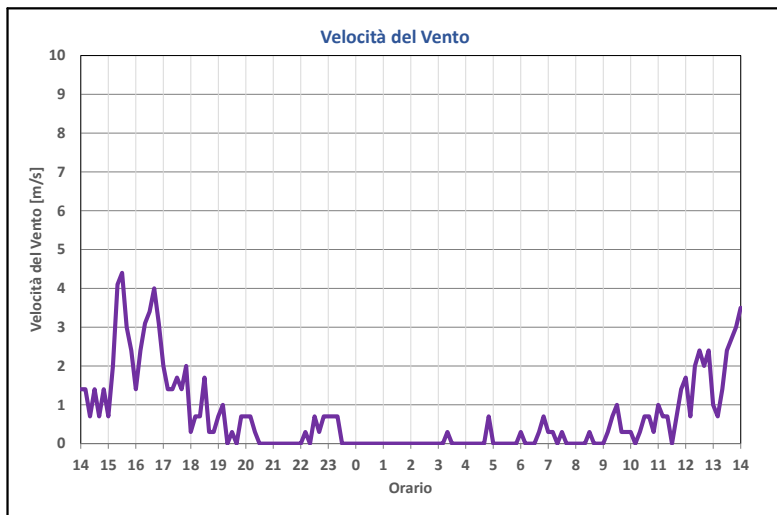
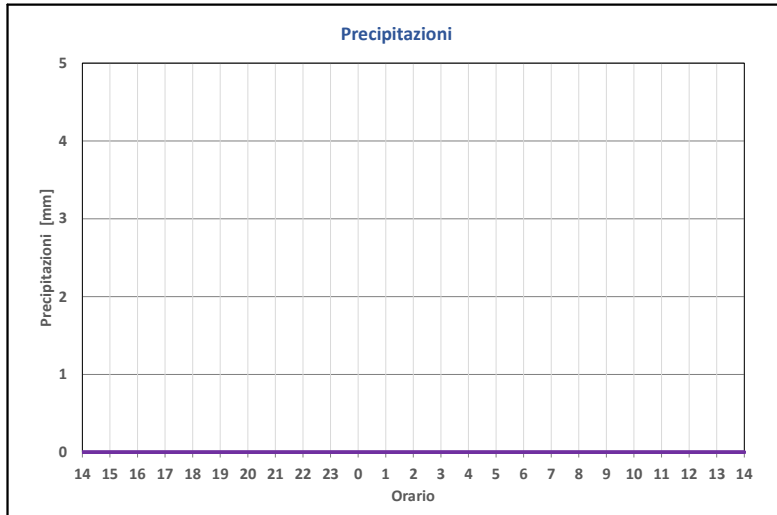
Fotografia delle postazioni di misura fonometrica e meteorologica



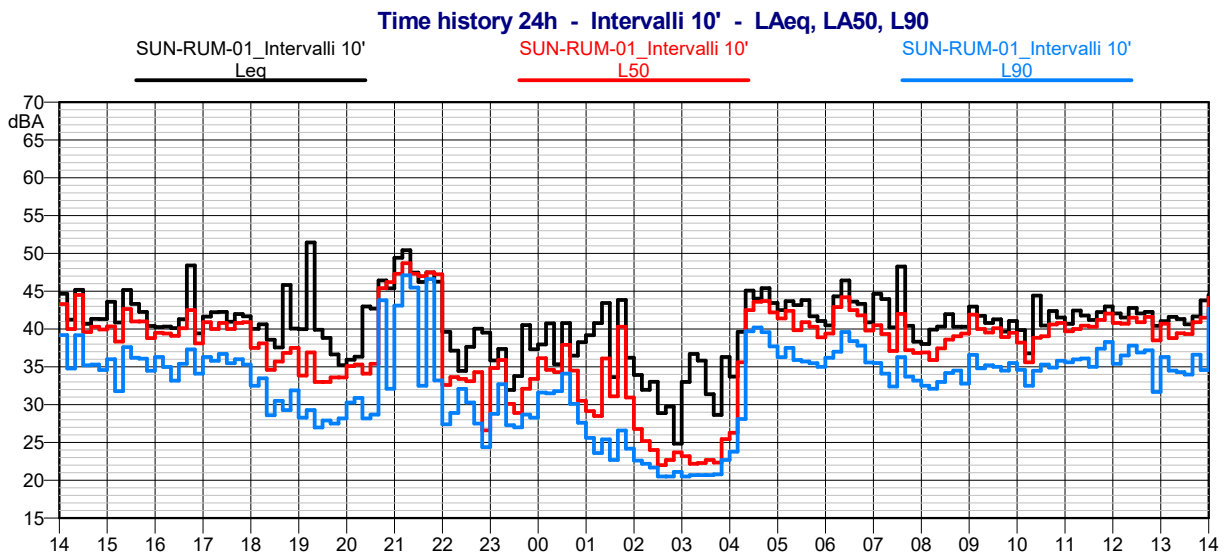
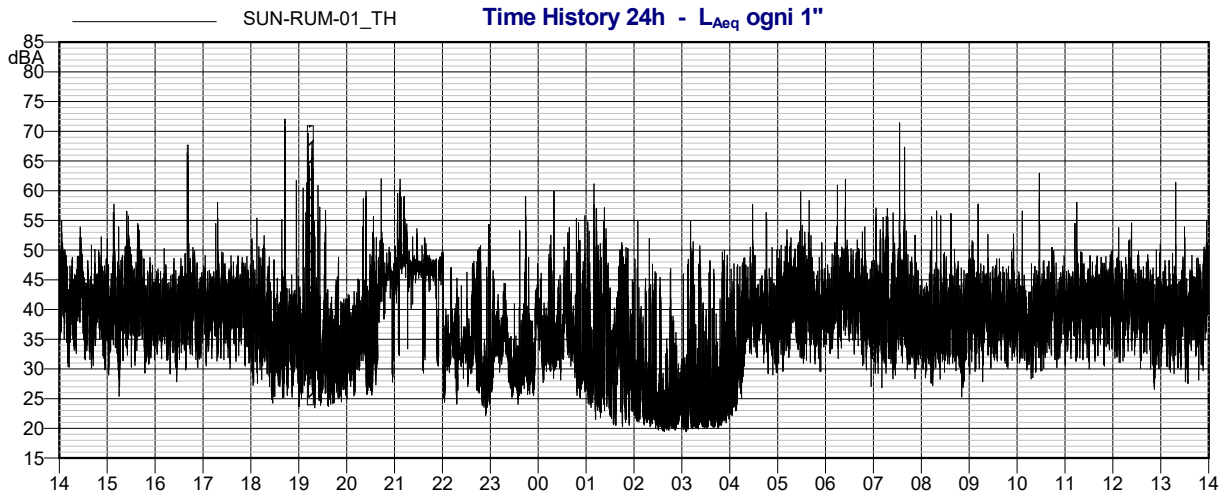
Postazione SUN_RUM-01



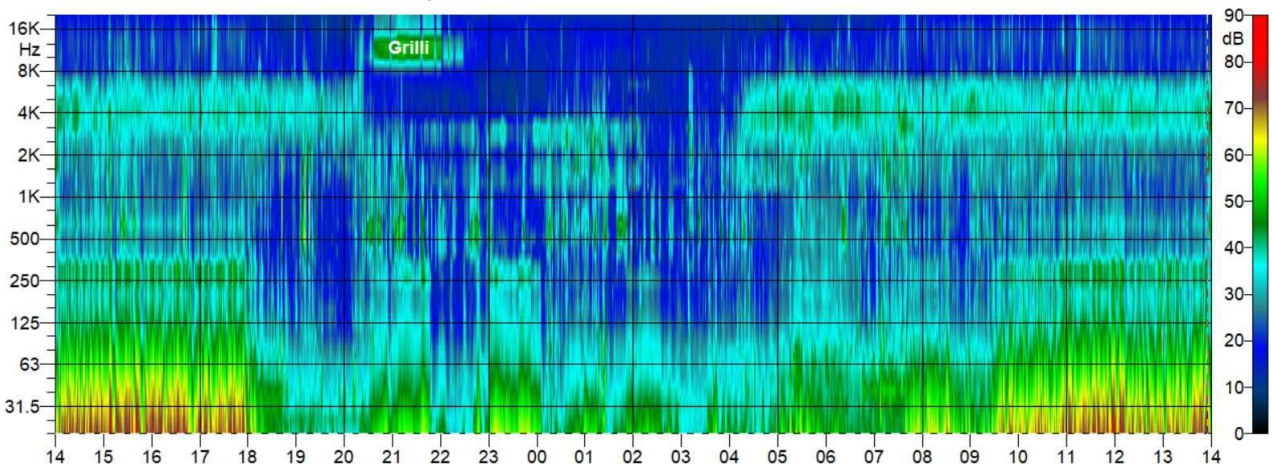
Postazione SUN_RUM-01



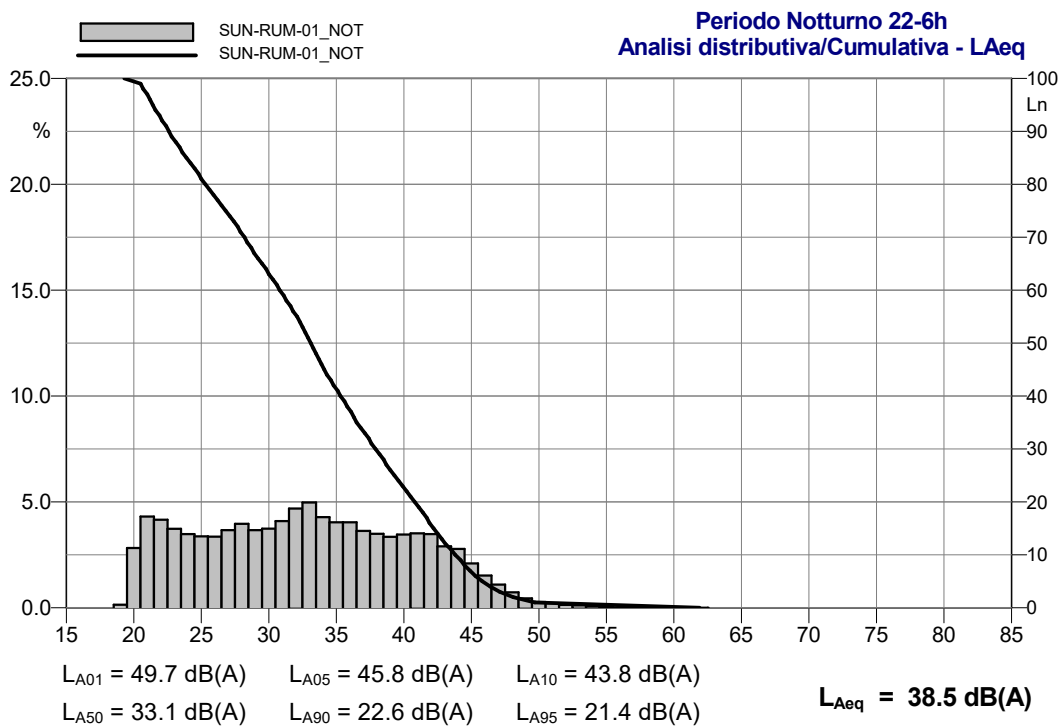
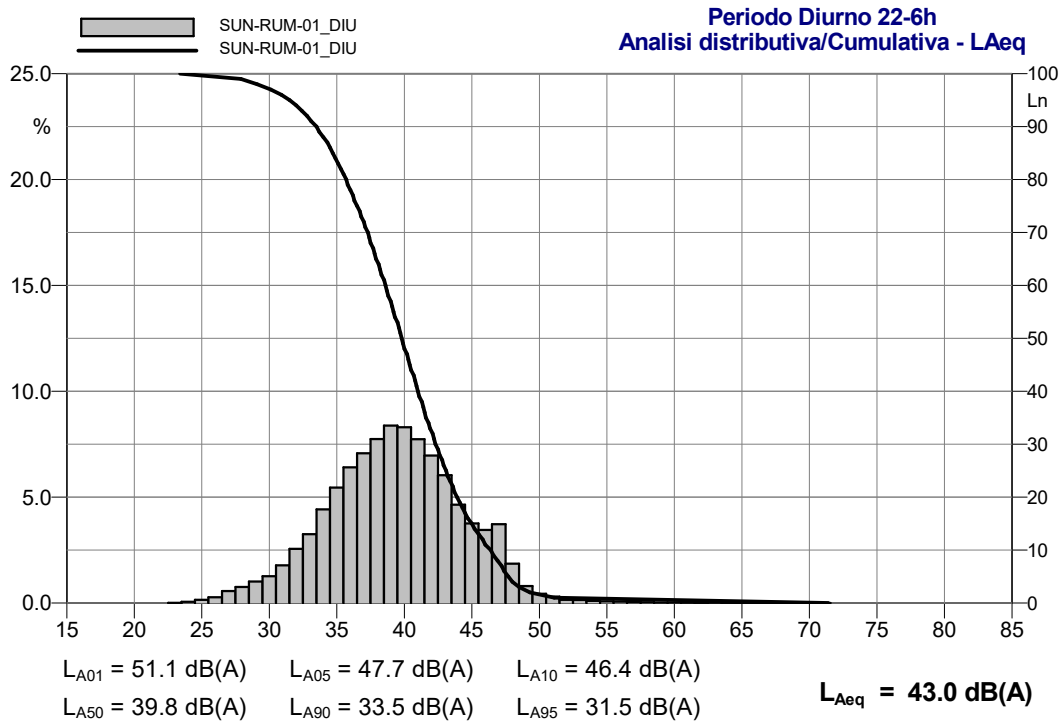
Postazione SUN_RUM-01



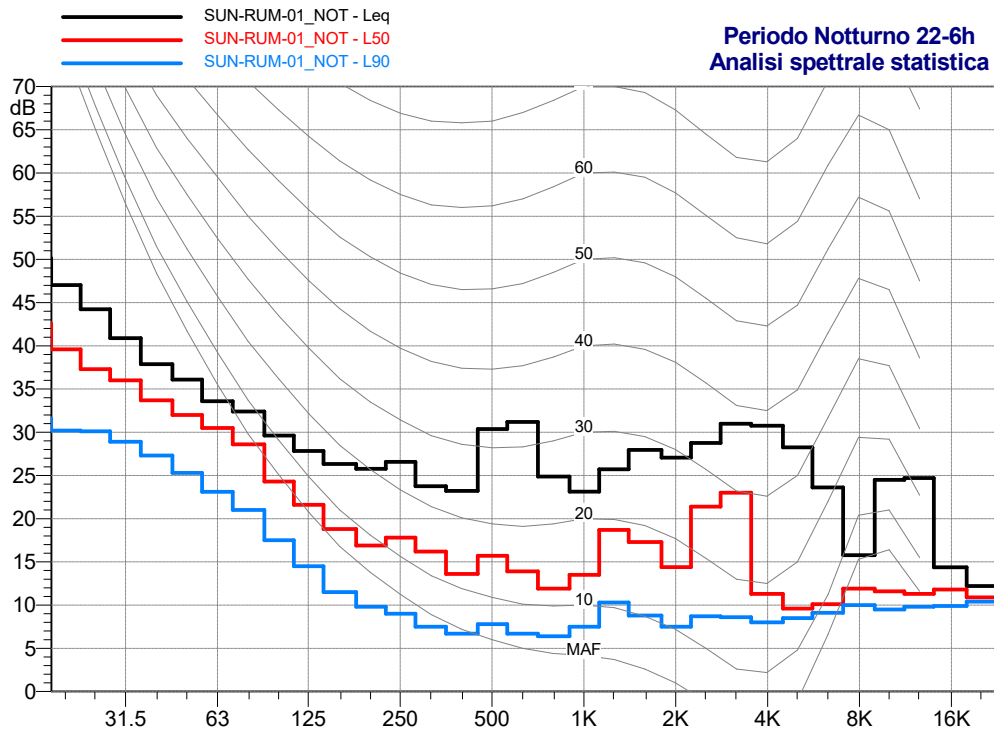
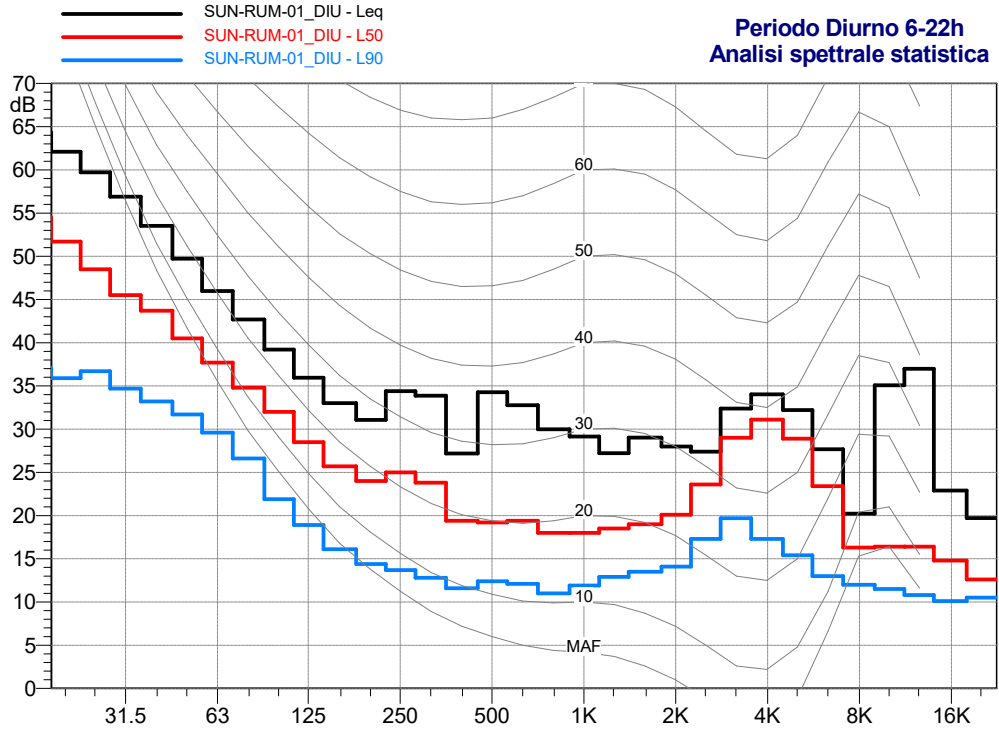
Spettrogramma 24h nel dominio di frequenza 20-20.000 Hz



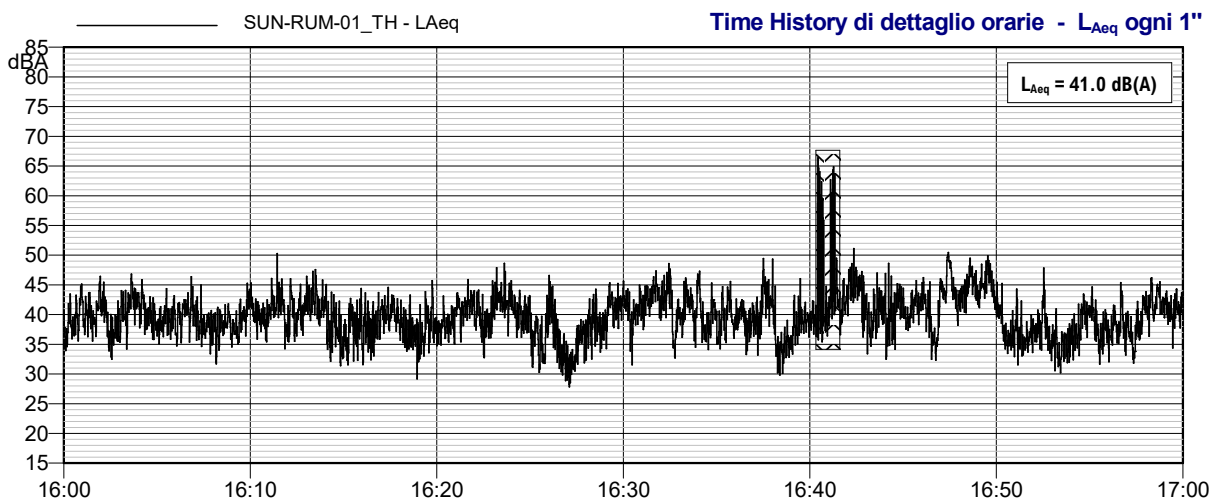
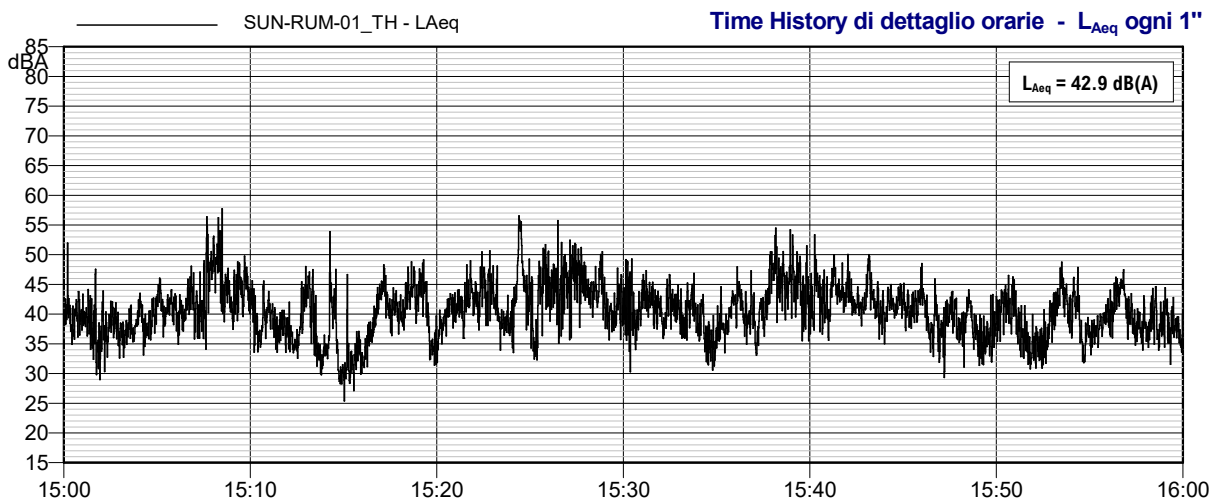
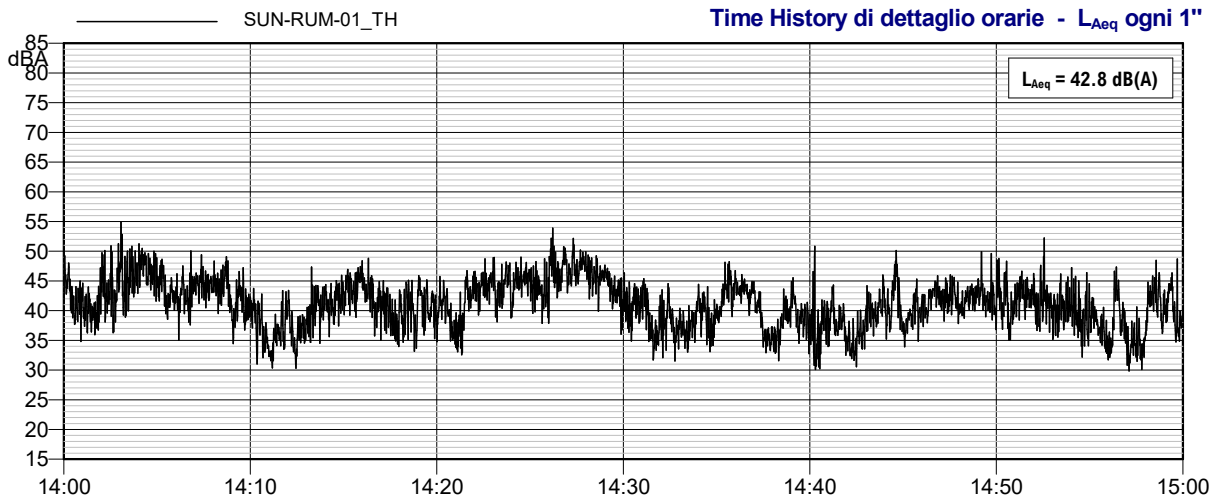
Postazione SUN_RUM-01



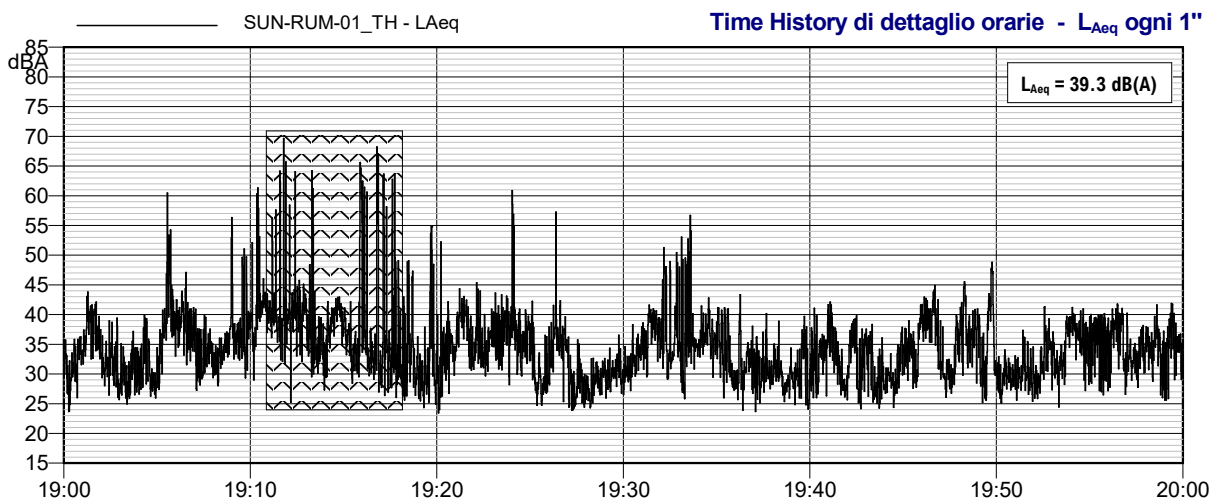
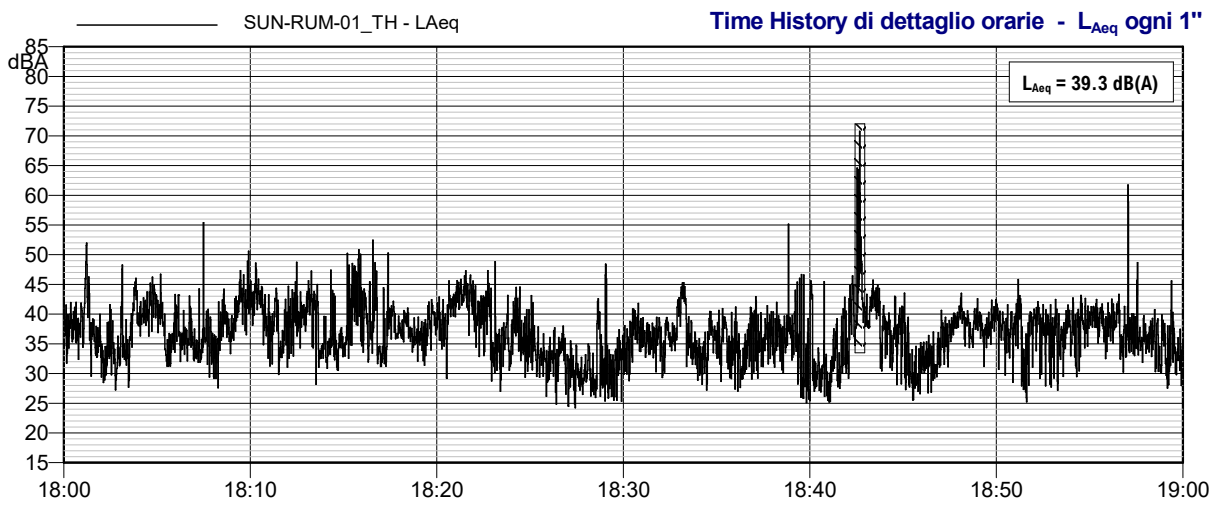
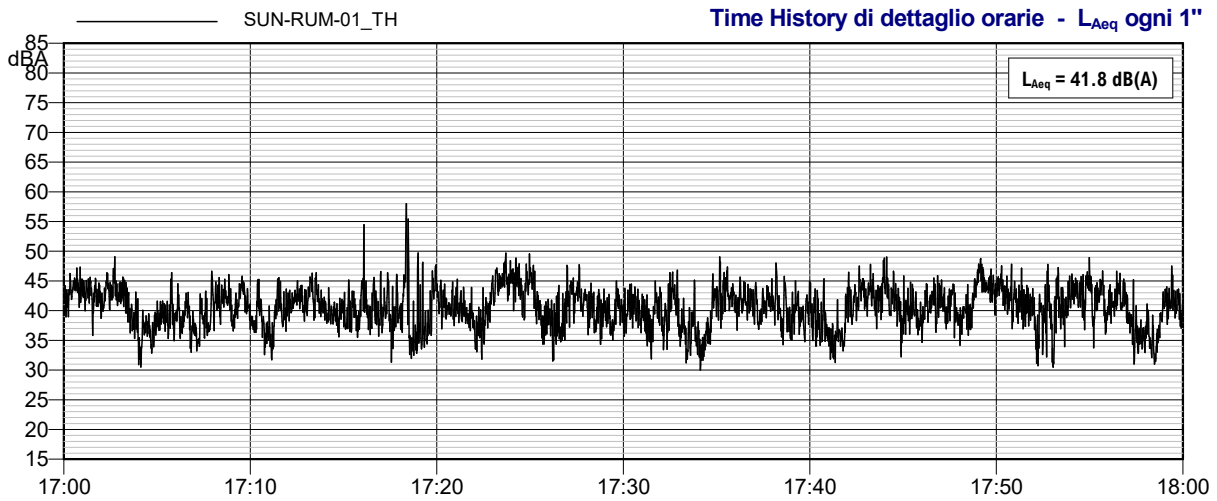
Postazione SUN_RUM-01



