

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA  
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

TRATTA A.V./A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI  
PROGETTO ESECUTIVO

**Rapporto Annuale 2016**  
**Monitoraggio Ambientale**  
**Corso d'Opera**  
**Vibrazioni – Lotto 2**

|  |                      |
|--|----------------------|
| GENERAL CONTRACTOR                           | DIRETTORE DEI LAVORI |
| Consorzio<br><b>Cociv</b><br>Ing. N. Meistro |                      |

|          |       |      |      |           |                  |        |      |
|----------|-------|------|------|-----------|------------------|--------|------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | PROGR. | REV. |
| I G 5 1  | 0 0   | E    | C V  | R O       | I M 0 0 C 6      | 0 2 6  | A    |

Progettazione:

| Rev | Descrizione     | Redatto                             | Data     | Verificato | Data     | Progettista Integratore             | Data     | IL PROGETTISTA |
|-----|-----------------|-------------------------------------|----------|------------|----------|-------------------------------------|----------|----------------|
| A00 | Prima emissione | CONTEC<br>AQS<br><i>[Signature]</i> | 20/04/17 | COCIV      | 20/04/17 | A. Mancarella<br><i>[Signature]</i> | 20/04/17 |                |
|     |                 |                                     |          |            |          |                                     |          |                |
|     |                 |                                     |          |            |          |                                     |          |                |

n. Elab.:

File: IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00.DOCX

CUP: F81H9200000008



## INDICE

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | PREMESSA.....  | 4  |
| 2   | NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....                                 | 7  |
| 2.1 | Norma ISO2 631/2 .....   | 8  |
| 2.2 | Norma UNI 9614 .....   | 10 |
| 3   | METODICHE E ATTIVITA' DI CAMPO .....                           | 12 |
| 3.1 | Strumentazione utilizzata .....                                | 14 |
| 4   | PRESENTAZIONE DEI RISULTATI .....                              | 16 |
| 4.1 | CSP1 - COP2 - NV22 / CA18 .....                                | 18 |
| 4.2 | COL2 – TR11 – CA14 .....                                       | 23 |
| 4.3 | COL2 – CA14 – GN11 – TR11 .....                                | 29 |
| 4.4 | COL2 Bis – GN11 – CA14.....                                    | 34 |
| 4.5 | COP4 – CA20B – IV12 – IR1D .....                               | 38 |
| 4.6 | COP7 – CA23 – RI13 .....                                       | 43 |
| 5   | DISCUSSIONE DEI RISULTATI .....                                | 46 |
| 5.1 | CSP1 - COP2 – NV22 / CA18 – CA29.....                          | 47 |
| 5.2 | COL2 – TR11 – CA14 .....                                       | 51 |
| 5.3 | COL2 – CA14 – GN11 – TR11 .....                                | 54 |
| 5.4 | COL2 Bis – CA14 - GN11.....                                    | 55 |
| 5.5 | COP4 – CA20B – IV12 – IR1C .....                               | 57 |
| 5.6 | COP7 – RI13 – CA23 .....                                       | 59 |
| 6   | CONCLUSIONI .....  | 61 |
| 6.1 | CSP1 – COP2 – NV22/CA18.....                                   | 61 |
| 6.2 | COL2 – TR11 – CA14 .....                                       | 61 |
| 6.3 | COL2 Bis – GN11 – CA14.....                                    | 62 |
| 6.4 | COP4 – CA20B – IV12 – IR1C .....                               | 62 |
| 6.5 | COP7 – RI13 - CA23.....  | 62 |
|     | ALLEGATO 1 – CERTIFICATI DI TARATURA DELLA STRUMENTAZIONE..... | 63 |

|  |  |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
|  | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2  |
|  | Foglio<br>4 di 63  |

## 1 PREMESSA

Il presente documento illustra i risultati relativi al monitoraggio ambientale della componente “Vibrazioni” eseguito per il lotto 2 nel 2016 nella fase di Corso d’ Opera..

Le attività di monitoraggio sono state eseguite secondo quanto previsto dal Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) cod.IG51-00-E-CV-RG-IM00-00-001-C00.

Si precisa che tale progetto, che rappresenta un aggiornamento del precedente del 2012, è stato trasmesso al MATTM nel gennaio 2016 nell’ambito della verifica di attuazione (art. 185, comma 7, del D.Lgs. 163/2006 e ss.mm.ii.) al fine di recepire modifiche progettuali e aggiornamenti normativi su tematiche ambientali intervenute nel tempo e al fine di ottemperare a quanto richiesto nelle determine ministeriali relative al lotto 1 e al lotto 2 (DVA-2014-0021283 del 27/06/2014 e DVA-2014-0035438 del 30/10/2014).

Tale progetto di monitoraggio, che prevede, rispetto al precedente del 2012, un aggiornamento di alcune attività in termini di metodiche, frequenze e punti, è stato attuato a partire dal mese di aprile 2016.

Le campagne sono state, pertanto, eseguite sino a marzo 2016 coerentemente con quanto riportato nel PMA rev. B (IG51-00-E-CV-RG-IM00-00-001-B00), mentre a partire dal mese di aprile 2016 hanno rispettato le indicazioni di cui all’aggiornamento del PMA (IG51-00-E-CV-RG-IM00-00-001-C00).

Si segnala che nel periodo Luglio 2016, a causa di problematiche legate al cambio di Società esecutrice delle attività di monitoraggio per cause non dipendenti dal Consorzio COCIV, non è stato possibile garantire tutte le frequenze di monitoraggio previste dal PMA doc. IG51-00-E-CV-RG-IM00-00-001-C00.

Inoltre si precisa che per quanto riguarda i punti per i quali, ad aprile 2016, non era ancora iniziato l’Ante Operam, le attività di monitoraggio svolte hanno seguito e seguiranno l’articolazione temporale indicate dal PMA rev C (IG51-00-E-CV-RG-IM00-00-001-C00).

Da ultimo è opportuno segnalare che nel presente report si è scelto di adottare, a favore di chiarezza, una nuova modalità di rendicontazione delle attività di monitoraggio ambientale condotte su stazioni di misura afferenti a WBS ricadenti in più lotti costruttivi.

Come noto, infatti, per ragioni connesse a finanziamenti economici, l’Opera Terzo Valico è stata suddivisa in lotti costruttivi non funzionali.

Parimenti nel Piano di Monitoraggio Ambientale è stata data evidenza di quali punti di monitoraggio afferissero ai singoli lotti funzionali; alcuni punti, avendo lo scopo di monitorare l’eventuale impatto ambientale di più WBS, risultano essere riferiti a più di un lotto.

|   |  |
|---|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | ALTA SORVEGLIANZA<br> |
|   | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2  |
|   | Foglio<br>5 di 63  |

La modalità di rendicontazione finora adottata nei reports semestrali del monitoraggio ambientale prevede di strutturare la documentazione per lotti; ne consegue che i risultati di una misura afferente a più di un lotto risulterebbe “duplicata” in più documenti, appesantendo inutilmente la lettura degli elaborati.

Considerato che nel 2016, con l’attivazione del lotto 3, sono stati attivati la maggior parte delle stazioni di misura previste da PMA, si è ritenuto evitare la “duplicazione” di numerose informazioni.

Nel seguito viene riportata una tabella riassuntiva con indicate tutte le misure effettuate nel semestre di riferimento ed il relativo report in cui sono illustrati compiutamente gli esiti delle misure.

Ciò consentirà un’agevole consultazione dei risultati delle attività di monitoraggio, anche per i punti appartenenti a più lotti.

|  |  |
|--|--|
| <br>GENERAL CONTRACTOR<br>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2  | Foglio<br>6 di 63  |

| Elaborati di riferimento |   |    |    |    |            |                                 |                 |    |  |                                 |
|--------------------------|---|----|----|----|------------|---------------------------------|-----------------|----|--|---------------------------------|
| Punto                    | Opera   | L1 | L2 | L3 | Data       | L1                              | L2              | L3 |  |                                 |
| VIC-FR-020               | NV22 (Lotto 1) - CA18/COP2 (Lotto 1-2-3-4-5)      | 1  | 2  | 3  | 01/11/2016 | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-025-A00 | presente report |    |  | -                               |
| VIC-FR-030               | NV22 (Lotto 1) - CA29/CSP1 (Lotto 2-3-4-5)        | 1  | 2  | 3  | 03/11/2016 | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-025-A00 | presente report |    |  | -                               |
| VIC-GE-500               | CA14/COL2 (Lotto 1-2-3-4-5) - TR11-GN11 (Lotto 1) | 1  | 2  | 3  | 27/07/2016 | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-025-A00 | presente report |    |  | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-027-A00 |
| VIC-GE-550               | CA14/COL2 (Lotto 1-2-3-4-5) - GN11 (Lotto 1)      | 1  | 2  | 3  | 14/12/2016 | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-025-A00 | presente report |    |  | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-027-A00 |
| VIL-CA-020               | NV15 (Lotto 1)                                    | 1  |    |    | 13/09/2016 | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-025-A00 | -               |    |  | -                               |
| VIL-CM-010               | NV08(Lotto 1)                                     | 1  |    |    | 20/09/2016 | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-025-A00 | -               |    |  | -                               |
| VIL-GA-010               | NV15 (Lotto 1)                                    | 1  |    |    | 05/12/2016 | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-025-A00 | -               |    |  | -                               |
| VIL-GA-020               | NV21 (Lotto 1)                                    | 1  |    |    | 12/10/2016 | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-025-A00 | -               |    |  | -                               |
| VIL-GE-060               | TR11 (Lotto 1) - CA14/COL2 (Lotto 1-2-3-4-5)      | 1  | 2  | 3  | 19/10/2016 | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-025-A00 | presente report |    |  | -                               |
| VIL-GE-070               | TR11 (Lotto 1) - CA14/COL2 (Lotto 1-2-3-4-5)      | 1  | 2  | 3  | 05/10/2016 | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-025-A00 | presente report |    |  | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00 |
| VIL-GE-080               | NV07 (Lotto 1)                                    | 1  |    |    | 12/09/2016 | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-025-A00 | -               |    |  | -                               |
| VIL-GE-500               | TR11-GA1A-GN11 (Lotto 1)                          | 1  |    |    | 26/07/2016 | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-025-A00 | -               |    |  | -                               |
| VIC-AR-010               | CA20B/COP4 (Lotto 2-3-4-5) - IV12-IR1C (Lotto 2)  |    | 2  | 3  | 03/10/2016 | -                               | presente report |    |  | -                               |
| VIC-AR-020               | CA20B/COP4 (Lotto 2-3-4-5) - IV12-IR1D (Lotto 2)  |    | 2  | 3  | 06/09/2016 | -                               | presente report |    |  | -                               |
| VIC-NL-030               | CA23/COP7 (Lotto 2-3-4-5) - RI13 (Lotto 2)        |    | 2  | 3  | 12/12/2016 | -                               | presente report |    |  | -                               |
| VIC-NL-010               | CA22/COP6 (Lotto 3-4-5)                           |    |    | 3  | 20/12/2016 | -                               | -               |    |  | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00 |

|  |  |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | ALTA SORVEGLIANZA<br> |
|  | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2  |
|  | Foglio<br>7 di 63  |

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

A differenza del rumore ambientale, regolamentato a livello nazionale dalla Legge Quadro n. 447/95, non esiste al momento alcuna legge che stabilisca limiti quantitativi per l'esposizione alle vibrazioni. Esistono invece numerose norme tecniche, emanate in sede nazionale ed internazionale, che costituiscono un utile riferimento per la valutazione del disturbo e del danno in edifici interessati da fenomeni vibrazionali.

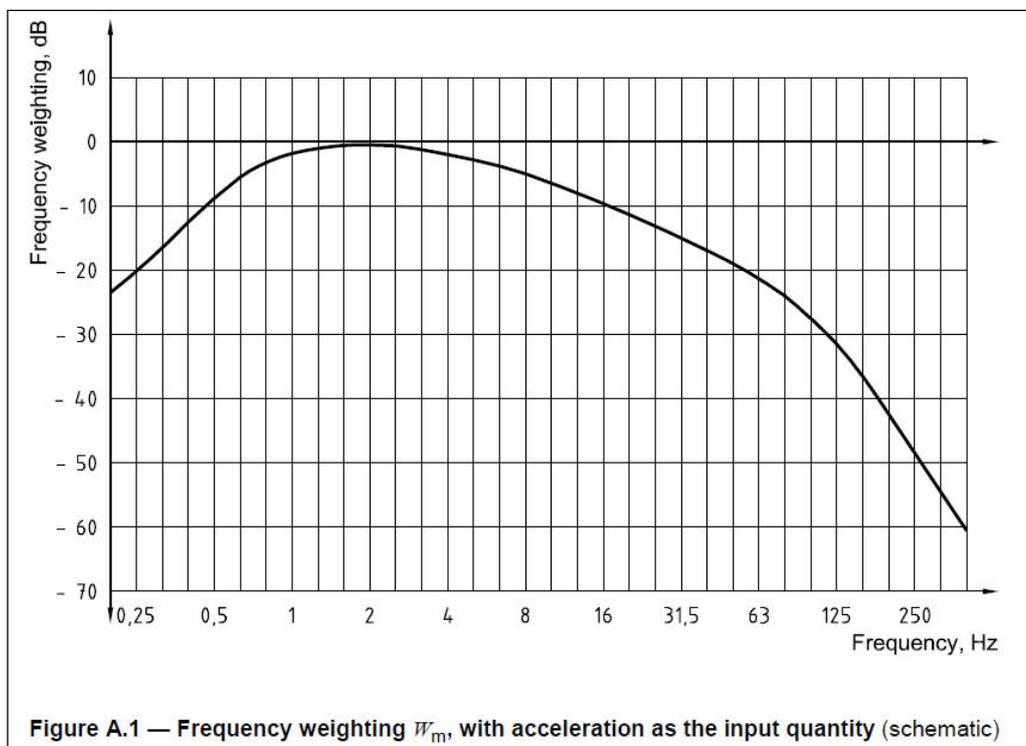
Per quanto riguarda il disturbo alle persone, i principali riferimenti sono costituiti dalla norma ISO 2631 / Parte 2 "*Evaluation of human exposure to whole body vibration / Continuous and shock induced vibration in buildings (1 to 80 Hz)*". La norma assume particolare rilevanza pratica poiché ad essa fanno riferimento le norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale relativi alla componente ambientale "*Vibrazioni*", contenute nel D.P.C.M. 28/12/1988. Ad essa, seppur con alcune non trascurabili differenze, fa riferimento la norma UNI 9614 "*Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo*".

I danni agli edifici determinati dalle vibrazioni vengono trattati dalla UNI 9916 "*Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici*", norma in sostanziale accordo con i contenuti tecnici della ISO 4866 e in cui vengono richiamate le norme DIN 4150 e BS 7385. Nel mese di Aprile 2004 è stata pubblicata la norma UNI 9916:2004 in revisione della norma UNI 9916:1991. La norma già nella versione del 1991 fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratorii allo scopo di permettere anche la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica.

## 2.1 Norma ISO 2631/2

La ISO 2631-2 riguarda l'esposizione umana alle vibrazioni trasmesse da superfici solide lungo gli assi x, y e z per persone in piedi, sedute o coricate. Questa seconda edizione, emanata nel 2003, annulla e sostituisce la prima edizione (ISO 2631-2:1989).

L'Allegato A della ISO 2631-2 definisce informazioni sui criteri di valutazione della risposta soggettiva alle vibrazioni e definisce la frequenza di ponderazione  $W_m$ , (posizione del soggetto non definita) che sostituisce la pregressa  $W-B_c$ , in modo compatibile con la definizione matematica dei coefficienti di frequenza contenuti nella ISO 2631-1.



**Table A.1 — Values of the frequency weighting  $W_m$  for acceleration as the input quantity**  
(in one-third-octave bands, calculated using the true mid-frequencies, band limitation 1 Hz to 80 Hz included)

| x  | Frequency, Hz |        | $W_m$<br>Factor | $W_m$<br>dB |
|----|---------------|--------|-----------------|-------------|
|    | Nominal       | True   |                 |             |
| -7 | 0,2           | 0,1995 | 0,0629          | -24,02      |
| -6 | 0,25          | 0,2512 | 0,0994          | -20,05      |
| -5 | 0,315         | 0,3162 | 0,156           | -16,12      |
| -4 | 0,4           | 0,3981 | 0,243           | -12,29      |
| -3 | 0,5           | 0,5012 | 0,368           | -8,67       |
| -2 | 0,63          | 0,6310 | 0,530           | -5,51       |
| -1 | 0,8           | 0,7943 | 0,700           | -3,09       |
| 0  | 1             | 1,000  | 0,833           | -1,59       |
| 1  | 1,25          | 1,259  | 0,907           | -0,85       |
| 2  | 1,6           | 1,585  | 0,934           | -0,59       |
| 3  | 2             | 1,995  | 0,932           | -0,61       |
| 4  | 2,5           | 2,512  | 0,910           | -0,82       |
| 5  | 3,15          | 3,162  | 0,872           | -1,19       |
| 6  | 4             | 3,981  | 0,818           | -1,74       |
| 7  | 5             | 5,012  | 0,750           | -2,50       |
| 8  | 6,3           | 6,310  | 0,669           | -3,49       |
| 9  | 8             | 7,943  | 0,582           | -4,70       |
| 10 | 10            | 10,00  | 0,494           | -6,12       |
| 11 | 12,5          | 12,59  | 0,411           | -7,71       |
| 12 | 16            | 15,85  | 0,337           | -9,44       |
| 13 | 20            | 19,95  | 0,274           | -11,25      |
| 14 | 25            | 25,12  | 0,220           | -13,14      |
| 15 | 31,5          | 31,62  | 0,176           | -15,09      |
| 16 | 40            | 39,81  | 0,140           | -17,10      |
| 17 | 50            | 50,12  | 0,109           | -19,23      |
| 18 | 63            | 63,10  | 0,0834          | -21,58      |
| 19 | 80            | 79,43  | 0,0604          | -24,38      |
| 20 | 100           | 100,0  | 0,0401          | -27,93      |
| 21 | 125           | 125,9  | 0,0241          | -32,37      |
| 22 | 160           | 158,5  | 0,0133          | -37,55      |
| 23 | 200           | 199,5  | 0,00694         | -43,18      |
| 24 | 250           | 251,2  | 0,00354         | -49,02      |
| 25 | 315           | 316,2  | 0,00179         | -54,95      |
| 26 | 400           | 398,1  | 0,000899        | -60,92      |

NOTE x is the frequency band number according to IEC 61260:1995.

|  |  |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
|  | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2  |
|  | Foglio<br>10 di 63   |

## 2.2 Norma UNI 9614

La norma è sostanzialmente in accordo con la ISO 2631-2. Tuttavia, sebbene le modalità di misura siano le stesse, la valutazione del disturbo è effettuata sulla base del valore di accelerazione r.m.s. ponderato in frequenza, il quale è confrontato con una serie di valori limite dipendenti dal periodo di riferimento (giorno, dalle 7:00 alle 22:00, e notte, dalle 22:00 alle 7:00) e dalle destinazioni d'uso degli edifici. Generalmente, tra le due norme, la UNI 9614 si configura come più restrittiva.

Dato che gli effetti prodotti dalle vibrazioni sono differenti a seconda della frequenza delle accelerazioni, vanno impiegati dei filtri che ponderano le accelerazioni a seconda del loro effetto sul soggetto esposto. Tali filtri rendono tutte le componenti dello spettro equivalenti in termini di percezione e quindi di disturbo. I simboli dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza e del corrispondente livello sono rispettivamente  $a_w$  e  $L_w$ .

Quest'ultimo, espresso in dB, è definito come  $L_w = 20 \log_{10} (A_w / 10^{-6} \text{ ms}^{-2})$ .

Il filtro per le accelerazioni che si trasmettono secondo l'asse z prevede una attenuazione di 3 dB per ottava tra 4 e 1 Hz, una attenuazione nulla tra 4 e 8 Hz ed una attenuazione di 6 dB per ottava tra 8 e 80 Hz. Il filtro per le accelerazioni che si trasmettono secondo gli assi x e y prevede una attenuazione nulla tra 1 e 2 Hz e una attenuazione di 6 dB per ottava tra 2 e 80 Hz. La banda di frequenza 1-80 Hz deve essere limitata da un filtro passabanda con una pendenza asintotica di 12 dB per ottava.

Nel caso la postura del soggetto esposto non sia nota o vari nel tempo, va impiegato il filtro definito nel prospetto I della norma, ottenuto considerando per ogni banda il valore minimo tra i due filtri suddetti. In alternativa, i rilievi su ogni asse vanno effettuati utilizzando in successione i filtri sopraindicati; ai fini della valutazione del disturbo verrà considerato il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza più elevato.

Nell'Appendice della norma UNI 9614, che non costituisce parte integrante della norma, si indica che la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante deve essere svolta confrontando i valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, o i corrispondenti livelli più elevati riscontrati sui tre assi, con una serie di valori limite riportati nei prospetti II e III (Tabella 2-2 e Tabella 2-3).

Quando i valori o i livelli delle vibrazioni in esame superano i limiti, le vibrazioni possono essere considerate oggettivamente disturbanti per il soggetto esposto.

Nel caso di vibrazioni di tipo impulsivo è necessario misurare il livello di picco dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza; tale livello deve essere successivamente diminuito di 3 dB al fine di stimare il corrispondente livello efficace.

|  |  |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
|  | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2  |
|  | Foglio<br>11 di 63   |

I limiti (Tabella 2-5) possono essere adottati se il numero di eventi impulsivi giornalieri non è superiore a 3. Nel caso si manifestino più di 3 eventi impulsivi giornalieri i limiti fissati per le abitazioni, gli uffici e le fabbriche vanno diminuiti in base al numero di eventi e alla loro durata, moltiplicandoli per un fattore correttivo F. Nessuna riduzione può essere applicata per le aree critiche.

Nel caso di impulsi di durata inferiore a 1 s si deve porre  $F = 1.7 \cdot N^{-0.5}$ . Per impulsi di durata maggiore si deve porre  $F = 1.7 \cdot N^{-0.5} \cdot t^{-k}$ , con  $k = 1.22$  per pavimenti in calcestruzzo e  $k = 0.32$  per pavimenti in legno. Qualora i limiti così calcolati risultassero inferiori ai limiti previsti per le vibrazioni di livello stazionario, dovranno essere adottati questi ultimi valori.

Tabella 2-4 Limite UNI 9614 delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, di livello costante e non costante, validi per gli assi X-Y

| DESTINAZIONE D'USO  | $a_w$ [m/s <sup>2</sup> ] | $L_w$ [dB] |
|---------------------|---------------------------|------------|
| Aree critiche       | $3.6 \times 10^{-3}$      | 71         |
| Abitazioni (Notte)  | $5.0 \times 10^{-3}$      | 74         |
| Abitazioni (Giorno) | $7.2 \times 10^{-3}$      | 77         |
| Uffici              | $14.4 \times 10^{-3}$     | 83         |
| Fabbriche           | $28.8 \times 10^{-3}$     | 89         |

Tabella 2-5 Limiti delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza in presenza di vibrazioni impulsive

| DESTINAZIONE D'USO  | $a_w$ (Z) [m/s <sup>2</sup> ] | $a_w$ (X-Y) [m/s <sup>2</sup> ] |
|---------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Aree critiche       | $5.0 \times 10^{-3}$          | $3.6 \times 10^{-3}$            |
| Abitazioni (Notte)  | $7.0 \times 10^{-3}$          | $5.0 \times 10^{-3}$            |
| Abitazioni (Giorno) | 0.30                          | 0.22                            |
| Uffici              | 0.64                          | 0.46                            |
| Fabbriche           | 0.64                          | 0.46                            |

|   |   |                    |
|---|---|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | ALTA SORVEGLIANZA<br>  |                    |
|   | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 295"> <tr> <td>Foglio<br/>12 di 63</td> </tr> </table> | Foglio<br>12 di 63 |
| Foglio<br>12 di 63  |   |                    |

### 3 METODICHE E ATTIVITA' DI CAMPO

Il monitoraggio ambientale della componente vibrazioni ha lo scopo di controllare gli effetti di disturbo (*annoyance*) sulla popolazione attraverso una serie di misure sui ricettori sensibili e/o su quelli più esposti, nelle zone interessate dai lavori del Lotto 2 - Tratta AV/AC Terzo Valico dei Giovi.

In particolare l'analisi dell'impatto vibrazionale nella fase di cantierizzazione e di esercizio dell'opera ha lo scopo di valutare il livello di disturbo che si potrebbe generare durante la fase stessa, al fine di garantire la piena compatibilità delle vibrazioni emesse dalle attività di cantiere, accertando che i livelli indotti siano compatibili con i limiti di disturbo per gli individui imposti dalla normativa.

Il monitoraggio della componente *Vibrazioni* si divide nelle tre attività seguenti:

- misurazione delle vibrazioni indotte in prossimità del fronte di avanzamento lavori (**VIL**): ha lo scopo di determinare il livello delle vibrazioni indotto dalle lavorazioni sui ricettori sensibili;
- misurazione delle vibrazioni indotte nelle aree di cantiere (**VIC**): ha lo scopo di determinare il livello delle vibrazioni indotte dai macchinari, dai mezzi e dalle attività svolte nelle aree di cantiere monitoraggio;
- misurazione delle vibrazioni indotte in prossimità della linea ferroviaria (**VIF**): ha lo scopo di determinare il livello delle vibrazioni indotte dal passaggio dei treni sui ricettori sensibili.

