

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 semestrale I semestre 2017 Monitoraggio Ambientale Corso d'Opera Vibrazioni

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio Cociv 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 9	A

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima emissione	CONTEC AQS <i>Stefano Reniero</i>	30/06/17	COCIV	30/06/17	A. Mancarella <i>AM</i>	30/06/17	

n. Elab.:

File: IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00

CUP: F81H9200000008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00
Vibrazioni – Corso d'opera

Foglio
2 di 75

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d’opera</p> <p style="text-align: right;">Foglio 3 di 75</p>

INDICE

1	PREMESSA	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
2.1	Norma ISO2 631/2	7
2.2	Norma UNI 9614	9
3	METODICHE E ATTIVITA’ DI CAMPO	11
3.1	Strumentazione utilizzata	13
4	PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	15
4.1	CA20B/COP4 - IV12-IR1C	16
4.2	CA18/COP2 – CA29/CSP1 – NV22.....	21
4.3	CA14/COL2 – TR11 – GA1A – GN11.....	26
4.4	NV08.....	36
4.5	NV21	40
4.6	NV03 – GASG – GNSD.....	44
4.7	NV07.....	49
5	DISCUSSIONE DEI RISULTATI	53
5.1	CA20B/COP4 - IV12-IR1C	54
5.2	CA18/COP2 – CA29/CSP1 – NV22.....	56
5.3	CA14/COL2 – TR11 – GA1A – GN11.....	59
5.4	NV08.....	64
5.5	NV21	66
5.6	NV03 – GASG – GNSD.....	68
5.7	NV07.....	70
6	CONCLUSIONI	72
6.1	CA20B/COP4 - IV12-IR1C	72
6.2	CA18/COP2 – CA29/CSP1 – NV22.....	72
6.3	CA14/COL2 – TR11 – GA1A – GN11.....	72
6.4	NV08.....	73
6.5	NV21	73
6.6	NV03 – GASG – GNSD.....	73
6.1	NV07.....	73
6.7	Riepilogo.....	74
	ALLEGATO 1 – CERTIFICATI DI TARATURA DELLA STRUMENTAZIONE.....	75

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d’opera</p>	<p>Foglio 4 di 75</p>

1 PREMESSA

Il presente documento illustra i risultati relativi al monitoraggio ambientale della componente “Vibrazioni” eseguito nel periodo gennaio-maggio 2017 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.

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 costruttivi non funzionali; alcuni punti, avendo lo scopo di monitorare l’eventuale impatto ambientale di più WBS, risultano essere riferiti a più di un lotto.

La modalità di rendicontazione finora adottata nei reports semestrali del monitoraggio ambientale prevedeva di strutturare la documentazione per lotti; ne conseguiva che i risultati di una misura afferente a più lotti risultassero “duplicati” in più documenti, appesantendo inutilmente la lettura degli elaborati, senza alcun valore aggiunto dal punto di vista ambientale.

Considerato che nel 2016, con l’attivazione del lotto 3 e nel 2017, con l’attivazione del lotto 4, sono stati attivati la maggior parte delle stazioni di misura previste da PMA, si è ritenuto evitare la “duplicazione” di numerose informazioni, riportando in un unico report le misurazioni eseguite, anche se relative a wbs afferenti a più lotti costruttivi non funzionali.

Nel seguito viene riportata una tabella riassuntiva con indicate tutte le misure effettuate nel periodo di riferimento.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera
	Foglio 5 di 75

Punto	Opera	Data
VIC-AR-010	CA20B/COP4 (Lotto 2-3-4-5) - IV12-IR1C (Lotto 2)	07/03/2017
VIC-AR-020	CA20B/COP4 (Lotto 2-3-4-5) - IV12-IR1D (Lotto 2)	13/02/2017
VIC-FR-020	NV22 (Lotto 1) - CA18/COP2 (Lotto 1-2-3-4-5)	03/04/2017
VIC-FR-030	NV22 (Lotto 1) - CA29/CSP1 (Lotto 2-3-4-5)	06/04/2017
VIC-GE-500	CA14/COL2 (Lotto 1-2-3-4-5) - TR11-GN11 (Lotto 1)	19/01/2017
VIL-CM-010	NV08(Lotto 1)	15/02/2017
VIL-GA-020	NV21 (Lotto 1)	14/03/2017
VIL-GE-030	NV03-GASG-GNSD (Lotto 2) - CA39/COV4 (Lotto 3-4)	28/02/2017
VIL-GE-050	NV03 (Lotto 2)	02/03/2017
VIL-GE-060	TR11 (Lotto 1) - CA14/COL2 (Lotto 1-2-3-4-5)	20/03/2017
VIL-GE-070	TR11 (Lotto 1) - CA14/COL2 (Lotto 1-2-3-4-5)	08/03/2017
VIL-GE-080	NV07 (Lotto 1)	22/02/2017
VIL-GE-500	TR11-GA1A-GN11 (Lotto 1)	17/01/2017

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d’opera
	Foglio 6 di 75

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 ISO2 631/2

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.

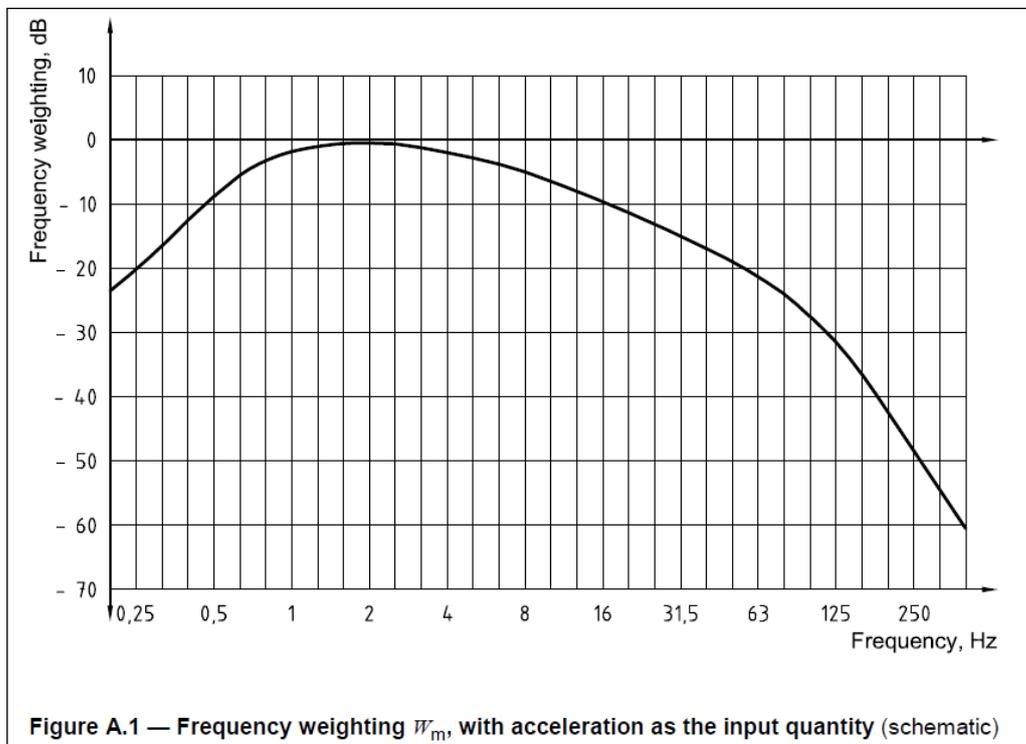


Table A.1 — Values of the frequency weighting W_m for acceleration as the input quantity
 (in one-third-octave bands, calculated using the true mid-frequencies, band limitation 1 Hz to 80 Hz included)

x	Frequency, Hz		W_m Factor	W_m 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 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera
	Foglio 9 di 75

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  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera
	Foglio 10 di 75

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 $F = 1.7 \cdot N - 0.5 \cdot t \cdot k$, 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^2]	L_w [dB]
Aree critiche	3.6×10^{-3}	71
Abitazioni (Notte)	5.0×10^{-3}	74
Abitazioni (Giorno)	7.2×10^{-3}	77
Uffici	14.4×10^{-3}	83
Fabbriche	28.8×10^{-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^2]	a_w (X-Y) [m/s^2]
Aree critiche	5.0×10^{-3}	3.6×10^{-3}
Abitazioni (Notte)	7.0×10^{-3}	5.0×10^{-3}
Abitazioni (Giorno)	0.30	0.22
Uffici	0.64	0.46
Fabbriche	0.64	0.46

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera
	Foglio 11 di 75

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 della 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:

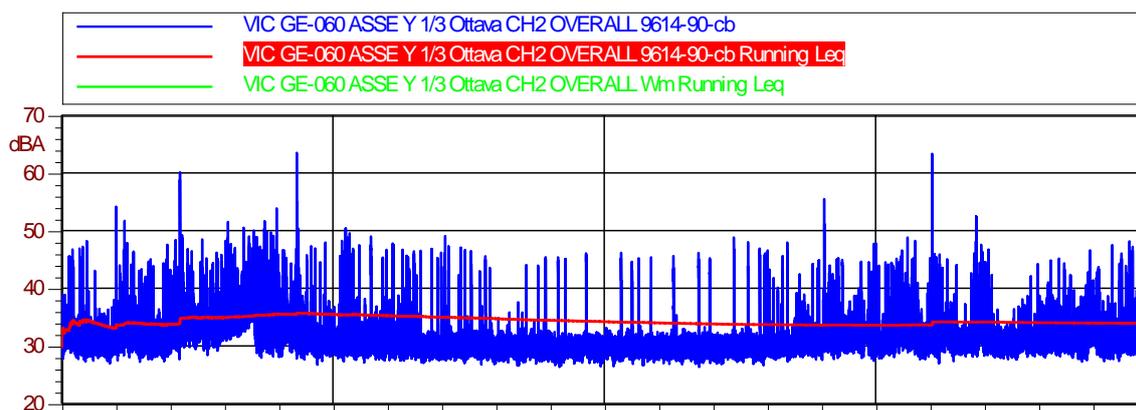
- di livello costante, quando il livello dell' accelerazione complessiva ponderata in frequenza rilevato mediante la costante di tempo "slow" (1 s) varia nel tempo in un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB;
- di livello non costante, quando il livello suddetto varia nel tempo in un intervallo di 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).

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera
	Foglio 12 di 75

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 “slow” 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  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera
	Foglio 13 di 75

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)

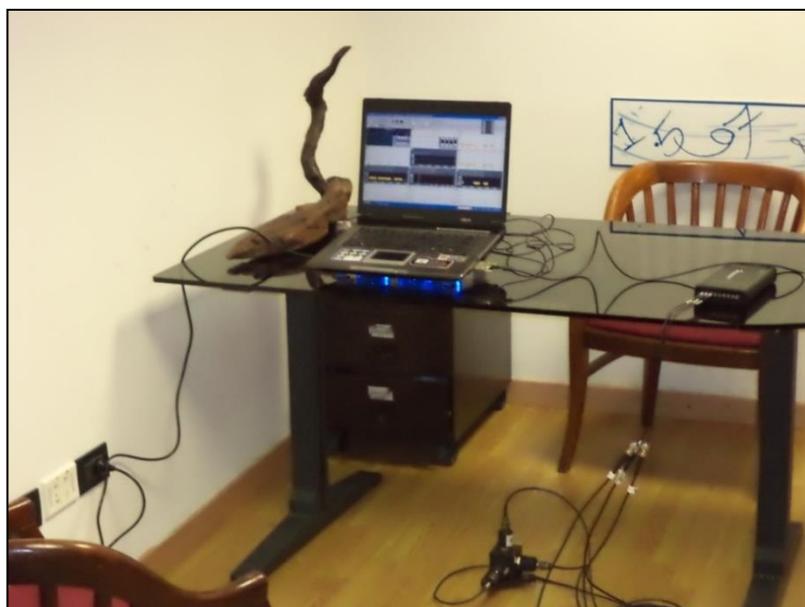


Figura 3.1.1 - Strumentazione utilizzata nelle attività di monitoraggio

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.

Tabella 3.1.1 - Caratteristiche accelerometri monoassiali PCB PIEZOTRONICS modello 393A03

	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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d’opera
	Foglio 15 di 75

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 periodo gennaio-maggio 2017.

Nel periodo indicato sono state eseguite complessivamente 13 rilevazioni.

Punto	Cantiere/WBS	Durata misura	Data Misura
VIC-AR-010	CA20B/COP4 - IV12-IR1C	24 h	07/03/2017
VIC-AR-020	CA20B/COP4 - IV12-IR1C	24 h	13/02/2017
VIC-FR-020	CA18/COP2 - NV22	24 h	03/04/2017
VIC-FR-030	CA29/CSP1 – NV22	24h	06/04/2017
VIC-GE-500	CA14/COL2 – TR11-GN11	24 h	19/01/2017
VIL-GE-500	TR11 – GA1A – GN11	24 h	17/01/2017
VIL-GE-060	CA14/COL2 - TR11	24 h	20/03/2017
VIL-GE-070	CA14/COL2 - TR11	24 h	08/03/2017
VIL-CM-010	NV08	24 h	15/02/2017
VIL-GA-020	NV21	24 h	14/03/2017
VIL-GE-030	NV03-GASG-GNSD	24 h	28/02/2017
VIL-GE-050	NV03	24 h	02/03/2017
VIL-GE-080	NV07	24 h	22/02/2017

I risultati vengono presentati in base alle *Work Breakdown Structure* (WBS) oggetto di indagine.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera
	Foglio 16 di 75

4.1 CA20B/COP4 - IV12-IR1C

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 4.1.1 - Stralcio planimetrico area di indagine

L'area di cantiere in oggetto è stata monitorata con due rilevazioni effettuate una nel mese di febbraio e una nel mese di marzo 2017, come riportato nello schema sottostante.

Punto di Misura	Comune	Cantiere Indagato	Durata misura	Data Misura	Fase Temporale
VIC-AR-010	Arquata Scrivia	CA20B/COP4 - IV12-IR1C	24 h	07/03/2017	Corso d'Opera
VIL-AR-020	Arquata Scrivia	CA20B/COP4 - IV12-IR1C	24 h	13/02/2017	Corso d'Opera

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera	Foglio 17 di 75

Il ricettore VIC-AR-010 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 4.1.2 - Rapporto fotografico VIC-AR-010

Anche il ricettore indicato nel PMA con la codifica VIC-AR-020 è un edificio a destinazione d'uso residenziale di 2 piani f.t.. È 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 4.1.3 - Rapporto fotografico VIC-AR-020

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera
	Foglio 18 di 75

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 febbraio/marzo 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 per il periodo notturno (22:00-07:00).

		DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq UNI 9614 [dB]		
		ASSE			ASSE		
PUNTO	DATA MISURA	X	Y	Z	X	Y	Z
VIC-AR-010	07/03/2017	37.1	36.0	35.2	33.1	32.6	31.5
LIMITI UNI 9614 AREE CRITICHE		77 dB			74 dB		

		DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq UNI 9614 [dB]		
		ASSE			ASSE		
PUNTO	DATA MISURA	X	Y	Z	X	Y	Z
VIC-AR-020	13/02/2017	42,7	40,6	35,6	36,5	37,0	34,4
LIMITI UNI 9614 AREE CRITICHE		77 dB			74 dB		

Nelle pagine seguenti si restituiscono, per ogni 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.

