

**SUPPORTO TECNICO ALL'OSSERVATORIO AMBIENTALE
PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DELLA
"TANGENZIALE EST ESTERNA DI MILANO"**

ISTRUTTORIA TECNICA

Piano di Monitoraggio Ambientale

VIBRAZIONI

Risultati Monitoraggio Corso d'Opera

CO09

Marzo 2015

INDICE

1 Premessa	3
2 Osservazioni sulle modalità di esecuzione delle attività di monitoraggio	3
3 Valutazione dei risultati del monitoraggio.....	4
3.1 Documenti analizzati.....	4
3.2 Osservazioni in merito alla completezza dei risultati restituiti	5
3.3 Osservazioni specifiche sui risultati ottenuti	5
3.3.1 VIB-AB-01.....	6
3.3.2 VIB-GE-01.....	7
3.3.3 VIB-GO-01	8
3.3.4 VIB-CZ-01	9
3.3.5 VIB-CS-21	10
4 Conclusioni	11

1 Premessa

La presente istruttoria analizza gli esiti della campagna di monitoraggio **CO09** riferita alle misure effettuate nei mesi di luglio, agosto e settembre 2014, e relative alla Tangenziale Est Esterna di Milano e opere connesse sulla componente Vibrazioni.

La metodica di monitoraggio prevista dal Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA), per la fase CO è stata effettuata secondo quanto previsto dalla Relazione Specialistica e più in generale nel rispetto della normativa nazionale ed in accordo con le pertinenti norme tecniche nazionali ed internazionali.

Con riferimento alla norma UNI 9614 e UNI EN ISO 2631, il parametro utilizzato per la caratterizzazione delle vibrazioni è stata l'accelerazione quadratica media (r.m.s) ponderata, espressa in m/sec^2 , usando fattori di ponderazione in bande di terzi d'ottava per le direzioni z, x-y e per postura non nota o variabile.

Il processo di audit da parte del Supporto Tecnico (ST), eseguito tramite l'analisi dei risultati e delle informazioni trasmesse, è stato condotto con i seguenti obiettivi:

- la verifica della corretta esecuzione delle attività di monitoraggio rispetto alle previsioni del PMA Esecutivo circa l'ubicazione dei punti, la frequenza delle misure, le metodiche di misurazione;
- la valutazione della completezza delle informazioni e dei dati restituiti;
- l'analisi e l'interpretazione dei risultati ottenuti.

L'attività istruttoria è stata inoltre condotta nell'ottica di esaminare eventuali criticità messe in luce dall'attività di monitoraggio (ad es. relative alla localizzazione dei punti di misura o alla presenza di eventuali sorgenti di disturbo) e di individuare le possibili soluzioni/modifiche da apportare nelle successive campagne di indagine.

Si ricorda che, rispetto al posizionamento previsto dal PMA-Progetto Esecutivo, il punto VIB-CS-21 rappresenta la rilocalizzazione del punto VIB-CS-01 effettuata a partire dal gennaio 2014, come concordato con il ST durante il sopralluogo congiunto del 29/01/2014.

2 Osservazioni sulle modalità di esecuzione delle attività di monitoraggio

Le attività di monitoraggio sono state svolte nei mesi di aprile 2014 e giugno 2014 nei comuni di Agrate Brianza (MB), Gorgonzola (MI), Gessate (MI), Casalmaiocco (LO) e Comazzo (LO).

Tabella 1: Attività di monitoraggio di CTE.

Codice Punto	Tipologia recettore	Comune (Prov.)	Opera	Data
VIB-AB-01	residenziale	Agrate Brianza (MB)	Svincolo A4	10/09/2014
VIB-GE-01	uffici	Gessate (MI)	Galleria artificiale Villorese	29/07/2014
VIB-GO-01	residenziale	Gorgonzola (MI)	Svincolo di Gorgonzola	29/07/2014
VIB-CZ-01	Bene storico-architettonico	Comazzo (LO)	Area sosta Rossate	18/09/2014
VIB-CS-21	residenziale	Casalmaiocco (LO)	Galleria artificiale di Cologno	30/07/2014

Le misure in continuo hanno avuto durata di due ore, eccetto il rilievo effettuato in data 18/09/2014 sul punto VIB-CZ-01, la cui durata è stata di 4 ore, e sono state eseguite nella finestra temporale in cui, nelle vicinanze del ricettore monitorato, venivano eseguite le operazioni/lavorazioni critiche in relazione alle vibrazioni prodotte.

