4° CONVEGNO SUGLI ESPLOSIVI

Coniugare in spazi ristretti attività lavorative e diritti di terzi

La direttiva 2008/43 della Commissione del 04 aprile 2008. Identificazione e tracciabilità degli esplosivi per uso civile

4° CONVEGNO SUGLI ESPLOSIVI Trento, 18 maggio ’12
CONIUGARE IN SPAZI RISTRETTI ATTIVITA’ LAVORATIVE E DIRITTI DI TERZI

POLIZZA INNOVATIVA
Problematiche di responsabilità civile e copertura assicurativa di danni prodotti da vibrazioni.

p. ind. min. L. Selva, dott. avv. S. Moretti

La gente comune non considera gli esplosivi come strumento di lavoro ma li vede come mezzi di distruzione e come tali suscettibili di arrecare danni a tutto ciò che può trovarsi nelle immediate vicinanze del loro impiego.
Vede, pertanto, con sospetto e diffidenza tutti gli operatori del settore e preferisce che i lavori relativi allo sbancamento della roccia si facciano con sistemi alternativi rispetto all'uso degli esplosivi.
Che la pensino allo stesso modo anche taluni tecnici od operatori del settore ci preoccupa molto e ci viene subito da pensare o che non conoscono la materia e quindi siano privi della necessaria professionalità per cui non dovrebbero occuparsi di un settore così impegnativo seppure affascinante, oppure non vogliono assumersi le responsabilità specifiche che l'esercizio della attività comporta ed anche in questo caso dovrebbero occuparsi d'altro.
Evidentemente influenzato da un tal clima anche il settore che si occupa di polizze assicurative è scettico e restio ad accettare le richieste di coperture assicurative e tanto meno a proporre formule contrattuali nuove ritenendo assai rischiosa l'attività dei fochini sia in relazione alle proiezioni a distanza di materiali che alle vibrazioni sugli edifici civili, così da non stipulare polizze contro i rischi derivati dall'uso degli esplosivi entro un raggio di 100 metri dall'area di scoppio.
Certamente l'esercizio dell'attività inerente l'uso di esplosivi, come del resto di tutte le altre, comporta dei rischi che, comunque, devono essere valutati e ridotti al minimo adottando tutti gli accorgimenti e le precauzioni che la tecnica mette a disposizione non escludendo anche la scelta di soluzioni alternative qualora i rischi non possano essere contenuti entro limiti accettabili.
Quali sono i rischi non accettabili nell'uso degli esplosivi?
Assolutamente da evitare sono i danni alle persone siano esse direttamente operanti e men che meno terze.
Parimenti da evitare anche i danni potenziali alle cose di proprietà di terzi, che si trovino nel raggio di azione del brillamento degli esplosivi, danni conseguenti a grossolani errori di progettazione delle mine in merito al contenimento sia delle proiezioni di materiale a distanza e sia delle vibrazioni indotte sugli edifici o strutture limitrofe entro i dati indicati dalle normative vigenti.
Lo studio e la progettazione delle mine in funzione di non arrecare danno alle persone ed alle proprietà di terzi dovrebbe essere compito esclusivo di tecnici esperti in materia di esplosivi ed allo stesso tempo profondi conoscitori delle rocce e del loro comportamento sotto l'azione degli esplosivi con esperienza acquisita sul campo preferibilmente a fianco di persone con già riconosciuta capacità ed esperienza.
In particolare nei cantieri civili ove si fa uso di esplosivi il coordinatore della sicurezza per la progettazione dovrebbe essere un tecnico in grado di svolgere le funzioni suddette.
Purtroppo in molti casi tale figura professionale è ricoperta da tecnici che di esplosivi ne capiscono poco e non sono in grado di fare la corretta valutazione dei rischi e di fornire i necessari elementi per impostare i lavori e progettare le volate in maniera razionale e sicura.

Riteniamo utile fornire le principali regole da osservare nella progettazione per evitare proiezioni e vibrazioni pericolose al di fuori dell'area di cantiere.

Le proiezioni di materiale a distanza si evitano attraverso la scelta dell'esplosivo (deflagrante o detonante) più adatto alla roccia ed alla pezzatura che si vuole ottenere ed adottando i parametri di sicurezza, relativamente ai carichi di roccia, maglia di perforazione, direzione e diametro dei fori, consumo unitario di esplosivo, uso dei microritardi, lunghezza del borraggio.
Fare ricorso alla copertura dell'intera area interessata dalle volate con fascine o reti a maglia stretta zavorrate o altri sistemi similari qualora sia da evitare assolutamente qualsiasi proiezione di

materiale al di fuori dell'area ben delimitata e recintata di cantiere.

Per le vibrazioni il problema è più impegnativo e pertanto crediamo sia utile fornire le seguenti informazioni.

L'energia sviluppatasi con il brillamento delle mine produce per buona parte lavoro che si traduce in frantumazione della roccia e relativo dislocamento.

Solo una parte dell'energia viene trasformata in onde sismiche che si propagano nel terreno, radialmente ed a forte velocità, (2000-5000 m/sec) provocando un'oscillazione del terreno stesso, che viene chiamata vibrazione, la cui intensità dipende direttamente dalla quantità di esplosivo fatta brillare.
Allontanandosi dalla zona di esplosione la velocità di oscillazione delle particelle, attorno alla posizione di equilibrio, tende a diminuire.
In pratica, dunque, si genera nell'ambiente circostante il foro da mina un fenomeno assimilabile, in grandi linee, ad un terremoto naturale dal quale si differenzia per la più elevata frequenza delle vibrazioni e per la minor ampiezza delle oscillazioni.
Sono stati fatti molti studi per individuare i vari parametri, che possono meglio caratterizzare le onde sismiche , al fine di valutare la loro attitudine a produrre danni.
La maggior parte dei ricercatori ha ritenuto che la velocità di vibrazione, associata alla frequenza, sia il parametro che meglio si adatta allo scopo.
Le rocce compatte si comportano quasi elasticamente, assorbono meglio energia e trasmettono vibrazioni di frequenze dell'ordine di 20-80 Hz.
Alcuni studiosi prendono in considerazione il valore massimo della velocità risultante ottenuta dalla sommatoria delle singole componenti (verticale, trasversale e longitudinale) in fase secondo l'espressione

$$\mathbf{Vr} = \sqrt{\mathbf{v}^2_{\mathbf{v}} + \mathbf{v}^2_{\mathbf{t}} + \mathbf{v}^2_{\mathbf{l}}}$$

Altri prendono, invece, in considerazione solo la componente verticale della velocità perché ritengono che sia la prevalente e, comunque, quella che provoca maggiori danni.
Molti paesi stranieri hanno legiferato in merito, inserendo nelle loro norme i parametri ed i rispettivi limiti da rispettare per consentire si il brillamento delle mine ma anche la tutela delle strutture civili, ed in particolare degli edifici prossimi allo scoppio, da potenziali danni connessi alle vibrazioni indotte.
L'Italia non ha ancora legiferato in materia ma, secondo quanto disposto dalla normativa UNI 9916, i limiti di riferimento da non superare sono orientativamente quelli indicati dalla normativa tedesca DIN 4150.

Nella tabella seguente sono riportati i valori della velocità di vibrazione per i differenti campi di frequenza ammissibili sulle fondamenta degli edifici in base alla classe di costruzione secondo la normativa citate.

Classe	Tipi di edificio	Valori di riferimento per la velocità di vibrazione per velocità di picco di una componente puntuale in mm			
		Fondazioni			Piano alto
		Da 1 Hz fino a 10 Hz	Da 10 Hz fino a 50 Hz	Da 50 Hz fino a 100 Hz *	Per tutte le frequenze
1	Costruzioni industriali, edifici industriali e costruzioni strutturalmente simili	20	Varia linearmente da 20 (*f*= 10 Hz) fino a 40 (*f*= 50 Hz)	Varia linearmente da 40 (*f*= 50 Hz) fino a 50 (*f*= 100 Hz)	40
2	Edifici residenziali e costruzioni simili	5	Varia linearmente da 5 (*f*= 10 Hz) fino a 15 (*f*= 50 Hz)	Varia linearmente da 15 (*f*= 50 Hz) fino a 20 (*f*= 100 Hz)	15

3	Costruzioni che non ricadono nelle classi 1 e 2 e che sono degne di essere tutelate	3	Varia linearmente da 3 (*f*= 10 Hz) fino a 8 (*f*= 50 Hz)	Varia linearmente da 8 (*f*= 50 Hz) fino a 10 (*f*= 100 Hz)	8
* per frequenze oltre 100 Hz possono essere utilizzati i valori di riferimento per 100 Hz.					