VIC-AR-010

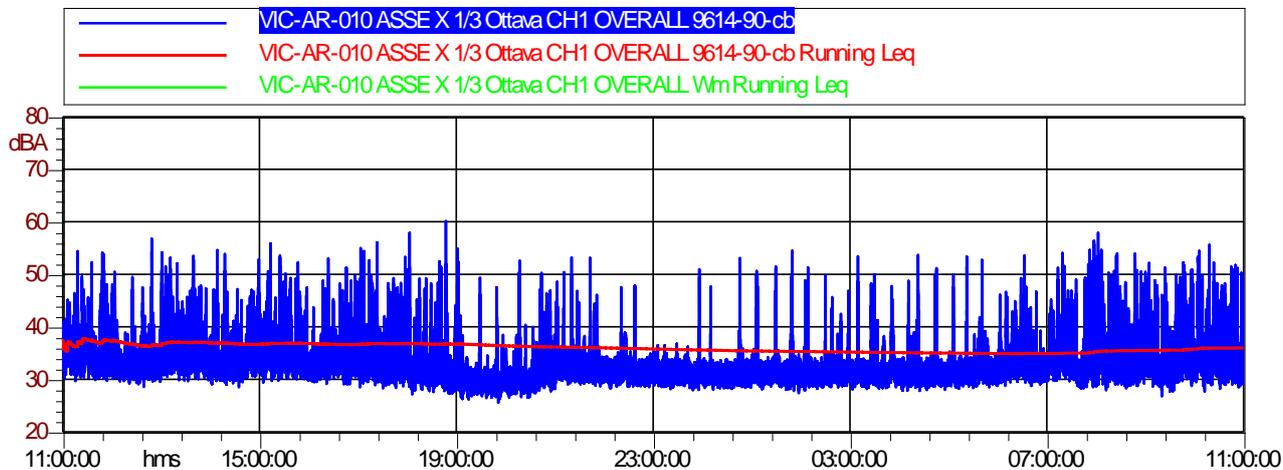


Figura 4.1.4 - Time-History Asse X VIC-AR-010

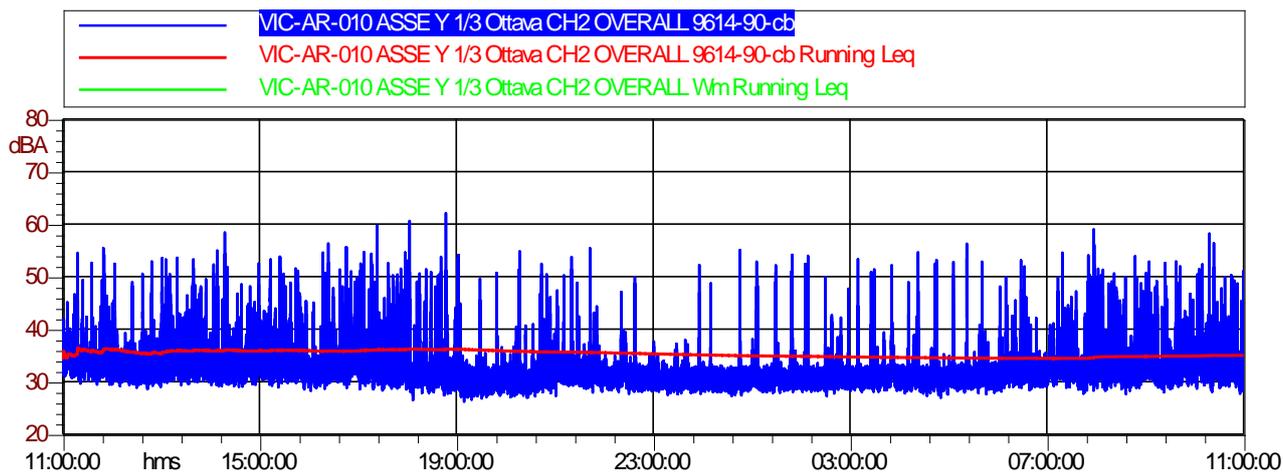


Figura 4.1.5 - Time-History Asse Y VIC-AR-010

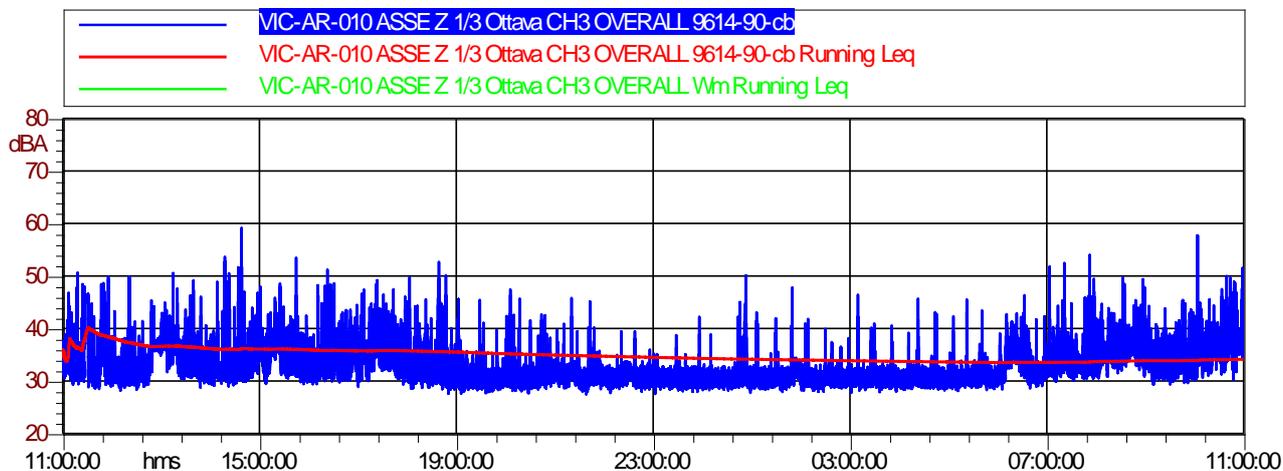


Figura 4.1.6 - Time-History Asse Z VIC-AR-010

VIC-AR-020

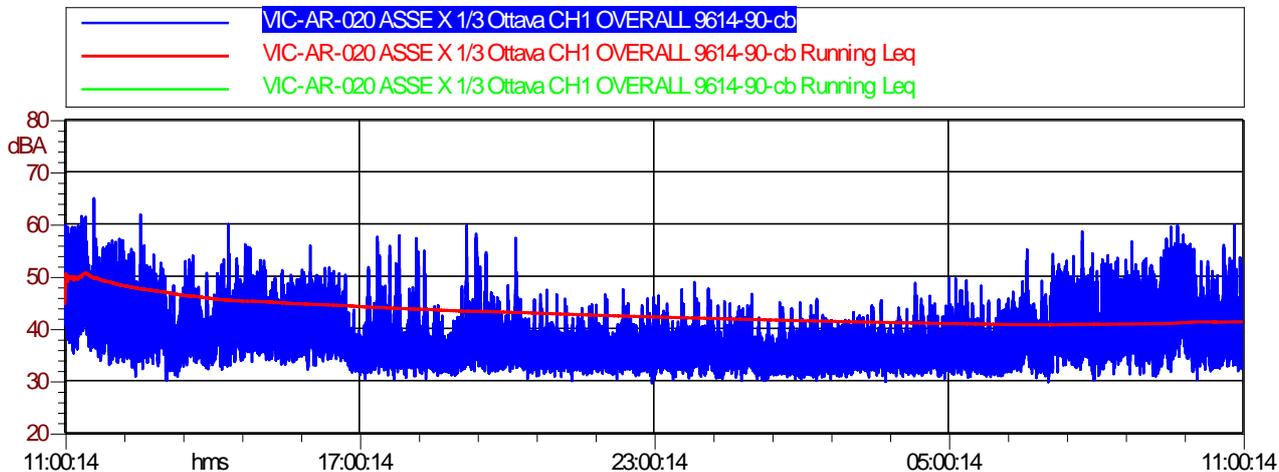


Figura 4.1.7 - Time-History Asse X VIC-AR-020

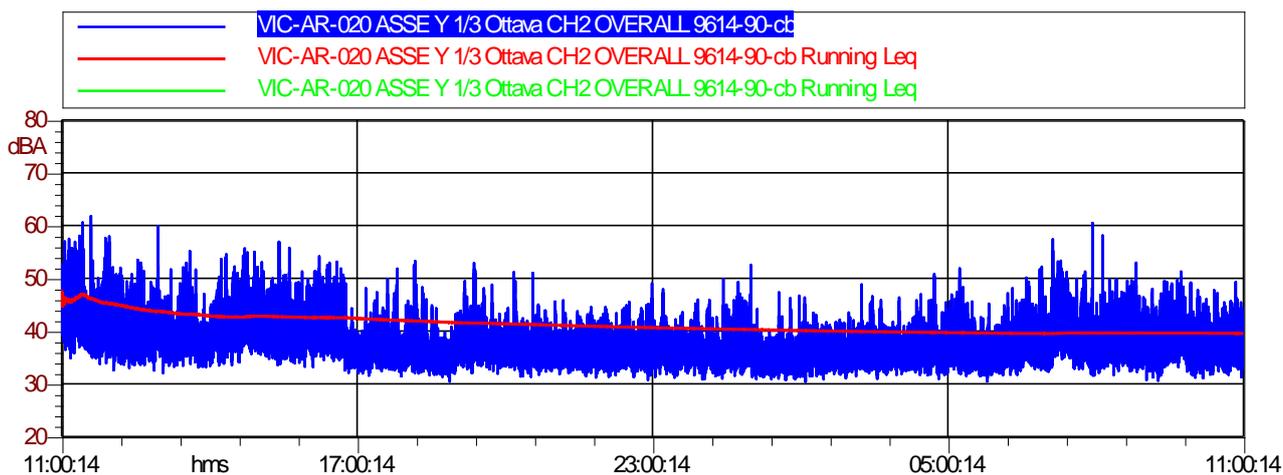


Figura 4.1.8 - Time-History Asse Y VIC-AR-020

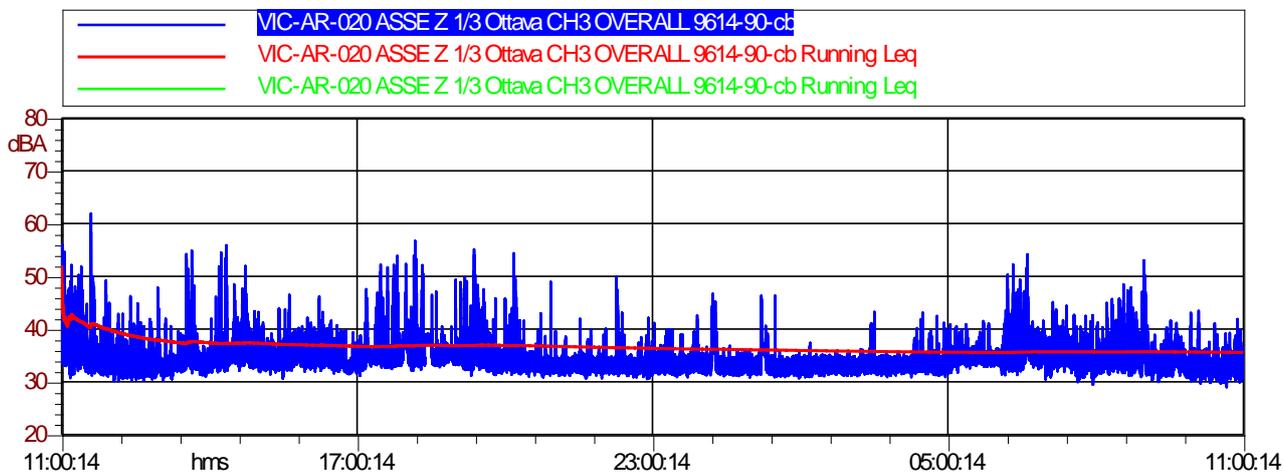


Figura 4.1.9 - Time-History Asse Z VIC-AR-020

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera
	Foglio 21 di 75

4.2 CA18/COP2 – CA29/CSP1 – NV22

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.

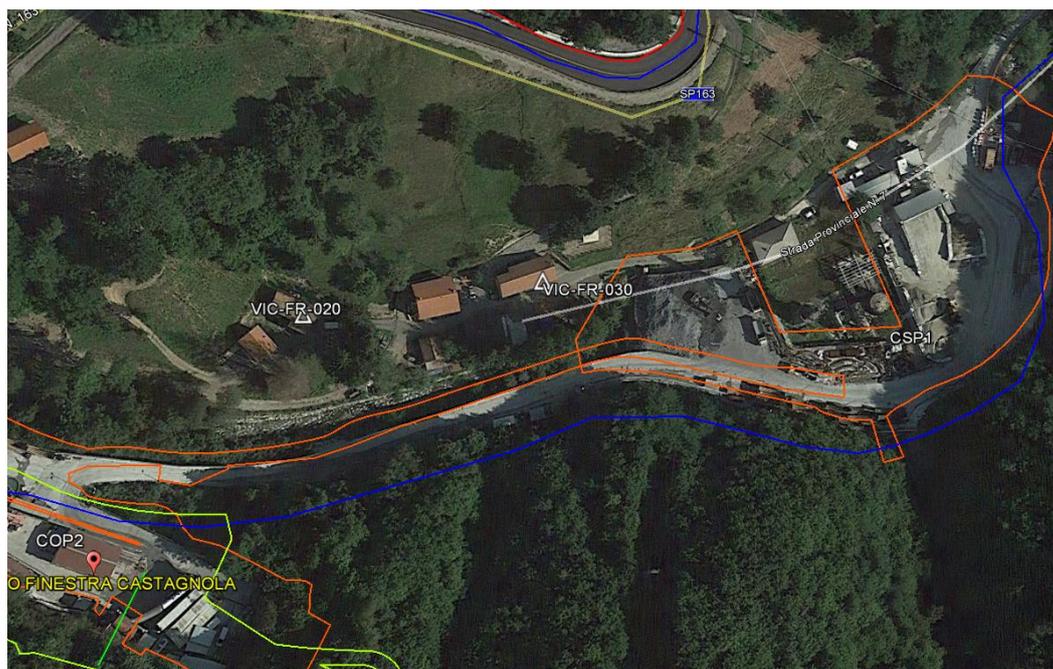


Figura 4.2.1 - Stralcio planimetrico area di indagine

L'area di cantiere in oggetto è stata monitorata con due rilevazioni eseguite nel mese di aprile 2017, come riportato nello schema sottostante.

Punto di Misura	Comune	Cantiere/WBS indagati	Durata misure	Data Misura	Fase Temporale
VIC-FR-020	Fraconalto	CA18/COP2 - NV22	24 h	03/04/2017	Corso d'Opera
VIC-FR-030	Fraconalto	CA29/CSP1 – NV22	24 h	06/04/2017	Corso d'Opera

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera
	Foglio 22 di 75

Il ricettore monitorato da VIC-FR-020 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.



Figura 4.2.2 - Rapporto fotografico VIC-FR-020

Il ricettore VIC-FR-030, anch'esso un edificio residenziale di 2 piani f.t., è 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 4.2.3 - Rapporto fotografico VIC-FR-030

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera
	Foglio 23 di 75

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.

		DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq UNI 9614 [dB]		
		ASSE			ASSE		
PUNTO	DATA MISURA	X	Y	Z	X	Y	Z
VIC-FR-020	03/04/2017	29.9	30.0	30.3	30.1	30.2	30.4
LIMITI UNI 9614 AREE CRITICHE		77 dB			74 dB		

		DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq UNI 9614 [dB]		
		ASSE			ASSE		
PUNTO	DATA MISURA	X	Y	Z	X	Y	Z
VIC-FR-030	06/04/2017	32,3	31,6	41,3	29,8	29,5	41,8
LIMITI UNI 9614 AREE CRITICHE		77 dB			74 dB		

Di seguito viene riportata, per ogni 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.

VIC-FR-020

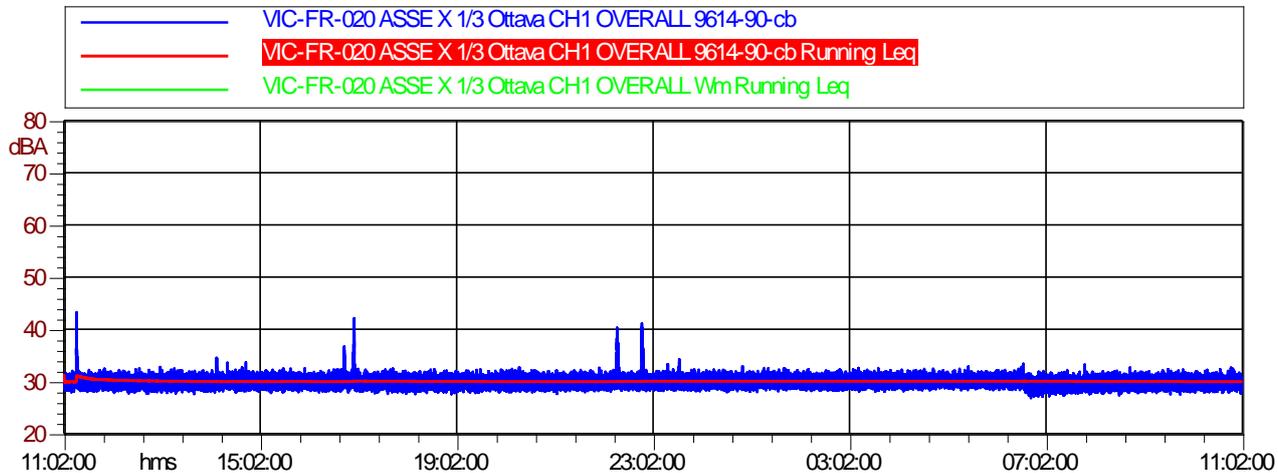


Figura 4.2.4 - Time-History Asse X VIC-FR-020

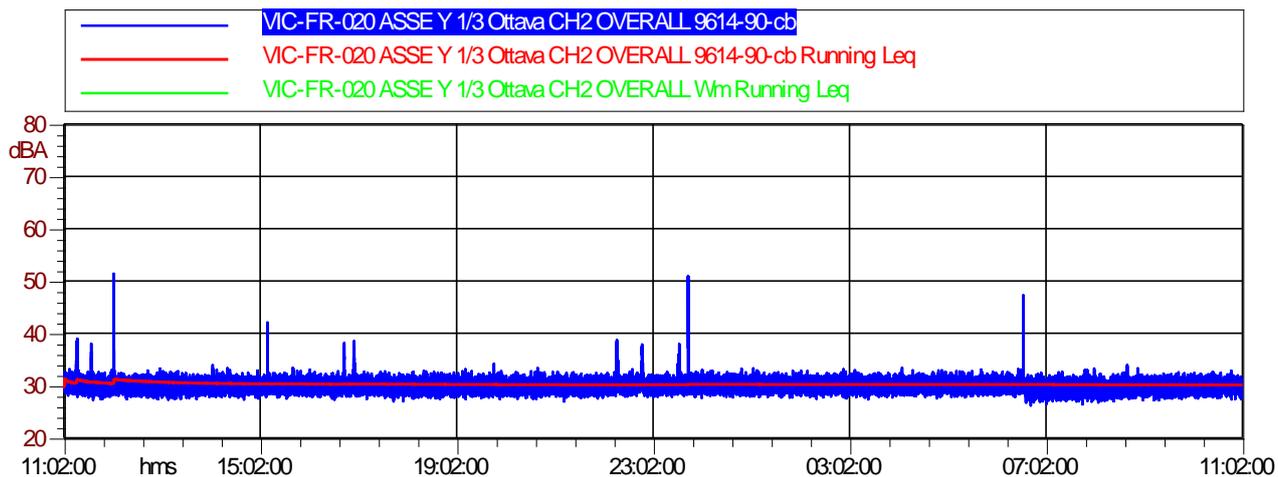


Figura 4.2.5 - Time-History Asse Y VIC-FR-020

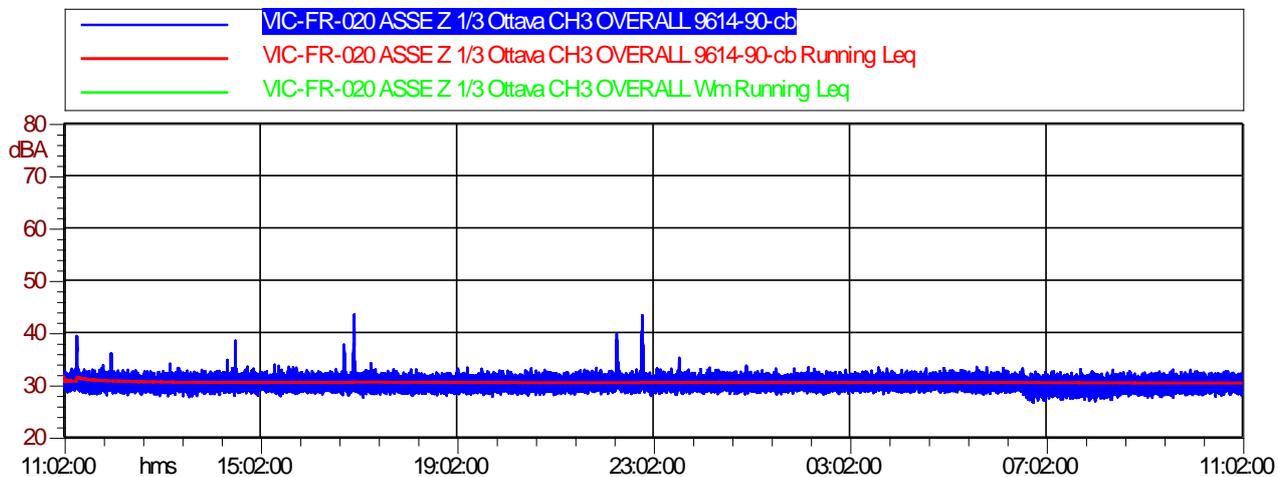


Figura 4.2.6 - Time-History Asse Z VIC-FR-020

VIC-FR-030

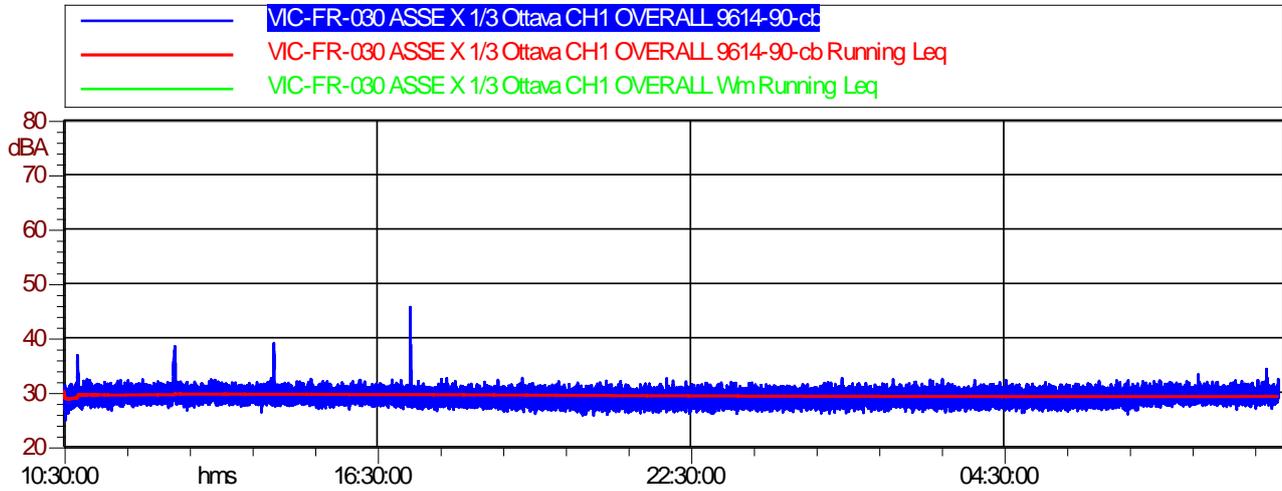


Figura 4.2.7 - Time-History Asse X VIC-FR-030

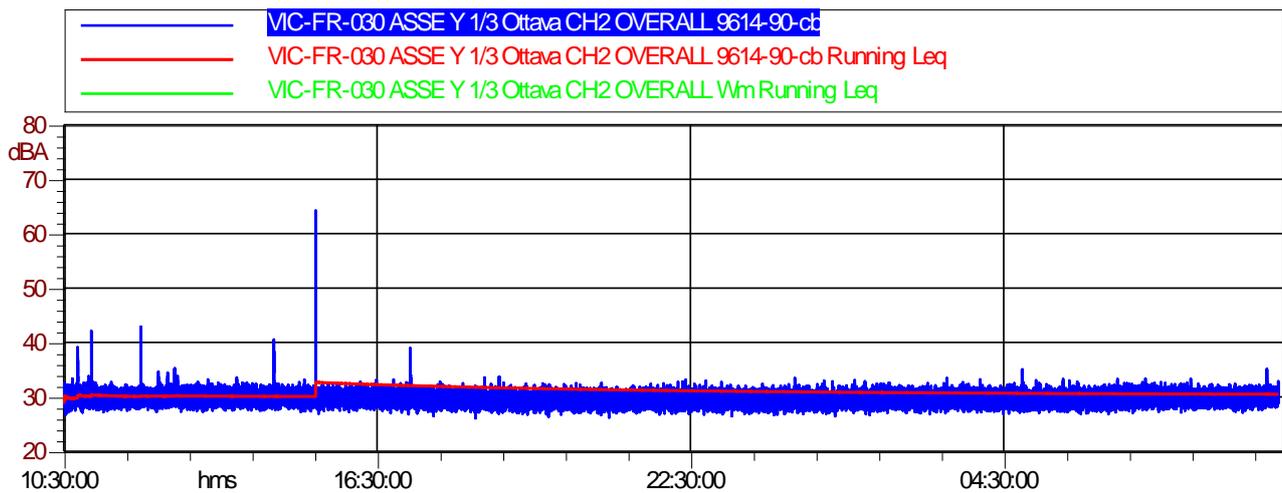


Figura 4.2.8 - Time-History Asse Y VIC-FR-030

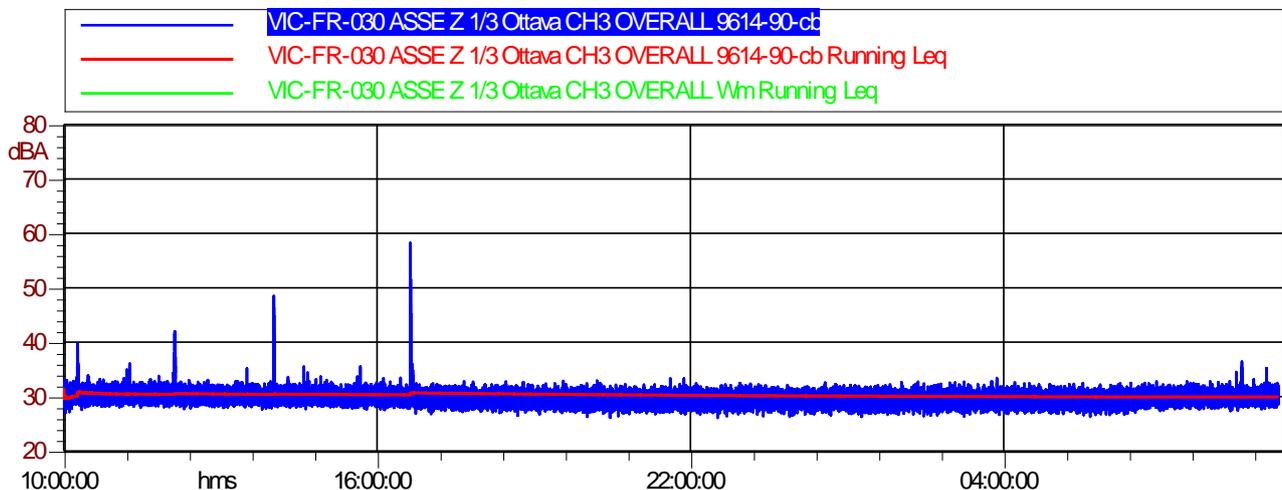


Figura 4.2.9 - Time-History Asse Z VIC-FR-030

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera
	Foglio 26 di 75

Per VIC-FR-020 e VIC-FR-030 la principale sorgente di vibrazione è costituita dagli eventi legati alla normale fruizione dell'edificio indagato. Pur essendo le attività di cantiere nelle immediate vicinanze rispetto alle posizioni di monitoraggio, 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.

4.3 CA14/COL2 – TR11 – GA1A – GN11

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.

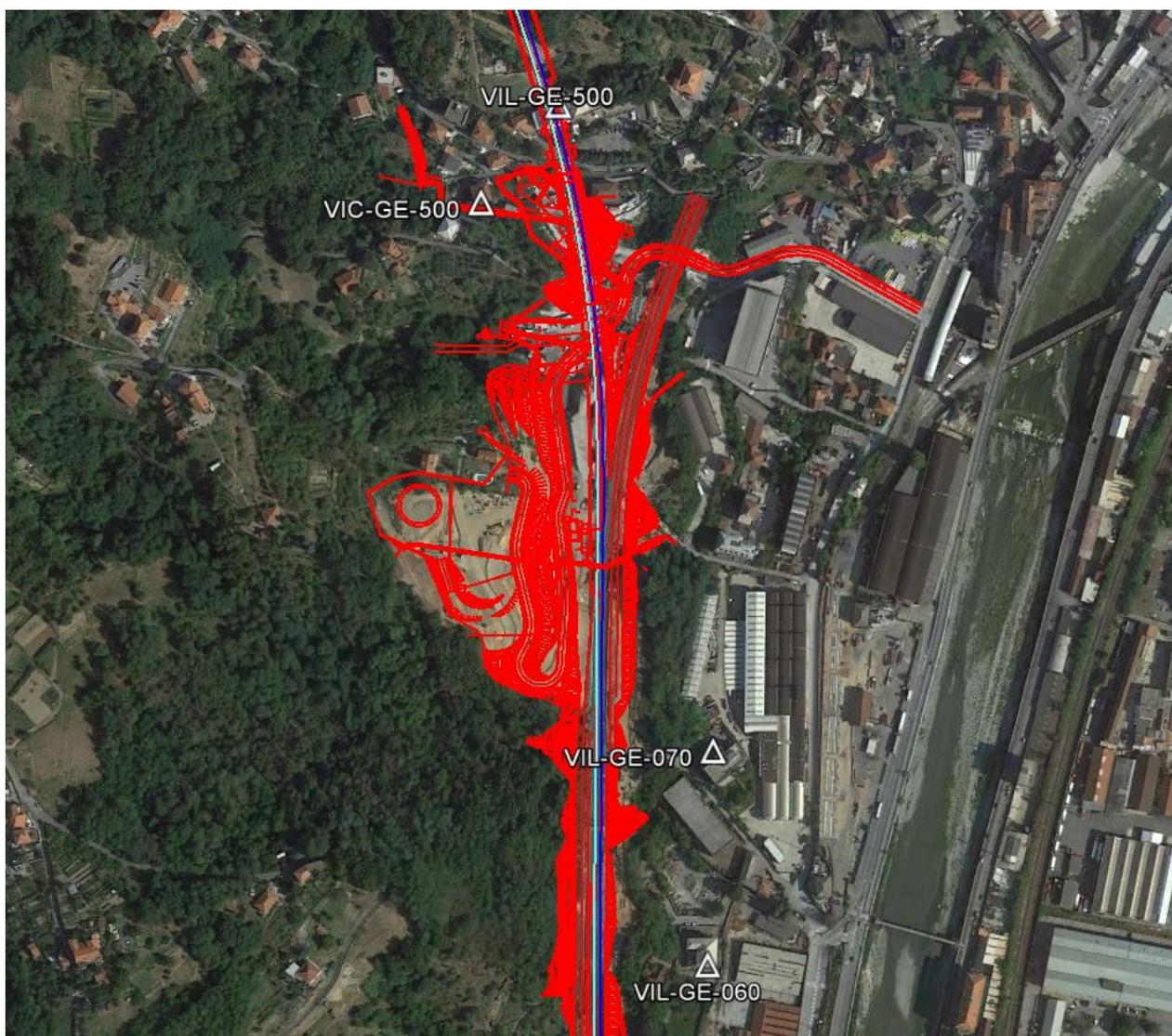


Figura 4.3.1 - Stralcio planimetrico area di indagine

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera
	Foglio 27 di 75

La presente area di cantiere è stata monitorata con quattro rilevazioni eseguite nei mesi di gennaio e marzo 2017, come riportato nella tabella sottostante.