Le attività di cantiere impattanti per la componente Vibrazioni nel periodo in esame, così come riportate nella documentazione analizzata, sono le seguenti.

Tabella 2: Attività di cantiere presenti durante le attività di monitoraggio.

Codice Punto	Data	Attività lavorativa
VIB-AB-01	10/09/2014	- RI0Q1: Rampe A e B: stabilizzazione a calce. - GA001: Posa ferro solaio, cassero e impermeabilizzazione galleria; scapitozzatura pali. - RI0Q1: Demolizione e frantumazione barriere acustiche.
VIB-GE-01	29/07/2014	- TR005: Pavimentazione stradale: posa misto stabilizzato e stesura misto cementato. - TW007: Realizzazione fossi di guardia.
VIB-GO-01	29/07/2014	- CV0S2: Cavalcavia svincolo Gessate Spalla B: scapitozzatura pali, montaggio armatura metallica e getto fondazioni Spalla B. - TW008: Fossi di guardia. - RA0S2: Vasche di protezione idraulica: getto magroni, montaggio armatura metallica, getto fondazioni ed elevazioni. - CS0S2: Casello Gessate: realizzazione opere in tunnel casello, posa impermeabilizzazione aree casello, rilevato.
VIB-CZ-01	18/09/2014	- RI007: Rilevato Autostradale da Progr. km 14+850 A Progr. Km 16+862,54: realizzazione rilevato compreso area palude; completamento posa misto stabilizzato; stesa misto cementato tra pk 14+850 e CV013; stesa base e binder. - TW025: Smaltimento acque di piattaforma da Progr. km 14+850 A Progr. Km 16+862,54: pozzetto di nodo vasca; idraulica di piattaforma. - ES025: Opere Civili da Progr. km 14+850 A Progr. Km 16+862,54: posa cavidotti impianti. - BA025: Mitigazioni Acustiche da Progr. km 14+850 A Progr. Km 16+862,54: posa pezzi speciali.
VIB-CS-21	30/07/2014	- GA007: Galleria Artificiale Cologno da prog. 27+386,44 a prog. 27+727,44: armatura, casserratura e getto elevazioni conci 1-2-3 Canna Nord; impermeabilizzazione solaio conci 10-9-8

L'esame della documentazione trasmessa (elencata al paragrafo "3.1 – Documenti analizzati"), ha consentito di verificare che l'ubicazione della stazione di monitoraggio è coerente con quanto riportato nel PMA e con quanto concordato con il ST e che le operazioni di misurazione sono state svolte secondo le modalità previste dal PMA.

3 Valutazione dei risultati del monitoraggio

3.1 Documenti analizzati

Ai fini della verifica della completezza dei dati raccolti e dell'analisi ed interpretazione dei risultati ottenuti nella fase CO del monitoraggio, è stato esaminato il seguente documento.

Tabella 3: Documenti analizzati.

ID Elaborato	Titolo
MONTEEM 0 CO VB 303 A	Monitoraggio Ambientale Bollettino Corso d'Opera CO09 – 3° Trimestre 2014 - Vibrazioni

3.2 Osservazioni in merito alla completezza dei risultati restituiti

La *Relazione* di restituzione dei risultati, di cui al paragrafo precedente “3.1 – Documenti analizzati” è da ritenersi completa, ed elaborata secondo lo schema di relazione tipo condivisa con il ST e può essere considerata sostanzialmente esaustiva per quanto riguarda le informazioni riportate. In ogni caso, come indicato anche nella precedente istruttoria, si ritiene che per una più corretta lettura dei dati forniti sia indicata sulla mappa l’area specifica di lavorazione in atto durante il monitoraggio.