Per esperienza personale riteniamo che i limiti indicati nella suddetta tabella siano da considerarsi validi per la tutela della stabilità degli edifici. In ogni caso non è però possibile escludere a priori minimi danni agli intonaci, ai rivestimenti o alle decorazioni.
Riteniamo pertanto cautelativo considerare dei limiti ammissibili per le vibrazioni emesse inferiori del 20% di quelle previste dalla norma, per prevenire anche questi minimi danni.
Suggeriamo, quindi, alle ditte ed ai tecnici operanti nel settore di progettare le mine sulla base di detta normativa e meglio ancora di adottare i limiti prudenziali da noi sopraindicati.
Le Autorità di pubblica sicurezza che rilasciano il “certificato d'uso” per lo sparo mine hanno la facoltà di dettare prescrizioni, anche in ordine alle cariche massime simultanee, in modo da mantenere i parametri di velocità entro i valori sopraindicati.
In questi casi è importante inserire anche la registrazione sistematica delle vibrazioni a cura di chi svolge i lavori con adeguamento della carica simultanea in maniera da rientrare sempre nei parametri di sicurezza imposti dalle norme.

Vi sono alcune formule ampiamente collaudate che permettono di calcolare la carica massima istantanea o la velocità di vibrazione a seconda delle necessità; la più in uso è la seguente di Langefors:

$$\mathbf{V} = \mathbf{K} \times \sqrt{\frac{\mathbf{Q}}{\mathbf{d}\sqrt{\mathbf{d}}}}$$

dove
- K è un coefficiente che dipende dal tipo e dalle caratteristiche meccaniche della roccia ed è tendenzialmente compreso fra 100 e 400; (in pratica, però, in rocce fratturate si mantiene fra 50 e 150)
- V è la velocità di vibrazione espressa in mm/sec;
- Q è la carica simultanea espressa in Kg;
- d è la distanza effettiva, espressa in m, dalla volata agli edifici sottoposti a monitoraggio.

La verifica della velocità è possibile installando sulle fondamenta degli edifici da controllare degli speciali geofoni tridimensionali che captano i fattori vibrometrici e li trasmettono ad un sismografo ad essi collegato che li elabora fornendo i relativi dati sia sotto forma numerica che grafica.
L’esame dei suddetti dati consente di perfezionare le successive volate allo scopo di ottenere il massimo rendimento nel rispetto dei parametri di sicurezza adottati.

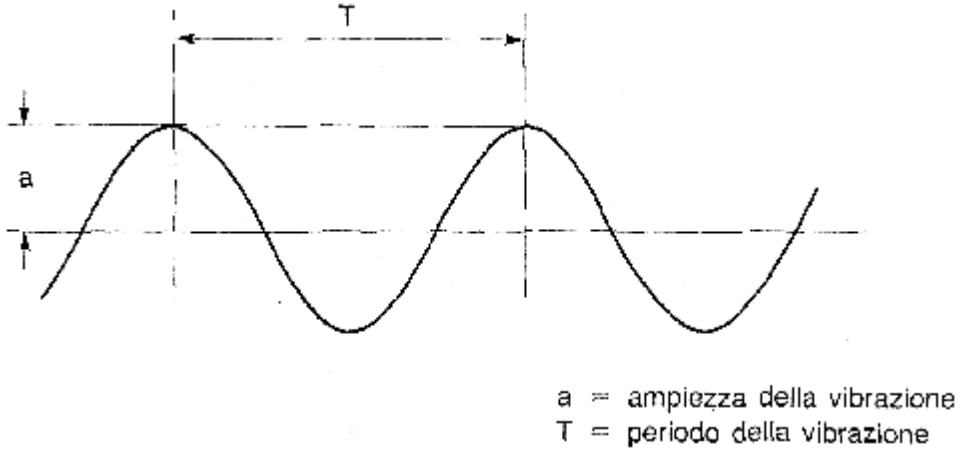


Fig. 1 - Schematizzazione di una vibrazione e delle grandezze che la definiscono.

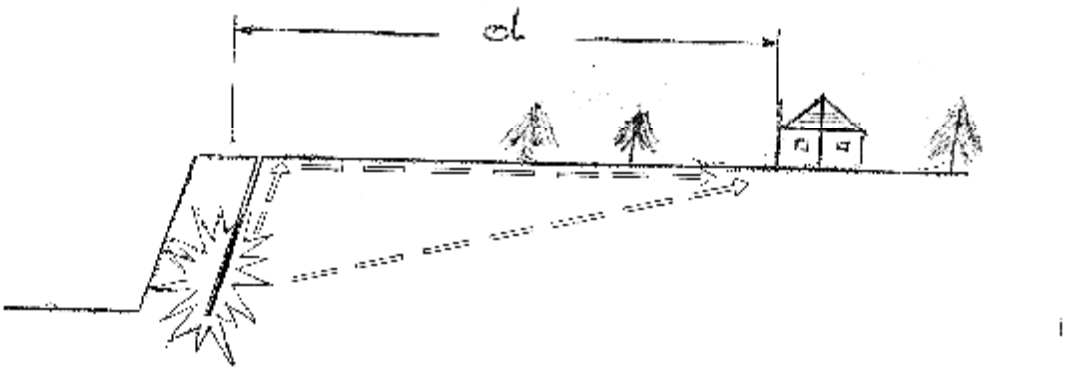


Fig. 2 -Edificio sottoposto alle vibrazioni indotte da un'esplosione effettuata ad una distanza d .

Determinata la massima carica simultanea potranno essere impostate le volate tenendo presente che uno o più fori possono essere innescati contemporaneamente se la loro carica complessiva non supera la carica massima simultanea ammessa.
Con l'uso sistematico dei microritardi (elettrici o a onda d'urto) potranno essere, quindi, dimensionate anche volate richiedenti complessivamente rilevanti quantitativi di esplosivi ferma restando la carica massima istantanea.
Dato per scontato che l'organo che ha il controllo sull'uso degli esplosivi dispone di personale in grado di verificare , approvare o integrare con prescrizioni quanto richiesto dalle ditte interessate, possiamo affermare che il rilascio del certificato d'uso consente di impiegare l'esplosivo escludendo danni a cose e persone in quanto prevedibili.
Rispettando le normative vigenti possono essere arrecati solo danni imprevedibili dovuti a fattori imponderabili e come tali eccezionali che non possono, comunque, arrecare danni alle persone le quali devono essere sempre allontanate in zona di sicurezza, né danni alla stabilità degli edifici ma al massimo screpolature agli intonaci (per azione di taglio).

Il rispetto delle prescrizioni contenute nei certificati d'uso è facilmente controllabile attraverso la documentazione (bollette di consegna, registri esplosivi) e le registrazioni vibrometriche.
Se il certificato d'uso è disatteso esso potrà essere sospeso o revocato e saranno applicate le relative sanzioni penali.

Conclusione

Le imprese che hanno ottenuto l'autorizzazione ad usare l'esplosivo seguendo l'iter professionale e normativo sopradescitto dimostrando di avere la capacità professionale necessaria a condurre i lavori hanno il diritto-dovere di sottoscrivere una polizza per la responsabilità civile riducendo la distanza entro la quale escludere i danni da 100 metri attualmente in vigore a quella propria di cantiere o comunque a quella indicata negli atti autorizzativi.
Il rischio per danni a terzi nell'uso di esplosivo autorizzato a norma di legge in relazione a quanto esposto, a nostro modo di vedere può essere assunto dalle compagnie di assicurazione con diritto di rivalsa qualora non siano state rispettate le prescrizioni delle autorità competenti ed eventualmente inserendo una franchigia minima per eventuali danni agli intonaci.
Infatti il maggior fattore di rischio nell'uso dell'esplosivo è non rispettare le normative e le prescrizioni imposte, soprattutto fare volate maggiorate rispetto al progetto.
La copertura assicurativa è un dovere civico che dovrebbe innanzitutto garantire i terzi che spesso sono soggetti deboli più che sollevare gli operatori dai loro obblighi risarcitori.
L'augurio è che questo lavoro possa far incontrare gli operatori del settore e le compagnie di assicurazione per trovare la giusta formula innovativa con soddisfazione reciproca.
Diversamente si metterebbero in dubbio e la validità della normativa vigente e la capacità delle autorità preposte al rilascio del certificato d'uso, di dettare prescrizioni e farle rispettare.

IMPIANTO IDROELETTRICO MŰLBACH

Presentazione

Si tratta di un impianto privato per la produzione di energia elettrica in sostituzione di un impianto esistente e commissionato dalla proprietà EISACKWERK G.m.b.h. all'Imp. OBEROSLER con progettazione dello studio GEOINGEGNERIA di Trento.