Punto di Misura	Comune	Cantiere/WBS indagati	Durata misure	Data Misura	Fase Temporale
VIL-GE-060	Genova	CA14/COL2 - TR11	24 h	20/03/2017	Corso d'Opera
VIL-GE-070	Genova	CA14/COL2 - TR11	24 h	08/03/2017	Corso d'Opera
VIC-GE-500	Genova	CA14/COL2 – TR11-GN11	24 h	19/01/2017	Corso d'Opera
VIL-GE-500	Genova	TR11 – GA1A – GN11	24 h	17/01/2017	Corso d'Opera

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

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 4.3.4 - Rapporto fotografico VIC-GE-500

Il punto di monitoraggio VIL-GE-500 è collocato in corrispondenza di un insieme di edifici di 3 piani f.t. situato lungo Salita Cà dei Trenta. La struttura monitorata funge da centro di aggregazione e recupero di giovani con problemi di dipendenza. Il complesso di fabbricati dista circa 100 metri in direzione Nord dal cantiere operativo denominato COL2.



Figura 4.3.5 - Rapporto fotografico VIL-GE-500

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 in gennaio e marzo nei quattro 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.

PUNTO	DATA MISURA	DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq UNI 9614 [dB]		
		ASSE			ASSE		
		X	Y	Z	X	Y	Z
VIL-GE-060	20/03/2017	33,3	34,5	36,2	30,1	31,1	30,5
LIMITI UNI 9614 AREE CRITICHE		71 dB			71dB		

PUNTO	DATA MISURA	DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq UNI 9614 [dB]		
		ASSE			ASSE		
		X	Y	Z	X	Y	Z
VIL-GE-070	08/03/2017	35,8	37	42,2	32,3	32,7	40,5
LIMITI UNI 9614 AREE CRITICHE		71 dB			71dB		

PUNTO	DATA MISURA	DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq UNI 9614 [dB]		
		ASSE			ASSE		
		X	Y	Z	X	Y	Z
VIC-GE-500	19/01/2017	29,3	30	30,8	28,4	29,2	29,7
LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE		77 dB			74 dB		

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera

Foglio
30 di 75

		DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq UNI 9614 [dB]		
		ASSE			ASSE		
PUNTO	DATA MISURA	X	Y	Z	X	Y	Z
VIL-GE-500	17/01/2017	30	30,9	30,6	29,1	29,9	29,9
LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE		77 dB			74 dB		

Nelle pagine seguenti si restituiscono, per ogni 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.