3.3 Osservazioni specifiche sui risultati ottenuti

Dalla misura complessiva sono stati estratti ed analizzati da parte di CTE gli eventi di cantiere ricadenti nelle seguenti categorie:

1. Eventi generati dall’attività di cantiere – E1;
2. Eventi generati dalla movimentazione dei mezzi di cantiere – E2;
3. Eventi generati dalla presenza contemporanea degli eventi 1 e 2 – E3;

Nelle tabelle che seguono vengono riportati:

- i valori dell’accelerazione complessiva ponderata in frequenza equivalente a_{weq} [mm/s²] per il punto di misura per ciascuno degli eventi individuati tra le categorie di cui sopra;
- la misura complessiva.

E’ stata utilizzata la curva di pesatura per “postura non nota o variabile” (UNI 9614 Prospetto I); ai livelli riscontrati banda per banda (terzi di ottava nell’intervallo 1-80 Hz) è stata sottratta una quantità pari a quella definita dall’attenuazione dei filtri di ponderazione (UNI 9614 Prospetto I). In questo caso è stato utilizzato il filtro valido per posture non note o variabili nel tempo e dunque si assumono come limiti i valori relativi agli assi X e Y riferiti al livello di disturbo sull’uomo, mentre la soglia minima di percezione è posta dalla norma a 74 dB per l’asse Z e a 71 dB per gli assi X e Y. Nelle Schede di misura sono inoltre presentati gli spettri ottenuti secondo i filtri Wd (assi X, Y) e Wk (asse Z) della UNI ISO 2631-1 e Wm (unico per i tre assi, per postura non nota).

Secondo quanto previsto dal PMA, nelle tabelle che seguono vengono riportati per confronto anche i valori della campagna di misura AO.

I valori ottenuti nel corso dei rilievi sono confrontati con i valori soglia individuati dalla norma tecnica UNI 9614:1990.

Tabella 4: Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza valide per gli assi Z, X, e Y (Prospetto III UNI 9614:1990).

Destinazione d’uso	Accelerazione asse X, Y, Z Prospetto III UNI 9614	
	<i>m/s²</i>	<i>dB</i>
Aree critiche	$3,6 \cdot 10^{-3}$	71
Abitazione notte (22.00-7.00)	$5,0 \cdot 10^{-3}$	74
Abitazione giorno (7.00-22.00)	$7,2 \cdot 10^{-3}$	77
Uffici	$14,4 \cdot 10^{-3}$	83
Fabbriche	$28,8 \cdot 10^{-3}$	89

In generale, l'analisi dei dati e della *Relazione* non ha messo in risalto la presenza di criticità nei livelli di vibrazioni rilevati. Presso nessuno dei recettori, infatti, si sono verificati superamenti dei limiti indicati dalla normativa tecnica in materia (norma UNI 9614).

3.3.1 VIB-AB-01

La misura del rilievo di **CO09** presso il recettore **VIB-AB-01** è stata effettuata il giorno 10/09/2014 dalle ore 14.26 alle ore 16.26 al 2° e 3° piano f.t. sul lato sud dell'edificio, in corrispondenza delle camere da letto.

L'edificio oggetto di monitoraggio è localizzato in un'area che risulta essere di tipo rurale con alcuni insediamenti industriali sparsi.

Le attività monitorate risultano localizzate immediatamente a sud dell'autostrada A4, ad una distanza di circa 250 m dalla postazione di misura. Si prende atto di quanto riportato nel Bollettino di CTE e che cioè le lavorazioni risultano di varia natura e perdurano per tutta la durata del rilievo e che non è stato pertanto possibile estrapolare uno specifico evento; che le lavorazioni sulle barriere acustiche risultano a distanze maggiori e non tali da essere percepibili dalla strumentazione.

Tabella 5: Risultati del monitoraggio CO09 per il punto VIB-AB-01.

