



## COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE

### DALMINE-COMO-VARESE-VALICO DEL GAGGIOLO E OPERE AD ESSO CONNESSE

CODICE C.U.P. F11B06000270007

## TRATTA **C1**

### Monitoraggio Ambientale CORSO D'OPERA

### Componente VIBRAZIONI

### Relazione annuale CO 2011

#### IDENTIFICAZIONE ELABORATO

FASE PROGETTUALE	WBS						TIPO ELABORATO	PROGRESSIVA	REVISIONE ESTERNA
	AMBITO	TRATTA	CATEGORIA	OPERA	PARTE DI OPERA				
T	MA	C1	A00	GE00	000	RS	008	A	

SCALA -

#### CONCEDENTE



#### CONTRAENTE GENERALE



Pedelombarda S.C.p.A.
 

- IMPREGILO S.p.A.
- ASTALDI S.p.A.
- IMPRESA PIZZAROTTI E C. S.p.A.
- A.C.I. S.c.p.A.

Responsabile del Monitoraggio Ambientale:  
 Dott. Ing. Lara Caplini

DATA	DESCRIZIONE	REV	ESECUTORE MONITORAGGIO AMBIENTALE
Marzo 2012	EMISSIONE	A	 REDATTO: Dott. Ing. Paolo Ardenti CONTROLLATO: Dott. Ing. Silvia Arata APPROVATO: Dott. Ing. Michele Mori
.....	.....	.....	
.....	.....	.....	
.....	.....	.....	

#### CONCESSIONARIO



Direttore Tecnico: Dott. Ing. Giuliano Lorenzi  
 Alla Sorveglianza: Dott. Ing. Francesco Domenico  
 Referente Tecnico: Arch. Barbara Vizzi

#### VERIFICA E VALIDAZIONE

OSSERVATORIO AMBIENTALE  
 ARPA LOMBARDIA

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO METODOLOGICO</b>	<b>4</b>
<b>3.1</b>	<b>DEFINIZIONE DEI PARAMETRI</b>	<b>4</b>
<b>3.2</b>	<b>INDIVIDUAZIONE DEI LIMITI DI LEGGE E DEFINIZIONE DELLE ANOMALIE</b>	<b>5</b>
<b>3.3</b>	<b>STRUMENTAZIONE</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>RISULTATI OTTENUTI</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>12</b>

## 1 PREMESSA

Il presente documento illustra le attività di monitoraggio della **componente “Vibrazioni”** svolte in fase Corso Opera, nell’ambito del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA), predisposto in sede di Progetto Esecutivo del “Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed opere ad esso connesse”. In particolare il presente documento illustra i **dati relativi al 1° lotto della tangenziale di Como**, che si innesta sull’autostrada A9 a Grandate, al confine con il comune di Villa Guardia, e termina con lo svincolo di Acquanegra, tra i comuni di Como e Casnate con Bernate. Tutte le attività strumentali di rilevamento dei dati in campo e di elaborazione degli stessi sono state effettuate secondo quanto previsto dalla Relazione Specialistica - componente Vibrazioni del PMA (EMAGRA00GE00000RS012B – novembre 2010) e più in generale nel rispetto della normativa nazionale ed in accordo con le pertinenti norme tecniche nazionali ed internazionali.

In termini generali il PMA ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni indotte sull’ambiente dalla realizzazione dell’opera, e di valutare se tali variazioni sono imputabili alla costruzione della medesima o al suo futuro esercizio.

Il monitoraggio ambientale delle vibrazioni ha come obiettivo verificare che i ricettori interessati dalla realizzazione dell’infrastruttura siano soggetti a livelli vibrazionali in linea con le previsioni progettuali e con gli standard di riferimento. Le attività di monitoraggio nella fase CO permettono di rilevare e segnalare eventuali criticità in modo da poter intervenire in maniera idonea per ridurre al minimo possibile l’impatto sui ricettori interessati durante le fasi costruttive.

Le attività di monitoraggio sono state svolte nei mesi di giugno, luglio e ottobre 2011 nel comune di Grandate (CO).