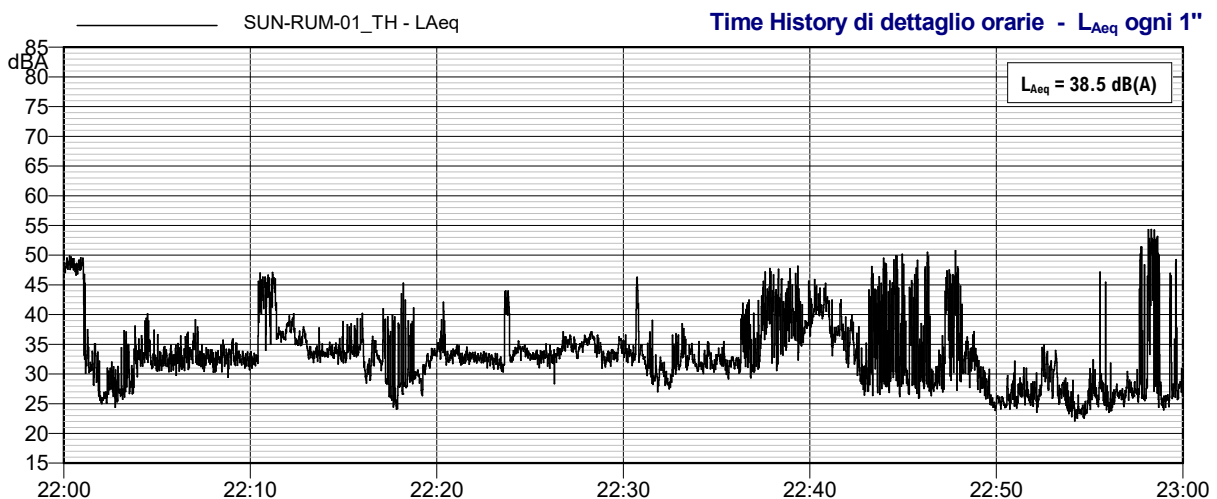
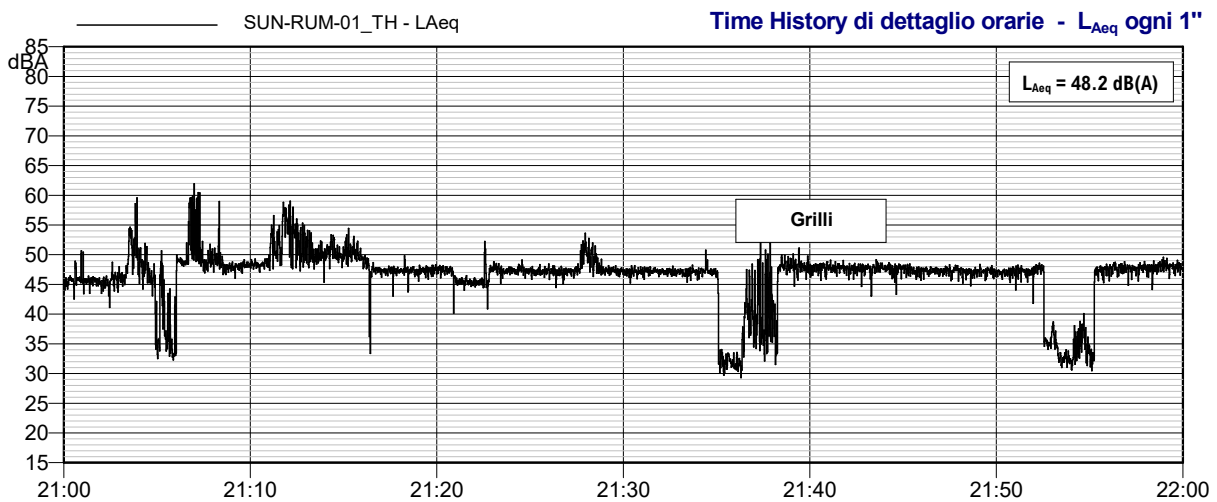
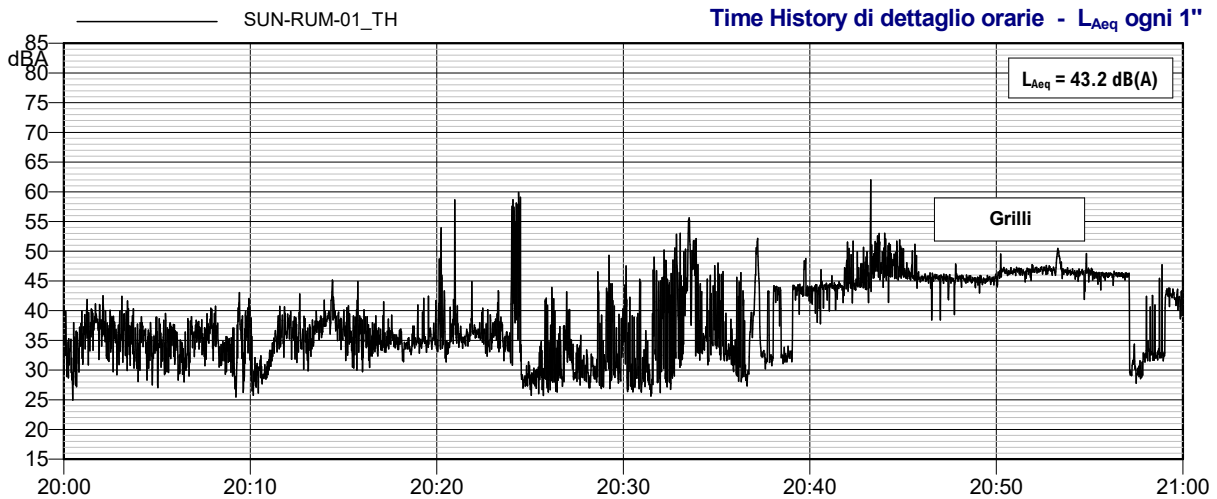
Postazione SUN_RUM-01



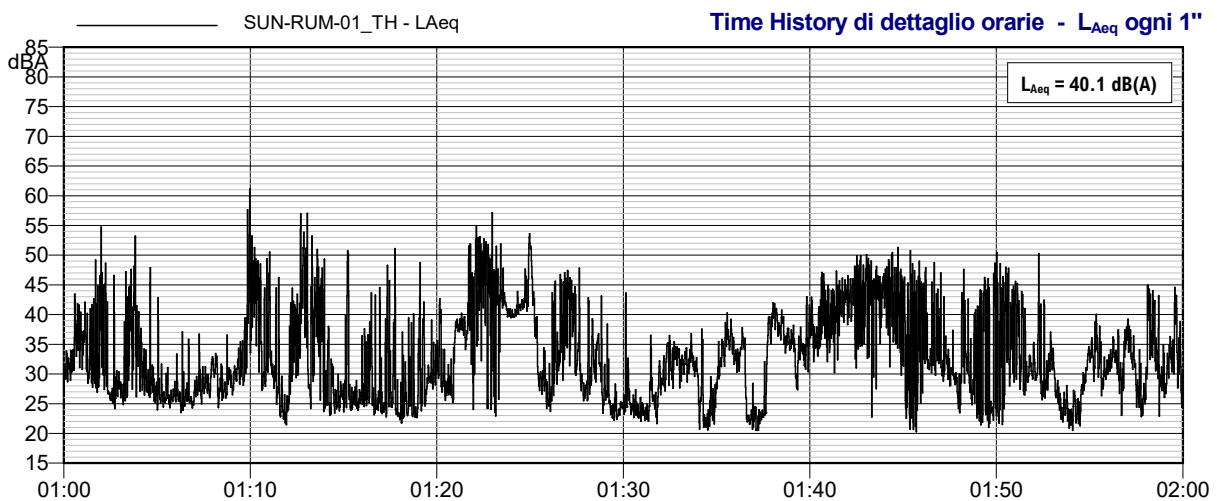
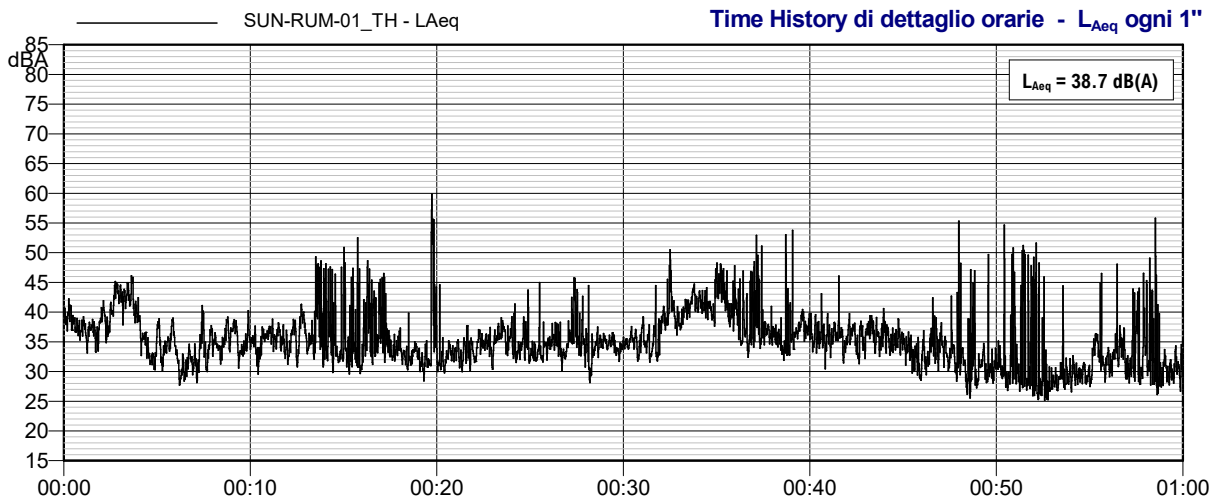
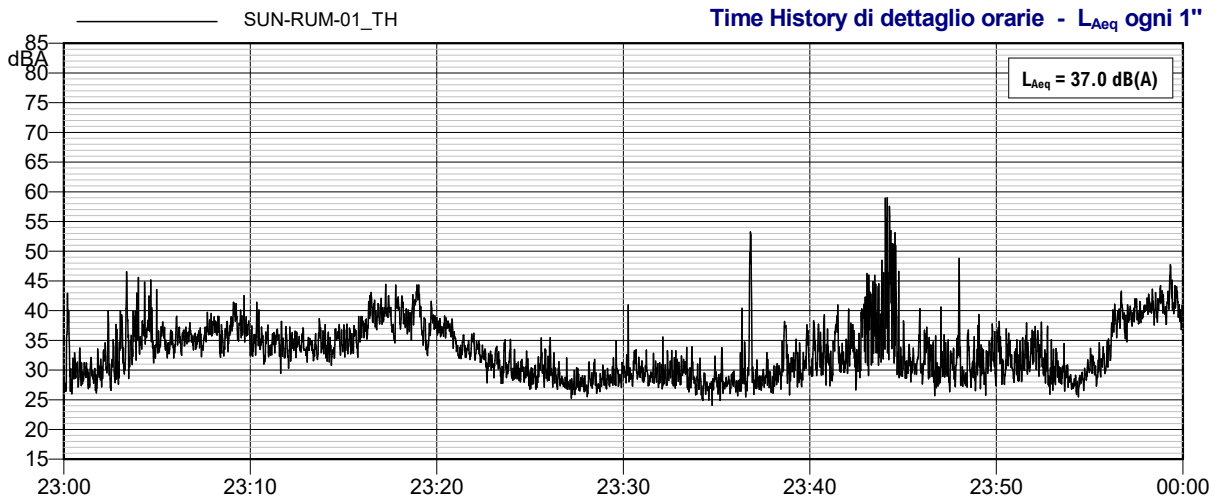
Postazione SUN_RUM-01



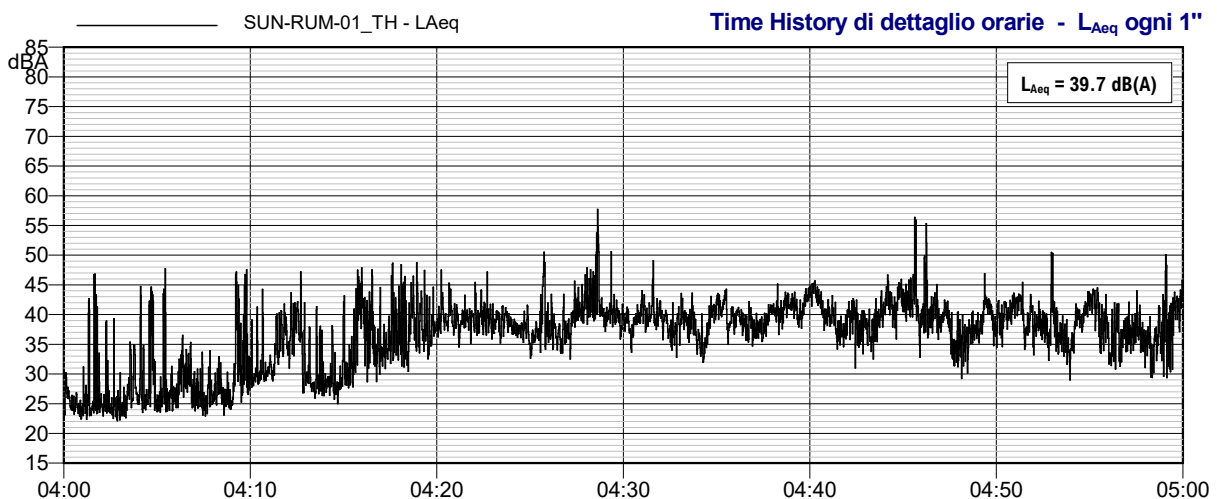
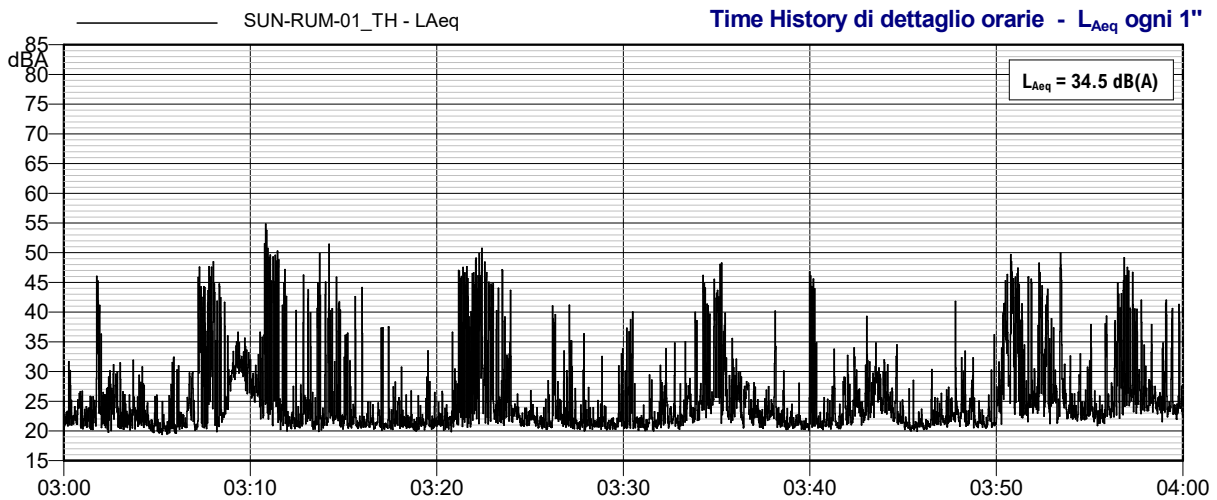
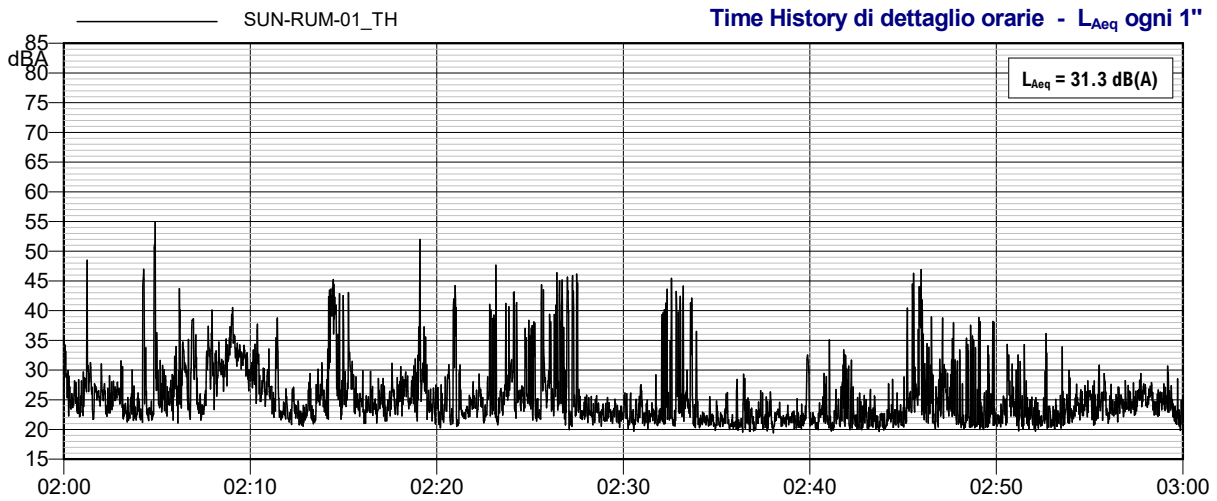
Postazione SUN_RUM-01



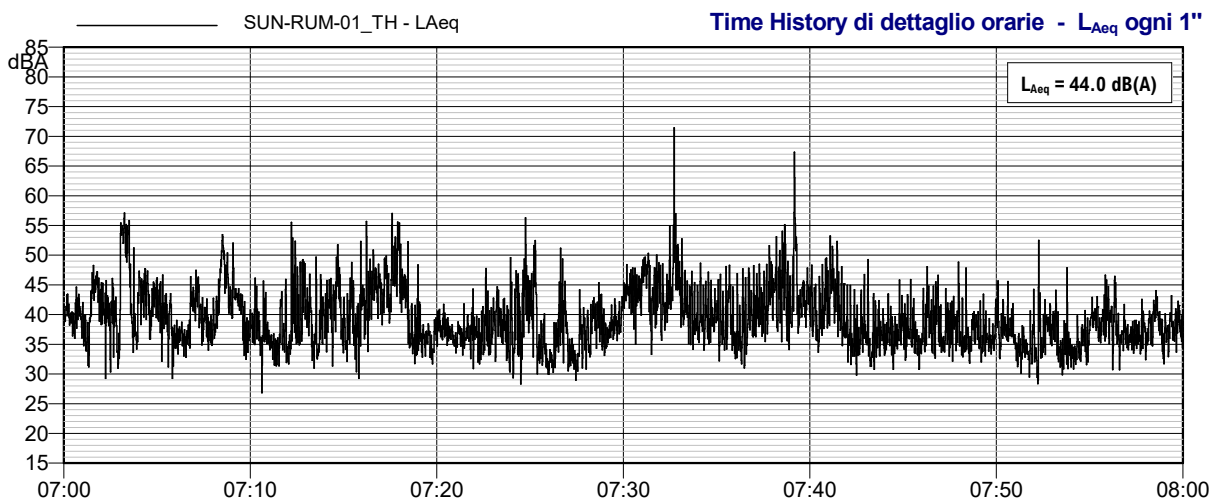
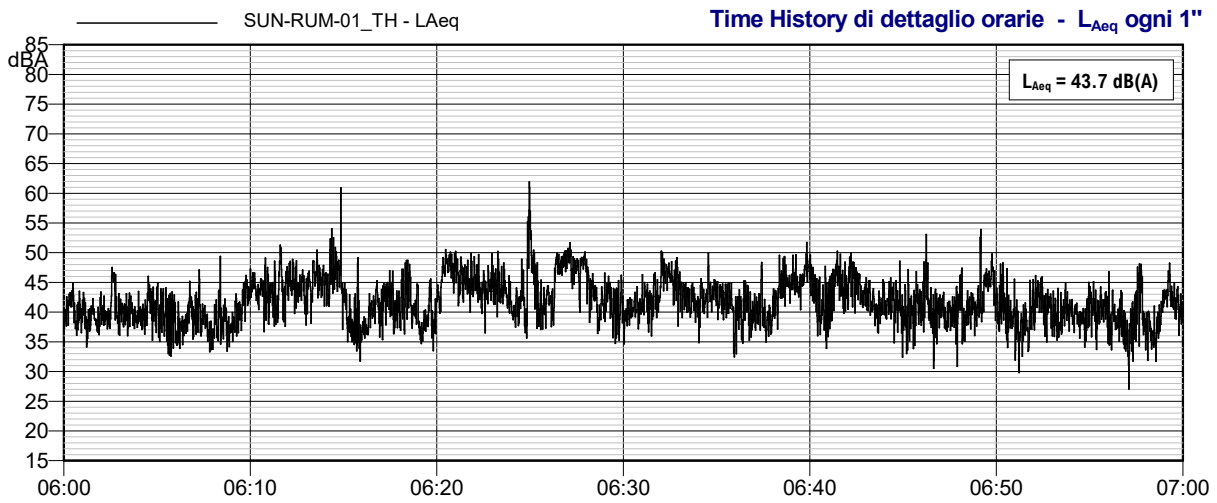
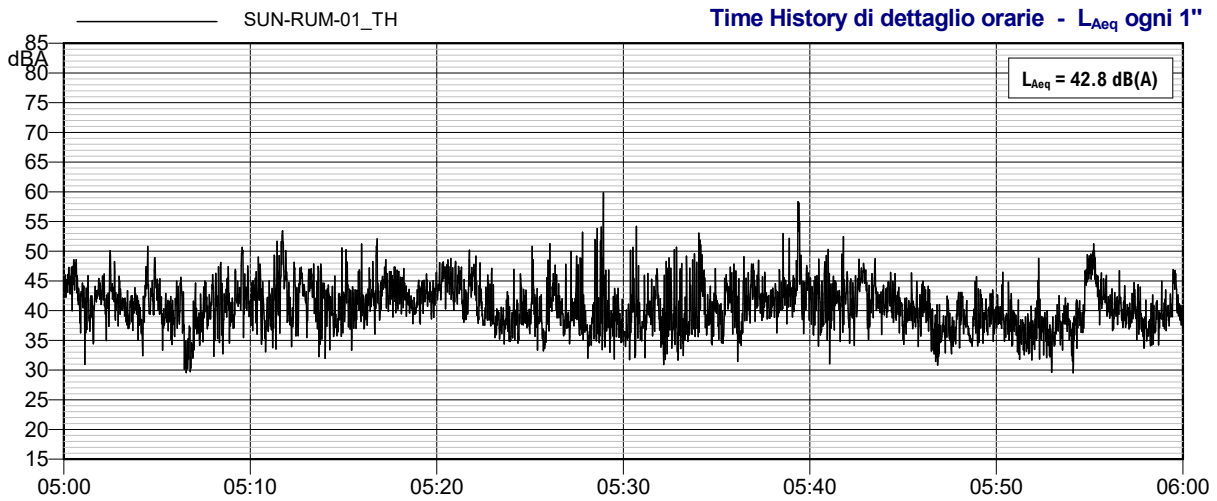
Postazione SUN_RUM-01