Per la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni, i valori delle accelerazioni impulsive o i corrispondenti valori riscontrati sui tre assi, distinti in funzione della destinazione d'uso dell'edificio ove sono state rilevate, possono essere confrontati con i limiti imposti dalla normativa.

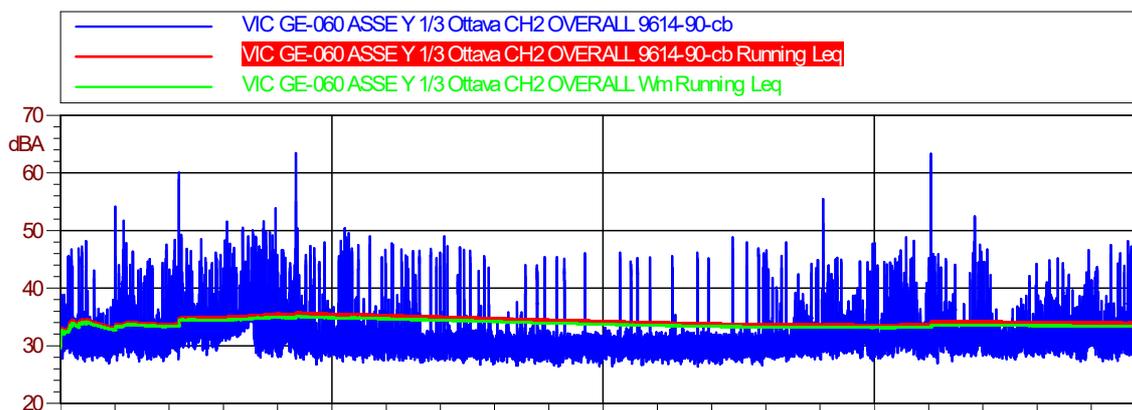
Le vibrazioni trasmesse negli edifici sono classificate in tre tipologie:

- di livello costante, quando il livello dell' accelerazione complessiva ponderata in frequenza rilevato mediante la costante di tempo "slow" (1 s) varia nel tempo in un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB;
- di livello non costante, quando il livello suddetto varia nel tempo in un intervallo di ampiezza superiore a 5 dB;
- impulsive, quando danno luogo ad un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può causare una serie di oscillazioni della struttura che si estinguono nel tempo.

Le attività consistono in misure di 24 ore triassiali in continuo con registrazione della forma d'onda e successiva analisi del segnale.

Il parametro fisico monitorato è l'accelerazione del moto dei punti fisici appartenenti ai ricettori. Tali accelerazioni sono state misurate in direzione verticale (asse z) e nelle due direzioni ortogonali alla verticale (asse x e y).

Per l'elaborazione e la restituzione dei dati acquisiti durante la misurazione ci si è avvalsi del software Noise & Vibration Works. Tale software viene usato come supporto per la gestione, elaborazione e conseguente creazione dei rapporti di fine misura. I risultati, una volta elaborati, vengono messi a confronto con la vigente normativa al fine di individuare eventuali criticità.



Il posizionamento dei sensori è stato effettuato mediante fissaggio ad un supporto metallico posizionato sulla pavimentazione del solaio. I sensori sono stati sempre collocati in ambienti di vita selezionando dove possibile i solai di luce più elevata e collocando la strumentazione in posizione centrale per cogliere i valori corrispondenti alla massima risposta dinamica delle strutture soggette a sollecitazione.

Le time histories sono state acquisite mediante costante di tempo “s/ow” e con un intervallo di campionamento di 1 s. L'identificazione dei singoli eventi è stata demandata alla fase di elaborazione dei dati sul software Noise & Vibration Works versione 2.8.0.

Dall'analisi delle time histories sono stati ricavati i livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza ed i livelli massimi di accelerazione ponderata in frequenza nei due periodi di riferimento Diurno e Notturno.

I livelli massimi di accelerazione ponderata in frequenza, riportati nella scheda di fine misura, sono stati ottenuti applicando al segnale acquisito mediante costante di tempo “slow” gli opportuni filtri di ponderazione  $W_{comb}$  e  $W_m$ .

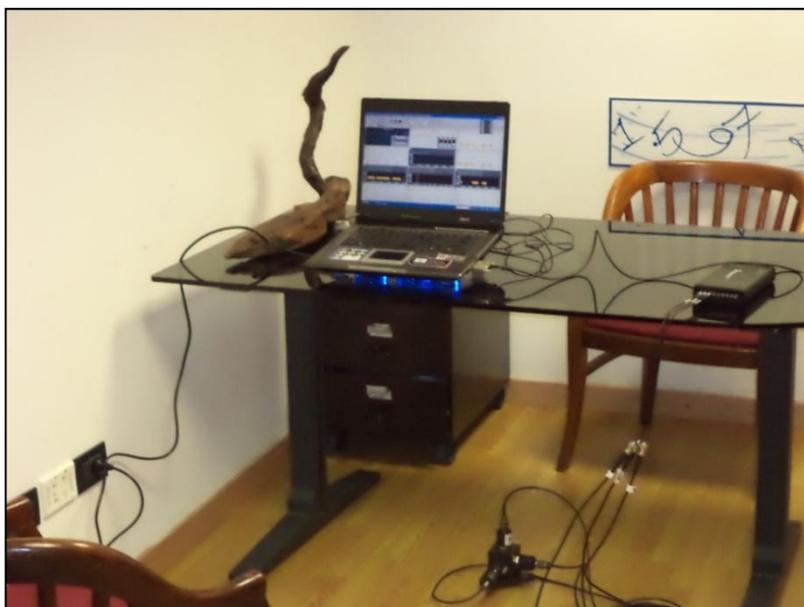
I filtri di ponderazione  $W_{comb}$  e  $W_m$  sono stati introdotti rispettivamente dalla UNI 9614 e dalla ISO 2631-2:2003, come già riportato nel Capitolo 2.

|  |  |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
|  | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2  |
|  | Foglio<br>14 di 63   |

### 3.1 Strumentazione utilizzata

Le attività di monitoraggio sono state svolte utilizzando la seguente strumentazione:

- PC Portatile Asus 6000
- Accelerometri monoassiali PCB PIEZOTRONICS modello 393 A03 / Sensibilità: 500 mV/g. Range di frequenza: 0,5-200 Hz
- Sistema di acquisizione dati: HARMONIE octav modello E729
- Software dedicato per l'acquisizione dati (Samurai™)
- Software dedicato per l'analisi e l'elaborazione delle misure (NWW Noise & Vibration Works, versione 2.8.0)



#### Strumentazione utilizzata nelle attività di monitoraggio

In particolare il software 'Samurai™', utilizzato per l'acquisizione dei dati, è un software operativo di 'SoundBook™' che consente l'esportazione delle misure in fogli 'Excel' o applicativi dedicati come 'NWW'.

Gli accelerometri sono connessi al sistema di acquisizione tramite un collegamento ben saldo per fare in modo che il segnale sia trasmesso in modo continuo, senza intermittenze che causerebbero una perdita dei dati. I cavi di collegamento inoltre vengono fermati con un adesivo per minimizzare le frustate del cavo che possono introdurre rumore nella misura.

Le caratteristiche degli accelerometri utilizzati vengono riportate nella tabella a seguire.

|                                | PCB 393A03 |       |
|--------------------------------|------------|-------|
| <i>Voltage sensitive</i>       | 1000       | mV/g  |
| <i>Measurement range</i>       | 5          | ±g pk |
| <i>Frequency range (± 5 %)</i> | 0,5-2000   | Hz    |
| <i>(± 10 %)</i>                | 0,3-4000   | Hz    |
| <i>(± 3 dB)</i>                | 0,2-6000   | Hz    |
| <i>Resolution</i>              | 0,0001     | g pk  |
| <i>Amplitude linearity</i>     | ±1         | %     |
| <i>Transverse sensitivity</i>  | ≤5         | %     |
| <i>Shock limit</i>             | 5000       | ±g pk |
| <i>Excitation voltage</i>      | 18-30      | VDC   |
| <i>Output impedance</i>        | <250       | Ω     |
| <i>Output bias</i>             | 8-12       | VDC   |
| <i>Discharge time constant</i> | 1-3        | sec   |
| <i>Size</i>                    | 30,2x55,6  | mm    |
| <i>Weight</i>                  | 210        | gm    |

**Tabella 3.1 – Caratteristiche accelerometri monoassiali PCB PIEZOTRONICS modello 393A03**

## 4 PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

Nel seguente capitolo vengono presentati i risultati delle attività di monitoraggio della componente Vibrazioni svolte in fase di Corso d'Opera nel semestre luglio - dicembre 2016.

Nel periodo indicato sono state eseguite complessivamente 9 rilevazioni.

| Punto di Misura | Lotti | Cantiere/WBS Indagato           | Durata misure | Data Misura | Fase Temporale |
|-----------------|-------|---------------------------------|---------------|-------------|----------------|
| VIC-FR-020      | 1/2   | CSP1 - COP2 - NV22/ CA18 – COP2 | 24 h          | 02/11/2016  | Corso d'Opera  |
| VIC-FR-030      | 1/2   | CSP1 – NV22/CA29 -CSP1          | 24h           | 03/11/2016  | Corso d'Opera  |
| VIC-GE-500      | 1/2/3 | COL2 – CA14 – GN11 -TR11        | 24 h          | 27/07/2016  | Corso d'Opera  |
| VIC-GE-550      | 1/2/3 | COL2 Bis – CA14 - GN11          | 24h           | 14/12/2016  | Corso d'Opera  |
| VIL-GE-060      | 1/2   | COL2 - TR11 – CA14              | 24 h          | 19/10/2016  | Corso d'Opera  |
| VIL-GE-070      | 1/2/3 | COL2 - TR11 – CA14              | 24 h          | 05/10/2016  | Corso d'Opera  |
| VIC-AR-010      | 2     | COP4 - CA20B - IV12 - IR1C      | 24 h          | 03/10/2016  | Corso d'Opera  |
| VIC-AR-020      | 2     | COP4 - CA20B - IV12 - IR1D      | 24 h          | 06/09/2016  | Corso d'Opera  |
| VIC-NL-030      | 2     | COP7 - RI13 - CA23              | 24 h          | 12/12/2016  | Corso d'Opera  |

I risultati vengono mostrati in base alle *Work Breakdown Structure (WBS)* oggetto di indagine. Di seguito si riporta il prospetto con la descrizione dei Cantieri/WBS indagati nel corso delle Campagne di monitoraggio eseguite nel semestre Luglio – Dicembre 2016.

|   |  |
|---|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | ALTA SORVEGLIANZA<br>         |
|   | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2 <span style="float: right;">Foglio<br/>17 di 63</span> |

| CANTIERE/WBS | DESCRIZIONE   |
|--------------|---|
| COP2         | Cantiere Operativo Piemonte - Castagnola                                  |
| COP4         | Cantiere Operativo Piemonte - Moriassi                                    |
| COL2         | Cantiere Operativo Liguria - Fegino                                       |
| COL2Bis      | Cantiere Operativo Liguria – Valico Sud                                   |
| CSP1         | Cantiere di Servizio Piemonte - Castagnola                                |
| CSP2         | Cantiere di Servizio Piemonte – Borgo Fornari                             |
| CBL5         | Cantiere Base Liguria - Cravasco  |
| NV02         | Nuova viabilità tratta via Chiaravagna – Via Borzoli                      |
| NV13         | Adeguamento SP7/SP163 della Castagnola                                    |
| IN11         | Sistemazione idraulica fosso Rio Predella                                 |
| GNSC         | Galleria Naturale Viabilità tratta via Chiaravagna – via Borzoli (NV02)   |
| TR11         | Trincea di Linea II Valico da pk. 0+333,00 a pk. 0+437,5                  |
| TR12         | Trincea di Linea III Valico da pk.28+324,23 a pk.28+632                   |
| CA14         | Cantiere Operativo Fegino COL2  |
| CA20B        | Cantiere operativo Moriassi COP4  |
| IV12         | IV12 Sottovia scatolare - Strada Comunale Arquata Scrivia-Gavi            |
| IR1C         | Rampa Sud Cavalcaferrovia Strada Comunale Arquata Scrivia-Gavi pK. 28+401 |
| COP7         | Cantiere operativo Novi Ligure  |
| RI13         | Rilevato di Linea III Valico da pK. 36+585,21 a pK. 37+395,19             |
| CA23         | Cantiere operativo Novi Ligure COP7                                       |
| COP6         | Pernigotti  |

#### 4.1 CSP1 - COP2 - NV22 / CA18

Il Cantiere Operativo COP2 è situato in corrispondenza della Finestra Castagnola, sul lato orografico destro del Rio Traversa, in vista della località di Casasse. La viabilità di accesso al cantiere Castagnola prevede l'allargamento della sede stradale esistente e la realizzazione di un tratto di nuova viabilità destinata esclusivamente passaggio dei mezzi di cantiere.

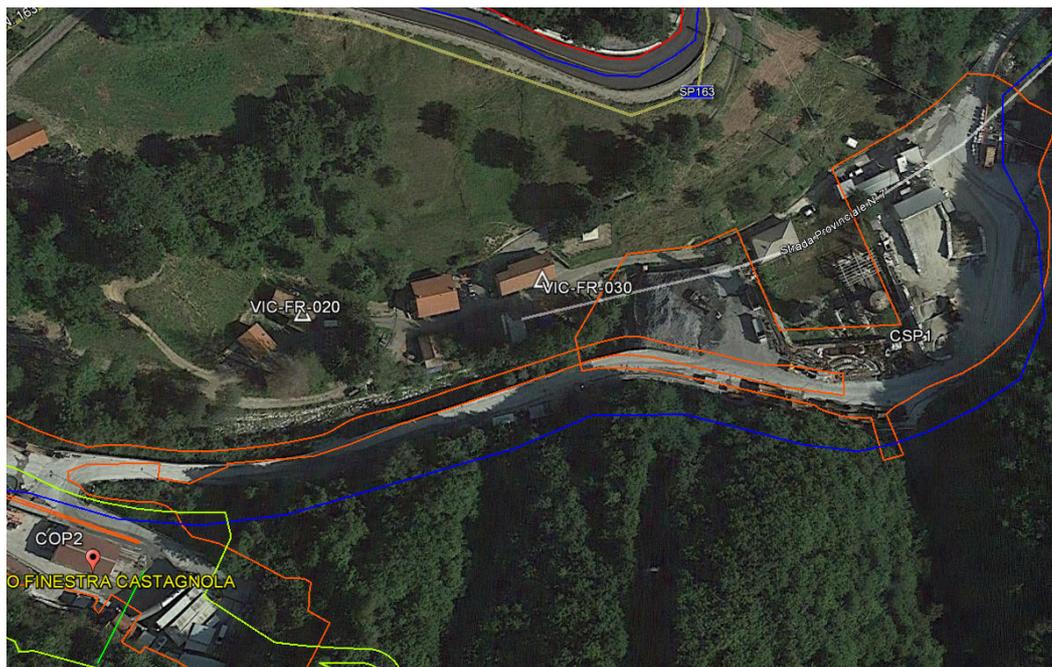


Figura 4.2.1 Stralcio planimetrico area di indagine

La presente area di cantiere è stata monitorata con due rilevazioni eseguite nel mese di Novembre 2016 come riportato nello schema sottostante.

| Punto di Misura | Comune     | Cantiere/WBS indagati | Durata misure | Data Misura | Fase Temporale |
|-----------------|------------|-----------------------|---------------|-------------|----------------|
| VIC-FR-020      | Fraconalto | COP2–CSP1–NV22/CA18   | 24 h          | 02/11/2016  | Corso d'Opera  |
| VIC-FR-030      | Fraconalto | CSP1–NV22/CA29        | 24 h          | 03/11/2016  | Corso d'Opera  |

|  |  |                    |
|--|--|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                    |
|  | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2  | Foglio<br>19 di 63 |

Il ricettore è un edificio residenziale di 2 piani f.t. situato nella Valle di Castagnola a circa 50 metri di distanza dalla Strada Provinciale SP 163, che in questo tratto prende il nome di Via Montegrappa. Immediatamente a Sud del fabbricato è presente il cantiere di armamento CA29 del cantiere di servizio CSP1. Le attività lavorative in oggetto sono state monitorate entrambe nel mese di Maggio 2016 per i punti di misura VIC-FR-020 e VIC-FR-030.



**Figura 4.2.2 Rapporto fotografico VIC-FR-020**

Il ricettore è un edificio residenziale di 2 piani f.t. situato nella Valle di Castagnola, a circa 70-100 metri di distanza dalla Strada Provinciale SP163. A Sud di tale fabbricato è prevista l'apertura del cantiere di armamento CA18 del cantiere operativo COP2 e il cantiere di armamento CA29 del cantiere di servizio CSP1.



**Figura 4.3.3 Rapporto fotografico VIC-FR-030**

|  |  |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
|  | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2  |

Foglio  
20 di 63

A seguire si riporta un prospetto riepilogativo dei livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza secondo la pesatura per assi combinati (Leq\_UNI9614-90-cb) sia per il periodo di riferimento diurno (07.00 – 22.00) che per quello notturno (22.00 – 07.00). Tali valori vengono poi confrontati con i limiti imposti dalla norma tecnica UNI 9614:1990 “*Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo*”, che per una civile abitazione sono pari a 77 dB per il periodo diurno e 74 dB per il periodo notturno.

| PUNTO                                    | DATA       | COMUNE     | CANTIERE<br>WBS         | LIVELLI EQUIVALENTI ACCELERAZIONE [dB] |      |      |              |      |      |
|--|------------|------------|-------------------------|--|------|------|--------------|------|------|
|  |            |            |                         | DIURNO                                 |      |      | NOTTURNO     |      |      |
|  |            |            |                         | X                                      | Y    | Z    | X            | Y    | Z    |
| VIC-FR-020                               | 02/11/2016 | FRACONALTO | COP2–CSP1–<br>NV22/CA18 | 30,1                                   | 30,5 | 31,9 | 29,8         | 30,1 | 30,6 |
| <b>LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE</b> |            |            |                         | <b>77 dB</b>                           |      |      | <b>74 dB</b> |      |      |

| PUNTO                                    | DATA       | COMUNE     | CANTIERE<br>WBS | LIVELLI EQUIVALENTI ACCELERAZIONE [dB] |      |      |              |      |      |
|--|------------|------------|-----------------|--|------|------|--------------|------|------|
|  |            |            |                 | DIURNO                                 |      |      | NOTTURNO     |      |      |
|  |            |            |                 | X                                      | Y    | Z    | X            | Y    | Z    |
| VIC-FR-030                               | 03/11/2016 | FRACONALTO | CSP1-NV22/CA29  | 32,3                                   | 31,6 | 41,3 | 29,8         | 29,5 | 41,8 |
| <b>LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE</b> |            |            |                 | <b>77 dB</b>                           |      |      | <b>74 dB</b> |      |      |

Di seguito viene riportata, per ogni singolo canale (asse) della terna accelerometrica, la time-history del valore dell’accelerazione ponderata con il filtro per assi combinati UNI 9614 e l’andamento del Running Leq.