Il progetto prevede lo scavo di una galleria di lunghezza circa 800 m di sezione circa 50 m^2 in roccia di tipo magmatico definita "granito di Bressanone", in fondo alla quale in apposito camerone posizionare le turbine che ricevono energia idraulica da due condotte forzate collocate in pozzi scavati con la tecnica del Raise Boring.

Nella presente relazione si parla solo dello scavo della galleria con impiego di esplosivo, con le implicazioni di progetto dovute alla presenza sopra l'imbocco della strada S.S. 49 della Val Pusteria : circa 10 m , della linea ferroviaria Bressanone –Brunico : circa 15 m nonché dell'abitato di Rio Pusteria, sopra l'asse di scavo alla distanza minima di circa 80 m.

Problematiche di scavo con esplosivo in presenza di conflitti ambientali

L'impiego di esplosivi nello scavo in generale e particolarmente nello scavo in sotterraneo da luogo oltre al desiderato lavoro anche ad altri fenomeni (rumore , vibrazioni, fumi) poco graditi da chi vive nelle vicinanze di questo scavo ed importanti se legati a strutture sia private che pubbliche che insistono nel perimetro del cantiere.

Per questo nell'impiego di esplosivo si cerca in fase di progettazione, di limitare i fenomeni indesiderati applicando le tecniche conosciute e

confrontando i risultati con le normative vigenti soprattutto in ragione delle vibrazioni .

Inoltre l'adozione della tecnica di brillamento va legata a situazioni contingenti tipo : le linee ferroviarie che sfruttano l'energia elettrica per il movimento dei locomotori e le linee ad alta tensione .

Nel nostro caso in merito alle vibrazioni ci si confronta con la Normativa DIN 4150 assimilata in Italia nelle UNI 9616 che limita il livello della velocità di vibrazione (mm/s) in funzione della frequenza del fenomeno su strutture delicate , civili abitazioni e strutture industriali.

Riguardo la linea ferroviaria, la Legge nel DPR 302 del 19.3.56 all'art. 33 precisa il divieto di utilizzare detonatori elettrici a meno di 30 metri da linee elettriche o binari ferroviari.

Organizzazione dello scavo con esplosivo.

Per l'esplosivo si è preferito utilizzare una dinamite ed in particolare l'ERGODYN 35 E in cartucce Ø 38 mm mentre per il brillamento si è optato per la prima fase di vicinanza alla ferrovia su dei detonatori ad onda d'urto (descrivere) con ritardo nominale tra loro di 25 ms, 100 ms, 200 ms, 400 ms e 500 ms che ci ha consente oltre a rispettare l'art. 33 del DPR 302 anche un ottimo frazionamento della carica totale di esplosivo della volata in rispetto di quanto progettato.

Oltrepassata la zona interessata dalla ferrovia si è passati ad utilizzare detonatori elettrici ad alta intensità con ritardi modulari di 25 e 250 ms.

Anche con tali detonatori la gamma dei ritardi ci consente una ottima parzializzazione della carica.

Sin dall'inizio del lavoro con esplosivo si è previsto il monitoraggio delle vibrazioni con sismografi triassiali che registravano la velocità di vibrazione nei tre campi spaziali(radiale, verticale e trasversale) in prossimità delle abitazioni più vicine e su manufatti di sostegno alla strada statale.

Descrizione della volata tipo

Considerati i ridotti sfondi, legati alla quantità di esplosivo permessa dalle considerazioni sugli effetti sismici e la consistenza della roccia da scavare , si è previsto una volata con rinora a V detta anche svedese eseguita con un carro di perforazione Atlas Copco.

Nei primi metri di avanzamento non tutto il fronte si presentava compatto e la volata veniva preparata in modo parziale. In seguito con un fronte più compatto si è riuscito ad eseguire una volata completa passando da un iniziale avanzamento di 1,5 m ad un avanzamento di 3,0 m.

Durante lo scavo allo scopo di ottenere una profilatura più vicina possibile al progetto si è adottata la tecnica dello smooth-blasting avvicinando i fori di corona e profilo ed utilizzando come esplosivo in questi fori della miccia detonante a grammatura 80 g/PETN.

Per la verità i risultati non sono stati mai molto soddisfacenti ; la natura della roccia non consentiva dei grandi risultati e l'impiego della miccia detonante era causa di una notevole sovrapressione che si ripercuoteva nella stretta valle causando non poco fastidio. Si è proseguito quindi

mantenendo una perforazione più ravvicinata sul profilo ma senza impiego di cariche specifiche .

Per tutta la durata dello scavo, gli effetti sismici sono stati contenuti entro le normative sia negli edifici di abitazione sia sulle strutture pubbliche.

In generale il consumo di esplosivo si è mantenuto sul 1,6 kg/m^3 in linea con le previsioni di progetto. Attualmente il lavoro di scavo con esplosivo è terminato.

a.b.

Brescia - marzo 2012

Nell’ambito della realizzazione dell’impianto idroelettrico Eisackwerk di Rio Pusteria Edilmac si occupa dello scavo dei pozzi verticali per l’alloggiamento delle condotte forzate. Si tratta di due pozzi verticali paralleli di notevole lunghezza (431 metri cadauno) e distanti tra di loro solamente 5 metri all’interno dei quali verranno calate interamente dall’alto le condotte forzate diametro 1200 e 1100 mm.

La presentazione prevede l’introduzione al metodo di scavo meccanizzato con RAISE BORING che consente l'esecuzione di scavo pozzi in roccia a fronte di una prima perforazione di piccolo diametro che raggiunge una galleria inferiore seguita dall'alesaggio in risalita di tale foro pilota al diametro richiesto.
I componenti principali di tale metodo sono dunque costituiti da:
RAISE BORING MACHINE macchina base.
ASTE di perforazione/alesaggio
TESTE ALESANTI
La perforazione del foro pilota segue ed utilizza le metodologie classiche della perforazione a distruzione, l'utensile di perforazione utilizzato (Tricon Bit) è sempre del tipo ad inserti di carburo di tunsteno ed a cuscinetti stagni ciò per garantire una sufficiente "vita" dello stesso, almeno per tutta la lunghezza del foro, e per poter continuare o eseguire sin dall'inizio la perforazione in presenza o con l'ausilio di acqua di circolazione;
- il metodo di spurgo del foro pilota a secondo del sito d'intervento, delle rocce da perforare, della geologia prevista dell'ammasso, delle possibilità operative del cantiere,ecc. potrà esser eseguito con l'impiego di:
aria compressa,
aria e schiumogeni
acqua
fanghi bentonitici.
Per la fase di alesaggio, va ricordato che il metodo di RAISE BORING trova il suo impiego classico esclusivamente nelle formazioni rocciose geomeccanicamente autoportanti, in particolare è adottato per lo scavo di pozzi verticali o inclinati in ogni tipo di roccia, soprattutto nelle più dure. La tecnologia di Raise Boring nata a fine anni ’60 per scopi minerari per la realizzazione pozzi di aerazione e fornelli di buttaggio è stata nel corso degli anni adattata ed impiegata nei più svariati progetti civili per realizzazione di condotte forzate, acquedotti, gasdotti, scarichi fognari, pozzi di aerazione ecc. ecc. Il principio di funzionamento del metodo di RAISE BORING è del tutto analogo a quello di ogni Tunnel Boring Machine (TBM) ovviamente per rocce Dure e durissime (da 60 MPa a valori superiori a 350 MPa); tale principio consiste nel mettere in tensione la roccia tra due punti opportunamente distanziati sui quali si è applicata una certa compressione.
All'azione quindi di compressione cui corrisponde una certa produzione di materiale asportato di riflesso si otterrà una tensione nella roccia che svilupperà la maggior parte dello smarino, con una pezzatura media da 0-20.
E' chiaro che a secondo del tipo di roccia, della sua resistenza a compressione, delle caratteristiche geofisiche, petrografiche, ecc. si avranno conseguenti e diverse risposte operative del metodo in riferimento alla velocità d'avanzamento, potenza impiegata, usure, tempi di esecuzione ecc..

EDILMAC DEI FRATELLI MACCABELLI S.r.l. Via Trento, 16 - 24020 Gorle (BG) Italy
tel (+39) 035 661017 - fax (+39) 035 662339 - edilmac@edilmac.com - www.edilmac.com
Registro Imprese CCIAA Bergamo / Cod. Fisc. / P. IVA IT-00217080167 - Capitale Sociale € 2.100.000
Attestazione S.O.A. rilasciata da C.Q.O.P.

Alla stessa stregua tali risultati saranno allo stesso modo influenzati dalla lunghezza del pozzo, dalla sua inclinazione, dal diametro della testa alesante e dal tipo delle attrezzature di RAISE BORING impiegate.

