

Genova li, 16 settembre 2021



**Progettazione esecutiva ed esecuzione
dei lavori di realizzazione delle tratte
funzionali Brin-Canepari e Brignole-
Martinez, Metropolitana di Genova**

**Attività di Cantiere - Demolizioni
Monitoraggio *ante operam*
Rumore e Vibrazioni**

Settembre 2021

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	VALUTAZIONE	4
2.1	DESCRIZIONE DELL'AREA	4
2.1.1	CLASSIFICAZIONE ACUSTICA	4
2.2	PUNTI DI MONITORAGGIO.....	6
2.3	STRUMENTI DI MISURA.....	7
2.3.1	RUMORE	7
2.3.2	VIBRAZIONI	7
2.4	RISULTATI.....	9
3	CONSIDERAZIONI FINALI	14

1 INTRODUZIONE

Questa relazione tecnica rende conto dei risultati del monitoraggio ambientale – Rumore e Vibrazioni Meccaniche – relative alla fase *ante operam* delle attività di cantiere.

La verifica del rispetto dei limiti acustici tiene conto delle seguenti normative.

- D.P.C.M. 1° marzo 1991. Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.
- Legge 26 ottobre 1995, n.447. *Legge quadro sull'inquinamento acustico*.
- D.M. 11 dicembre 1996 *Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo*.
- D.P.C.M. 14 novembre 1997. *Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*.
- D.M. 16 marzo 1998. *Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico*.

Per quanto attiene l'impatto dell'energia meccanica prodotta dal cantiere, ovvero dai macchinari che in esso operano, il riferimento è costituito dalle norme tecniche di seguito riportate.

- UNI 9614:2017, Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo

La norma definisce il metodo di misurazione delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti interne o esterne agli edifici e i criteri di valutazione del disturbo delle persone all'interno degli edifici stessi. La norma si applica a tutti i fenomeni che possono dare origine a vibrazioni negli edifici; a titolo esemplificativo e non esaustivo: **traffico su gomma e su rotaia**, attività industriali e funzionamento di macchinari, **attività stradali e di cantiere di varia natura**, esplosioni e scoppi, attività umane di qualsiasi natura.

- UNI 9916:2014, Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici

La norma fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misurazione, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratorii per permettere la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica.

2 VALUTAZIONE

2.1 Descrizione dell'area

L'area di cantiere è particolarmente complessa dal punto di vista urbanistico che vede la presenza e la commistione di diverse funzioni urbanistiche:

- Residenziale,
- Commerciale
- Scolastico (Istituto Comprensivo Certosa)
- Produttivo (terziario e piccolo artigianato).

Inoltre sull'area insiste un tratto della principale via di comunicazione stradale urbana che collega il centro urbano con l'alta Val Polcevera.

