



## COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE

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

CODICE C.U.P. F11B06000270007

## TRATTA TA

### 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	TA	A00	GE00	000	RS	011	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

DATA	DESCRIZIONE	REV
Marzo 2012	EMISSIONE	A
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

#### ESECUTORE MONITORAGGIO AMBIENTALE



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>5</b>
<b>3.1</b>	<b>DEFINIZIONE DEI PARAMETRI</b>	<b>5</b>
<b>3.2</b>	<b>INDIVIDUAZIONE DEI LIMITI DI LEGGE E DEFINIZIONE DELLE ANOMALIE</b>	<b>6</b>
<b>3.3</b>	<b>STRUMENTAZIONE</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>RISULTATI OTTENUTI</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>19</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 alla Tratta A**, che si sviluppa dallo svincolo di Cassano Magnago (interconnessione con l’autostrada A8) e lo svincolo di Lomazzo escluso (interconnessione con l’autostrada A9). 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 (EMAGRA00GE00000RS004B – 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 maggio, giugno, ottobre e novembre 2011 nei comuni di Cassano Magnago (VA), Solbiate Olona (VA) e Gorla Maggiore (VA).

Per la descrizione delle singole campagne di misura con relative schede di restituzione e certificati di taratura strumentazione si rimanda ai bollettini trimestrali (TMATAA00GE00000RS003A\_2°trimestre 2011; TMATAA00GE00000RS011A\_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.

Rispetto al posizionamento previsto dal PMA – Progetto Esecutivo è stato rilocalizzato il punto VIB-SO-03. Si segnala inoltre che VIB-FA-01 è la nuova codifica del punto VIB-SO-02, in quanto il punto ricade nel territorio comunale di Fagnano Olona.

Al fine di verificare la corretta esecuzione delle attività di monitoraggio, il ST ha presenziato alle misurazioni eseguite il 31/05/11 presso il punto VIB-FA-01 (ex VIB-SO-02).

## 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. Il PMA ha individuato, come aree potenzialmente critiche, gli imbocchi/sbocchi delle seguenti opere d'arte principali:

- galleria artificiale SP2;
- viadotto Olona;
- galleria artificiale Solbiate Olona;
- galleria artificiale Gorla;
- galleria artificiale Cislago.

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-CA-01	2	31/05/11 dalle 15.16 alle 17.16	<b>E1:</b> Compattazione fondo mediante rullo	SI
			<b>E2:</b> Transito camion su viabilità cantiere	
			<b>E3 (E1 + E2):</b> Nessun evento di questo tipo rilevato	
			<b>E4:</b> Non rilevati	
VIB-SO-01	2	16/06/11 dalle 14.00 alle 16.00	<b>E1:</b> Nessun evento di questo tipo rilevato	SI
			<b>E2:</b> Transito camion su viabilità cantiere	
			<b>E3 (E1 + E2):</b> Nessun evento di questo tipo rilevato	
			<b>E4:</b> Non rilevati	
VIB-FA-01 exVIB-SO-02	1	31/05/11 dalle 10.00 alle 12.00	<b>E1:</b> Scavo area galleria	NO
			<b>E2:</b> Transito camion su viabilità cantiere	
			<b>E3:</b> E1 + E2	
	2	29/11/11 dalle 10.41 alle 12.41	<b>E1:</b> Nessun evento significativo rilevato	
			<b>E2:</b> Transito camion su viabilità cantiere	
			<b>E3 (E1 + E2):</b> Nessun evento di questo tipo rilevato	

Codice Monitoraggio	Numero Rilievo CO	Intervallo temporale	Eventi rilevati	Monitoraggio AO
			<b>E4:</b> Non rilevati	
VIB-SO-03	1	16/06/11 dalle 10.13 alle 12.13	<b>E1:</b> Predisposizione area di cantiere	NO
			<b>E1:</b> Nessun evento di questo tipo rilevato	
			<b>E3 (E1 + E2):</b> Nessun evento di questo tipo rilevato	
			<b>E4:</b> Non rilevati	
VIB-GM-01	1	11/10/11 dalle 13.00 alle 15.00	<b>E1:</b> Escavazione per approntamento cantiere	NO
			<b>E2:</b> Transito camion su viabilità cantiere	
			<b>E3 (E1 + E2):</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-CA-01 (edificio a 2 piani f.t.), la misura è stata effettuata nella camera da letto dell'unico appartamento abitato (localizzato al piano terra).

