



## 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 2012

#### IDENTIFICAZIONE ELABORATO

| FASE PROGETTUALE | WBS | AMBITO | TRATTA | CATEGORIA | OPERA | PARTE DI OPERA | TIPO ELABORATO | PROGRESSIVA | REVISIONE ESTERNA |
|------------------|-----|--------|--------|-----------|-------|----------------|----------------|-------------|-------------------|
| T                | MA  | C1     | A00    | GE00      | 000   | RS             | 029            | 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   |
|-------------|-------------|-------|
| Maggio 2013 | 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>4</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>16</b> |
| <b>6</b>   | <b>CONCLUSIONI</b>   | <b>18</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. Nel corso del 2012 è stato inoltre approvato (con nota APL DT/FD/cf n.1201422 del 27/03/2012) il progetto esecutivo dell’opera connessa TG-CO-03 (interconnessione tra l’A9 e la SP n° 24 di Appiano in comune di Villa Guardia). A partire dall’anno 2012 le attività di Monitoraggio Ambientale verranno pertanto estese, ove ritenuto significativo, alla suddetta opera connessa.

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 minimizzare l’impatto sui ricettori interessati durante le fasi costruttive.

Le attività di monitoraggio sono state svolte nel mese di maggio 2012 nel comune di Casnate con Bernate (CO). Per la descrizione delle singole campagne di misura con relative schede di restituzione e certificati di taratura strumentazione si rimanda al bollettino trimestrale (TMAC1A00GE00000RS021A\_2°trimestre 2012).

Tutte le attività strumentali di rilevamento dei dati in campo e di elaborazione degli stessi sono state effettuate secondo quanto previsto dalla Relazione Specialistica Vibrazioni del PMA (EMAGRA00GE00000RS012B–novembre2010), dalla Relazione Generale del PMA (EMAGRA00GE00000RG001C–giugno2012) e più in generale nel rispetto della normativa nazionale ed in accordo con le pertinenti norme tecniche nazionali ed internazionali.

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. Le attività sono state svolte negli stessi ricettori in cui sono state svolte le precedenti misure.

Al fine di verificare la corretta esecuzione delle attività di monitoraggio, il ST ha presenziato alle attività di monitoraggio il 17/04/12 e il 11/05/12 presso il punto VIB-CN-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-CN-01           | 1                 | 11/05/12<br>dalle 11.50 alle<br>13.50 | E1: Non rilevato distinto da E2   | SI              |
|                     |                   |                                       | E2: Non rilevato distinto da E1   |                 |
|                     |                   |                                       | E3 (E1 + E2): Esecuzione berlinese micropali e movimentazione mezzi pesanti |                 |
|                     |                   |                                       | E4: Non rilevati  |                 |

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

Per il punto VIB-CN-01 è stato effettuato un sopralluogo congiunto con il ST in data 17/04/2012 a seguito del quale, riscontrata l'assenza di lavorazioni di cantiere, si è concordato di riprogrammare la misura per il giorno 11/05/12.

La misura è stata effettuata al 3° piano f.t., piano ad uso residenziale attualmente non abitato. Rispetto alle misure svolte in AO, non è stato possibile effettuare i rilievi al 2° piano f.t., adibito ad uffici, a causa dell'eccessivo disturbo determinato dai presenti.

Come indicato in tabella non sono stati rilevati singolarmente eventi E1 ed E2, bensì la sovrapposizione dei due eventi indicata con la sigla E3.

### 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, ove significativi, 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 su tutta la tratta in esame, con dettaglio di avanzamento trimestrale a partire da gennaio 2012.

### Periodo: 1° Trimestre 2012

#### BOB - bonifica da ordigni bellici

È stata eseguita la bonifica ordigni bellici alla WBS GA41 sul sedime vecchia SS35 dei Giovi, alla WBS FA41 per adeguamento barriera di esazione Grandate, sulle rampe DE41, DE42, DE47, DE48, dei ponti PO41, PO42, PO43, CA41.

#### DISBOSCAMENTO

Sono iniziate le attività di disboscamento e di bonifica bellica dell'opera connessa TG.CO.03, compreso un tratto di 300 m di sterro cauto (tra le progressive 1+700 e 2+000).

#### CN41 - Cantiere operativo C.O.C1 - Svincolo Grandate, zona eliporto

Sono ultimate le attività di cantierizzazione.