Punto	Evento	Durata	Piano	Parametro	Assi			
					Asse X	Asse Y	Asse Z	
VIB-AB-01 CO09	Misura Complessiva	7200 s	2° FT	a_{weq} [mm/s ²]	0,17	0,14	0,19	
				Lw [dB]	44,4	42,8	45,4	
			3° FT	a_{weq} [mm/s ²]	0,32	0,37	0,19	
				Lw [dB]	50,0	51,3	45,5	
	AO	7200 s	2° FT	a_{weq} [mm/s ²]	0,10	0,096	0,13	
				Lw [dB]	40,1	39,6	42,3	
			3° FT	a_{weq} [mm/s ²]	0,27	0,20	0,16	
				Lw [dB]	48,7	46,1	44,3	
					Valori limite (disturbo) a_{weq} [mm/s²]	7,2	7,2	7,2
					Soglia di percezione [mm/sec²](UNI 9614)	3,6	3,6	5,0
					Valori limite Lweq [dB]	77	77	77

I rilevamenti effettuati evidenziano un aumento dei livelli misurati presso il recettore rispetto a quelli misurati in fase AO. Tali valori si mantengono comunque al di sotto dei valori limite indicati dalla norma tecnica per i recettori di tipo residenziale nel periodo diurno.

3.3.2 VIB-GE-01

Presso il recettore **VIB-GE-01** la campagna **CO09** è stata effettuata il giorno 29/07/2014 dalle ore 13.51 alle ore 15.51.

Come per il rilievo svolto durante la fase AO e le successive campagne di CO, gli accelerometri sono stati posizionati esclusivamente negli uffici del 2° piano f.t., in quanto al piano inferiore risultano localizzate le macchine operatrici (impiegate nella costruzione/assemblaggio di scambiatori di calore (punzonatrici, piegatrici, strumentazione per la saldatura, sistemi di movimentazione del materiale etc.).

La struttura oggetto di monitoraggio è localizzata nella zona industriale del comune di Gessate, in località "Il Cascinello".

Si prende atto di quanto riportato nel Bollettino di CTE e che cioè le lavorazioni risultano localizzate a circa 350 m dalla postazione di misura (trincea TR005 a nord del cavalcavia della variante SP216) e che non è possibile distinguere la viabilità di cantiere transitante sulla SP216. In generale si registra un incremento complessivo dei livelli accelerometrici, con i valori più elevati relativi all'asse Z. CTE afferma che non è possibile escludere un contributo delle macchine operatrici localizzate al piano inferiore.

Tabella 6: Risultati della prima misura del monitoraggio CO09 per il punto VIB-GE-01.

Punto	Evento	Durata	Piano	Parametro	Assi			
					Asse X	Asse Y	Asse Z	
VIB-GE-01 CO09	Misura Complessiva	7200 s	1° FT	a_{weq} [mm/s ²]	-	-	-	
				Lw [dB]	-	-	-	
			2° FT	a_{weq} [mm/s ²]	0,37	0,36	1,40	
				Lw [dB]	51,4	51,2	62,9	
	AO	7200 s	1° FT	a_{weq} [mm/s ²]	-	-	-	
				Lw [dB]	-	-	-	
			2° FT	a_{weq} [mm/s ²]	0,19	0,26	0,84	
				Lw [dB]	45,8	48,4	58,5	
					Valori limite (disturbo) a_{weq} [mm/s ²]	7,2	7,2	7,2
					Soglia di percezione [mm/sec ²](UNI 9614)	3,6	3,6	5,0
					Valori limite Lweq [dB]	77	77	77

Dai risultati, riportati in tabella, non si registrano comunque superamenti dei limiti previsti, nè livelli di vibrazioni particolarmente elevati o criticità.

3.3.3 VIB-GO-01

Presso il recettore **VIB-GO-01** la misura della campagna **CO09** è stata effettuata il giorno 29/07/2014 dalle ore 10.29 alle ore 12.29: la terna al piano inferiore (primo piano f.t.) è stata posizionata in corrispondenza del salotto dell'appartamento lato sud-est dell'edificio, mentre la terna al piano superiore (3° piano f.t.) è stata collocata nella cucina.

Il cascinale, sede della “Comunità Solidale della Pagnana”, è localizzato tra l'area industriale di Gessate e l'abitato di Gorgonzola. Nell'area non risultano fonti vibrazionali di rilievo in quanto sia la Strada Provinciale che il tracciato ferroviario distano oltre 500 m dall'edificio, mentre la viabilità podereale di accesso è scarsamente percorsa da autoveicoli.

Durante la misura le attività di cantiere risultano localizzate in tutta l'area localizzata a nord ed a est rispetto alla postazione, a partire da una distanza minima di circa 90 m dalla stessa.