Per la descrizione delle singole campagne di misura con relative schede di restituzione e certificati di taratura strumentazione si rimanda ai bollettini trimestrali (TMAC1A00GE00000RS004A\_2°trimestre 2011; TMAC1A00GE00000RS006A\_3°trimestre 2011; TMAC1A00GE00000RS005A\_4°trimestre 2011).

Precedentemente all’esecuzione delle misure è stato svolto un sopralluogo finalizzato all’individuazione degli aspetti utili al monitoraggio della componente in oggetto, nell’installazione della strumentazione e nelle successive attività di rilievo.

L’attività di sopralluogo è stata finalizzata a valutare i seguenti aspetti:

- assenza di situazioni locali che possano disturbare le misure;
- consenso della proprietà ad accedere al ricettore da monitorarsi per tutte le fasi in cui è previsto il monitoraggio;
- possibilità di alimentazione alla rete elettrica.

Non sono state effettuate rilocalizzazioni rispetto al posizionamento previsto dal PMA – Progetto Esecutivo. Si segnala tuttavia che il punta VIB-GR-01 è stato ricollocato rispetto a quanto riportato nel MA – Progetto Definitivo.

Al fine di verificare la corretta esecuzione delle attività di monitoraggio, il ST ha presenziato alle misurazioni eseguite il 17/06/11 presso il punto VIB-GR-01.

## 2 DESCRIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

I punti di monitoraggio scelti dal PMA sono stati posizionati in corrispondenza dei ricettori ubicati in prossimità delle aree operative (cantieri operativi, aree tecniche e fronte avanzamento lavori) laddove gli impatti vibrazionali sono maggiormente significativi.

La presente relazione riporta i risultati delle campagne di rilevamento vibrazioni condotte nei punti riportati nella tabella che segue.

Codice Monitoraggio	Numero Rilievo CO	Intervallo temporale	Eventi rilevati	Monitoraggio AO
VIB-GR-01	1	17/06/11 dalle 15.13 alle 17.13	<b>E1:</b> Escavazione e compattazione fondo mediante rullo	SI
			<b>E2:</b> Nessun evento di questo tipo rilevato	
			<b>E3 (E1 + E2):</b> Escavazione e transito mezzo pesante su via Monte Rosa	
			<b>E4:</b> Non rilevati	
	2	26/07/11 dalle 10.06 alle 12.06	<b>E1:</b> Scavo imbocco galleria	
			<b>E2:</b> Nessun evento di questo tipo rilevato	
			<b>E3</b> Nessun evento di questo tipo rilevato	
			<b>E4:</b> Non rilevati	
	3	27/10/11 dalle 10.50 alle 12.50	<b>E1:</b> Scavo imbocco galleria	
			<b>E2:</b> Nessun evento di questo tipo rilevato	
			<b>E3</b> Nessun evento di questo tipo rilevato	
			<b>E4:</b> Non rilevati	

**Tab. 2: Punti di monitoraggio ed eventi rilevati**

In corrispondenza del ricettore VIB-GR-01 la misura è stata effettuata al 1° e al 2° piano f.t., in corrispondenza rispettivamente della lavanderia e della camera da letto. Entrambi i locali risultano affacciati sull'area interessata dalle lavorazioni.

### 3 INQUADRAMENTO METODOLOGICO

#### 3.1 Definizione dei parametri

La misura di vibrazioni consiste nella registrazione per un intervallo di due ore dei segnali di accelerazione registrati da 6 accelerometri monoassiali collegati ad un sistema di acquisizione e elaborazione del segnale. Le misure vengono effettuate presso ricettori prospicienti al fronte di avanzamento lavori (misure indicate nel PMA con la sigla VIC).

Le misure avvengono contestualmente alle lavorazioni al fine di determinare relazioni causa-effetto tra operazione di cantiere e livelli vibrazionali rilevati. A tal fine ciascuna postazione è presidiata in modo da catalogare gli eventi sensibili ascrivibili alle attività di cantiere o a fenomeni di disturbo esterni.