In corrispondenza del ricettore VIB-SO-01 la misura è stata effettuata nella parte residenziale dell'edificio ad 1 piano f.t., in corrispondenza della sala da pranzo.

In corrispondenza del ricettore VIB-FA-01 la misura è stata effettuata al 1° e al 2° piano f.t., in corrispondenza dei due salotti, affacciati sul cantiere.

In corrispondenza del ricettore VIB-SO-03 la misura è stata effettuata nell' area ingresso/ufficio del piano seminterrato e in corrispondenza del salotto del 3° piano f.t.. Come anticipato nel capitolo 1, rispetto al posizionamento definito dal PMA – Progetto Esecutivo è stato rilocalizzato il punto VIB-SO-03 nell'edificio residenziale adiacente. Tale modifica si è resa necessaria in quanto il proprietario del ricettore originariamente previsto non garantiva l'accesso all'interno dell'edificio.

In corrispondenza del ricettore VIB-GM-01 la misura è stata effettuata nella cucina del piano seminterrato e in corrispondenza del salotto del 3° piano f.t..

Come anticipato nel capitolo 1, VIB-FA-01 rappresenta la nuova codifica del punto VIB-SO-02, in quanto il punto ricade nel territorio comunale di Fagnano Olona.

### 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 93%).

DISBOSCAMENTO: E' proseguito l'abbattimento alberature e rimozione ceppaie nelle aree della Provincia di Varese e di Como (l'avanzamento attuale è di circa il 90%).

CANTIERE OPERATIVO SVINCOLO DI CASSANO (COA1): E' stata completata l'area di cantiere con l'installazione dei baraccamenti prefabbricati

CANTIERE OPERATIVO GALLERIA DI SOLBIATE OLONA (COA2): E' stata ultimata la posa della recinzione. Sono in corso gli allacciamenti ai pubblici servizi e la realizzazione delle reti ed impianti interni. E' stata completata la realizzazione delle fondazioni per i baraccamenti e delle piste di servizio. E' stato realizzato il pozzo di emungimento acque. È stata consegnata l'area dedicata all'impianto di betonaggio e sono in corso i lavori di realizzazione opere civili all'interno della stessa.

CANTIERE OPERATIVO VIADOTTO OLONA (COA3 A-B): Sono state posate la recinzione ed i cancelli d'accesso. È stato eseguito lo scotico e l'accantonamento del materiale con formazione di duna.

CANTIERE OPERATIVO GALLERIA ARTIFICIALE GORLA: E' stata ultimata la posa della recinzione. Sono in corso lavori di movimento terra e finiture varie.

CANTIERE OPERATIVO DI MOZZATE (COA5): È stato completato il montaggio dell'impianto "A" di frantumazione inerti idonei al confezionamento di cls e sprit beton. Sono in corso le attività di realizzazione delle reti sottoservizi. E' in corso la realizzazione delle fondazioni dei braccamenti prefabbricati. È terminato il piazzale dedicato all'impianto di betonaggio.

CANTIERE OPERATIVO DELLO SVINCOLO DI CISLAGO (COA6): È stata posata la recinzione ed il cancello di accesso.

CANTIERE OPERATIVO GALLERIA ARTIFICIALE CISLAGO (COA7): E' stata ultimata la posa della recinzione. Sono in corso lavori di movimento terra e finiture varie.

CANTIERE OPERATIVO FINE TRATTA (COA8): E' stata eseguita la posa della recinzione e del cancello d'ingresso, sono stati eseguiti i lavori di movimento terra con lo scotico e l'accantonamento del materiale nelle dune perimetrali.

CAMPO BASE DI TURATE: È in fase di ultimazione il montaggio dei dormitori operai, club, infermeria, spogliatoio campo sportivo. E' stato completato il piazzale parcheggi. Sono in corso le attività di realizzazione delle aree a verde all'interno e sul perimetro di cantiere.

CANTIERE OPERATIVO (COA10): E' stato completato il cantiere con l'installazione dei baraccamenti prefabbricati e gli allacci alla corrente elettrica e acqua potabile.



PISTE DI CANTIERE: E' in corso la realizzazione delle piste di cantiere. Sono state realizzate le spalle per il ponte di attraversamento del diramatore fiume Olona.