Segue poi l'illustrazione dei lavori eseguiti a Rio Pusteria con le tecniche e problematiche specifiche affrontate in cantiere.

SPECIFICHE DI PROGETTO

CONDOTTE FORZATE

- CONDOTTA PFUNDERS:

DIAMETRO NOMINALE DN 1200 IN ACCIAIO	
SPESSORE PARETE	s= 20mm
SVILUPPO	L= 500.00m
INCLINAZIONE	i= 90° (VERTICALE)
ALLOGGIAMENTO IN POZZO	diam.= Ø1.84m
CEMENTATA PER TUTTO LO SVILUPPO	

- CONDOTTA VALS:

DIAMETRO NOMINALE DN 1100 IN ACCIAIO	
SPESSORE PARETE	s= 12mm
SVILUPPO	L= 500.00m
INCLINAZIONE	i= 90° (VERTICALE)
ALLOGGIAMENTO IN POZZO	diam.= Ø1.55m
CEMENTATA PER TUTTO LO SVILUPPO	

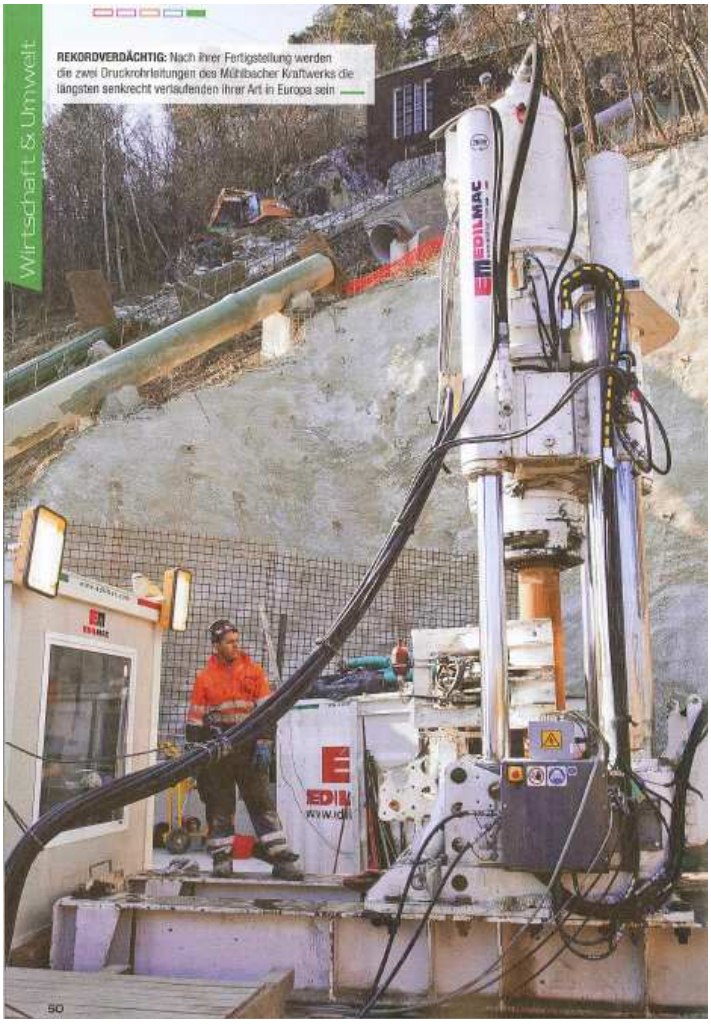
POZZI CONDOTTE

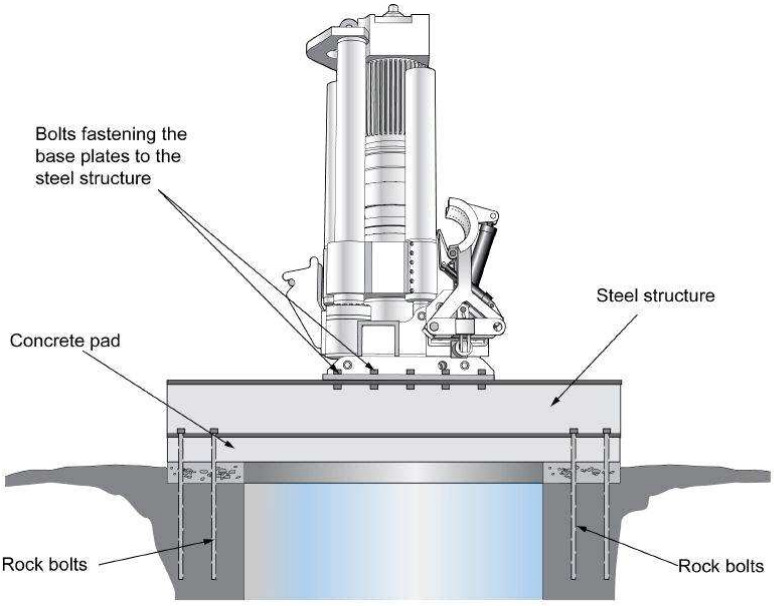
- POZZO PFUNDERS:

SVILUPPO	L= 437.55m
INCLINAZIONE	i= 90° (VERTICALE)
DIMENSIONI	diam.= Ø1.84m
SCAVO AUTOMATIZZATO CON RAISE BORER	

- POZZO VALS:

SVILUPPO	L= 437.55m
INCLINAZIONE	i= 90° (VERTICALE)
DIMENSIONI	diam.= Ø1.55m
SCAVO AUTOMATIZZATO CON RAISE BORER	





IL PROGETTO “QUADRILATERO”
FRA MARCHE ED UMBRIA

OTTIMIZZAZIONE DI VOLATE CON ESPLOSIVI
ED INNOVATIVI SISTEMI DI MONITORAGGIO VIBROMETRICO

ing. Demosthenes A. Efstratiadis

PRAVISANI S.p.A. - Udine

4o Convegno sugli Esplosivi SO.GE.CA. Srl Trento 18 Maggio 2012

INDICE

1. PRESENTAZIONE DEL PROGETTO “QUADRILATERO”
2. IL CONTRIBUTO DELLA PRAVISANI S.p.A. NEL PROGETTO
3. IL PROBLEMA DELL’IMPATTO AMBIENTALE
4. PROGRAMMA PER IL CONTROLLO VIBRAZIONI
5. SISTEMI INNOVATIVI PER IL MONITORAGGIO VIBROMETRICO
6. CONSIDERAZIONI SULL’OTTIMIZZAZIONE DELLE VOLATE

BIBLIOGRAFIA

1. PRESENTAZIONE DEL PROGETTO “QUADRILATERO”

Il Progetto Quadrilatero

Il Progetto Quadrilatero Marche Umbria prevede la realizzazione di opere infrastrutturali viarie (i cui assi rappresentano idealmente i quattro lati di un quadrilatero) attraverso un innovativo piano di cofinanziamento, il Piano di Area Vasta.

• il **Progetto infrastrutturale viario** consiste nel completamento e adeguamento di due arterie principali (l'asse Foligno-Civitanova Marche strada statale 77 e l'asse Perugia-Ancona statali 76 e 318), della Pedemontana Fabriano-Muccia/Sfercia e altri interventi viari.

• il **Piano di Area Vasta** (PAV) per il cofinanziamento del Progetto infrastrutturale viario prevede di valorizzare i benefici derivanti al territorio dal potenziamento degli assi viari, trasformandoli in flussi di ricavi attraverso l'insediamento di nuove aree produttive, denominate Aree Leader e Aree di implementazione, adiacenti alle medesime infrastrutture stradali.

Numeri del Progetto Quadrilatero	
Costo complessivo dell’opera	2.233 Meuro
Costo rete viaria	2.145 Meuro
Costo Piano Area Vasta	88 Meuro
Sviluppo rete viaria	Km 160

Il Progetto infrastrutturale viario

Il Progetto infrastrutturale viario consiste nel completamento e adeguamento di due arterie principali, l'asse Foligno-Civitanova Marche strada statale 77 e l'asse Perugia-Ancona statali 76 e 318, della Pedemontana Fabriano-Muccia/Sfercia e di altri interventi viari, idonei ad assicurare il raccordo con i poli industriali esistenti e, più in generale, a migliorare ed incrementare l'accessibilità alle aree interne delle Regioni interessate.
Dal punto di vista strategico-logistico il Progetto infrastrutturale viario si inserisce nel sistema delle principali dorsali del Paese (il corridoio Adriatico ed il corridoio Tirrenico), consentendo di ridurre il deficit infrastrutturale che riguarda le Regioni Marche e Umbria creando un efficiente collegamento con le regioni circostanti e verso l'Europa.
Il Progetto viario è suddiviso in due Maxilotti che è previsto siano completati nel 2013-2015.