I dispositivi di misura sono localizzati in corrispondenza del primo e dell'ultimo solaio abitato, dal lato dell'edificio a minima distanza dal tracciato e in posizione centrale al locale (in corrispondenza della mezzeria del solaio). Qualora non sia possibile accedere all'interno del piano terra la terna viene collocata anche all'esterno dell'edificio pur mantenendo la distanza entro un metro dalla stessa. In termini generali i 6 trasduttori, ciascuno collegato ad uno specifico canale della centralina di acquisizione dati, vengono disposti nel seguente modo:

- Canale 1 (CH1): Accelerometro al piano inferiore – Direzione X
- Canale 2 (CH2): Accelerometro al piano inferiore – Direzione Y
- Canale 3 (CH3): Accelerometro al piano inferiore – Direzione Z
- Canale 4 (CH4): Accelerometro al piano superiore – Direzione X
- Canale 5 (CH5): Accelerometro al piano superiore – Direzione Y
- Canale 6 (CH6): Accelerometro al piano superiore – Direzione Z

Le tre direzioni sono mutuamente perpendicolari alla giacitura dei piani individuati dalle mura del locale. La direzione X positiva viene disposta in modo da essere concorde con il verso delle pk crescenti del tracciato autostradale e le direzioni Y, Z di conseguenza in modo da formare una terna ortogonale destrorsa. Le direzioni X, Y, Z risultano rispettivamente longitudinali, trasversali e verticali rispetto al tracciato stradale in progetto.

Il rilevamento è stato eseguito memorizzando la time history discretizzata al secondo del livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza (secondo il filtro per assi combinati indicato dalla norma UNI 9614) e lo spettro in frequenza in bande da 1/3 d'ottava nel campo da 1 a 80 Hz (estremi inclusi).

Dalla misura complessiva sono stati estratti ed analizzati gli eventi più gravosi ricadenti nelle seguenti categorie:

1. **Eventi generati dall'attività di cantiere** (si è indicato nel seguito con la sigla **E1** l'evento più gravoso appartenente a questa categoria).

2. **Eventi generati dalla movimentazione dei mezzi di cantiere** (si è indicato nel seguito con la sigla **E2** l'evento più gravoso appartenente a questa categoria).
3. **Eventi generati dalla presenza contemporanea degli eventi 1 e 2** (si è indicato nel seguito con la sigla **E3** l'evento più gravoso appartenente a questa categoria).
4. **Eventi generati da infrastrutture di trasporto** (si è indicato nel seguito con la sigla **E4** l'evento più gravoso appartenente a questa categoria).

Per quanto riguarda le normali attività domestiche si è cercato di evitare il calpestio nelle stanze direttamente interessate dalle misure, mentre non è possibile individuare attività domestiche effettuate negli altri locali dell'abitazione. Tali attività risultano far parte del normale "segnale di fondo" della misura.

Per il dettaglio e la descrizione della localizzazione degli accelerometri e degli eventi rilevati nei punti oggetto di monitoraggio si rimanda ai bollettini trimestrali.

### 3.2 Individuazione dei limiti di legge e definizione delle anomalie

Per la fase di CO viene considerata "condizione anomala" ogni situazione in cui si riscontrano parametri di misura contemporaneamente superiori sia ai limiti di legge - sia ai valori di AO.

Nel caso in cui non siano state effettuate misure di AO, la definizione della condizione anomala avviene esclusivamente per confronto con il limite di legge.

Per quanto riguarda i valori di soglia delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza a cui fare riferimento, vengono considerate le tabelle che seguono. Nel caso specifico 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. I valori riportati si riferiscono 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.