RAMPA 3 MILANO – LOMAZZO: Sono in corso le attività di scavo e bonifica e posa del rilevato.

RAMPA 1 LOMAZZO-VARESE: Sono in corso le attività di scavo e bonifica e posa del rilevato.

RAMPA 4 LOMAZZO-MILANO: Sono in corso le attività di scavo e bonifica e posa del rilevato.

RAMPA 6 VARESE-LOMAZZO: Sono in corso le attività di scavo e bonifica e posa del rilevato.

RAMPA 2 BUSTO ARSIZIO-VARESE: Sono in corso le attività di scavo e bonifica e posa del rilevato.

RAMPA 5 BUSTO ARSIZIO-VARESE: Sono in corso le attività di scavo e bonifica.

GALLERIA ARTIFICIALE VENEGONI CARREGG. EST ED OVEST E GALLERIA UGO MARA CARREGGIATA EST: È in corso la realizzazione della vasca in c.a. di trattamento acque di piattaforma della galleria.

GALLERIA ARTIFICIALE SOLBIATE: Sono in corso le attività scavo del materiale. È iniziata la sagomatura dell'arco rovescio nel tratto 1. E' iniziata nel mese di maggio la produzione in stabilimento degli elementi prefabbricati.

GALLERIA ARTIFICIALE GORLA: Sono in corso le attività scavo del materiale nel tratto 6 finale. E' iniziata nel mese di maggio la produzione in stabilimento degli elementi prefabbricati.

GALLERIA NATURALE SOLBIATE: È in corso l'attività di consolidamento dall'alto tramite colonne in jet-grouting (avanzamento circa 60%).

IMBOCCO OVEST G.N. SOLBIATE OLONA: È terminata l'attività di realizzazione dei pali per la paratia di imbocco.

RILEVATO DA INIZIO LOTTO A VIADOTTO A8: Proseguono le attività di scavo e bonifica del piano di posa del rilevato.

RILEVATO DA VIADOTTO A8 A PK 0+567,68: Sono proseguite le attività di scavo, bonifica e posa del rilevato.

TRINCEA DA PK 0+567,68 A GALLERIA ARTIFICIALE VENEGONI: Sono in fase di ultimazione le attività scavo del materiale.

TRINCEA DA GALLERIA ARTIFICIALE VENEGONI A GALLERIA ARTIFICIALE SOTTOPASSO S.P.2: Sono proseguite le attività scavo del materiale.

TRINCEA DA GALLERIA ARTIFICIALE SOTTOPASSO S.P.2 A GALLERIA ARTIFICIALE SOLBIATE OLONA: Sono iniziate le attività scavo del materiale. E' iniziata la realizzazione della paratia di micropali (avanzamento al 24%).

PONTICELLO TORRENTE TENORE: È in fase di realizzazione la fondazione delle spalle.

VIADOTTO AUTOSTRADA A8 – CARREGGIATA EST/OVEST: È in fase di ultimazione l'elevazione delle spalle.

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

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

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

CAVALCAVIA SVINCOLO DI SOLBIATE OLONA: Sono stati eseguiti i pali di fondazione delle spalle del cavalcavia.

CANTIERE OPERATIVO GALLERIA DI SOLBIATE OLONA (COA2): Sono state eseguite le seguenti attività: opere civili per basamento impianto cls, montaggio impianto cls, prove impianto cls, montaggio prefabbricati, esecuzione pozzo, realizzazione cabine elettriche, realizzazione impianti idraulici ed elettrici. In data 24/08/2011 la Direzione Lavori ha dichiarato idoneo l'impianto Calcestruzzi.

CANTIERE OPERATIVO VIADOTTO OLONA (COA3 a-b): Sono stati eseguiti i movimenti terra ed installate le ricinzioni

CANTIERE OPERATIVO GALLERIA ARTIFICIALE GORLA: Sono stati eseguiti i movimenti terra ed installate le ricinzioni

CANTIERE OPERATIVO DI MOZZATE (COA5): Sono state eseguite le seguenti attività: opere civili per basamento impianto cls, realizzazione cabine elettriche, inizio montaggio impianto cls, esecuzione pozzo, realizzazione basamenti pese e lavaggio gomme. E' iniziata la produzione inerti all'impianto di frantumazione.