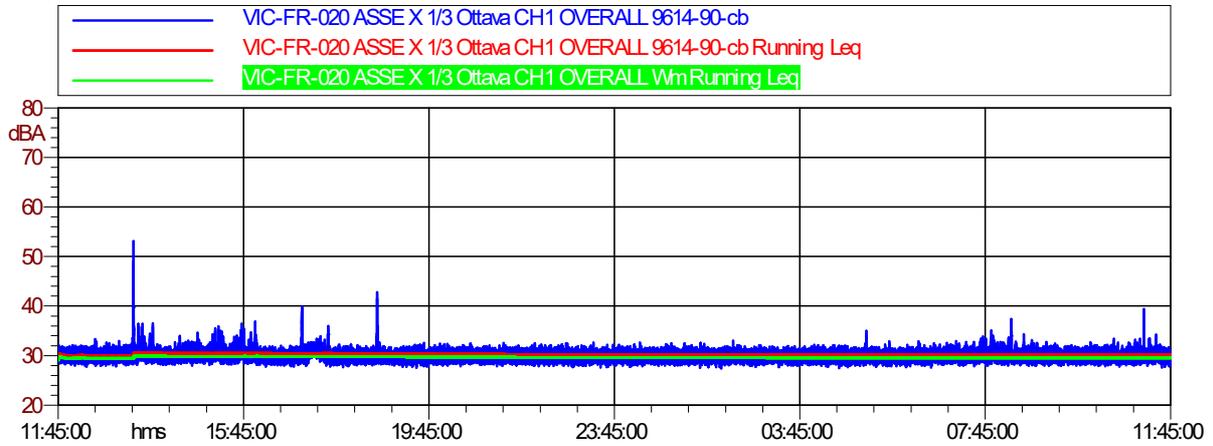


Figura 4.2.3 Time-History Asse X

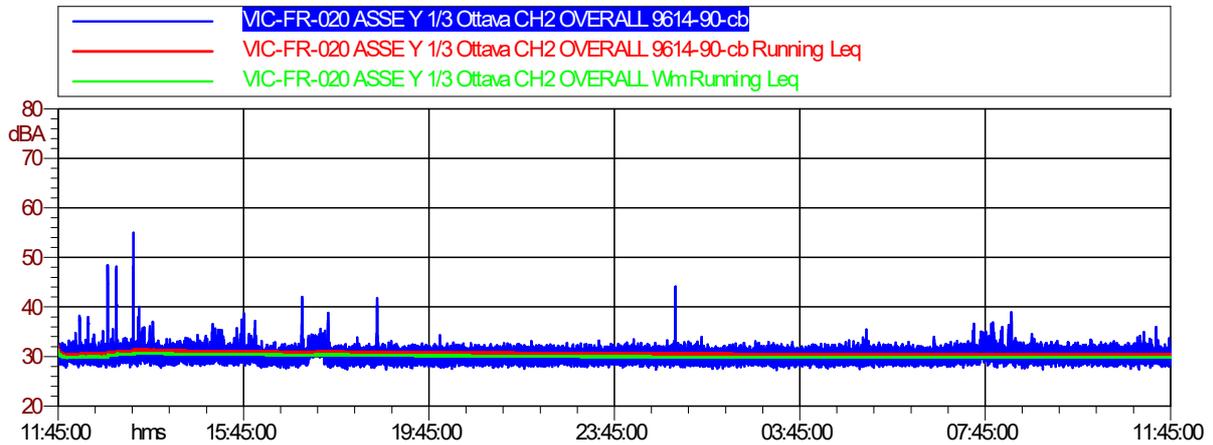


Figura 4.2.4 Time-History Asse Y

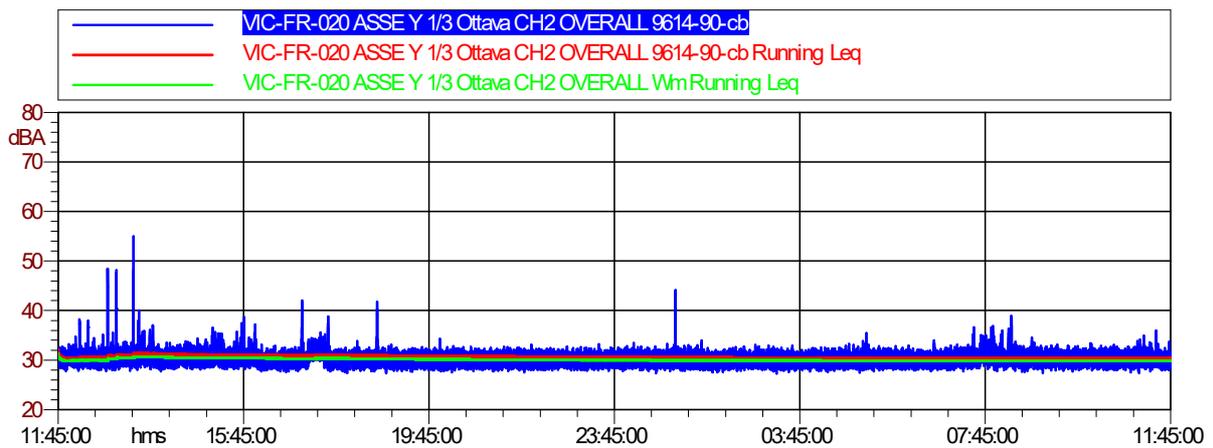


Figura 4.2.5 Time-History Asse Z

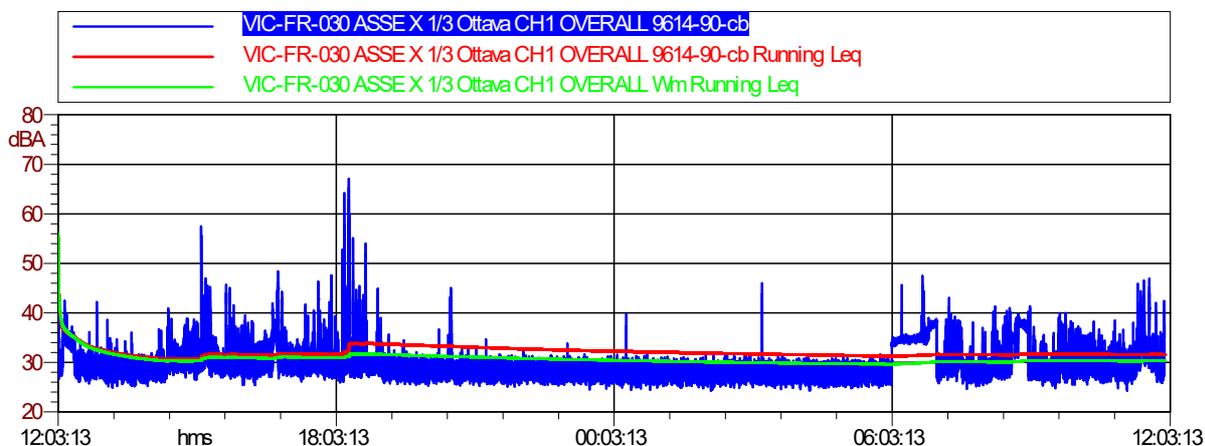


Figura 4.2.6 Time-History Asse X

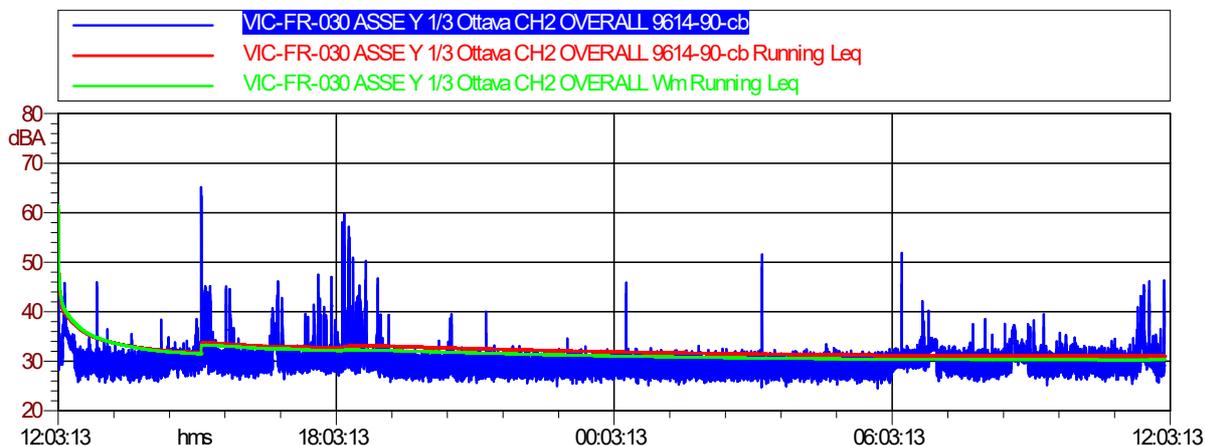


Figura 4.2.7 Time-History Asse Y

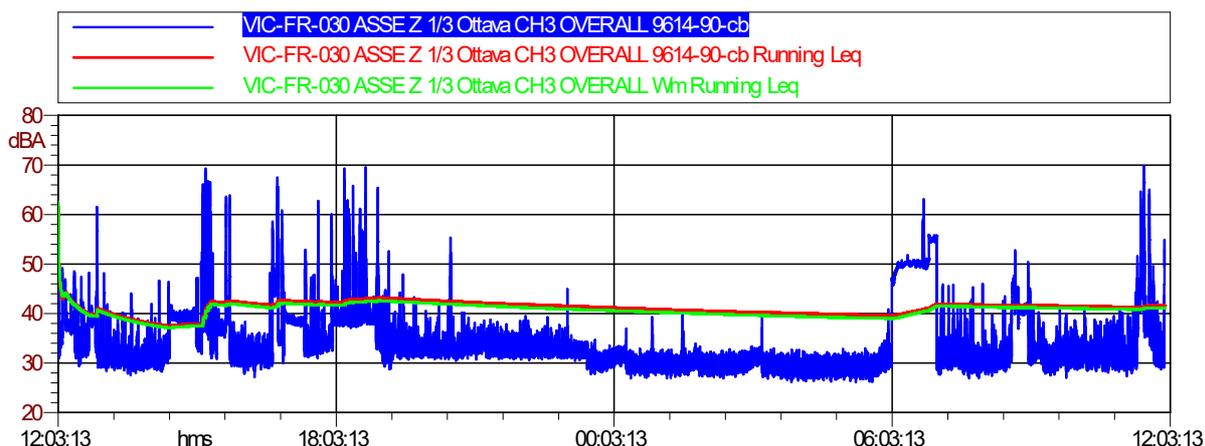


Figura 4.2.8 Time-History Asse Z

La principale sorgente di vibrazione è costituita dagli eventi legati alla normale fruizione dell'edificio indagato. I risultati mostrano livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza abbondantemente al di sotto della soglia di percezione imposta dalla Norma tecnica UNI 9614:1990.

## 4.2 COL2 – TR11 – CA14

Il Cantiere Operativo COL2 è situato in destra idraulica del torrente Polcevera nella zona di Fegino in prossimità dell'imbocco della galleria Campasso e degli imbocchi delle interconnessioni di Campasso della linea A.C. Milano-Genova. In tale area sono ubicate le attività lavorative di supporto alla realizzazione della Galleria Campasso stessa.

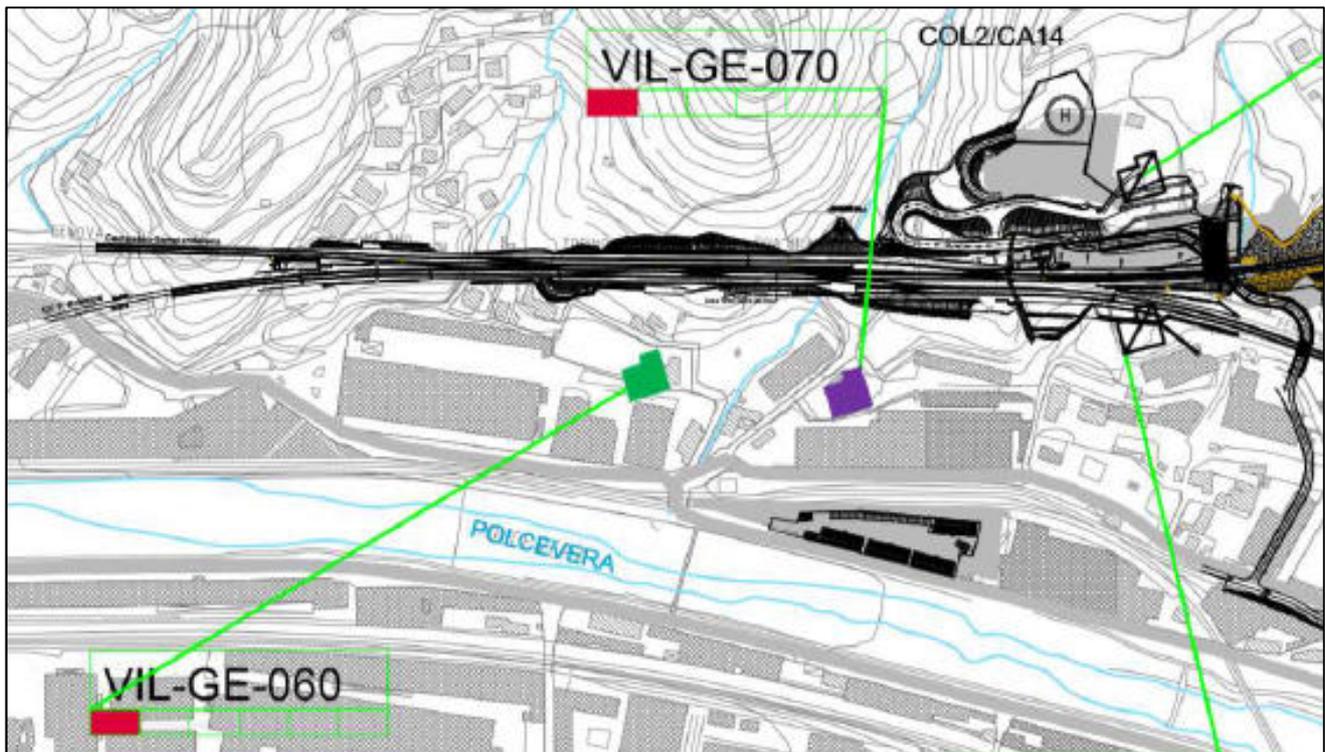


Figura 4.3.1 Stralcio planimetrico area di indagine

La presente area di cantiere è stata monitorata con due rilevazioni eseguite nel mese di Ottobre 2016 come riportato nello schema sottostante.

| Punto di Misura | Comune | Cantiere/WBS indagati | Durata misure | Data Misura | Fase Temporale |
|-----------------|--------|-----------------------|---------------|-------------|----------------|
| VIL-GE-060      | Genova | COL2-TR11 – CA14      | 24 h          | 19/10/2016  | Corso d'Opera  |
| VIL-GE-070      | Genova | COL2-TR11 – CA14      | 24 h          | 05/10/2016  | Corso d'Opera  |

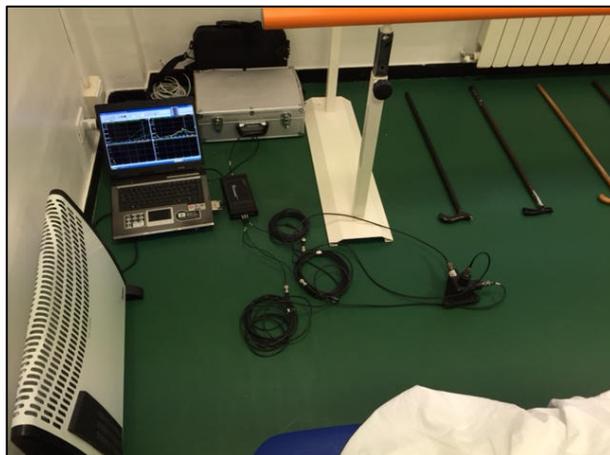
|  |  |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
|  | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2  |
|  | Foglio<br>24 di 63   |

Il punto VIL-GE-060 è un edificio scolastico di 3 piani f.t. situato in Via dei Molinussi. Il fabbricato è una struttura intelaiata in c.a. in non ottimali condizioni di conservazione. A circa 60 metri di distanza in direzione Ovest è presente la linea ferroviaria storica Milano-Genova. La terna è stata posizionata al centro della sala multimediale sita al I piano f.t.



**Figura 4.3.2 Rapporto fotografico VIL-GE-060**

Il punto di monitoraggio VIL-GE-070 è un edificio di 4 piani f.t. situato in Via Rocca dei Corvi. Il fabbricato è una struttura intelaiata in c.a. in buone condizioni di conservazione. La postazione è localizzata al piano terra. A circa 85 metri in direzione Ovest è presente la linea ferroviaria storica Milano-Genova.



**Figura 4.3.3 Rapporto fotografico VIL-GE-070**

|  |  |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
|  | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2  |
|  | Foglio<br>25 di 63   |

Si riportano di seguito le tabelle riepilogative dei livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza secondo la pesatura per assi combinati (Leq\_UNI9614-90-cb) sia per il periodo di riferimento diurno (07.00 – 22.00) che per quello notturno (22.00 – 07.00), ottenuti dalle misurazioni effettuate nel mese di Ottobre nei due punti sopra citati. Tali livelli di accelerazione vengono poi relazionati ai limiti imposti dalla Norma tecnica UNI 9614:1990, che per la particolare destinazione d'uso di entrambi i ricettori corrispondono a 71 dB sia per il periodo diurno che notturno.

|                                      |             | LIVELLI EQUIVALENTI<br>DIURNO UNI 9614 [dB] |      |      | LIVELLI EQUIVALENTI<br>NOTTURNO UNI 9614 [dB] |      |      |
|--------------------------------------|-------------|---|------|------|---|------|------|
|                                      |             | ASSE  |      |      | ASSE  |      |      |
| PUNTO                                | DATA MISURA | X   | Y    | Z    | X   | Y    | Z    |
| VIL-GE-060                           | 19/10/2016  | 33,6  | 35,5 | 34,9 | 30,2  | 31,7 | 30,9 |
| <b>LIMITI UNI 9614 AREE CRITICHE</b> |             | <b>71 dB</b>                                |      |      | <b>71dB</b>                                   |      |      |

|                                      |             | LIVELLI EQUIVALENTI<br>DIURNO UNI 9614 [dB] |      |      | LIVELLI EQUIVALENTI<br>NOTTURNO UNI 9614 [dB] |      |      |
|--------------------------------------|-------------|---|------|------|---|------|------|
|                                      |             | ASSE  |      |      | ASSE  |      |      |
| PUNTO                                | DATA MISURA | X   | Y    | Z    | X   | Y    | Z    |
| VIL-GE-070                           | 05/10/2016  | 35,9  | 39,1 | 36,7 | 33,4  | 35,9 | 32,9 |
| <b>LIMITI UNI 9614 AREE CRITICHE</b> |             | <b>71 dB</b>                                |      |      | <b>71dB</b>                                   |      |      |

Nelle pagine seguenti si restituiscono, per ogni singolo asse della terna accelerometrica, le time-histories del livello di accelerazione ponderata con filtro per assi combinati UNI 9614 e l'andamento del Running Leq.

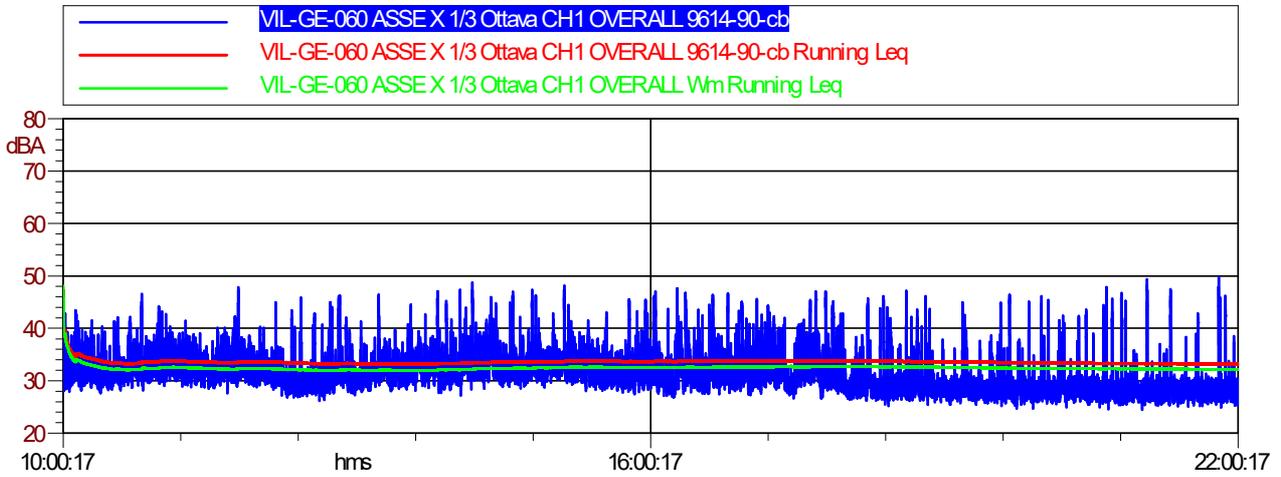


Figura 4.3.4 Time-History Asse X

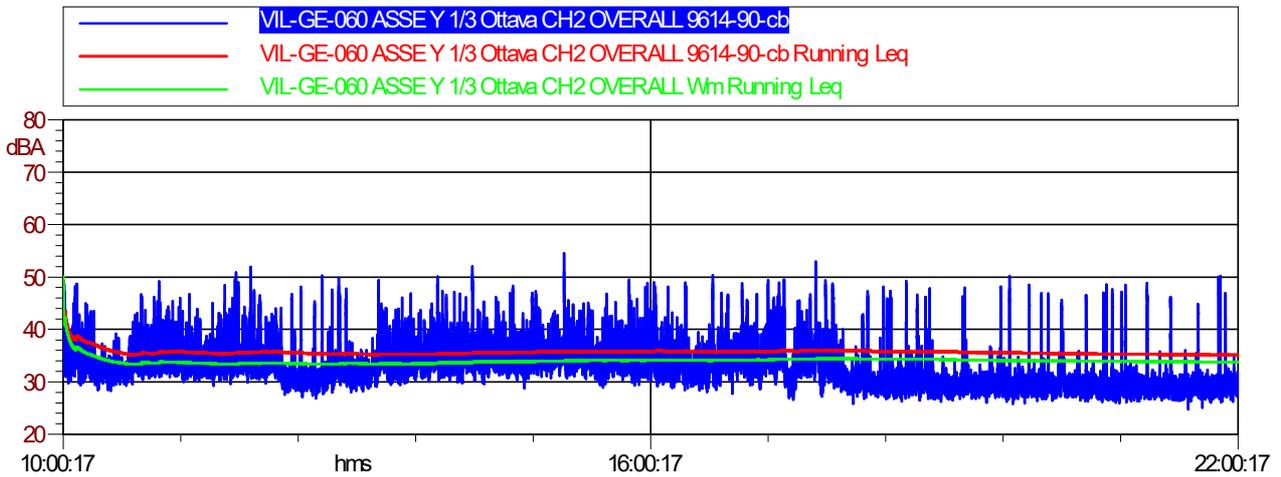


Figura 4.3.5 Time-History Asse Y

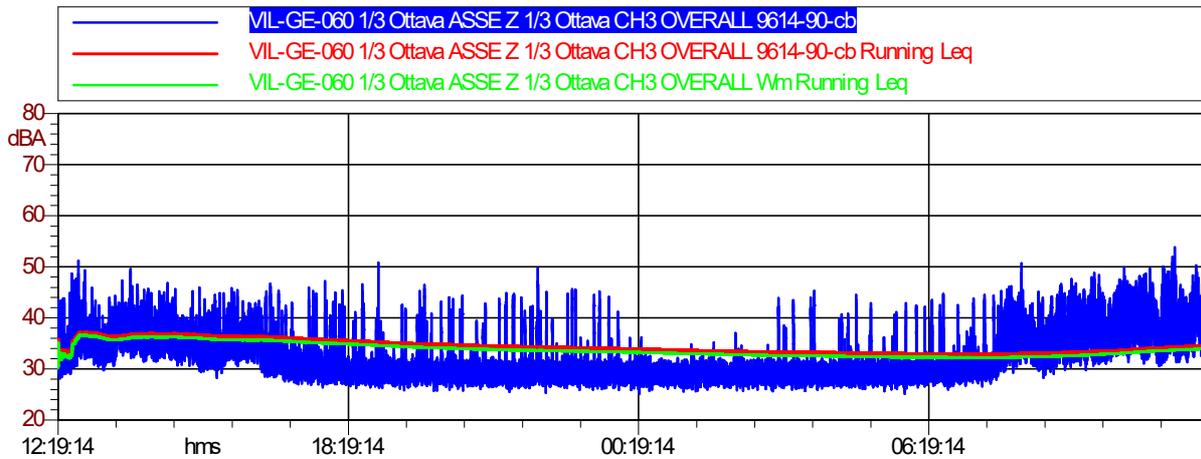


Figura 4.3.6 Time-History Asse Z

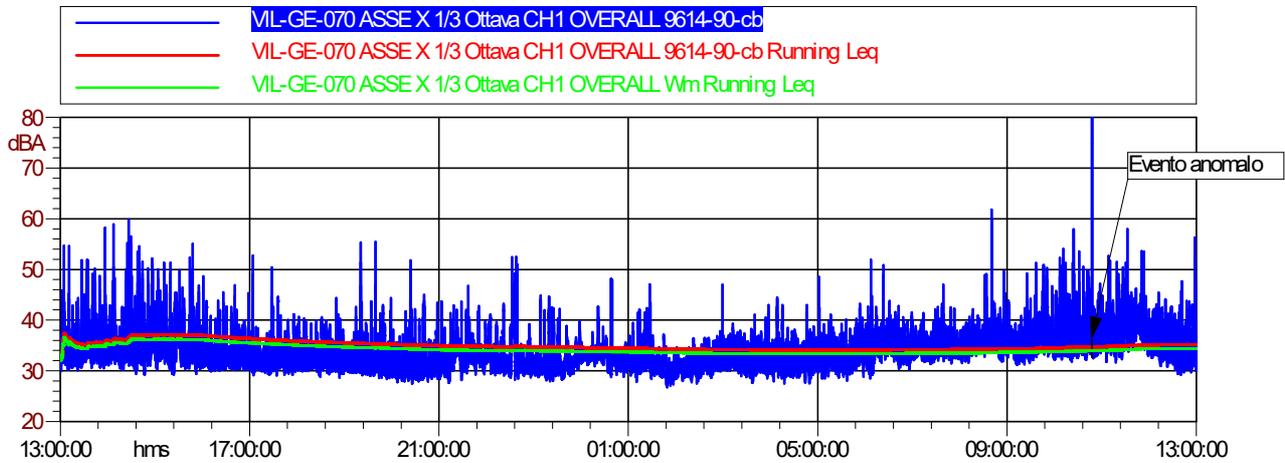


Figura 4.3.7 Time-History Asse X

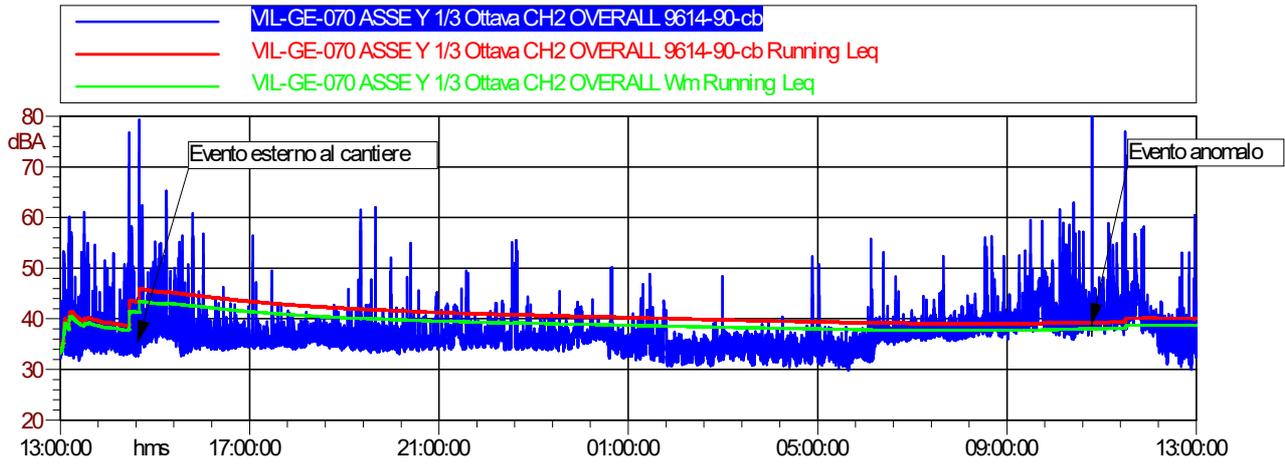


Figura 4.3.8 Time-History Asse Y

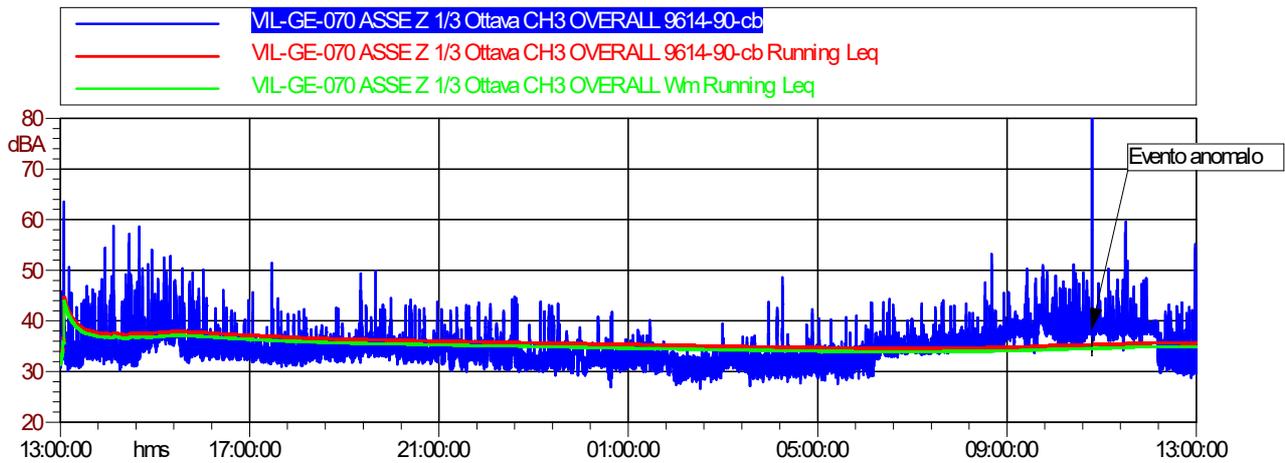


Figura 4.3.9 Time-History Asse Z

|   |  |
|---|--|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  |
|   | <p>IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br/>Vibrazioni – Lotto 2</p> <p>Foglio<br/>28 di 63</p>                 |

Il clima vibrazionale rilevato in entrambe le misurazioni è dominato dagli eventi legati alla conduzione delle attività presenti nei ricettori in esame e al transito dei convogli lungo la vicina linea ferroviaria Milano – Genova. I livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza rilevati nel corso delle misurazioni sono risultati inferiori alla soglia di percezione vibrotattile stabilita dalla norma UNI 9614.