Maxi Lotto 1 :
SS 77 "Val di Chienti" tratto Foligno – Collesentino (completamento 4 corsie)
SS 78 "Val di Fiastra" tratto Sforzacosta – Sarnano
Intervallive di Macerata e Tolentino – S.Severino
SS 3 "Flaminia" tratto Foligno - Pontecentesimo
Allacci SS 77 a SS 16 (Civitanova Marche) e a SS 3 (Foligno)
Contraente Generale: società di progetto Val di Chienti - ATI Strabag, CMC, Grandi Lavori Fincosit.

Maxi Lotto 2:
SS 76 "Val d'Esino" tratti Fossato di Vico - Cancelli e Albacina – Serra S.Quirico (completamento 4 corsie)
SS 318 di "Valfabbrica" tratti Pianello – Valfabbrica (completamento 4 corsie)
Pedemontana delle Marche tratto Fabriano – Muccia/Sfercia
Contraente Generale: società di progetto DIRPA - ATI Consorzio stabile Operae Tecnologie e Sistemi Integrati di Costruzione, Toto, Consorzio stabile Ergon Engineering and Contracting.

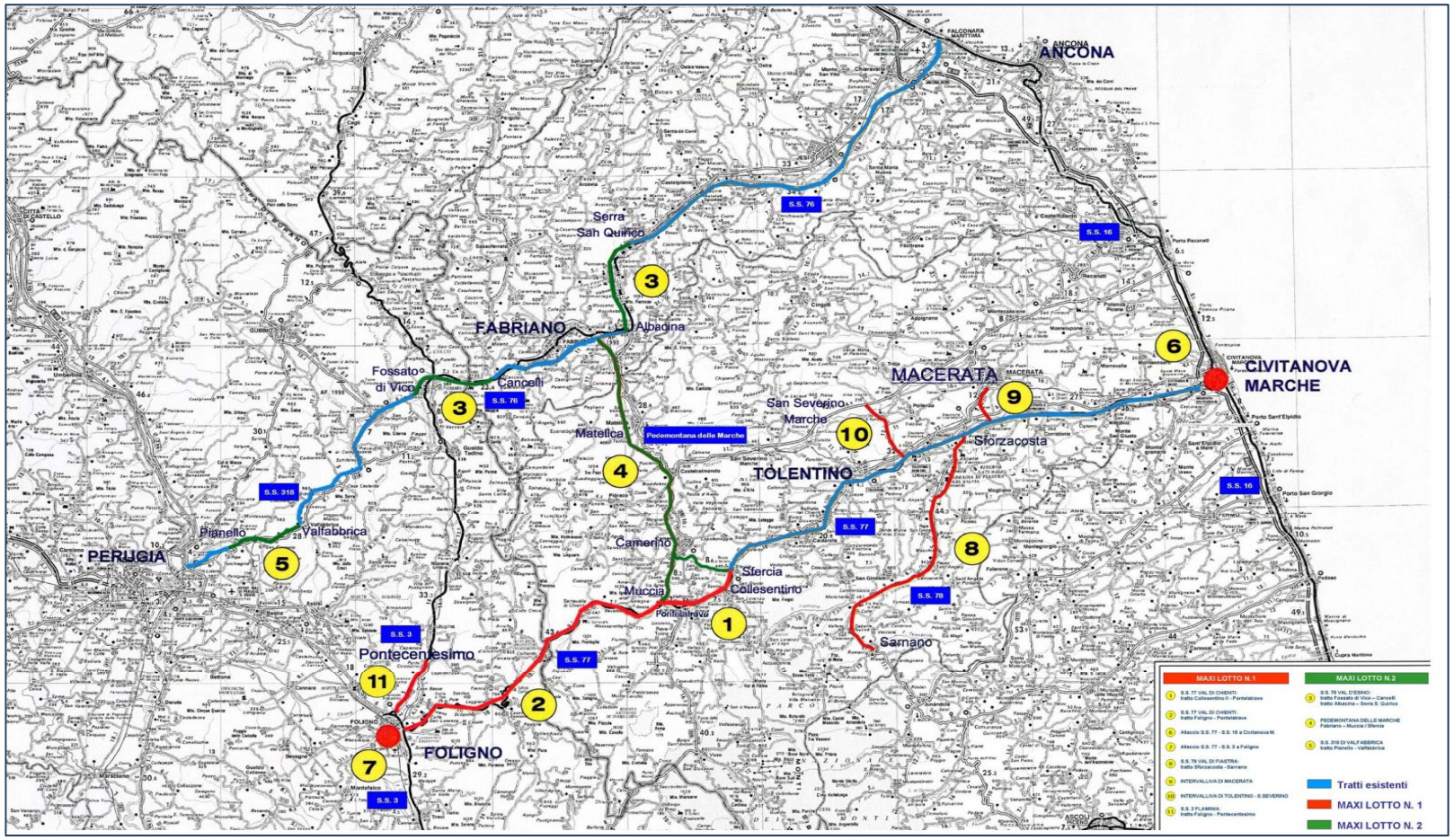
In particolare i lavori prevedono i seguenti interventi viari:

APPALTI	SUB LOTTI	INTERVENTI	STATO ATTUAZIONE
MAXI LOTTO 1	1.1	SS77 Collesentino – Pontelatrave (2,7 km)	Aperto al traffico il 3 dicembre 2009
	1.2	SS77 Foligno – Pontelatrave (34,7 km sub lotto 1.2+2.1)	Aperti i cantieri novembre 2009
	1.3	Allaccio SS77 - SS16 Civitanova Marche (1,3 km)	PD Conferenza di Servizi 25/11/10
	1.4	Allaccio SS 77 - SS3 Foligno (8 km)	PD prossima Conferenza di Servizi
	2.1	SS77 Foligno – Pontelatrave	Aperti i cantieri novembre 2009
	2.2	Intervalliva Macerata (3 km)	PD in corso di istruttoria interna
	2.3	Intervalliva Tolentino-San Severino (7,2 km)	PD in corso di istruttoria interna
	2.4	SS78 Sforzacosta – Sarnano (31 km)	PD in corso di istruttoria interna
	2.5	SS3 Pontecentesimo – Foligno (5 km)	PE completato. Prossima apertura cantieri
MAXI LOTTO 2	1.1	SS76 Serra S. Quirico – Albacina, Fossato di Vico – Cancelli (22,3 km)	Aperti i cantieri inizio 2009
	1.2	SS318 Pianello – Valfabbrica (8,1 km)	Aperti i cantieri inizio 2009
	2.1	Pedemontana Fabriano - Matelica nord	PD approvato dal CIPE il 30/4/2012
	2.2	Pedemontana Matelica - Muccia/Sfercia	PD conclusa procedura Conferenza di Servizi