CANTIERE OPERATIVO SVINCOLO DI CISLAGO (COA6): Sono stati eseguiti i movimenti terra con formazione della duna ed installate le ricinzioni

CANTIERE OPERATIVO GALLERIA ARTIFICIALE CISLAGO (COA7): Sono stati completati i lavori di movimento terra e finiture varie.

CAMPO BASE di TURATE: È stato completato il montaggio dei dormitori operai, club, infermeria, spogliatoio campo sportivo. Sono state completate le attività di realizzazione delle aree a verde all'interno e sul perimetro di cantiere.

PISTE DI CANTIERE: E' proseguita la realizzazione delle piste di cantiere con relativi ponti Bailey (Torrente Fontanile). In corso la pista valle Olona con infissione palancole.

RAMPA 3 MILANO – LOMAZZO: Sono proseguite le attività di posa dei vari strati del rilevato ed è iniziato il rivestimento delle scarpate.

RAMPA 1 LOMAZZO-VARESE: Sono proseguite le attività di posa dei vari strati del rilevato ed è iniziato il rivestimento delle scarpate.

RAMPA 4 LOMAZZO-MILANO: Sono proseguite le attività di posa dei vari strati del rilevato ed è iniziato il rivestimento delle scarpate.

RAMPA 6 VARESE-LOMAZZO: Sono proseguite le attività di posa dei vari strati del rilevato ed è iniziato il rivestimento delle scarpate.

SVINCOLO DI SOLBIATE OLONA : RAMPA 5 BUSTO ARSIZIO- SOLBIATE OLONA: Sono state eseguite attività di movimento terra e profilatura scarpate

SVINCOLO DI SOLBIATE OLONA : ROTATORIA 2 A SUD: Sono state eseguite attività di movimento terra e profilatura scarpate

SVINCOLO DI SOLBIATE OLONA : RAMPA 7 SOLBIATE OLONA-LOMAZZO: Sono state eseguite attività di movimento terra e profilatura scarpate

SVINCOLO DI SOLBIATE OLONA : RAMPA 6 LOMAZZO-FAGNANO OLONA: Sono state eseguite attività di movimento terra e profilatura scarpate

SVINCOLO DI SOLBIATE OLONA : ROTATORIA 1 A NORD: Sono state eseguite attività di movimento terra e profilatura scarpate

SVINCOLO DI SOLBIATE OLONA : RAMPA 4 FAGNANO OLONA-BUSTO ARSIZIO: Sono state eseguite attività di movimento terra e profilatura scarpate

RAMPA 2 BUSTO ARSIZIO-VARESE: Sono proseguite le attività di posa dei vari strati del rilevato ed è iniziato il rivestimento delle scarpate.

RAMPA 5 BUSTO ARSIZIO-VARESE: Realizzazione camerette dei sifoni dei tombini.

GALLERIA ARTIFICIALE VENEGONI CARREGG. EST ED OVEST E GALLERIA UGO MARA CARREGGIATA EST: Sono state eseguite le seguenti attività: getto elevazione setti interni vasca di sollevamento; posa ferro, cassetta, getto elevazione locale pompe / scala; posa ferro, cassetta, getto soletta inferiore vasca; montaggio tubo per passaggio mezzi deviazione strada. E' in corso lo scavo di sbancamento. E' stata realizzata ed aperta al traffico in data 16/07/2011 la deviazione provvisoria di via Bonicalza.

GALLERIA ARTIFICIALE SOTTOPASSO S.P.2: E' stato eseguito e consegnato il parcheggio provvisorio per la ditta Facib. E' stata eseguita la deviazione provvisoria della strada SP2 ed è stata aperta al traffico in data 31/08/2011. Nel mese di agosto è iniziata la realizzazione dei pali e della trave di coronamento della paratia di contenimento e lo scavo di sbancamento.

GALLERIA ARTIFICIALE SOLBIATE: Proseguono le attività di scavo di sbancamento. E' proseguita l'attività di sagomatura dell'arco rovescio ed è iniziata la posa del ferro ed il getto dello stesso. E' iniziato il getto del magrone per la posa dei piedritti. E' proseguita in stabilimento la prefabbricazione degli elementi della galleria ad arco.