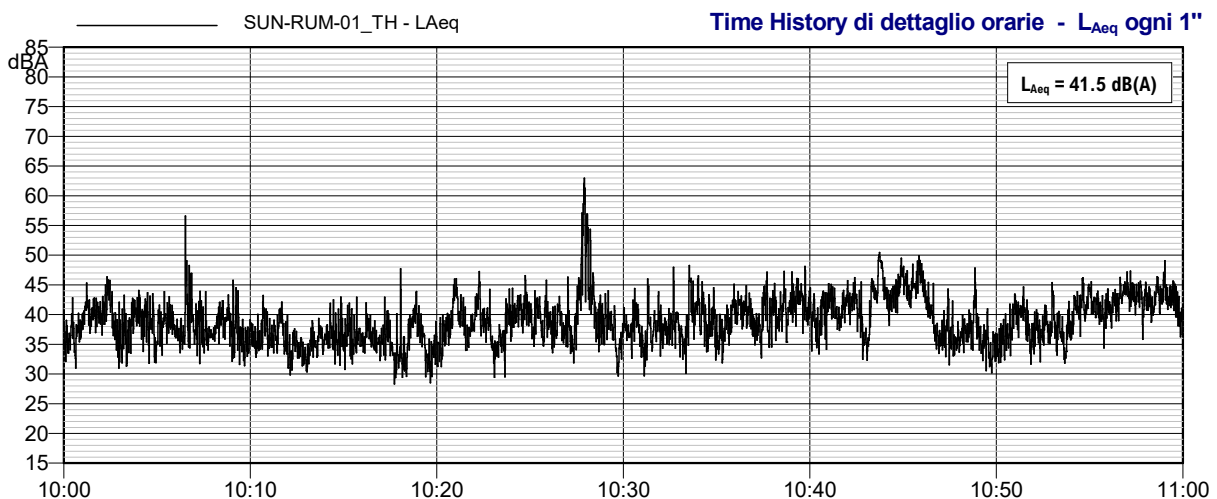
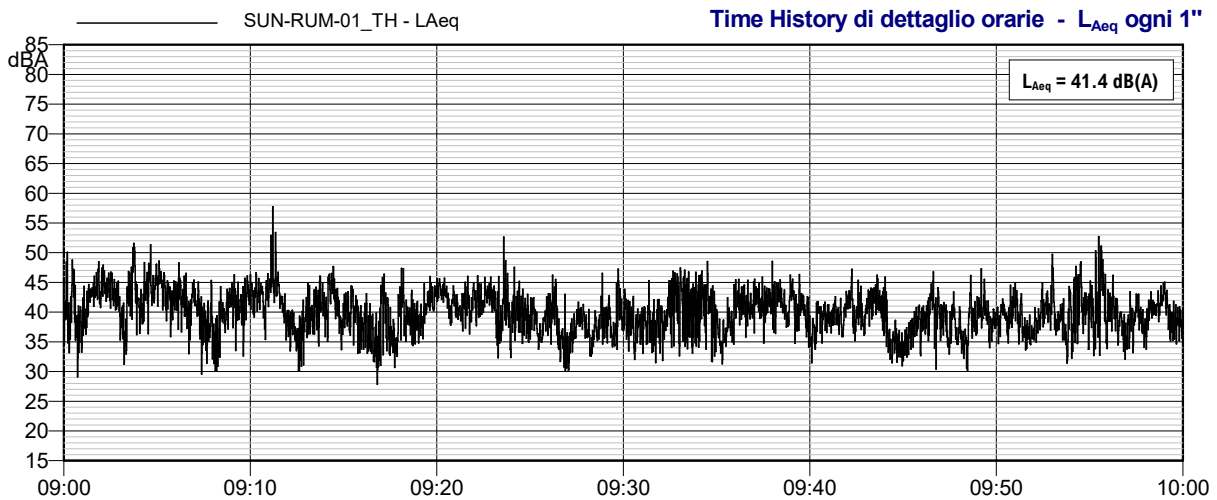
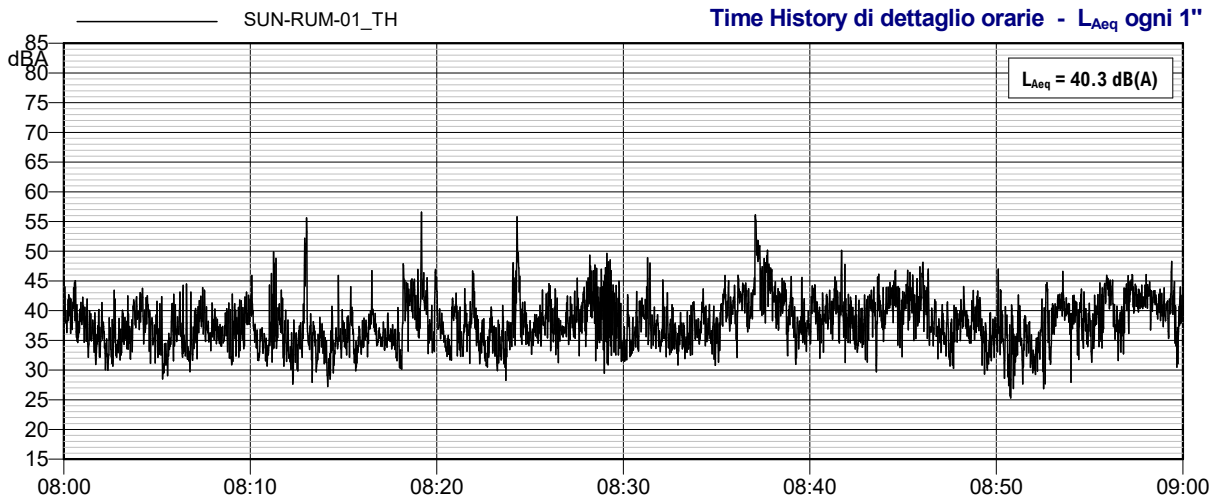
Postazione SUN_RUM-01



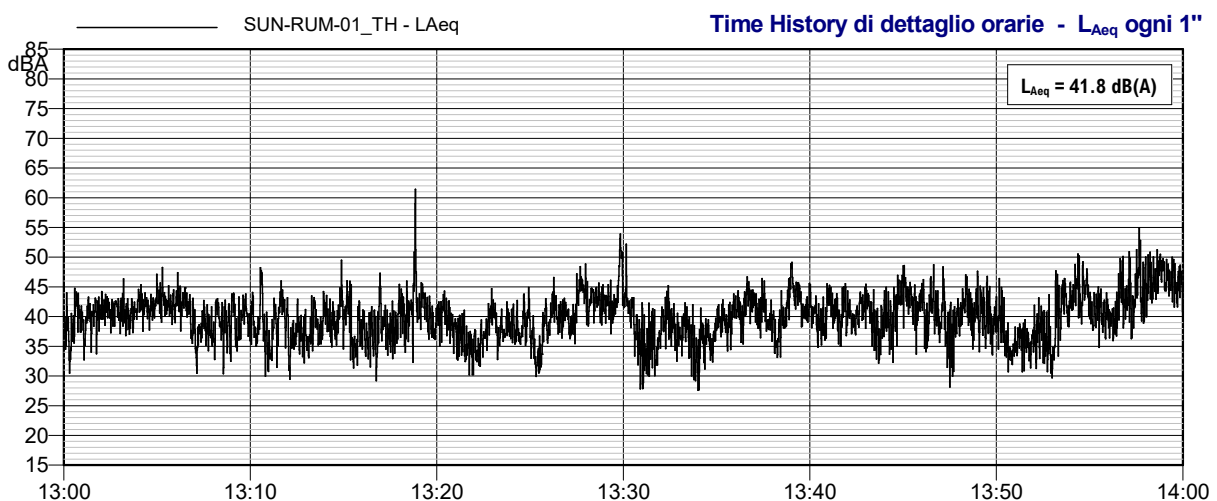
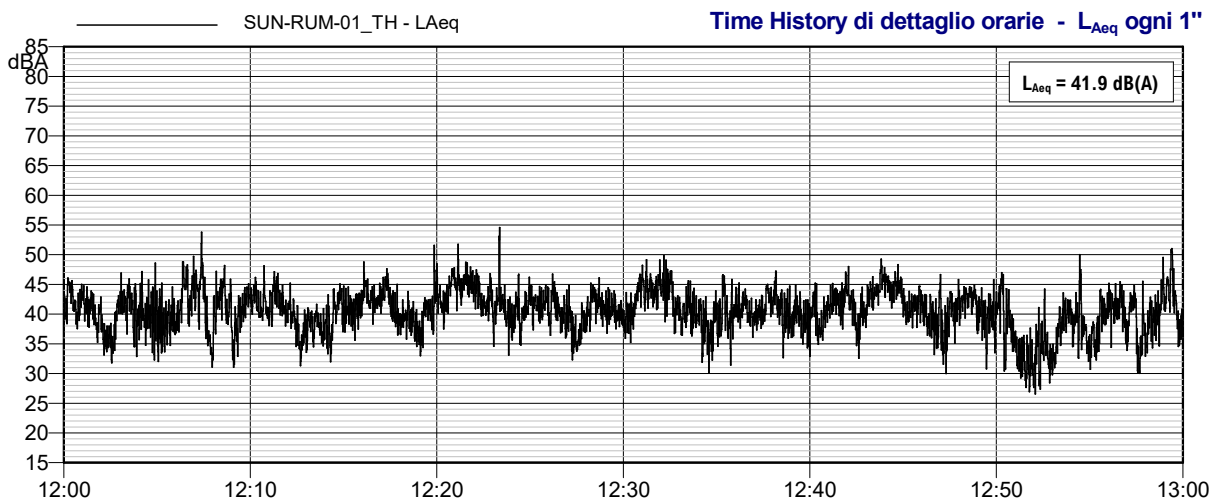
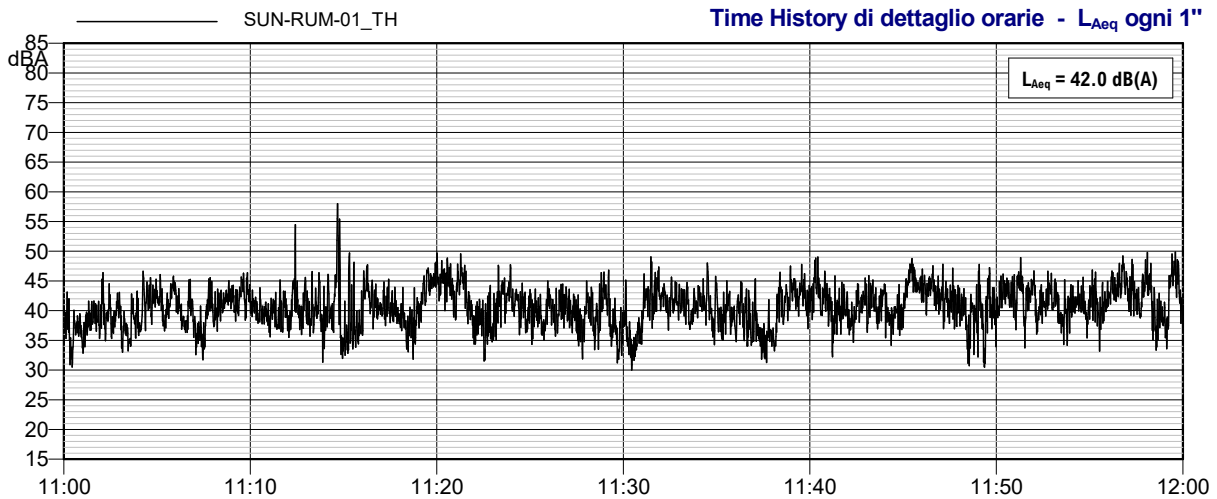
Postazione SUN_RUM-01



Postazione SUN_RUM-01



Postazione SUN_RUM-01

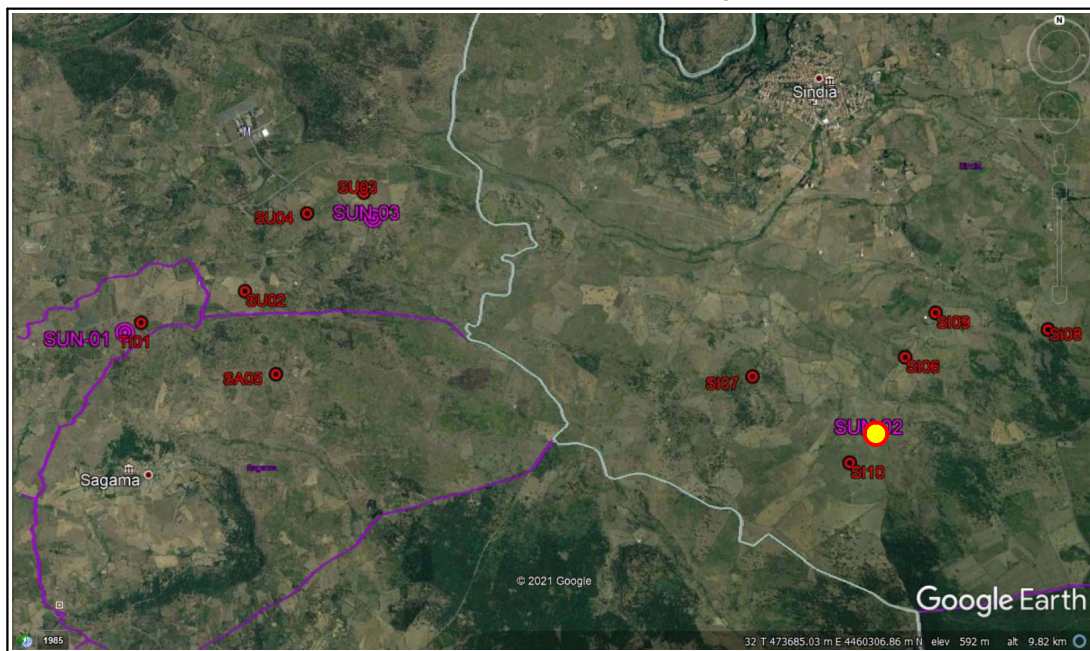


ALLEGATO 2

Schede di misura postazione RUM-02

Postazione SUN_RUM-02

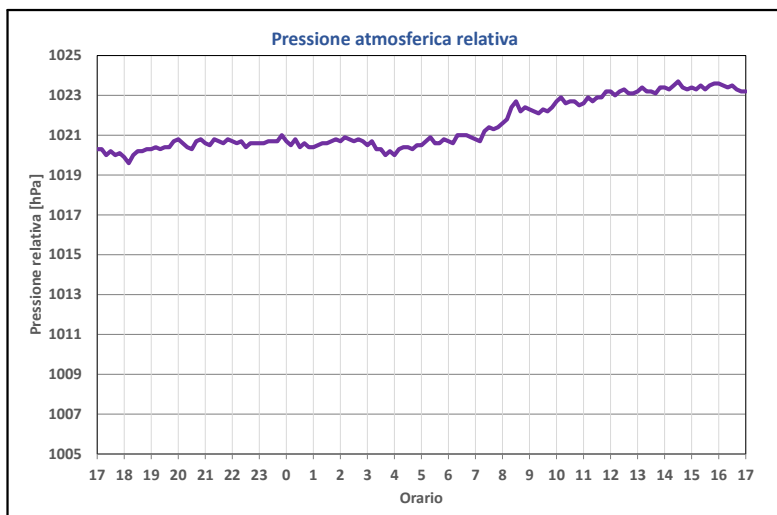
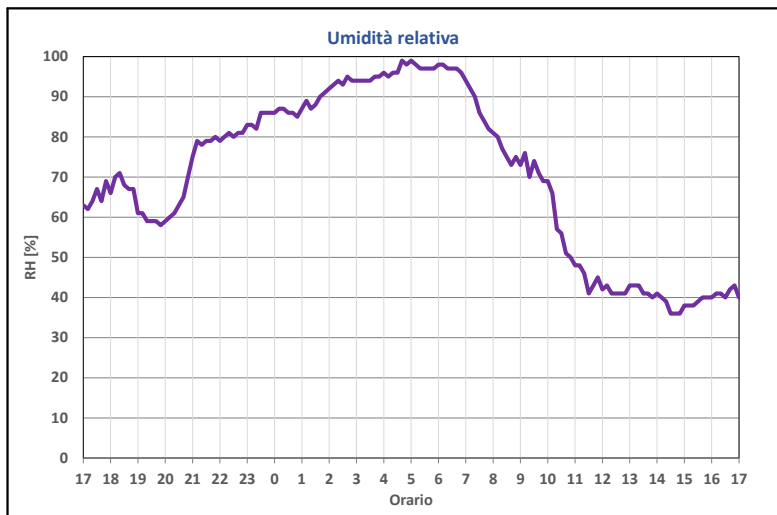
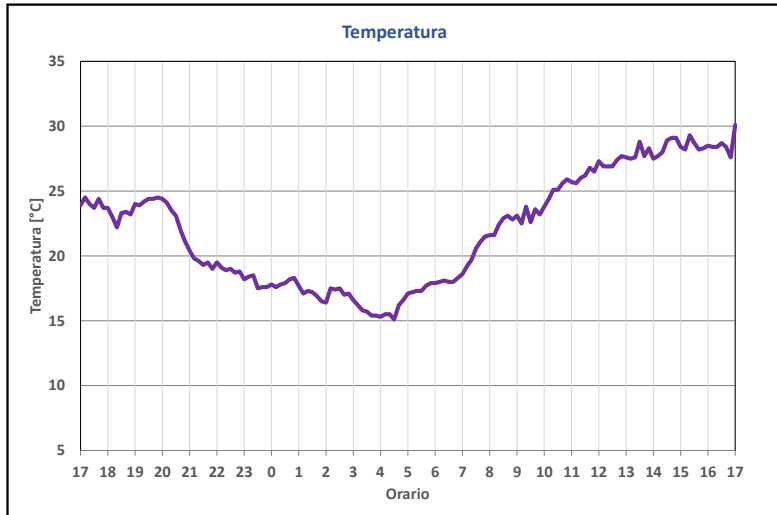
Indicazione del punto di misura fonometrica su fotografia satellitare



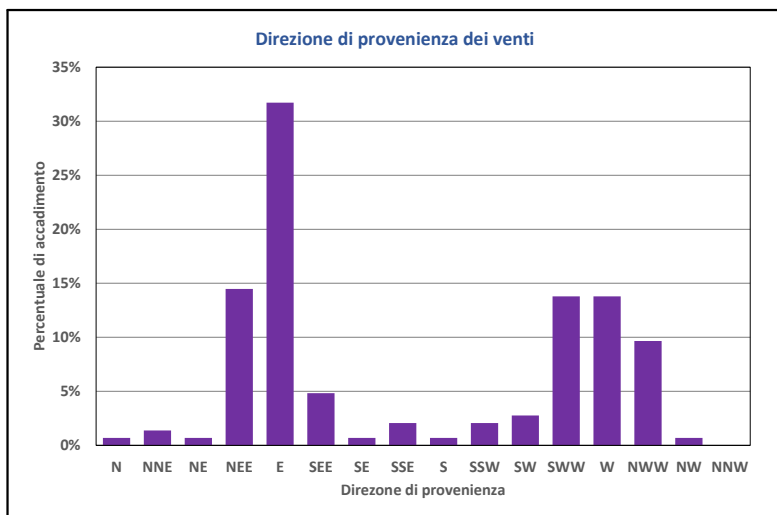
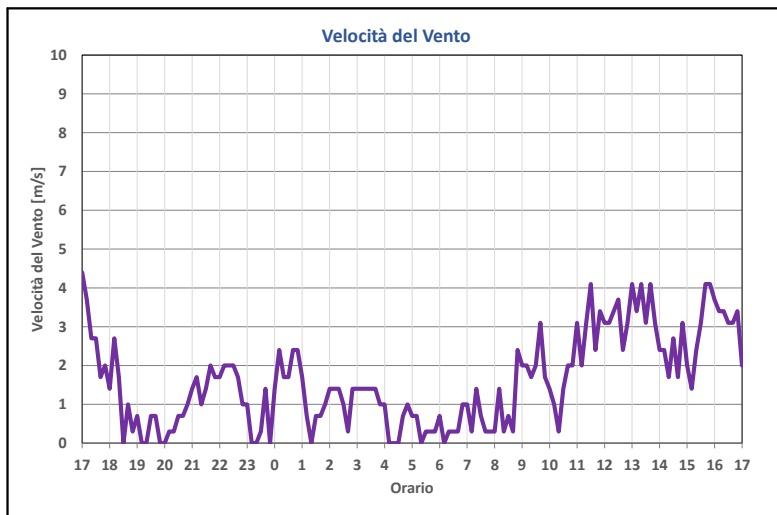
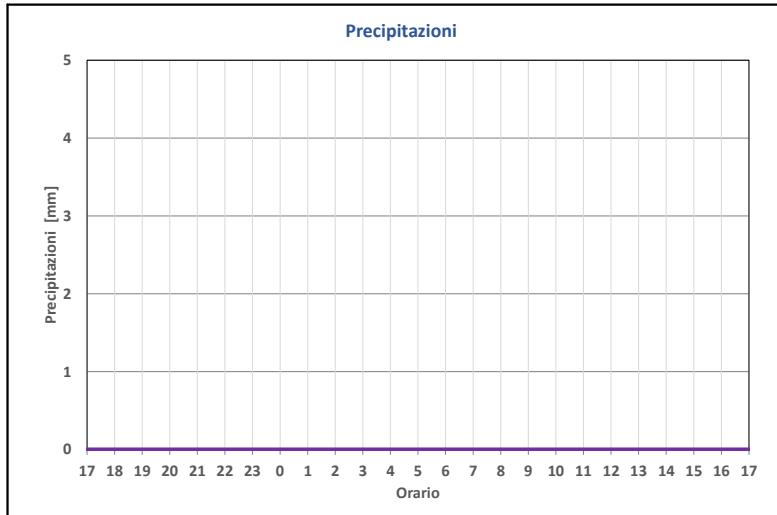
Fotografia delle postazioni di misura fonometrica e meteorologica



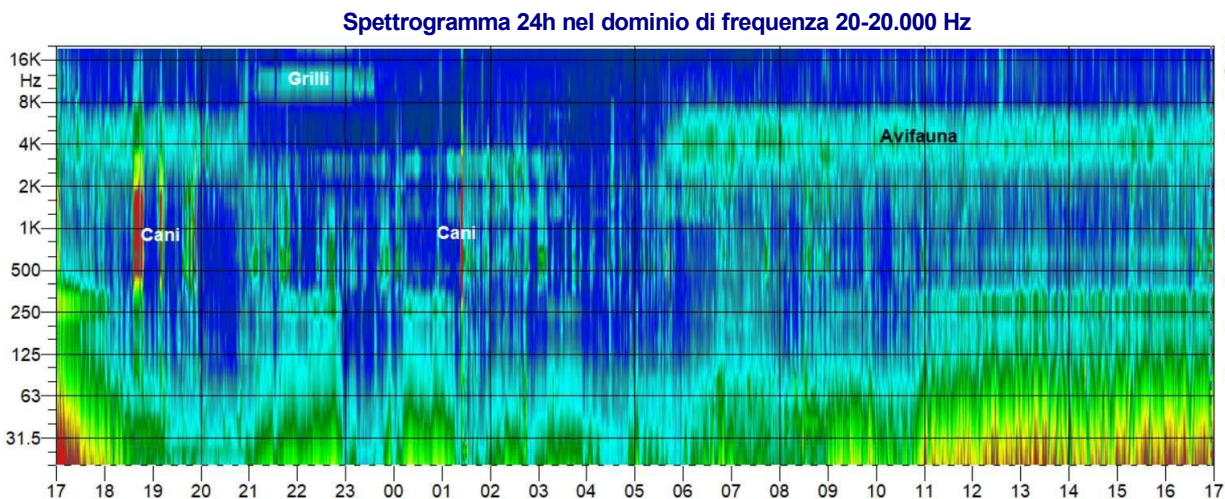
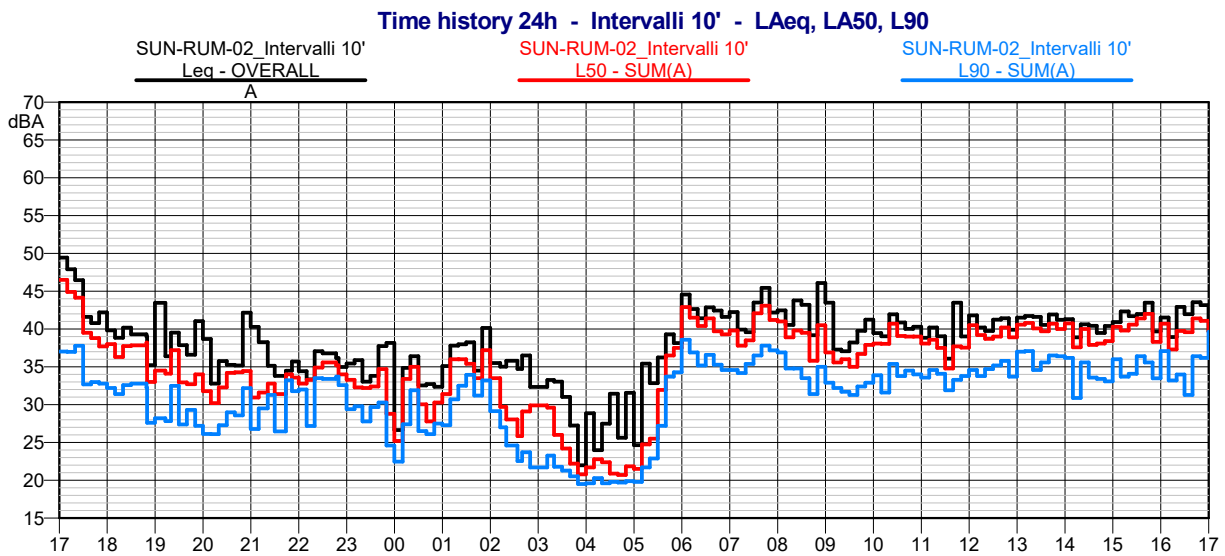
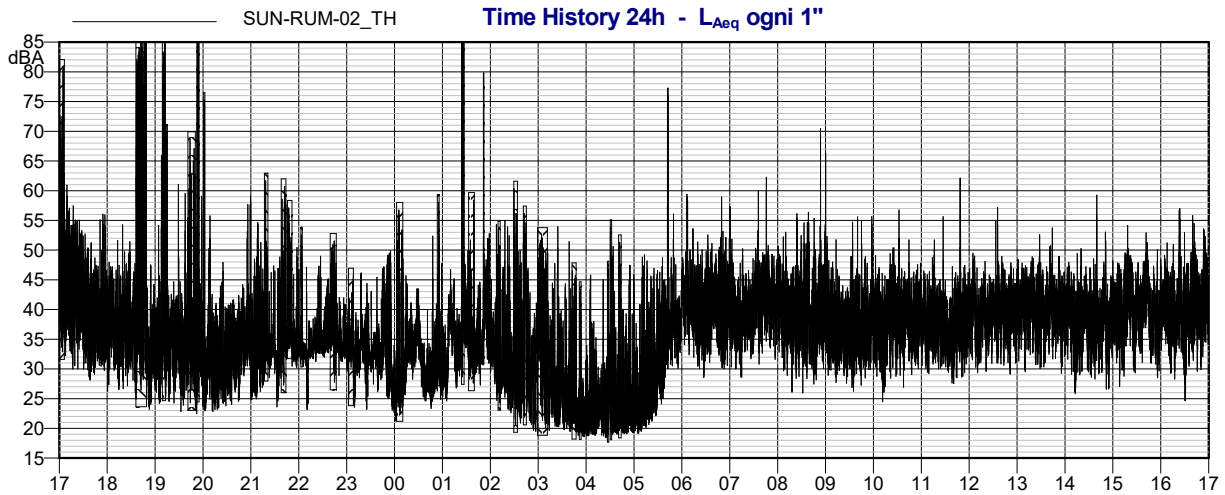
Postazione SUN_RUM-02