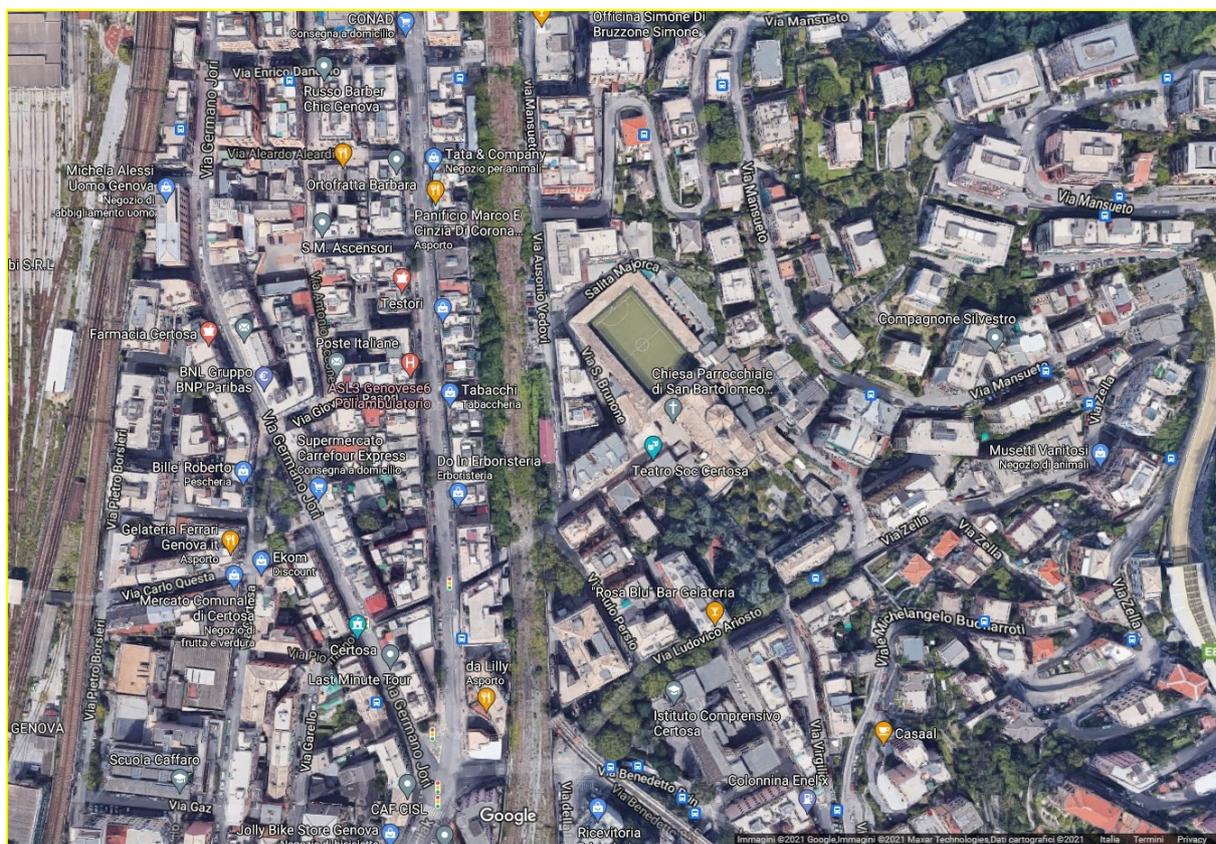


Figura 1 – Territorio di insediamento del cantiere.

Il territorio urbano coinvolto dal cantiere si trova tra la linea ferroviaria Genova-Milano (via Isola del Cantone) ed il ramo Milano-Genova della A7 "Serravalle".

2.1.1 Classificazione acustica

La classificazione acustica dell'area di interesse è illustrata nello stralcio seguente estratto dalla Classificazione Acustica comunale reperibile sul sito cartografico del Comune di Genova.

Le classi acustiche coinvolte sono prevalentemente la Classe III (Aree di tipo misto) e la Classe Acustica IV (Aree ad intensa attività umana). La Classe Acustica I relativa all'Istituto Comprensivo Certosa

2.2 Punti di monitoraggio

I punti di monitoraggio di riferimento per questa fase sono:

- Stazione 1
- Stazione 2

Essi sono definiti nel piano di monitoraggio come si evince dallo stralcio riportato qui di seguito.

<p>Stazione Appaltante:  COMUNE DI GENOVA</p>	<p>OPERE DI PROLUNGAMENTO DELLA LINEA METROPOLITANA DI GENOVA TRATTE FUNZIONALI BRIN-CANEPARI E BRIGNOLE-MARTINEZ PROGETTO ESECUTIVO DEMOLIZIONE FABBRICATO VIA ARIOSTO, 2 – PIANO DI MONITORAGGIO</p>
--	--

4 Monitoraggio

Il sistema di monitoraggio sarà prontamente installato a seguito condivisione da parte di ASL e ARPAL dei contenuti del presente Piano e avrà durata fino al termine dell'attività di demolizione del fabbricato di via Ariosto, 2.

4.1 Punti di monitoraggio

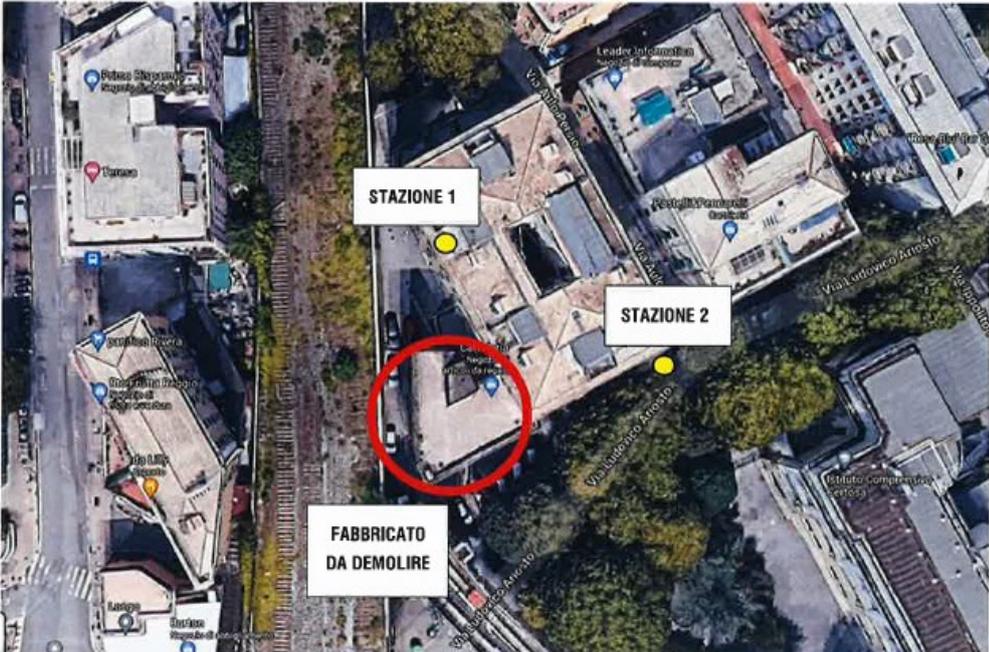
Per le aree di intervento e per le relative aree di cantiere sono state individuate le componenti ambientali da monitorare, la tipologia di monitoraggio e la frequenza delle campagne di misura nelle diverse fasi ante-operam, corso d'opera e post-operam.

Per ognuna delle componenti ambientali selezionate sono stati definiti univocamente i siti nei quali predisporre le stazioni di monitoraggio per eseguire misure e prelievi, a seconda dei casi specifici. Ciascun punto di monitoraggio è stato posizionato sulla base dello studio della documentazione afferente la Progettazione definitiva e sull'analisi di dettaglio in campo, condotta nel corso dei sopralluoghi effettuati.