GALLERIA ARTIFICIALE GORLA: Sono proseguite le attività di scavo del tratto finale e trasporto all'impianto CN05. Sono stati demoliti tre fabbricati interferenti: Vignoni Mercante, canile Macchi, Credem Leasing. Si stanno preparando gli accessi per le macchine di esecuzione dei pali delle paratie a salvaguardia dei fabbricati. E' proseguita in stabilimento la prefabbricazione degli elementi della galleria ad arco.

GALLERIA NATURALE SOLBIATE: Prosegue ed è prossima alla conclusione l'attività di consolidamento dall'alto tramite colonne in jet-grouting.

IMBOCCO OVEST G.N. SOLBIATE OLONA: E' stata realizzata la trave di coronamento della paratia di pali. Sono state eseguite prove di cross-hole sui pali. E' iniziata la realizzazione dei tiranti (trave di ripartizione, perforazione, iniezione e tesatura). Parallela alla realizzazione dei tiranti è in corso lo scavo di sbancamento e lo spritz beton della scarpata e dei pali.

PONTICELLO TORRENTE TENORE: Sono state eseguite le prove di carico sui pali di fondazione. E' stata completata la fondazione e l'elevazione delle spalle con relativi paraghiaia (posa ferro, cassetatura e getto).

SISTEMAZIONE IDRAULICA TORRENTE TENORE: E' stato eseguito lo scavo del canale a sud. E' stato eseguito lo scavo del tombino pk 0+263, la posa del ferro, cassetatura e getto della fondazione, elevazione e soletta dello stesso, ed è in corso la realizzazione dei muri d'ala. E' stato eseguito lo scavo del tombino pk 0+157, la posa del ferro, cassetatura e getto del tombino e del canale di derivazione. E' in corso la stesa del rilevato della pista di manutenzione nord.

RILEVATO DA INIZIO LOTTO A VIADOTTO A8: Sono iniziate le attività di posa dei vari strati del rilevato

RILEVATO DA VIADOTTO A8 A PK 0+567,68: Sono proseguite le attività di posa dei vari strati del rilevato ed è iniziato il rivestimento delle scarpate.

RILEVATO DA PK 6+514 A PK 7+320: Sono iniziate nel mese di agosto le attività di scotico.

TRINCEA DA GALLERIA ARTIFICIALE VENEGONI A GALLERIA ARTIFICIALE SOTTOPASSO S.P.2: Sono proseguite le attività scavo di sbancamento. Sono stati realizzati tutti i micropali della paratia di contenimento scavi.

TRINCEA DA GALLERIA ARTIFICIALE SOTTOPASSO S.P.2 A GALLERIA ARTIFICIALE SOLBIATE OLONA: E' stata completata la realizzazione dei micropali della paratia. E' iniziata la realizzazione della trave di coronamento con la saldatura delle orecchie sui micropali, l'armatura ed il getto della stessa. E' stato eseguito il campo prova tiranti. Sono prossime all'avvio le attività di perforazione, iniezione e tesatura tiranti.

VIADOTTO AUTOSTRADA A8 – CARREGGIATA EST/OVEST: E' stata completata l'elevazione delle spalle. Sono state eseguite le prove di cross-hole e prove di carico sui pali di fondazione. Sono state realizzate le fondazioni ed elevazioni dei muri andatori (posa ferro, cassetatura e getto).

VIADOTTO VALLE OLONA :E' iniziata nel mese di agosto la realizzazione dei pali di fondazione del viadotto.

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

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

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

VIADOTTO AUTOSTRADA A8 – CARREGGIATA EST/OVEST: E' in corso l'assemblaggio degli impalcati metallici in cantiere.

SVINCOLO CASSANO MAGNAGO E RILEVATI DI LINEA RI01-RI02: Proseguono le attività di realizzazione rampe, con un avanzamento di circa il 90% dei movimenti terra. Sono iniziate le attività di rivestimento delle scarpate con terreno vegetale.

BARRIERE ANTIRUMORE CARREGGIATA OVEST DA PK 0+585,00 A PK 0+807,00: E' iniziata l'esecuzione dei pali di fondazione delle barriere antirumore.

SISTEMAZIONE IDRAULICA ACQUE ESTERNE CANALE DI GRONDA TENORE: Sono in corso le realizzazioni delle piazzole idrauliche e la posa delle tubazioni fognarie nel lotto1.