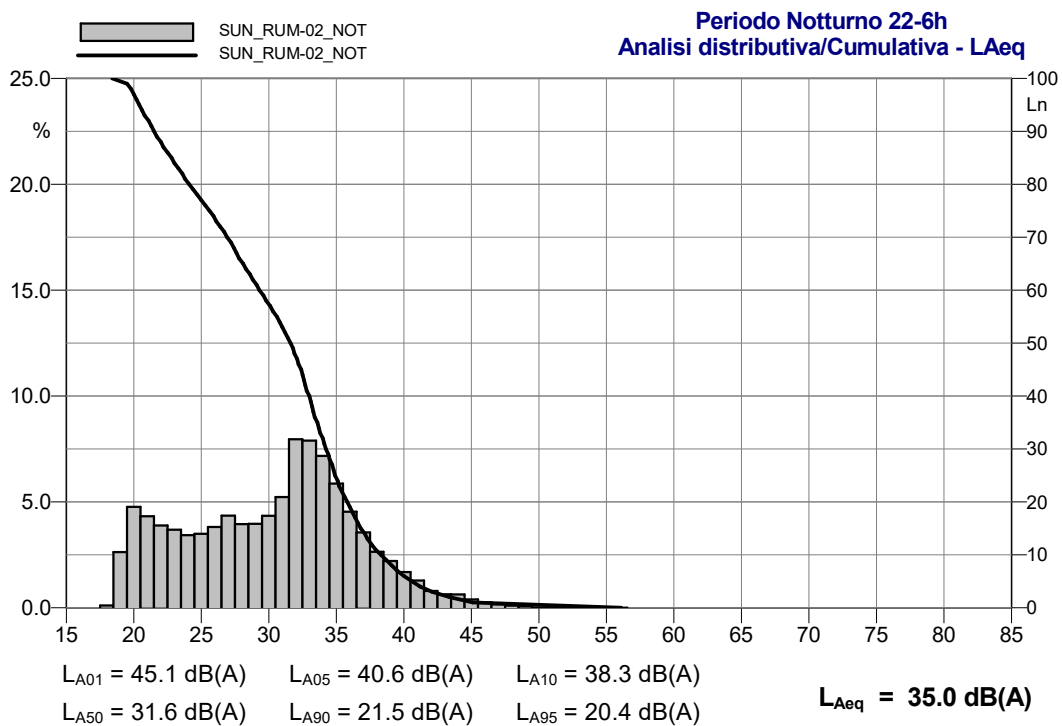
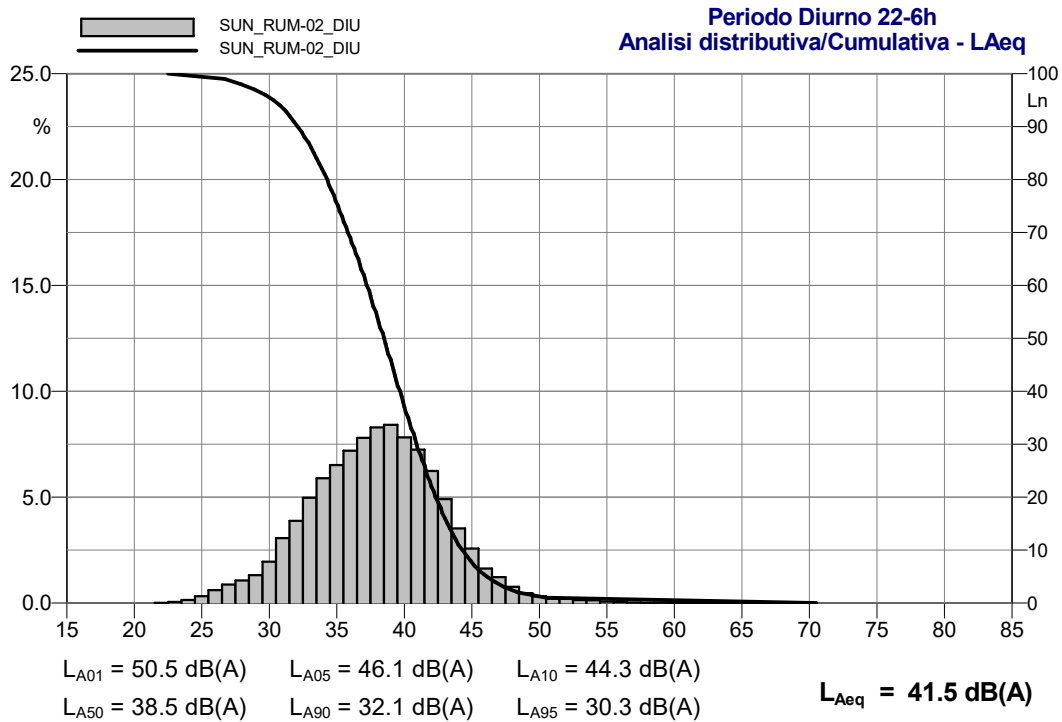
Postazione SUN_RUM-02



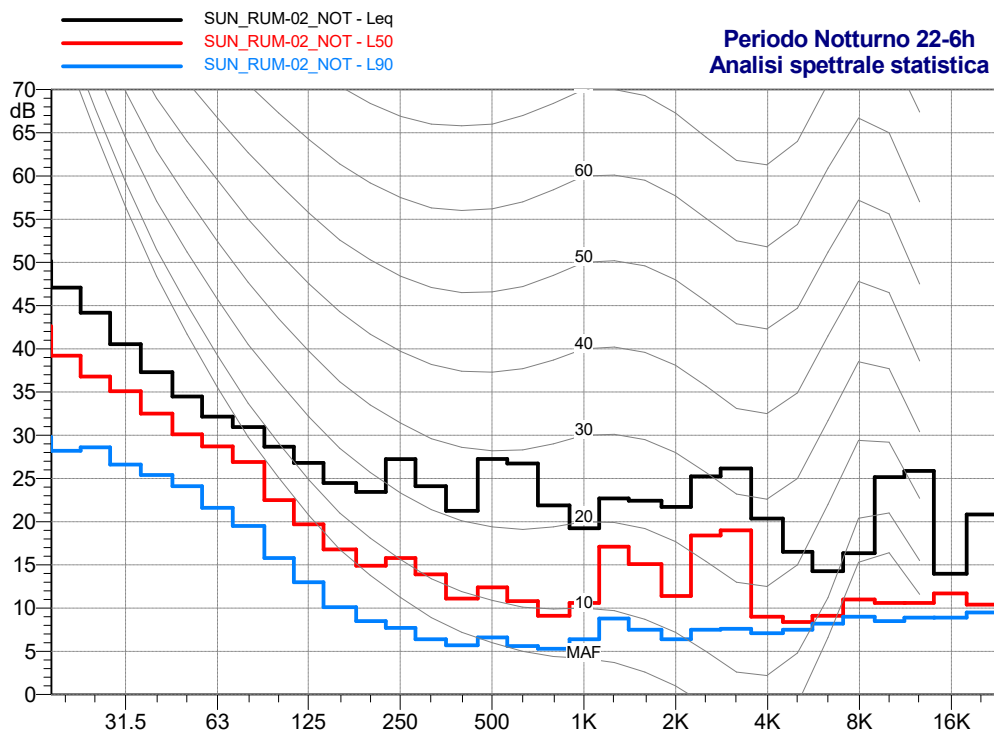
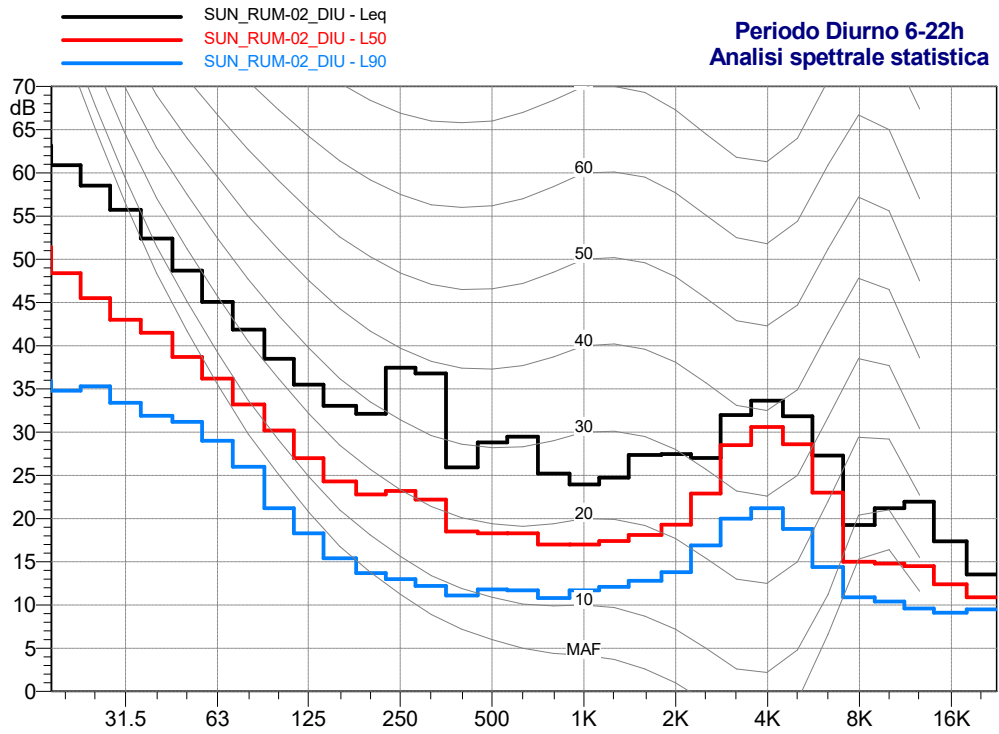
Postazione SUN_RUM-02



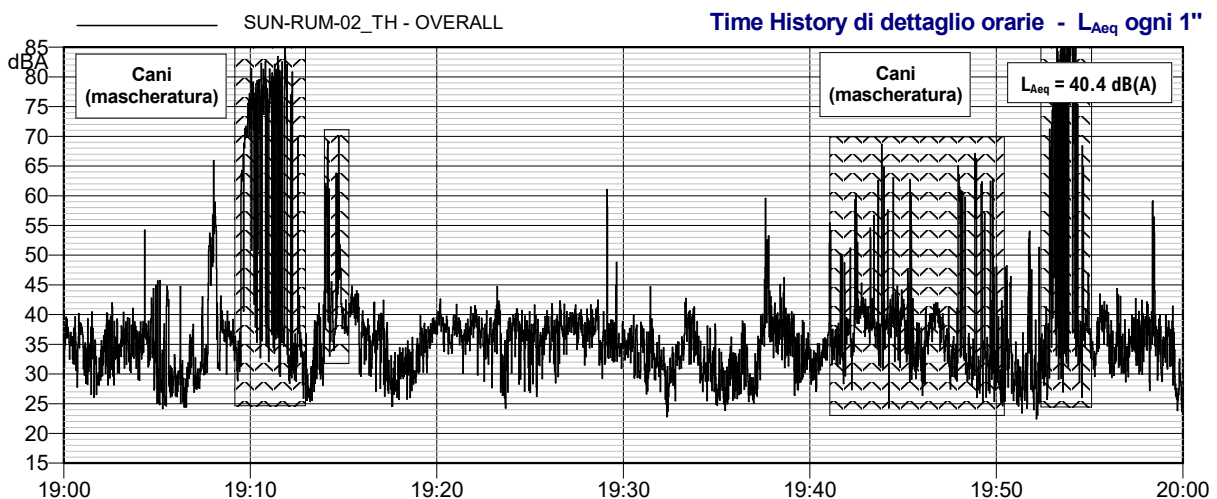
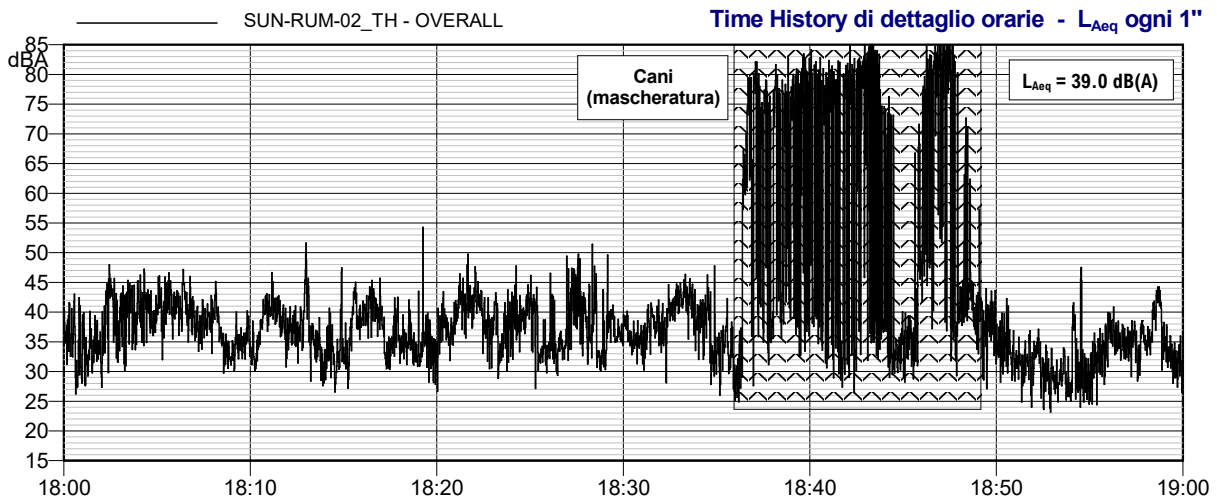
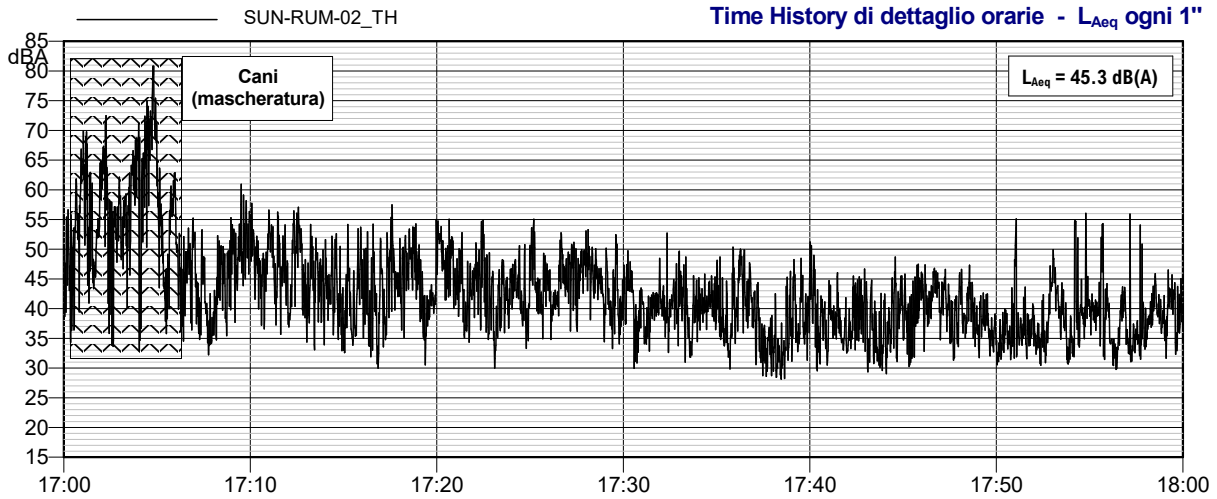
Postazione SUN_RUM-02



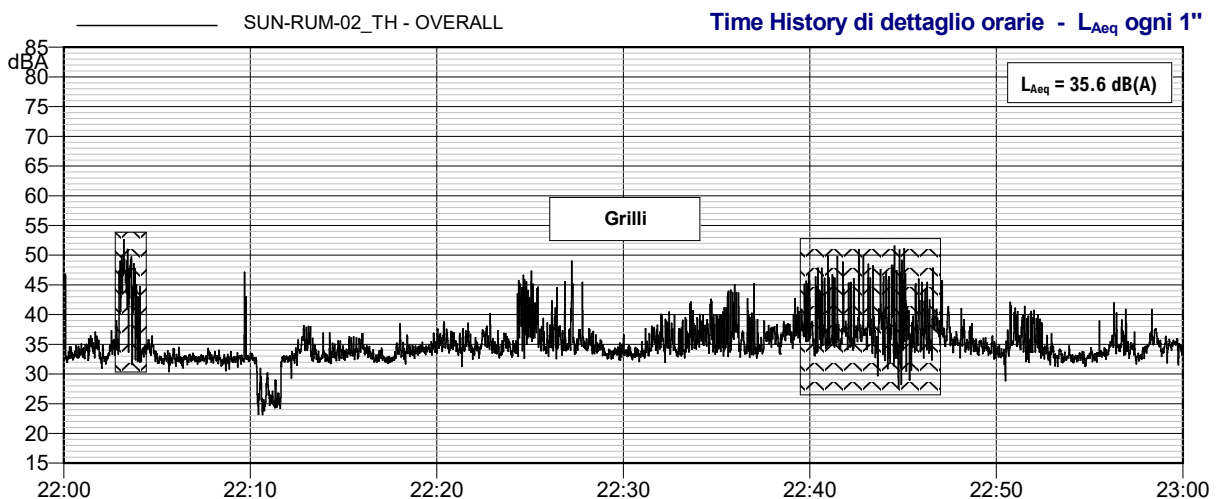
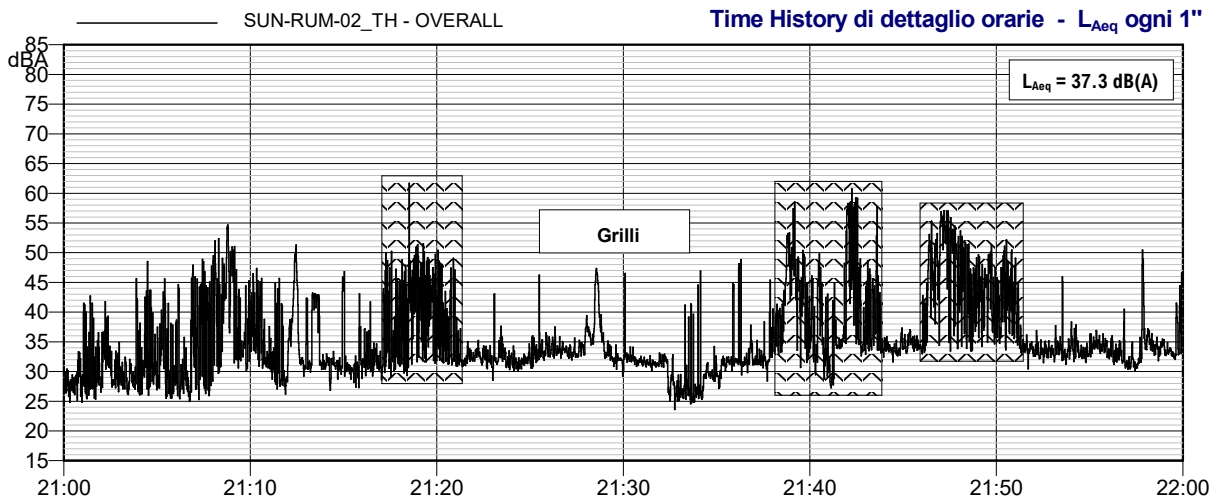
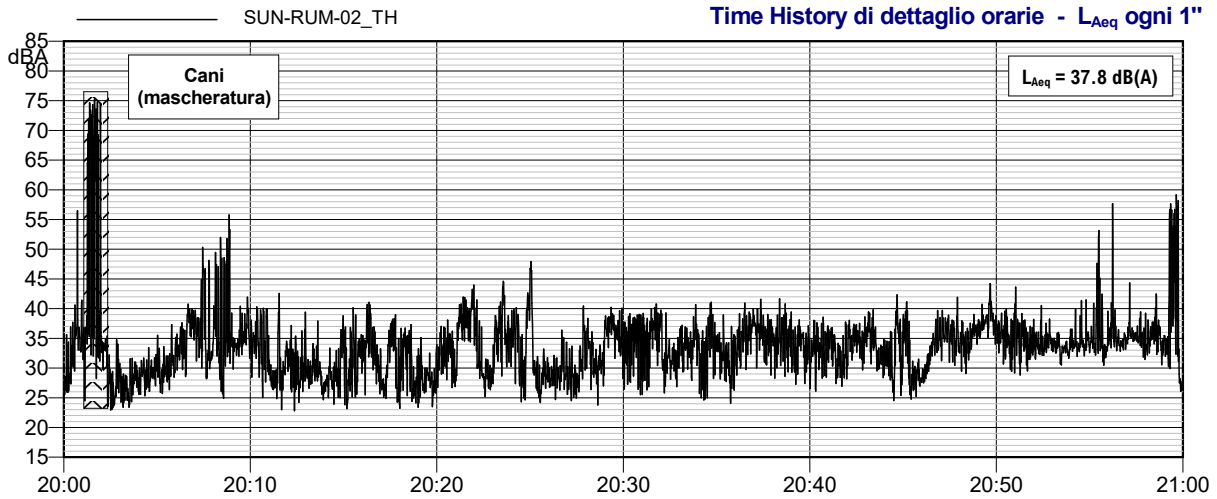
Postazione SUN_RUM-02



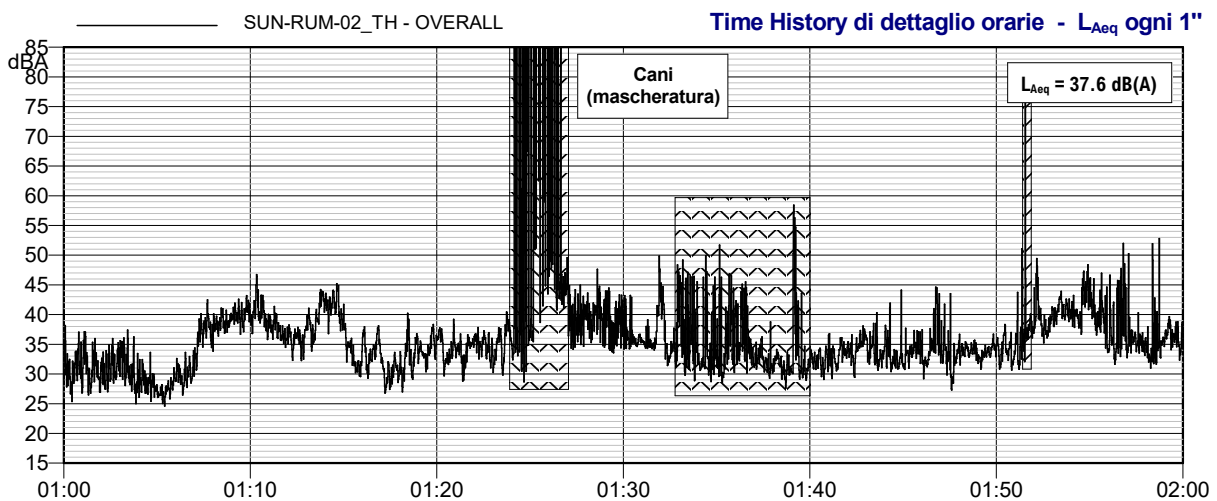
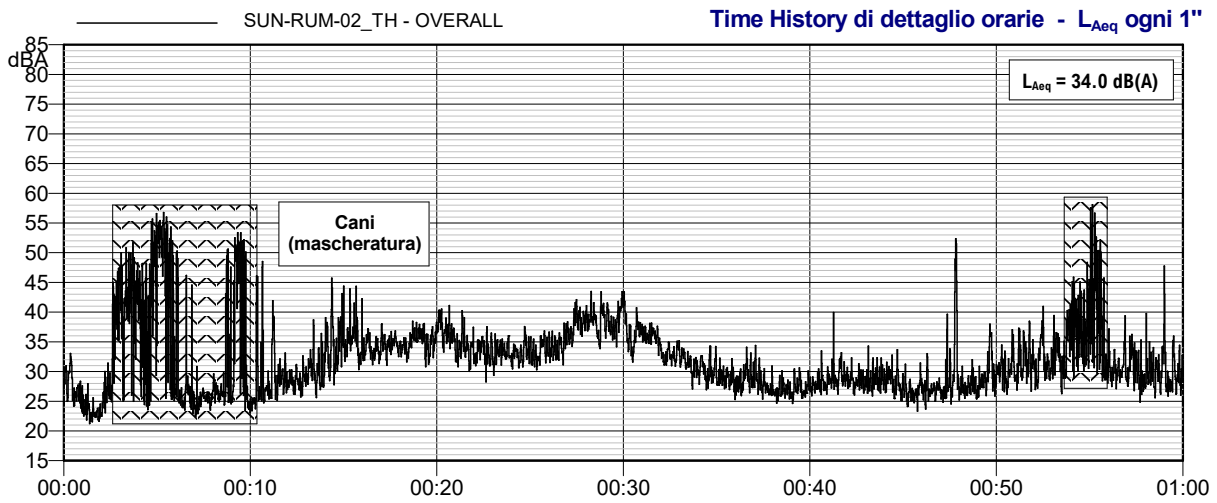
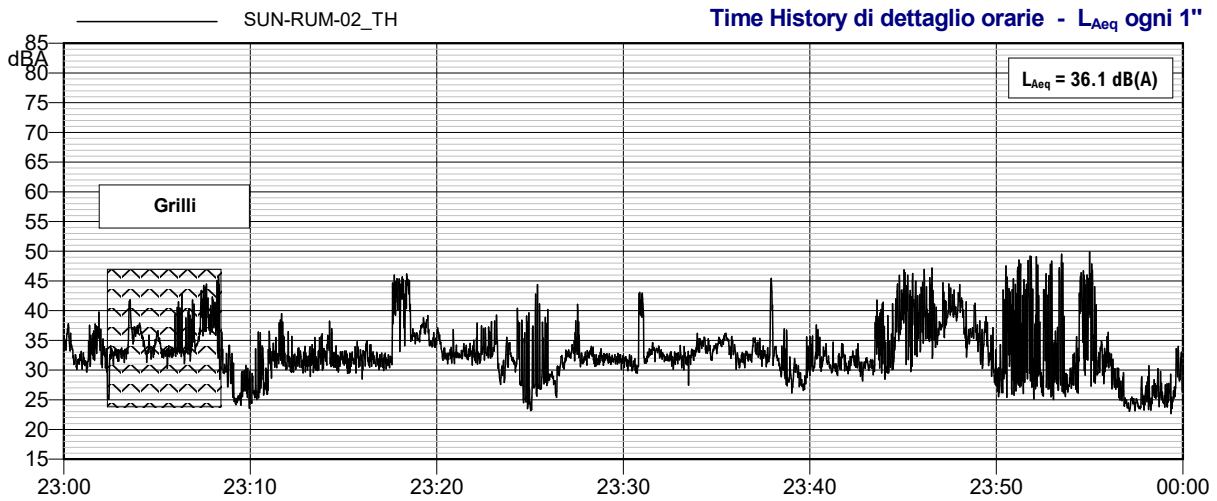
Postazione SUN_RUM-02