### 4.3 COL2 – CA14 – GN11 – TR11

Il Cantiere Operativo COL2 è situato in destra idraulica del torrente Polcevera nella zona di Fegino in prossimità dell'imbocco della galleria Campasso e degli imbocchi delle interconnessioni di Campasso della linea A.C. Milano-Genova.



Figura 4.8.1 Stralcio planimetrico area di indagine

La presente area di cantiere è stata monitorata con una rilevazione effettuata nel mese di luglio 2016, come riportato nello schema sottostante.

| Punto di Misura | Comune | Cantiere Indagato   | Durata misura | Data Misura | Fase Temporale |
|-----------------|--------|---------------------|---------------|-------------|----------------|
| VIC-GE-500      | Genova | COL2-CA14-GN11-TR11 | 24 h          | 27/07/2016  | Corso d'Opera  |

|  |  |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
|  | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2  |
|  | Foglio<br>30 di 63   |

La stazione di indagine VIC-GE-500 è un edificio a destinazione d'uso residenziale di 3 piani f.t. situato in Salita Ca' dei Trenta. Il ricettore è inserito su uno dei versanti pedemontani che circondano la città di Genova. Il fabbricato dista circa 40 m ad Est del tracciato della linea AV/AC Terzo valico dei Giovi e circa 140 m ad Est della linea ferroviaria Milano-Genova.



Figura 4.8.2 Rapporto fotografico VIC-GE-500

|   |  |
|---|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | ALTA SORVEGLIANZA<br>         |
|   | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2 <span style="float: right;">Foglio<br/>31 di 63</span> |

Si riporta di seguito la tabella riepilogativa dei livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza secondo la pesatura per assi combinati (Leq\_UNI9614-90-cb) sia per il periodo di riferimento diurno (07.00 – 22.00) che per quello notturno (22.00 – 07.00), ottenuti dalla misurazione effettuata nel mese di luglio nel punto sopra citato. Tali livelli di accelerazione vengono poi relazionati ai limiti imposti dalla Norma tecnica UNI 9614:1990, che per la particolare destinazione d'uso di entrambi i ricettori corrispondono a 71 dB sia per il periodo diurno che notturno.

|                                      |             | LIVELLI EQUIVALENTI<br>DIURNO UNI 9614 [dB] |      |      | LIVELLI EQUIVALENTI<br>NOTTURNO UNI 9614 [dB] |      |      |
|--------------------------------------|-------------|---|------|------|---|------|------|
|                                      |             | ASSE  |      |      | ASSE  |      |      |
| PUNTO                                | DATA MISURA | X   | Y    | Z    | X   | Y    | Z    |
| VIC-GE-500                           | 27/07/2016  | 29,0  | 31,2 | 30,9 | 28,6  | 30,7 | 29,9 |
| <b>LIMITI UNI 9614 AREE CRITICHE</b> |             | <b>77 dB</b>                                |      |      | <b>74 dB</b>                                  |      |      |

Nella pagina seguente si restituiscono, per ogni singolo asse della terna accelerometrica, le time-histories del livello di accelerazione ponderata con filtro per assi combinati UNI 9614 e l'andamento del Running Leq.

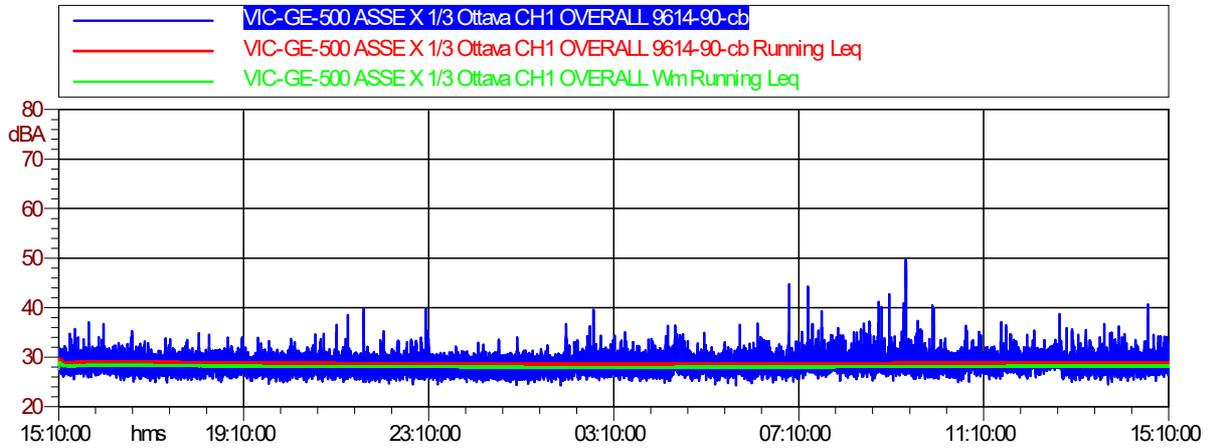


Figura 4.8.4 Time-History Asse X VIC-GE-500

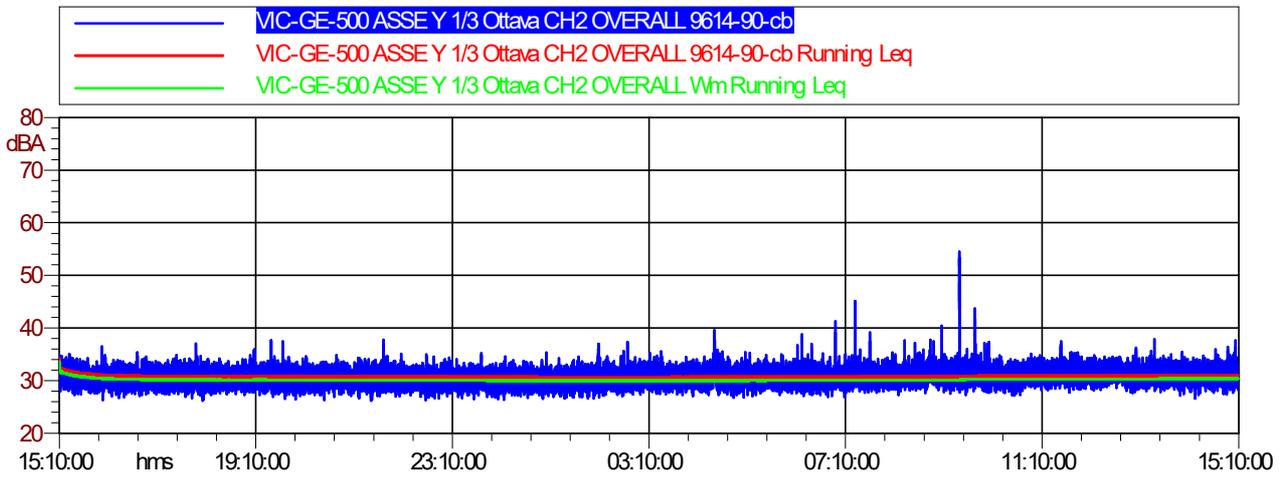


Figura 4.8.5 Time-History Asse Y VIC-GE-500

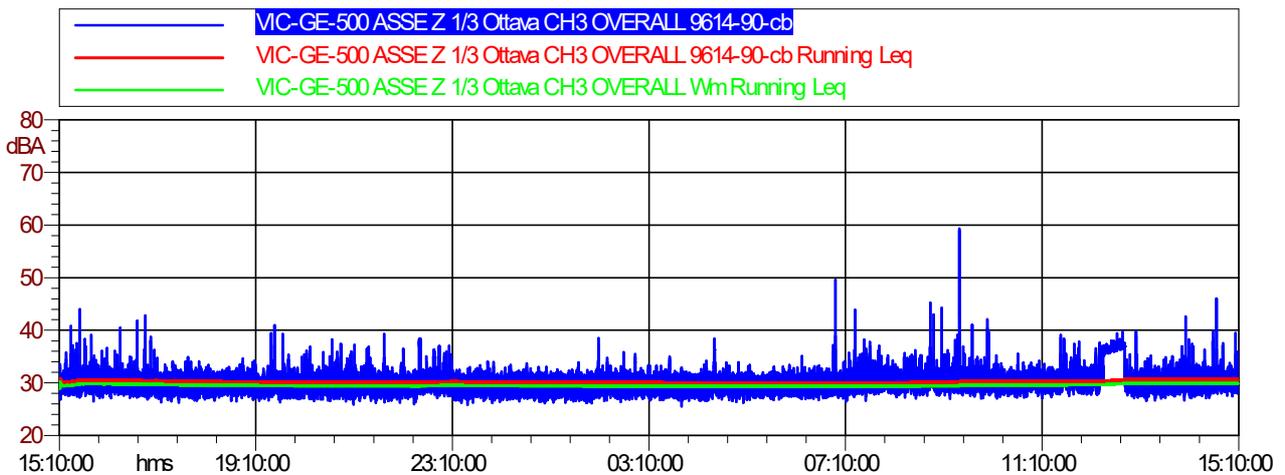


Figura 4.8.6 Time-History Asse Z VIC-GE-500

|   |  |                    |
|---|--|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | ALTA SORVEGLIANZA<br> |                    |
|   | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2  | Foglio<br>33 di 63 |

Il clima vibrazionale dell'area indagata risulta essere alquanto modesto. La principale fonte di vibrazioni è rappresentata dagli eventi legati alla normale fruizione degli edifici indagati. I livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza sono risultati dell'ordine di 29-38 dB in entrambi i periodi di riferimento. Pertanto si può affermare che le lavorazioni eseguite all'interno del cantiere indagato non hanno provocato problemi di *annoyance* alla popolazione esposta.

|  |  |                    |
|--|--|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                    |
|  | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2  | Foglio<br>34 di 63 |

#### 4.4 COL2 Bis – GN11 – CA14

Il Cantiere Operativo COL2 Bis è situato in destra idraulica del torrente Polcevera nella zona di Trasta in prossimità dell'imbocco Nord della galleria Campasso e imbocco Sud della galleria di Valico.

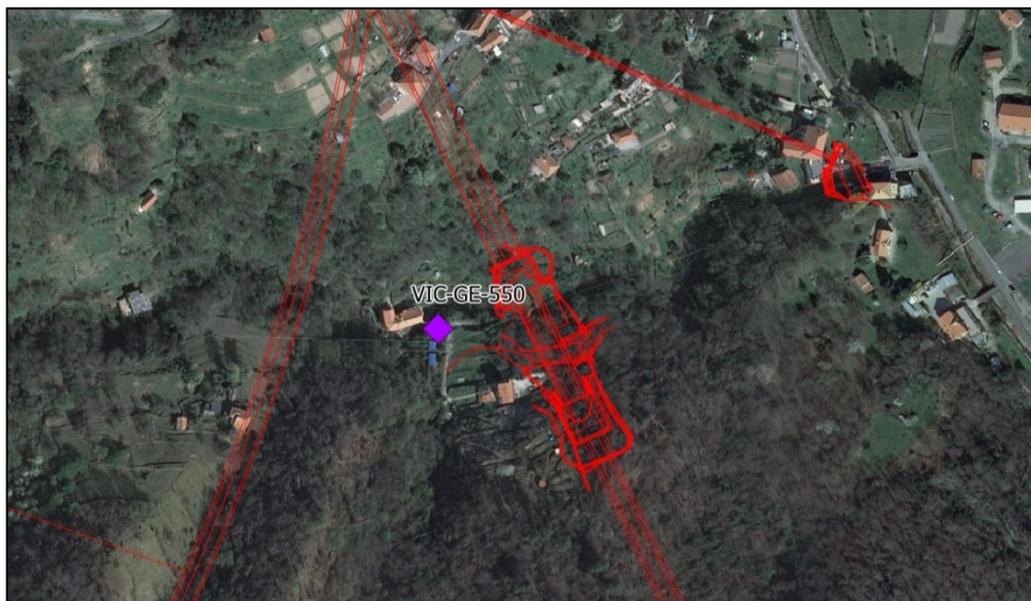


Figura 4.8.1 Stralcio planimetrico area di indagine

Le suddette lavorazioni sono state monitorate attraverso la rilevazione vibrazionale effettuata presso la stazione di monitoraggio indicata nel PMA con la sigla VIC-GE-550. Tale ricevitore è un edificio a destinazione d'uso residenziale di 4 piani f.t. inserito nel tipico contesto dei ripidi versanti pedemontani che circondano la città di Genova. Nelle immediate vicinanze del fabbricato non vi sono infrastrutture viarie e dista circa 50-60 m dal viadotto in progetto che attraversa l'impluvio.



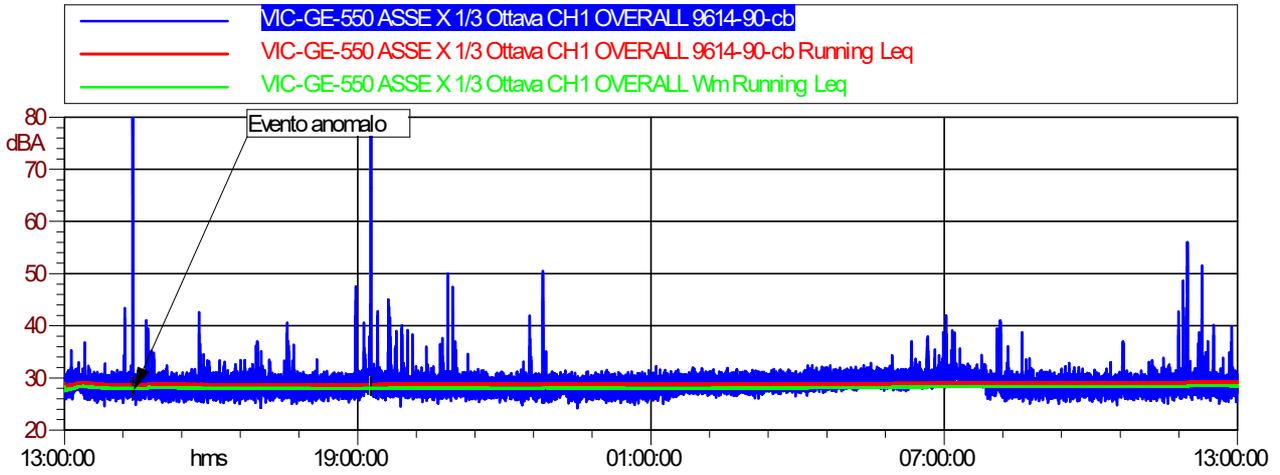
4.4.1 Rapporto fotografico VIC-GE-550

|   |  |
|---|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | ALTA SORVEGLIANZA<br>         |
|   | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2 <span style="float: right;">Foglio<br/>35 di 63</span> |

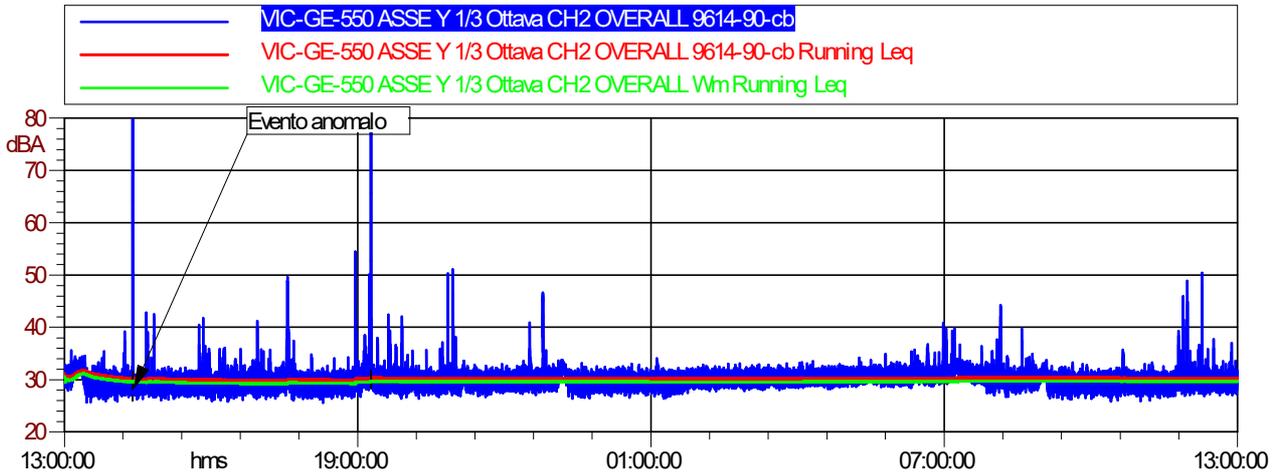
Si riportano di seguito le tabelle riepilogative dei livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza secondo la pesatura per assi combinati (Leq\_UNI9614-90-cb) sia per il periodo di riferimento diurno (07:00 – 22:00) che per quello notturno (22:00 – 07:00). Tali livelli di accelerazione vengono poi relazionati ai limiti imposti dalla Norma tecnica UNI 9614:1990, che per la destinazione d'uso del ricettore corrispondono a 77 dB per il periodo diurno e 74 dB per quello notturno.

| PUNTO                                    | DATA MISURA | LIVELLI EQUIVALENTI<br>DIURNO UNI 9614 [dB] |      |      | LIVELLI EQUIVALENTI<br>NOTTURNO UNI 9614 [dB] |      |      |
|--|-------------|---|------|------|---|------|------|
|  |             | ASSE  |      |      | ASSE  |      |      |
|  |             | X   | Y    | Z    | X   | Y    | Z    |
| VIC-GE-550                               | 14/12/2016  | 29,2  | 30,2 | 31,9 | 29,9  | 29,7 | 29,2 |
| <b>LIMITI UNI 9614 ABITAZIONE CIVILE</b> |             | <b>77 dB</b>                                |      |      | <b>74 dB</b>                                  |      |      |

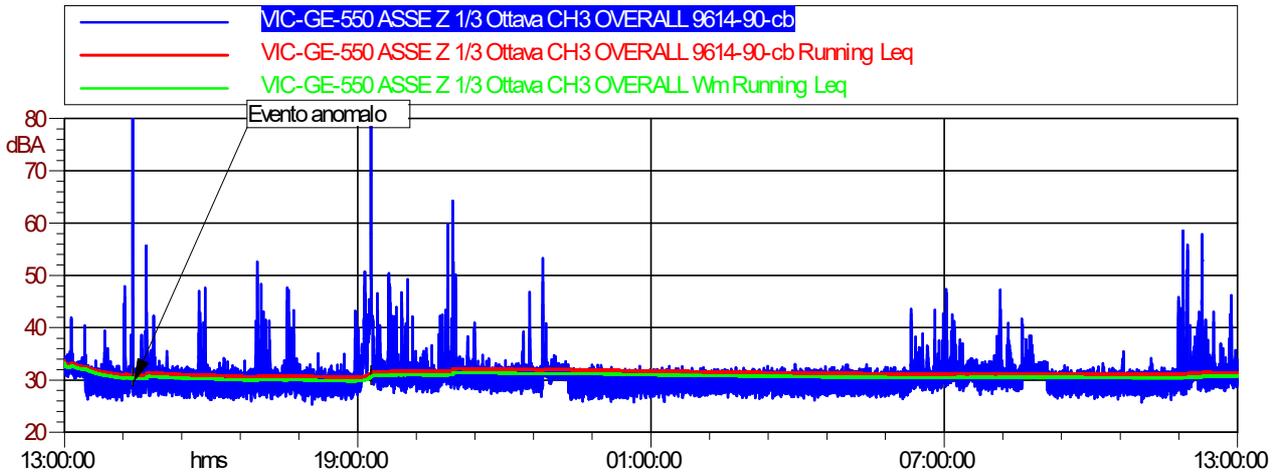
Viene nel seguito riportata, per ogni singolo canale (asse) della terna accelerometrica, la time-history del valore dell'accelerazione ponderata con il filtro per assi combinati UNI 9614 e l'andamento del Running Leq.



4.4.2 Time-history VIC-GE-550 Asse X



4.4.3 Time-history VIC-GE-550 Asse Y



4.4.4 Time-history VIC-GE-550 Asse Z

|   |  |
|---|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | ALTA SORVEGLIANZA<br> |
|   | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2  |
|   | Foglio<br>37 di 63   |

La rilevazione vibrazionale eseguita nel mese di Dicembre 2016 ha mostrato livelli equivalenti di accelerazione esigui lungo tutti gli assi di propagazione per entrambi i periodi di riferimento. La principale fonte di vibrazioni è rappresentata dalla normale fruizione dell'edificio indagato. Nel corso della rilevazione sono stati registrati eventi avente carattere meramente casuale e pertanto non caratteristici del clima vibrazionale dell'area indagata. Tali eventi sono stati opportunamente mascherati. Le attività svolte all'interno del cantiere sotto osservazione non hanno generato eventi vibrazionali tali da causare commenti avversi alla sorgente da parte dei soggetti esposti.

#### 4.5 COP4 – CA20B – IV12 – IR1D

L'area interessata dal cantiere COP4 è posizionata ai margini del centro urbano di Arquata Scrivia ed ha una destinazione ad uso agricolo. In adiacenza al lato ovest del cantiere è posizionata la sede della futura linea AV/AC Terzo Valico dei Giovi.

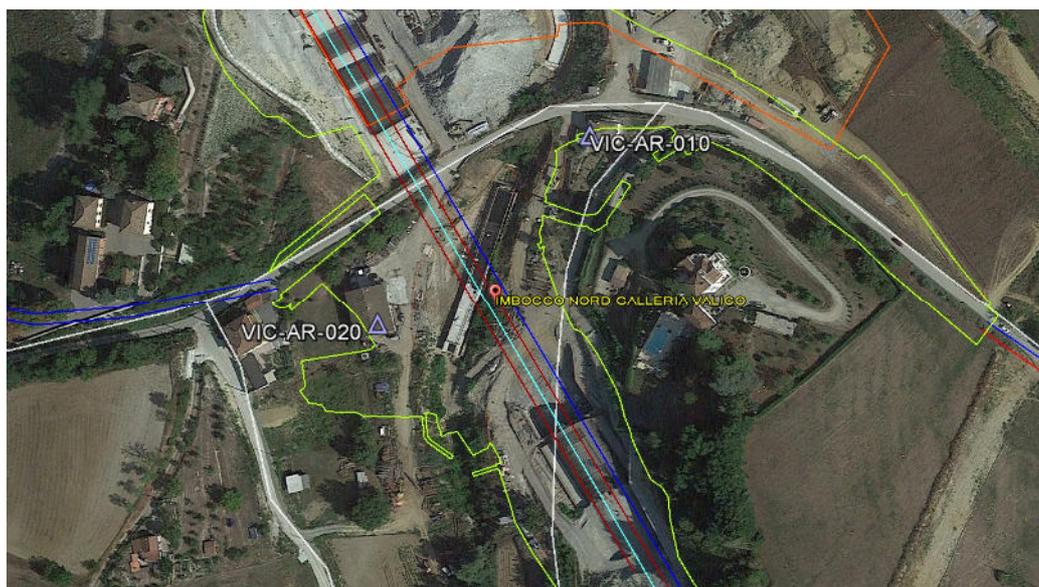


Figura 4.9.1 Stralcio planimetrico area di indagine

La presente area di cantiere è stata monitorata con due rilevazioni effettuate una nel mese di Settembre e una nel mese di Ottobre 2016, come riportato nello schema sottostante.

| Punto di Misura | Comune          | Cantiere Indagato    | Durata misura | Data Misura | Fase Temporale |
|-----------------|-----------------|----------------------|---------------|-------------|----------------|
| VIC-AR-010      | Arquata Scrivia | COP4-CA20B-IV12-IR1C | 24 h          | 03/10/2016  | Corso d'Opera  |
| VIL-GE-500      | Genova          | COP4-CA20B-IV12-IR1D | 24 h          | 06/09/2016  | Corso d'Opera  |

|  |  |                    |
|--|--|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                    |
|  | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2  | Foglio<br>39 di 63 |

Il ricettore in esame è un edificio a destinazione d'uso residenziale di 2 piani f.t. situato in Via Moriassi. Tale fabbricato è posizionato a circa 50 metri di distanza dal cantiere operativo COP4 – Moriassi e dalla futura tratta AV/AC Terzo Valico dei Giovi.



**Figura 4.9.2 Rapporto fotografico VIC-AR-010**

Il ricettore indicato nel PMA con la codifica VIC-AR-020 è un edificio a destinazione d'uso residenziale di 2 piani f.t. situato in Via Moriassi. Tale fabbricato è posizionato a circa 100 metri di distanza in direzione Sud-Ovest dal cantiere operativo COP4 – Moriassi e dalla futura tratta AV/AC Terzo Valico dei Giovi.