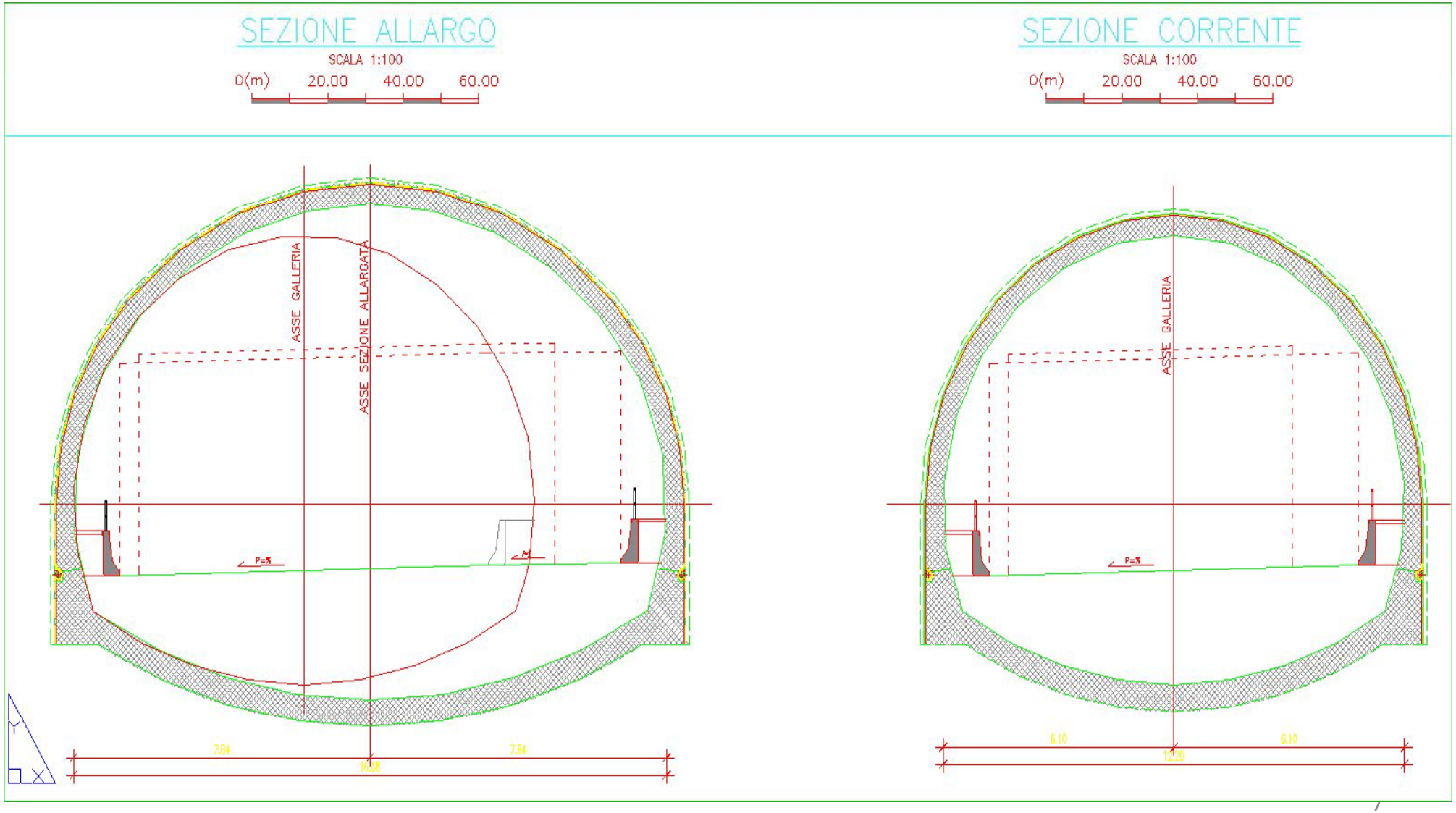
Dal progetto definitivo al cantiere

Una volta che il Contraente generale (CG) ha redatto il progetto definitivo (PD), prendono avvio le seguenti tappe:

- ***istruttoria interna Quadrilatero***
- ***approvazione CdA Quadrilatero***
- ***approvazione Cipe***
- ***CG redige progetto esecutivo (PE)***
- ***istruttoria interna Quadrilatero***
- ***approvazione CdA Quadrilatero***
- ***approvazione Cipe (solo in caso di variazioni rispetto al PD)***
- ***"consegna lavori" e apertura cantieri***

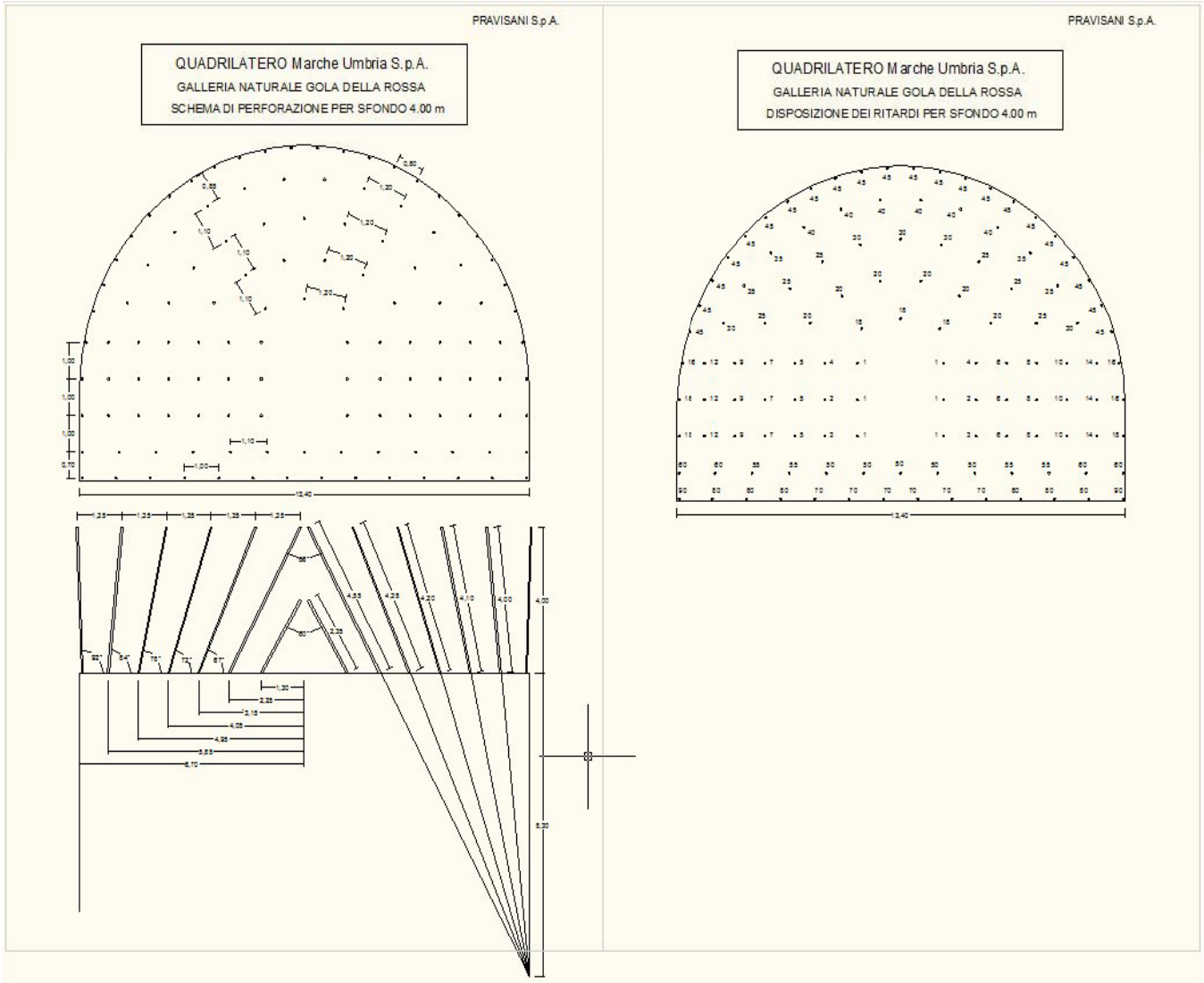


GALLERIA VALTREARA – SEZIONI TIPO



2. IL CONTRIBUTO DELLA PRAVISANI S.p.A. NEL PROGETTO

PROGETTAZIONE DELLE VOLATE



La PRAVISANI S.p.A. in qualita' di fornitore esclusivo dei materiali esplodenti offre servizi di consulenza ed assistenza tecnica durante la fase esecutiva del progetto.

CALCOLO PREVENTIVO DEI MATERIALI ESPLODENTI

PRAVISANI SPA — Pedrengo (BG) 11/11/2010

QUADRILATERO — *Marche Umbria S.p.A.*

SS 76 tratto Albacina-Serra San Quirico

GALLERIA NATURALE GOLA DELLA ROSSA

Volata sfondo 3,0
Detonatori elettrici

SCHEMA DI PERFORAZIONE E CARICAMENTO VOLATA SEZIONE TIPO

PARAMETRI VOLATA	U.M.	DATI
TIPO DI ROCCIA		Calcare
METODOLOGIA DI SCAVO		Perforazione e sparo
TIPO DI VOLATA		Rinora a V
SEZIONE DI SCAVO	m^2	104,15
MEZZO DI PERFORAZIONE	tipo	Jumbo a 3 bracci
DIAMETRO DI PERFORAZIONE	mm	51
LUNGHEZZA FORI	m	3,0
NUMERO DEI FORI	n°	126
TOTALE METRI FORATI	m	378
SFONDO VOLATA	m	3,0
VOLUME ROCCIA ABBATTUTO	m^3	312

Esplosivi	Sigla	Peso (kg)	Velocità (m/s)	Densità (kg/m^3)	Energia (MJ/kg)
RIODIN 40x400	RIODIN	0,714	5.300	1.480	4,09
Premex 3300 40x400	P3300	0,595	5.500	1.200	4,24
Miccia Detonante 80 gr/m	MD80	0,080	6.900	n.a.	n.a.