VIL-GE-060

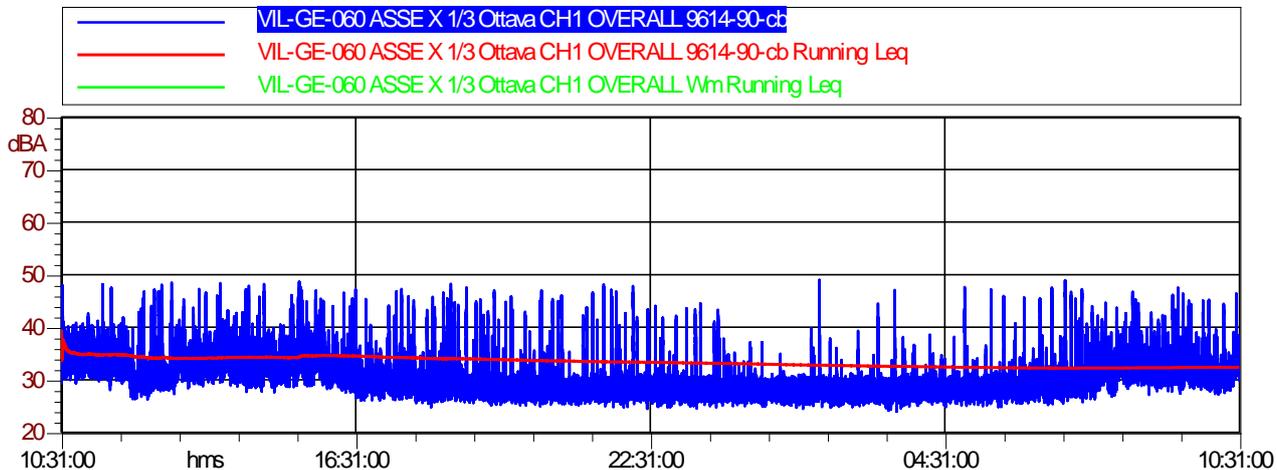


Figura 4.3.6 - Time-History Asse X VIL-GE-060

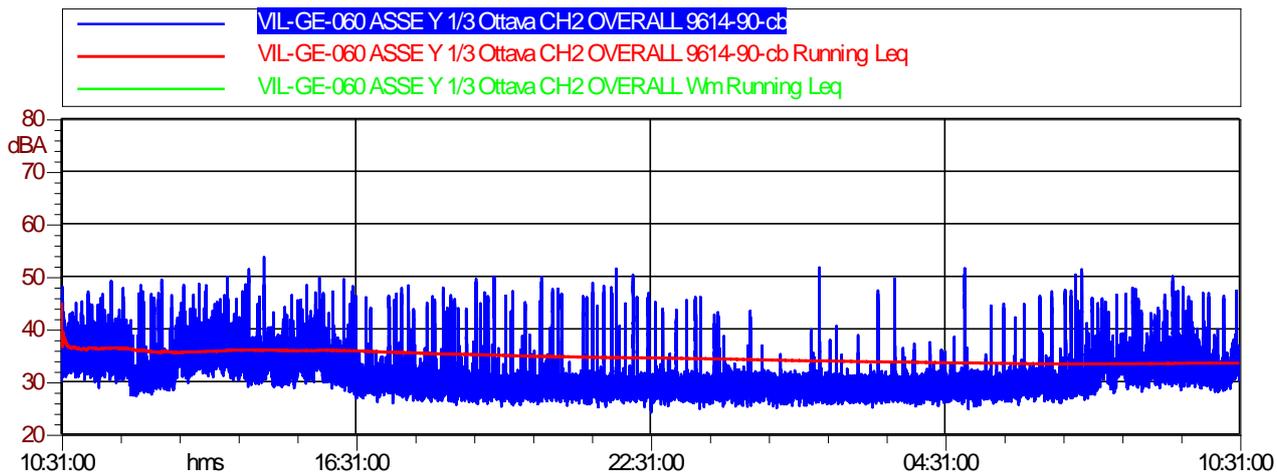


Figura 4.3.7 - Time-History Asse Y VIL-GE-060

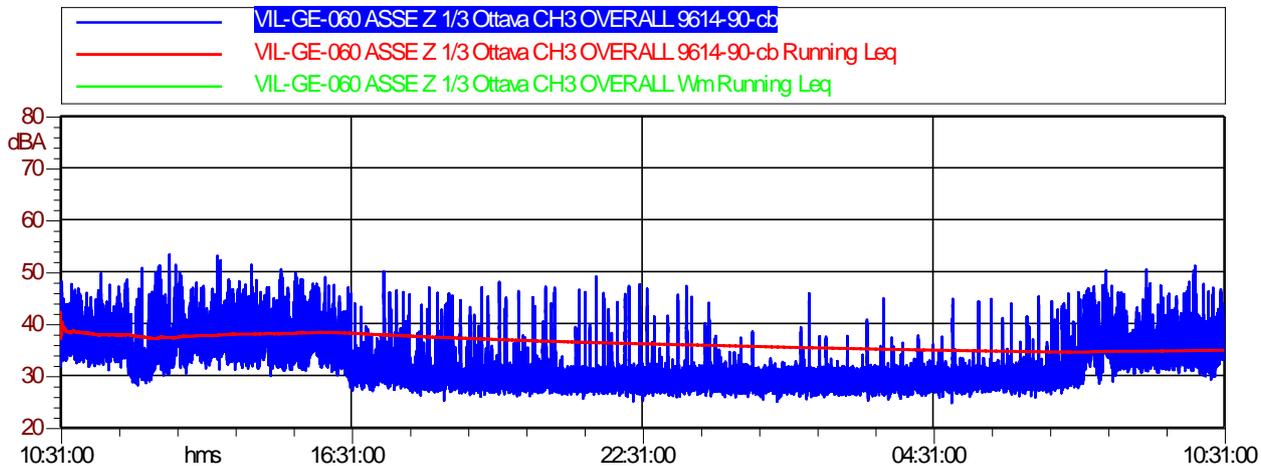


Figura 4.3.8 - Time-History Asse Z VIL-GE-060

VIL-GE-070

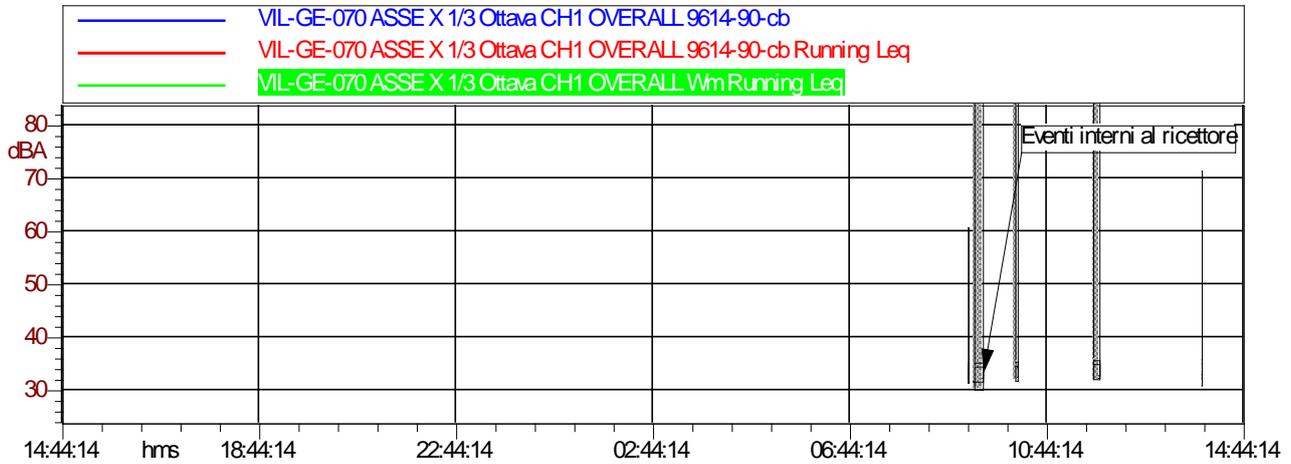


Figura 4.3.9 - Time-History Asse X VIL-GE-070

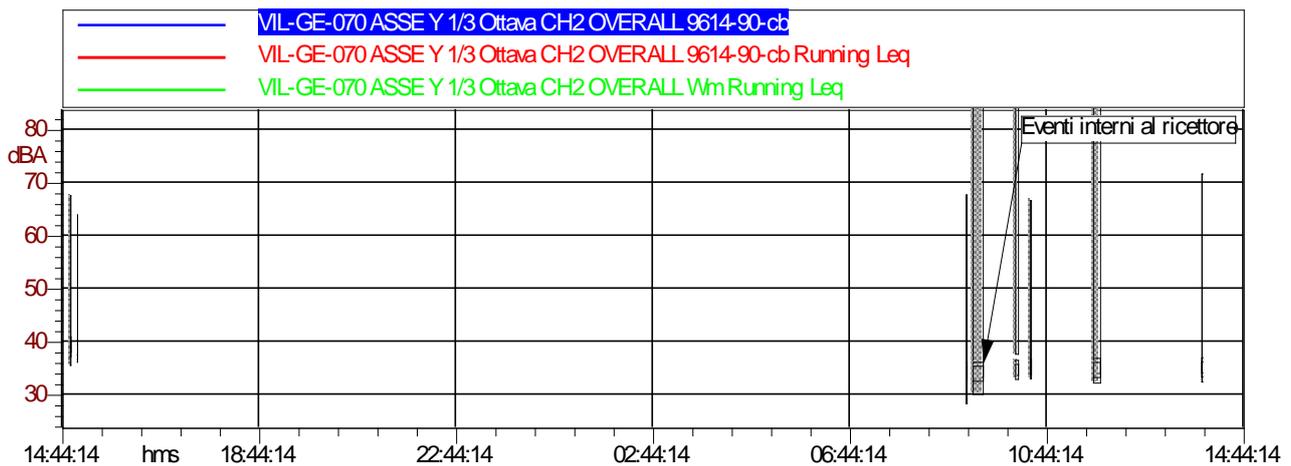


Figura 4.3.10 - Time-History Asse Y VIL-GE-070

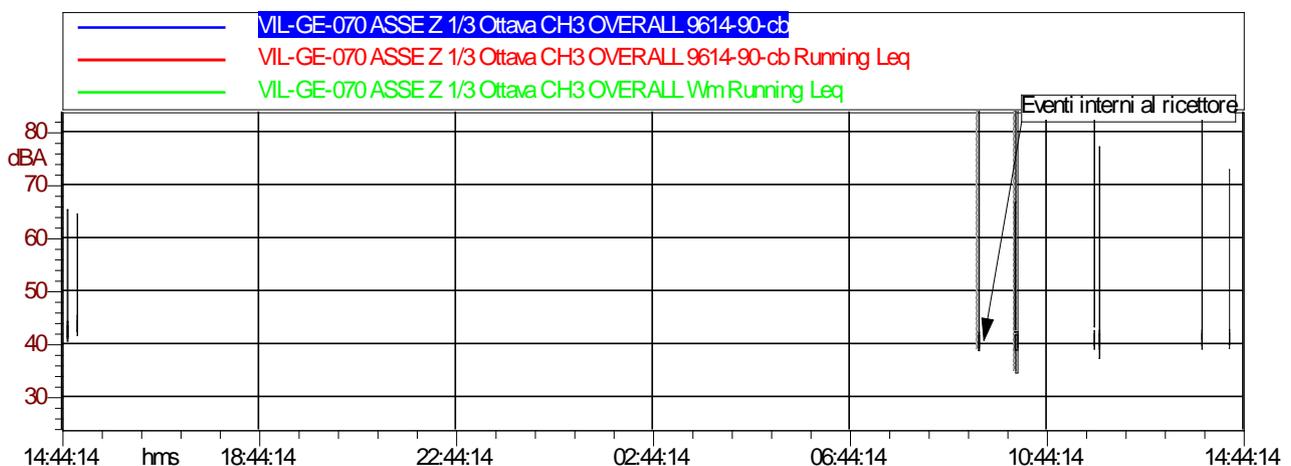


Figura 4.3.11 - Time-History Asse Z VIL-GE-070

VIC-GE-500

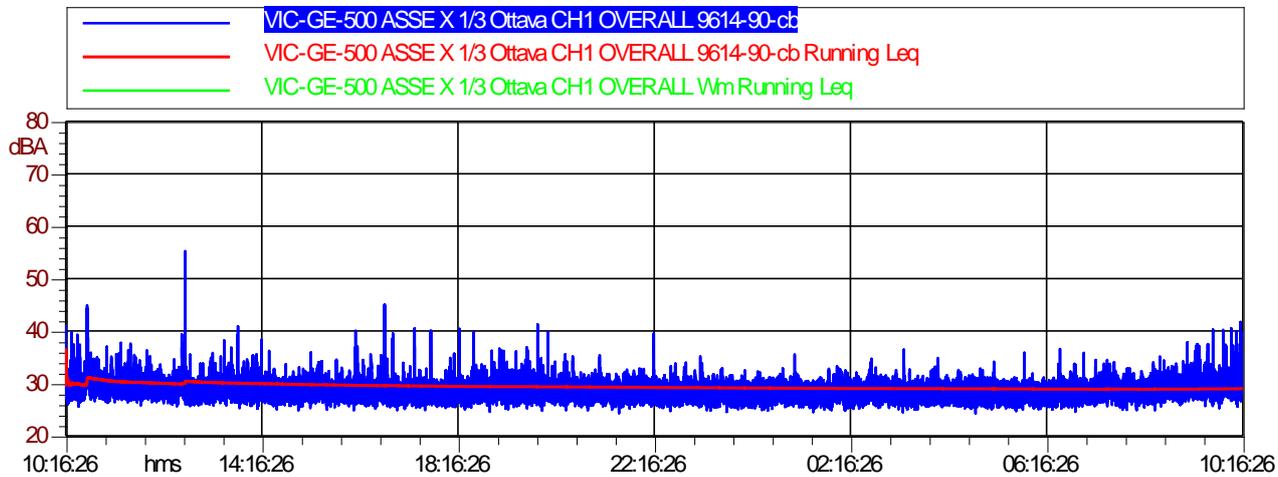


Figura 4.3.12 - Time-History Asse X VIC-GE-500

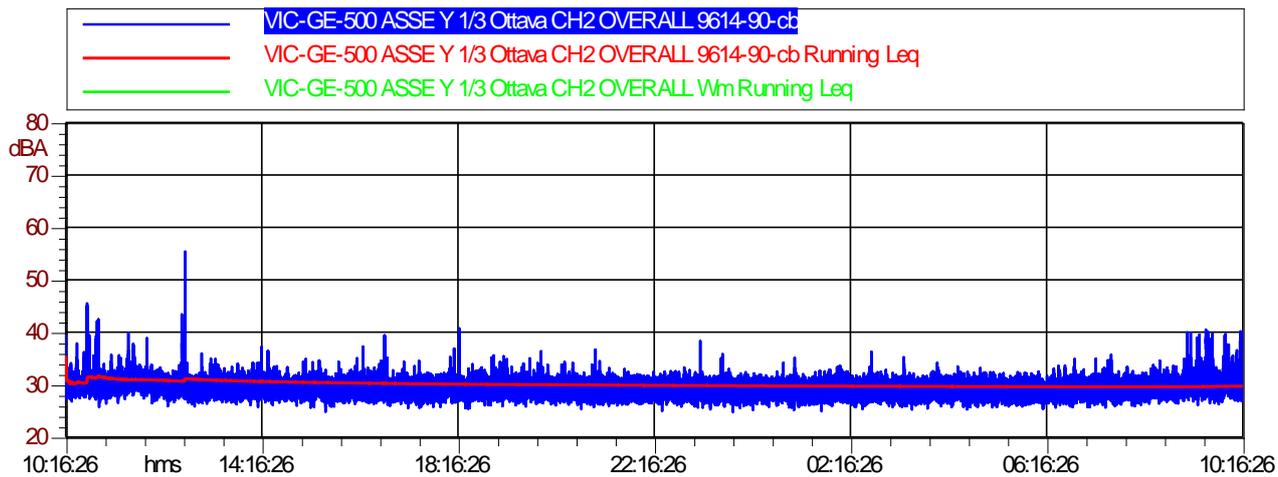


Figura 4.3.13 - Time-History Asse Y VIC-GE-500

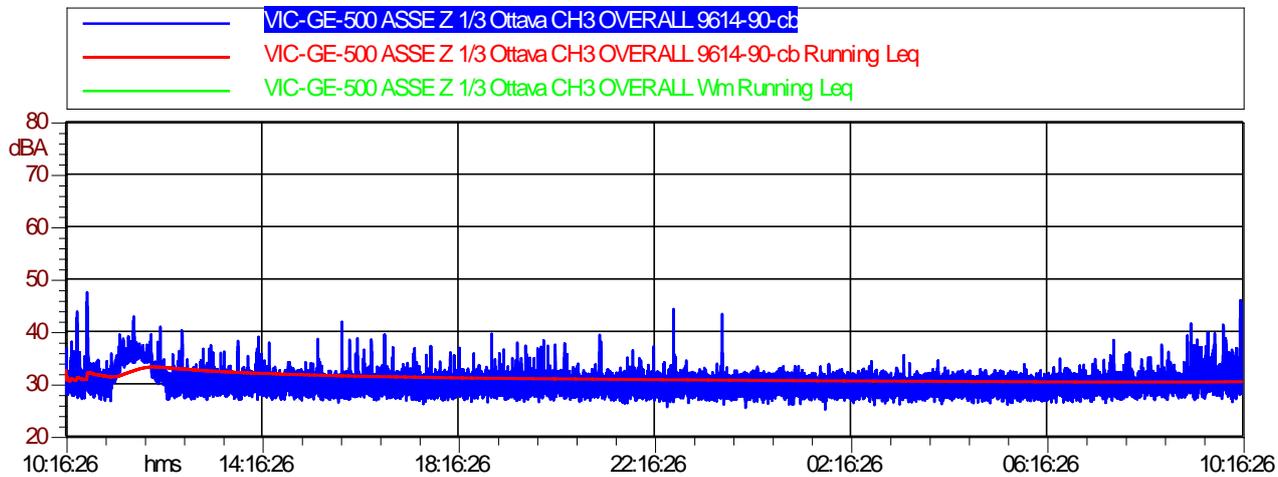


Figura 4.3.14 - Time-History Asse Z VIC-GE-500

VIL-GE-500

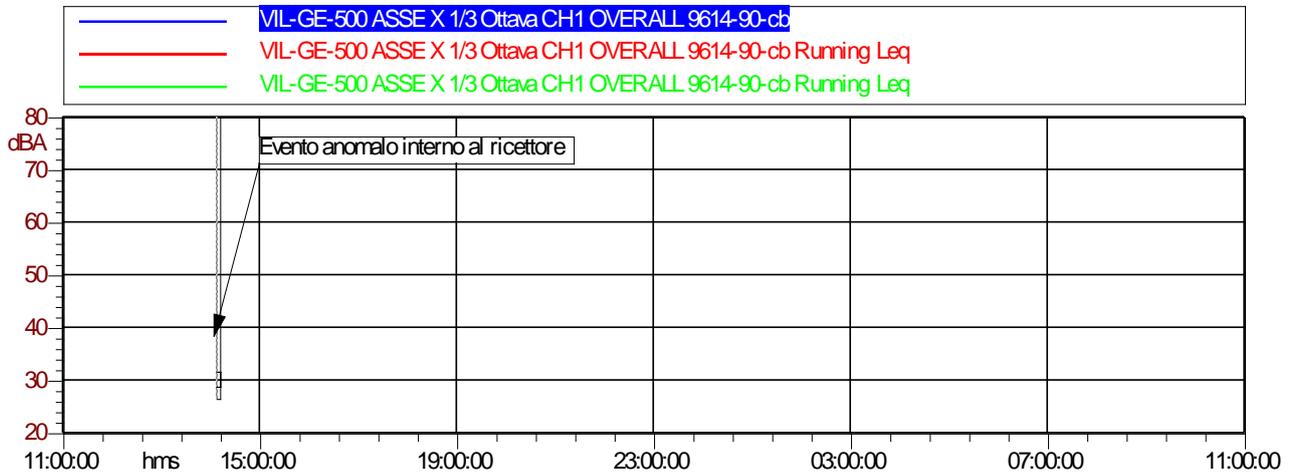


Figura 4.3.15 - Time-History Asse X VIL-GE-500

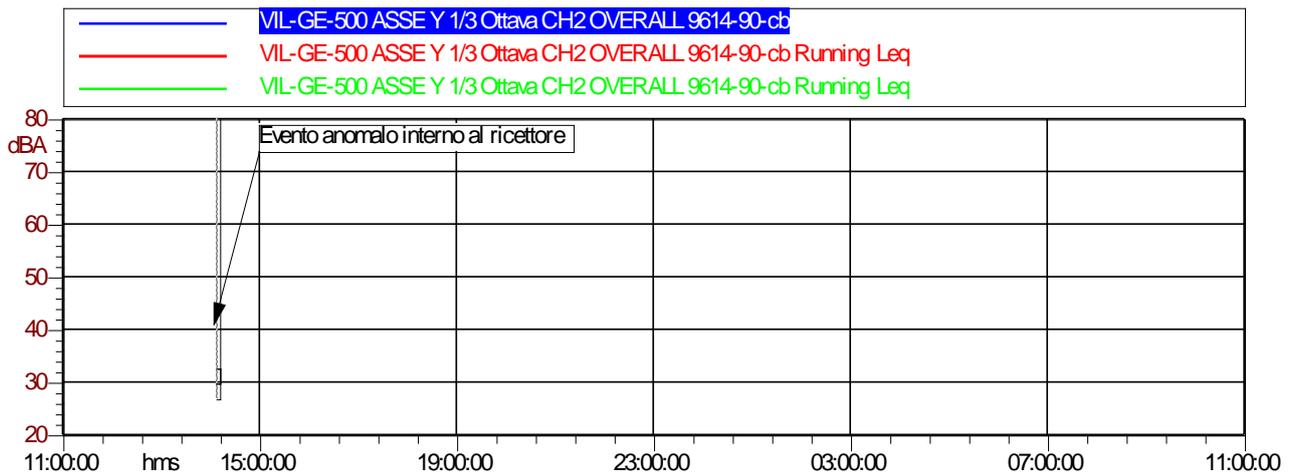


Figura 4.3.16 - Time-History Asse Y VIL-GE-500

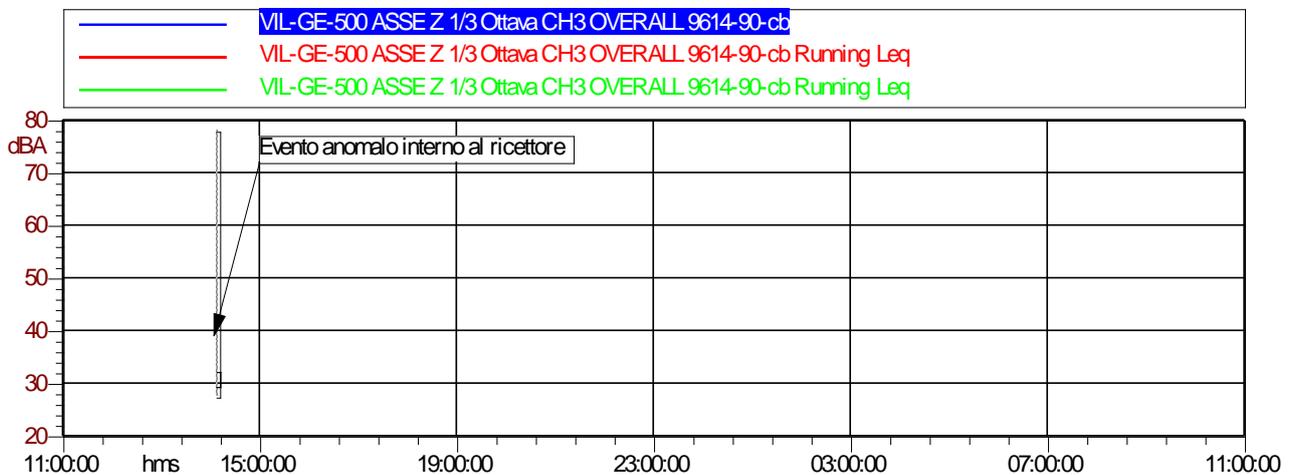


Figura 4.3.17 - Time-History Asse Z VIL-GE-500

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d’opera</p>	<p>Foglio 35 di 75</p>

Il clima vibrazionale rilevato nelle misurazioni effettuate su VIL-GE-060 e VIL-GE-070 è dominato in entrambi i casi 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.

4.4 NV08

La WBS indicata nel PMA con la sigla NV08 si riferisce all'adeguamento della SP4.



Figura 4.4.1 - Stralcio planimetrico area di indagine

L'intervento in oggetto è stato monitorato attraverso una rilevazione vibrometrica eseguita nel mese di febbraio 2017 nel punto indicato nel PMA con la codifica VIL-CM-010.

Punto di Misura	Comune	Cantiere/WBS indagati	Durata misure	Data Misura	Fase Temporale
VIL-CM-010	Campomorone	NV08	24 h	15/02/2017	Corso d'Opera

Il ricettore è un edificio residenziale di 4 piani f.t. localizzato in direzione Nord dal cantiere di nuova viabilità identificato NV08.



Figura 4.4.2 - Rapporto fotografico VIL-CM-010

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera
	Foglio 37 di 75

La tabella sottostante mostra i valori rilevati, espressi in livelli equivalenti di accelerazione [dB], confrontati con i valori di soglia stabiliti dalla norma tecnica: UNI 9614:1990 “*Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo*”.

PUNTO	DATA MISURA	DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq UNI 9614 [dB]		
		ASSE			ASSE		
		X	Y	Z	X	Y	Z
VIL-CM-10	15/02/2017	31,8	33,2	40,1	28,9	29,8	35,9
LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE		77 dB			74 dB		

Nella pagina seguente viene riportata, per ogni 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 (Leq_UNI9614-90-cb).

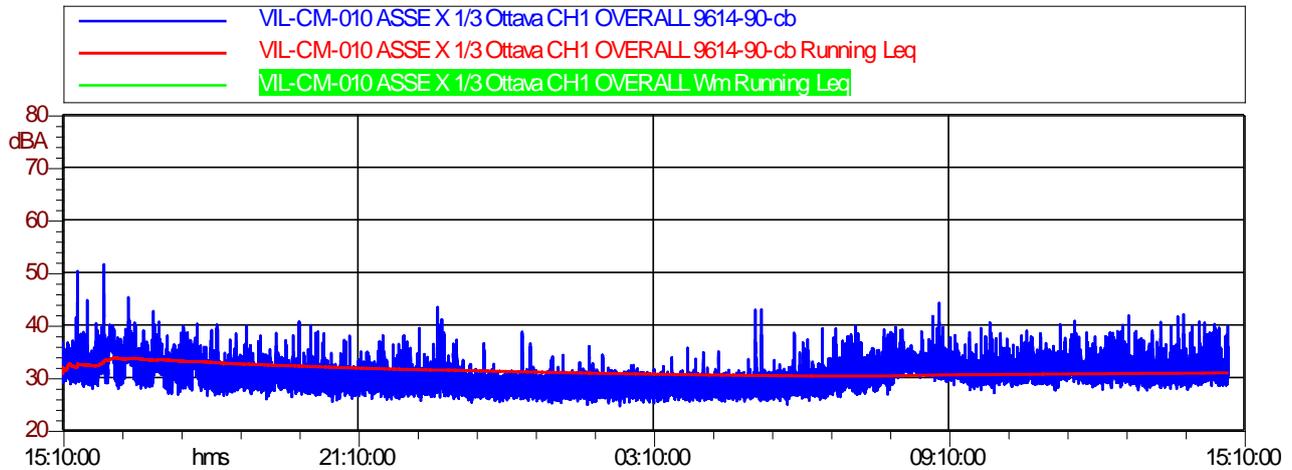


Figura 4.4.3 - Time-History Asse X VIL-CM-010

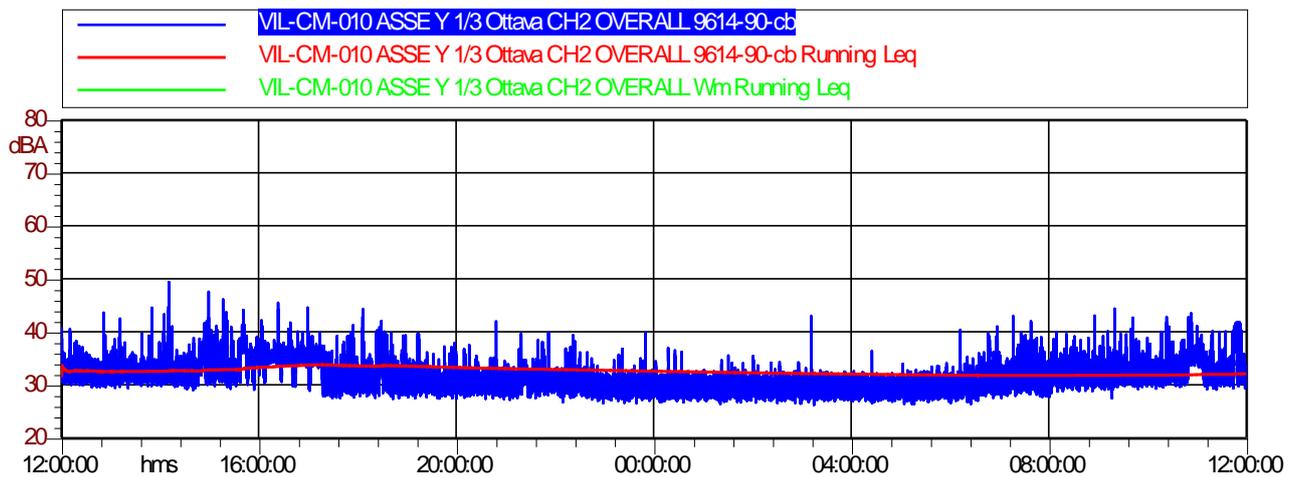


Figura 4.4.4 - Time-History Asse Y VIL-CM-010

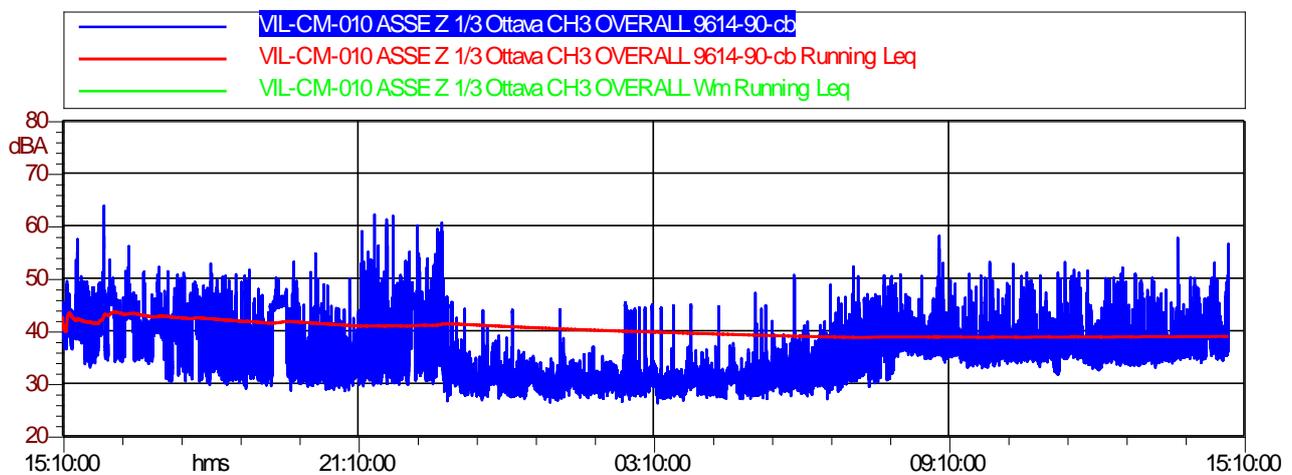


Figura 4.4.5 - Time-History Asse Z VIL-CM-010

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d’opera	Foglio 39 di 75

La principale sorgente di vibrazione è costituita dagli eventi legati al passaggio di veicoli lungo la SP4 che in questo tratto prende il nome di Via Val Verde con transiti non frequenti di mezzi leggeri e pesanti.

Nel corso della rilevazione sono stati registrati livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza abbondantemente al di sotto della soglia di percezione sancita dalla Norma tecnica UNI 9614:1990.

4.5 NV21

La WBS indicata nel PMA con la sigla NV21 si riferisce all' adeguamento della SP161 della Crenna.

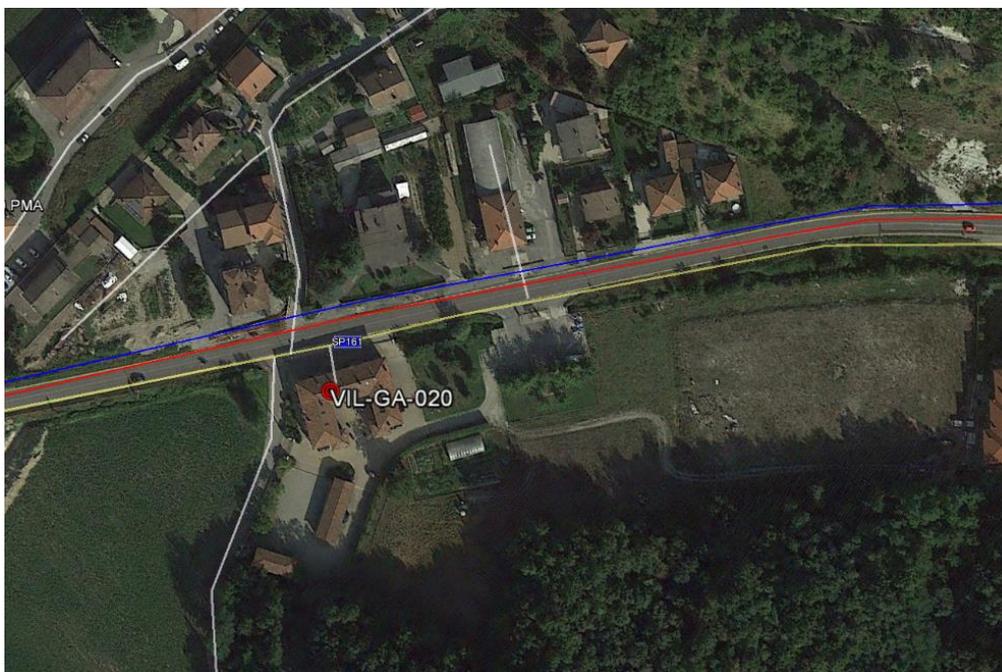


Figura 4.5.1 - Stralcio planimetrico area di indagine

L'intervento in oggetto è stato monitorato attraverso una rilevazione vibrometrica eseguita nel mese di marzo 2017 presso il punto identificato nel PMA con la codifica VIL-GA-020.

Punto di Misura	Comune	Cantiere/WBS indagati	Durata misure	Data Misura	Fase Temporale
VIL-GA-020	Gavi	NV21	24 h	14/03/2017	Corso d'Opera

Il ricettore è un edificio residenziale di 2 piani f.t. localizzato in direzione Nord rispetto al cantiere di nuova viabilità NV21.



Figura 4.5.2 - Rapporto fotografico VIL-GA-020

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera
	Foglio 41 di 75

A seguire si riporta uno schema descrittivo 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). Tale parametro deve essere utilizzato per verificare la conformità degli eventi alla Norma tecnica UNI 9614:1990.

		DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq UNI 9614 [dB]		
		ASSE			ASSE		
PUNTO	DATA MISURA	X	Y	Z	X	Y	Z
VIL-GA-020	14/03/2017	35,5	35,5	38	31,3	30,8	32,1
LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE		77 dB			74 dB		

Nella pagina seguente viene riportata, per ogni 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.

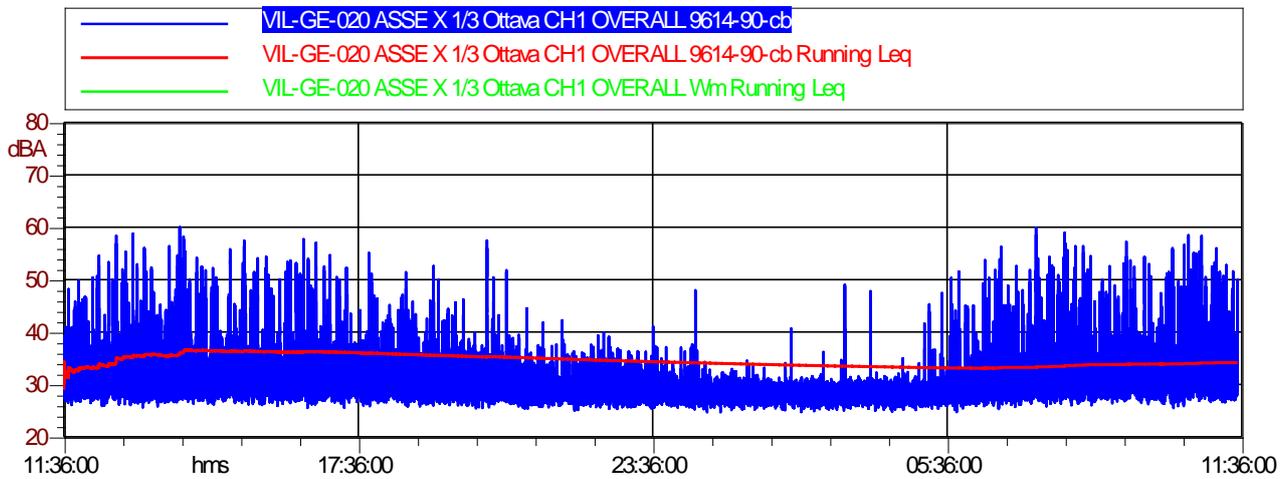


Figura 4.5.3 - Time-History Asse X VIL-GA-020

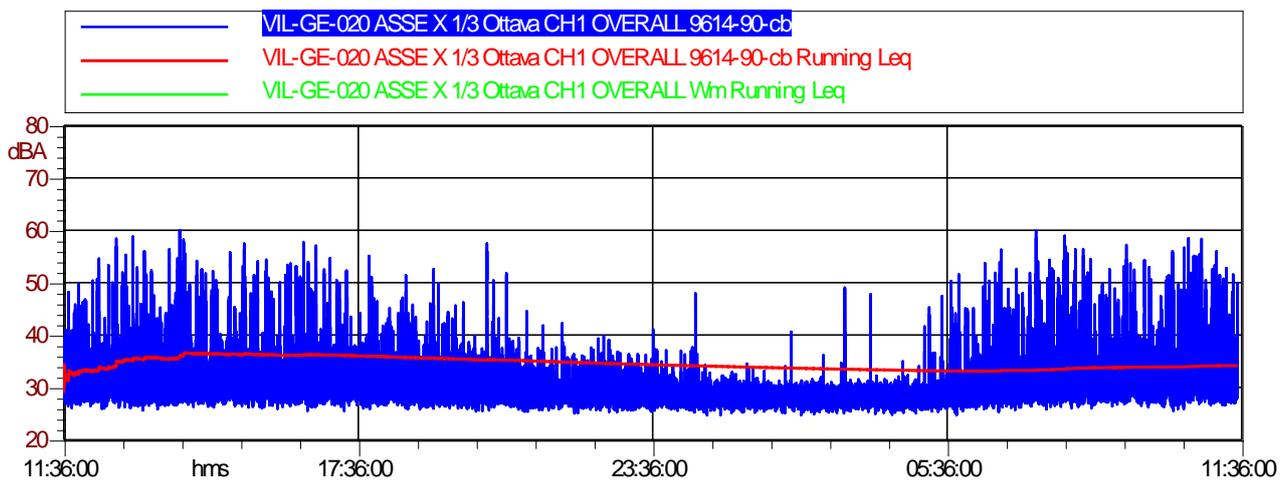


Figura 4.5.4 - Time-History Asse Y VIL-GA-020

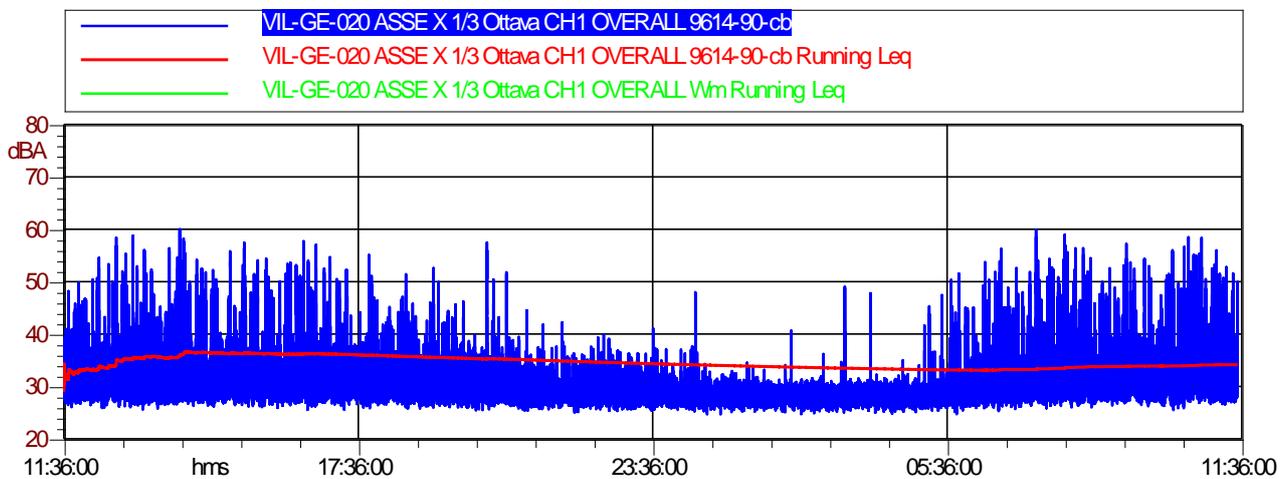


Figura 4.5.5 - Time-History Asse Z VIL-GA-020

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d’opera</p>	<p>Foglio 43 di 75</p>

Pur essendo presenti lavorazioni sulla NV21 all’altezza del ricettore oggetto di monitoraggio, la principale sorgente di vibrazione è costituita dagli eventi legati al passaggio di veicoli lungo la SP 163 che in questo tratto prende il nome di Via Serravalle con transiti di mezzi leggeri e pesanti.

Nel corso della rilevazione sono stati registrati livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza abbondantemente al di sotto della soglia di percezione sancita dalla Norma tecnica UNI 9614:1990.