**Figura 4.9.3 Rapporto fotografico VIC-AR-020**

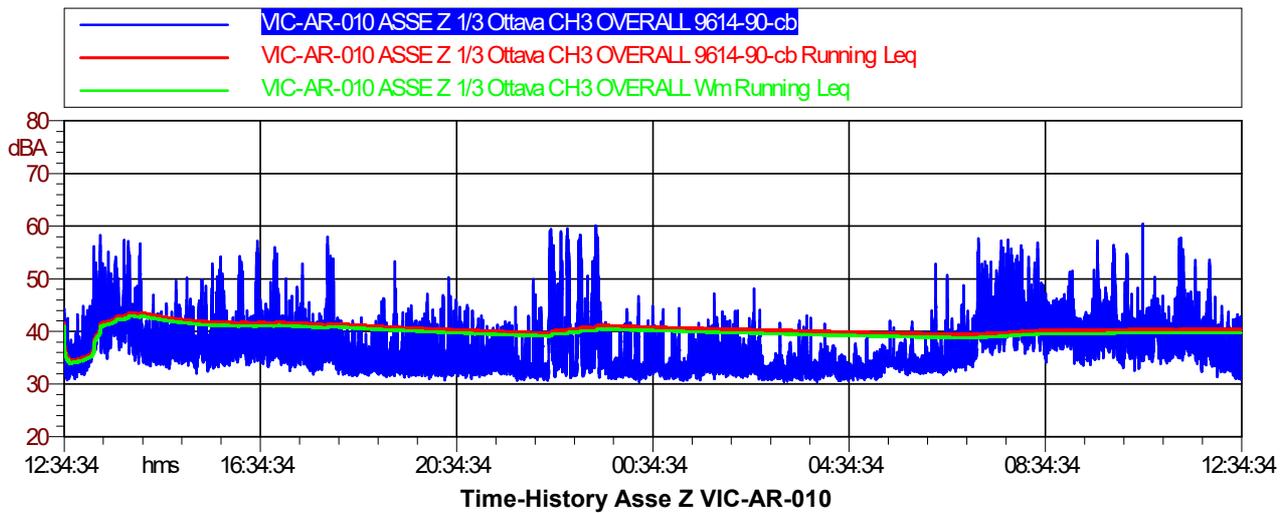
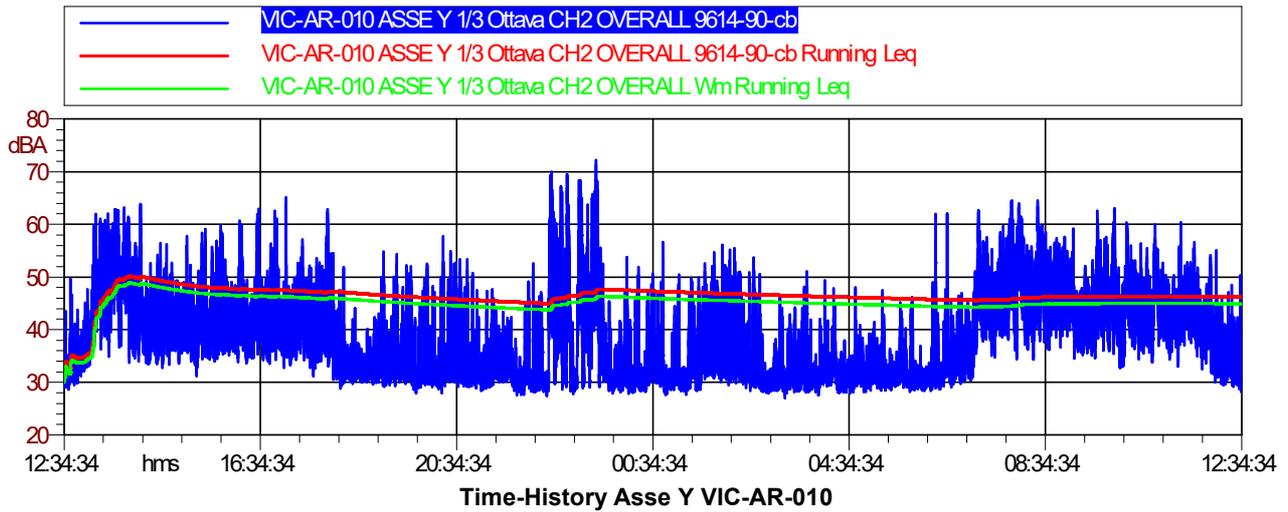
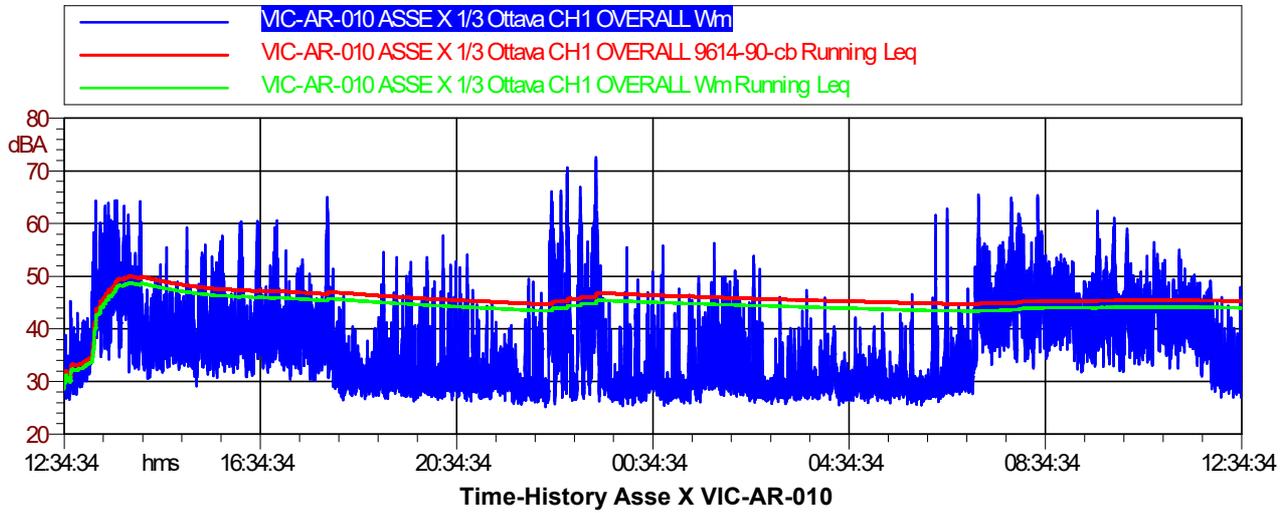
|  |  |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
|  | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2  |
|  | Foglio<br>40 di 63   |

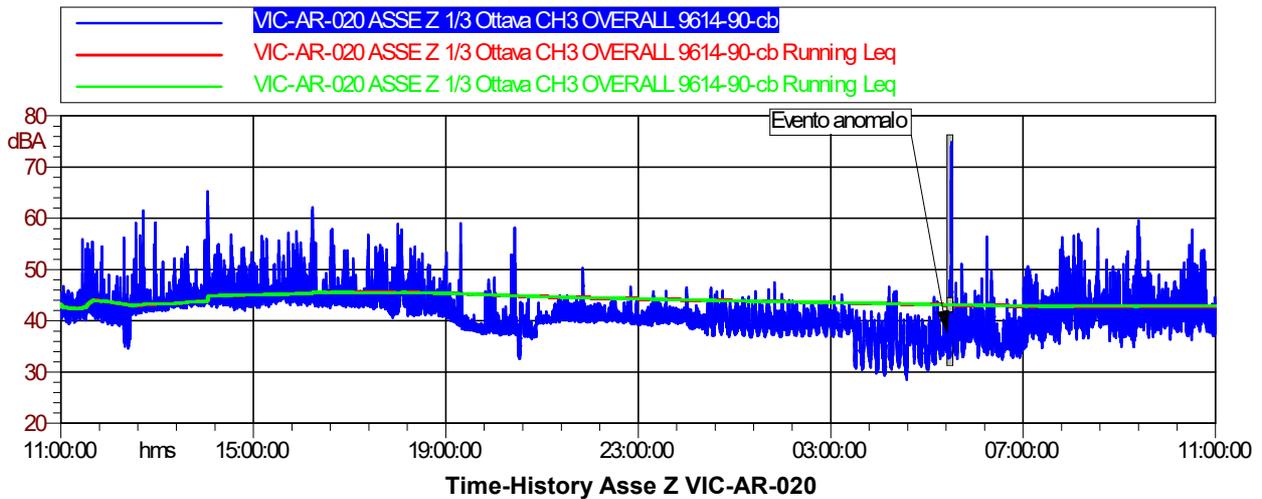
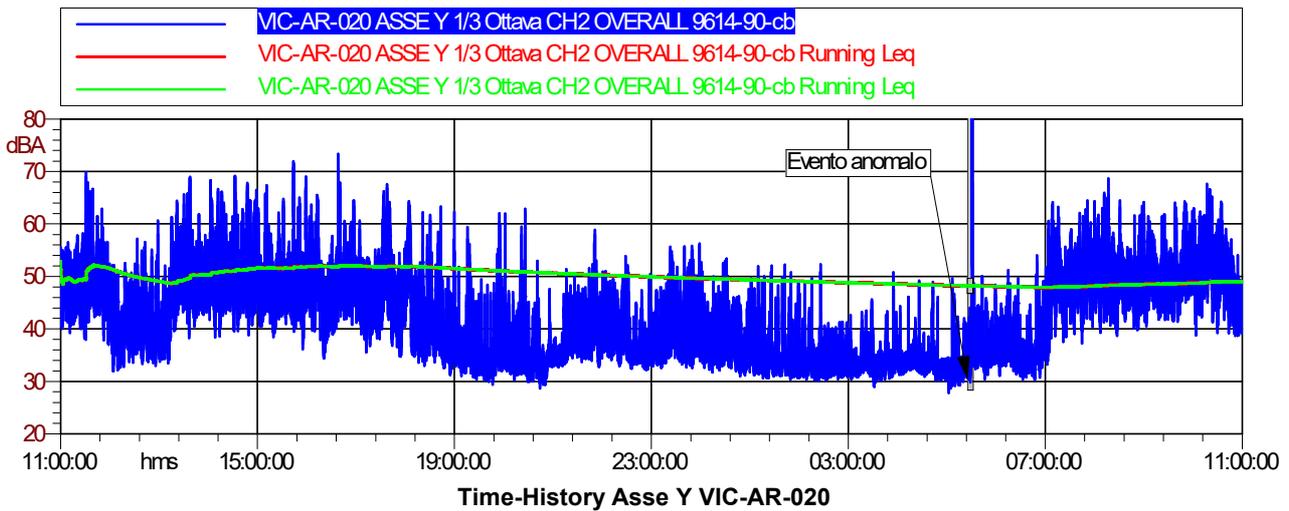
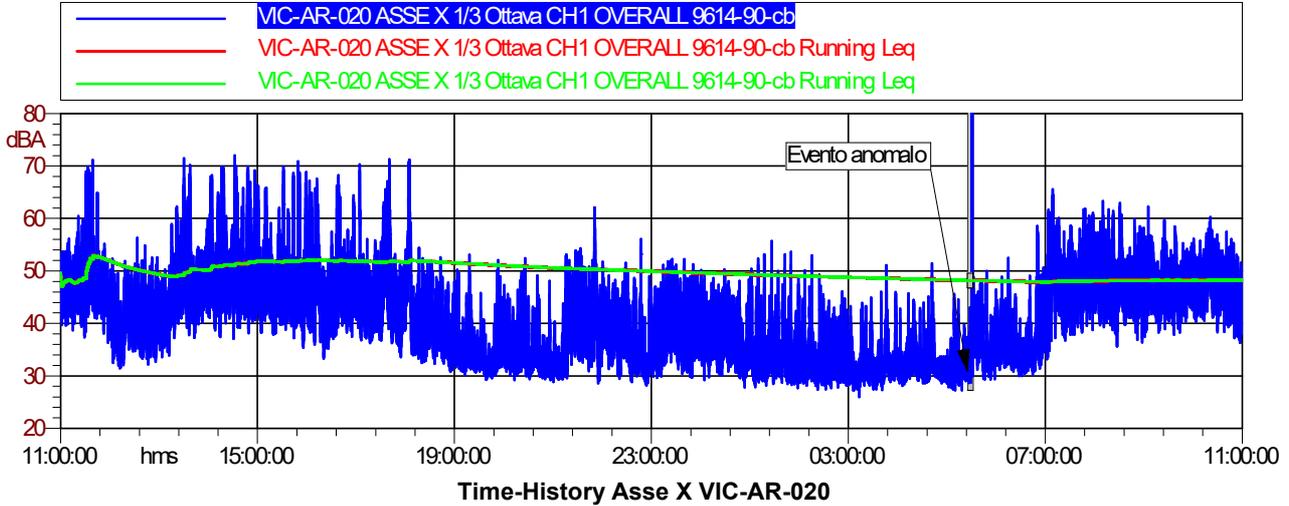
Si riportano di seguito le tabelle riepilogative dei livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza secondo la pesatura per assi combinati (Leq\_UNI9614-90-cb) sia per il periodo di riferimento diurno (07.00 – 22.00) che per quello notturno (22.00 – 07.00), ottenuti dalle misurazioni effettuate nei mesi di settembre/ottobre nei due punti sopra citati. Tali livelli di accelerazione vengono poi relazionati ai limiti imposti dalla Norma tecnica UNI 9614:1990, che per entrambi i ricettori corrispondono a 77 dB per il periodo diurno (07:00-22:00) e 74 dB che notturno (22:00-07:00).

|                                      |             | LIVELLI EQUIVALENTI<br>DIURNO UNI 9614 [dB] |      |      | LIVELLI EQUIVALENTI<br>NOTTURNO UNI 9614 [dB] |      |      |
|--------------------------------------|-------------|---|------|------|---|------|------|
|                                      |             | ASSE  |      |      | ASSE  |      |      |
| PUNTO                                | DATA MISURA | X   | Y    | Z    | X   | Y    | Z    |
| VIC-AR-010                           | 03/10/2016  | 45,7  | 46,2 | 40,9 | 44,5  | 46,0 | 39,0 |
| <b>LIMITI UNI 9614 AREE CRITICHE</b> |             | <b>77 dB</b>                                |      |      | <b>74 dB</b>                                  |      |      |

|                                      |             | LIVELLI EQUIVALENTI<br>DIURNO UNI 9614 [dB] |      |      | LIVELLI EQUIVALENTI<br>NOTTURNO UNI 9614 [dB] |      |      |
|--------------------------------------|-------------|---|------|------|---|------|------|
|                                      |             | ASSE  |      |      | ASSE  |      |      |
| PUNTO                                | DATA MISURA | X   | Y    | Z    | X   | Y    | Z    |
| VIC-AR-020                           | 06/09/2016  | 50,1  | 50,9 | 44,1 | 39,8  | 38,6 | 39,3 |
| <b>LIMITI UNI 9614 AREE CRITICHE</b> |             | <b>77 dB</b>                                |      |      | <b>74 dB</b>                                  |      |      |

Nelle pagine seguenti si restituiscono, per ogni singolo asse della terna accelerometrica, le time-histories del livello di accelerazione ponderata con filtro per assi combinati UNI 9614 e l'andamento del Running Leq.





|  |  |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
|  | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2  |
|  | Foglio<br>43 di 63   |

#### 4.6 COP7 – CA23 – RI13

L'area indicata con la sigla COP7, ubicata in località Cascina Malpensata nel territorio comunale di Novi Ligure (AL), è un cantiere operativo situato in adiacenza al campo base CBP5. Nei pressi di tale area di cantiere è stata eseguita una rilevazione vibrazionale nel mese di dicembre 2016, in corrispondenza del punto di monitoraggio VIC-NL-030.



Figura 4.610.1 Stralcio planimetrico area di indagine

Il ricettore in oggetto è un edificio a destinazione d'uso residenziale di 2 piani f.t. situato in Strada Dragonara.



Figura 4.610.2 Rapporto Fotografico VIC-NL-030

|   |  |
|---|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | ALTA SORVEGLIANZA<br>         |
|   | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2 <span style="float: right;">Foglio<br/>44 di 63</span> |

Il prospetto sottostante riporta in sintesi i valori rilevati espressi in livelli di accelerazione equivalenti (dB), ed i relativi valori di soglia stabiliti dalla norma tecnica: UNI 9614:1990 “*Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo*”.

| PUNTO                                    | DATA     | COMUNE      | CANTIERE<br>WBS | LIVELLI EQUIVALENTI ACCELERAZIONE [dB] |      |      |              |      |      |
|--|----------|-------------|-----------------|--|------|------|--------------|------|------|
|  |          |             |                 | DIURNO                                 |      |      | NOTTURNO     |      |      |
|  |          |             |                 | X                                      | Y    | Z    | X            | Y    | Z    |
| VIC-NL-030                               | 12/12/16 | NOVI LIGURE | COP7-RI13-CA23  | 37,7                                   | 41,9 | 43,9 | 29,2         | 30,2 | 31,6 |
| <b>LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE</b> |          |             |                 | <b>77 dB</b>                           |      |      | <b>74 dB</b> |      |      |

Nella pagina seguente viene riportata, per ogni singolo canale (asse) della terna accelerometrica, la time-history del valore dell'accelerazione ponderata con il filtro per assi combinati secondo la norma UNI 9614 e l'andamento del Running Leq.

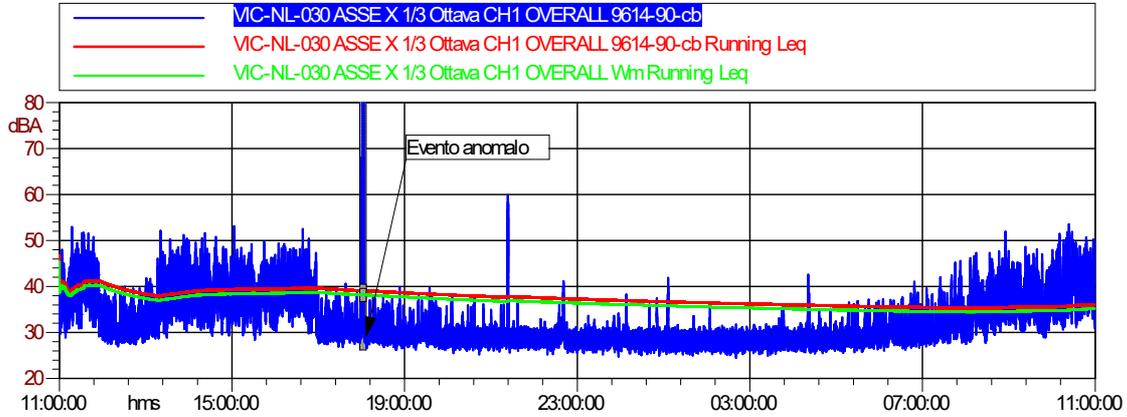


Figura 4.610.3 Time History Asse X

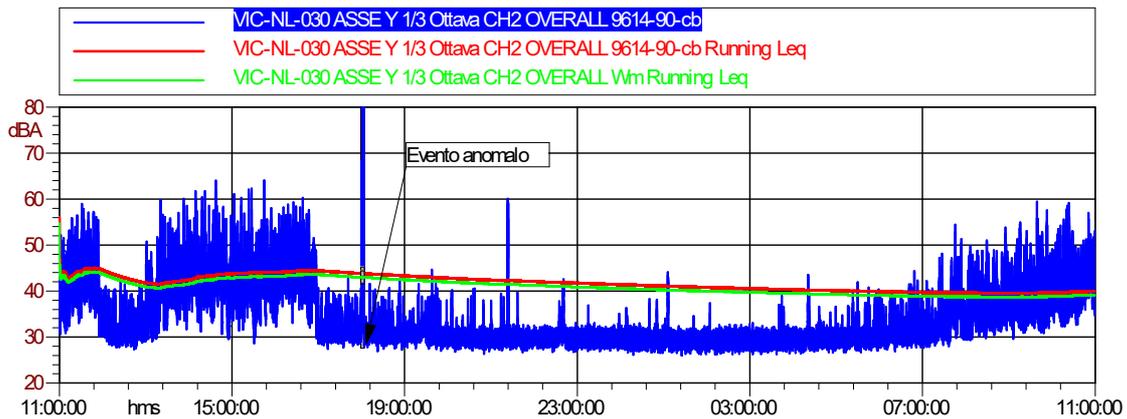


Figura4.6.4 Time History Asse Y

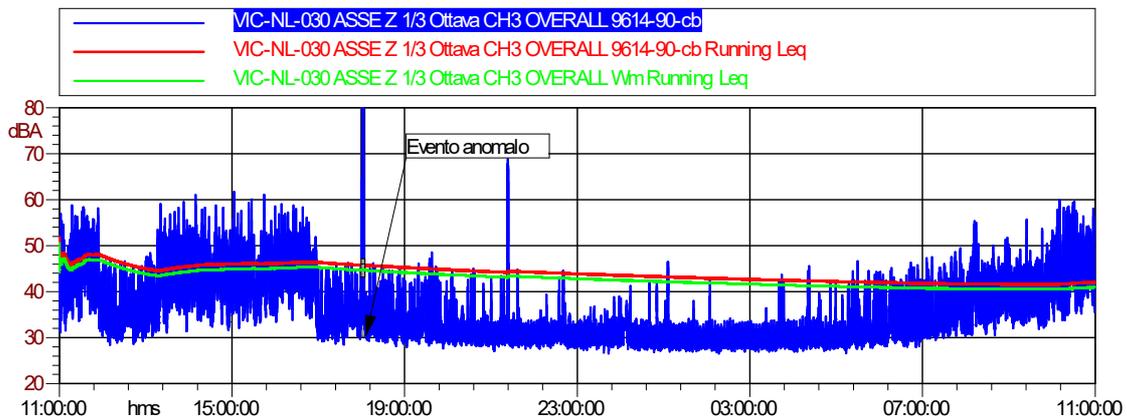


Figura4.610.5 Time History Asse Z

|   |   |
|---|---|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>             |
|   | <p>IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br/>Vibrazioni – Lotto 2</p> <p style="text-align: right;">Foglio<br/>46 di 63</p> |

## 5 DISCUSSIONE DEI RISULTATI

Le misure di vibrazioni, effettuate nell'anno 2016 per il Lotto 2, della tratta AV/AC Terzo Valico dei Giovi, sono state condotte in coerenza con quanto previsto dal documento "PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE" cod.IG51-00-E-CV-RG-IM00-00-001-C00.

Le rilevazioni sono state eseguite in corrispondenza dei ricettori potenzialmente critici ed hanno avuto lo scopo di definire lo stato vibrazionale del territorio in corrispondenza del fronte avanzamento dei lavori e del passaggio dei mezzi di cantiere lungo la viabilità stradale.

Come previsto dalle metodiche del Programma di Monitoraggio Ambientale, le misure sono state eseguite con postazioni fisse a funzionamento automatico su un arco temporale di 24 ore al fine di caratterizzare la variabilità dei fenomeni vibrazionali.

|  |  |                    |
|--|--|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                    |
| IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2  |  | Foglio<br>47 di 63 |

## 5.1 CSP1 - COP2 – NV22 / CA18 – CA29

Allo scopo di analizzare l'evoluzione del clima vibrazionale dell'area sotto osservazione, si restituisce la tabella in cui sono riportati i valori del livello equivalente dell'accelerazione ponderata in frequenza secondo la pesatura per assi combinati (Leq\_UNI9614-90-cb) sia per il periodo di riferimento diurno (07.00 – 22.00) che per quello notturno (22.00 – 07.00), rilevati nella campagna di Ante Operam e nelle sei Campagne di Corso d'Opera. Si riportano inoltre i relativi limiti di riferimento secondo la norma tecnica UNI 9614:1990 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo".