CAVALCAVIA SU STRADA ANAS SS.341 RAMPA 6 - (INTERCONNESSIONE A8): Sono completati i pali di sottofondazione ed è in corso la realizzazione delle pile.

SISTEMAZIONE IDRAULICA TORRENTE TENORE: E' in corso l'esecuzione dello spingitubo sotto la sede autostradale A8, per il passaggio del torrente Tenore.

TRINCEE DI LINEA LOTTO 1: Sono in corso le attività di scavo con un avanzamento di circa l'85%. È iniziata la sistemazione finale con rivestimento delle scarpate con vegetale sulla WBS TR01. La paratia di micropali e tutti gli ordini di tiranti sono conclusi.

GALLERIA ARTIFICIALE VENEGONI CARREGG. EST ED OVEST E GALLERIA UGO MARA CARREGGIATA EST: E' proseguito lo scavo di sbancamento a meno dell'area della caserma Ugo Mara, per la quale non sono ancora a disposizione le aree.

SVINCOLO SOLBIATE OLONA E OPERA CONNESSA VA06: I movimenti terra per la realizzazione delle rampe sono al 90% circa di avanzamento.

CAVALCAVIA SVINCOLO DI SOLBIATE OLONA: Sono terminate le elevazioni delle spalle del cavalcavia.

TRATTO NORD OPERA CONNESSA VA06: E' iniziato lo scotico.

GALLERIA ARTIFICIALE SOTTOPASSO S.P.2: E' stata completata la realizzazione dei pali e della trave di coronamento della paratia di contenimento; è iniziata l'esecuzione del primo (e unico) ordine di tiranti, contestualmente allo scavo di sbancamento.

TRINCEA DA GALLERIA ARTIFICIALE SOTTOPASSO S.P.2 A GALLERIA ARTIFICIALE SOLBIATE OLONA: Sono in corso le attività di perforazione, iniezione e tesatura tiranti e le attività di scavo con un avanzamento di circa il 70%.

GALLERIA ARTIFICIALE SOLBIATE: E' proseguita in stabilimento la prefabbricazione degli elementi della galleria ad arco. Sono stati realizzati circa 150 ml di galleria completa tra le pk 2+935 e pk 3+085 (tratto T1-T4), ed è iniziata l'impermeabilizzazione a spruzzo dei piedritti. Prosegue la posa dei piedritti nel Tratto T4. È in corso la realizzazione dell'arco rovescio nel tratto da inizio galleria alla pk 2+935. Prosegue lo scavo di sbancamento del tratto 2B e 3.

IMBOCCO OVEST G.N. SOLBIATE OLONA: E' stata completata la realizzazione dei tiranti (trave di ripartizione, perforazione, iniezione e tesatura), lo scavo di sbancamento e lo spritz beton della scarpata e dei pali.

GALLERIA NATURALE SOLBIATE: Prosegue stata conclusa l'attività di consolidamento dall'alto tramite colonne in jet-grouting. E' in corso lo scavo di avanzamento della carreggiata est giunta a c.a. 50ml. È iniziato lo scavo di avanzamento della carreggiata Ovest.

VIADOTTO VALLE OLONA: Sono in corso le elevazioni delle spalle, la cassetta delle fondazioni delle pile e la berlinese di micropali d'argine fiume Olona.

PISTE DI CANTIERE: E' in corso la risoluzione dell'interferenza fognaria della pista della valle Olona, lato Gorla Maggiore; è attivo il ponte Bailey sul fiume Olona ed è terminato lo scavo della pista lato Solbiate.

GALLERIA ARTIFICIALE GORLA: E' proseguita in stabilimento la prefabbricazione degli elementi della galleria ad arco. Sono terminati i pali Ø 1500 di prima fase della paratia F ed è in corso la realizzazione della trave di coronamento. Sono in corso i pali Ø 1500 della paratia A e la trave di coronamento; sono iniziati i pali Ø 1500 della paratia B lato Tratto 1. È iniziato il campo prova tiranti della paratia F. Prosegue la posa dei prefabbricati nel tratto T7-T6, completi di volte per circa 25 ml, e prosegue la realizzazione dell'arco rovescio nello stesso tratto. Sono in corso le attività di pavimentazione e posa in opera di segnaletica della deviazione strada provinciale SP19. È iniziato lo scavo di sbancamento nel Tratto 3.