Le stazioni di monitoraggio previste sono 2 e saranno posizionate come segue:

- 1 stazione su terrazzo del fabbricato via Ariosto 4,
- 1 stazione sul confine dell'area di cantiere lungo via Ariosto in direzione nord ovest.

L'ubicazione delle postazioni di monitoraggio sarà condivisa con gli Enti di Controllo (ASL e ARPAL).



The figure is an aerial photograph of an urban area in Genova, Italy. A large building, labeled 'FABBRICATO DA DEMOLIRE', is circled in red. Two monitoring stations are marked with yellow dots: 'STAZIONE 1' is located on the roof of a building to the north of the demolition site, and 'STAZIONE 2' is located on the ground level near the intersection of Via Ariosto and Via Ludovico Ariosto. Other buildings and streets are visible in the background.

Figura 3 – Stralcio del Piano di Monitoraggio relativo a STAZIONE 1 e STAZIONE 2.

2.3 Strumenti di misura

Le misure sono state eseguite con due catene di misura – fonometrica e vibrazionale – allestite e configurate per misure di lungo periodo, non presidiate.

2.3.1 Rumore

Le misure fonometriche sono state eseguite con la strumentazione descritta nei Certificati di Taratura riprodotti qui di seguito riferiti al fonometro analizzatore in tempo reale ed al calibratore.

 <p>Microbel S.r.l. Corso Primo Levi 23b 10096 Rivoli (TO)</p> <p>Centro di Taratura N°213 Calibration Centre Laboratorio Accreditato di Taratura</p>  <p>LAT N° 213 Membro degli Accordi di Mutual Recognition EA, IAF e ILAC Signatory of ILAC and ILAC Mutual Recognition Agreements</p> <p>Pagina 1 di 9 Page 1 of 9</p> <p>CERTIFICATO DI TARATURA LAT 213 S2107000SLM Certificate of calibration</p> <p>- data di emissione / date of issue: 2021-03-02 - cliente / customer: Servizi Industriali Genova SIGE S.r.l., Via Castel Morrone, 15H 16161 Genova (GE) - destinatario / receiver: Servizi Industriali Genova SIGE S.r.l., Via Castel Morrone, 15H 16161 Genova (GE) - richiesta / application: Ordine 05242 TEC - in data / date: 2021-02-08</p> <p>Si riferisce a / referring to: - oggetto / item: Fonometro - costruttore / manufacturer: Bruel&Kjaer - modello / model: 2250 - matricola / serial number: 3006391 - data di ricevimento / date of receipt of item: 2021-02-16 - data delle misure / date of measurement: 2021-03-02 - registro di laboratorio / laboratory reference: 2021030202</p> <p>I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato. The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.</p> <p>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.</p> <p>Il Responsabile del Centro Head of the Centre Enrico Manelli</p>	 <p>Delta OHM S.r.l. a socio unico Via Firenze, 3 35100 Cavone di Solvassano (PD) Tel. 0429-248077330 Fax 0429-248435206 e-mail: info@deltaohm.com WebSite: www.deltaohm.com</p> <p>Centro di Taratura LAT N° 124 Calibration Centre Laboratorio Accreditato di Taratura</p>  <p>LAT N° 124</p> <p>Pagina 1 di 5 Page 1 of 5</p> <p>CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 21000853 Certificate of Calibration</p> <p>- data di emissione / date of issue: 2021-03-08 - cliente / customer: Lepacom S.r.l. - Via Helsinki, 16 - 00144 Roma (RM) - destinatario / receiver: Servizi Industriali Genova Sigge S.r.l. - Via Castel Morrone, 15H - 16161 Genova (GE) - richiesta / application: 0212021 - in data / date: 2021-02-11</p> <p>Si riferisce a / Referring to: - oggetto / item: Calibratore - costruttore / manufacturer: Delta Ohm S.r.l. - modello / model: H2020 - matricola / serial number: 21007365 - data delle misure / date of measurement: 2021/3/5 - registro di laboratorio / laboratory reference: 42095</p> <p>Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accertamento LAT N° 124 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 esplicita autorizzazione scritta da parte del Centro.</p> <p>This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 124 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.</p> <p>I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato. The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.</p> <p>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.</p> <p>Il Responsabile del Centro Head of the Centre Pierantonio Bonanni</p>
--	--

Tabella 2 – Catena di misura di rumore.

2.3.1.1 Caratteristiche del campionamento acustico

Tempo di misura: 24 ore;

Campionamento (*short Leq*): 1 s;

Distanza dalla parete più prossima: > 1m;

Posizione del microfono: 4 m sul piano di appoggio.

Le condizioni meteorologiche sono state controllate con la stazione di misura meteorologica che accompagna la campagna di misure.

2.3.2 Vibrazioni

Le vibrazioni meccaniche sono state rilevate con uno strumento all'uopo concepito per la misura e la sorveglianza delle vibrazioni meccaniche prodotte dalle attività di cantiere e dai mezzi di trasporto, ivi compresi quelli su ferro.

La tabella seguente riporta una riproduzione del Certificato di Taratura della catena di misura.



Certificat d'étalonnage

CE-DTE-L-20-PVE 1433

Dé livré à :

Nom et emplacement du laboratoire effectuant l'étalonnage:
ACOEM France SAS - 200, Chemin des Ormeaux 69578 Limonest.