4.6 NV03 – GASG – GNSD

Le WBS considerate in questo paragrafo si riferiscono all' adeguamento di via Chiaravagna e via Borzoli. Di seguito si presenta l'inquadratura delle stazioni VIL-GE-030 e VIL-GE-050 presso le quali si monitorano, per la componente vibrazioni, l'impatto delle attività lavorative inerenti le WBS considerate sui ricettori potenzialmente sensibili.



Figura 4.6.1 - Stralcio planimetrico area di indagine

Le lavorazioni oggetto del seguente paragrafo sono state monitorate attraverso i punti VIL-GE-030 e VIL-GE-050 nelle date di seguito riportate.

Punto di Misura	Comune	Cantiere/WBS indagati	Durata misure	Data Misura	Fase Temporale
VIL-GE-030	Genova	NV03-GASG-GNSD	24 h	28/02/2017	Corso d'Opera
VIL-GE-050	Genova	NV03	24 h	02/03/2017	Corso d'Opera

La stazione di monitoraggio indicata nel PMA con la codifica VIL-GE-030 è un edificio a destinazione d'uso residenziale composto da 4 piani f.t., situato in una traversa di via Chiaravagna denominata Via Panigaro, 6. Il ricettore è in affaccio su COV4 ed è interessato alle lavorazioni relative alle WBS GASG, GNSD e NV03.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera
	Foglio 45 di 75



Figura 4.6.2 - Rapporto fotografico VIL-GE-030

Il ricettore corrispondente a VIL-GE-050 è un edificio a destinazione d'uso residenziale di 3 piani f.t. situato in Via Chiaravagna. L'edificio è situato in prossimità dell'imbocco Nord della galleria di nuova viabilità NV03 in affaccio su Via Chiaravagna. A pochi metri dal ricettore scorre il torrente Chiaravagna.



Figura 4.6.3 - Rapporto fotografico VIL-GE-050

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). 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.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera

Foglio
46 di 75

		DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq UNI 9614 [dB]		
		ASSE			ASSE		
PUNTO	DATA MISURA	X	Y	Z	X	Y	Z
VIL-GE-030	28/02/2017						
LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE		77 dB			74 dB		

		DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq UNI 9614 [dB]		
		ASSE			ASSE		
PUNTO	DATA MISURA	X	Y	Z	X	Y	Z
VIL-GE-050	02/03/2017						
LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE		77 dB			74 dB		

Viene nel seguito riportata, per ogni canale (asse) della terna accelerometrica, la time-history del valore dell'accelerazione ponderata con il filtro per assi combinati UNI9614, e l'andamento del Running Leq che rappresenta il parametro da confrontare con i limiti normativi.

VIL-GE-030

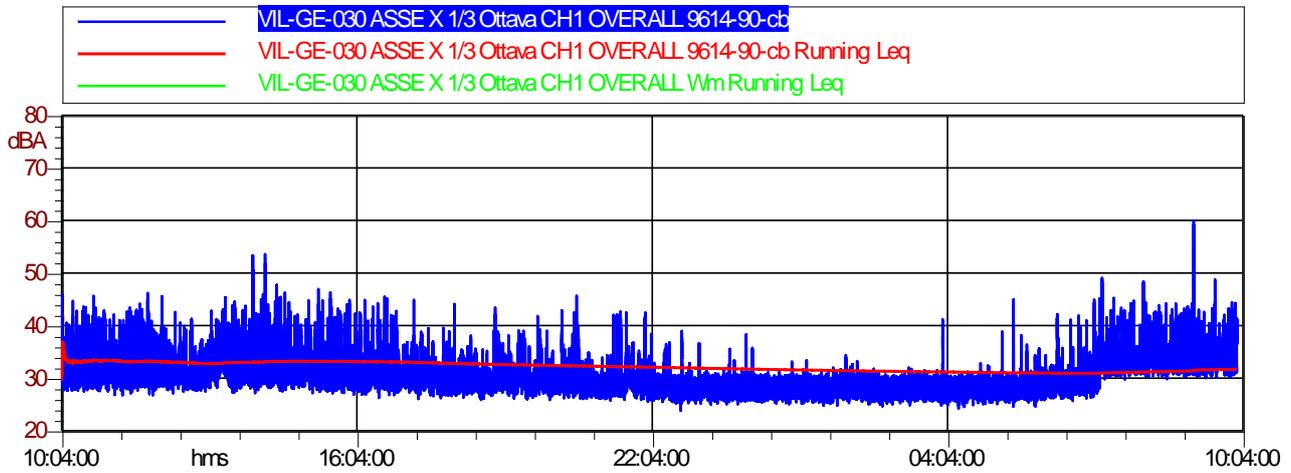


Figura 4.6.4 - Time history Asse X VIL-GE-030

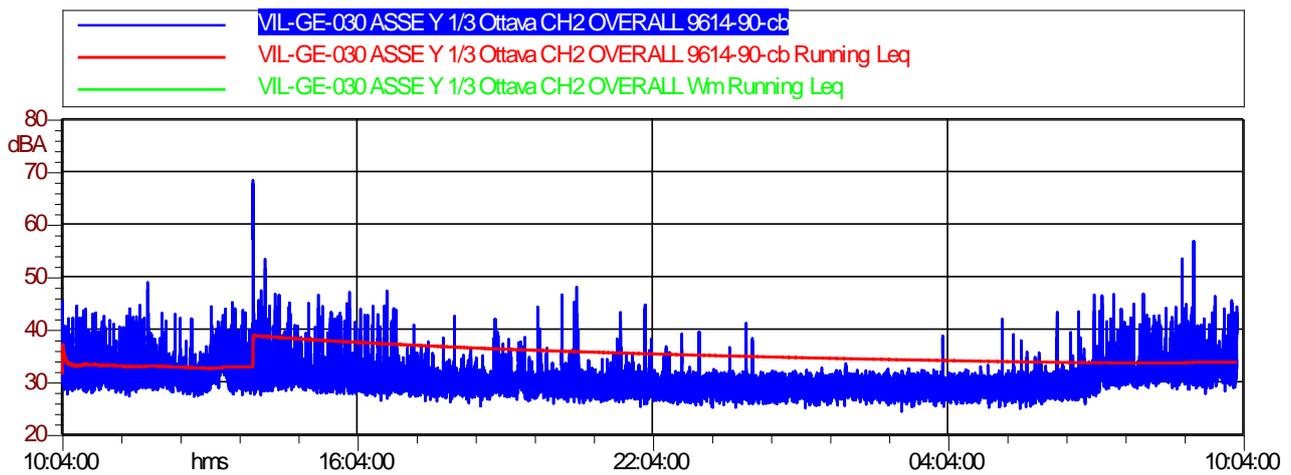


Figura 4.6.5 - Time history Asse Y VIL-GE-030

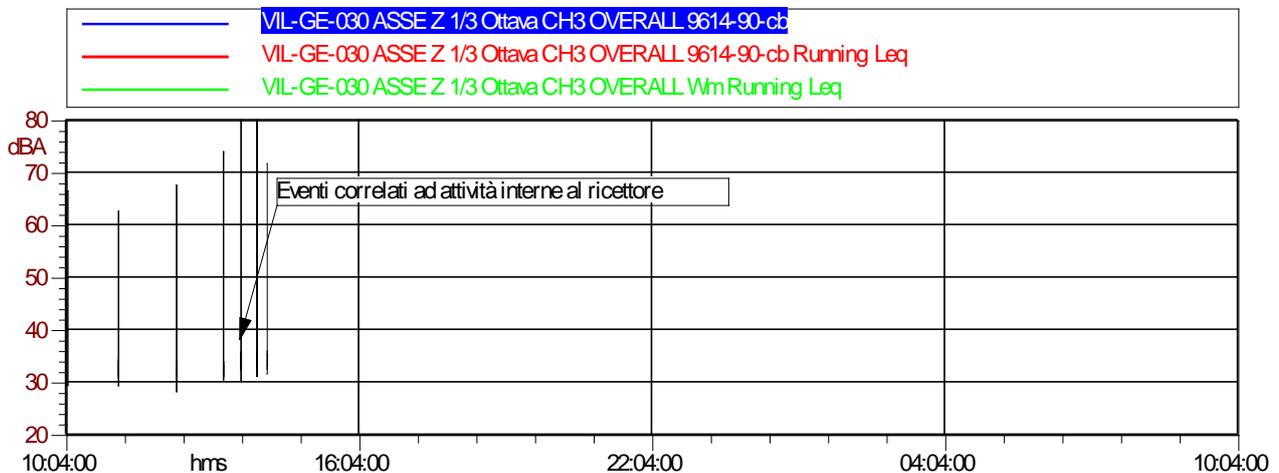


Figura 4.6.6 - Time history Asse Z VIL-GE-030

VIL-GE-050

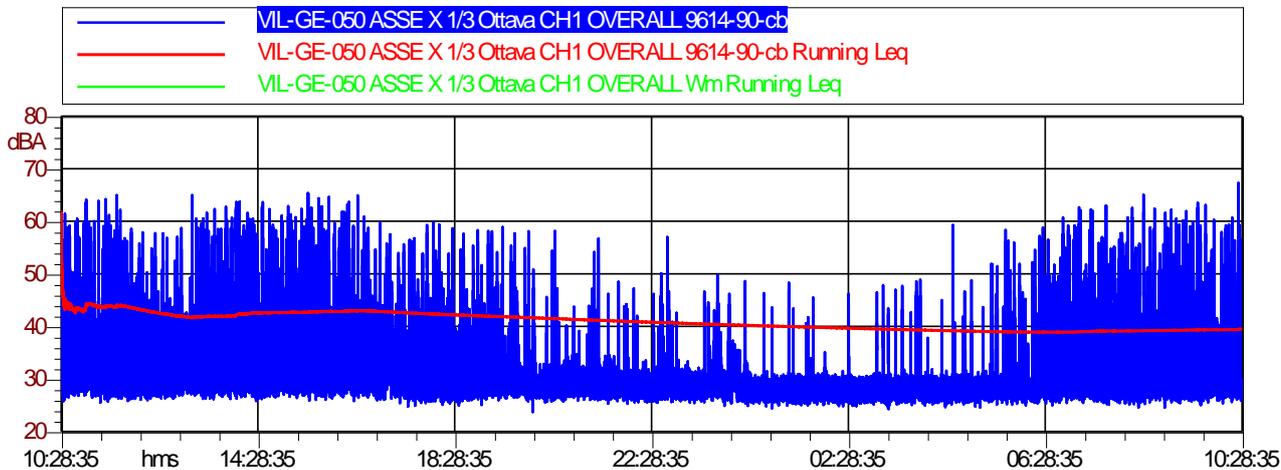


Figura 4.6.7 - Time history Asse X VIL-GE-050

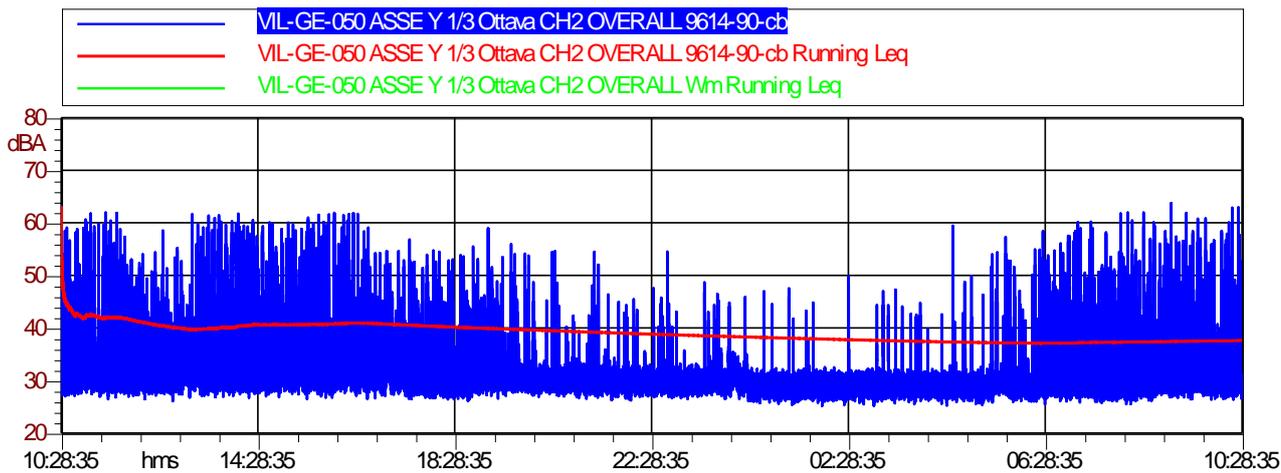


Figura 4.6.8 - Time history Asse Y VIL-GE-050

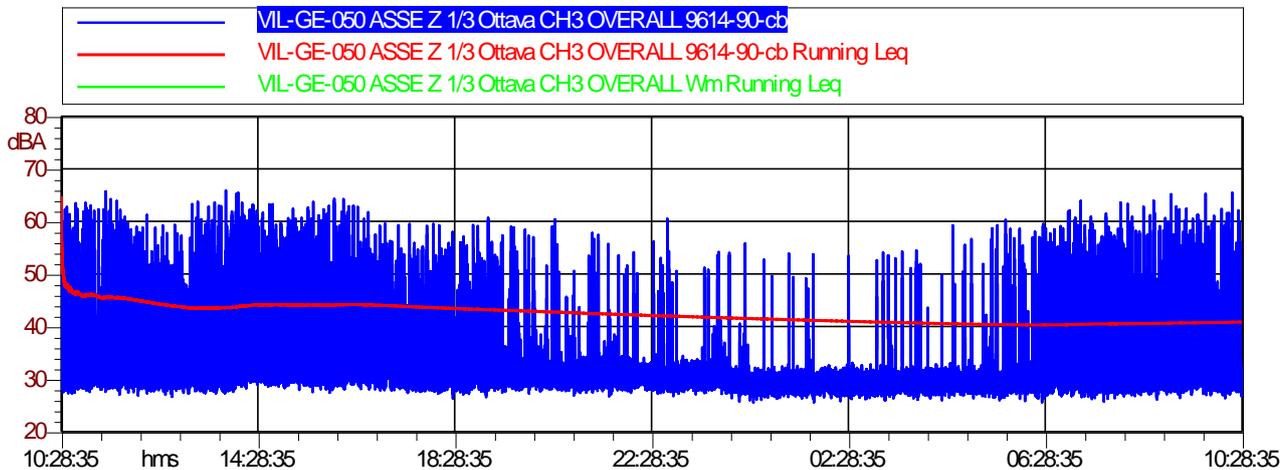


Figura 4.6.9 - Time history Asse Z VIL-GE-050

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera
	Foglio 49 di 75

4.7 NV07

La WBS indicata nel PMA con la sigla NV07 ha quale oggetto l'adeguamento del nodo di Pontedecimo.

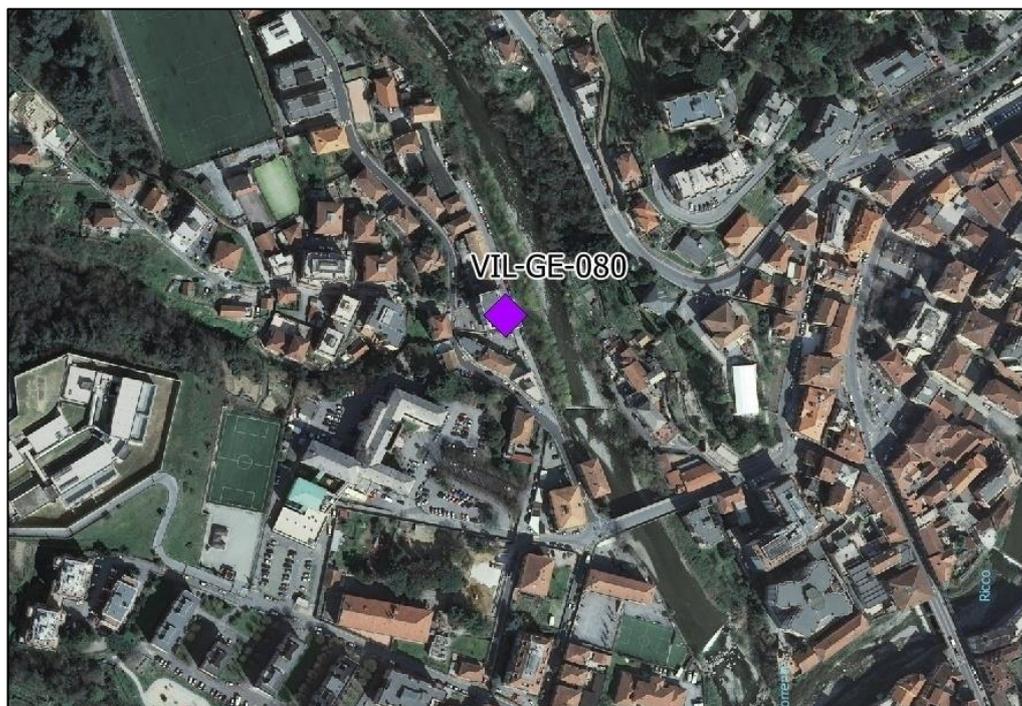


Figura 4.7.1 - Stralcio planimetrico area di indagine

L'intervento in oggetto è stato monitorato attraverso una rilevazione vibrometrica eseguita nel mese di febbraio 2017 nel punto indicato nel PMA con la codifica VILGE-080.

Punto di Misura	Comune	Cantiere/WBS indagati	Durata misure	Data Misura	Fase Temporale
VIL-GE-080	Genova	Nv07	24 h	22/02/2017	Corso d'Opera

Il ricettore è un edificio residenziale di 5 piani f.t. localizzato in direzione Nord-Ovest dal cantiere di nuova viabilità identificato con la WBS NV07.

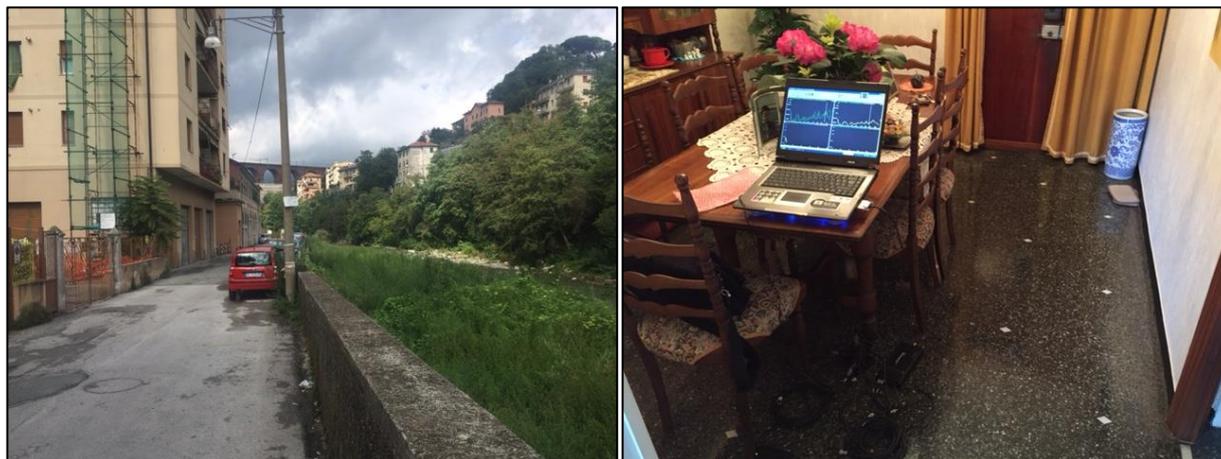


Figura 4.7.2 - Rapporto fotografico VIL-GE-080

A seguire si riporta uno schema descrittivo 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). Tale parametro deve essere utilizzato per verificare la conformità degli eventi alla Norma tecnica UNI 9614:1990.

PUNTO	DATA MISURA	DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq UNI 9614 [dB]		
		ASSE			ASSE		
		X	Y	Z	X	Y	Z
VIL-GE-080	22/02/2017	40.2	39.0	36.9	34.7	34.1	32.5
LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE		77 dB			74 dB		

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 UNI 9614 e l'andamento del Running Leq.