Si prende atto di quanto dichiarato nel bollettini di CTE e che cioè in concomitanza della misura le lavorazioni, di varia natura, interessavano un numero elevato di mezzi e erano caratterizzate da una distribuzione spaziale tale da non essere significativamente individuabili dalla postazione presidiata, né distinguibili sulla Time History.

Relativamente alla misura complessiva si osserva, rispetto alla misura di AO, un significativo incremento dei livelli di vibrazione, in particolare al piano alto. Come già riferito, si prende atto che dall'analisi della misura effettuata da CTE non è stato possibile individuare le lavorazioni che potenzialmente hanno contribuito all'innalzamento dei livelli.

In ogni caso, i valori sono inferiori alle precedenti campagne, e non si registra alcun superamento dei limiti previsti dalla norma UNI 9614.

Tabella 7: Risultati del monitoraggio CO09 per il punto VIB-GO-01.

Punto	Evento	Durata	Piano	Parametro	Assi			
					Asse X	Asse Y	Asse Z	
VIB-GO-01 CO09	Misura Complessiva	7200 s	1° FT	$a_{w\text{eq}}$ [mm/s ²]	0,058	0,055	0,080	
				L _w [dB]	35,3	34,9	38,1	
			3° FT	$a_{w\text{eq}}$ [mm/s ²]	0,25	0,22	0,32	
				L _w [dB]	47,8	46,9	50,0	
	AO	7200 s	1° FT	$a_{w\text{eq}}$ [mm/s ²]	0,044	0,033	0,071	
				L _w [dB]	32,8	30,3	37	
			3° FT	$a_{w\text{eq}}$ [mm/s ²]	0,099	0,081	0,14	
				L _w [dB]	39,9	38,1	43	
					Valori limite (disturbo) $a_{w\text{eq}}$ [mm/s²]	7,2	7,2	7,2
					Soglia di percezione [mm/sec²](UNI 9614)	3,6	3,6	5,0
					Valori limite L_{w\text{eq}}} [dB]	77	77	77

3.3.4 VIB-CZ-01

Presso il recettore **VIB-CZ-01** durante la misura della campagna **CO09** è stata effettuata il giorno 18/09/2014 dalle ore 10.30 alle ore 14.30.

L'oratorio di San Biagio in Rossate è un antico edificio religioso rurale, posto in località Cascina Rossate nel territorio comunale di Comazzo. L'area è di tipo rurale e le principali sorgenti vibrazionali durante la misura sono rappresentate dalle lavorazioni lungo il tracciato e il passaggio di autocarri lungo la pista di cantiere.

Durante il periodo di misura le lavorazioni di ristrutturazione in corso sono state interrotte, al fine di evitare possibili interferenze; inoltre, in fase di elaborazione della misura, è stato correttamente mascherato il periodo dalle ore 12 alle ore 13, corrispondente alla pausa pranzo.

I risultati, riportati nelle tabelle sottostanti, mostrano un certo incremento nei livelli accelerometrici rispetto al rilievo AO e alla precedente campagna di CO08; i valori si mantengono tuttavia su medie significativamente inferiori ai limiti normativi.

Tabella 8: Risultati del monitoraggio CO09 per il punto VIB-GO-01.

Punto	Evento	Durata	Piano	Parametro	Assi			
					Asse X	Asse Y	Asse Z	
VIB-CZ-01 CO09	Misura Complessiva	7200 s	1° FT	a_{weq} [mm/s ²]	0,073	0,070	0,089	
				Lw [dB]	37,2	37,0	39,0	
			2° FT	a_{weq} [mm/s ²]	-	-	-	
				Lw [dB]	-	-	-	
	AO	7200 s	1° FT	a_{weq} [mm/s ²]	0,045	0,043	0,064	
				Lw [dB]	33,1	32,8	36,1	
			2° FT	a_{weq} [mm/s ²]	-	-	-	
				Lw [dB]	-	-	-	
					Valori limite (disturbo) a_{weq} [mm/s²]	7,2	7,2	7,2
					Soglia di percezione [mm/sec²](UNI 9614)	3,6	3,6	5,0
					Valori limite Lweq [dB]	77	77	77

3.3.5 VIB-CS-21

Il recettore **VIB-CS-21** è localizzato nella parte nord-ovest del territorio comunale di Casalmaiocco, al confine con il comune di Dresano. L'area è di tipo misto con presenza sia di abitazioni che di insediamenti produttivi.