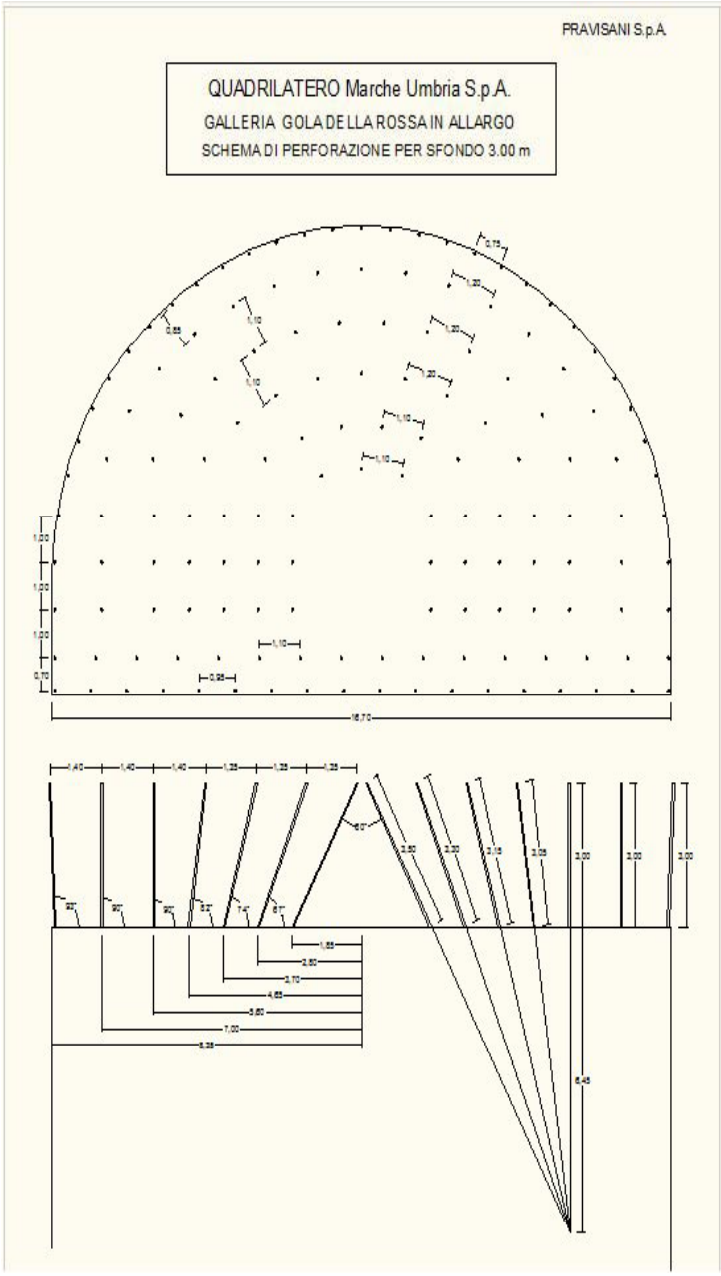
TIPOLOGIA MINE			RIODIN		P3300		MD80		RIODIN	P3300	MD80	Totale
Denominazione	sigla	n°	cart / foro	kg / foro	cart / foro	kg / foro	m / foro	kg / foro	kg	kg	kg	
Aiuto Rinora	AR	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	
Rinora	R	6	1	0,71	5	2,98	0	0,00	4,28	17,85	0,00	
Allarghi oriz.	AO	30	1	0,71	4	2,38	0	0,00	21,42	71,40	0,00	
Paramenti	PA	6	1	0,71	3	1,79	0	0,00	4,28	10,71	0,00	
Piane	PN	15	1	0,71	4	2,38	0	0,00	10,71	35,70	0,00	
Rilevaggi	RL	16	0	0,00	5	2,98	0	0,00	0,00	47,60	0,00	
Allarghi vert.	AV	18	1	0,71	4	2,38	0	0,00	12,85	42,84	0,00	
Sottocorone	SC	12	1	0,71	3	1,79	0	0,00	8,57	21,42	0,00	
Corone	C	23	0	0,00	1	0,60	3,0	0,24	0,00	13,69	5,52	
Totale mine		126										
Totali parziali							69,00		62,12	261,21	5,52	328,84

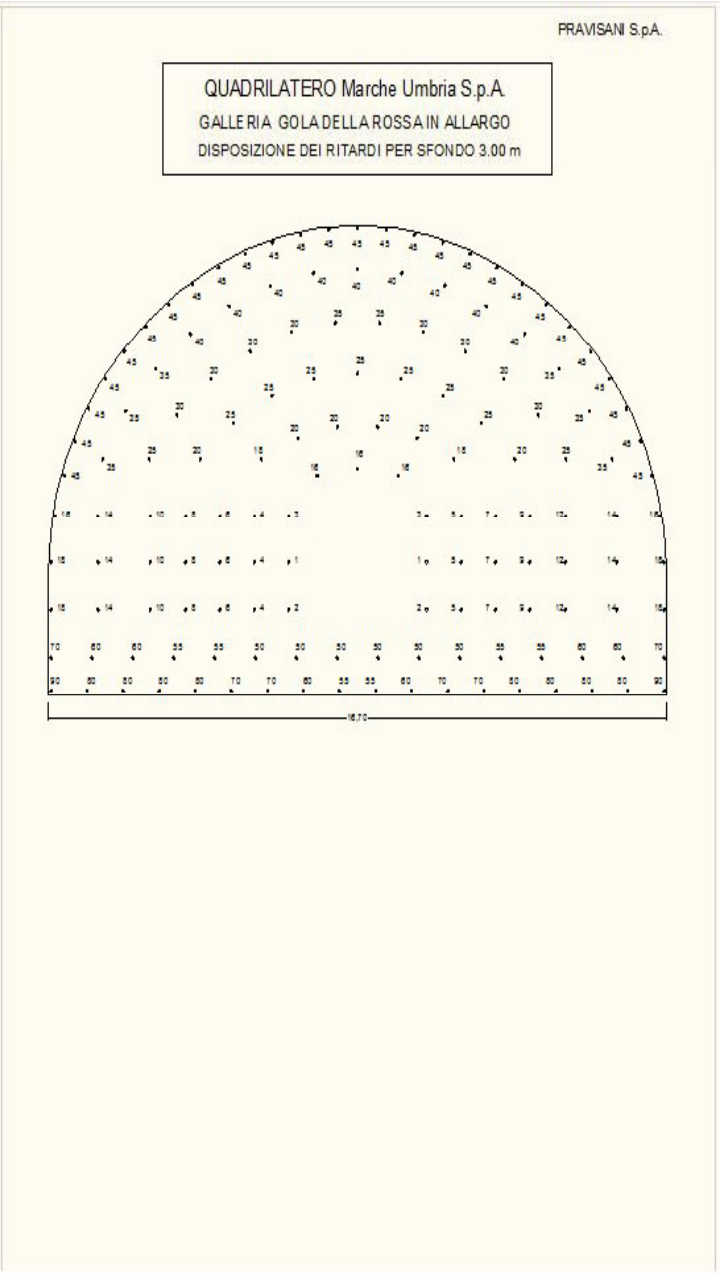
INNESCAMENTO		
	Detonatori Elettrici HU 250 ms filo CU mt. 6	TEMPI DA 2 A 16, 18
	Detonatori Elettrici HU 25 ms filo CU mt. 6	TEMPI DA 1 A 12

INCIDENZE		kg/m^3	$pezzi/m^3$	m/m^3
RIODIN		0,199		
P3300		0,836		
MD80		0,018		0,221
Detonatori			0,403	
Perforazione				1,210
		1,052		

Note:

PROGETTAZIONE DELLE VOLATE





CALCOLO CARICHE ESPLOSIVE COOPERANTI

PRAVISANI S.p.A.	Pedrengo (BG)	Innesco con detonatori elettrici	
GALLERIA GOLA DELLA ROSSA - DATI OPERATIVI VOLATA			
		um	valore
H = Profondità fori	:	m	3,5
Do = Diametro fori	:	mm	51
Ds = Diametro esplosivo	:	mm	40
N° = Numero di fori	:	n°	132
L = Sfondo	:	m	3,5
S = Sezione di scavo	:	m^2	104,15
R = Tipo di mina	:	tipo	mina a V
Vo = Volume di roccia in posto	:	m^3	364,53
Q = Quantità totale esplosivo	:	kg	355,33
Cs = Consumo specifico esplosivo	:	kg/m^3	1,08
Cd = Consumo specifico detonatori	:	$n°/m^3$	0,36
M = Totale metri perforati	:	m	462
P = Perforazione specifica	:	m/m^3	1,27