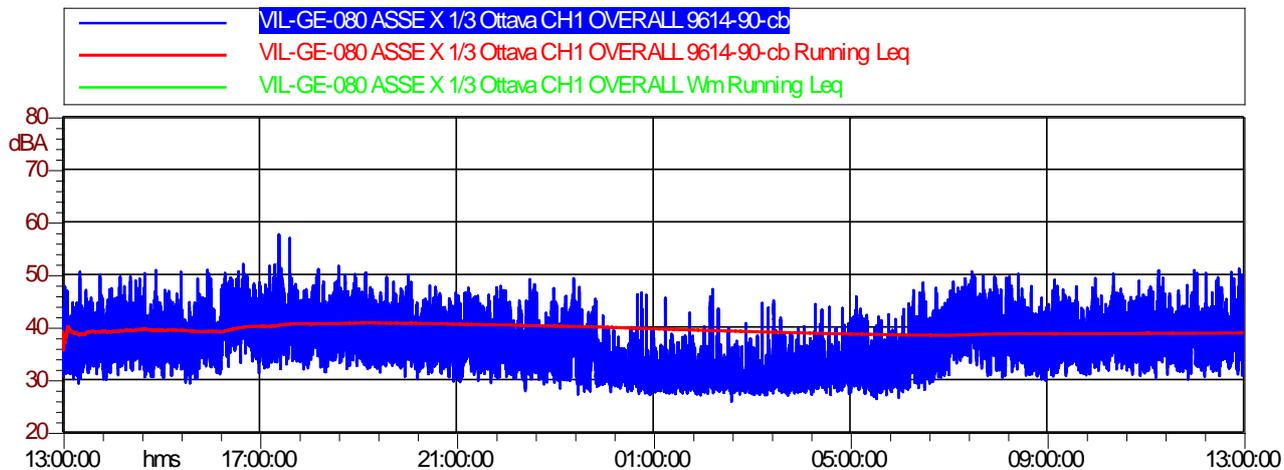


Figura 4.7.3 - Time history Asse X VIL-GE-080

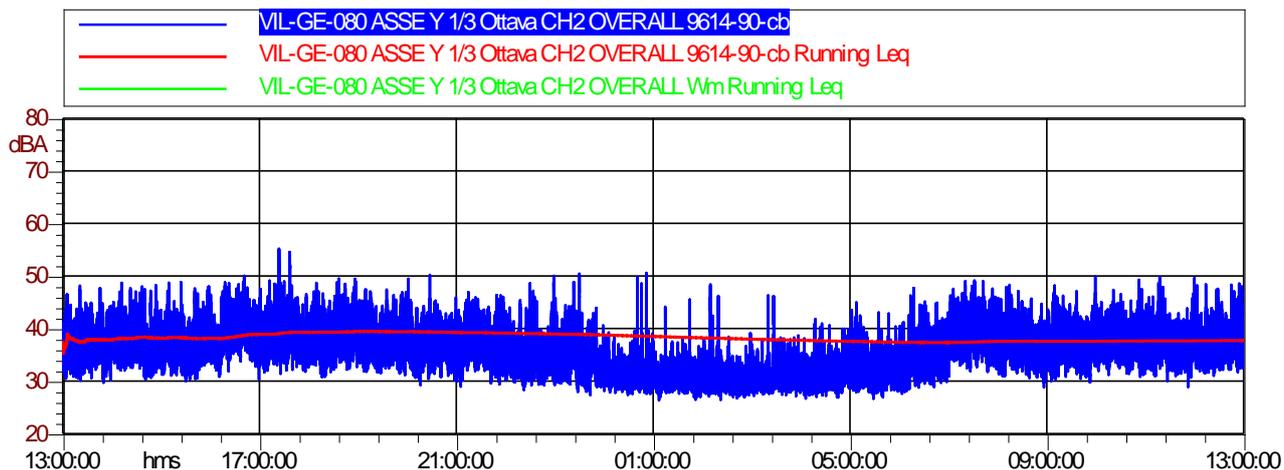


Figura 4.7.4 - Time history Asse Y VIL-GE-080

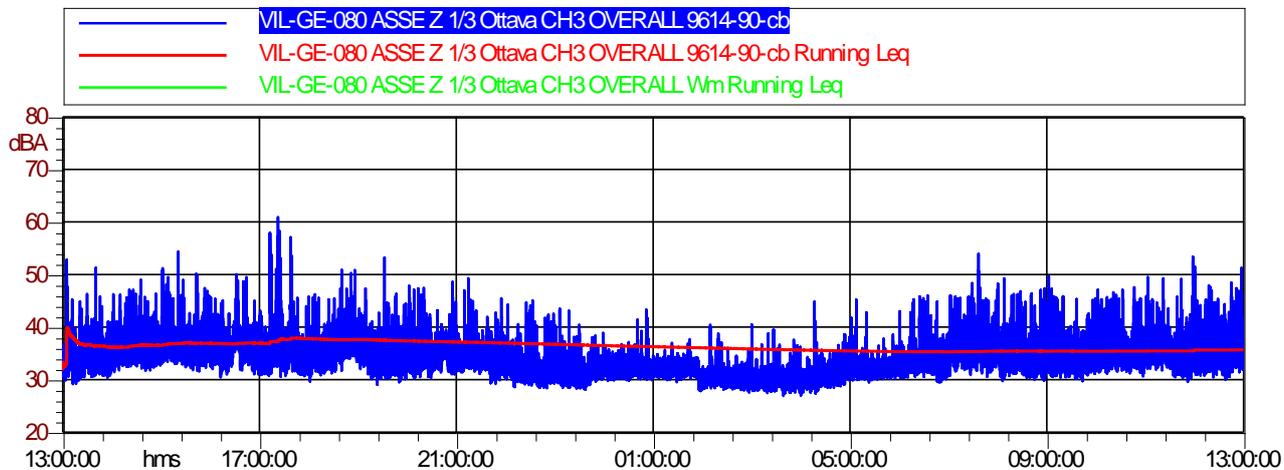


Figura 4.7.5 - Time history Asse Z VIL-GE-080

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera</p>	<p>Foglio 52 di 75</p>

La principale sorgente di vibrazione è costituita dagli eventi legati al passaggio di veicoli lungo Via Pieve di Cadore con transiti di mezzi leggeri e pesanti

Nel corso della rilevazione sono stati registrati livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza abbondantemente al di sotto della soglia di percezione sancita dalla Norma tecnica UNI 9614:1990.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d’opera	Foglio 53 di 75

5 DISCUSSIONE DEI RISULTATI

Lo scopo di questo capitolo è quello di analizzare i risultati delle misurazioni eseguite nel periodo gennaio-maggio 2017, confrontando i risultati delle misurazioni eseguite in fase di Corso d’Opera con quelli ottenuti dalla rilevazione di Ante Operam e dalle precedenti campagne di Corso d’Opera. Tale approccio consentirà di ottenere un quadro dell’evoluzione dei livelli di accelerazione registrati presso i recettori, e di quantificare e caratterizzare l’impatto delle lavorazioni per la Tratta AV/AC Terzo Valico dei Giovi sul clima vibrazionale delle aree indagate. L’analisi verrà condotta in base alle *Work Breakdown Structure* (WBS) oggetto di indagine.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera
	Foglio 54 di 75

5.1 CA20B/COP4 - 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/COP4, 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".

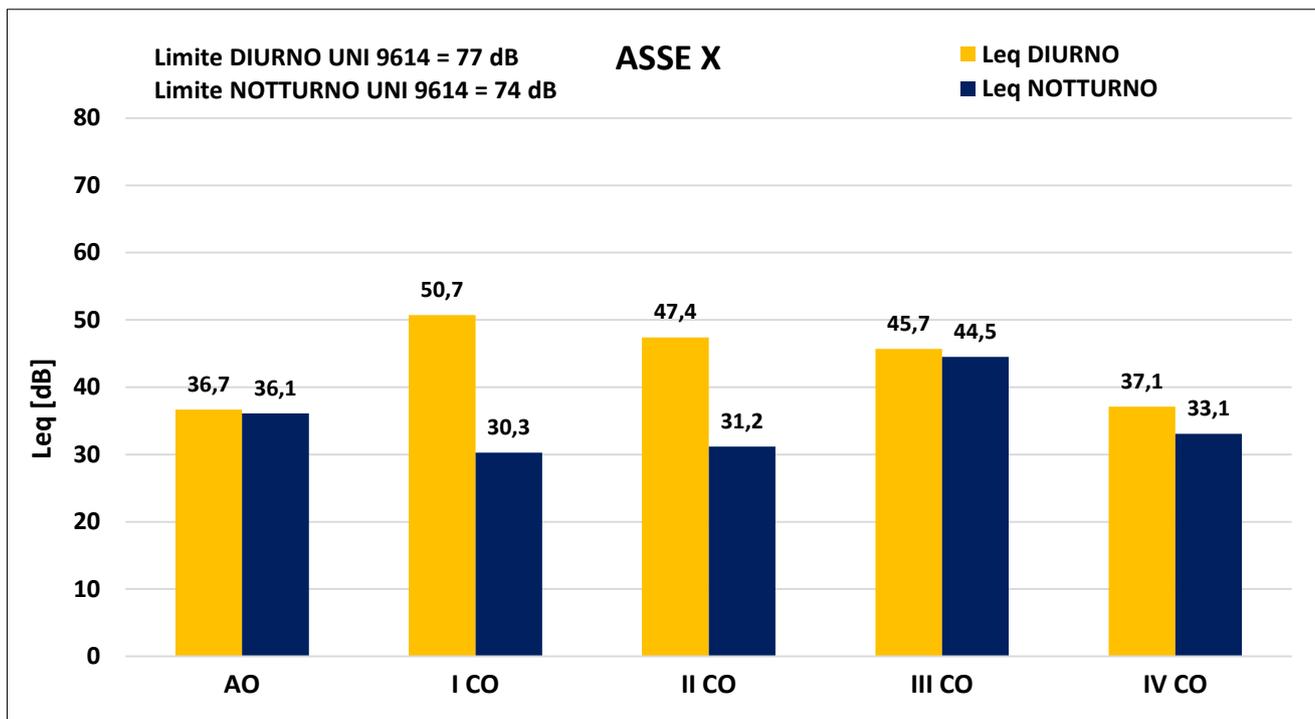
VIC-AR-010		DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq UNI 9614 [dB]		
		ASSE			ASSE		
FASE	DATA MISURA	X	Y	Z	X	Y	Z
AO	20/06/2012	36,7	36,3	41,9	36,1	35,6	39,9
I CO	01/04/2015	50,7	53,9	57,0	30,3	31,7	30,6
II CO	20/04/2016	47,4	48,3	47,9	31,2	32,6	32,5
III CO	03/10/2016	45,7	46,2	40,9	44,5	46,0	39,0
IV CO	07/03/2017	37,1	36,0	35,2	33,1	32,6	31,5
LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE		77 dB			74 dB		

VIC-AR-020		DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq 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
V CO	13/02/2017	42,7	40,6	35,6	36,5	37	34,4
LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE		77 dB			74 dB		

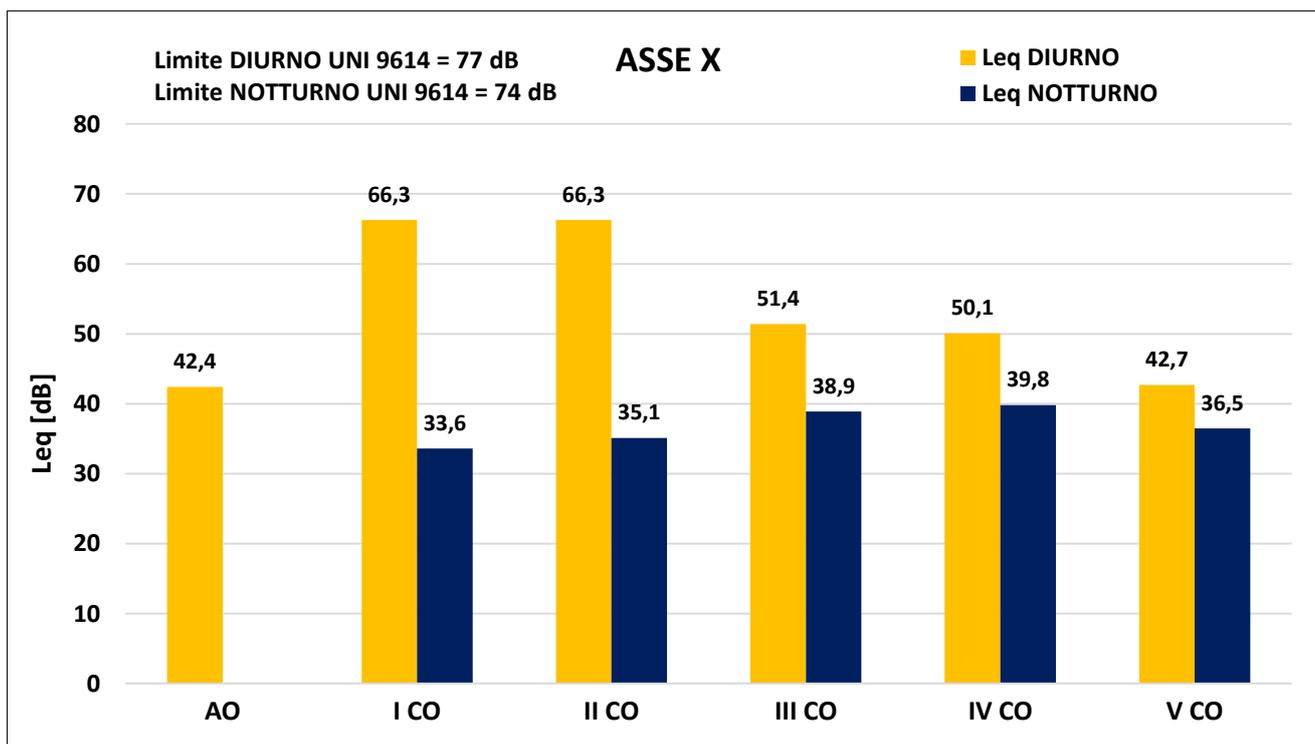
Per entrambi i punti di monitoraggio considerati, i livelli di accelerazione ponderata in frequenza rilevati nella campagna di Corso d'Operam del 2017 sono assimilabili, e in più casi inferiori, a quelli riscontrati in Ante Operam. Non si evidenziano quindi impatti da parte del cantiere sotto osservazione e si rispettano pienamente i limiti sanciti dall'UNI 9614 (che sono comunque stati rispettati durante tutto il periodo monitorato).

Di seguito si riporta 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



VIC-AR-020



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera
	Foglio 56 di 75

5.2 CA18/COP2 – CA29/CSP1 – NV22

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 in quelle 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		DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq 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
VII CO	03/04/2017	29,9	30,0	30,3	30,1	30,2	30,4
LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE		77 dB			74 dB		

VIC-FR-030		DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO 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
V CO	06/04/2017	29,4	31	30,2	29	29,6	29,5
LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE		77 dB			74 dB		

Per quanto riguarda il punto di misura VIC-FR-020, anche per la campagna del 2017 si rilevano livelli di accelerazione ponderata in frequenza lungo tutti gli assi di propagazione più bassi nelle campagne di Corso d'Opera rispetto ai valori riscontrati in Ante Operam, e in generale molto simili tra loro. In particolare i valori di Leq diurno sono risultati i più bassi finora registrati. In generale, i

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d’opera	Foglio 57 di 75

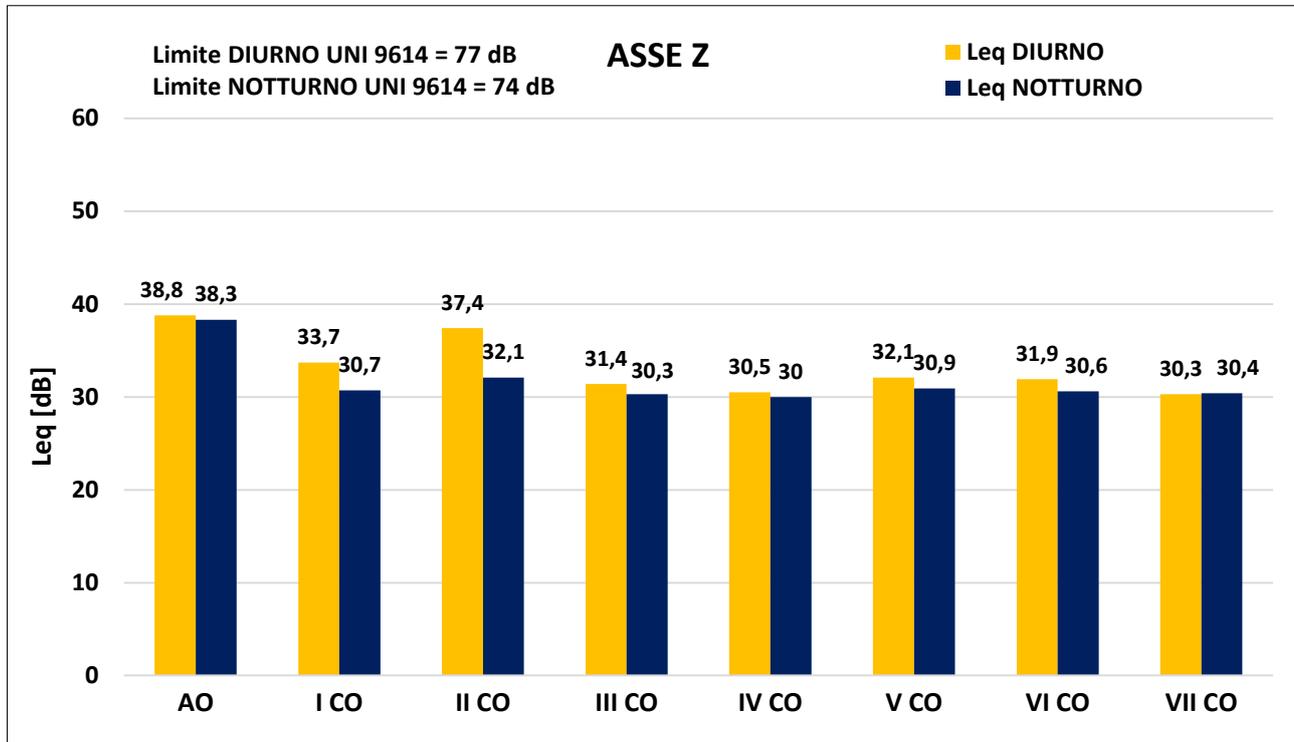
livelli di accelerazione ponderata rilevati nel corso delle varie campagne di Corso d’Opera, compresa quella eseguita nel 2017, sono risultati molto simili tra loro.

Analogamente, per il punto di misura VIC-FR-030 i valori rilevati sono nel 2017 sono molto simili a quelli riscontrati in Ante Operam e tra i più bassi del Corso d’Opera.

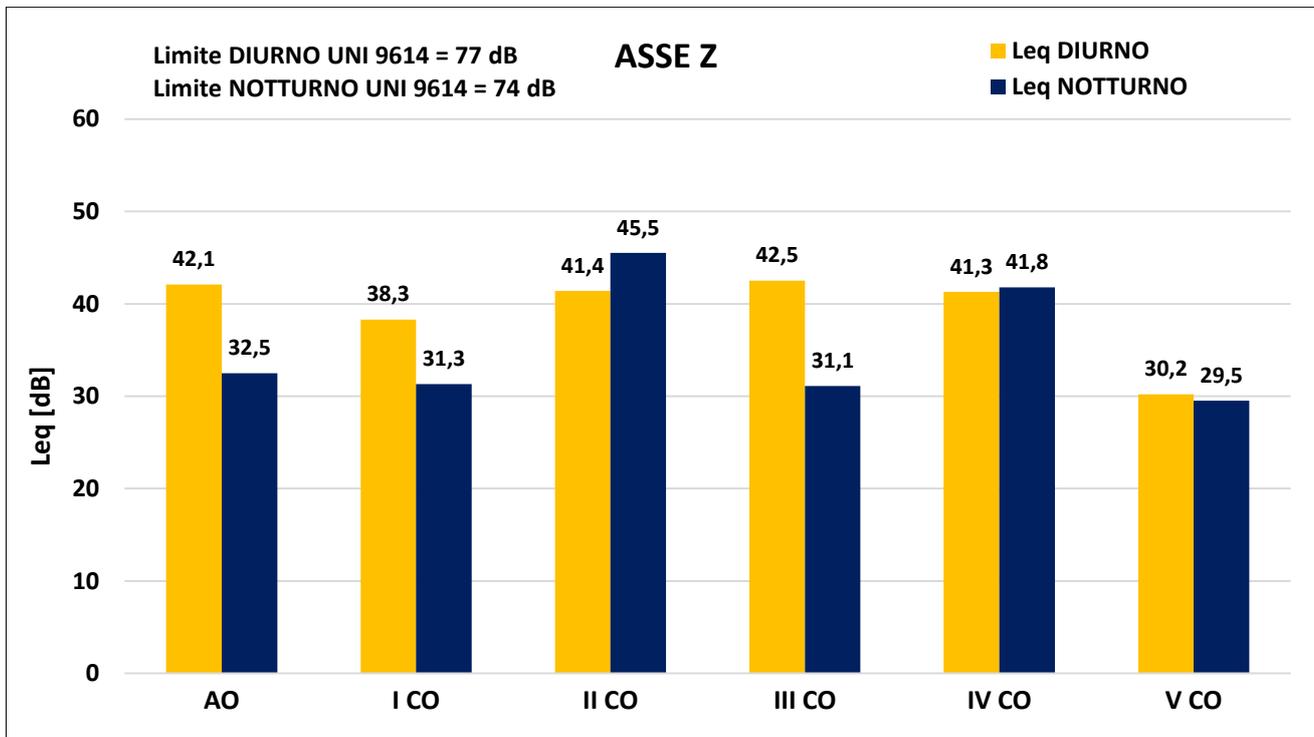
Si può quindi affermare che le attività lavorative svolte nell’area di cantiere sotto osservazione non hanno avuto un impatto tale da provocare un degrado dello scenario vibrazionale ed eventuali commenti avversi alla sorgente da parte della popolazione esposta.

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 sia per il periodo di riferimento diurno che per quello notturno.

VIC-FR-020



VIC-FR-030



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera
	Foglio 59 di 75

5.3 CA14/COL2 – TR11 – GA1A – GN11

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 Ante Operam e Corso d'Opera. 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".

VIL-GE-060		DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq 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
VIII CO	20/03/2017	33,3	34,5	36,2	30,1	31,1	30,5
LIMITI UNI 9614 AREE CRITICHE		71 dB			71dB		

VIL-GE-070		DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq 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
VIII CO	08/03/2017	35,8	37	42,2	32,3	32,7	40,5
LIMITI UNI 9614 AREE CRITICHE		71 dB			71 dB		

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera		Foglio 60 di 75

VIC-GE-500		DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq 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
V CO	19/01/2017	29,3	30	30,8	28,4	29,2	29,7
LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE		77 dB			74 dB		

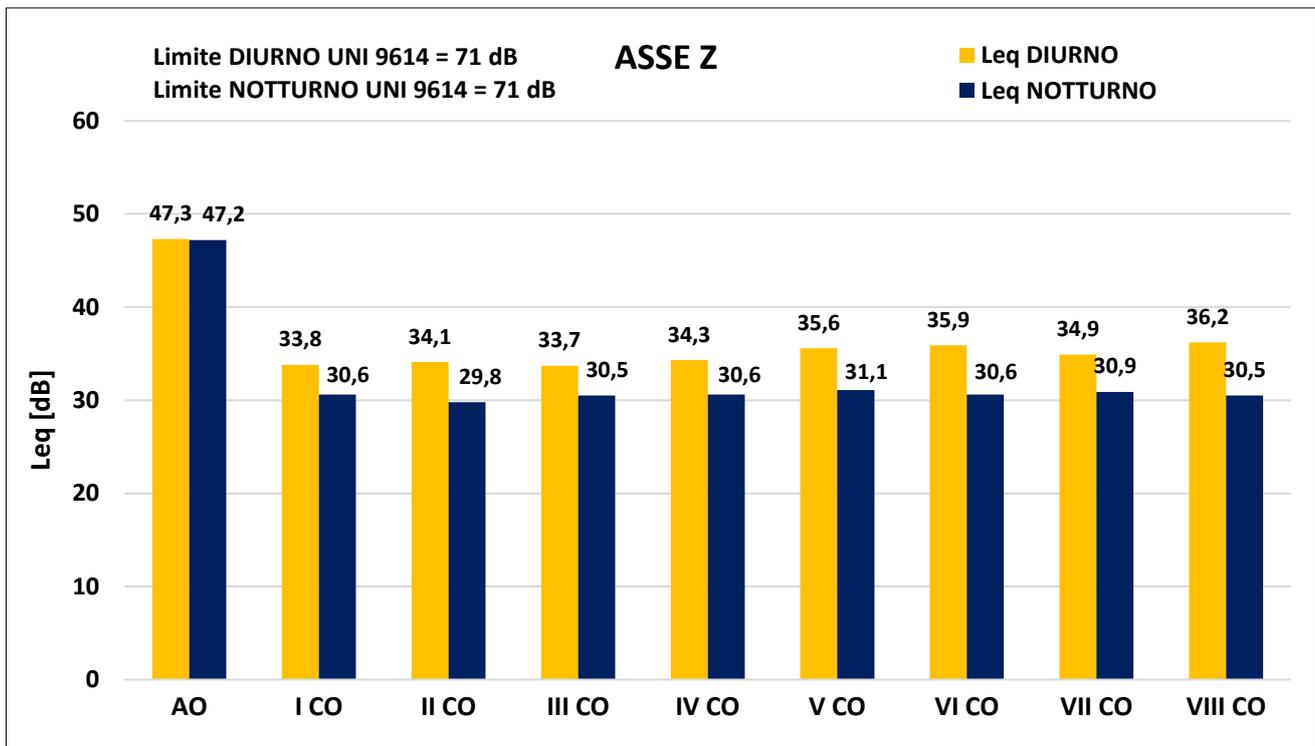
VIL-GE-500		DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq UNI 9614 [dB]		
		ASSE			ASSE		
FASE	DATA MISURA	X	Y	Z	X	Y	Z
I CO	25/03/2015	31,0	31,4	31,1	29,5	30,6	29,9
II CO	22/09/2015	30,3	32,0	31,0	29,9	31,0	30,2
III CO	30/03/2016	29,9	31,0	30,5	28,6	29,8	29,6
IV CO	26/07/2016	37,0	34,6	39,1	36,7	34,2	38,5
V CO	17/01/2017	30	30,9	30,6	29,1	29,9	29,9
LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE		77 dB			74 dB		

I livelli di accelerazione ponderata in frequenza rilevati nel corso delle misurazioni eseguite presso le stazioni di monitoraggio VIL-GE-060 e VIL-GE-070 sono influenzati dalle attività condotte all'interno delle strutture monitorate e dal passaggio dei treni lungo la vicina linea Milano-Genova.