Destinazione d'uso	Accelerazione (asse Z)	
	m/s <sup>2</sup>	dB
Aree critiche	5,0 10 <sup>-3</sup>	74
Abitazioni notte (22.00 – 7.00)	7,0 10 <sup>-3</sup>	77
Abitazioni giorno (7.00 – 22.00)	10,0 10 <sup>-3</sup>	80
Uffici	20,0 10 <sup>-3</sup>	86
Fabbriche	40,0 10 <sup>-3</sup>	92

**Tab. 3.2/A – Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza valide per l'asse Z (Prospetto II UNI 9614)**

Destinazione d'uso	Accelerazione (asse X, Y)	
	m/s <sup>2</sup>	dB
Aree critiche	3,6 10 <sup>-3</sup>	71
Abitazioni notte (22.00 – 7.00)	5,0 10 <sup>-3</sup>	74
Abitazioni giorno (7.00 – 22.00)	7,2 10 <sup>-3</sup>	77
Uffici	14,4 10 <sup>-3</sup>	83
Fabbriche	28,8 10 <sup>-3</sup>	89

**Tab. 3.2/B – Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza valide per gli assi X e Y (Prospetto III UNI 9614)**

Si ricorda che la UNI 11048 (2003) che integrava la UNI 9414 (1990) è stata ritirata in data 3 Settembre 2009.

Soddisfatto l'obiettivo di garantire livelli di vibrazione accettabili per le persone, risulta automaticamente realizzata l'esigenza di evitare danni strutturali agli edifici. Ne consegue che all'interno degli edifici da monitorarsi non sono state eseguite misure finalizzate al danno delle strutture ma solo quelle relative al disturbo delle persone. Il riscontro di livelli di vibrazione che recano disturbo alle persone sarà condizione sufficiente affinché si intervenga nei tempi e nei modi opportuni per ridurre i livelli d'impatto.

### 3.3 Strumentazione

La strumentazione per la misura delle vibrazioni è costituita essenzialmente da un trasduttore in grado di trasformare la vibrazione in un segnale elettrico, da una apparecchiatura per il condizionamento dei segnali e da un sistema per la registrazione delle grandezze misurate.

Di seguito è riportata un'immagine dello strumento utilizzato in tutte le campagne di misura.



**Figura 3.3: Analizzatore Sinus mod. Soundbook S/N 6255**

La catena di misura e di analisi che è stata prevista in relazione agli standard di misurazione richiesti ed alle finalità delle misure è così articolata:

- trasduttori di accelerazione;
- filtri antialiasing;
- cavi schermati per la trasmissione del segnale;
- sistema di acquisizione dati con almeno 6 canali in contemporanea.

Gli accelerometri sono stati ancorati alla struttura da monitorare mediante fissaggio con cera d'api in modo da garantire un miglior risultato nella trasduzione del segnale.

Il software utilizzato per le elaborazioni è Noise Vibration Works.

## 4 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE

Di seguito viene riportato un riepilogo delle lavorazioni effettuate con dettaglio di avanzamento trimestrale a partire da aprile 2011.

### **Periodo: da Aprile 2011 a Maggio 2011**

BONIFICA DA ORDIGNI BELLICI: E' proseguita l'esecuzione della Bonifica da Ordigni Bellici superficiale e profonda (l'avanzamento attuale è di circa il 36%).

DISBOSCAMENTO: Sono proseguite le attività di abbattimento alberature e rimozione ceppaie (l'avanzamento attuale è di circa il 70%).

SCAVI IN ESTENSIONE SETTORE 15 (COMUNE GRANDATE): Attività di scavo archeologico manuale assistito ultimate.

SCAVI IN ESTENSIONE SETTORE 16 (COMUNE CASNATE CON BERNATE): Sono state ultimate le attività di scavo archeologico manuale assistito.

CANTIERE IMBOCCO DI GRANDATE (COC2): È stata consegnata l'area destinata all'impianto di betonaggio. Sono in corso le attività di costruzione dell'impianto. E' in corso la formazione del piazzale della restante porzione e delle opere civili. E' iniziata la realizzazione delle reti ed impianti interni. È stato ultimato il CN42 sud, mentre è in fase di ultimazione il CN42 ovest.

CANTIERE CAMPO BASE C.B.CO – PIANA DI GRANDATE: Il cantiere è ultimato e stanno per iniziare le attività di montaggio dei baraccamenti.