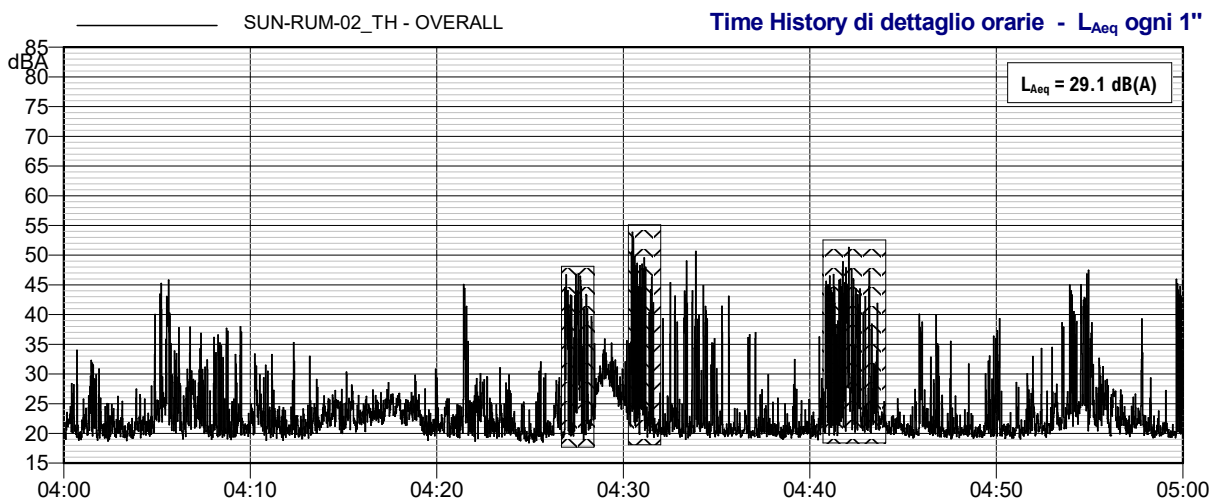
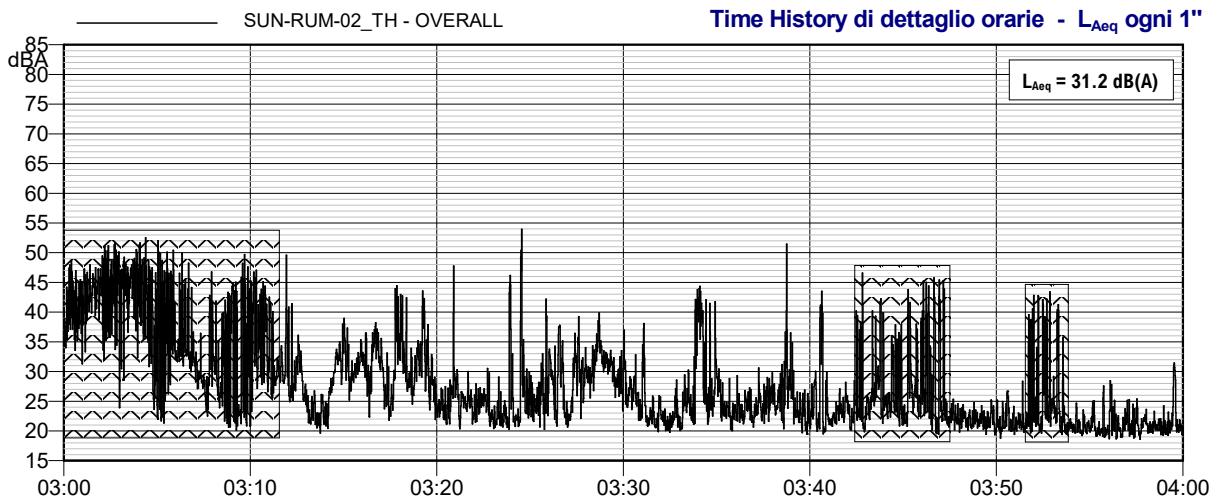
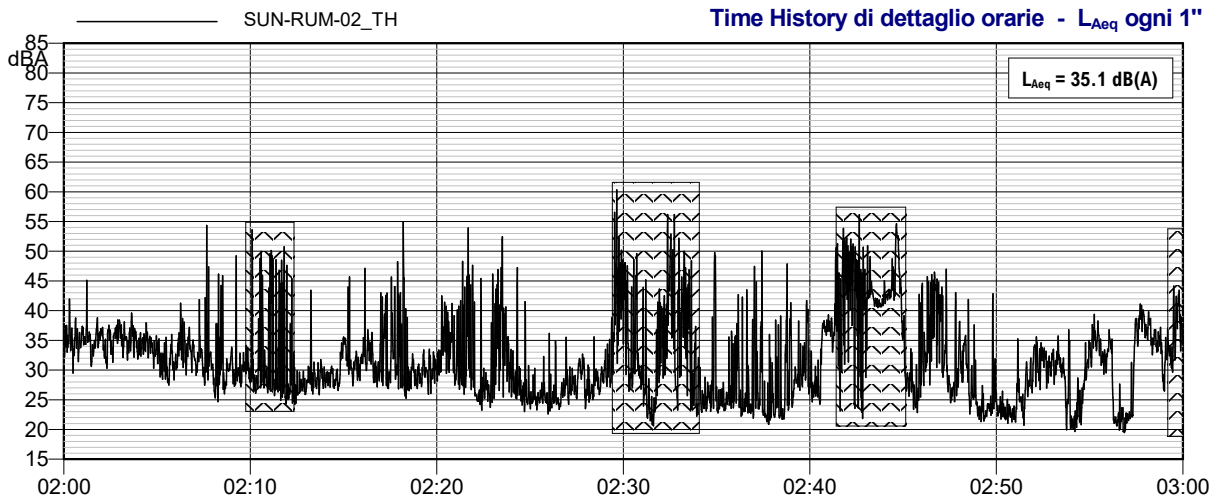
Postazione SUN_RUM-02



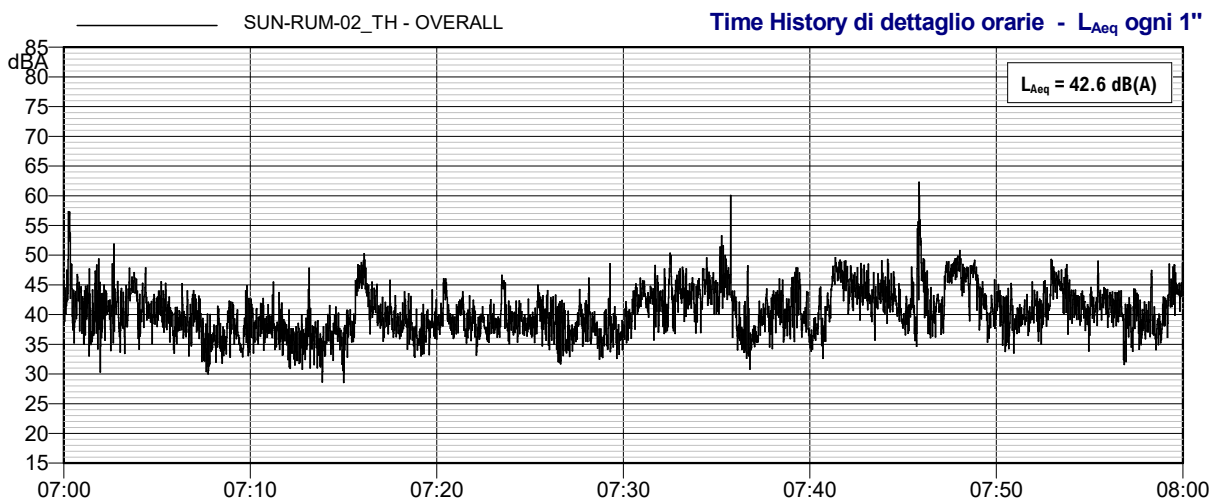
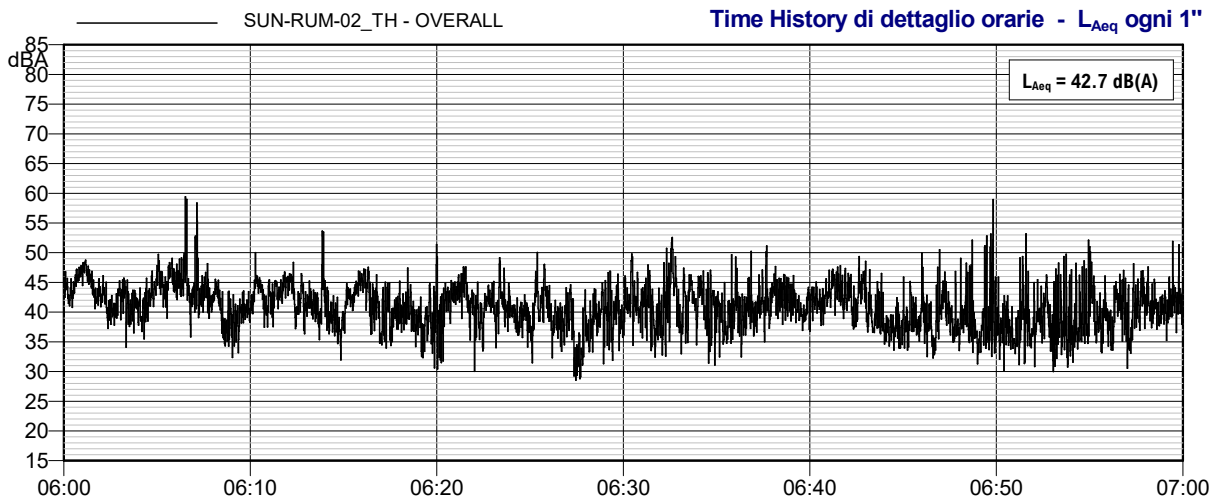
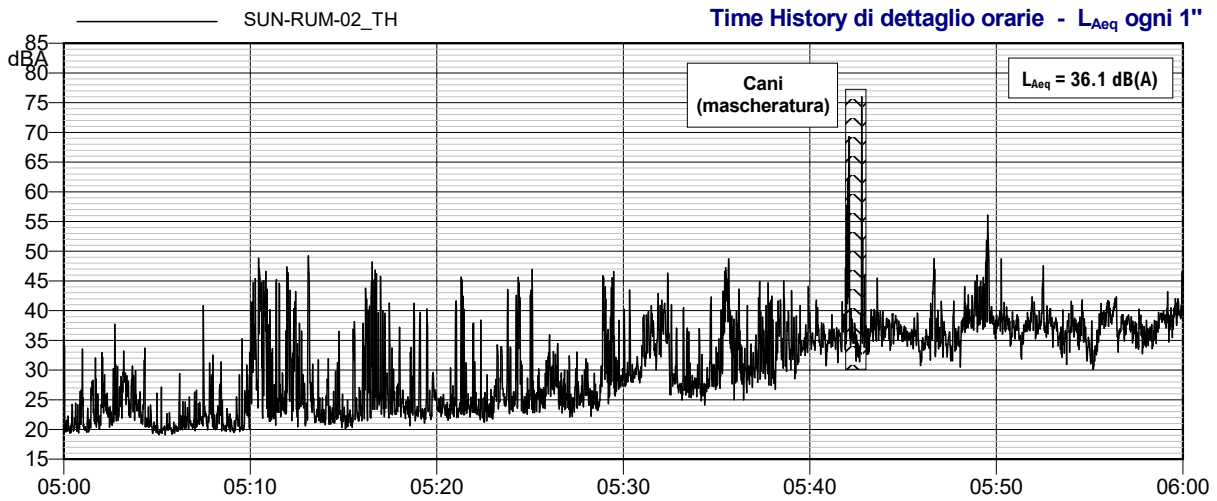
Postazione SUN_RUM-02



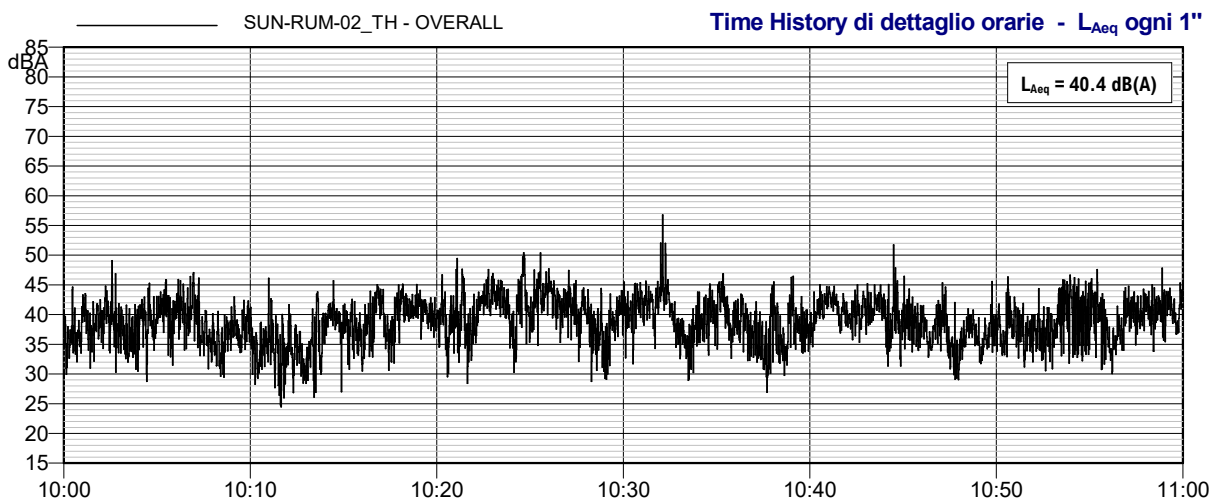
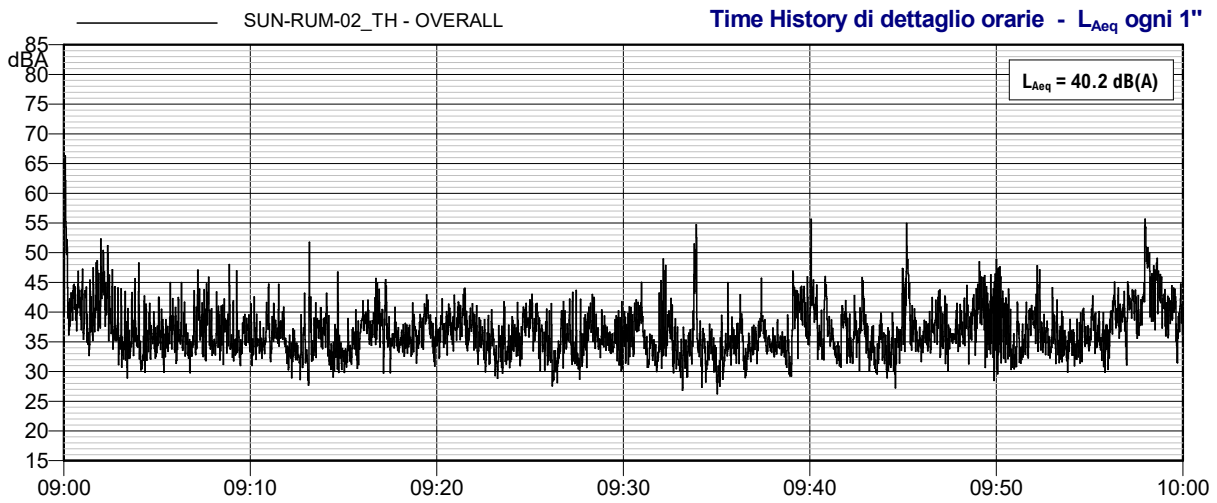
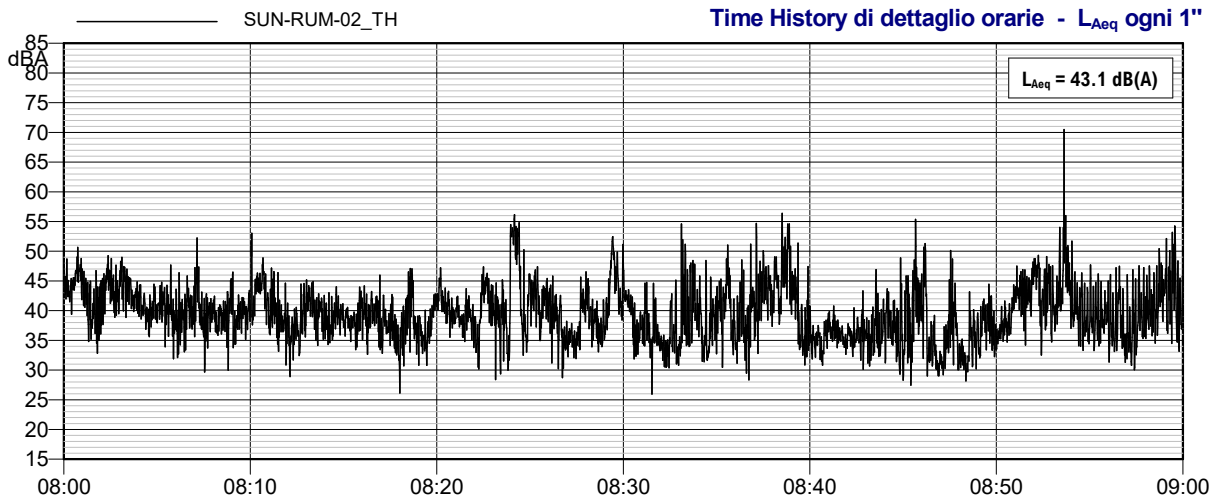
Postazione SUN_RUM-02



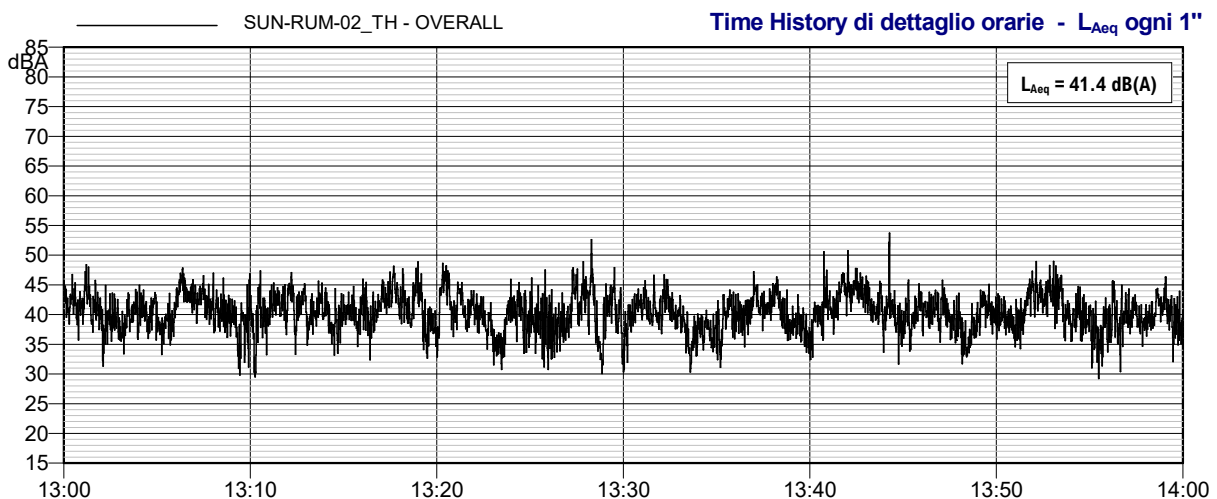
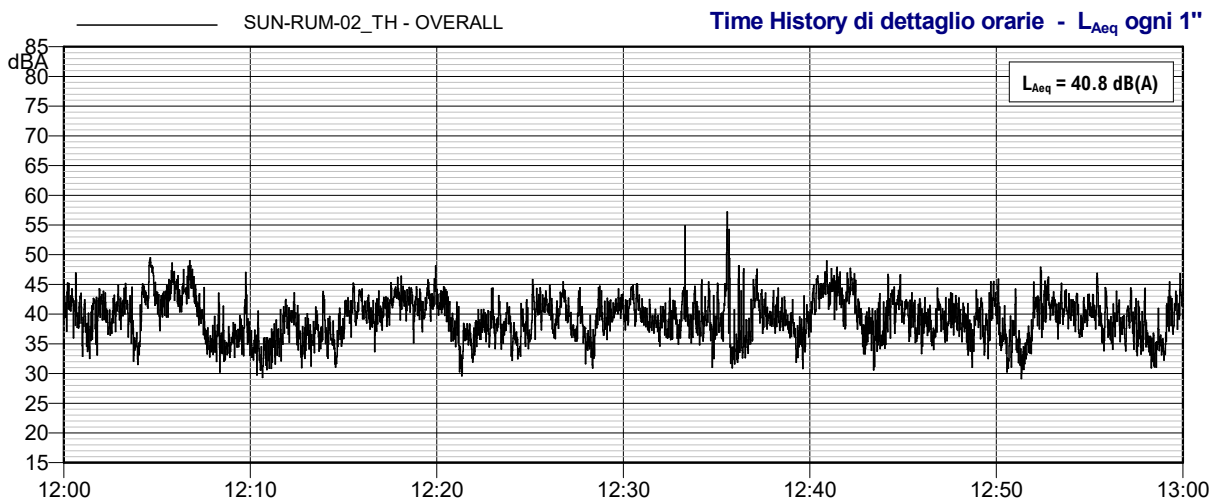
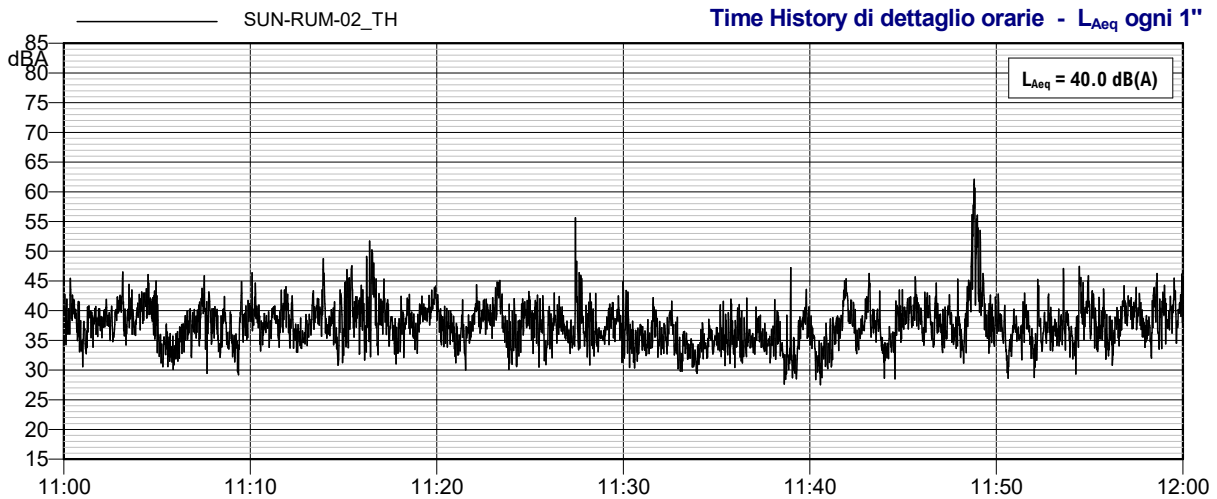
Postazione SUN_RUM-02



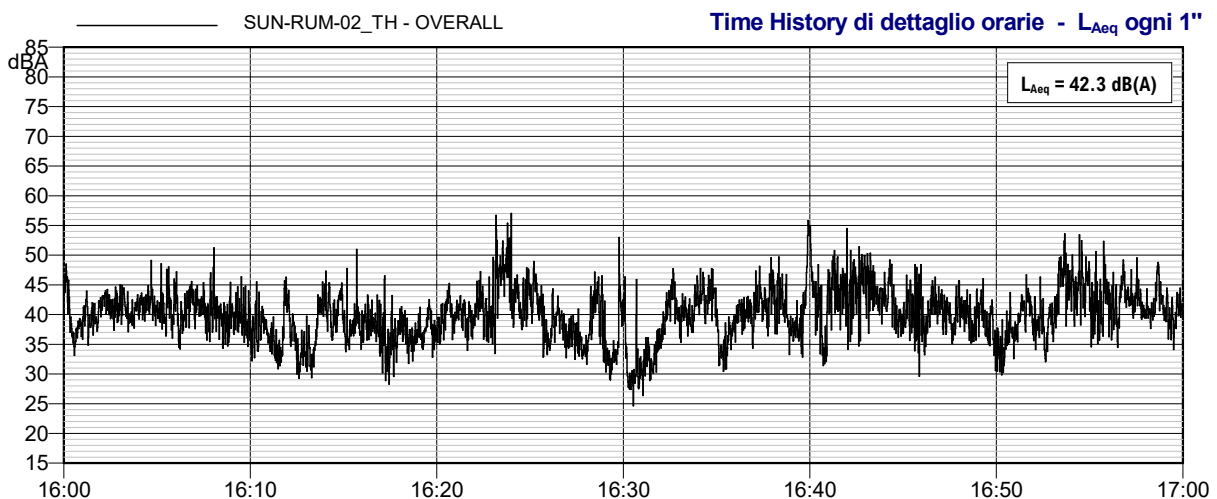
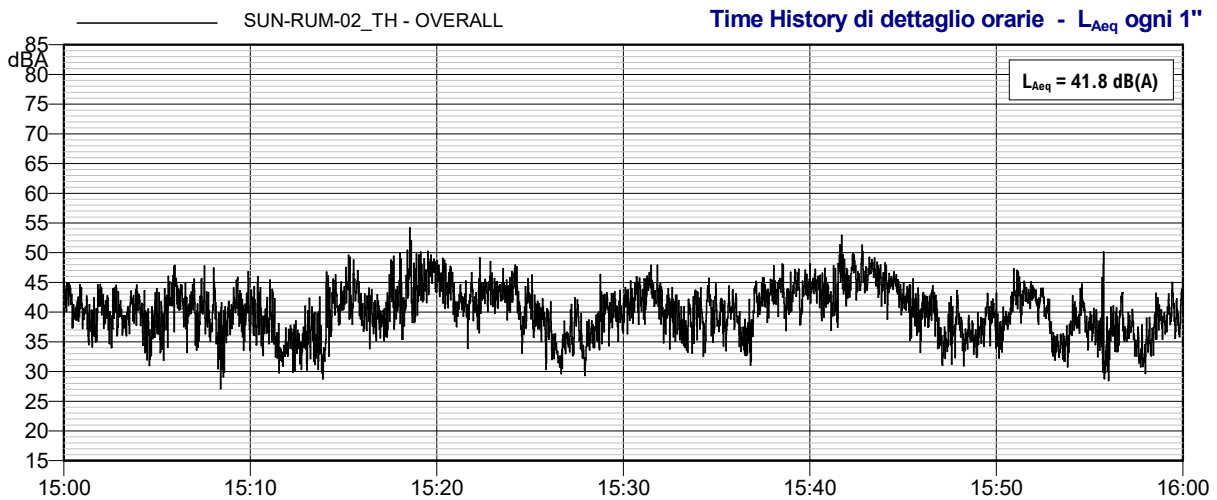
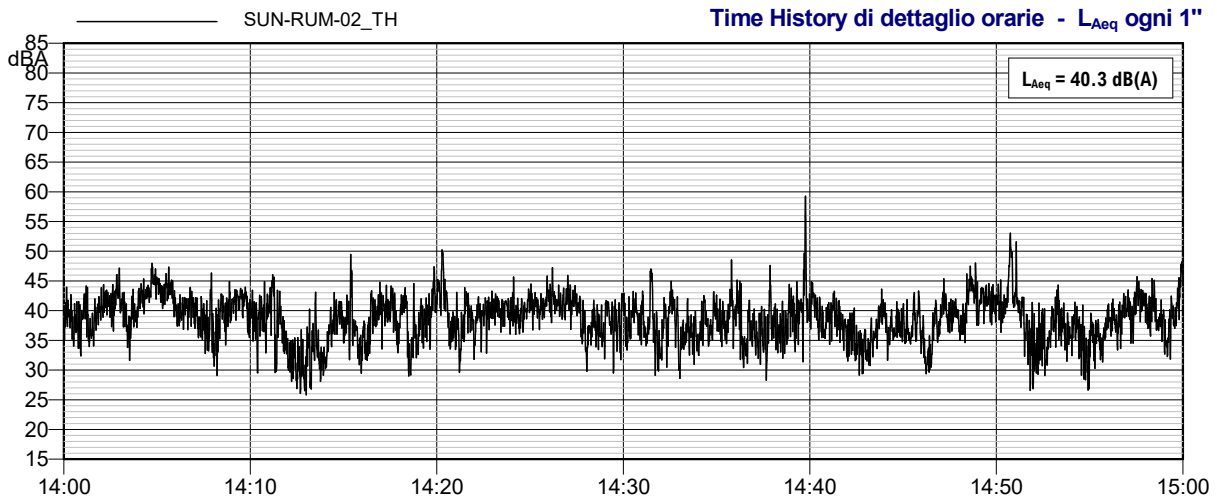
Postazione SUN_RUM-02