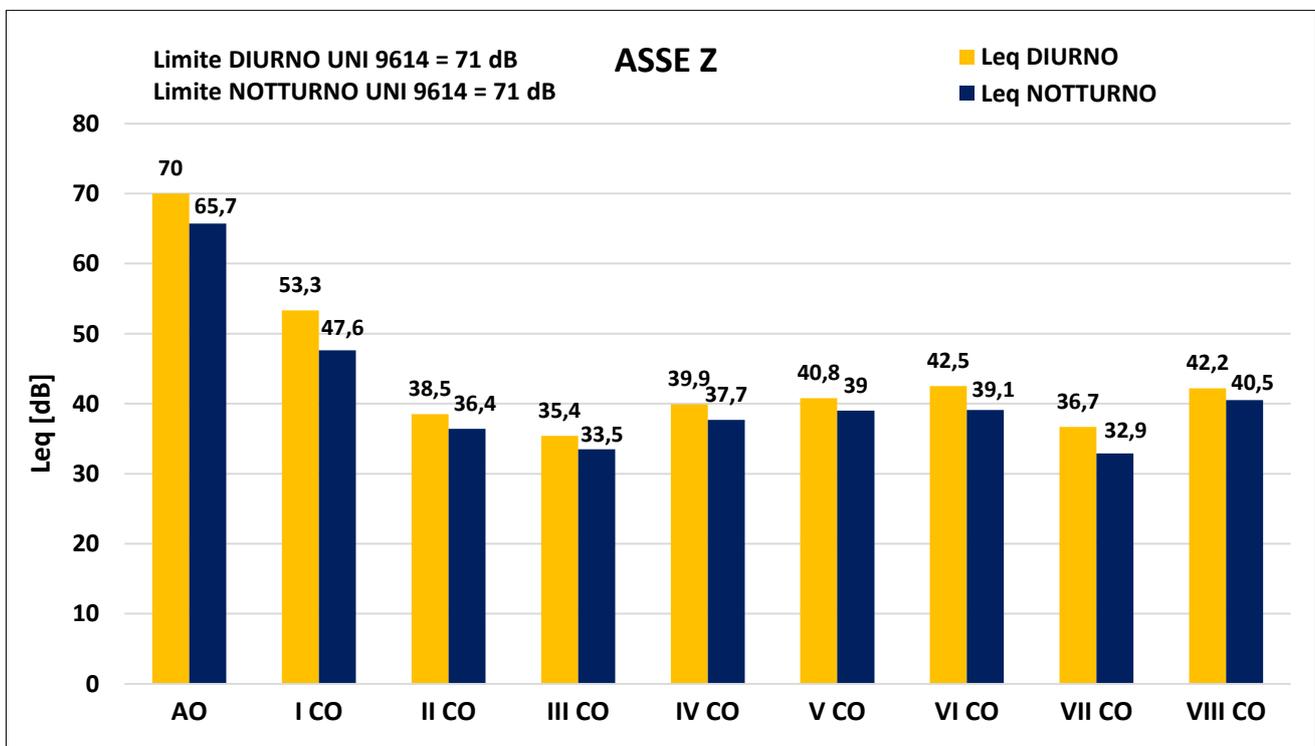
Da uno studio dei risultati ottenuti dalla misura Ante Operam e dalle Campagne di Corso d'Opera, si evince che i livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza rilevati in fase di Corso d'Opera hanno subito un netto abbassamento lungo tutti gli assi di riferimento rispetto alla misura di Ante Operam. Il clima vibrazionale rilevato nella campagna di monitoraggio effettuata nell'anno 2017 ha mostrato livelli di accelerazione modesti e in 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.

VIL-GE-060

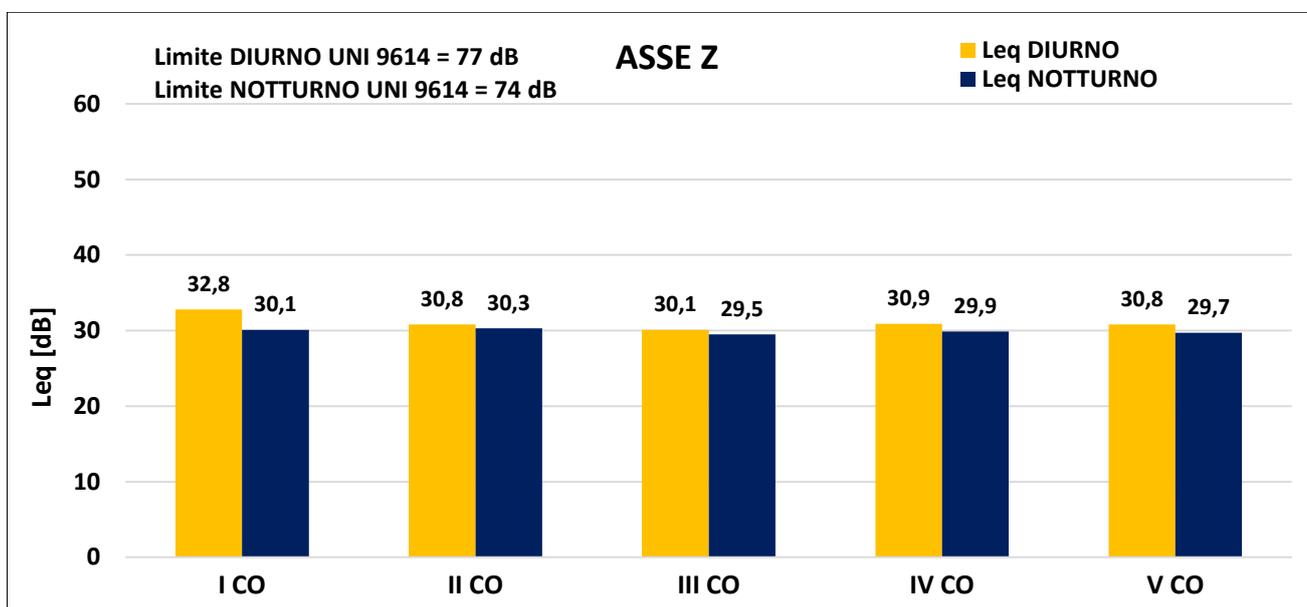


VIL-GE-070

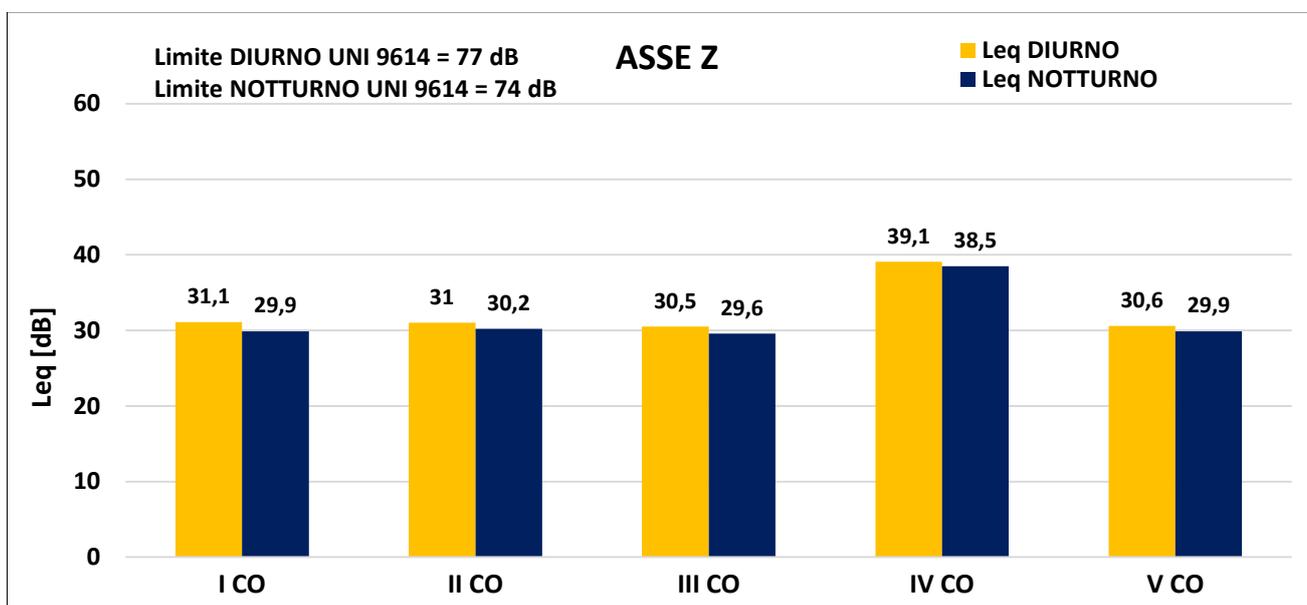


Per le stazioni di monitoraggio VIC-GE-50 e VIL-GE-500 non sono disponibili misurazioni in fase di Ante Operam. Pertanto non è possibile effettuare un confronto diretto con i livelli di accelerazione antecedenti l'inizio delle attività sotto osservazione. Tuttavia, i livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza rilevati nella misurazione effettuata nel 2017 sono risultati dello stesso ordine di grandezza delle misure precedentemente eseguite e soprattutto abbondantemente al di sotto della soglia di percezione vibrotattile stabilita dalla Norma UNI 9614:1990, come rappresentato nei grafici sottostanti.

VIC-GE-500



VIL-GE-500



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera
	Foglio 63 di 75

Per un confronto indicativo con la situazione Ante Operam si possono utilizzare i risultati della misurazione di Ante Operam – Lotto 2 riferiti alla stazione VIF-GE-500, monitorata nel mese di Gennaio 2014 presso lo stesso edificio in cui è stata eseguita la misurazione per VIL-GE-500.

PUNTO	DATA	FASE	DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq UNI 9614 [dB]		
			ASSE			ASSE		
			X	Y	Z	X	Y	Z
VIF-GE-500	13/01/2014	Ante Operam	31,0	31,4	31,1	29,5	30,6	29,9
LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE			77 dB			74dB		

Tale misurazione conferma il clima vibrazionale rilevato in occasione delle rilevazioni VIC-GE-500 e VIL-GE-500.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera

Foglio
64 di 75

5.4 NV08

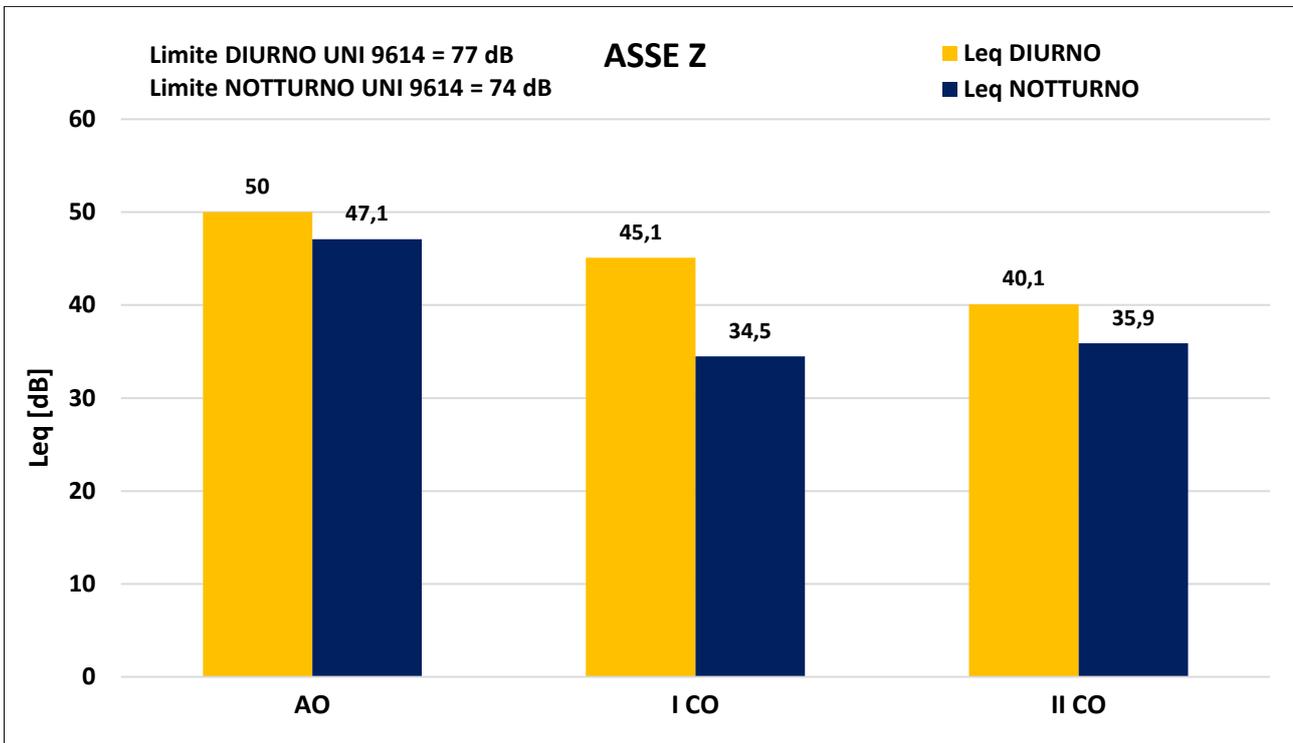
La misurazione eseguita in fase di Corso d'Opera anno 2017 presso la stazione di monitoraggio VIL-CM-010 ha avuto la finalità di determinare i livelli vibrometrici indotti dalle opere afferenti alla WBS denominata NV08, e al conseguente studio dello sviluppo del clima vibrazionale dell'area indagata.

A tale scopo si riporta il prospetto dettagliato 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 delle campagne di Corso d'Opera e i livelli di accelerazione giornalieri registrati nel corso della rilevazione eseguita in fase di Ante Operam.

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-CM-010		DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq UNI 9614 [dB]		
		ASSE			ASSE		
FASE	DATA MISURA	X	Y	Z	X	Y	Z
AO	24/07/2012	48,5	52,5	50,0	48,5	48,4	47,1
I CO	20/09/2016	35,2	33,0	45,1	28,9	30,0	34,5
II CO	15/02/2017	31,8	33,2	40,1	28,9	29,8	35,9
LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE		77 dB			74 dB		

I livelli equivalenti di accelerazione rilevati nel corso delle misurazioni eseguite in fase di Corso d'Opera anno 2017 sono risultati in linea con quelli registrati nella precedente campagna CO, ed inferiori a quelli registrati nel periodo antecedente l'inizio delle attività lavorative. Si riportano di seguito i Leq registrati lungo l'asse maggiormente sollecitato (asse Z). Il decremento registrato è imputabile ad attività interne al ricettore meno impattanti.



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera
	Foglio 66 di 75

5.5 NV21

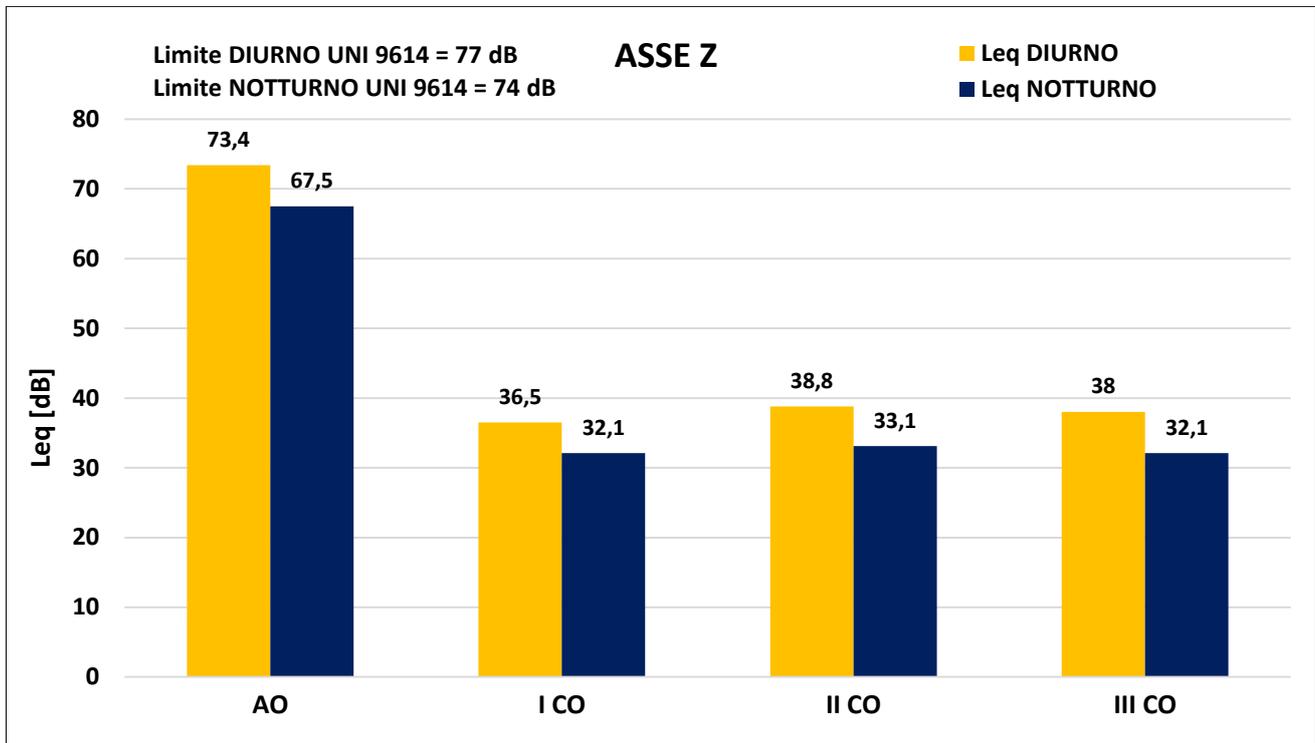
La misurazione eseguita in fase di Corso d'Opera presso la stazione di monitoraggio VIL-GA-020 ha avuto la finalità di determinare i livelli vibrometrici indotti dalle opere afferenti alla WBS denominata NV21, e al conseguente studio dello sviluppo del clima vibrazionale dell'area indagata.

A tale scopo si riporta il prospetto dettagliato 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 delle campagne di Corso d'Opera e i livelli di accelerazione giornalieri registrati nel corso della rilevazione eseguita in fase di Ante Operam.

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-GA-020		DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq UNI 9614 [dB]		
		ASSE			ASSE		
FASE	DATA MISURA	X	Y	Z	X	Y	Z
AO	21/06/2012	52,5	50,5	73,4	53,8	50,2	67,5
I CO	21/04/2016	32,6	34,5	36,5	29,1	30,5	32,1
II CO	12/10/2016	34,2	35,0	38,8	29,1	30,2	33,1
III CO	14/03/2017	35,5	35,5	38	31,3	30,8	32,1
LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE		77 dB			74 dB		

Il clima vibrazionale rilevato nella prima parte del 2017 è assimilabile a quello determinato nelle precedenti campagne CO, ed è caratterizzato da livelli di accelerazione ponderata in frequenza largamente al di sotto sia della soglia di percezione vibro tattile stabilita dalla Norma UNI 9614:1990, sia dei valori registrati durante la campagna di misura effettuata in Ante Operam. Di seguito si riportano in forma grafica i valori di Leq registrati lungo l'asse Z durante le campagne eseguite.



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera
	Foglio 68 di 75

5.6 NV03 – GASG – GNSD

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 Ante Operam e Corso d'Opera.

VIL-GE-030		DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq UNI 9614 [dB]		
		ASSE			ASSE		
FASE	DATA MISURA	X	Y	Z	X	Y	Z
AO	24/10/2016	31,7	32,1	32,6	28,4	29,3	29,6
I CO	28/02/2017	32.9	32.5	33.4	28.7	29.2	29.5
LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE		77 dB			74 dB		

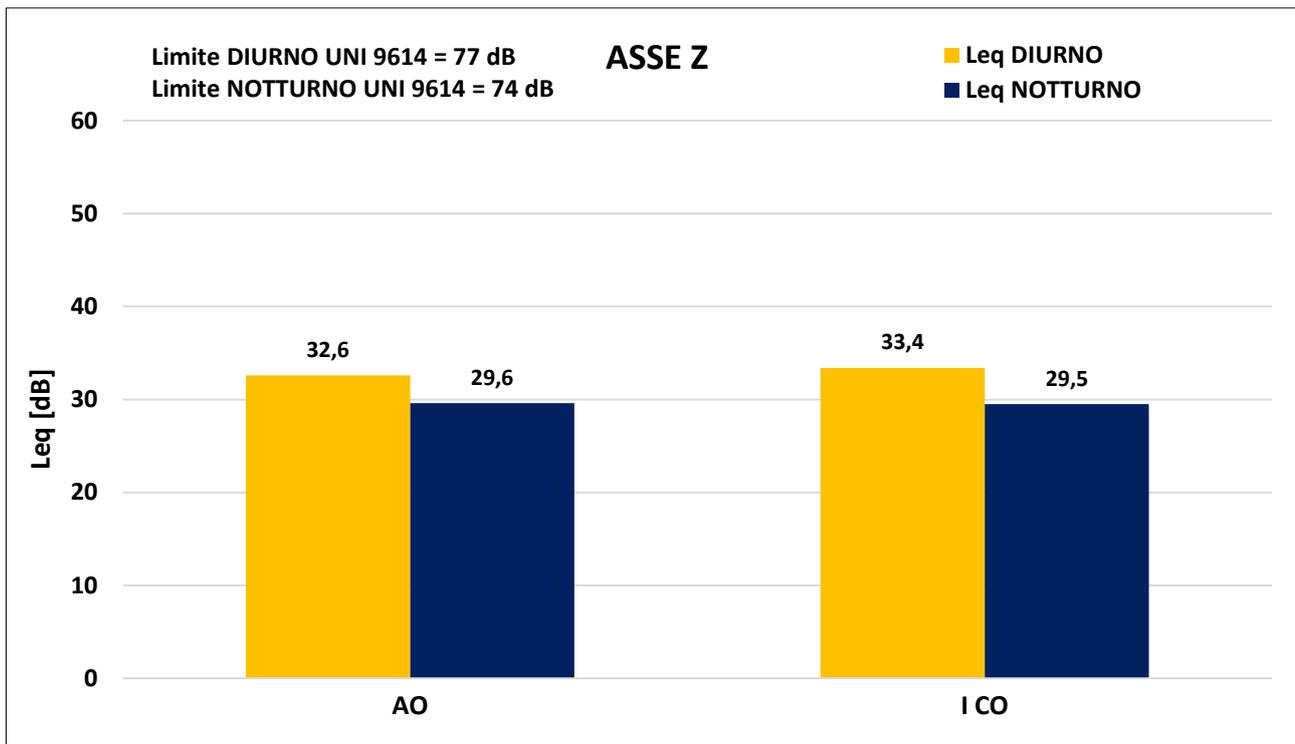
VIL-GE-050		DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq UNI 9614 [dB]		
		ASSE			ASSE		
FASE	DATA MISURA	X	Y	Z	X	Y	Z
AO	02/12/2013	42,9	39,8	40,7	34,9	32,1	32,7
I CO	02/03/2017	41.2	39.3	42.4	32.6	32.0	35.2
LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE		77 dB			74 dB		

Per entrambi i punti di monitoraggio considerati, i livelli di accelerazione ponderata in frequenza rilevati nella campagna di Corso d'Operam del 2017 sono assimilabili a quelli riscontrati in Ante Operam. Nello specifico, per il punto di misura VIL-GE-030 la sorgente primaria di vibrazioni è rappresentata dal traffico veicolare lungo Via Chiaravagna, caratterizzato dal transito continuo in entrambi i sensi sia di mezzi leggeri e pesanti. Analogamente, il clima vibrazionale presso VIL-GE-050 risulta essere alquanto modesto e dominato dagli eventi legati al passaggio di mezzi veicolari lungo Via Chiaravagna.