Appareil testé

Désignation : Vibromètre

Constructeur : 01dB

Type : ORION N° de série : 10413

N° d'identification :

Date d'émission : 28/07/2020

Ce certificat comprend 3 pages

Le responsable métrologique du laboratoire
François MAGAND

Certificat d'étalonnage n°:
CE-DTE-L-20-PVE-78433

Page 2 sur 3

Identification :

	Vibromètre
Constructeur	01dB
Type	ORION
Numéro de série :	10413

Programme d'étalonnage:

L'étalonnage de l'instrument porte sur la mesure du niveau vibratoire à la fréquence de 16Hz

Méthode d'étalonnage:

L'instrument est mesuré dans une salle climatisée.
Une excitation vibratoire est appliquée successivement sur chaque axe (X, Y et Z) en utilisant un pot vibrant électrodynamique.
L'étalonnage utilise une méthode par comparaison.
Le niveau de référence est mesuré par un vibromètre laser à effet doppler.

Conditions de l'étalonnage:

Date d'étalonnage : 28/07/2020

Nom de l'opérateur : Maxime Donet

Instruction d'étalonnage : VMT1002000-INS-050

Température : (25,0 +/- 5) °C

Humidité relative : (50,0 +/- 30) %



Certificat d'étalonnage n°:
CE-DTE-L-20-PVE-78433

Page 3 sur 3

Moyens de mesure utilisés pour l'étalonnage:

Désignation	Constructeur	Type	N° de série	N° d'identification
Vibromètre laser	POLYTEC	OPV-5000	155810	APM 5048
Transfèreteur / Frequency Analyzer	Solotron	125-	360174	APM 2359

Tous les moyens de mesure utilisés sont rattachés aux étalons de référence de la société ACOEM France. Les étalons de référence de la société ACOEM France sont rattachés aux étalons nationaux par un étalonnage COFRAC. La liste de ces étalons est disponible sur simple demande auprès du responsable métrologique du laboratoire.

Résultats:

Les incertitudes élargies mentionnées sont celles correspondant à deux incertitudes types (k=2). La valeur mesurée et l'incertitude élargie associée représentent l'intervalle qui contient la grandeur mesurée avec une probabilité d'environ 95%. Les incertitudes types prennent en compte les différentes composantes d'incertitudes, étalons de référence, moyens d'étalonnage, conditions d'environnement, contribution de l'instrument étalonné, répétabilité, selon les recommandations de la norme ISO/IEC Guide 98-3 (GUM).

Sensibilité de référence du capteur interne (mV/g)

VibDX	VibDY	VibDZ
402	512	600

Mesure du niveau sur l'axe X

Fréquence Hz	Niveau de référence PPV mm/s pk	Niveau mesuré PPV mm/s pk	Ecart %	Incertitude %
16	10,24	10,92	7	4

Mesure du niveau sur l'axe Y

Fréquence Hz	Niveau de référence PPV mm/s pk	Niveau mesuré PPV mm/s pk	Ecart %	Incertitude %
16	10,00	10,66	7	4

Mesure du niveau sur l'axe Z

Fréquence Hz	Niveau de référence PPV mm/s pk	Niveau mesuré PPV mm/s pk	Ecart %	Incertitude %
16	9,99	10,66	7	4

Fin du certificat d'étalonnage



Tabella 3 – Catena di misura delle vibrazioni meccaniche.

2.3.2.1 Caratteristica del campionamento vibrazionale

<p>Tempo di misura: 24 ore; Campionamento: 1 s; Posizione dell'accelerometro: al centro della stanza.</p>	
---	---

Tabella 4 – Misura presso la STAZIONE 1.

2.4 Risultati

La tabella seguente riporta, in sintesi, i risultati delle misure

		Limite di zona. IMMISSIONE dB(A)	Limite di zona. EMISSIONE dB(A)	UNI 9614:2017, 8.6, A4 (1)	MISURA	MISURA
					martedì 17 agosto 2021	martedì 24 agosto 2021
Stazione 1	Data installazione					
LAeq diurno, dB(A)	24/08/2021	65	60			52.5
LAeq notturno, dB(A)		55	50			45.5
V _{res} (m/s ²) (1)	17/08/2021				0.012	
Stazione 2						
LAeq diurno, dB(A)	24/08/2021	65	60			62.5
LAeq notturno dB(A)		55	50			53.0

Tabella 5 – Sintesi delle misure.