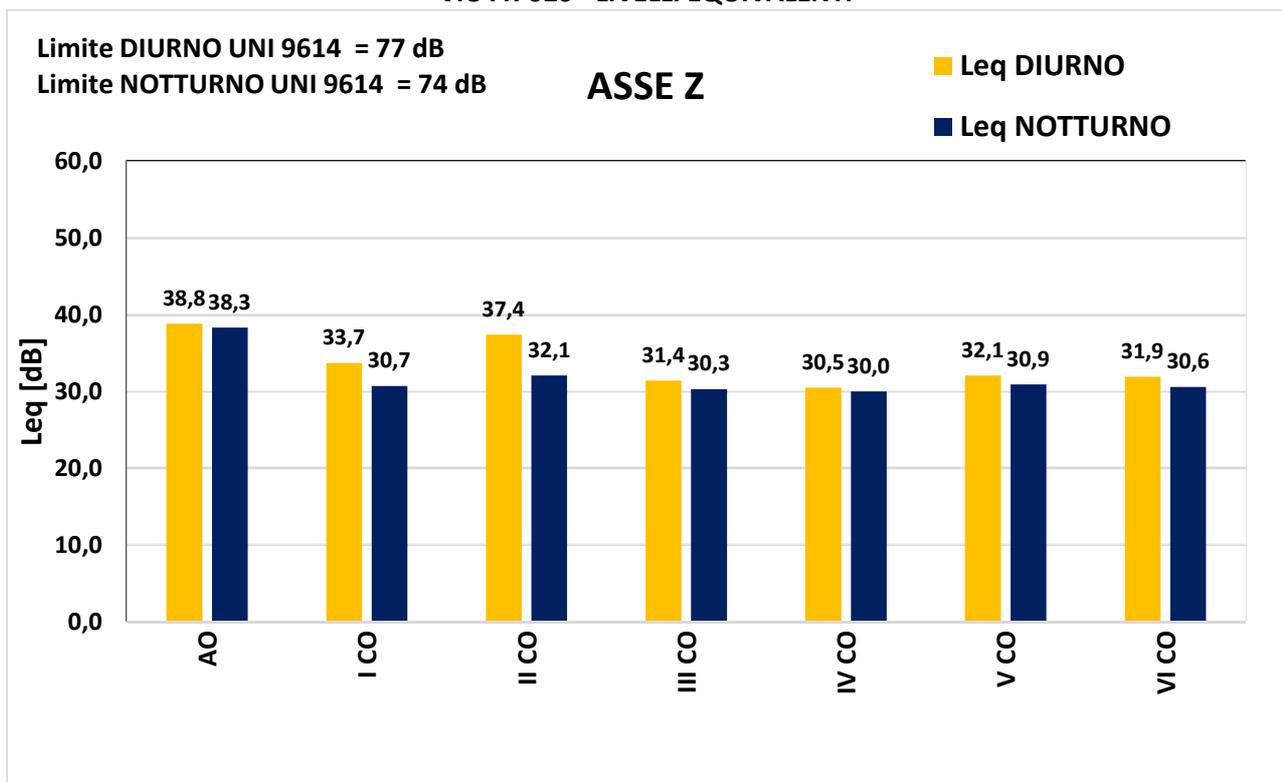
| VIC-FR-020                        |             | LIVELLI EQUIVALENTI DIURNO<br>UNI 9614 [dB] |      |      | LIVELLI NOTTURNO<br>UNI 9614 [dB] |      |      |
|-----------------------------------|-------------|---|------|------|-----------------------------------|------|------|
|                                   |             | ASSE  |      |      | ASSE                              |      |      |
| FASE                              | DATA MISURA | X   | Y    | Z    | X                                 | Y    | Z    |
| AO                                | 21/06/2012  | 35,5  | 34,7 | 38,8 | 35,5                              | 34,7 | 38,3 |
| I CO                              | 28/05/2014  | 28,5  | 29,5 | 33,7 | 28,1                              | 29,1 | 30,7 |
| II CO                             | 12/10/2014  | 30,1  | 35,4 | 37,4 | 28,9                              | 34,6 | 32,1 |
| III CO                            | 13/05/2015  | 31,0  | 31,8 | 31,4 | 30,4                              | 31,4 | 30,3 |
| IV CO                             | 10/11/2015  | 30,6  | 31,2 | 30,5 | 30,0                              | 30,8 | 30,0 |
| V CO                              | 19/05/2016  | 30,2  | 31,2 | 32,1 | 30,1                              | 31,1 | 30,9 |
| VI CO                             | 02/11/2016  | 30,1  | 30,5 | 31,9 | 29,8                              | 30,1 | 30,6 |
| LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE |             | 77 dB                                       |      |      | 74 dB                             |      |      |

| VIC-FR-030                        |             | DIURNO<br>Leq UNI 9614 [dB] |      |      | NOTTURNO<br>Leq UNI 9614 [dB] |      |      |
|-----------------------------------|-------------|-----------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|
|                                   |             | ASSE                        |      |      | ASSE                          |      |      |
| FASE                              | DATA MISURA | X                           | Y    | Z    | X                             | Y    | Z    |
| AO                                | 11/02/2014  | 30,5                        | 32,0 | 42,1 | 28,5                          | 29,2 | 32,5 |
| I CO                              | 12/05/2015  | 30,0                        | 31,0 | 38,3 | 29,3                          | 30,2 | 31,3 |
| II CO                             | 17/11/2015  | 32,0                        | 31,3 | 41,4 | 30,2                          | 31,2 | 45,5 |
| III CO                            | 25/05/2016  | 30,1                        | 30,7 | 42,5 | 28,3                          | 29,2 | 31,1 |
| IV CO                             | 03/11/2016  | 32,3                        | 31,6 | 41,3 | 29,8                          | 29,5 | 41,8 |
| LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE |             | 77 dB                       |      |      | 74 dB                         |      |      |

Per quanto riguarda il punto di misura VIC-FR-020 comparando gli esiti ottenuti dalla misura Ante Operam a quelli relativi alle misurazioni eseguite in fase di Corso d’Opera 2015 e 2016 si rileva una diminuzione dei livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza lungo tutti gli assi di propagazione per entrambi i periodi di riferimento. I livelli di accelerazione ponderata rilevati nel corso delle due misurazioni eseguite nell’anno 2016 (V e VI CO) sono risultati molto simili tra loro e inferiori ai valori mostrati in occasione delle rilevazioni precedenti.

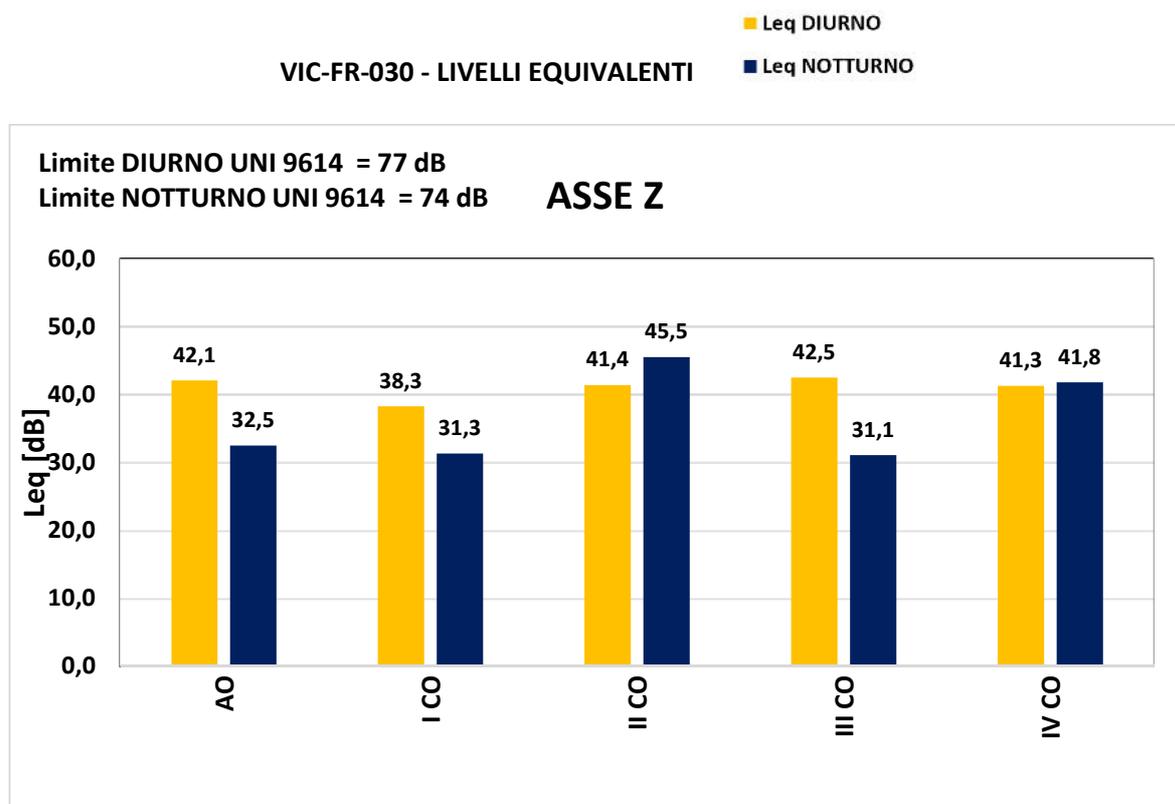
Allo scopo di rendere maggiormente evidente il decremento nel tempo del clima vibrazionale, viene mostrato graficamente l’andamento nel tempo del livello equivalente di accelerazione lungo l’asse di maggiore sollecitazione sia per il periodo di riferimento diurno che per quello notturno.

VIC-FR-020 - LIVELLI EQUIVALENTI



Mentre per quanto riguarda il punto di misura VIC-FR-030 da un attento studio dei risultati ottenuti dalla misura Ante Operam e dalle quattro campagne di Corso d'Opera, si evince che i livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza rilevati in fase di Corso d'Opera nell'anno 2016 sono in linea con i dati misurati nelle precedenti campagne ad eccezione della misura notturna rilevata nell'ultima campagna 2016, si riscontra un livello equivalente più alto rispetto la campagna Ante Opera ma ben al di sotto dei limiti imposti. Ne consegue che le attività lavorative svolte nell'area di cantiere sotto osservazione non hanno avuto un impatto tale da provocare un degrado dello scenario vibrazionale ed eventuali commenti avversi alla sorgente da parte della popolazione esposta.

Allo scopo di rendere maggiormente evidente il decremento nel tempo del clima vibrazionale, viene mostrato graficamente l'andamento nel tempo del livello equivalente di accelerazione lungo l'asse di maggiore sollecitazione (Z) sia per il periodo di riferimento diurno che per quello notturno.



Appurato che la principale sorgente vibrazionale è costituita dagli eventi legati alla fruizione degli edifici, tali oscillazioni sono presumibilmente dovute alle diverse fasi di movimentazione di mezzi a supporto dell'attività presente nei pressi dell'edificio indagato (trasporto e taglio legname).

|   |  |
|---|--|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  |
|   | <p>IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br/>Vibrazioni – Lotto 2</p> <p>Foglio<br/>50 di 63</p>                 |

In definitiva, è legittimo asserire che le attività lavorative eseguite nell'adiacente area di cantiere non hanno provocato problemi di disturbo ai soggetti esposti.

## 5.2 COL2 – TR11 – CA14

La finalità delle rilevazioni eseguite in fase di Corso d'Opera presso le stazioni di monitoraggio VIL-GE-060 e VIL-GE-070 è stata quella di determinare i livelli vibrazionali indotti dalle attività lavorative svolte nell'area di cantiere COL2 e dalle lavorazioni ricadenti nella WBS identificata dal PMA con la sigla TR11 e CA14, e l'eventuale definizione del grado di disturbo avvertito dalla popolazione esposta.

A tale scopo si riportano i prospetti riepilogativi dei livelli di accelerazione ponderata in frequenza secondo la pesatura per assi combinati (Leq\_UNI9614-90-cb) sia per il periodo di riferimento diurno (07.00 – 22.00) che per quello notturno (22.00 – 07.00), rilevati nel corso della Campagna di monitoraggio in fase di Ante Operam e nelle cinque Campagne di misura eseguite in fase di Corso d'Opera.

Si riportano inoltre i relativi limiti di riferimento secondo la norma tecnica UNI 9614:1990 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo".

| VIL-GE-060                           |             | LIVELLI EQUIVALENTI DIURNO<br>UNI 9614 [dB] |      |      | LIVELLI NOTTURNO<br>UNI 9614 [dB] |      |      |
|--------------------------------------|-------------|---|------|------|-----------------------------------|------|------|
|                                      |             | ASSE  |      |      | ASSE                              |      |      |
| FASE                                 | DATA MISURA | X   | Y    | Z    | X                                 | Y    | Z    |
| AO                                   | 27/06/2012  | 48,5  | 48,4 | 47,3 | 48,1                              | 48,4 | 47,2 |
| I CO                                 | 15/10/2013  | 32,1  | 34,5 | 33,8 | 30,4                              | 32,3 | 30,6 |
| II CO                                | 08/04/2014  | 33,7  | 33,4 | 34,1 | 30,2                              | 30,2 | 29,8 |
| III CO                               | 08/10/2014  | 32,6  | 33,0 | 33,7 | 31,2                              | 31,0 | 30,5 |
| IV CO                                | 28/04/2015  | 33,2  | 34,1 | 34,3 | 30,8                              | 31,9 | 30,6 |
| V CO                                 | 07/10/2015  | 35,1  | 34,7 | 35,6 | 32,3                              | 32,1 | 31,1 |
| VI CO                                | 05/04/2016  | 35,2  | 33,9 | 35,9 | 31,1                              | 30,7 | 30,6 |
| VII CO                               | 19/10/2016  | 33,6  | 35,5 | 34,9 | 30,2                              | 31,7 | 30,9 |
| <b>LIMITI UNI 9614 AREE CRITICHE</b> |             | <b>71 dB</b>                                |      |      | <b>71dB</b>                       |      |      |

| VIL-GE-070                           |             | LIVELLI EQUIVALENTI DIURNO<br>UNI 9614 [dB] |      |      | LIVELLI NOTTURNO<br>UNI 9614 [dB] |      |      |
|--------------------------------------|-------------|---|------|------|-----------------------------------|------|------|
|                                      |             | ASSE  |      |      | ASSE                              |      |      |
| FASE                                 | DATA MISURA | X   | Y    | Z    | X                                 | Y    | Z    |
| AO                                   | 03/09/2012  | 54,2  | 47,7 | 70,0 | 46,0                              | 48,7 | 65,7 |
| I CO                                 | 16/10/2013  | 45,0  | 42,9 | 53,3 | 39,6                              | 40,1 | 47,6 |
| II CO                                | 09/04/2014  | 38,3  | 36,0 | 38,5 | 34,1                              | 32,6 | 36,4 |
| III CO                               | 09/10/2014  | 34,7  | 38,3 | 35,4 | 32,6                              | 36,6 | 33,5 |
| IV CO                                | 29/04/2015  | 37,8  | 37,8 | 39,9 | 33,0                              | 32,7 | 37,7 |
| V CO                                 | 06/10/2015  | 43,8  | 36,6 | 40,8 | 41,4                              | 34,0 | 39,0 |
| VI CO                                | 06/04/2016  | 41,1  | 39,5 | 42,5 | 39,4                              | 37,0 | 39,1 |
| VII CO                               | 05/10/2016  | 35,9  | 39,1 | 36,7 | 33,4                              | 35,9 | 32,9 |
| <b>LIMITI UNI 9614 AREE CRITICHE</b> |             | <b>71 dB</b>                                |      |      | <b>71 dB</b>                      |      |      |

I livelli di accelerazione ponderata in frequenza rilevati nel corso delle misurazioni eseguite presso le due stazioni di monitoraggio in esame sono significativamente influenzati dalle attività condotte all'interno delle strutture monitorate.

Da un attento studio dei risultati ottenuti dalla misura Ante Operam e dalle sette Campagne di Corso d'Opera, si evince che i livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza rilevati in fase di Corso d'Opera hanno subito un netto abbassamento lungo tutti gli assi di riferimento rispetto alla misura di Ante Operam. Inoltre il clima vibrazionale rilevato nelle due campagne di monitoraggio effettuate nell'anno 2016 mostrato livelli di accelerazione alquanto modesti e in piena linea con i risultati delle precedenti campagne. Ne consegue che le attività lavorative svolte nell'area di cantiere sotto osservazione non hanno avuto un impatto tale da provocare un degrado dello scenario vibrazionale ed eventuali commenti avversi alla sorgente da parte della popolazione esposta.

Allo scopo di rendere meglio evidente questo significativo risultato viene proposta graficamente l'evoluzione del livello equivalente di accelerazione ponderata in frequenza secondo la pesatura per assi combinati lungo l'asse di maggiore sollecitazione sia per il periodo di riferimento diurno che per quello notturno.

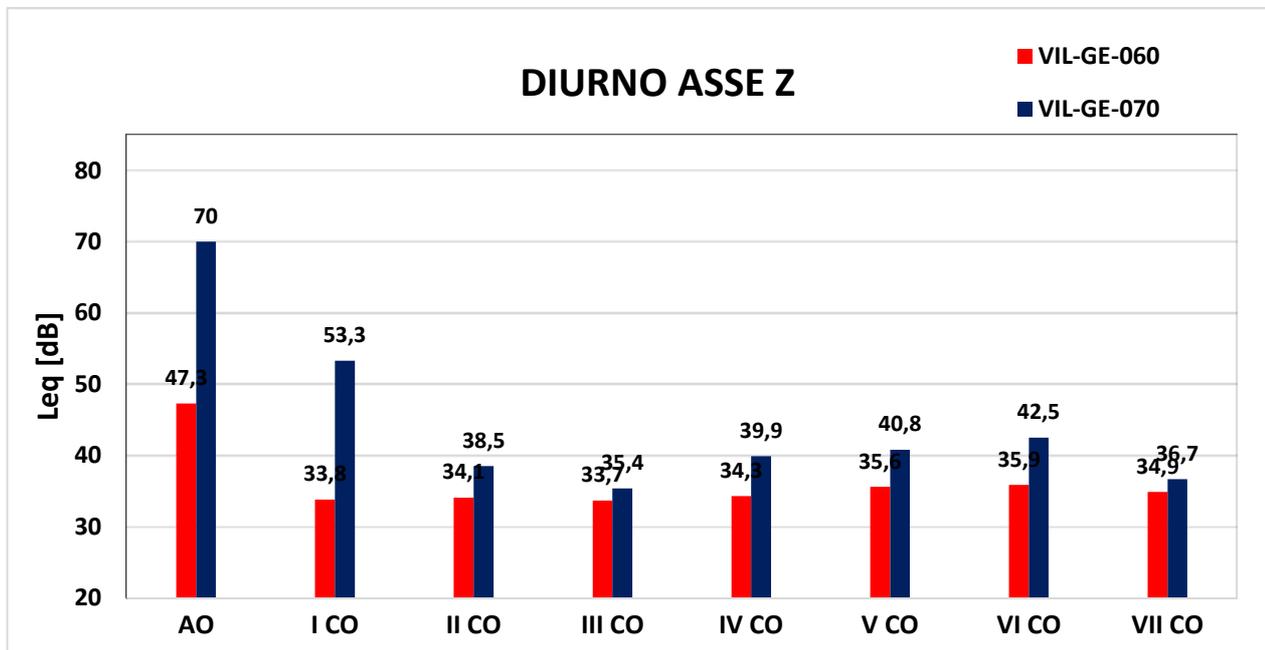


Figura 4.3.14 Confronto livelli equivalenti di accelerazioni AO – CO DIURNO ASSE Z

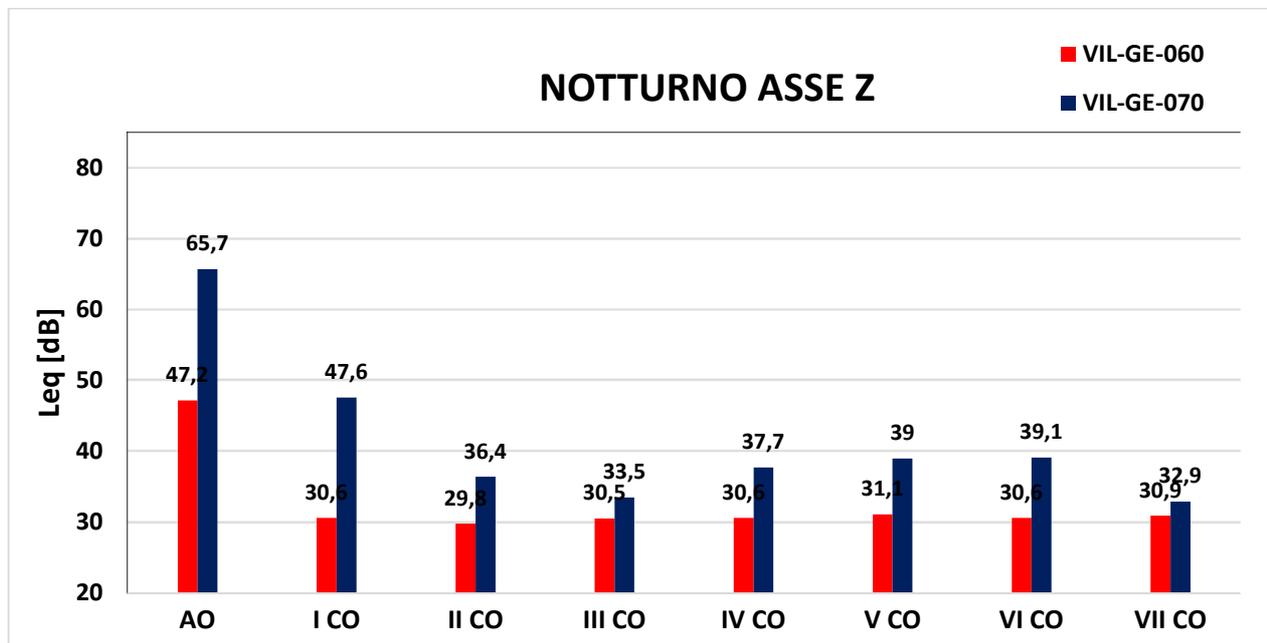


Figura 4.3.15 Confronto livelli equivalenti di accelerazioni AO – CO DIURNO ASSE Z

### 5.3 COL2 – CA14 – GN11 – TR11

Nella tabella seguente si riportano i livelli di accelerazione ponderata in frequenza secondo la pesatura per assi combinati (Leq\_UNI9614-90-cb), sia per il periodo di riferimento diurno (07:00 – 22:00) che per quello notturno (22:00 – 07:00), rilevati nel corso delle Campagne di monitoraggio in fase di Corso d'Opera 2015 e 2016. Si riportano inoltre i limiti di riferimento secondo la norma tecnica UNI 9614:1990 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo".

| VIC-GE-500                        |             | LIVELLI EQUIVALENTI DIURNO<br>UNI 9614 [dB] |      |      | LIVELLI EQUIVALENTI NOTTURNO<br>UNI 9614 [dB] |      |      |
|-----------------------------------|-------------|---|------|------|---|------|------|
|                                   |             | ASSE  |      |      | ASSE  |      |      |
| FASE                              | DATA MISURA | X   | Y    | Z    | X   | Y    | Z    |
| I CO                              | 24/03/2015  | 31,6  | 32,6 | 32,8 | 29,2  | 30,5 | 30,1 |
| II CO                             | 28/09/2015  | 29,9  | 30,9 | 30,8 | 29,6  | 30,5 | 30,3 |
| III CO                            | 04/04/2016  | 29,1  | 29,7 | 30,1 | 28,6  | 29,3 | 29,5 |
| IV CO                             | 27/07/2016  | 29,0  | 31,2 | 30,9 | 28,6  | 30,7 | 29,9 |
| LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE |             | 77 dB                                       |      |      | 74 dB   |      |      |

Per tale stazione di monitoraggio non sono disponibili misurazioni in fase di Ante Operam. Pertanto non è possibile effettuare alcun confronto diretto con i livelli di accelerazione antecedenti l'inizio delle attività sotto osservazione. Tuttavia, i livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza rilevati nelle misurazioni anno 2015 e anno 2016 sono risultati dello stesso ordine di grandezza e soprattutto abbondantemente al di sotto della soglia di percezione vibrotattile stabilita dalla Norma UNI 9614:1990. Di conseguenza, è ipotizzabile che gli eventi legati alle attività lavorative sotto osservazione non abbiano potuto determinare significativi mutamenti dei livelli di accelerazione e conseguenti azioni di disturbo ai soggetti esposti.

|  |  |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
|  | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2  |
|  | Foglio<br>55 di 63   |

#### 5.4 COL2 Bis – CA14 - GN11

Le misurazioni effettuate in fase di Corso d'Opera presso la stazione di monitoraggio VIC-GE-550 hanno avuto lo scopo di definire i livelli vibrazionali indotti dalle attività lavorative eseguite nell'area di cantiere COL2 Bis e dalle lavorazioni afferenti alle WBS GN11 e CA14 e l'eventuale alterazione del clima vibrazionale rispetto al periodo antecedente l'inizio delle suddette attività.

A tal fine, si riassumono i livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza secondo la pesatura per assi combinati (Leq\_UNI9614-90-cb), sia per il periodo di riferimento diurno (07:00 – 22:00) che per quello notturno (22:00 – 07:00), rilevati nel corso della Campagna di monitoraggio in fase Ante Operam e nelle Campagna di Corso d'Opera eseguite nell'anno 2015 e 2016 .