#### CN42 - CANTIERE IMBOCCO DI GRANDATE (COC2)

Proseguono le attività di cantierizzazione.

#### Demolizioni

Sono avvenute le demolizioni dei fabbricati n°42 interferente con il Viadotto Acquanegra e n°30 nell'area dello Svincolo di Grandate. È iniziata la demolizione del canile di Como.

#### GA41 - Sottopasso SS.35 dei Giovi

Prosegue l'esecuzione delle paratie con idrofresa raggiungendo un avanzamento di circa il 50%.

#### IM41 - Imbocco Sud Galleria Naturale Grandate

Ultimati i micropali, prosegue l'esecuzione dei tiranti. Prosegue lo scavo dell'imbocco. Nel mese di febbraio è stata ultimata la posa delle barriere antirumore.

#### GA43 - GA44 - Galleria Artificiale Sud Grandate - carreggiata est / ovest

Sono prossime al completamento e le attività di sbancamento per lo scavo dell'imbocco sud Grandate (IM41).

#### GN41 – GN42 – GALLERIA NATURALE GRANDATE

E' stato ultimato il montaggio del cassero canna est, in fase di montaggio il cassero canna ovest.

#### IM42 - Imbocco NORD Galleria Naturale Grandate

E' stato realizzato il restringimento di via Scalabrini che ha permesso la realizzazione dei piani di lavoro per la realizzazione delle opere provvisorie dell'imbocco nord della galleria naturale.

#### DE51-DE52-TR43 – svincolo acqua negra

E' in corso lo scavo con vagliatura dei materiali di riporto, nella WBS DE51 è in corso la formazione del terzo strato di rilevato.

#### VA50-VA51-DE50 – canturina tratto sud e svincolo acqua negra

Prosegue l'attività di stesa del rilevato. E' iniziata la paratia di micropali di sostegno del muro MC02 della WBS VA51.

#### VA48-CA45 - - Rampa sud e Cavalcavia Linea FS Como – Chiasso

Sono stati eseguiti lo scavo del rilevato VA48 e la cantierizzazione del cavalcavia CA45 per la realizzazione dei relativi pali di sottofondazione spalla A.

#### VA49-CA45 - TGCO04 - Rampa NORD Cavalcavia Linea FS Como – Chiasso

Cantierizzazione delle aree Ghielmetti per la demolizione dei capannoni e per la realizzazione delle opere di sottofondazione del cavalcavia CA45, pila e spalla B.

#### RA43 - Sistemazioni idrauliche secondarie

E' stata ultimata la sistemazione idraulica provvisoria della Roggia Quarto.

### **Periodo: 2° Trimestre 2012**

#### Bonifica da ordigni bellici E DISBOSCAMENTO

Sono ultimate le attività di disboscamento dell'opera connessa TG.CO.03, compreso un tratto di 300 m di sterro cauto (tra le progressive 1+700 e 2+000), ed è proseguita l'attività di bonifica da ordigni bellici sia sulla TG.CO.03 che sullo svincolo A9.

#### CN42 - CANTIERE IMBOCCO DI GRANDATE (COC2)

Proseguono le attività di cantierizzazione.

#### Demolizioni

Sono iniziate le demolizioni dei fabbricati n°28 e n°29 interferenti con lo Svincolo di Grandate. È iniziata e terminata la demolizione del fabbricato n°43 interferente con il viadotto Acquanegra e il fabbricato n°106 nell'opera connessa TGCO04, proprietà Ghielmetti.

#### PO41-PO42-PO43 – Ponti fnm

Sono stati eseguiti i pali di sottofondazione delle spalle lato ovest.

#### GA41/MU42 - Sottopasso SS.35 dei Giovi

Prosegue l'esecuzione delle paratie con idrofresa raggiungendo un avanzamento di circa il 70%, e la realizzazione della trave di coronamento, propedeutica alla posa delle travi. È iniziata in stabilimento la prefabbricazione delle travi di copertura.

#### IM41 - Imbocco Sud Galleria Naturale Grandate

Ultimata l'esecuzione dei tiranti è stato concluso lo scavo dell'imbocco.

#### GA43 - GA44 - Galleria Artificiale Sud Grandate - carreggiata est / ovest



E' stato ultimato lo scavo di imbocco e la dima di attacco sulla GA43 mentre la dima della GA44 è in fase di realizzazione.