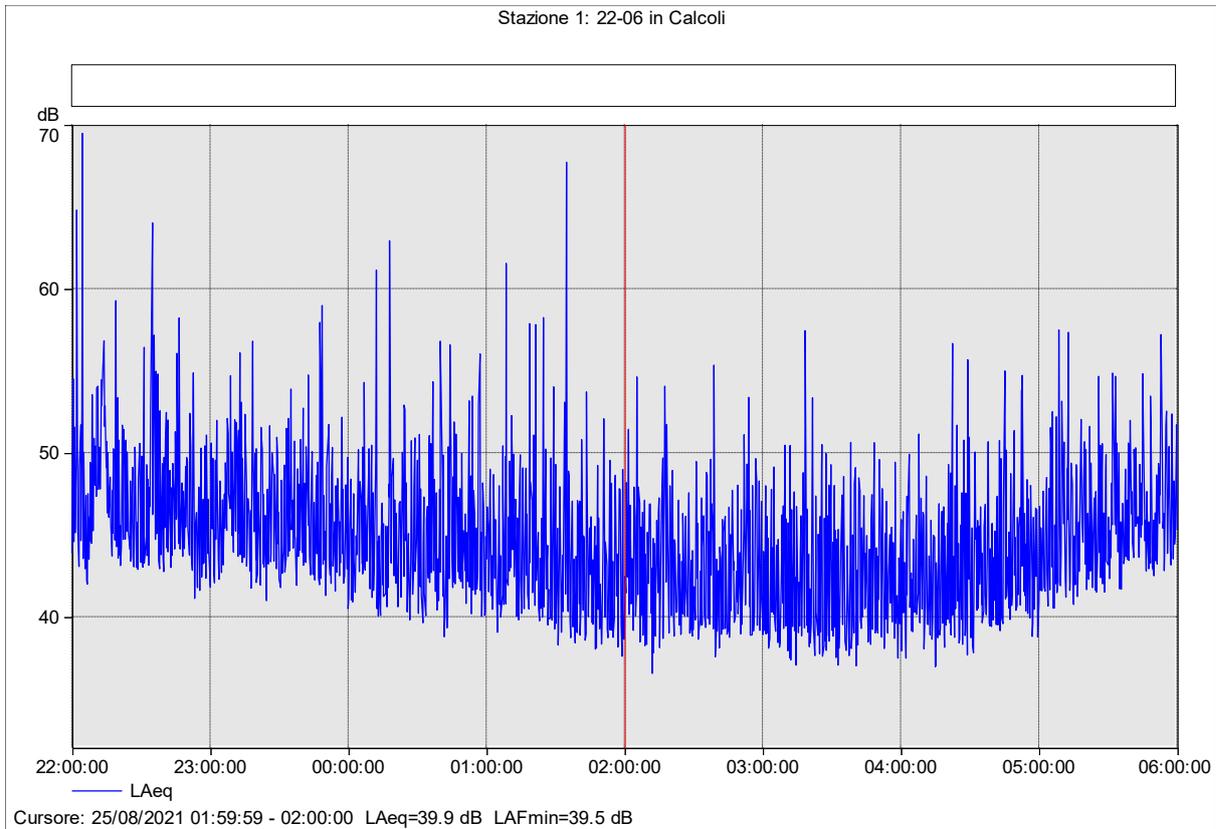
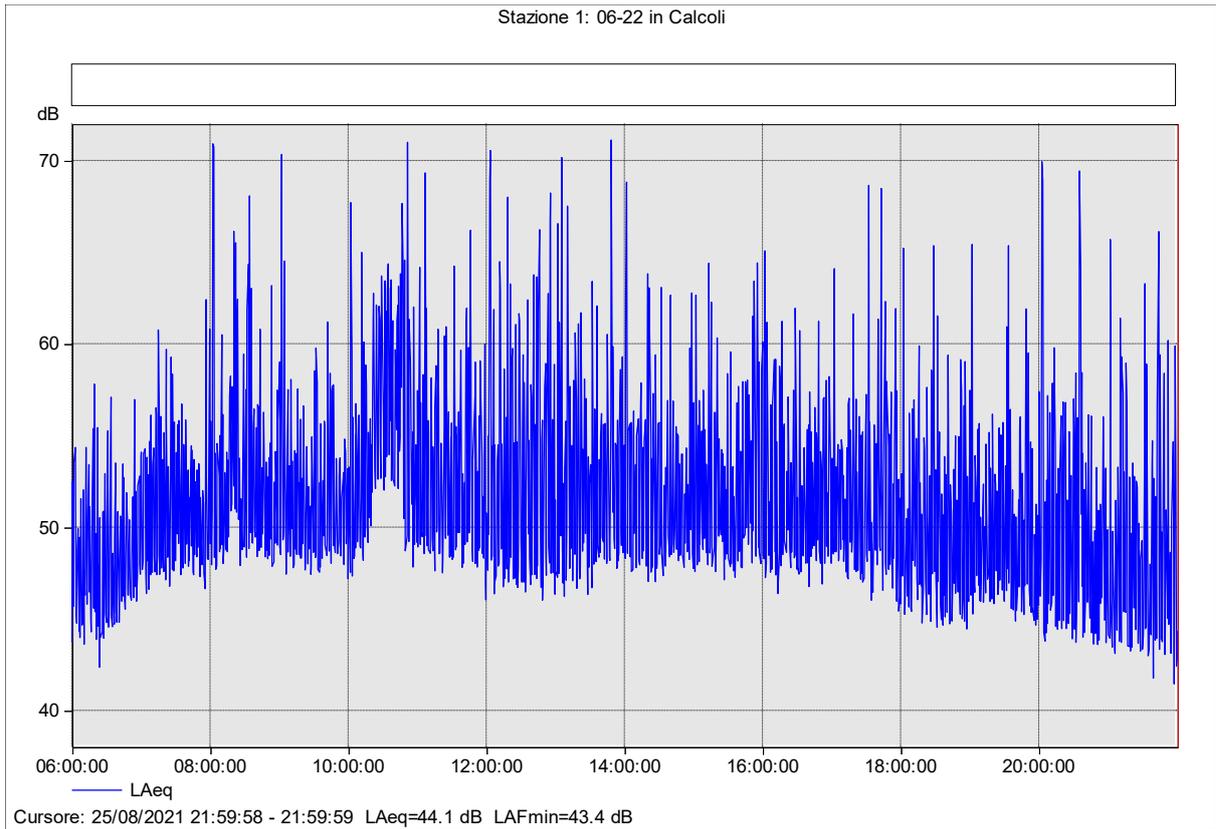


Figura 4 – Rumore: storie temporali – Diurna (06-22) e Notturna (22-06) - relative alla STAZIONE 1.