Per tale punto, come richiesto dal ST nell'istruttoria "Vibrazioni – CO03 – 05 – 06 – 07; settembre 2014", CTE ha provveduto all'estrapolazione, dalla campagna **CO07**, dei dati relativi alla pausa pranzo (dalle 12 alle 13), utilizzati quindi in vece di rilievo di AO. La tabella sotto riportata presenta i risultati della misura **CO07**, ricalcolati eliminando l'intervallo della pausa pranzo (12:00-13:00) durante il quale non erano presenti lavorazioni.

Tabella 9: Risultati del monitoraggio CO07 per il punto VIB-CS-21.

Punto	Evento	Durata	Piano	Parametro	Assi			
					Asse X	Asse Y	Asse Z	
VIB-CS-21 CO09	E3: Realizzazione diaframmi, jet grouting, scavo galleria artificiale	4500 s	1° FT	a_{weq} [mm/s ²]	-	-	-	
				Lw [dB]	-	-	-	
			2° FT	a_{weq} [mm/s ²]	0,39	0,57	0,27	
				Lw [dB]	51,8	55,1	48,8	
	Misura Complessiva	7200 s	1° FT	a_{weq} [mm/s ²]	-	-	-	
				Lw [dB]	-	-	-	
			2° FT	a_{weq} [mm/s ²]	0,37	0,50	0,26	
				Lw [dB]	51,4	54,0	48,2	
	AO	7200 s	1° FT	a_{weq} [mm/s ²]	-	-	-	
				Lw [dB]	-	-	-	
			2° FT	a_{weq} [mm/s ²]	0,36	0,46	0,25	
				Lw [dB]	51,2	53,2	47,9	
					Valori limite (disturbo) a_{weq} [mm/s²]	7,2	7,2	7,2
					Soglia di percezione [mm/sec²](UNI 9614)	3,6	3,6	5,0
					Valori limite Lweq [dB]	77	77	77

La campagna **CO09** è stata effettuata il giorno 30/07/2014 dalle ore 10.00 alle 12.00. Essendo l'edificio privo di un locale al piano inferiore, è stata posizionata, come per i rilievi precedenti, solo la terna al piano superiore.

Si prende atto di quanto riportato nel Bollettino di CTE e cioè che l'analisi del programma dei lavori ed i sopralluoghi in cantiere contestuali al rilievo non hanno permesso di individuare lavorazioni tali da avere un impatto vibrazionale sul recettore.

I valori registrati infatti, sono assimilabili a quelli considerati come AO, e inferiori ai limiti previsti.

Tabella 10: Risultati del monitoraggio CO09 per il punto VIB-CS-21.

Punto	Evento	Durata	Piano	Parametro	Assi			
					Asse X	Asse Y	Asse Z	
VIB-CS-21 CO09	Misura Complessiva	7200 s	1° FT	a_{weq} [mm/s ²]	-	-	-	
				Lw [dB]	-	-	-	
			2° FT	a_{weq} [mm/s ²]	0,34	0,34	0,21	
				Lw [dB]	50,6	50,6	46,5	
	AO	7200 s	1° FT	a_{weq} [mm/s ²]	-	-	-	
				Lw [dB]	-	-	-	
			2° FT	a_{weq} [mm/s ²]	0,36	0,46	0,25	
				Lw [dB]	51,2	53,2	47,9	
					Valori limite (disturbo) a_{weq} [mm/s²]	7,2	7,2	7,2
					Soglia di percezione [mm/sec²](UNI 9614)	3,6	3,6	5,0
					Valori limite Lweq [dB]	77	77	77

4 Conclusioni

Sulla base delle valutazioni e delle verifiche condotte, si propone all'Osservatorio Ambientale di approvare la presente istruttoria e i documenti a cui si riferisce (paragrafo "3.1 Analisi della documentazione").