Postazione SUN_RUM-02



Postazione SUN_RUM-02

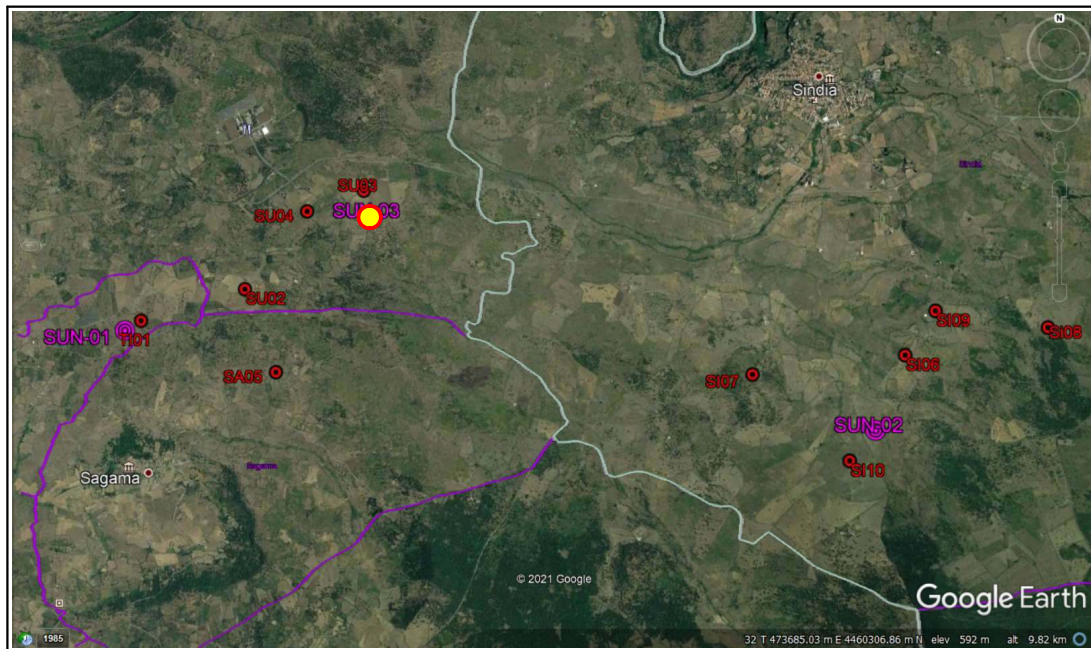


ALLEGATO 3

Schede di misura postazione RUM-03

Postazione SUN_RUM-03

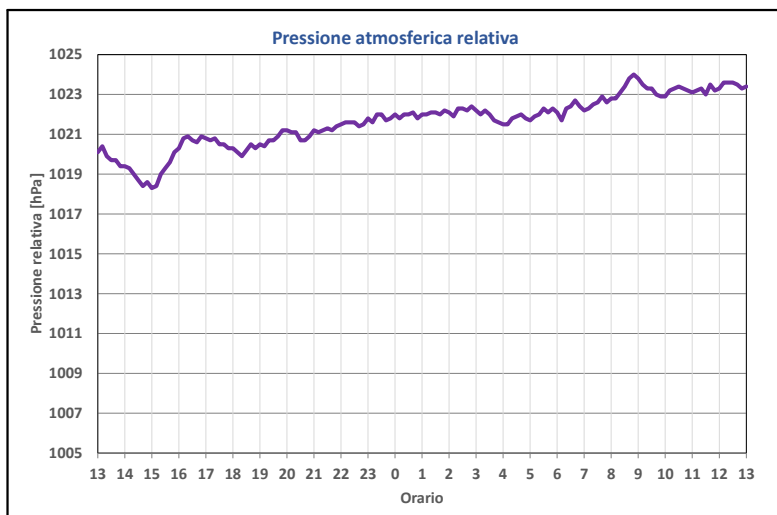
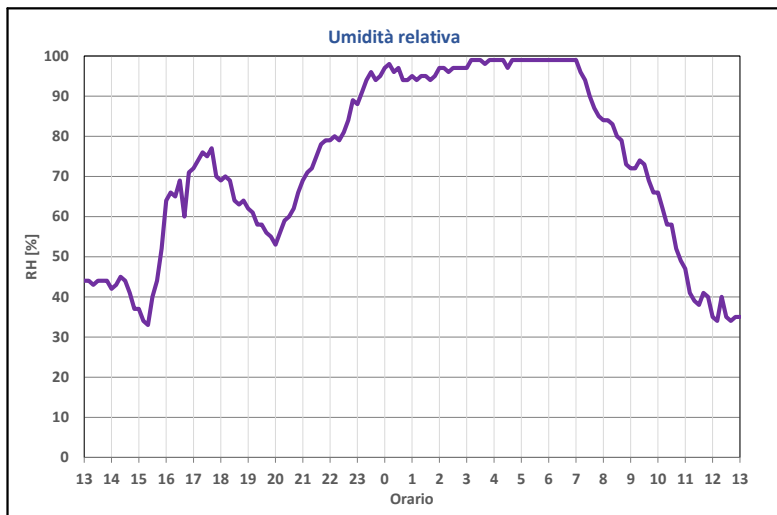
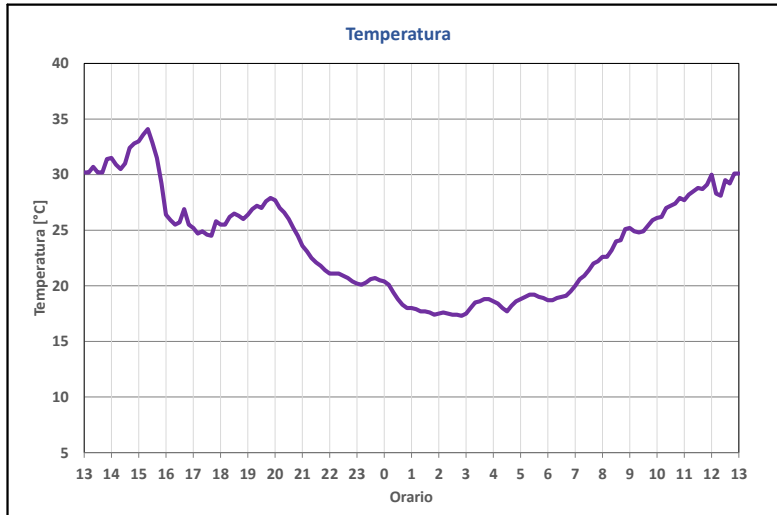
Indicazione del punto di misura fonometrica su fotografia satellitare



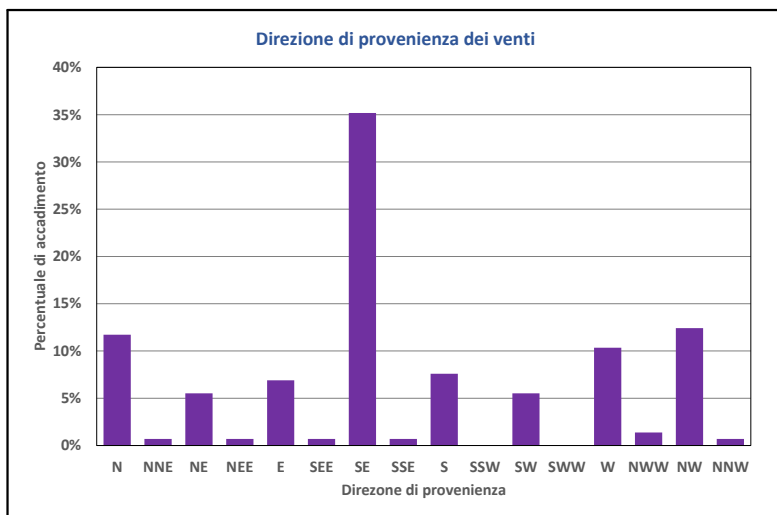
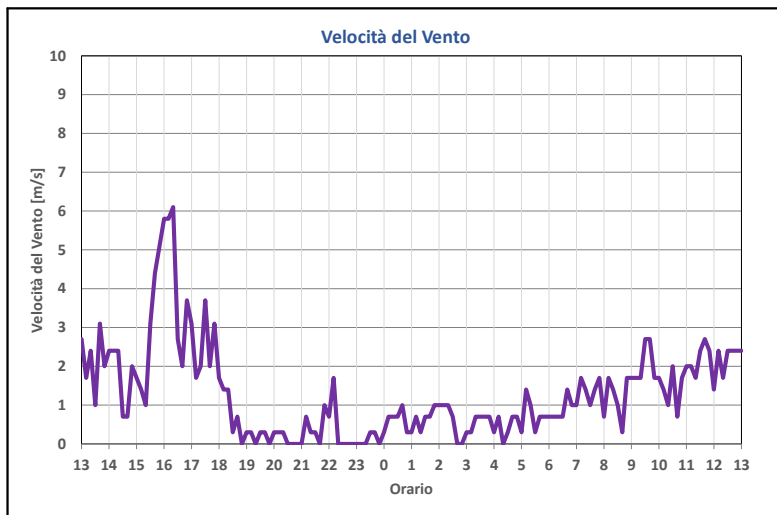
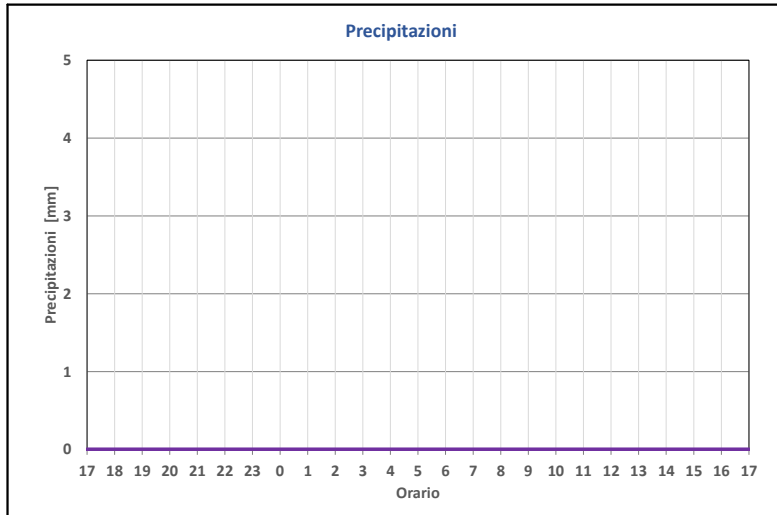
Fotografia delle postazioni di misura fonometrica e meteorologica



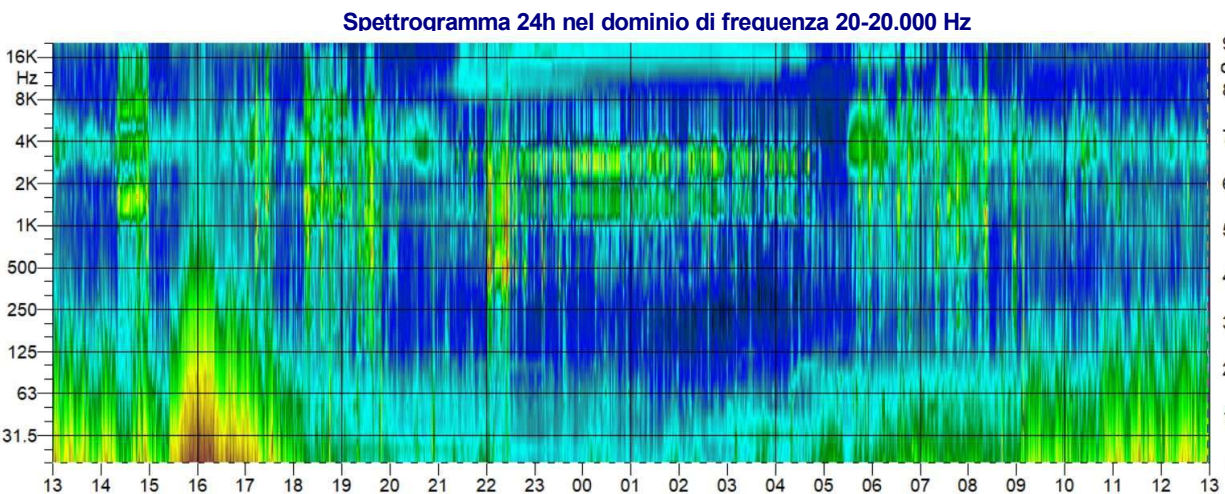
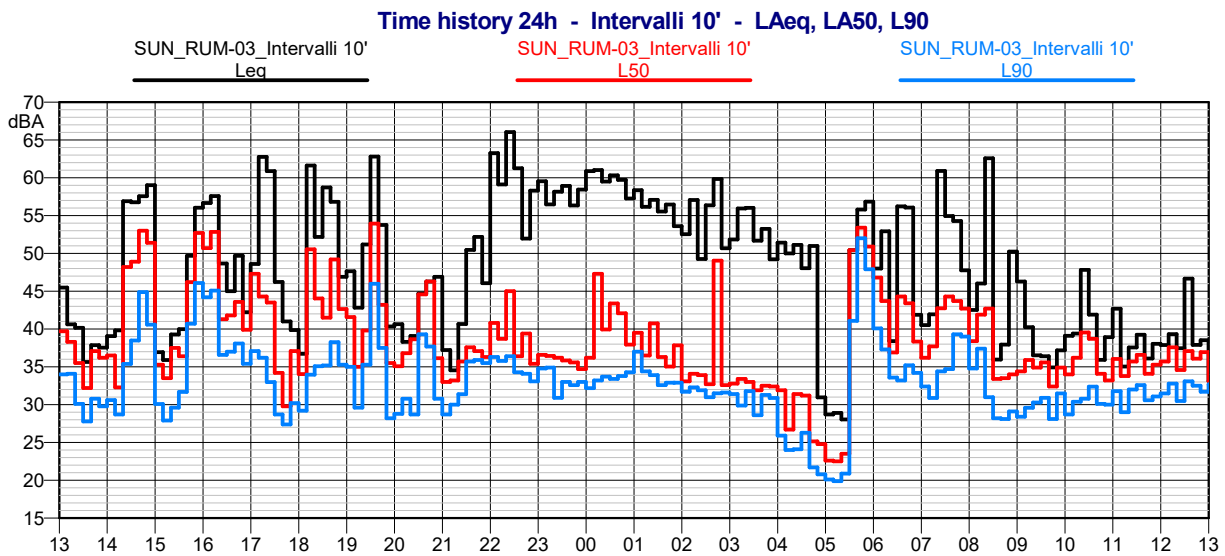
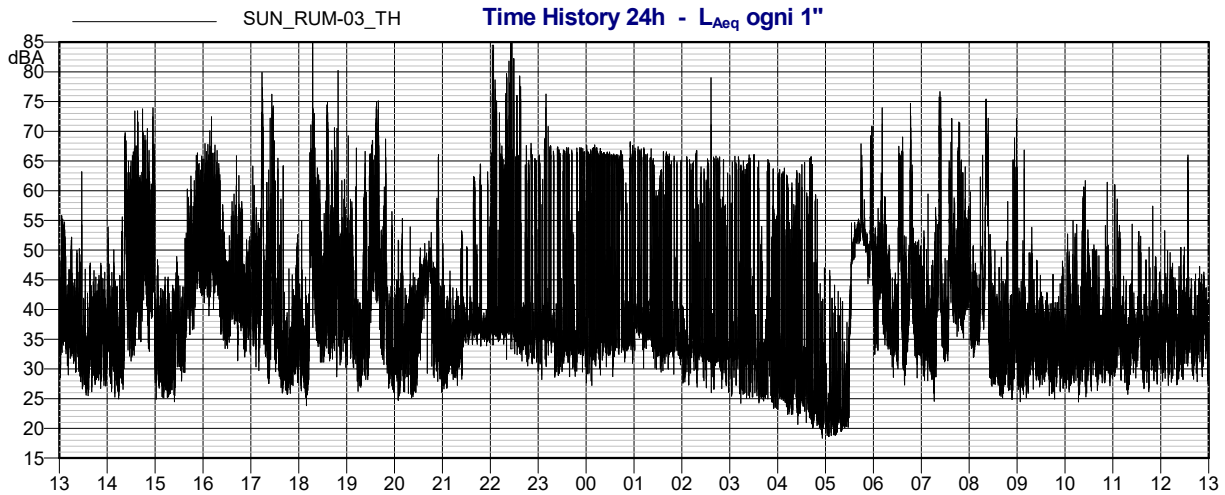
Postazione SUN_RUM-03



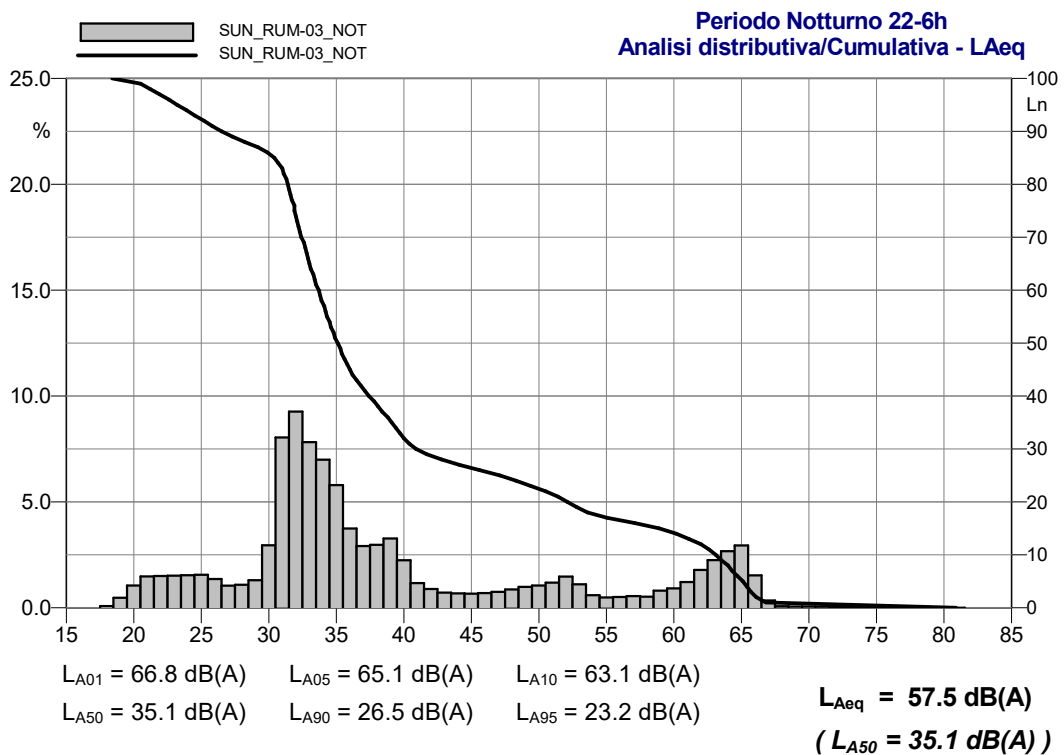
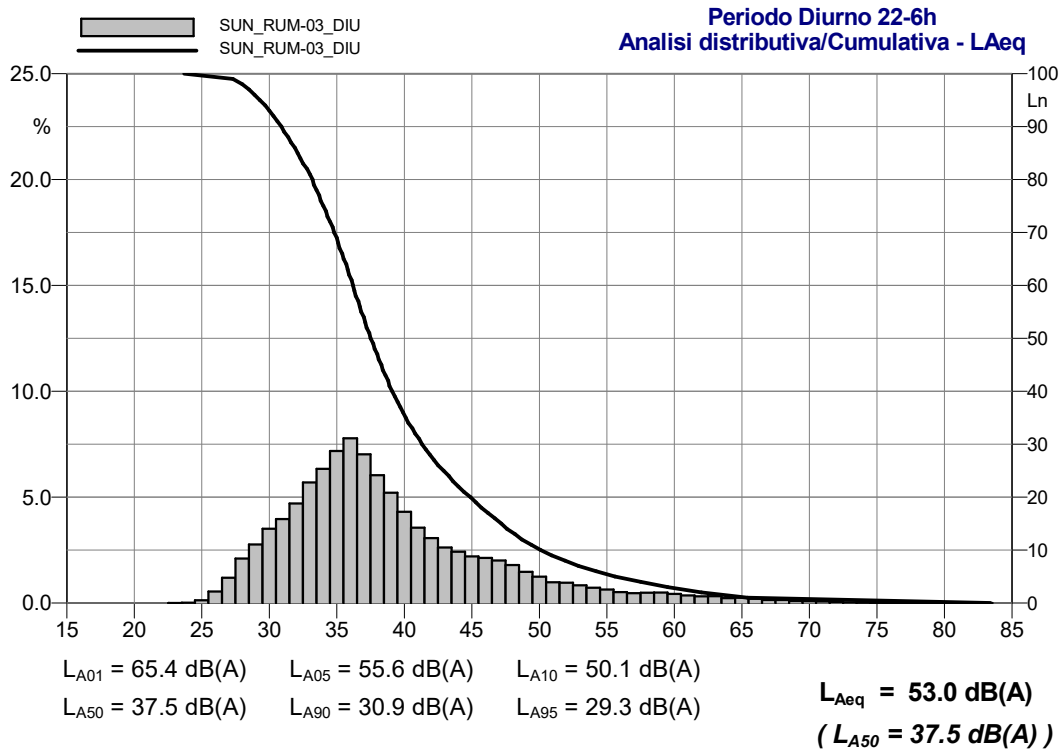
Postazione SUN_RUM-03



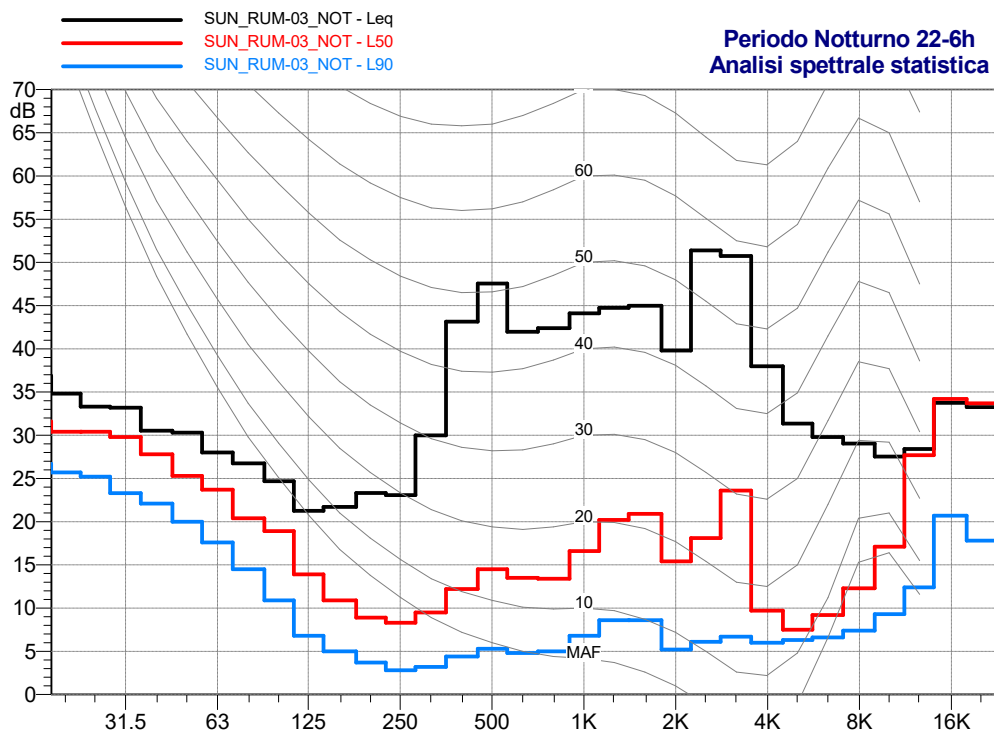
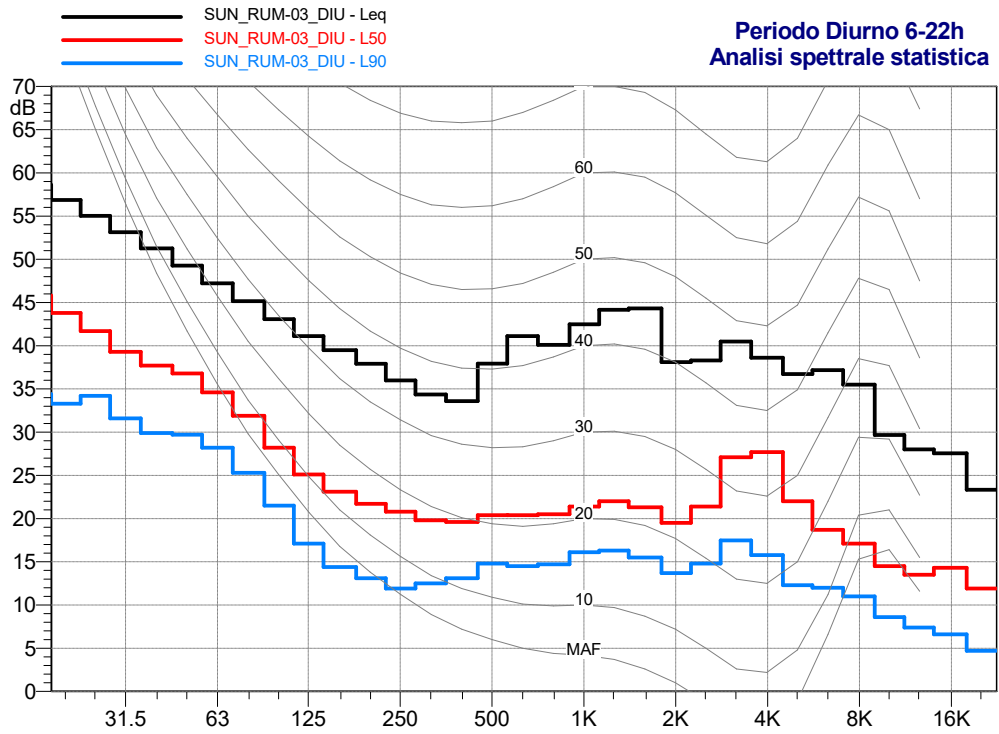
Postazione SUN_RUM-03