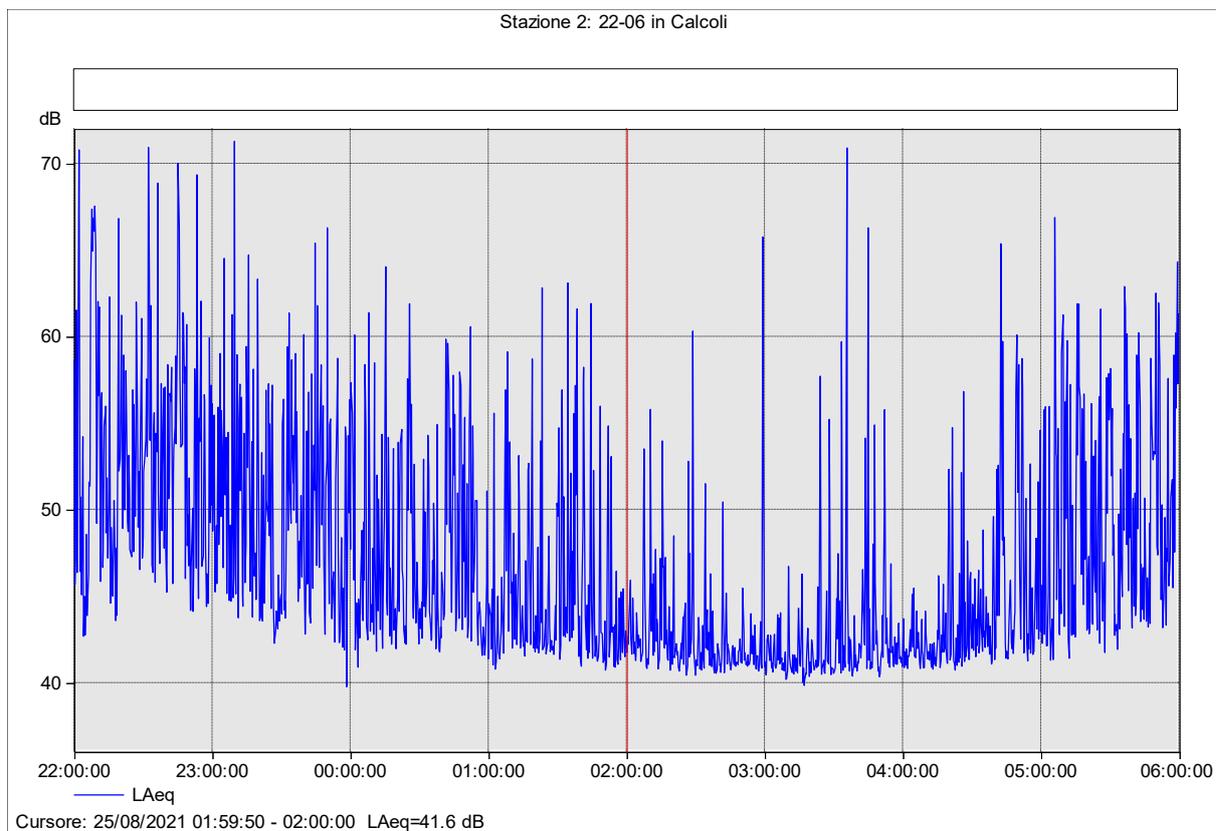
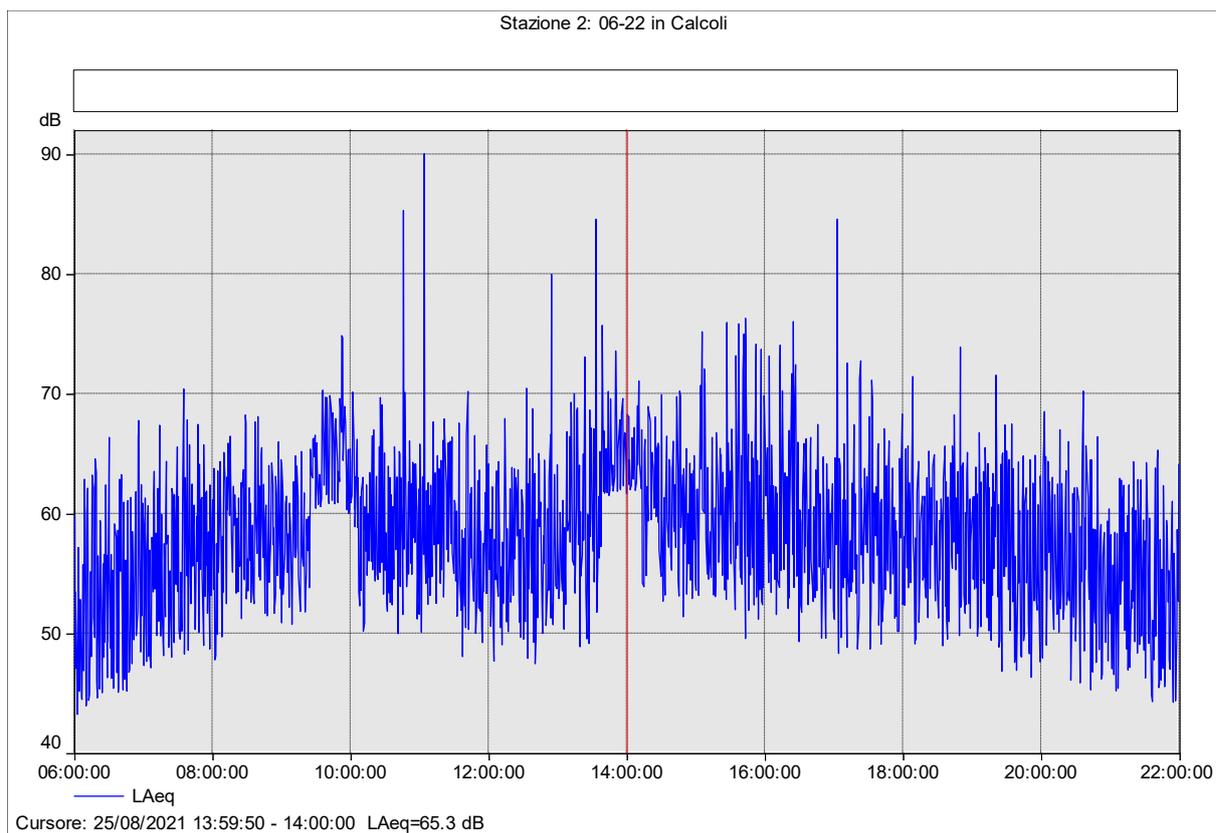