#### GN41 – GN42 – GALLERIA NATURALE GRANDATE

Il giorno 09 maggio è iniziato lo scavo della carreggiata est. Superati i primi 9 metri di terreno consolidato, si è raggiunta la sezione B2V.

#### IM42 - Imbocco NORD Galleria Naturale Grandate

Nel mese di marzo è iniziata la realizzazione delle opere provvisorie dell'imbocco nord della galleria naturale, con paratia di pali diametro 1200. È stata conclusa la paratia di micropali propedeutica alla deviazione della via Scalabrini.

#### VA50-VA51-DE50-DE51: canturina tratto sud e svincolo acquanegra

Prosegue l'attività di stesa del rilevato.

VA51: E' terminata la paratia di micropali di sostegno del muro MC02 e la relativa trave di coronamento. È stata eseguita anche la paratia di micropali del muro MC01.

DE51-DE52-TR43: è stato ultimato lo scavo con vagliatura dei materiali di riporto.

#### CA46 - Cavalcavia Ferroviario Linea Milano – Como

Durante il mese di maggio sono stati eseguiti i pali di sottofondazione della spalla 1 e sono prossimi al completamento quelli della spalla 2.

#### VA48-CA45 - Rampa sud e Cavalcavia Linea FS Como – Chiasso

CA45: sono iniziate le attività di realizzazione dei pali di sottofondazione.

VA48: è stato eseguito lo scavo del rilevato VA48.

### **Periodo: 3° Trimestre 2012**

#### Demolizioni

Nel mese di giugno è stato demolito il fabbricato n.41, interferente con il viadotto Acquanegra ed è iniziata la demolizione a fasi del ponte n.10 interferente con la viabilità TGCO04 nord-rotatoria canturina.

#### CA41-CA42: CAVALVAVIA SVINCOLO GRANDATE

Sono stati eseguiti i pali di sottofondazione della spalla SP1 ed è in corso il pre-assemblaggio in stabilimento dell'impalcato metallico del cavalcavia CA41, mentre nel mese di luglio è terminato il pre-assemblaggio in stabilimento dell'impalcato metallico CA42. Lavorazioni parzialmente sospese in attesa di autorizzazione ASPI ad eseguire i lavori entro recinzione.

#### VI41-VI42: VIADOTTI AUTOSTRADA A9 SVINCOLO GRANDATE

Nel mese di luglio è terminato il pre-assemblaggio in stabilimento dell'impalcato metallico VI41, mentre è in corso il pre-assemblaggio in stabilimento dell'impalcato metallico del viadotto VI42. Della WBS VI41 sono stati eseguiti i pali di sottofondazione e la fondazione di entrambe le spalle e della WBS VI42 sono stati eseguiti i pali di sottofondazione di entrambe le spalle e la fondazione della spalla SP1. Lavorazioni parzialmente sospese in attesa di autorizzazione ASPI ad eseguire i lavori entro recinzione.

#### RA42 - Sistemazione idraulica fiume Seveso



E' in corso la realizzazione dei tombini scatolari della sistemazione idraulica. E' iniziato lo scavo del nuovo alveo. Non è possibile realizzare i palancolati metallici provvisori per la mancata autorizzazione all'accesso alle aree ASPI.

#### PO41-PO42-PO43 – Ponti fnm

Sono stati eseguiti i pali di sottofondazione delle spalle lato ovest ed è in corso l'esecuzione della paratia di micropali di protezione allo scavo per la realizzazione della fondazione.

#### GA41/MU42 - Sottopasso SS.35 dei Giovi

E' terminata nel mese di agosto l'esecuzione delle paratie con idrofresa. Nel mese di giugno è stata effettuata la posa delle travi di copertura nel tratto tra le pk 1+760 e 1+860 circa ed è stata realizzata la soletta di copertura.

#### GA43 - GA44 - Galleria Artificiale Sud Grandate - carreggiata est / ovest

Sono stati eseguiti i getti dell'arco rovescio e delle murette da pk 2+275,50 a pk 2+283,00

#### GN41 – GN42 – GALLERIA NATURALE GRANDATE

GN41: prosegue lo scavo di avanzamento con consolidamento che ha raggiunto la pk 2+356 eseguendo c.a. 84 ml di scavo di cui 57 in sezione B0V. Nella stessa carreggiata sono stati realizzati c.a. 62 ml di arco rovescio e murette e circa 50 ml di calotta.