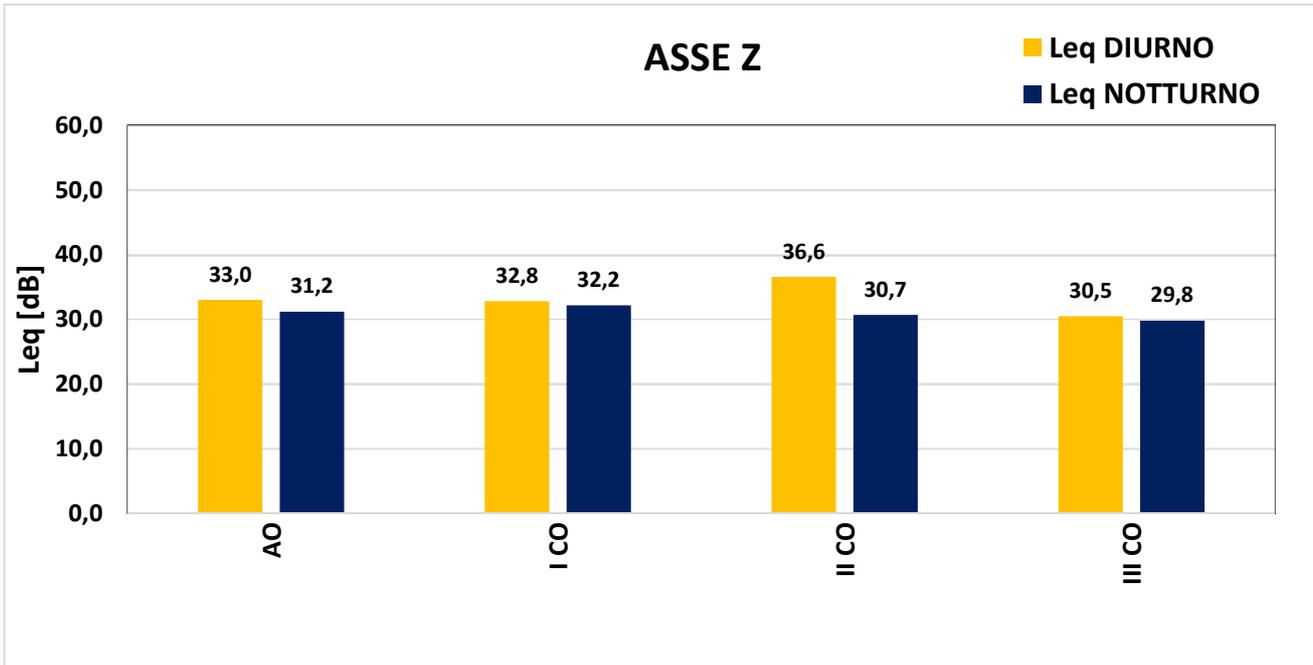
Si riportano, inoltre, i limiti di riferimento della norma tecnica UNI 9614:1990 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo".

| VIC-GE-550                               |             | LIVELLI EQUIVALENTI DIURNO<br>UNI 9614 [dB] |      |      | LIVELLI EQUIVALENTI NOTTURNO<br>UNI 9614 [dB] |      |      |
|--|-------------|---|------|------|---|------|------|
|  |             | ASSE  |      |      | ASSE  |      |      |
| FASE                                     | DATA MISURA | X   | Y    | Z    | X   | Y    | Z    |
| AO                                       | 19/05/2015  | 30,1  | 30,9 | 33,0 | 29,3  | 30,3 | 31,2 |
| I CO                                     | 18/06/2015  | 30,1  | 31,9 | 32,8 | 29,7  | 32,2 | 32,2 |
| II CO                                    | 09/12/2015  | 39,3  | 33,9 | 36,6 | 29,3  | 30,8 | 30,7 |
| III CO                                   | 14/06/2016  | 29,4  | 31,1 | 30,5 | 29,9  | 29,7 | 29,8 |
| IV CO                                    | 14/12/2016  | 29,2  | 30,2 | 31,9 | 29,9  | 29,7 | 29,2 |
| <b>LIMITI UNI 9614 ABITAZIONE CIVILE</b> |             | <b>77 dB</b>                                |      |      | <b>74 dB</b>                                  |      |      |

I livelli di accelerazione ponderata in frequenza rilevati in fase di Corso d'Opera sono risultati alquanto esigui e caratteristici di un clima vibrazionale non legato a sorgenti particolarmente impattanti. Analizzando l'andamento dei livelli di accelerazione si rileva la piena corrispondenza dei livelli registrati nella fase Ante Operam.

Data la scarsa entità dei livelli di accelerazione rilevati nel corso dell'anno 2016, è lecito sostenere che la popolazione esposta non ha minimamente risentito, dal punto di vista vibrazionale, delle lavorazioni afferenti al cantiere operativo COL2 Bis ed alla WBS GN11.

Allo scopo di rendere maggiormente evidente il decremento nel tempo del clima vibrazionale, viene mostrato graficamente l'andamento nel tempo del livello equivalente di accelerazione lungo l'asse di maggiore sollecitazione sia per il periodo di riferimento diurno che per quello notturno.



## 5.5 COP4 – CA20B – IV12 – IR1C

Allo scopo di analizzare l'andamento del clima vibrazionale dell'area interessata dalle attività eseguite nel Cantiere Operativo COP4 e alle opere afferenti alla WBS CA20B, IV12 e IR1C, il prospetto che segue riporta i livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza secondo la pesatura per assi combinati (Leq\_UNI9614-90-cb), sia per il periodo di riferimento diurno (07:00 – 22:00) che per quello notturno (22:00 – 07:00), rilevati nella misurazione di Ante Operam e nelle misurazioni eseguita in fase di Corso d'Opera. Si riportano, inoltre, i limiti secondo la norma tecnica UNI 9614:1990 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo".

| VIC-AR-010                        |             | LIVELLI EQUIVALENTI DIURNO<br>UNI 9614 [dB] |      |      | LIVELLI EQUIVALENTI NOTTURNO<br>UNI 9614 [dB] |      |      |
|-----------------------------------|-------------|---|------|------|---|------|------|
|                                   |             | ASSE  |      |      | ASSE  |      |      |
| FASE                              | DATA MISURA | X   | Y    | Z    | X   | Y    | Z    |
| AO                                | 20/06/2012  | 36,7  | 36,3 | 41,9 | 36,1  | 35,6 | 39,9 |
| I CO                              | 01/04/2015  | 50,7  | 53,9 | 57,0 | 30,3  | 31,7 | 30,6 |
| II CO                             | 20/04/2016  | 47,4  | 48,3 | 47,9 | 31,2  | 32,6 | 32,5 |
| III CO                            | 03/10/2016  | 45,7  | 46,2 | 40,9 | 44,5  | 46,0 | 39,0 |
| LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE |             | 77 dB                                       |      |      | 74 dB   |      |      |

| VIC-AR-020                        |             | LIVELLI EQUIVALENTI DIURNO<br>UNI 9614 [dB] |      |      | LIVELLI EQUIVALENTI NOTTURNO<br>UNI 9614 [dB] |      |      |
|-----------------------------------|-------------|---|------|------|---|------|------|
|                                   |             | ASSE  |      |      | ASSE  |      |      |
| FASE                              | DATA MISURA | X   | Y    | Z    | X   | Y    | Z    |
| AO                                | 20/06/2012  | 42,4  | 41,1 | 52,0 | -   | -    | -    |
| I CO                              | 31/03/2015  | 66,3  | 63,5 | 57,4 | 33,6  | 32,6 | 30,6 |
| II CO                             | 25/09/2015  | 66,3  | 65,6 | 60,4 | 35,1  | 34,6 | 31,0 |
| III CO                            | 23/03/2016  | 51,4  | 51,4 | 46,9 | 38,9  | 43,6 | 34,5 |
| IV CO                             | 06/09/2016  | 50,1  | 50,9 | 44,1 | 39,8  | 38,6 | 39,3 |
| LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE |             | 77 dB                                       |      |      | 74 dB   |      |      |

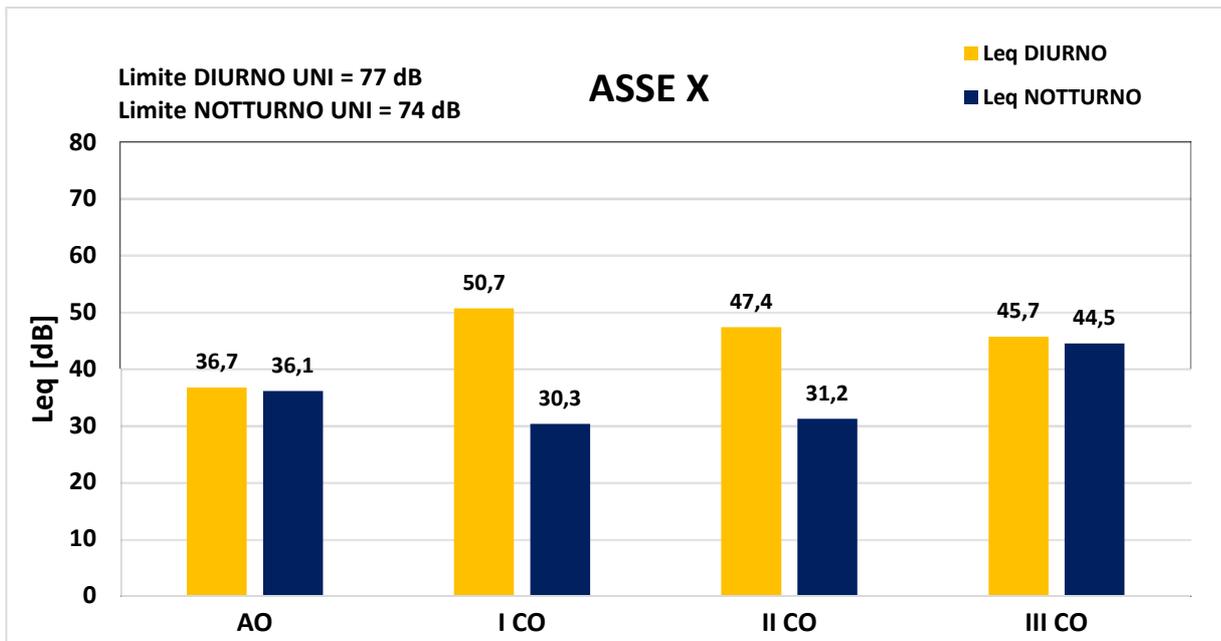
I livelli di accelerazione ponderata in frequenza rilevati in fase di Corso d'Opera sono risultati sicuramente influenzati dalle attività provenienti dal cantiere sotto osservazione.

Nonostante ciò analizzando l'andamento dei livelli di accelerazione si rileva il pieno rispetto dei limiti sanciti dall'UNI 9614.

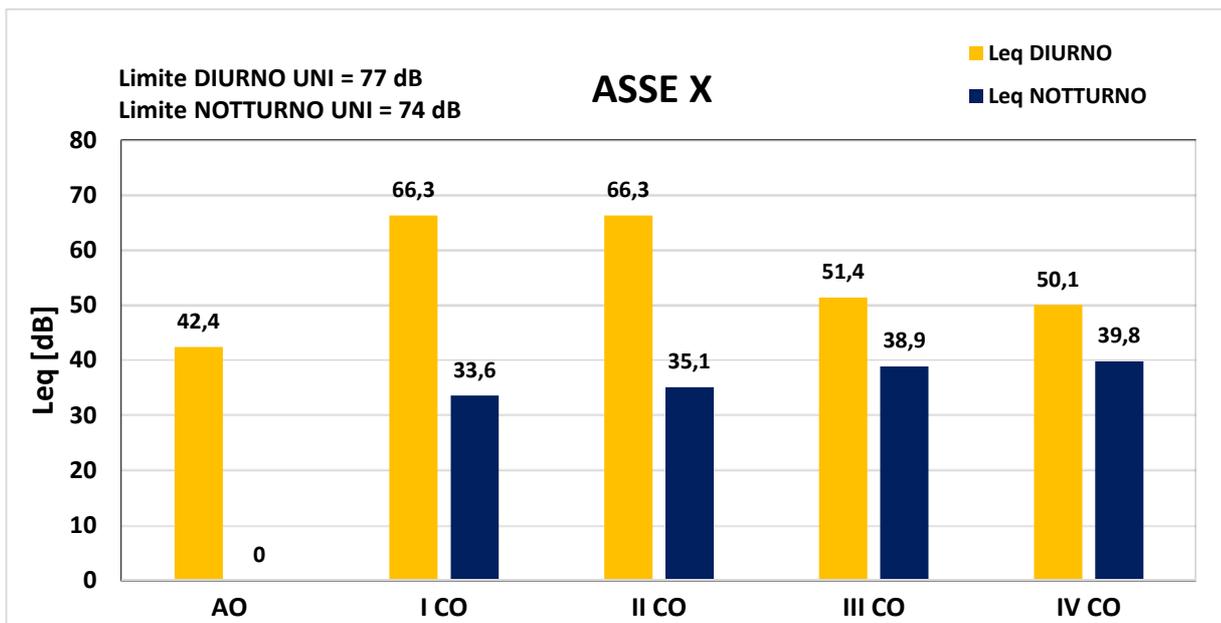
Si riscontra che durante le lavorazioni più impattanti eseguite nell'anno 2016 il clima vibrazionale della zona risulta più alto rispetto la fase Ante Opera ma è lecito sostenere che la popolazione esposta non ne abbia risentito, dal punto di vista vibrazionale, delle lavorazioni afferenti al cantiere operativo COP4 rientrando ampiamente nei limiti previsti.

Viene mostrato graficamente l'andamento nel tempo del livello equivalente di accelerazione lungo l'asse di maggiore sollecitazione (X) sia per il periodo di riferimento diurno che per quello notturno.

### VIC-AR-010 - Corso d'Opera



### VIC-AR-020 - Corso d'Opera



|  |  |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
|  | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2  |
|  | Foglio<br>59 di 63   |

## 5.6 COP7 – RI13 – CA23

Allo scopo di analizzare l'andamento del clima vibrazionale dell'area interessata dalle attività lavorative svolte nel Cantiere Operativo COP7, il prospetto che segue riassume i livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza secondo la pesatura per assi combinati (Leq\_UNI9614-90-cb), sia per il periodo di riferimento diurno (07:00 – 22:00) che per quello notturno (22:00 – 07:00), rilevati nella misurazione di Ante Operam e nelle misurazioni eseguite in fase di Corso d'Opera. Si riportano, inoltre, i limiti secondo la norma tecnica UNI 9614:1990 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo".

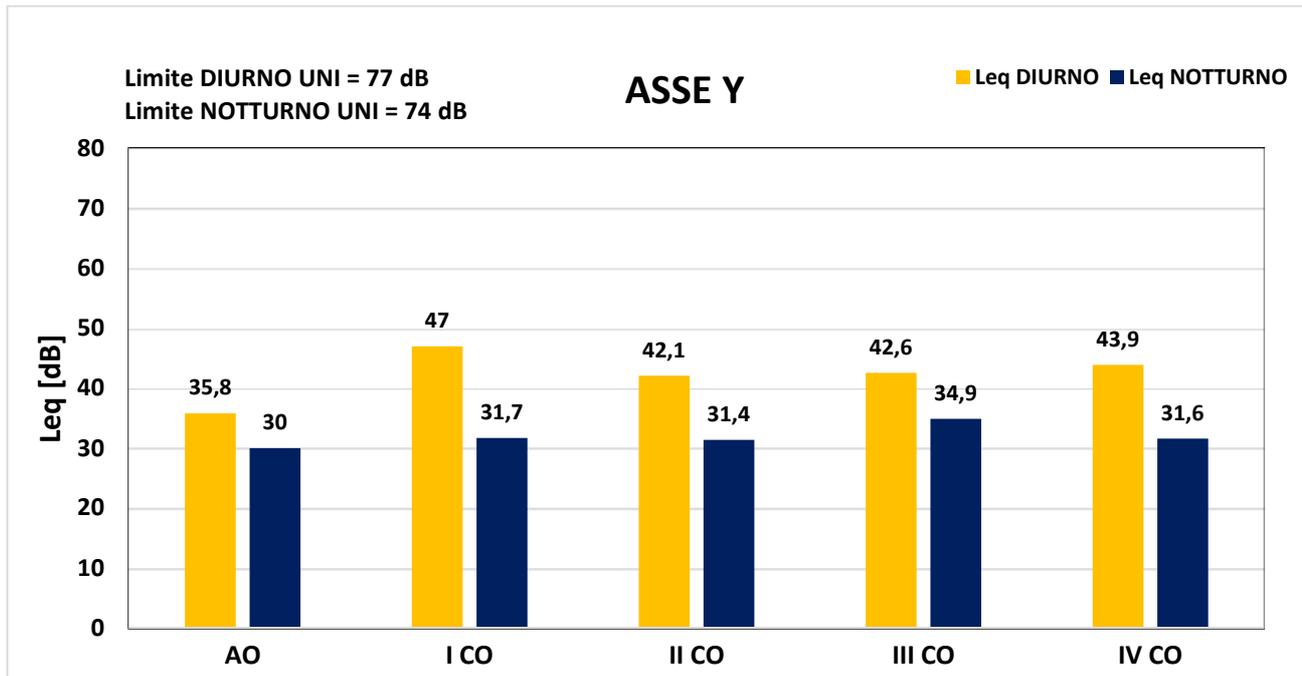
| VIC-NL-030                               |             | DIURNO<br>Leq UNI 9614 [dB] |      |      | NOTTURNO<br>Leq UNI 9614 [dB] |      |      |
|--|-------------|-----------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|
|  |             | ASSE                        |      |      | ASSE                          |      |      |
| FASE                                     | DATA MISURA | X                           | Y    | Z    | X                             | Y    | Z    |
| AO                                       | 11/06/2014  | 32,0                        | 31,8 | 35,8 | 28,9                          | 29,5 | 30,0 |
| I CO                                     | 17/06/2015  | 43,2                        | 44,9 | 47,0 | 30,1                          | 31,0 | 31,7 |
| II CO                                    | 15/12/2015  | 38,6                        | 40,3 | 42,1 | 29,1                          | 30,7 | 31,4 |
| III CO                                   | 07/06/2016  | 36,4                        | 38,4 | 42,6 | 30,2                          | 30,4 | 34,9 |
| IV CO                                    | 12/12/2016  | 37,7                        | 41,9 | 43,9 | 29,2                          | 30,2 | 31,6 |
| <b>LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE</b> |             | <b>77 dB</b>                |      |      | <b>74 dB</b>                  |      |      |

I risultati ottenuti in fase di Corso d'Opera mostrano, nel periodo diurno, un incremento dei valori di accelerazione lungo tutti gli assi di propagazione per il solo periodo di riferimento diurno.

Le alterazioni misurate in fase di CO rispetto allo *stato di bianco* registrato in AO, sono presumibilmente attribuibili alle attività lavorative in esame.

Tuttavia, visti i modesti contributi di accelerazione, non si rilevano problemi di annoyance nei confronti dei soggetti esposti.

Allo scopo di rendere maggiormente evidente il decremento nel tempo del clima vibrazionale, viene mostrato graficamente l'andamento nel tempo del livello equivalente di accelerazione lungo l'asse di maggiore sollecitazione sia per il periodo di riferimento diurno che per quello notturno.



|   |  |
|---|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | ALTA SORVEGLIANZA<br>         |
|   | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2 <span style="float: right;">Foglio<br/>61 di 63</span> |

## 6 CONCLUSIONI

Le misure di vibrazioni, effettuate nell'anno 2016 per il Lotto 2, della tratta AV/AC Terzo Valico dei Giovi, sono state condotte in coerenza con quanto previsto dal documento "PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE" cod. IG51-00-E-CV-RG-IM00-00-001-C00.

Le rilevazioni sono state eseguite in corrispondenza dei ricettori potenzialmente critici ed hanno avuto lo scopo di definire lo stato vibrazionale del territorio in corrispondenza del fronte avanzamento dei lavori e del passaggio dei mezzi di cantiere lungo la viabilità stradale.

Come previsto dalle metodiche del Programma di Monitoraggio Ambientale, le misure sono state eseguite con postazioni fisse a funzionamento automatico su un arco temporale di 24 ore al fine di caratterizzare la variabilità dei fenomeni vibrazionali.

### 6.1 CSP1 – COP2 – NV22/CA18

L'area adiacente al Cantiere di Servizio CSP1 non ha minimamente risentito, dal punto di vista vibrazionale, delle attività lavorative sotto osservazione. In particolare i risultati delle due Campagne di monitoraggio in fase di Corso d'Opera eseguite nell'anno 2016 hanno mostrato un clima vibrazionale pienamente in linea con le precedenti misurazioni di Corso d'Opera e caratterizzato da livelli di accelerazione di entità lievemente inferiore rispetto alla situazione antecedente l'inizio delle attività. Questo a conferma del fatto che la principale sorgente di vibrazione è ancora adesso la movimentazione dei mezzi agricoli in prossimità della stazione di monitoraggio.

### 6.2 COL2 – TR11 – CA14

Le campagne di monitoraggio in fase di Corso d'Opera eseguite in prossimità del Cantiere Operativo COL2 nel corso dell'anno 2016 hanno evidenziato una diminuzione dei livelli equivalenti di accelerazioni rispetto alla situazione Ante Operam sia per il periodo di riferimento Diurno che per quello Notturno. Pertanto è possibile asserire che le attività lavorative svolte nell'area di cantiere sotto osservazione non hanno avuto caratteristiche tali da provocare situazioni di *annoyance* alla popolazione esposta. Tuttavia vista la particolare destinazione d'uso delle strutture indagate e la restrizione dei limiti normativi è opportuno tenere sotto controllo l'evoluzione del clima vibrazionale in modo da tutelare i soggetti a rischio che frequentano tali edifici.

|  |  |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
|  | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2  |
|  | Foglio<br>62 di 63   |

### 6.3 COL2 Bis – GN11 – CA14

Le misurazioni eseguita nell'anno 2016 presso la stazione di monitoraggio VIC-GE-550 ha delineato un clima vibrazionale caratterizzato da livelli di accelerazione relativi all'intero tempo di misura che ricalcano il trend vibrazionale rilevato in fase Ante Operam. Pertanto, è possibile concludere affermando che le attività lavorative afferenti alla WBS GN11 e CA14 non hanno fatto registrare situazioni di criticità dal punto di vista vibrazionale.

### 6.4 COP4 – CA20B – IV12 – IR1C

Il clima vibrazionale rilevato in occasione della misurazione in fase di Corso d'Opera presso i ricettori indicati con la sigla VIC-AR-010 e VIC-AR-020, risultano essere influenzati da eventi associabili alle attività lavorative sotto osservazione. Tuttavia, come già riportato nel paragrafo 5.9 da un punto di vista normativo, i corrispondenti livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza risultano inferiori al limite imposto dalla Norma UNI 9614:1990 "*Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo*".

### 6.5 COP7 – RI13 - CA23

La campagna di monitoraggio svolta nell'anno 2016 presso il punto di misura VIC-NL-030 ha rivelato un leggero incremento dei livelli di accelerazione ponderata lungo gli assi di riferimento rispetto alla misura eseguita in fase di Ante Operam, a dimostrazione che il cantiere COP7 influenza, seppur in maniera esigua, il clima vibrazionale. Tuttavia, i valori registrati risultano essere largamente al di sotto dei limiti sanciti dalla norma tecnica UNI 9614, attestando una condizione di conformità nei confronti della norma tecnica di riferimento.