RILEVATI DI LINEA LOTTO 2: E' in corso la formazione di rilevati con un avanzamento di circa il 50%.

SOTTOVIA DI LINEA LOTTO 2: Sono in corso le opere in c.a. dei sottovia scatolari.

SVINCOLO MOZZATE: E' in corso la formazione dei rilevati con un avanzamento di circa il 30%.

AREA DI SERVIZIO DI MOZZATE: E' iniziato lo scotico e la preparazione del piano di posa del rilevato.

SISTEMAZIONE IDRAULICA ACQUE ESTERNE CANALE DI GRONDA FONTANILE: Sono in corso le attività di scavo e posa tubazioni del canale di gronda.

CANTIERE OPERATIVO DI MOZZATE (COA5): E' stata completata la realizzazione dell'impianto di betonaggio ed è iniziata la produzione di calcestruzzo.

GALLERIA ARTIFICIALE DI CISLAGO: E' iniziata in stabilimento la prefabbricazione degli elementi della galleria ad arco.

CAMPO BASE DI TURATE: E' stato installato il campo polivalente.

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-FA-01

- Esercizio impianto produzione calcestruzzi.
- Galleria artificiale Solbiate Olona: posa elementi prefabbricati (piedritti) canna est, posa acciaio arco rovescio e arco piedritti, getto arco rovescio.

#### Punto VIB-GM-01

- Escavazioni ed esecuzione pali e cordoli paratie.

### **Quarto 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-CA-01

- Viadotto A8 - svincolo di Cassano Magnago: scapitozzatura pali muri andatori SP1, stesa rilevato da viadotto a pk 0+570, rilevato rampa 1 e rampa 6

Punto VIB-SO-01

- Trincea da Galleria artificiale Venegoni a Galleria artificiale Sottopasso S.P.2: transito camion e dozer su viabilità di cantiere e sedime trincea

Punto VIB-SO-02

- Galleria artificiale di Solbiate Olona: scavo; getto magrone per piano posa piedritti centrali;carico, trasporto e smaltimento big bag; casseratura, armatura e getto piedritti centrali e laterali
- Cantiere Operativo C.O.A2: opere civili per basamento impianto cls, montaggio prefabbricati,

Punto VIB-SO-03

- Cantiere Operativo C.O.A3: preparazione area, recinzione e movimento terra

## 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 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.

Dalla tabella 5 si evince come non siano stati rilevati eventi E4 (generati da infrastrutture di trasporto). Nel caso del ricettore VIB-CA-01, infatti, la strada di accesso (via Pastore) risulta interdetta al traffico (ad eccezione dei residenti e dei mezzi autorizzati da Pedelombarda S.c.p.A) e gli effetti vibrazionali determinati dalla viabilità principale (SP20 – via Albino Bonicalza) risultano trascurabili.

Nel caso dei ricettori VIB-SO-01 e VIB-FA-01, la viabilità di accesso è costituita da una strada sterrata in cui non sono stati osservati passaggi di mezzi non ascrivibili alle attività di cantiere, e gli effetti vibrazionali determinati dalla viabilità principale (SP2 - via per Fagnano) risultano trascurabili.

Nel caso del ricettore VIB-SO-03, la viabilità di accesso è costituita da una strada a fondo chiuso in cui non sono stati osservati passaggi di mezzi, e gli effetti vibrazionali determinati dalla viabilità locale risultano trascurabili.

Per i punti VIB-SO-01 e VIB-FA-01, le attività di cantiere riscontrate rispettivamente in data 16 giugno 2011 e 11 ottobre 2011 non hanno fatto registrare innalzamenti significativi dei livelli vibrazionali.

Il punto VIB-GM-01 non risente della viabilità di cantiere, la viabilità di accesso è costituita da una strada a fondo chiuso in cui non sono stati osservati passaggi di mezzi, e gli effetti vibrazionali determinati dalla viabilità locale risultano trascurabili.