GALLERIA ARTIFICIALE SUD GRANDATE - CARREGGIATA OVEST: Sono stati demoliti i cinque fabbricati interferenti.

IMBOCCO SUD GALLERIA NATURALE GRANDATE PK 02+272,00: E' iniziata la realizzazione delle piste di servizio. È ultimata la viabilità di accesso al complesso di villette Meraviglia. In fase di ultimazione la viabilità di accesso al condominio Meraviglia.

IMBOCCO SUD GALLERIA NATURALE GRANDATE PK 02+664,00: E' iniziata la realizzazione delle piste di servizio. Sono iniziate le deviazioni di via Monterosa, del tratto 1 (galoppatoio) e del tratto 2 in variante (via Cervino a Casnate con Bernate).

TRINCEA DA PK 01+405,00 CIRCA A INIZIO GALLERIA ARTIFICIALE GRANDATE: E' iniziata la realizzazione delle piste di servizio e iniziati gli scavi per il riporto del materiale sui cantieri.

### **Periodo: da Giugno 2011 a Agosto 2011**



BONIFICA DA ORDIGNI BELLICI: E' proseguita l'esecuzione della Bonifica da Ordigni Bellici superficiale e profonda.

DISBOSCAMENTO: E' proseguito l'abbattimento alberature e rimozione ceppaie.

CANTIERE OPERATIVO C.O.C1 - SVINCOLO GRANDATE, ZONA ELIPORTO: E' stata eseguita la bonifica dagli ordigni bellici.

CANTIERE IMBOCCO DI GRANDATE (COC2): Sono continuate le attività di costruzione dell'impianto di betonaggio. E' continuata inoltre l'attività di cantierizzazione dell'area (movimenti terra, realizzazione basamenti, realizzazione reti ad impianti).

CANTIERE OPERATIVO C.O.C4 - OPERA CONNESSA TGCO04: E' stato eseguito lo scotico dell'area, posata la recinzione ed eseguita la bonifica dagli ordigni bellici.

CANTIERE CAMPO BASE C.B.CO – PIANA DI GRANDATE: Si sono svolte attività relative al montaggio baraccamenti prefabbricati per uffici.

PISTE DI SERVIZIO CANTIERI COMO: E' proseguita la realizzazione delle piste di servizio.

SOTTOPASSO SS.35 DEI GIOVI: Sono state eseguite attività di scavo e cantierizzazione impianto per realizzazione paratie con idrofresa. Sono iniziate e sono attualmente in corso le attività di realizzazione corree guida e diaframmi con idrofresa.

GALLERIA ARTIFICIALE SUD GRANDATE - CARREGGIATA EST / OVEST: E' stato eseguito il trasporto ad impianto autorizzato delle macerie derivanti dalla demolizione dei cinque fabbricati interferenti (Polleria Seveso ed Immobiliare Milano). Sono iniziate le attività di sbancamento per lo scavo dell'imbocco sud Grandate.

IMBOCCO SUD GALLERIA NATURALE GRANDATE: Sono state completate ed aperte al traffico le deviazioni stradali di via Monterosa: tratto 1 (galoppatoio) e tratto 2 in variante (via Cervino a Casnate con Bernate). In data 13/07/2011 è stata consegnata al Comune di Casnate con Bernate la deviazione tratto 2. Sono iniziate le attività di realizzazione imbocco (berlinese di micropali, trave di coronamento, tiranti)

TRINCEA DA PK 1+405 CIRCA A INIZIO GALLERIA ARTIFICIALE SOTTO SS35: Sono continuate le attività di scavo per il riporto del materiale sui cantieri.

#### **Periodo: da Settembre 2011 a Dicembre 2011**

BONIFICA DA ORDIGNI BELLICI: E' proseguita l'esecuzione della Bonifica da Ordigni Bellici superficiale e profonda, in particolare: sul sedime vecchia SS35 dei Giovi, per adeguamento barriera di esazione Grandate e rampa DE48.