GN42: il giorno 16 luglio è iniziato lo scavo della carreggiata ovest. Sono stati realizzati circa 24 ml di scavo e circa 12,5 ml di arco rovescio e murette.

#### IM42 - Imbocco NORD Galleria Naturale Grandate

Prosegue la realizzazione delle opere provvisorie dell'imbocco nord della galleria naturale, con paratia di pali diametro 1200. Sono stati eseguiti circa 70 pali e circa 75 ml di trave di coronamento. Relativamente alla deviazione di via Scalabrini, è terminata la paratia di micropali e la sua trave di testata.

#### VI45-VI46 – VIADOTTO ACQUANEGRA

Sono stati eseguiti i pali di sottofondazione di entrambe le spalle sia del VI45 che VI46.

#### VA50-VA51-DE50-DE51-ca46-CA47: tgco04 canturina tratto sud e svincolo acquanegra

Prosegue l'attività di stesa del rilevato; si è steso l'8° ed il 9° strato su VA51.

VA51: è iniziata la realizzazione dei tiranti del muro MC01, mentre è terminata quella del muro MC02.

DE51-DE52-TR43: è stato ultimato lo scavo con vagliatura dei materiali di riporto.

CA46: sono stati eseguiti i pali di sottofondazione e le fondazioni di entrambe le spalle ed è iniziata la posa del ferro d'armatura per l'elevazione della spalla SP1.

CA47: sono stati eseguiti i pali di sottofondazione di entrambe le spalle ed è iniziata la posa del ferro d'armatura per la fondazione della spalla SP2.

#### VA46-VA47: tgco04 canturina tratto NORD

VA46: è iniziata e terminata la paratia di micropali del muro MC03.

#### VA48-CA45-VA49: tgco04 canturina tratto NORD - Rampa sud e Cavalcavia Linea FS Como – Chiasso

Lavorazioni sospese in attesa di definizione variante cavalcavia RFI, variante roggia a fogna comunale e modalità di smaltimento rifiuti rinvenuti in corso d'opera nell'area Ghielmetti.



#### CA48 - Svincolo Canturina - Viadotto dei Lavatoi

Sono iniziate le attività di rifacimento per fasi del “viadotto Lavatoi”, il giorno 22/06/12 è avvenuta la chiusura totale del viadotto per realizzare la prima fase di deviazione del traffico; attualmente sono in corso le paratie di micropali propedeutiche alla realizzazione delle pile definitive.

#### **Periodo: 4° Trimestre 2012**

##### Demolizioni

Durante il mese di settembre è stato demolito il fabbricato n.31, interferente con una rampa dell'interconnessione A9.

##### VA43-VA44-VA45: OPERA CONNESSA TGCO03

Sono iniziate le attività di scavo e bonifica che hanno raggiunto un avanzamento di circa il 50%. Sulle WBS VA44 e VA45 è iniziata anche a realizzazione del rilevato. Sulla WBS VA43 è iniziata la realizzazione dei tombini circolari.

##### CA41-CA42: CAVALVAVIA SVINCOLO GRANDATE

Dal mese di ottobre ha avuto inizio l'assemblaggio in cantiere dell'impalcato metallico di entrambi i cavalcavia. Della WBS CA42 è stata eseguita la fondazione della spalla SP1. La realizzazione delle spalle è sospesa in attesa dell'autorizzazione ASPI allo spostamento della recinzione.

##### VI41-VI42: VIADOTTI AUTOSTRADA A9 SVINCOLO GRANDATE

Sono state completate le elevazioni lato est. La realizzazione delle spalle è sospesa in attesa dell'autorizzazione ASPI allo spostamento della recinzione.

##### RA42 - Sistemazione idraulica fiume Seveso

Prosegue la sistemazione idraulica del fiume Seveso e l'avanzamento raggiunto è di circa il 50%.

##### DE43-DE44-DE46-DE47-DE48-DE49: RAMPE SVINCOLO GRANDATE

E' in corso la posa dei muri di sostegno alla WBS DE43, è iniziata l'attività di stesa del rilevato. La realizzazione dei movimenti terra è parzialmente sospesa in attesa dell'autorizzazione ASPI allo spostamento della recinzione.

##### PO41-PO42-PO43 – Ponti fnm

PO41-PO42-PO43: sono state eseguite le fondazioni di entrambe le spalle dei ponti PO41 e PO42. Del PO43 è ultimata la paratia di micropali di protezione allo scavo per la realizzazione della fondazione anch'essa eseguita.