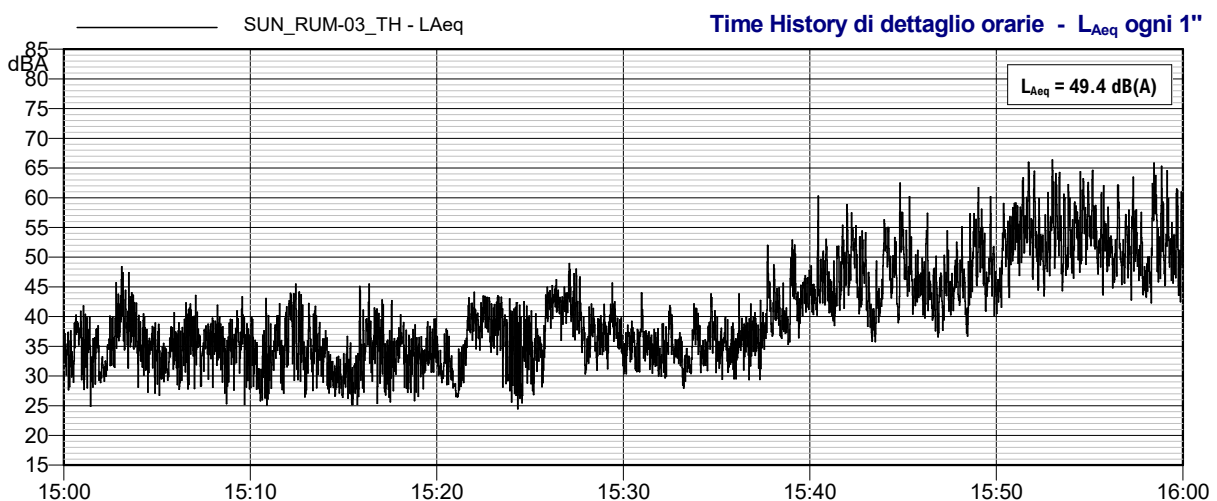
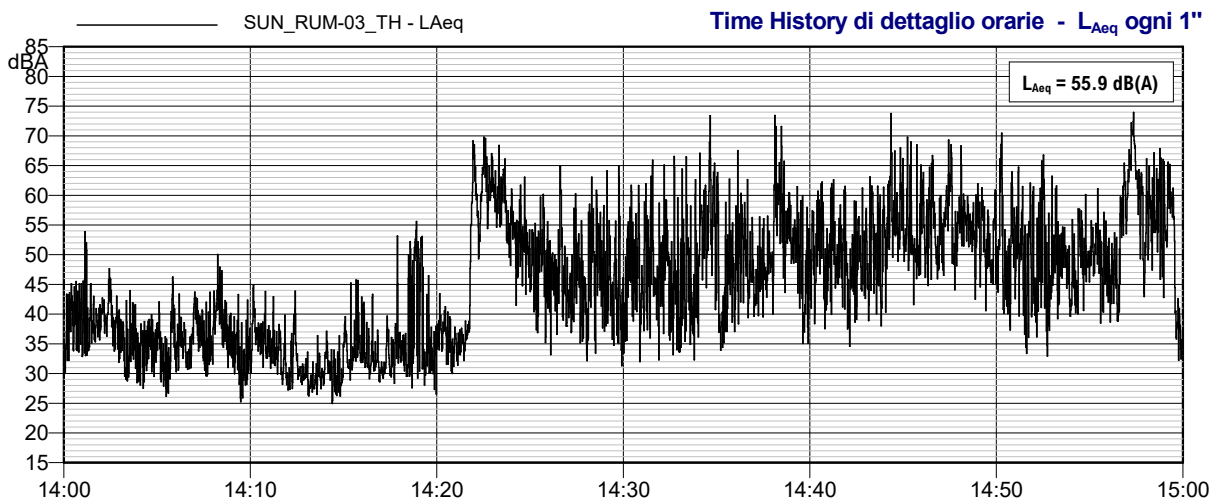
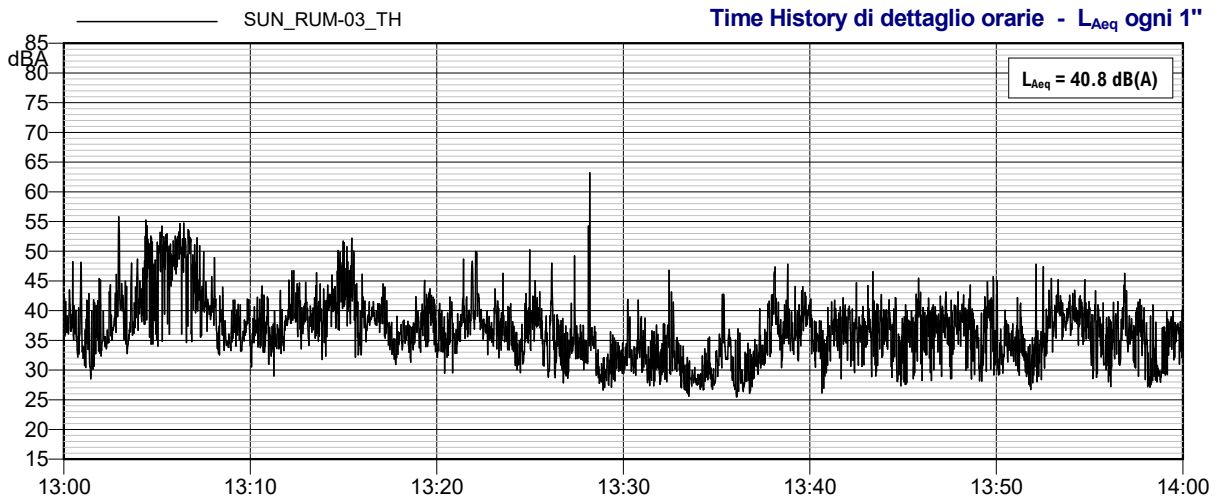
Postazione SUN_RUM-03



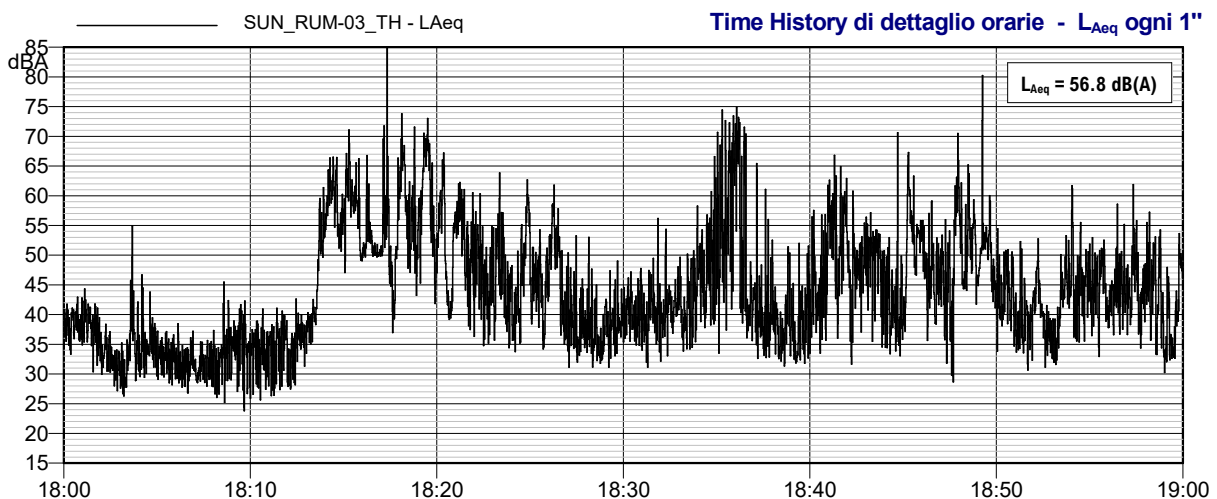
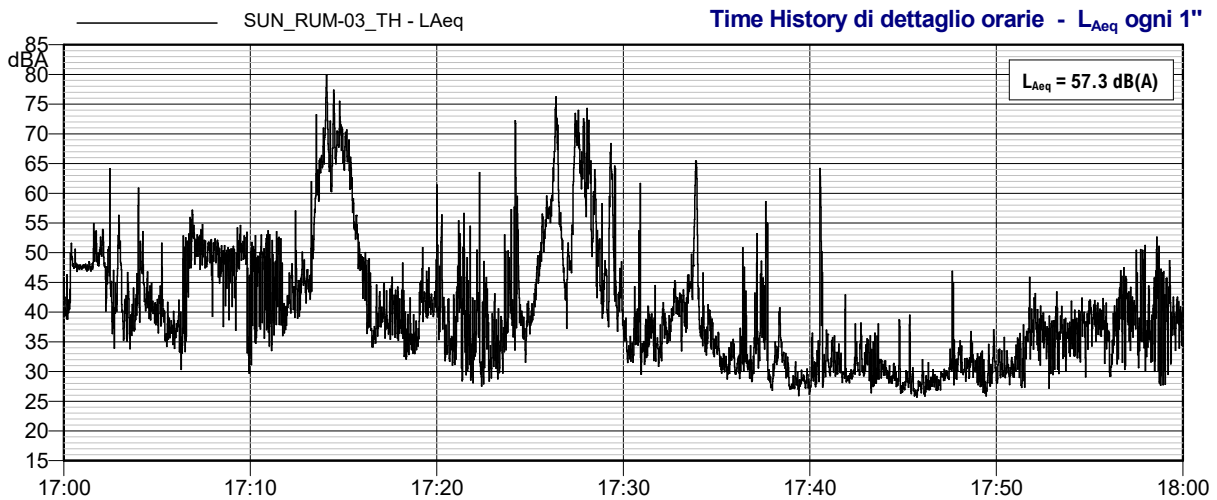
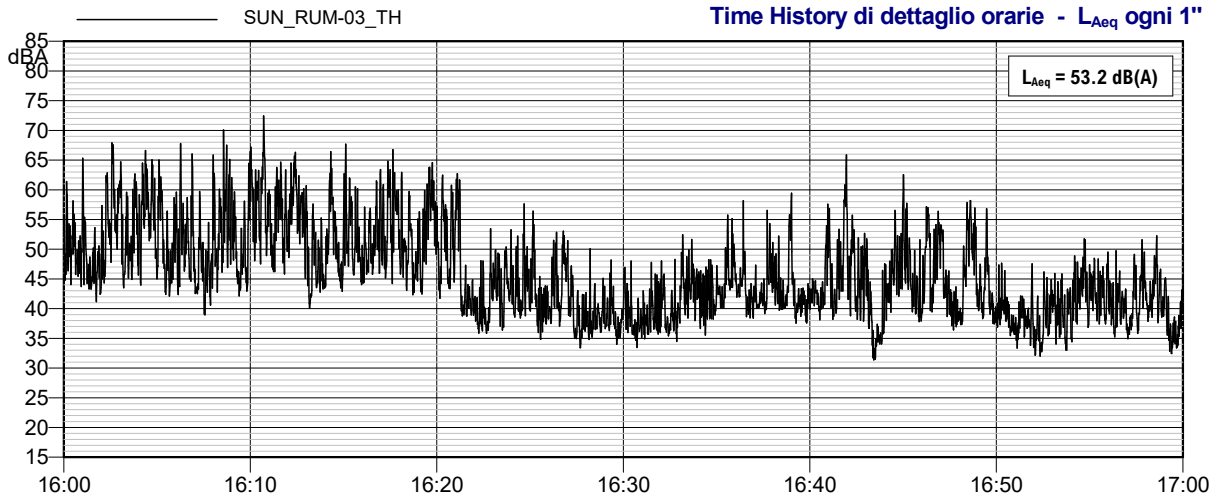
Postazione SUN_RUM-03



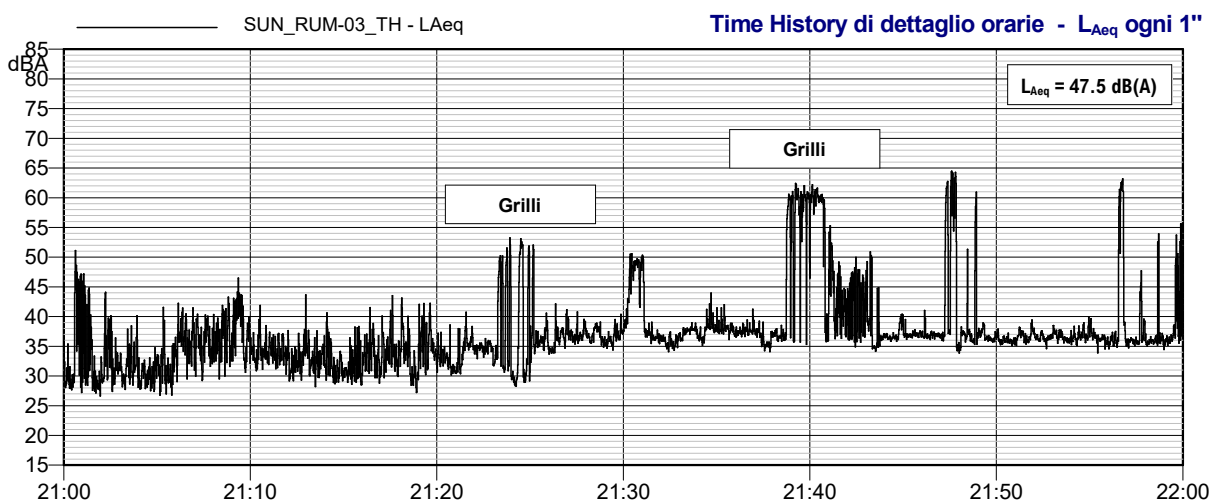
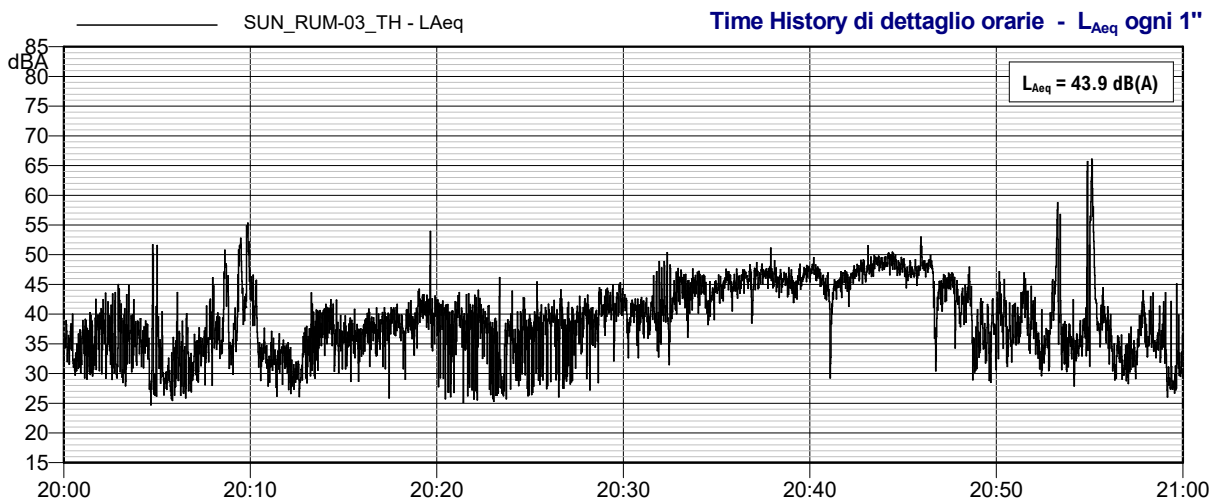
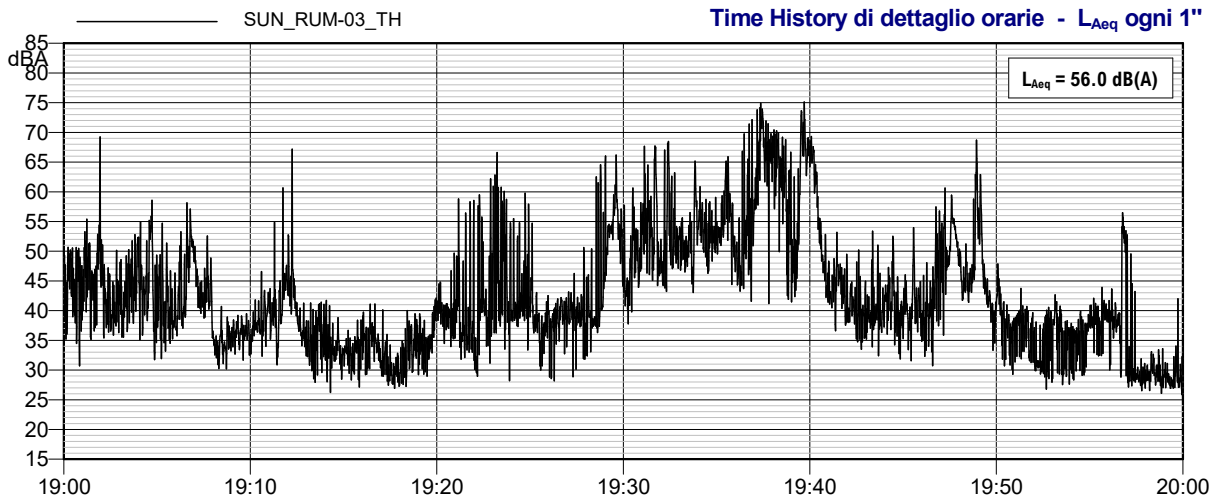
Postazione SUN_RUM-03



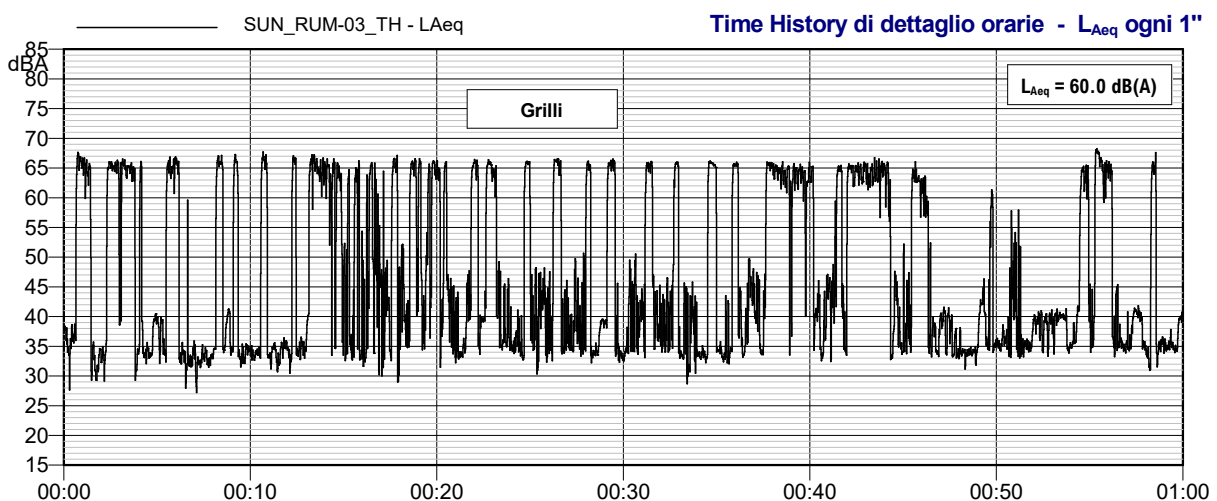
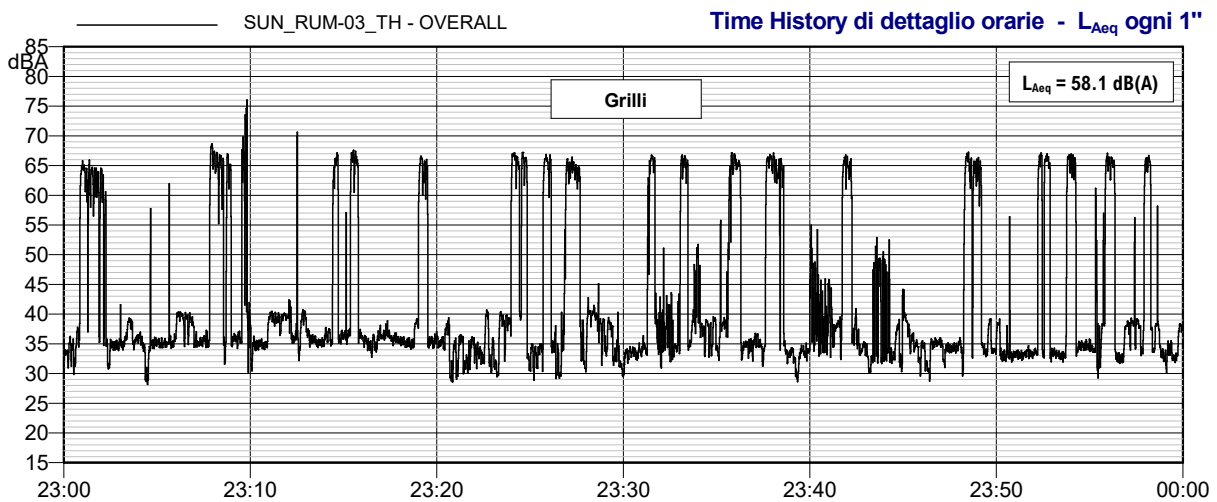
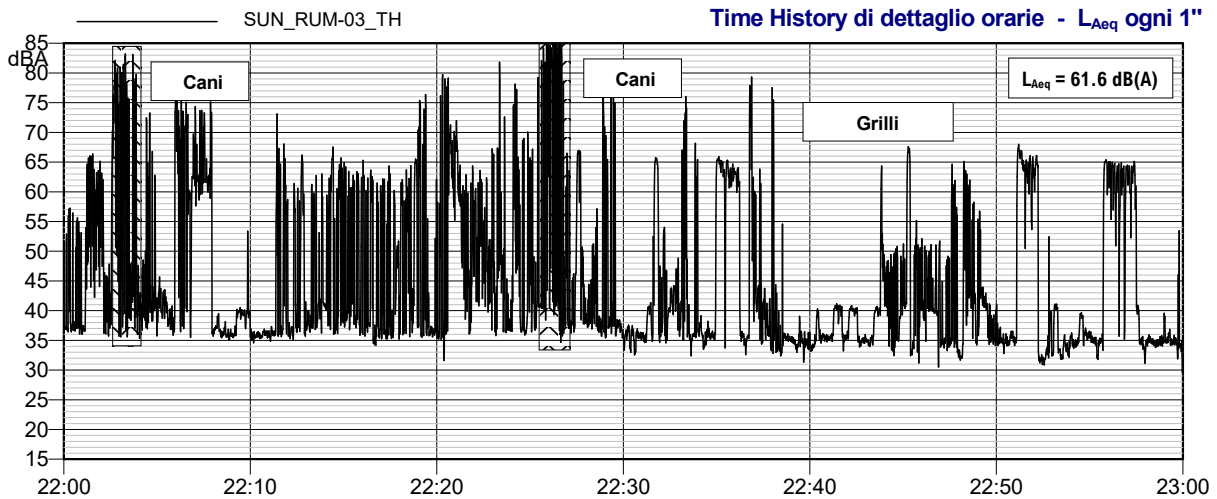
Postazione SUN_RUM-03



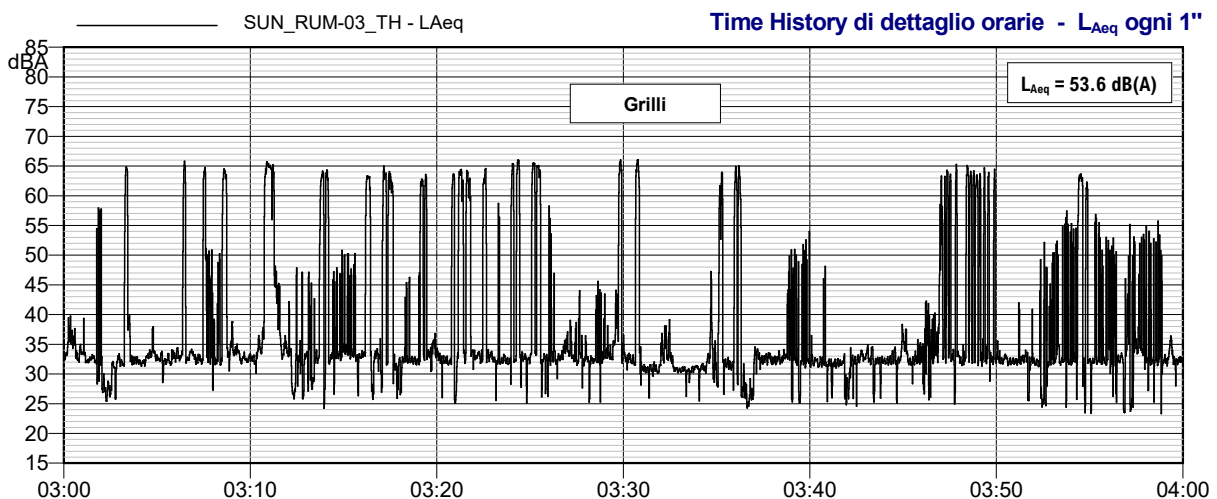
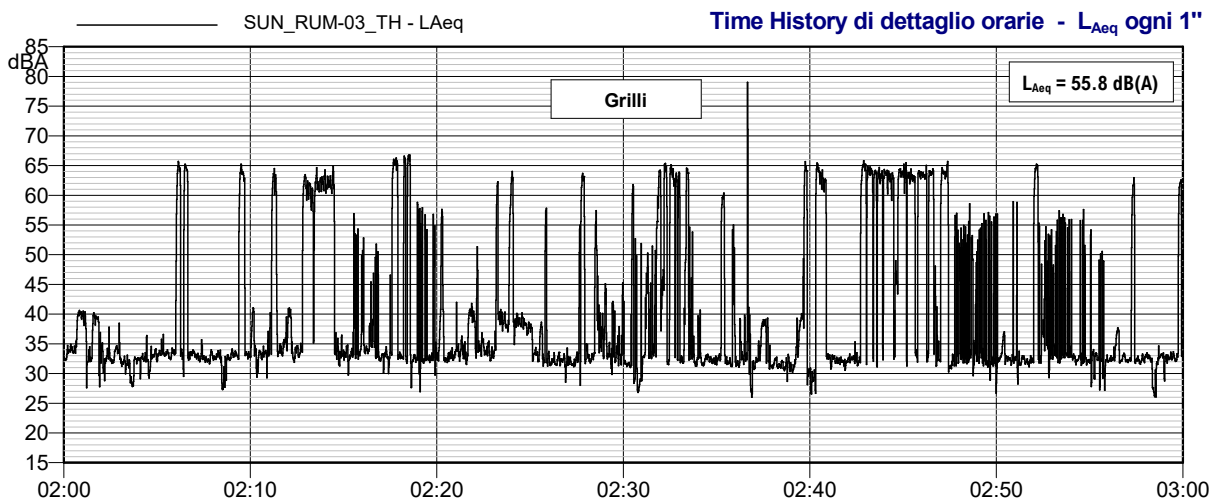
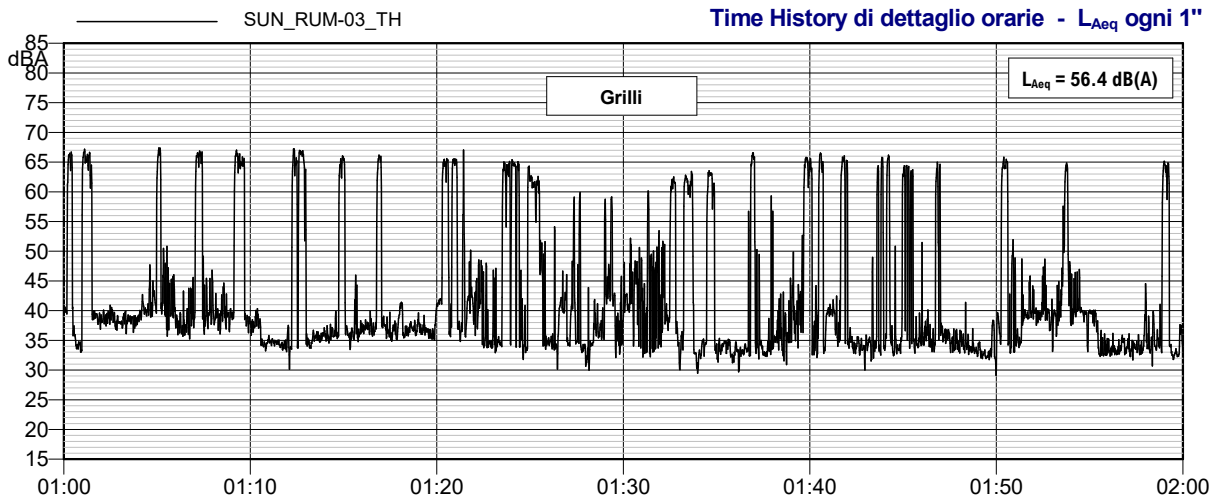
Postazione SUN_RUM-03