DISBOSCAMENTO: E' proseguito l'abbattimento alberature e rimozione ceppaie.

CANTIERE OPERATIVO C.O.C1 - SVINCOLO GRANDATE, ZONA ELIPORTO: Sono iniziate le attività di cantierizzazione.

CANTIERE IMBOCCO DI GRANDATE (COC2): Sono terminate le attività di costruzione dell'impianto di betonaggio ed è iniziata la produzione di calcestruzzo. Proseguono le attività di cantierizzazione e di posa in opera di barriere antirumore.

CANTIERE CAMPO BASE C.B.CO – PIANA DI GRANDATE: Prosegue la cantierizzazione del Campo Base. In data 19/09/2011 sono stati aperti gli uffici.

PISTE DI SERVIZIO CANTIERI COMO: E' proseguita la realizzazione delle piste di servizio.

SOTTOPASSO SS.35 DEI GIOVI: Prosegue l'esecuzione delle paratie con idrofresa. Il giorno 20/11/11 è stata attivata la deviazione della SS35.

GALLERIA ARTIFICIALE SUD GRANDATE - CARREGGIATA EST / OVEST: Sono proseguite le attività di sbancamento per lo scavo dell'imbocco sud Grandate.

IMBOCCO SUD GALLERIA NATURALE GRANDATE: Sono proseguite le attività di realizzazione imbocco (berlinese di micropali, trave di coronamento, tiranti). In particolare è iniziato il 5° ordine di tiranti nel tratto d'imbocco.

SVINCOLO ACQUA NEGRA: E' in corso lo scavo con vagliatura dei materiali di riporto.

CANTURINA TRATTO SUD E SVINCOLO ACQUA NEGRA: E' in corso l'attività di stesa del rilevato.

SISTEMAZIONI IDRAULICHE SECONDARIE: E' in fase di ultimazione la sistemazione idraulica della Roggia Quarto.

Di seguito si riporta invece il dettaglio delle lavorazioni riscontrate nelle aree interferenti con i punti di monitoraggio

### **Secondo trimestre 2011**

Le attività di cantiere riscontrate nel periodo in esame, così come riportate nei programmi lavori, e potenzialmente impattanti sulla componente vibrazioni sono le seguenti:

#### Punto VIB-GR-01

- Campo industriale C.O.C2: cantierizzazione, formazione pista di cantiere e montaggio impianto di betonaggio

### **Terzo trimestre 2011**

#### Punto VIB-GR-01

- Cantiere Operativo C.O.C2: cantierizzazione e montaggio impianto di betonaggio
- Sottopasso SS35 dei Giovi: scavo da sez.98 a sez. 100 (pK 1+675 a pK 1+720) per riporto cantierizzazione
- Imbocco sud galleria naturale di Grandate: esecuzione campo prova tiranti, scavo imbocco galleria

### **Quarto trimestre 2011**

- Imbocco sud galleria naturale di Grandate: scavo imbocco, esecuzione tiranti 3°ordine tratto 2, spritz beton, esecuzione travi di ripartizione.

## 5 RISULTATI OTTENUTI

La metodica di monitoraggio prevista dal Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) e applicata nella fase di CO è la seguente:

**VIC** - Misure della durata di due ore in corrispondenza di ricettori prospicienti al fronte di avanzamento lavori.

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

Le tabelle che seguono riassumono i valori vibrazionali ottenuti per l'evento più gravoso appartenente a ciascuna categoria (E1, E2, E3) ed il confronto con i valori limite ed il confronto con i valori soglia individuati dalla norma tecnica UNI9614:1990.

Per l'andamento temporale dei valori di accelerazione e l'analisi in frequenza (pesatura assi combinati UNI9614 e pesatura lineare) si rimanda ai bollettini trimestrali.