##### SO46 - Sottovia Stradale Via Leopardi

Il giorno 8/11/12 sono terminati i pali 1200 previsti.

##### RI42 – RI43 – Rilevati di Grandate

RI42: è iniziata la stesa degli strati di rilevato che oggi ha raggiunto un avanzamento del 38%.

RI43: sono stati completati i pali diametro 1200 di sottofondazione dei muri MS10 e MS22.

##### TR44 – TRINCEA DI GRANDATE



E' stato eseguito lo scavo del tratto antecedente la galleria artificiale GA41 che ha raggiunto un avanzamento di circa il 30%.

#### GA41/MU42 - Sottopasso SS.35 dei Giovi

Sono state posate le travi di copertura nel tratto tra le pk 1+760 e 1+900 e nel tratto tra le pk 1+940 e 2+000, coprendo circa il 85% di galleria. È stata realizzata anche la soletta di copertura nel tratto tra le pk 1+760 e 1+860 e nel tratto tra le pk 1+940 e 2+000.

#### GN41 – GN42 – GALLERIA NATURALE GRANDATE

GN41: prosegue lo scavo di avanzamento che ha raggiunto la pk 2+2485 eseguendo c.a. 213 ml di scavo passando dalla sezione B0V alla sezione B0. Nella stessa carreggiata sono stati realizzati c.a. 186 ml di arco rovescio e murette e circa 160 ml di calotta.

GN42: prosegue lo scavo di avanzamento che ha raggiunto la pk 2+2406 eseguendo c.a. 133 ml di scavo passando dalla sezione B0V alla sezione B0. Nella stessa carreggiata sono stati realizzati c.a. 100 ml di arco rovescio e murette e circa 62 ml di calotta..

#### IM42 - Imbocco NORD Galleria Naturale Grandate

Ultimata la realizzazione dei pali di diametro 1200 dell'imbocco nord della galleria naturale, è iniziato lo scavo di ribasso con l'esecuzione dei tiranti, di cui nel mese di novembre è iniziata l'esecuzione del 3° ordine. Relativamente alla deviazione di via Scalabrini, è terminata l'esecuzione dei tiranti e il relativo scavo di ribasso.

#### VI45-VI46 – VIADOTTO ACQUANEGRA

Completati tutti i pali di sottofondazione del VI46, quelli del VI45 sono in fase di ultimazione. Le fondazioni sono circa al 30%, mentre le elevazioni sono a circa il 5%.

#### VA50-VA51-DE50-DE51-CA46-CA47: tgco04 Canturina tratto sud e svincolo Acquanegra

VA50: prosegue l'attività di stesa del rilevato che ha raggiunto il 40 % circa.

VA51: nel mese di novembre sono terminati i pali diametro 1200 relativi alla frana di Casnate. È ultimata la posa dei muri MC01 ed è iniziata l'attività di riempimento in cls. Prosegue l'attività di stesa del rilevato che ha raggiunto il 40 % circa ed è iniziata la stesa della pavimentazione con gli strati in misto stabilizzato, base e binder.

DE50-DE51: prosegue l'attività di stesa del rilevato che ha raggiunto un avanzamento di circa il 60%.

CA46: eseguita l'elevazione delle spalle nel mese di settembre, ad ottobre) sono state varate le travi in c.a.p..

CA47: conclusi i pali di sottofondazione, sono state eseguite fondazioni ed elevazioni di entrambe le spalle.

#### VA48-CA45-VA49: tgco04 canturina tratto NORD - Rampa sud e Cavalcavia Linea FS Como – Chiasso

Lavorazioni sospese in attesa di definizione variante cavalcavia RFI, variante roggia a fogna comunale e variante smaltimento rifiuti rinvenuti in corso d'opera nell'area Ghielmetti.

#### SO44 - Svincolo Canturina - Galleria artificiale

Sono stati eseguiti n° 49 dei n° 77 pali diametro 1200 previsti.

#### CA48 - Svincolo Canturina - Viadotto dei Lavatoi



Sono in corso le attività di rifacimento per fasi del “viadotto Lavatoi”, sono stati completati i pali della spalla SP1 e sono in corso i micropali.

Di seguito si riporta invece il dettaglio delle lavorazioni riscontrate nelle aree interferenti con i punti di monitoraggio e potenzialmente impattanti sulla componente Vibrazioni.