Figura 5 – Rumore: storie temporali – Diurna (06-22) e Notturna (22-06) - relative alla STAZIONE 2.

Le misure fisiche non hanno fatto emergere l'evidenza di componenti impulsive nella storia temporale della misura e di componenti tonali nello spettro.

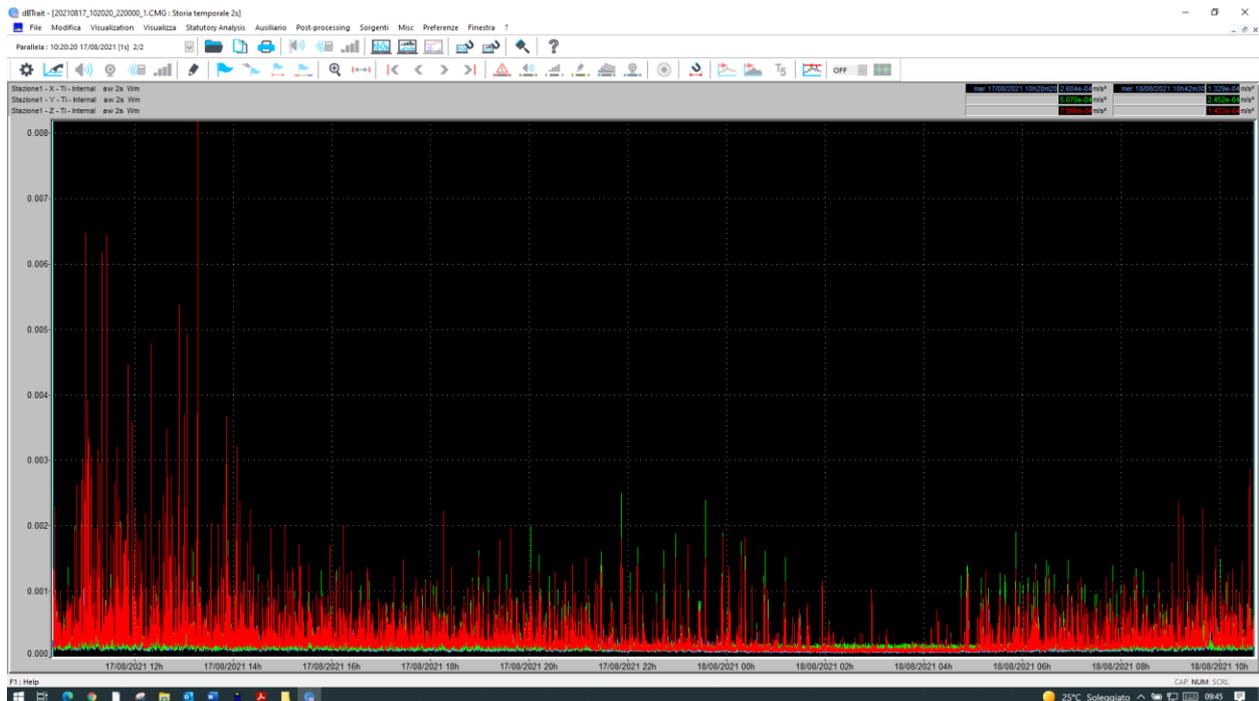


Figura 6 – Vibrazioni meccaniche: Storia temporale della misure di vibrazione presso la STAZIONE 1. Il grafico riporta le tre componenti spaziali delle vibrazioni misurate.

Il Piano di Monitoraggio prevede la misura delle vibrazioni meccaniche solo presso la Stazione 1 perché riferita ad una abitazione (valutazione del disturbo).

Si rileva che durante l'esecuzione delle misure erano in corso delle attività, con l'utilizzo di mezzi operativi, nell'area in cui si preparava l'allestimento del cantiere in oggetto. Da una breve indagine presso la Committenza Manelli, è emerso che si trattava di attività di altri soggetti che operavano per l'eliminazione di interferenze col cantiere in procinto di essere allestito. A titolo esemplificativo l'immagine seguente illustra nella storia temporale della STAZIONE 2 i fenomeni acustici che, presumibilmente, si riferiscono alle situazioni descritte.