Rilievo	Evento	Durata	Piano	$a_{weq}$ [ $mm/s^2$ ]			Valori limite ( <i>disturbo</i> ) <sup>1</sup> $a_{weq}$ [ $mm/s^2$ ]	
				Asse X	Asse Y	Asse Z	Assi X e Y	Asse Z
VIB-GR-01 del 17/06/11	E1: Scavo mediante escavatore e compattazione fondo mediante rullo	44s s	P1	0.097	0.24	0.85	7,2	10
			PT	0.20	0.063	0.20		
	E3: Scavo mediante escavatore e transito camion su viabilità locale	22 s	P1	0.13	0.16	1.0		
			PT	0.13	0.078	0.16		
	Misura complessiva	7200 s	P1	0.065	0.068	0.21		
PT		0.051	0.067	0.053				
VIB-GR-01 del 26/07/11	E1: Scavo mediante escavatori e martelli pneumatici	37 s	P1	0.17	0.13	0.82	7,2	10
			PT	0.10	0.098	0.23		
	Misura complessiva	7200 s	P1	0.13	0.11	0.52		
			PT	0.077	0.077	0.19		
VIB-GR-01 del 27/10/11	E1: Scavo imbocco galleria	21s	P1	0.18	0.20	0.89	7,2	10
			PT	0.12	0.096	0.21		
	Misura complessiva	7200 s	P1	0.12	0.11	0.45		
			PT	0.081	0.059	0.12		

**Tab. 5 – Sintesi risultati del monitoraggio**

<sup>1</sup> Soglia di percezione:  $5,0 \cdot 10^{-3} m/s^2$  per l'asse z;  $3,6 \cdot 10^{-3} m/s^2$  per gli assi x e y (UNI 9614)

## 6 CONCLUSIONI

Nella presente relazione sono stati presentati i risultati delle attività di monitoraggio della componente Vibrazioni svolte in fase Corso d'Opera nel corso del 2011. Nel periodo indicato sono stati eseguiti complessivamente 3 rilievi per 1 punto di monitoraggio.

Prendendo in considerazione la normativa vigente, l'attività di rilievo è stata effettuata procedendo secondo i seguenti step:

- classificazione della postazione;
- acquisizione per un periodo minimo di 120 minuti;
- individuazione di tutte le fonti vibrazionali ascrivibili o meno alle attività di cantiere;
- elaborazione dei dati;
- interpretazione dei risultati;
- confronto dei valori ottenuti con le soglie imposte dalla normativa.

La campagna di rilievi si è svolta nelle tempistiche previste e nelle modalità riportate dal PMA.

Durante le attività di rilievo non sono state individuate criticità tali da determinare l'avvio della procedura di segnalazione anomalie. Presso nessuno dei ricettori, infatti, si sono verificati superamenti dei valori limite per il disturbo e della soglia di percezione indicati nella norma UNI 9614.

Da un'analisi complessiva dei rilievi svolti (per l'analisi di dettaglio dei singoli eventi si rimanda ai bollettini trimestrali) si evince quanto segue:

- Il confronto tra analisi in frequenza e time history (nonché lo studio della bibliografia tecnica settoriale) evidenziano come le attività di compattazione mediante rullo risultano potenzialmente impattanti per i ricettori in esame. Ad oggi tali attività sono state registrate a distanze tali da non determinare incrementi sensibili dei livelli vibrazionali, si suggerisce tuttavia di mantenere elevato il livello di attenzione in caso di lavorazioni analoghe prospicienti al ricettore in esame.
- La chiusura al traffico di via Monte Rosa, a partire da **xxxx**, ha determinato un notevole cambiamento delle condizioni al contorno, rispetto a quanto rilevato in fase di Ante operam. Il fenomeno vibratorio di fondo determinato dal passaggio delle autovetture sulla prospiciente via Monte Rosa risultava infatti una quota parte non trascurabile nel calcolo del livello vibrazionale complessivamente rilevato in AO.
- L'area prospiciente all'imbocco della galleria risulta interessata da un'intensa attività di escavazione. Attualmente tali attività risultano essere localizzate a circa 90m dalla postazione di misura e non determinano superamenti dei livelli limite. Si ritiene opportuno mantenere monitorato il ricettore in caso di lavorazioni da effettuarsi a distanze inferiori.