### **Secondo trimestre 2012**

#### Punto VIB-CN-01

- Imbocco nord galleria naturale Grandate: esecuzione berlinese micropali.



## 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.

La tabella che segue riassume i valori vibrazionali ottenuti per l'evento più gravoso appartenente a ciascuna categoria (E1, E2, E3) ed il confronto con i valori limite e di 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.

Il recettore VIB-CN-01 è un edificio ad uso misto residenziale/produttivo a 3 piani f.t. localizzato al confine tra Casnate con Bernate e Como. Il primo piano è utilizzato come magazzino ricovero attrezzi della limitrofa officina. Al secondo piano sono localizzati gli uffici mentre il terzo piano è ad uso residenziale.

La misura è stata effettuata al 3° piano f.t., che è ad uso residenziale attualmente non abitato. A differenza delle misure di AO, non è stato possibile eseguire le misure al 2° piano, adibito ad uffici, per il disturbo causato dalla presenza del personale.

I risultati del monitoraggio si riferiscono all'evento più gravoso rilevato, appartenente alla categoria E3 dato dalla sovrapposizione degli eventi E1 ed E2 non distinguibili l'uno dall'altro. Le vibrazioni sono generate dalle attività di esecuzione berlinese dei micropali e dalla movimentazione dei mezzi di cantiere. Non sono stati registrati eventi di tipo E4. La distanza della fonte di vibrazioni dallo strumento di misura è 40 m circa. Si evidenzia inoltre l'importanza del fenomeno vibratorio di fondo generato dal traffico veicolare sulla prospiciente via Garibaldi, che dista circa 15 m dal recettore.

La misura ha avuto complessivamente durata di 2 ore, mentre le attività di cantiere in atto hanno interessato solo una parte di questo intervallo temporale.

| Punto     | Evento                                     | Durata | Distanza<br>Fonte VIB-<br>Strumento<br>di misura | Piano | Parametro                      | Asse X   | Asse Y | Asse Z |     |
|-----------|--|--------|--|-------|--------------------------------|--|--------|--------|-----|
| VIB-CN-01 | E3<br>esecuzione<br>berlinese<br>micropali | 490 s  | 40 m ca  | Alto  | $a_{weq}$ [mm/s <sup>2</sup> ] | 0.64   | 0.63   | 1.51   |     |
|           |  |        |  |       | Lw [dB]                        | 56.1   | 55.9   | 63.6   |     |
|           | Misura<br>complessiva                      | 7200 s | ---  | Alto  | $a_{weq}$ [mm/s <sup>2</sup> ] | 0.59   | 0.62   | 1.35   |     |
|           |  |        |  |       | Lw [dB]                        | 55.4   | 55.9   | 62.6   |     |
|           | AO   | 7200 s | ---  | Alto  | $a_{weq}$ [mm/s <sup>2</sup> ] | 0.39   | 0.45   | 0.54   |     |
|           |  |        |  |       | Lw [dB]                        | 51.7   | 53.1   | 54.7   |     |
|           |  |        |  |       |                                | Valori limite<br>( <i>disturbo</i> )<br>$a_{weq}$ [mm/s <sup>2</sup> ] | 7.2    | 7.2    | 10  |
|           |  |        |  |       |                                | Soglia di<br>percezione<br>[mm/s <sup>2</sup> ]                        | 3.6    | 3.6    | 5.0 |
|           |  |        |  |       |                                | Valori limite<br>Lweq<br>[dB]  | 77     | 77     | 80  |

Tab. 5 – Sintesi risultati del monitoraggio

## 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 2012. Nel periodo indicato è stato eseguito complessivamente 1 rilievo per 1 punto di monitoraggio (VIB-CN-01).

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 il ricettore in esame, infatti, non si sono verificati superamenti dei valori limite per il disturbo indicati nella norma UNI 9614.

La misura è stata svolta in un unico piano (3° piano f.t.) a causa dell'eccessivo disturbo presso gli altri piani dell'edificio. Durante i futuri rilievi si valuterà, in caso di persistenza di questa condizione di disturbo, se mantenere un'unica terna strumentale o se rilocalizzare la seconda terna per individuarne una posizione più congrua.

Si ritiene comunque opportuno mantenere monitorato il ricettore, fintantoché interessato dalle attività del FAL.