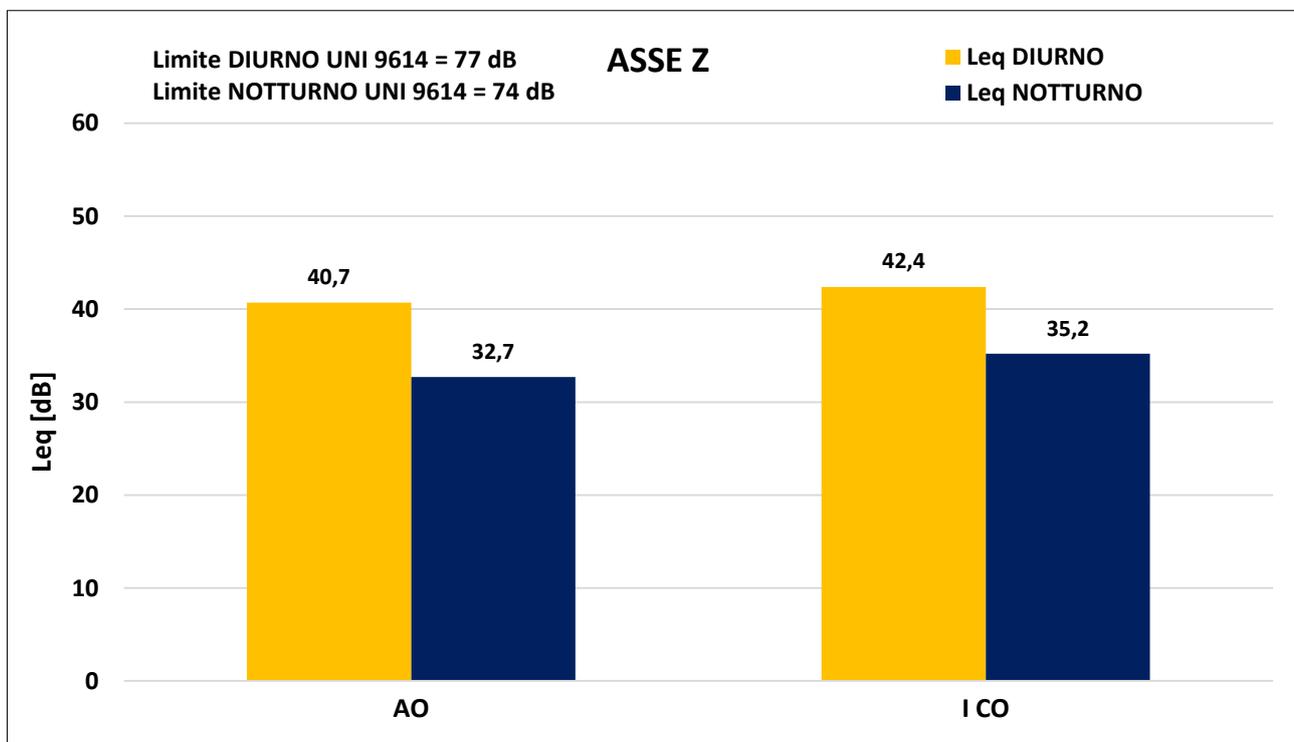
I valori di accelerazione ponderata in frequenza registrati nel corso delle due rilevazioni sono risultati largamente inferiori ai limiti fissati dalla Norma tecnica UNI 9614:1990 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo" per edifici a destinazione d'uso residenziale (pari a 77 dB per il periodo Diurno e 74 dB per il periodo Notturno).

Si riporta nei grafici seguenti 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.

VIL-GE-030



VIL-GE-050



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d'opera

Foglio
70 di 75

5.7 NV07

La misurazione eseguita presso la stazione di monitoraggio VIL-GE-080 ha avuto quale finalità la determinazione dei livelli vibrometrici indotti dalle opere afferenti alla WBS denominata NV07, e al conseguente studio dello sviluppo del clima vibrazionale dell'area indagata.

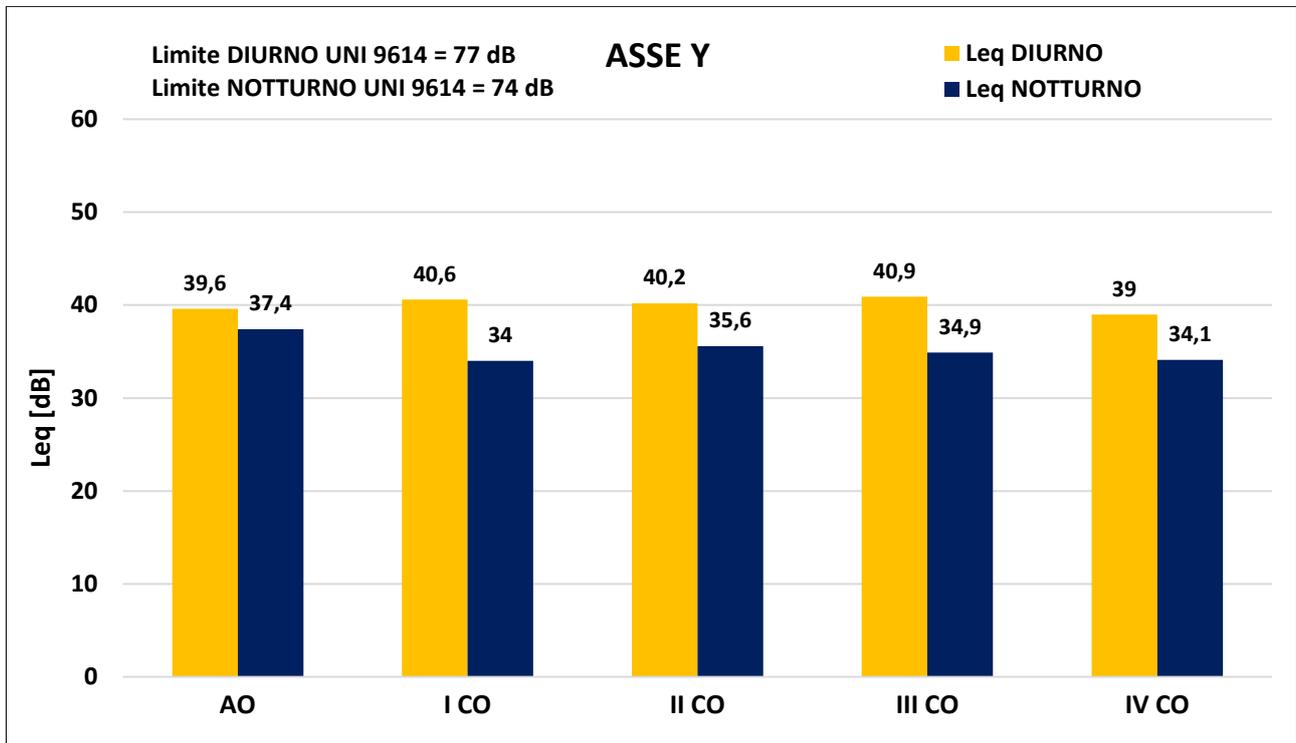
A tale scopo si riporta il prospetto dettagliato dei livelli di accelerazione ponderata in frequenza secondo la pesatura per assi combinati (Leq_UNI9614-90-cb) sia per il periodo di riferimento diurno (07.00 – 22.00) che per quello notturno (22.00 – 07.00) rilevati nel corso della campagna di Corso d'Opera 2017 e i livelli di accelerazione giornalieri registrati nel corso della rilevazione eseguita in fase di Ante Operam.

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-080		DIURNO Leq UNI 9614 [dB]			NOTTURNO Leq UNI 9614 [dB]		
		ASSE			ASSE		
FASE	DATA MISURA	X	Y	Z	X	Y	Z
AO	27/06/2012	62,8	39,6	38,4	62,1	37,4	36,5
I CO	15/09/2015	42,2	40,6	39,5	34,2	34	34,3
II CO	15/03/2016	39,4	40,2	39,2	34,6	35,6	33,3
III CO	12/09/2016	39	40,9	36,8	33,8	34,9	33,1
IV CO	22/02/2017	40.2	39.0	36.9	34.7	34.1	32.5
LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE		77 dB			74 dB		

Il clima vibrazionale rilevato nella campagna di febbraio 2017 è risultato caratterizzato da livelli di accelerazione ponderata in frequenza largamente al di sotto della soglia di percezione vibro tattile stabilita dalla Norma UNI 9614:1990. Confrontando i livelli di accelerazione giornalieri rilevati con quelli Ante Operam, non risultano incrementi dei livelli misurati.

Allo scopo di rendere maggiormente evidente il decremento nel tempo del clima vibrazionale, viene di seguito mostrato graficamente l'andamento nel tempo del livello equivalente di accelerazione lungo l'asse di maggiore sollecitazione (Y).



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d’opera
	Foglio 72 di 75

6 CONCLUSIONI

Le misure di vibrazioni effettuate nel periodo gennaio-maggio 2017 per il monitoraggio 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 CA20B/COP4 - IV12-IR1C

Il clima vibrazionale rilevato in occasione della misurazione in fase di Corso d’Opera eseguita nel periodo gennaio-maggio 2017 presso i ricettori indicati con la sigla VIC-AR-010 e VIC-AR-020 non risultano essere influenzati da eventi associabili alle attività lavorative sotto osservazione. I 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*”.

6.2 CA18/COP2 – CA29/CSP1 – NV22

L’area adiacente al Cantiere di Servizio CSP1 non ha risentito, dal punto di vista vibrazionale, delle attività lavorative sotto osservazione. In particolare i risultati della campagna di monitoraggio in fase di Corso d’Opera eseguita nell’anno 2017 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.

6.3 CA14/COL2 – TR11 – GA1A – GN11

Le campagne di monitoraggio in fase di Corso d’Opera eseguite in prossimità del Cantiere Operativo COL2 nella prima metà del 2017 hanno evidenziato livelli equivalenti di accelerazione inferiori 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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d’opera</p>	<p>Foglio 73 di 75</p>

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.

Per le stazioni di monitoraggio VIC-GE-500 e VIL-GE-500 non sono disponibili rilevazioni di vibrazioni antecedenti l’inizio delle attività sotto osservazione da utilizzare come “*stato di bianco*”. Tuttavia, i livelli di accelerazione ponderata in frequenza sono risultati essere di scarsa entità e tali da non provocare commenti avversi alla sorgente da parte della popolazione esposta.

6.4 NV08

La rilevazione eseguita nell’anno 2017 presso il ricettore VIL-CM-010 ha dimostrato che i lavori afferenti alla WBS indicata nel PMA con la sigla NV08 non hanno generato un peggioramento del clima vibrazionale dell’area interessata. Infatti il clima vibrazionale rilevato in fase di Corso d’Opera è risultato inferiore a quello misurato in Ante Operam, probabilmente a causa di attività interne al ricettore. I livelli di accelerazione risultano abbondantemente al di sotto della soglia di percezione vibrotattile stabilita dalla Norma UNI 9614.

6.5 NV21

Gli esiti delle misurazioni di vibrazioni eseguite in marzo 2017 presso la stazione di monitoraggio identificata con la sigla VIL-GA-020 hanno presentato livelli di accelerazione di entità trascurabile in riferimento ai possibili effetti sulle persone. In particolare sono stati registrati livelli di accelerazione inferiori a quelli riscontrati in fase di Ante Operam. Pertanto, si può concludere asserendo che le attività lavorative sotto osservazione non hanno provocato un degrado del clima vibrazionale dell’area indagata e, soprattutto, non hanno provocato alcun disturbo ai soggetti esposti.

6.6 NV03 – GASG – GNSD

Per entrambi i punti di misura che monitorano le attività lavorative in oggetto (VIL-GE-030 e VIL-GE-050), il clima vibrazionale risulta essere alquanto modesto e dominato dagli eventi legati al passaggio di mezzi veicolari lungo Via Chiaravagna. I valori di accelerazione ponderata in frequenza registrati nel corso della rilevazione sono risultati largamente inferiori ai limiti fissati dalla Norma tecnica UNI 9614:1990 “Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo” e pari a 77 dB per il periodo Diurno e 74 dB per il periodo Notturno per edifici a destinazione d’uso residenziale.

6.1 NV07

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d’opera	Foglio 74 di 75

La misurazione eseguita in febbraio 2017 presso la stazione di monitoraggio VIL-GE-080 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 NV07 non hanno fatto registrare situazioni di criticità dal punto di vista vibrazionale.

6.7 Riepilogo

Alla luce di quanto sopra esposto, è lecito affermare che, dal punto di vista vibrazionale, le attività lavorative per la 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.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-00-E-CV-RO-IM00-C6-029-A00 Vibrazioni – Corso d’opera</p>	<p>Foglio 75 di 75</p>

ALLEGATO 1 – CERTIFICATI DI TARATURA DELLA STRUMENTAZIONE

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

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 192 N° 3523-16

Pagina 1 di 5
Page 1 of 5

Certificate of Calibration

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



Via Ippolito d'Aste, 5
 16121 Genova (GE)
 Tel. +39 010 5995460
 Fax +39 010 5995790
 http://www.cetena.it
 e-mail: franco.pacini@cetena.it
 federico.gaggero@cetena.it

 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 <i>Air Temperature: (21± 3) °C</i>	23	Temperatura stimata Trasduttore °C <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 <i>Code of procedure:</i>	PA07-REV.04	Materiale superficie di montaggio: acciaio <i>Material surface mounting</i>	Coppia di serraggio [N m] : 2 <i>Torque</i>
Adattatore utilizzato: WA 0567+L <i>Adapters Used</i>		Lubrificante utilizzato: WD-40 (olio) <i>Lubricant used</i>	Orientamento trasduttore: verticale - 0° <i>Orientation transducer</i>

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

Grandezza <i>Quantity</i>	Strumento in Taratura <i>Device Under Test</i>	Campo di Misura <i>Range of measurements</i>	Gamma di frequenza <i>Frequency Range</i>	Incertezza (*) <i>Uncertainty</i>	Note
Accelerazione (3) <i>Acceleration</i>	Catena accelerometrica a trasduttore a singola faccia e analizzatore con trasduttore accoppiato <i>Accelerometric chain with single face transducer and coupler transducer analyzer</i>	da 1 ms ⁻² a 200 ms ⁻²	5+10000 Hz	2·10 ⁻²	
	Calibratore vibrometrico-Calibrator -accelerazione - <i>acceleration</i> -frequenza - <i>frequency</i>	da 10 ms ⁻² a 20 ms ⁻²	da 80 a 160 Hz	1·10 ⁻² 0,1·10 ⁻²	(1)
	Funzione di trasferimento: condizionatore di segnale in carica e tensione <i>Transfer function: signal conditioners</i>	da 0,1 a 10	da 5 a 10KHz	0,5·10 ⁻²	(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 <i>Instrument</i>	Costruttore <i>Manufacturer</i>	Tipo <i>Type</i>	Numero di serie <i>Serial Number</i>	Data ultima taratura <i>Date of last calibration</i>	Tracciabilità <i>Traceability</i>
Multimetro <i>Multimeter</i>	KEYSIGHT TECHNOLOGIES	3458A	MY45051299	29/01/2015	KEYSIGHT TECHNOLOGIES n. 3458AMY45051299
Analizzatore <i>Analyzer</i>	Brüel & Kjaer	3160 A4/2	106218	30/01/2015	rapporto CETENA n.12161
Trasduttore di riferimento <i>Reference transducer</i>	Brüel & Kjaer	8305-001	2388778	23/01/2015	INRIM n. 15-0032-01
Trasduttore di riferimento <i>Reference transducer</i>	Brüel & Kjaer	4371	11153	18/02/2015	rapporto CETENA n.12161
Trasduttore di riferimento <i>Reference transducer</i>	Brüel & Kjaer	4533-B-001	31351	18/02/2015	rapporto CETENA n.12161
Condizionatore di riferimento <i>Reference transducer conditioner</i>	Brüel & Kjaer	8305S	2388749	18/02/2015	rapporto CETENA n.12161
Condizionatore di riferimento <i>Reference transducer conditioner</i>	Brüel & Kjaer	2647	2404213	18/02/2015	rapporto CETENA n.12161
Condizionatore di riferimento <i>Reference transducer conditioner</i>	Brüel & Kjaer	2647	2404212	18/02/2015	rapporto CETENA n.12161
Condizionatore di riferimento <i>Reference transducer conditioner</i>	Brüel & Kjaer	2647-B	2985984	18/02/2015	rapporto CETENA n.12161
Condizionatore di riferimento <i>Reference transducer conditioner</i>	Brüel & Kjaer	2647-B	2985985	18/02/2015	rapporto CETENA n.12161

CAMPIONI DI SECONDA LINEA - Accessori
Second Line Standards - Accessories

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

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

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 ²]	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 ²]	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 ²]	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 <i>date of issue</i>	2015-05-19
- cliente <i>customer</i>	LANDE SRL VIA SAN FELICE, 8 80134 NAPOLI
- destinatario <i>receiver</i>	
- richiesta <i>application</i>	SKY LAB ORD.48
- in data <i>date</i>	2015-05-18
<u>Si riferisce a</u> <i>referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	CALIBRATORE
- costruttore <i>manufacturer</i>	PCB
- modello <i>model</i>	394C06
- matricola <i>serial number</i>	LW6219
- data ricevimento oggetto <i>date of receipt item</i>	2015-05-19
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2015-05-19
- registro di laboratorio <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 <i>Air Temperature: (21± 3) °C</i>	22	Temperatura stimata Trasduttore °C <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 <i>Code of procedure:</i>	Materiale superficie di montaggio: CU-FE <i>Material surface mounting</i>	Coppia di serraggio [N m] : 2 <i>Torque</i>
Adattatori utilizzati: CU-ESA <i>Adapters Used</i>	Lubrificante utilizzato: WD-40 (olio) <i>Lubrificant used</i>	Orientamento trasduttore: verticale - 0° <i>Orientation transducer</i>

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

Grandezza <i>Quantity</i>	Strumento in Taratura <i>Device Under Test</i>	Campo di Misura <i>Range of measurements</i>	Gamma di frequenza <i>Frequency Range</i>	Incertezza (*) <i>Uncertainty</i>	Note
Accelerazione (3) <i>Acceleration</i>	Catena accelerometrica a trasduttore a singola faccia e analizzatore con trasduttore accoppiato <i>Accelerometric chain with single face transducer and couplet transducer analyzer</i>	da 1 ms ⁻² a 200 ms ⁻²	5÷10000 Hz	2·10 ⁻²	
	Calibratore vibrometrico-Calibrator -accelerazione - <i>acceleration</i> -frequenza - <i>frequency</i>	da 10 ms ⁻² a 20 ms ⁻²	da 80 a 160 Hz	1·10 ⁻² 0,1·10 ⁻²	(1)
	Funzione di trasferimento: condizionatore di segnale in carica e tensione <i>Transfer function: signal conditioners</i>	da 0,1 a 10	da 5 a 10KHz	0,5·10 ⁻²	(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 <i>Instrument</i>	Costruttore <i>Manufacturer</i>	Tipo <i>Type</i>	Numero di serie <i>Serial Number</i>	Data ultima taratura <i>Date of last calibration</i>	Tracciabilità <i>Traceability</i>
Multimetro <i>Multimeter</i>	KEYSIGHT TECHNOLOGIES	3458A	MY45051299	42033	KEYSIGHT TECHNOLOGIES n. 3458AMY45051299
Analizzatore <i>Analyzer</i>	Brüel & Kjaer	3160 A4/2	106218	42034	rapporto CETENA n.12161
Trasduttore di riferimento <i>Reference transducer</i>	B&K	8305-001	2388778	42027	INRIM n. 15-0032-01
Trasduttore di riferimento <i>Reference transducer</i>	B&K	4371	11153	42053	rapporto CETENA n.12161
Trasduttore di riferimento <i>Reference transducer</i>	B&K	4533-B-001	31351	42053	rapporto CETENA n.12161
Condizionatore di riferimento <i>Reference transducer conditioner</i>	B&K	2647	2404213	42053	rapporto CETENA n.12161
Condizionatore di riferimento <i>Reference transducer conditioner</i>	B&K	2647	2404212	42053	rapporto CETENA n.12161
Condizionatore di riferimento <i>Reference transducer conditioner</i>	B&K	2647-B	2985984	42053	rapporto CETENA n.12161
Condizionatore di riferimento <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 <i>Instrument</i>	Costruttore <i>Manufacturer</i>	Tipo <i>Type</i>	Numero di serie <i>Serial Number</i>	Data ultima taratura <i>Date of last calibration</i>	Tracciabilità <i>Traceability</i>
Tavola Vibrante <i>Vibration Exciter</i>	Brüel & Kjaer	4808-W-001	2982225	42053	rapporto CETENA n.12161
Tavola Vibrante <i>Vibration Exciter</i>	Brüel & Kjaer	4809	2953559	42053	rapporto CETENA n.12161
Accelerometro <i>Accelerometer</i>	Brüel & Kjaer	4518-003	51239	42053	rapporto CETENA n.12161
Accelerometro <i>Accelerometer</i>	Brüel & Kjaer	4384	30132	42053	rapporto CETENA n.12161
Masse <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 <i>Mass</i>	g	26,8	67
velocità angolare nominale <i>nominal angular velocity</i>	rad/s	1000,28	1000,28
velocità angolare misurata <i>measured angular velocity</i>	rad/s	1000,31	999,74
scarto velocità angolare <i>% angular velocity</i>	%	0,003	-0,055
Incertezza estesa <i>U</i> <i>expand uncertainty U</i>	%	1	1
accelerazione nominale <i>nominal acceleration</i>	m/s ²	9,81	9,81
accelerazione media <i>mean acceleration</i>	m/s ²	9,676	9,608
scarto accelerazione <i>percentual difference acceleration</i>	%	-1,37	-2,06
Incertezza estesa <i>U</i> <i>expand uncertainty U</i>	%	1	1
velocità nominale <i>nominal velocity</i>	mm/s	9,81	9,81
velocità media <i>mean velocity</i>	mm/s	9,673	9,611
scarto velocità <i>percentual difference velocity</i>	%	-1,37	-2,01
Incertezza estesa <i>U</i> <i>expand uncertainty U</i>	%	1	1
spostamento nominale <i>nominal displacement</i>	µm	9,80	9,80
spostamento media <i>mean displacement</i>	µm	9,670	9,613
scarto spostamento <i>percentual difference displacement</i>	%	-1,37	-1,95
Incertezza estesa <i>U</i> <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 Massa Mass	Distorsione% <i>Percentual Distortion</i>			Moti trasversali <i>Transversal Motion</i>
	2a	3a	Total Harmonic 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