Rilievo	Evento	Durata	Piano	$a_{weq}$ [mm/s <sup>2</sup> ]			Valori limite ( <i>disturbo</i> ) <sup>1</sup> $a_{weq}$ [mm/s <sup>2</sup> ]	
				Asse X	Asse Y	Asse Z	Assi X e Y	Asse Z
VIB-CA-01 del 31/05/11	E1: Compattazione rilevato mediante rullo	163 s	PT	0.32	0.23	0.33	7,2	10
	E2: Transito camion su viabilità di cantiere	72 s	PT	0.30	0.26	0.33		
	Misura complessiva	7200 s	PT	0.29	0.22	0.30		
VIB-SO-01 del 16/06/11	E2: Transito camion su viabilità di cantiere	37 s	PT	0.33	0.32	0.24	7,2	10
	Misura complessiva	7200 s	PT	0.16	0.19	0.14		
VIB-FA-01 del 31/05/11	E1: Scavo area galleria	53 s	P1	0.60	0.70	0.52	7,2	10
			PT	1.31	1.34	0.84		
	E2: Transito camion su viabilità di cantiere	12 s	P1	0.93	0.88	0.45		
			PT	2.37	0.98	0.94		
	E3: attività simultanea di escavazione e trasporto materiale	72 s	P1	0.76	0.68	0.67		
			PT	2.26	0.95	0.79		
	Misura complessiva	7200 s	P1	0.44	0.44	0.43		
			PT	1.11	0.75	0.68		
VIB-FA-01 del 11/10/11	E2: Transito camion su viabilità di cantiere (Via Marco Polo)	19 s	P1	0.84	0.84	2.11	7,2	10
			PT	0.65	0.48	0.63		
	Misura complessiva	7200 s	P1	0.45	0.53	0.79		
			PT	0.30	0.30	0.30		
VIB-SO-03 del 16/06/11	E1: Predisposizione area di cantiere	53 s	P1	0.14	0.12	0.14	7,2	10
			PR	0.046	0.039	0.034		
	Misura complessiva	7200 s	P1	0.13	0.10	0.081		
			PR	0.035	0.039	0.032		
VIB-GM-01 del 29/11/11	E1: Scavo	19s (da 3325 a 3343s)	P1	0.69	1.11	0.29	7,2	10
			PT	0.17	0.23	0.29		
	Misura complessiva	7200 s	P1	0.41	0.46	0.21		
			PT	0.28	0.32	1.35		

Tab. 5 – Sintesi risultati del monitoraggio

<sup>1</sup> Soglia di percezione:  $5,0 \cdot 10^{-3}$  m/s<sup>2</sup> per l'asse z;  $3,6 \cdot 10^{-3}$  m/s<sup>2</sup> 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 6 rilievi per 5 punti 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 ai ricettori in esame.
- Il punto VIB-CA-01, a partire da **xxxxxx** è interessato dalla deviazione della SP 20, con conseguente spostamento di notevoli volumi di traffico frontalmente all'edificio in esame. Tale deviazione che, come si evince dalle numerose analisi svolte sul traffico stradale pesante e leggero, non dovrebbe comporta incrementi significativi dei livelli vibrazionali, andrà tuttavia analizzata nel corso del 2012 in quanto determina un sostanziale cambiamento delle condizioni al contorno (unitamente al funzionamento dei telai meccanici in azione nella vicina fabbrica).
- Le lavorazioni e il flusso di mezzi riscontrati nella valle dell'Olona risultano, in questa fase, ancora limitati e poco impattanti dal punto di vista vibrazionale sul punto VIB-SO-03; analogamente a quanto riscontrato in corrispondenza della trincea e della viabilità di cantiere localizzate a nord del punto VIB-SO-01 e nell'area limitrofa al punto VIB-GM-01.
- In corrispondenza del punto VIB-FA-01 insiste un elevato volume di mezzi di cantiere (2 mezzi pesanti al minuto stimati in transito su via Marco Polo durante i rilievi). L'incremento del livello di accelerazione determinato dal traffico pesante sulla viabilità di cantiere prospiciente al ricettore,

pur non determinando il superamento dei limiti previsti dalla normativa, risulta significativo per il ricettore in esame. L'attività dell'impianto di produzione calcestruzzi sito a circa 50 m dall'edificio non sembrerebbe invece determinare vibrazioni significative sul ricettore, se non durante la movimentazione dei mezzi pesanti con betoniera lungo la viabilità di cantiere in esame.

- Dall'analisi dei dati emerge che l'attività che più incide sui livelli vibrazionali misurati presso i recettori risulta, come prevedibile, l'attività di scavo della galleria. Particolare attenzione verrà dunque prestata al monitoraggio di questa attività anche nelle future campagne.