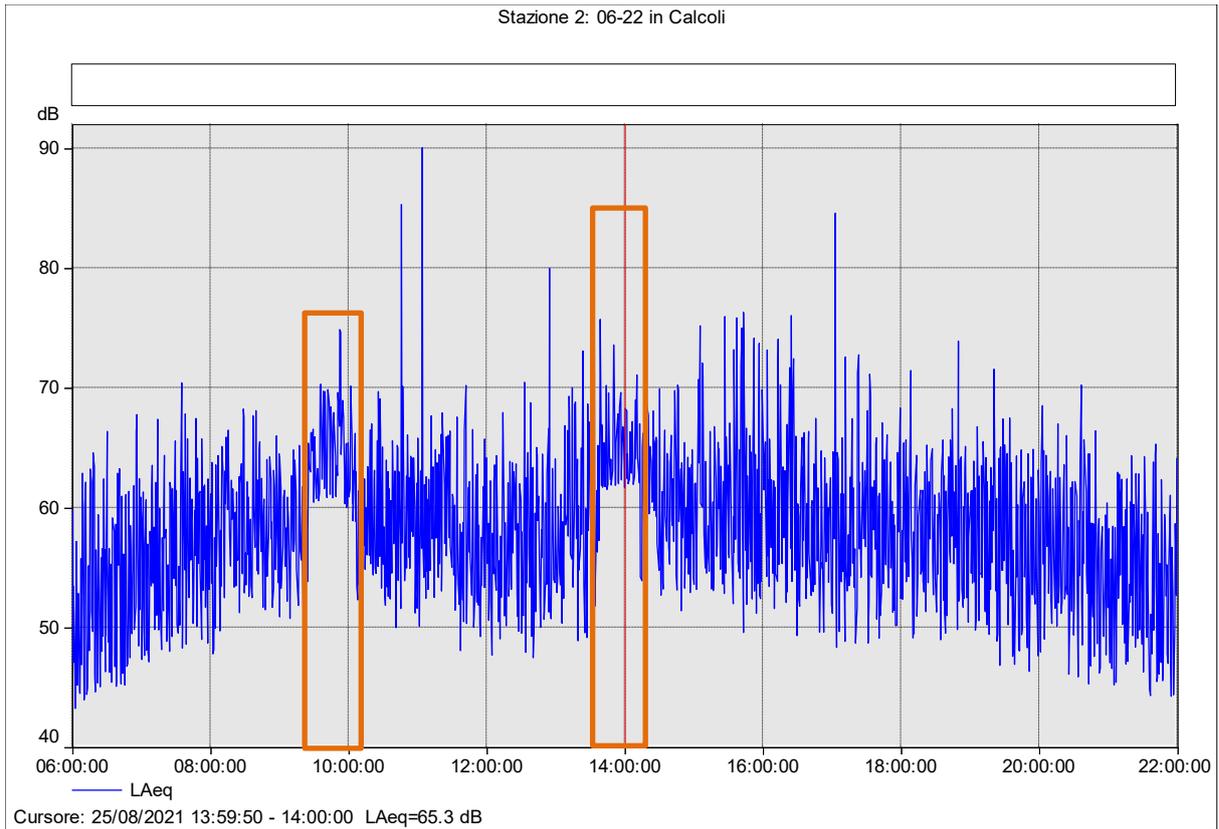


Figura 7 – Evidenza di attività operative rilevate dalla STAZIONE 2 nell'area di indagine durante la misura *ante operam* e non direttamente riferibili al cantiere oggetto di indagine.

3 CONSIDERAZIONI FINALI

In sintesi, le considerazioni che si possono trarre sono le seguenti:

Comparto RUMORE

- Presso la STAZIONE 1, che si trova a circa 18 m (6° piano) dal piano di campagna, si registra un ampio rispetto dei limiti acustici di zona;
- La STAZIONE 2 presenta livelli di rumore per i periodi di riferimento – diurno e notturno – superiori ai limiti di emissione, ma inferiori ai limiti di immissione della classe acustica di riferimento.

Comparto VIBRAZIONI

Le considerazioni sulle misure di vibrazione necessitano un richiamo alla norma tecnica di riferimento (rif. UNI 9614:2017): la misura del “disturbo” consiste nella differenza tra la vibrazione immessa (V_{imm}) e la vibrazione residua (V_{res}) riferita ad almeno i 15 eventi più energetici tenuto conto dello scarto tipo come descritto nella norma di riferimento; il valore indicato si riferisce per l'appunto ai 15 eventi più energetici rilevati dal sistema di misura nella fase *ante operam*. Esso, quindi, è una prima stima della cosiddetta vibrazione residua sui 15 eventi più energetici: $V_{res}=0.012 \text{ m/s}^2$. Su questo valore non è possibile esprimere alcun giudizio in questa fase.

SERVIZI INDUSTRIALE GENOVA SIGE Srl

Dott.  **Alfonso Pavone**

Tecnico Competente in Acustica

ENTECA: 2674

Dott. Marco Bicenio

Tecnico Competente in Acustica

ENTECA: 11783

Dott. Christian Roggerone

Tecnico Fonometrista

* <https://agentifisici.isprambiente.it/enteca/home.php>