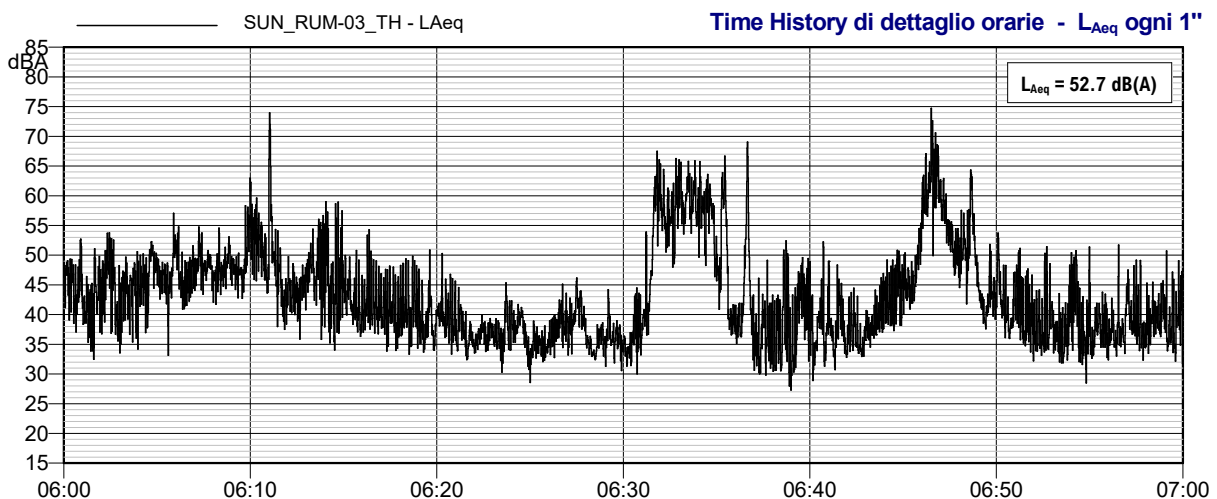
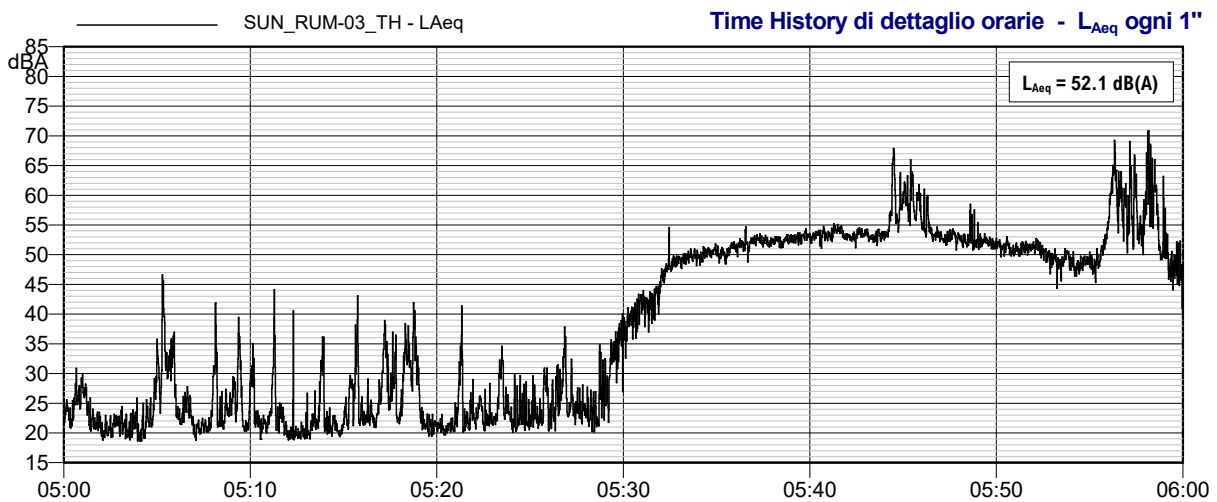
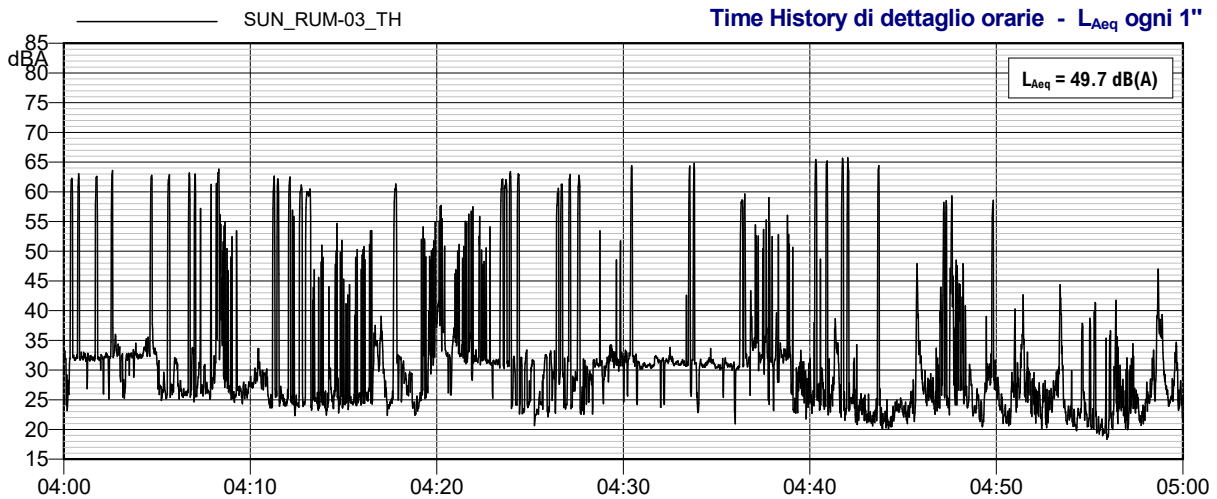
Postazione SUN_RUM-03



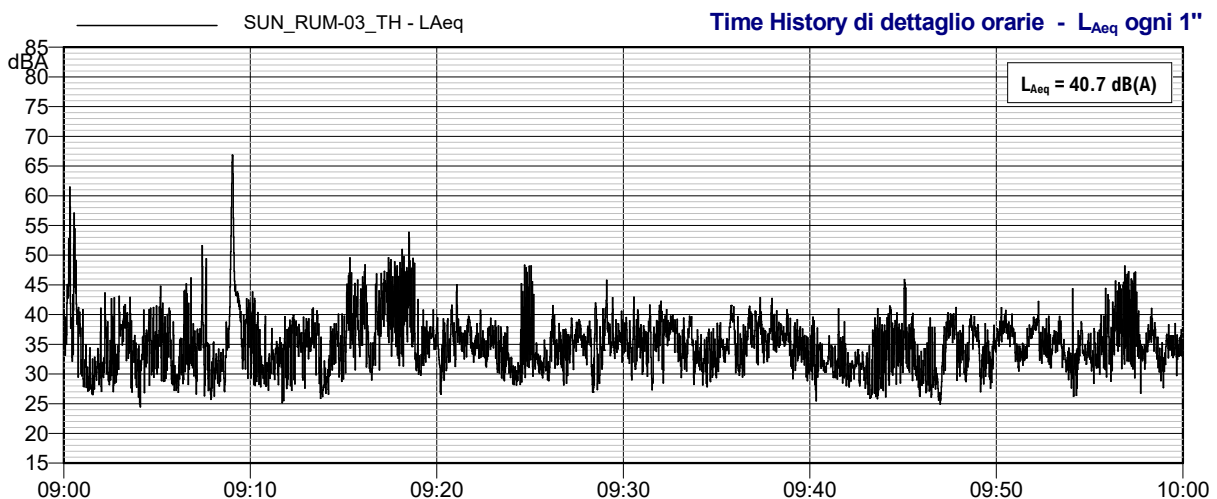
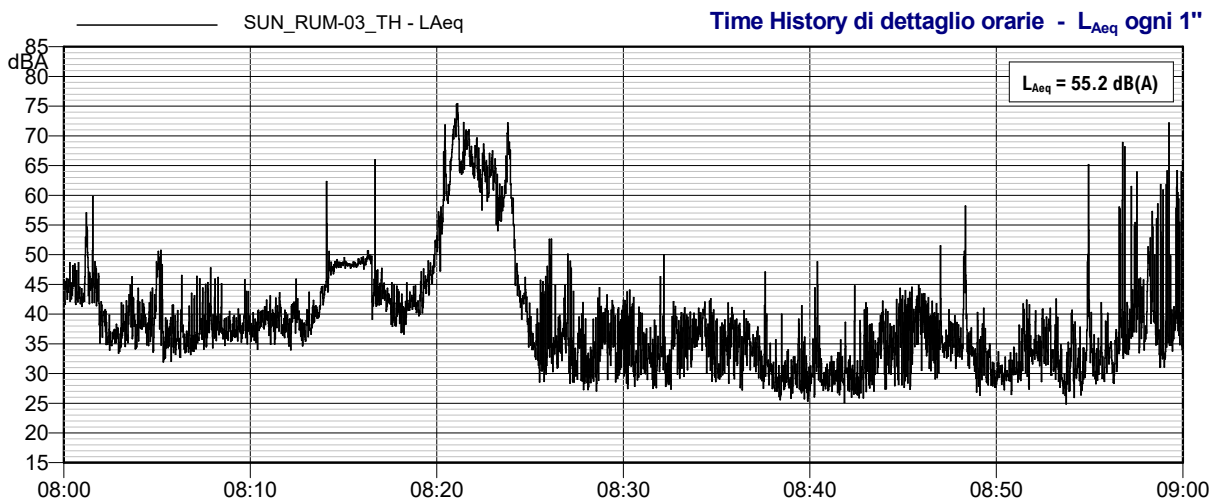
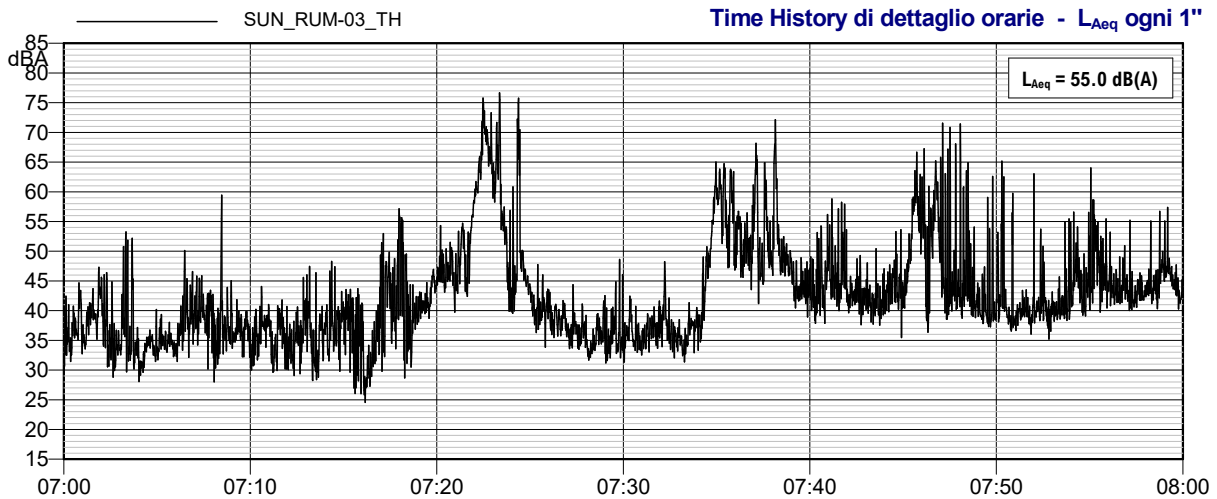
Postazione SUN_RUM-03



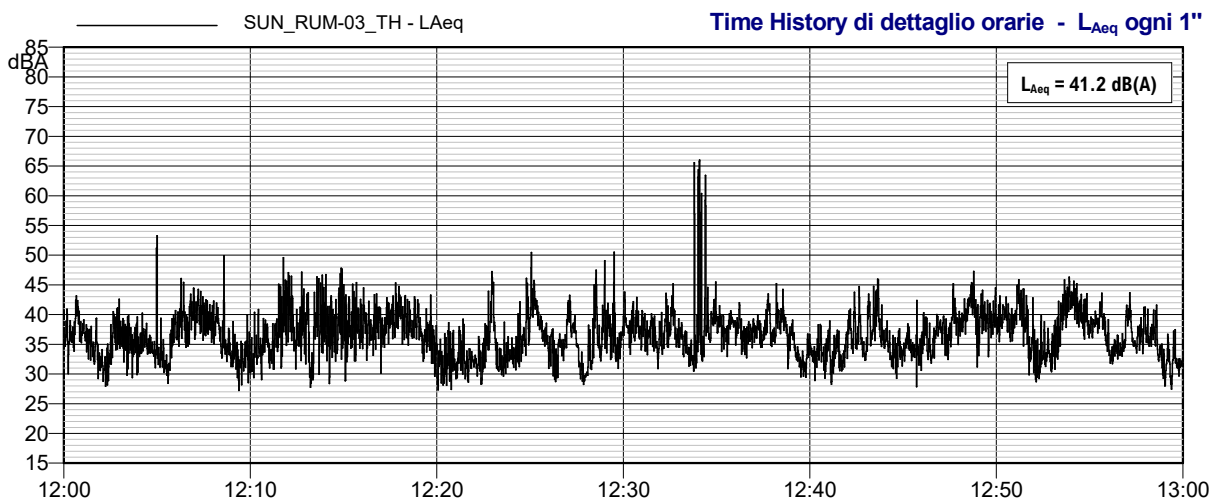
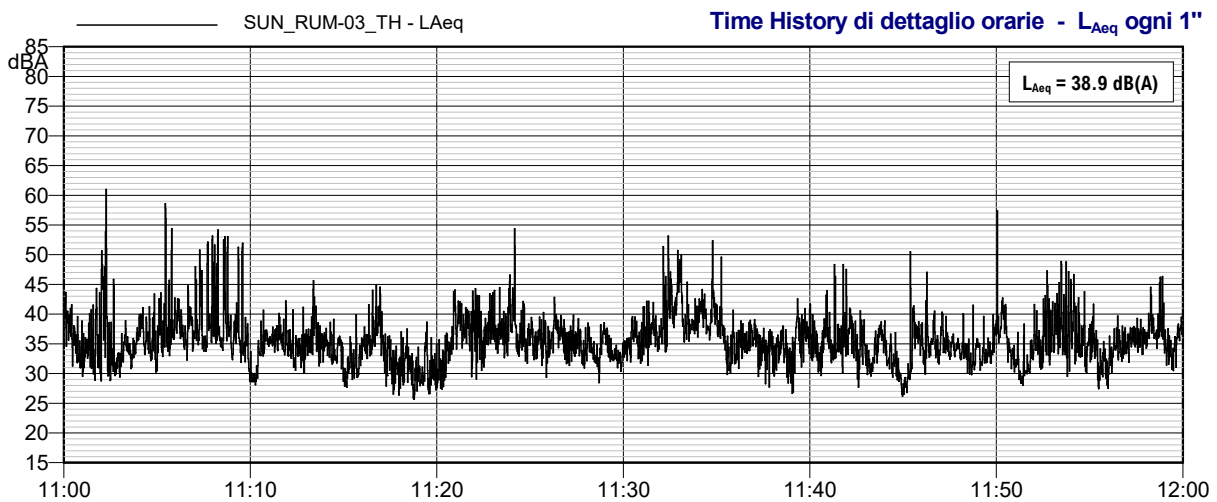
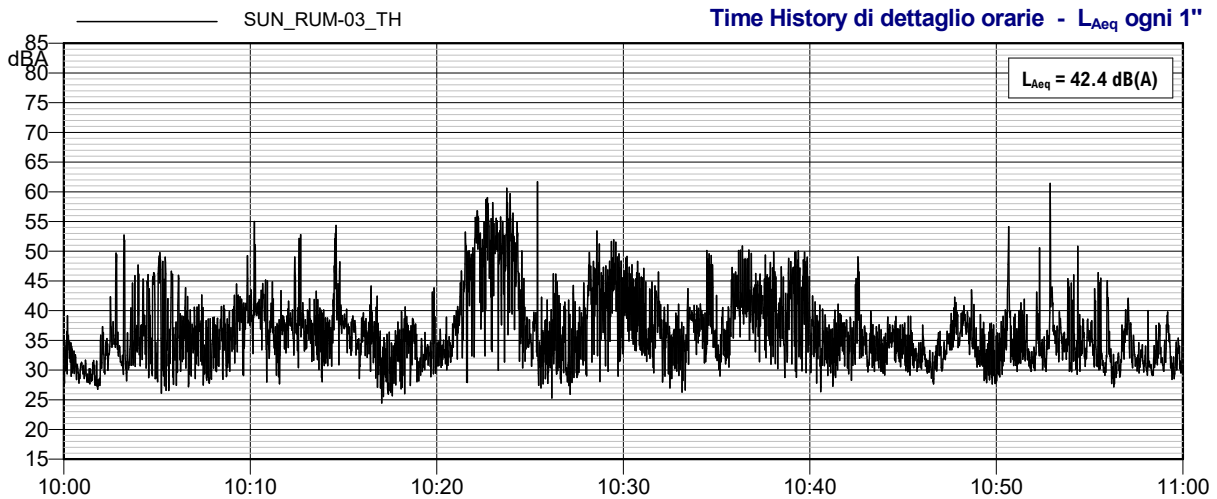
Postazione SUN_RUM-03



Postazione SUN_RUM-03



Postazione SUN_RUM-03



ALLEGATO 4

Copia degli attestati taratura della strumentazione di misura

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 213 S2106600SLM
Certificate of calibration

- data di emissione <i>date of issue</i>	2021-02-26	Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 213 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.
- cliente <i>customer</i>	PAPI STP S.r.l. Corso Galileo Ferraris, 2 10121 Torino	
- destinatario <i>receiver</i>	PAPI STP S.r.l. Corso Galileo Ferraris, 2 10121 Torino	
- richiesta <i>application</i>	Ordine	
- in data <i>date</i>	2021-02-26	
<u>Si riferisce a</u> <i>referring to</i>		
- oggetto <i>item</i>	Fonometro	<i>This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 213 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>
- costruttore <i>manufacturer</i>	Larson Davis	
- modello <i>model</i>	831	
- matricola <i>serial number</i>	0001212	
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	2021-02-26	
- data delle misure <i>date of measurement</i>	2021-02-26	
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	2021022601	

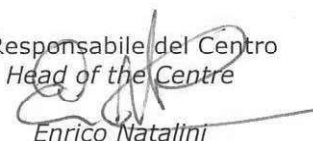
I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicandole procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di 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



Enrico Natalini

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 213 S2112900SLM
Certificate of calibration

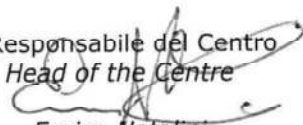
- data di emissione <i>date of issue</i>	2021-05-17	Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 213 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n.273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di 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.
- cliente <i>customer</i>	PAPI STP S.r.l. Corso Galileo Ferraris, 2 10121 Torino	
- destinatario <i>receiver</i>	PAPI STP S.r.l. Corso Galileo Ferraris, 2 10121 Torino	
- richiesta <i>application</i>	Ordine	
- in data <i>date</i>	2021-05-14	
<u>Si riferisce a</u> <i>referring to</i>		
- oggetto <i>item</i>	Fonometro	<i>This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 213 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>
- costruttore <i>manufacturer</i>	Larson Davis	
- modello <i>model</i>	831	
- matricola <i>serial number</i>	0004103	
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	2021-05-14	
- data delle misure <i>date of measurement</i>	2021-05-17	
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	2021051702	

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicandole 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

Enrico Natalini



Microbel S.r.l.
Corso Primo Levi 23b
10098 Rivoli (TO)

Centro di Taratura N°213
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di
Taratura



LAT N° 213
Membro degli Accordi di Mutuo
Riconoscimento
EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Pagina 1 di 9
Page 1 of 9

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 213 S2022000SLM
Certificate of calibration

- data di emissione <i>date of issue</i>	2020-10-08	Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accREDITAMENTO LAT N. 213 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.
- cliente <i>customer</i>	Papi STP S.r.l. C.so Galileo Ferraris, 2 10121 Torino	
- destinatario <i>receiver</i>	Papi STP S.r.l. C.so Galileo Ferraris, 2 10121 Torino	
- richiesta <i>application</i>	Ordine	
- in data <i>date</i>	2020-09-29	
<u>Si riferisce a</u> <i>referring to</i>		
- oggetto <i>item</i>	Fonometro	<i>This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 213 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>
- costruttore <i>manufacturer</i>	Larson Davis	
- modello <i>model</i>	831C	
- matricola <i>serial number</i>	10528	
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	2020-10-05	
- data delle misure <i>date of measurement</i>	2020-10-08	
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	2020100802	

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicandole 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.

Responsabile del Centro
Head of the Centre
Enrico Natalini

Calibration Certificate

Certificate Number 2021001369

Customer:

Spectra
Via J.F. Kennedy, 19
Vimercate, MB 20871, Italy

Model Number	CAL200	Procedure Number	D0001.8386
Serial Number	18564	Technician	Scott Montgomery
Test Results	Pass	Calibration Date	4 Feb 2021
Initial Condition	As Manufactured	Calibration Due	
Description	Larson Davis CAL200 Acoustic Calibrator	Temperature	23 °C ± 0.3 °C
		Humidity	30 %RH ± 3 %RH
		Static Pressure	101.3 kPa ± 1 kPa

Evaluation Method The data is acquired by the insert voltage calibration method using the reference microphone's open circuit sensitivity. Data reported in dB re 20 µPa.

Compliance Standards Compliant to Manufacturer Specifications per D0001.8190 and the following standards:
IEC 60942:2017 ANSI S1.40-2006

Issuing lab certifies that the instrument described above meets or exceeds all specifications as stated in the referenced procedure (unless otherwise noted). It has been calibrated using measurement standards traceable to the SI through the National Institute of Standards and Technology (NIST), or other national measurement institutes, and meets the requirements of ISO/IEC 17025:2017. **Test points marked with a ‡ in the uncertainties column do not fall within this laboratory's scope of accreditation.**

The quality system is registered to ISO 9001:2015.

This calibration is a direct comparison of the unit under test to the listed reference standards and did not involve any sampling plans to complete. No allowance has been made for the instability of the test device due to use, time, etc. Such allowances would be made by the customer as needed.

The uncertainties were computed in accordance with the ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). A coverage factor of approximately 2 sigma (k=2) has been applied to the standard uncertainty to express the expanded uncertainty at approximately 95% confidence level.

This report may not be reproduced, except in full, unless permission for the publication of an approved abstract is obtained in writing from the organization issuing this report.

Standards Used

Description	Cal Date	Cal Due	Cal Standard
Agilent 34401A DMM	08/04/2020	08/04/2021	001021
Larson Davis Model 2900 Real Time Analyzer	04/02/2020	04/02/2021	001051
Microphone Calibration System	03/03/2020	03/03/2021	005446
1/2" Preamplifier	08/27/2020	08/27/2021	006506
Larson Davis 1/2" Preamplifier 7-pin LEMO	08/06/2020	08/06/2021	006507
1/2 inch Microphone - RI - 200V	06/04/2020	06/04/2021	006510
Pressure Transducer	07/17/2020	07/17/2021	007368

LARSON DAVIS - A PCB PIEZOTRONICS DIV.
1681 West 820 North
Provo, UT 84601, United States
716-684-0001



ALLEGATO 5

Attestati di qualificazione del tecnico competente in acustica

Home

Tecnici Competenti in Acustica

Corsi

Login

[Home](#) / [Tecnici Competenti in Acustica](#) / [Vista](#)

Numero Iscrizione Elenco Nazionale	4820
Regione	PIEMONTE
Numero Iscrizione Elenco Regionale	13.90.20/TC/36/2018A
Cognome	PAPI
Nome	Davide
Titolo studio	Laurea in Ingegneria Civile
Estremi provvedimento	DGR 63-18869 del 05 maggio 1997
Luogo nascita	Torino
Data nascita	04/07/1970
Codice fiscale	PPADVD70L04L219Z
Regione	PIEMONTE
Provincia	TO
Comune	Torino
Via	Via Induno
Cap	10137
Civico	2
Nazionalità	IT
Dati contatto	338-2893879
Data pubblicazione in elenco	10/12/2018



CICPND SERVIZI S.R.L.
SOCIETÀ A RESPONSABILITÀ
LIMITATA CON UNICO SOCIO

Via C. Pisacane, 46
20025 Legnano (MI)
Tel. +39 0331 545600
Fax +39 0331 543030

Web: www.cicpndservizi.com
E-mail: info@cicpndservizi.com
amm@cicpndservizi.com
cert@cicpndservizi.com
Casella PEC: info@pec.cicpndservizi.com
C.F. e P.I. 08439360960
C.C.I.A.A. di Milano R.E.A. n° 2026983



PRS N° 012C
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreement

CERTIFICATO DI LIVELLO 2 **LEVEL 2 CERTIFICATE**

N° 374/ASVIC

Si certifica la qualificazione in Acustica - Suono - Vibrazioni al
LIVELLO 2

*This is to certify qualification in Acoustic - Sound - Vibrations at
the **LEVEL 2***

di / of

Papi Davide

nato a / born in

Torino (TO)

il / on

04 luglio 1970

per il seguente settore e sottosettore / for the following sector and subsector:

Acustica (Metrologia - A1)

Il presente certificato viene rilasciato in conformità al Regolamento CICPND SERVIZI SRL n° 79.
This certificate is issued according to CICPND SERVIZI SRL Regulations n° 79.

Autorizzazione ad Operare
del Datore di lavoro
Employer Authorization to practice

Il Presidente del Comitato Tecnico
The President of Technical Committee

L'Amministratore Unico
The Administrator

P. I. E. Tuberosa

Dr. Ing. M. Crepaldi

Data Delibera: 09/10/2020
Approval Date

Data Scadenza: 11/12/2025 R
Expiry Date





CICPND SERVIZI S.R.L.
SOCIETÀ A RESPONSABILITÀ
LIMITATA CON UNICO SOCIO

Via C. Pisacane, 46
20025 Legnano (MI)
Tel. +39 0331 545600
Fax +39 0331 543030

Web: www.cicpndservizi.com
E-mail: info@cicpndservizi.com
amm@cicpndservizi.com
cert@cicpndservizi.com
Casella PEC: info@pec.cicpndservizi.com
C.F. e P.I. 08439360960
C.C.I.A.A. di Milano R.E.A. n° 2026983



PRS N° 012C
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreement

CERTIFICATO DI LIVELLO 2 **LEVEL 2 CERTIFICATE**

N° **375/ASVIC**

Si certifica la qualificazione in Acustica - Suono - Vibrazioni al
LIVELLO 2

*This is to certify qualification in Acoustic - Sound - Vibrations at
the LEVEL 2*

di / of

Papi Davide

nato a / *born in*

Torino (TO)

il / *on*

04 luglio 1970

per il seguente settore e sottosectore / *for the following sector and subsector:*

Acustica (Valutazione Acustica - A2)

Il presente certificato viene rilasciato in conformità al Regolamento CICPND SERVIZI SRL n° 79.
This certificate is issued according to CICPND SERVIZI SRL Regulations n° 79.

Autorizzazione ad Operare
del Datore di lavoro
Employer Authorization to practice

Il Presidente del Comitato Tecnico
The President of Technical Committee

L'Amministratore Unico
The Administrator

.....
P. I. E. Tuberosa

.....
Dr. Ing. M. Crepaldi

Data Delibera: 09/10/2020
Approval Date

Data Scadenza: 11/12/2025 R
Expiry Date