Alla luce di quanto sopra esposto, è lecito affermare che, dal punto di vista vibrazionale, le attività lavorative afferenti al Lotto 2 della Tratta AV/AC Terzo Valico dei Giovi non hanno provocato problemi di disturbo alla popolazione esposta. Tuttavia, sebbene non siano state identificate specifiche situazioni di criticità, si suggerisce di tenere sotto costante osservazione le stazioni di monitoraggio VIL-GE-060 e VIL-GE-070 data la loro particolare destinazione d'uso.

|  |  |                    |
|--|--|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>ITALFERR<br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                    |
|  | IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-026-A00<br>Vibrazioni – Lotto 2  | Foglio<br>63 di 63 |

**ALLEGATO 1 – CERTIFICATI DI TARATURA DELLA STRUMENTAZIONE**

Centro di Taratura LAT N° 192  
*Calibration Centre*  
Laboratorio Accreditato di Taratura

Pagina 1 di 5  
Page 1 of 5

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 192 N° 3523-16**

*Certificate of Calibration*

|   |   |
|---|---|
| - data di emissione<br><i>date of issue</i>               | 2016-01-22  |
| - cliente<br><i>customer</i>                              | LANDE SPA<br>Via Cardinale Guglielmo Sanfelice, 8<br>80134 NAPOLI |
| - destinatario<br><i>receiver</i>                         |   |
| - richiesta<br><i>application</i>                         | SKYLAB ORD.1  |
| - in data<br><i>date</i>                                  | 2016-01-11  |
| <u>Si riferisce a</u><br><i>referring to</i>              |   |
| - oggetto<br><i>item</i>                                  | CATENA<br>ACCELEROMETRICA   |
| - costruttore<br><i>manufacturer</i>                      | SINUS<br>PCB  |
| - modello<br><i>model</i>                                 | HARMONIE<br>393A03  |
| - matricola<br><i>serial number</i>                       | 5505<br>31827-31185-31187   |
| - data ricevimento oggetto<br><i>date of receipt item</i> | 2016-01-13  |
| - data delle misure<br><i>date of measurements</i>        | 2016-01-22  |
| - registro di laboratorio<br><i>laboratory reference</i>  | 3533  |

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accREDITAMENTO LAT N°192 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N°192 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Vice Responsabile del Centro  
*Vice Head of the Centre*

F. Gaggero



Centro di Taratura LAT N° 192  
 Calibration Centre  
 Laboratorio Accreditato di Taratura

 Pagina 2 di 5  
 Page 2 of 5

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 192 N° 3523-16**  
*Certificate of Calibration*

Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:

*In the following, information is reported about:*

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);  
*description of the item to be calibrated (if necessary)*
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;  
*technical procedures used for calibration performed*
- gli strumenti/campioni che garantiscono la catena della riferibilità del Centro;  
*instruments or measurement standards which guarantee the traceability chain of the Centre*
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;  
*relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body*
- il luogo di taratura (se effettuata fuori dal Laboratorio);  
*site of calibration (if different from the Laboratory)*
- le condizioni ambientali e di taratura;  
*calibration and environmental conditions*
- i risultati delle tarature e la loro incertezza estesa.  
*calibration results and their expanded uncertainty*

**CONDIZIONI AMBIENTALI DI TARATURA**
**ENVIRONMENT CALIBRATION CONDITIONS:**

|  |    |  |    |
|--|----|--|----|
| Temperatura Aria<br><i>Air Temperature: (21± 3) °C</i> | 23 | Temperatura stimata Trasduttore °C<br><i>Estimated Transducer Temperature:</i> | 23 |
|--|----|--|----|

**PROCEDURA**
**PROCEDURE:**

Lo strumento è stato tarato in accordo con la norma ISO 16063-21 "Vibration calibration by comparison to a reference transducer"

*The instrument has been calibrated in accordance with ISO 16063-21 "Vibration calibration by comparison to a reference transducer"*

|  |             |  |   |
|--|-------------|--|---|
| Codice di procedura<br><i>Code of procedure:</i>         | PA07-REV.04 | Materiale superficie di montaggio: acciaio<br><i>Material surface mounting</i> | Coppia di serraggio [N m] : 2<br><i>Torque</i>                            |
| Adattatore utilizzato: WA 0567+L<br><i>Adapters Used</i> |             | Lubrificante utilizzato: WD-40 (olio)<br><i>Lubricant used</i>                 | Orientamento trasduttore: verticale - 0°<br><i>Orientation transducer</i> |

**CAPACITÀ METROLOGICHE ED INCERTEZZE DEL CENTRO**
**Metrological abilities and uncertainties of the Centre:**

| Grandezza<br><i>Quantity</i>             | Strumento in Taratura<br><i>Device Under Test</i>  | Campo di Misura<br><i>Range of measurements</i> | Gamma di frequenza<br><i>Frequency Range</i> | Incertezza (*)<br><i>Uncertainty</i>       | Note |
|--|--|---|--|--|------|
| Accelerazione (3)<br><i>Acceleration</i> | Catena accelerometrica a trasduttore a singola faccia e analizzatore con trasduttore accoppiato<br><i>Accelerometric chain with single face transducer and couplet transducer analyzer</i> | da 1 ms <sup>-2</sup> a 200 ms <sup>-2</sup>    | 5+10000 Hz                                   | 2·10 <sup>-2</sup>                         |      |
|  | Calibratore vibrometrico-Calibrator<br>-accelerazione - <i>acceleration</i><br>-frequenza - <i>frequency</i>   | da 10 ms <sup>-2</sup> a 20 ms <sup>-2</sup>    | da 80 a 160 Hz                               | 1·10 <sup>-2</sup><br>0,1·10 <sup>-2</sup> | (1)  |
|  | Funzione di trasferimento: condizionatore di segnale in carica e tensione<br><i>Transfer function: signal conditioners</i>   | da 0,1 a 10                                     | da 5 a 10KHz                                 | 0,5·10 <sup>-2</sup>                       | (2)  |

(\*) L'incertezza di misura è espressa al livello di fiducia del 95 %

 (1): si determina anche il valore di velocità e spostamento – *also the velocity and displacement value are calculated*

 (2): solo il modulo della funzione di trasferimento – *Only the Magnitude of the Transfer Function*

Centro di Taratura LAT N° 192  
 Calibration Centre  
 Laboratorio Accreditato di Taratura

Pagina 3 di 5

Page 3 of 5

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 192 N° 3523-16**  
*Certificate of Calibration*
**RIFERIBILITÀ E CAMPIONI DI PRIMA LINEA - STRUMENTAZIONE UTILIZZATA PER LA TARATURA**
*First Line Standards - Instrumentation used for the measurements*

| Strumento<br><i>Instrument</i>   | Costruttore<br><i>Manufacturer</i> | Tipo<br><i>Type</i> | Numero di serie<br><i>Serial Number</i> | Data ultima taratura<br><i>Date of last calibration</i> | Tracciabilità<br><i>Traceability</i>        |
|--|------------------------------------|---------------------|---|---|---|
| Multimetro<br><i>Multimeter</i>  | KEYSIGHT<br>TECHNOLOGIES           | 3458A               | MY45051299                              | 29/01/2015  | KEYSIGHT TECHNOLOGIES<br>n. 3458AMY45051299 |
| Analizzatore<br><i>Analyzer</i>  | Brüel & Kjaer                      | 3160 A4/2           | 106218                                  | 30/01/2015  | rapporto CETENA n.12161                     |
| Trasduttore di riferimento<br><i>Reference transducer</i>                    | Brüel & Kjaer                      | 8305-001            | 2388778                                 | 23/01/2015  | INRIM n. 15-0032-01                         |
| Trasduttore di riferimento<br><i>Reference transducer</i>                    | Brüel & Kjaer                      | 4371                | 11153                                   | 18/02/2015  | rapporto CETENA n.12161                     |
| Trasduttore di riferimento<br><i>Reference transducer</i>                    | Brüel & Kjaer                      | 4533-B-001          | 31351                                   | 18/02/2015  | rapporto CETENA n.12161                     |
| Condizionatore di riferimento<br><i>Reference transducer<br/>conditioner</i> | Brüel & Kjaer                      | 8305S               | 2388749                                 | 18/02/2015  | rapporto CETENA n.12161                     |
| Condizionatore di riferimento<br><i>Reference transducer<br/>conditioner</i> | Brüel & Kjaer                      | 2647                | 2404213                                 | 18/02/2015  | rapporto CETENA n.12161                     |
| Condizionatore di riferimento<br><i>Reference transducer<br/>conditioner</i> | Brüel & Kjaer                      | 2647                | 2404212                                 | 18/02/2015  | rapporto CETENA n.12161                     |
| Condizionatore di riferimento<br><i>Reference transducer<br/>conditioner</i> | Brüel & Kjaer                      | 2647-B              | 2985984                                 | 18/02/2015  | rapporto CETENA n.12161                     |
| Condizionatore di riferimento<br><i>Reference transducer<br/>conditioner</i> | Brüel & Kjaer                      | 2647-B              | 2985985                                 | 18/02/2015  | rapporto CETENA n.12161                     |

**CAMPIONI DI SECONDA LINEA - Accessori**
*Second Line Standards - Accessories*

| Strumento<br><i>Instrument</i>              | Costruttore<br><i>Manufacturer</i> | Tipo<br><i>Type</i> | Numero di serie<br><i>Serial Number</i> | Data ultima taratura<br><i>Date of last calibration</i> | Tracciabilità<br><i>Traceability</i> |
|---|------------------------------------|---------------------|---|---|--------------------------------------|
| Tavola Vibrante<br><i>Vibration Exciter</i> | Brüel & Kjaer                      | 4808-W-001          | 2982225                                 | 2015/02/18  | rapporto CETENA n.12161              |
| Tavola Vibrante<br><i>Vibration Exciter</i> | Brüel & Kjaer                      | 4809                | 2953559                                 | 2015/02/18  | rapporto CETENA n.12161              |
| Accelerometro<br><i>Accelerometer</i>       | Brüel & Kjaer                      | 4393                | 1203363                                 | 2015/02/18  | rapporto CETENA n.12161              |
| Accelerometro<br><i>Accelerometer</i>       | Brüel & Kjaer                      | 4393                | 1203400                                 | 2015/02/18  | rapporto CETENA n.12161              |
| Accelerometro<br><i>Accelerometer</i>       | Brüel & Kjaer                      | 4393                | 1203387                                 | 2015/02/18  | rapporto CETENA n.12161              |
| Masse<br><i>Mass</i>                        |                                    |                     |   |   |                                      |

Centro di Taratura LAT N° 192  
*Calibration Centre*  
Laboratorio Accreditato di Taratura  
**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 192 N° 3523-16**  
*Certificate of Calibration*

Pagina 4 di 5

Page 4 of 5

### 1. MISURANDO, MODALITÀ E CONDIZIONI DI MISURA

Il misurando è il rapporto tra l'accelerazione indicata dallo strumento in taratura e l'accelerazione applicata alla superficie di riferimento dei trasduttori, nella configurazione "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo" con filtri di ponderazione indicati nella stessa norma UNI 9614 del 1990 (Par.4.2 Misura dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza-prospetto I). La taratura è stata eseguita per confronto con la catena accelerometrica di riferimento tipo A del CETENA.

### 2. RISULTATI E INCERTEZZE DI MISURA

Le prove sono state eseguite montando l'accelerometro in taratura sulla tavola vibrante BK4808 e come meglio specificato nelle procedure di taratura del CETENA. E' stato quindi misurato il rapporto tra l'accelerazione indicata dallo strumento in taratura e l'accelerazione della tavola vibrante, misurata mediante la catena accelerometrica di riferimento tipo A del CETENA.

Tutte le prove sono state ripetute per ogni asse di lavoro (X, Y, Z). La taratura è stata eseguita alla temperatura media di 23 °C, con variazioni comprese entro  $\pm 0.5^\circ\text{C}$ .

Nelle tabelle sono riportati i valori di:

- frequenza impostata
- accelerazione impostata  $a_i$
- pesatura strumento in taratura calcolata come:  $L_s = 20 \log_{10} a_s/a_i$  (dove  $a_s$  è l'accelerazione letta sullo strumento in taratura)
- pesatura norma di riferimento UNI 9614-1990
- errore calcolato come:  $E = L_s - L_n$
- incertezza estesa associata allo strumento in taratura  $U$

L'incertezza tipo  $u$  (espressa in dB), associata allo strumento in taratura, è stata calcolata con la seguente formula:

$$u = 8,7 \sqrt{\left(\frac{u_s}{a_s}\right)^2 + \left(\frac{u_i}{a_i}\right)^2} [dB]$$

dove  $u_s$  ed  $u_i$  sono rispettivamente le incertezze dell'accelerazione letta sullo strumento in taratura e dell'accelerazione impostata. L'incertezza estesa  $U$  qui indicata è espressa come l'incertezza tipo moltiplicata per il fattore di copertura  $k = 2$ , che per una distribuzione normale corrisponde ad una probabilità di copertura di circa il 95%.

L'incertezza tipo è stata determinata in accordo con le indicazioni contenute nella guida EA-4/02.

Centro di Taratura LAT N° 192  
 Calibration Centre

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 192 N° 3523-16**

Pagina 5 di 5

Certificate of Calibration

Page 5 of 5

**RISULTATI DI TARATURA**

 CALIBRATION RESULTS: Riferimento in dB:  $1E^{-6} \text{ m/s}^2$ 

Analizzatore: SINUS

HARMONIE

n.5505

Accelerometri: PCB

tipo 393A03

n.31827-31185-31187

Tabella 1

| CANALE 1-31827 |                        |         | POSTURA: ASSI X-Y |        |       | Accel. Sensibilità nom. [mV/g]: 995  |  |  | Guadagno Canale [V] |
|----------------|------------------------|---------|-------------------|--------|-------|--------------------------------------|--|--|---------------------|
| Frequenza [Hz] | ai [m/s <sup>2</sup> ] | Ls [dB] | Ln [dB]           | E [dB] | U (%) |                                      |  |  |                     |
| 5              | 3                      | -7,86   | -8                | 0,14   | 2     | 10                                   |  |  |                     |
| 10             | 5                      | -13,94  | -14               | 0,06   | 2     | 10                                   |  |  |                     |
| 20             | 7                      | -20,04  | -20               | -0,04  | 2     | 10                                   |  |  |                     |
| 31,5           | 10                     | -24,10  | -24               | -0,10  | 2     | 10                                   |  |  |                     |
| 40             | 12                     | -26,12  | -26               | -0,12  | 2     | 10                                   |  |  |                     |
| 50             | 15                     | -28,21  | -28               | -0,21  | 2     | 10                                   |  |  |                     |
| 80             | 20                     | -32,27  | -32               | -0,27  | 2     | 10                                   |  |  |                     |
| CANALE 2-31185 |                        |         | POSTURA: ASSI X-Y |        |       | Accel. Sensibilità nom. [mV/g]: 1020 |  |  | Guadagno Canale [V] |
| Frequenza [Hz] | ai [m/s <sup>2</sup> ] | Ls [dB] | Ln [dB]           | E [dB] | U (%) |                                      |  |  |                     |
| 5              | 3                      | -8,13   | -8                | -0,13  | 2     | 10                                   |  |  |                     |
| 10             | 5                      | -14,16  | -14               | -0,16  | 2     | 10                                   |  |  |                     |
| 20             | 7                      | -20,11  | -20               | -0,11  | 2     | 10                                   |  |  |                     |
| 31,5           | 10                     | -24,17  | -24               | -0,17  | 2     | 10                                   |  |  |                     |
| 40             | 12                     | -26,11  | -26               | -0,11  | 2     | 10                                   |  |  |                     |
| 50             | 15                     | -28,12  | -28               | -0,12  | 2     | 10                                   |  |  |                     |
| 80             | 20                     | -32,15  | -32               | -0,15  | 2     | 10                                   |  |  |                     |
| CANALE 3-31187 |                        |         | POSTURA: ASSE Z   |        |       | Accel. Sensibilità nom. [mV/g]: 999  |  |  | Guadagno Canale [V] |
| Frequenza [Hz] | ai [m/s <sup>2</sup> ] | Ls [dB] | Ln [dB]           | E [dB] | U (%) |                                      |  |  |                     |
| 5              | 3                      | 0,32    | 0                 | 0,32   | 2     | 10                                   |  |  |                     |
| 10             | 5                      | -1,87   | -2                | 0,13   | 2     | 10                                   |  |  |                     |
| 20             | 7                      | -7,95   | -8                | 0,05   | 2     | 10                                   |  |  |                     |
| 31,5           | 10                     | -12,00  | -12               | 0,00   | 2     | 10                                   |  |  |                     |
| 40             | 12                     | -13,93  | -14               | 0,07   | 2     | 10                                   |  |  |                     |
| 50             | 15                     | -15,96  | -16               | 0,04   | 2     | 10                                   |  |  |                     |
| 80             | 20                     | -19,96  | -20               | 0,04   | 2     | 10                                   |  |  |                     |

Firma Responsabile Tecnico



Centro di Taratura LAT N° 192  
Calibration CentrePagina 1 di 5  
Page 1 of 5**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 192 N° 3299-15**  
Certificate of Calibration

|   |  |
|---|--|
| - data di emissione<br><i>date of issue</i>               | 2015-05-19                                     |
| - cliente<br><i>customer</i>                              | LANDE SRL<br>VIA SAN FELICE, 8<br>80134 NAPOLI |
| - destinatario<br><i>receiver</i>                         |  |
| - richiesta<br><i>application</i>                         | SKY LAB ORD.48                                 |
| - in data<br><i>date</i>                                  | 2015-05-18                                     |
| <b>Si riferisce a</b><br><i>referring to</i>              |  |
| - oggetto<br><i>item</i>                                  | CALIBRATORE                                    |
| - costruttore<br><i>manufacturer</i>                      | PCB  |
| - modello<br><i>model</i>                                 | 394C06   |
| - matricola<br><i>serial number</i>                       | LW6219   |
| - data ricevimento oggetto<br><i>date of receipt item</i> | 2015-05-19                                     |
| - data delle misure<br><i>date of measurements</i>        | 2015-05-19                                     |
| - registro di laboratorio<br><i>laboratory reference</i>  | 3309   |

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accREDITAMENTO LAT N°192 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N°192 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %.

Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

*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 Vice Responsabile del Centro  
Vice Head of the Centre  
F.PACINI

Centro di Taratura LAT N° 192  
 Calibration Centre  
 Laboratorio Accreditato di Taratura

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 192 N° 3299-15**  
*Certificate of Calibration*

Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:

*In the following, information is reported about:*

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);  
*description of the item to be calibrated (if necessary)*
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;  
*technical procedures used for calibration performed*
- gli strumenti/campioni che garantiscono la catena della riferibilità del Centro;  
*instruments or measurement standards which guarantee the traceability chain of the Centre*
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;  
*relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body*
- il luogo di taratura (se effettuata fuori dal Laboratorio);  
*site of calibration (if different from the Laboratory)*
- le condizioni ambientali e di taratura;  
*calibration and environmental conditions*
- i risultati delle tarature e la loro incertezza estesa.  
*calibration results and their expanded uncertainty*

**CONDIZIONI AMBIENTALI DI TARATURA**
**ENVIRONMENT CALIBRATION CONDITIONS:**

|  |    |  |    |
|--|----|--|----|
| Temperatura Aria<br><i>Air Temperature: (21± 3) °C</i> | 22 | Temperatura stimata Trasduttore °C<br><i>Estimated Transducer Temperature:</i> | 21 |
|--|----|--|----|

**PROCEDURA**
**PROCEDURE:**

 Lo strumento è stato tarato in accordo con la norma ISO 16063-21 "Vibration calibration by comparison to a reference transducer"  
*The instrument has been calibrated in accordance with ISO 16063-21 "Vibration calibration by comparison to a reference transducer"*

|   |  |   |
|---|--|---|
| Codice di procedura<br><i>Code of procedure:</i>      | Materiale superficie di montaggio: CU-FE<br><i>Material surface mounting</i> | Coppia di serraggio [N m] : 2<br><i>Torque</i>                            |
| Adattatori utilizzati: CU-ESA<br><i>Adapters Used</i> | Lubrificante utilizzato: WD-40 (olio)<br><i>Lubrificant used</i>             | Orientamento trasduttore: verticale - 0°<br><i>Orientation transducer</i> |

**CAPACITÀ METROLOGICHE ED INCERTEZZE DEL CENTRO**
**Metrological abilities and uncertainties of the Centre:**

| Grandezza<br><i>Quantity</i>             | Strumento in Taratura<br><i>Device Under Test</i>  | Campo di Misura<br><i>Range of measurements</i> | Gamma di frequenza<br><i>Frequency Range</i> | Incertezza (*)<br><i>Uncertainty</i>       | Note |
|--|--|---|--|--|------|
| Accelerazione (3)<br><i>Acceleration</i> | Catena accelerometrica a trasduttore a singola faccia e analizzatore con trasduttore accoppiato<br><i>Accelerometric chain with single face transducer and couplet transducer analyzer</i> | da 1 ms <sup>-2</sup> a 200 ms <sup>-2</sup>    | 5÷10000 Hz                                   | 2·10 <sup>-2</sup>                         |      |
|  | Calibratore vibrometrico-Calibrator<br>-accelerazione - <i>acceleration</i><br>-frequenza - <i>frequency</i>   | da 10 ms <sup>-2</sup> a 20 ms <sup>-2</sup>    | da 80 a 160 Hz                               | 1·10 <sup>-2</sup><br>0,1·10 <sup>-2</sup> | (1)  |
|  | Funzione di trasferimento: condizionatore di segnale in carica e tensione<br><i>Transfer function: signal conditioners</i>   | da 0,1 a 10                                     | da 5 a 10KHz                                 | 0,5·10 <sup>-2</sup>                       | (2)  |

(\*) L'incertezza di misura è espressa al livello di fiducia del 95 %

 (1): si determina anche il valore di velocità e spostamento – *also the velocity and displacement value are calculated*

 (2): solo il modulo della funzione di trasferimento – *Only the Magnitude of the Transfer Function*

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 192 N° 3299-15**
*Certificate of Calibration*
**RIFERIBILITÀ E CAMPIONI DI PRIMA LINEA - STRUMENTAZIONE UTILIZZATA PER LA TARATURA**
*First Line Standards - Instrumentation used for the measurements*

| Strumento<br><i>Instrument</i>   | Costruttore<br><i>Manufacturer</i> | Tipo<br><i>Type</i> | Numero di serie<br><i>Serial Number</i> | Data ultima taratura<br><i>Date of last calibration</i> | Tracciabilità<br><i>Traceability</i>        |
|--|------------------------------------|---------------------|---|---|---|
| Multimetro<br><i>Multimeter</i>  | KEYSIGHT<br>TECHNOLOGIES           | 3458A               | MY45051299                              | 42033   | KEYSIGHT TECHNOLOGIES<br>n. 3458AMY45051299 |
| Analizzatore<br><i>Analyzer</i>  | Brüel & Kjaer                      | 3160 A4/2           | 106218                                  | 42034   | rapporto CETENA n.12161                     |
| Trasduttore di riferimento<br><i>Reference transducer</i>                | B&K                                | 8305-001            | 2388778                                 | 42027   | INRIM n. 15-0032-01                         |
| Trasduttore di riferimento<br><i>Reference transducer</i>                | B&K                                | 4371                | 11153                                   | 42053   | rapporto CETENA n.12161                     |
| Trasduttore di riferimento<br><i>Reference transducer</i>                | B&K                                | 4533-B-001          | 31351                                   | 42053   | rapporto CETENA n.12161                     |
| Condizionatore di riferimento<br><i>Reference transducer conditioner</i> | B&K                                | 2647                | 2404213                                 | 42053   | rapporto CETENA n.12161                     |
| Condizionatore di riferimento<br><i>Reference transducer conditioner</i> | B&K                                | 2647                | 2404212                                 | 42053   | rapporto CETENA n.12161                     |
| Condizionatore di riferimento<br><i>Reference transducer conditioner</i> | B&K                                | 2647-B              | 2985984                                 | 42053   | rapporto CETENA n.12161                     |
| Condizionatore di riferimento<br><i>Reference transducer conditioner</i> | B&K                                | 2647-B              | 2985985                                 | 42053   | rapporto CETENA n.12161                     |

**CAMPIONI DI SECONDA LINEA - Accessori**
*Second Line Standards - Accessories*

| Strumento<br><i>Instrument</i>              | Costruttore<br><i>Manufacturer</i> | Tipo<br><i>Type</i> | Numero di serie<br><i>Serial Number</i> | Data ultima taratura<br><i>Date of last calibration</i> | Tracciabilità<br><i>Traceability</i> |
|---|------------------------------------|---------------------|---|---|--------------------------------------|
| Tavola Vibrante<br><i>Vibration Exciter</i> | Brüel & Kjaer                      | 4808-W-001          | 2982225                                 | 42053   | rapporto CETENA n.12161              |
| Tavola Vibrante<br><i>Vibration Exciter</i> | Brüel & Kjaer                      | 4809                | 2953559                                 | 42053   | rapporto CETENA n.12161              |
| Accelerometro<br><i>Accelerometer</i>       | Brüel & Kjaer                      | 4518-003            | 51239                                   | 42053   | rapporto CETENA n.12161              |
| Accelerometro<br><i>Accelerometer</i>       | Brüel & Kjaer                      | 4384                | 30132                                   | 42053   | rapporto CETENA n.12161              |
| Masse<br><i>Mass</i>                        |                                    |                     |   |   |                                      |

Centro di Taratura LAT N° 192  
 Calibration Centre  
 Laboratorio Accreditato di

 Pagina 4 di 5  
 Page 4 of 5

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 192 N° 3299-15**  
*Certificate of Calibration*
**Tab.1**

|   |                  |         |         |
|---|------------------|---------|---------|
| Massa<br><i>Mass</i>  | g                | 26,8    | 67      |
| velocità angolare nominale<br><i>nominal angular velocity</i>     | rad/s            | 1000,28 | 1000,28 |
| velocità angolare misurata<br><i>measured angular velocity</i>    | rad/s            | 1000,31 | 999,74  |
| scarto velocità angolare<br><i>% angular velocity</i>             | %                | 0,003   | -0,055  |
| Incertezza estesa <i>U</i><br><i>expand uncertainty U</i>         | %                | 1       | 1       |
| accelerazione nominale<br><i>nominal acceleration</i>             | m/s <sup>2</sup> | 9,81    | 9,81    |
| accelerazione media<br><i>mean acceleration</i>                   | m/s <sup>2</sup> | 9,676   | 9,608   |
| scarto accelerazione<br><i>percentual difference acceleration</i> | %                | -1,37   | -2,06   |
| Incertezza estesa <i>U</i><br><i>expand uncertainty U</i>         | %                | 1       | 1       |
| velocità nominale<br><i>nominal velocity</i>                      | mm/s             | 9,81    | 9,81    |
| velocità media<br><i>mean velocity</i>                            | mm/s             | 9,673   | 9,611   |
| scarto velocità<br><i>percentual difference velocity</i>          | %                | -1,37   | -2,01   |
| Incertezza estesa <i>U</i><br><i>expand uncertainty U</i>         | %                | 1       | 1       |
| spostamento nominale<br><i>nominal displacement</i>               | µm               | 9,80    | 9,80    |
| spostamento media<br><i>mean displacement</i>                     | µm               | 9,670   | 9,613   |
| scarto spostamento<br><i>percentual difference displacement</i>   | %                | -1,37   | -1,95   |
| Incertezza estesa <i>U</i><br><i>expand uncertainty U</i>         | %                | 1       | 1       |

 Firma Responsabile Tecnico  
 F.Pacini



**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 192 N° 3299-15**

*Certificate of Calibration*

**RISULTATI DI TARATURA**

*CALIBRATION RESULTS:*

**Tab. 2**

| m<br>Massa<br>Mass | Distorsione%<br><i>Percentual Distortion</i> |      |                                    | Moti trasversali<br><i>Transversal Motion</i> |
|--------------------|--|------|------------------------------------|---|
|                    | 2a   | 3a   | Total Harmonic<br>Distortion THD % |   |
| g                  |  |      |                                    | %   |
| 26,8               | 0,25   | 0,23 | 0,782                              | 2,2   |
| 67                 | 0,31   | 0,28 |                                    | 2,7   |

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente al documento EA-4/02 e sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore k vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to EA-4/02. They were estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.*

*Il responsabile tecnico*  
F. Pacini