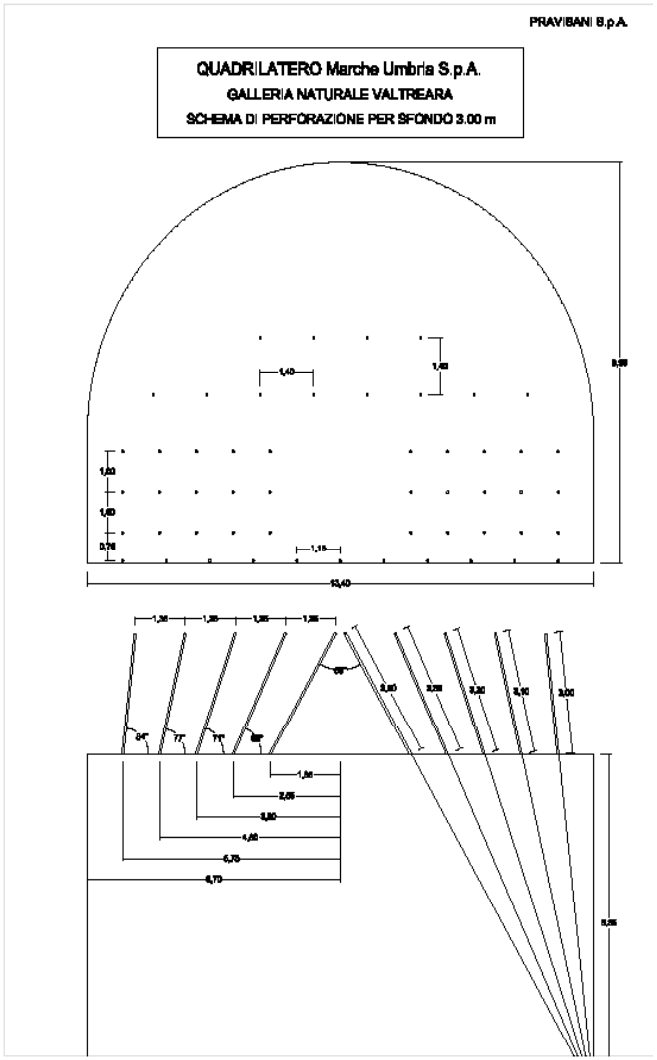
CALCOLO CARICHE ESPLOSIVE COOPERANTI

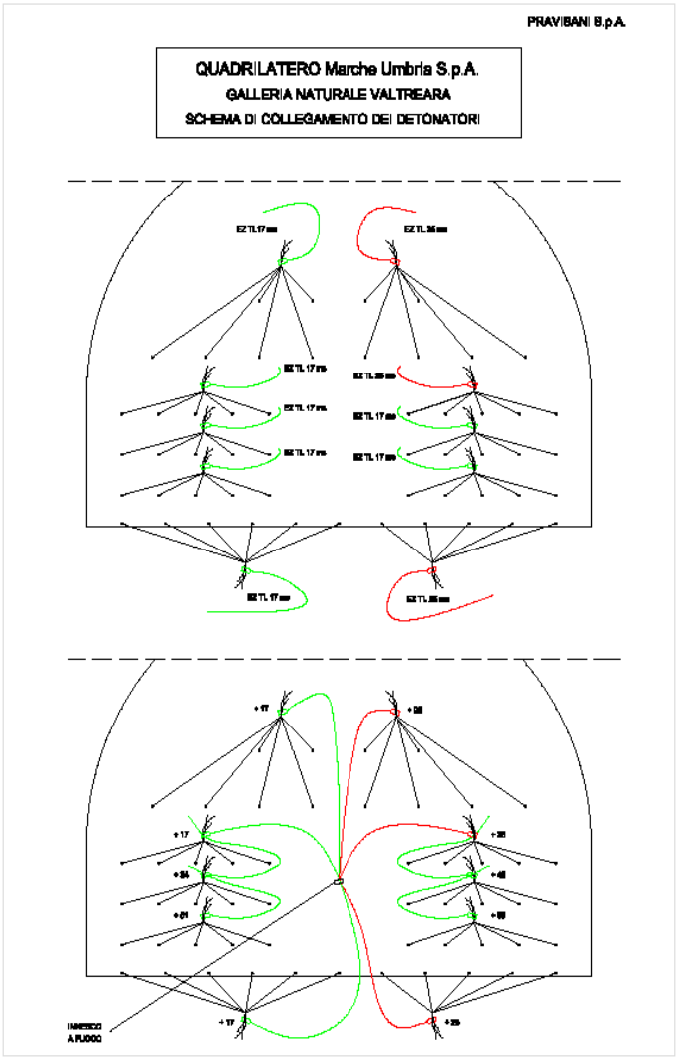
TABELLA DI CARICAMENTO

TEMPO	N° FORI	CART./FORO GOMA 2 eco 40x400 N°	CART./FORO Premex 3300 40x400 N°	m/FORO. Miccia detonante Sipecord 80 m	ESPLOSIVO PER FORO Kg	ESPLOSIVO PER TEMPO Kg
I	6	1	1		1,309	7,85
II	2	1	5		3,689	7,38
III	2	1	5		3,689	7,38
IV	2	1	5		3,689	7,38
V	3	1	5		3,689	11,07
VI	3	1	5		3,689	11,07
VII	3	1	5		3,689	11,07
VIII	3	1	5		3,689	11,07
IX	3	1	5		3,689	11,07
X	3	1	5		3,689	11,07
XI	3	1	5		3,689	11,07
XII	3	1	5		3,689	11,07
2	4	1	5		3,689	14,76
3	4	1	5		3,689	14,76
4	4	1	5		3,689	14,76
5	5	1	5		3,689	18,45
6	5	1	5		3,689	18,45
7	5	1	5		3,689	18,45
8	5	1	5		3,689	18,45
9	5	1	5		3,689	18,45
10	6	1	4		3,094	18,56
11	6	1	4		3,094	18,56
12	6	1	4		3,094	18,56
13'	2	1	5		3,689	7,38
13	10	0	1	3,5	0,875	8,75
14	13	0	1	3,5	0,875	11,38
15	6	0	6		3,570	21,42
16	6	0	6		3,570	21,42
18	4	0	6		3,570	14,28
peso di 1 cartuccia RIODIN			0,714	kg	Totale kg	395,33
peso di 1 cartuccia PREMEX 3300			0,595	kg		

ASSISTENZA CONTINUA DURANTE LA FASE ESECUTIVA

GALLERIA VALTREARA, LATO ANCONA
SCHEMI DI PERFORAZIONE & CARICAMENTO FORI





BALDASSINI-TOGNOZZI-PONTELLO
Costruzioni Generali S.p.A.

Baldassini Tognozzi Pontello S.p.A
Quadrilatero Asse Marche-Umbria
Lotto 2
Galleria Valtreara Sud
Valtreara
Ancona

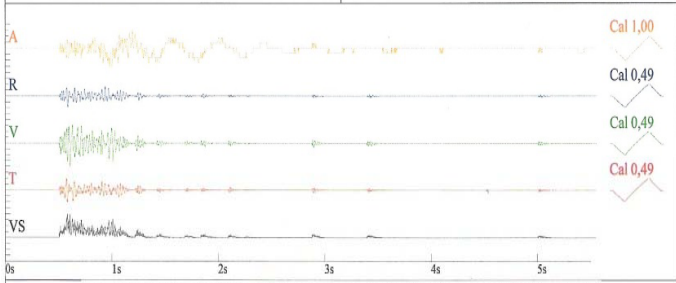
Nome archivio: SN389120110119128.DTB
Numero: 128
Data: 19/01/2011
Orario: 16:39
Numero di serie: 3891
Trigger sismico: 0,0075 in/s 0,1905 mm/s
Trigger acustico: 148 dB
Frequenza di campionamento: 1024
Durata registrazione: 5,0 Seconds
Pre trigger: 0,50 Seconds
Guadagno del sensore: 4x
Batteria: 6,3

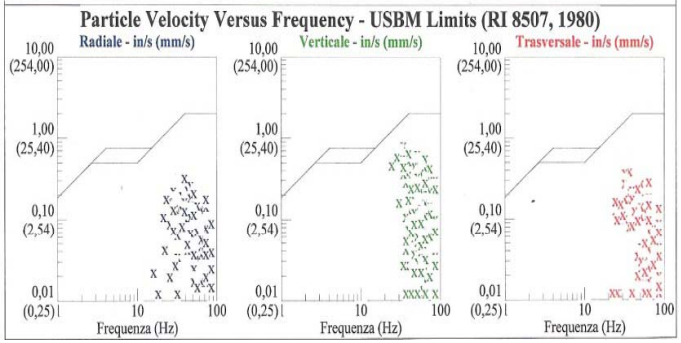
Amplitudes and Frequencies

Acustico: 118 dB @ 42,6 Hz
(0,16Mb 0,0023psi 0,0160kPa)
Radiale: 0,39in/s 9,906mm/s @ 39,3Hz
Verticale: 0,83in/s 21,082mm/s @ 34,1Hz
Trasversale: 0,41in/s 10,414mm/s @ 32,0Hz
Vettore somma (VS): 0,8325in/s 21,1455mm/s
*Data di calibrazione:*02/05/2007

Graph Information

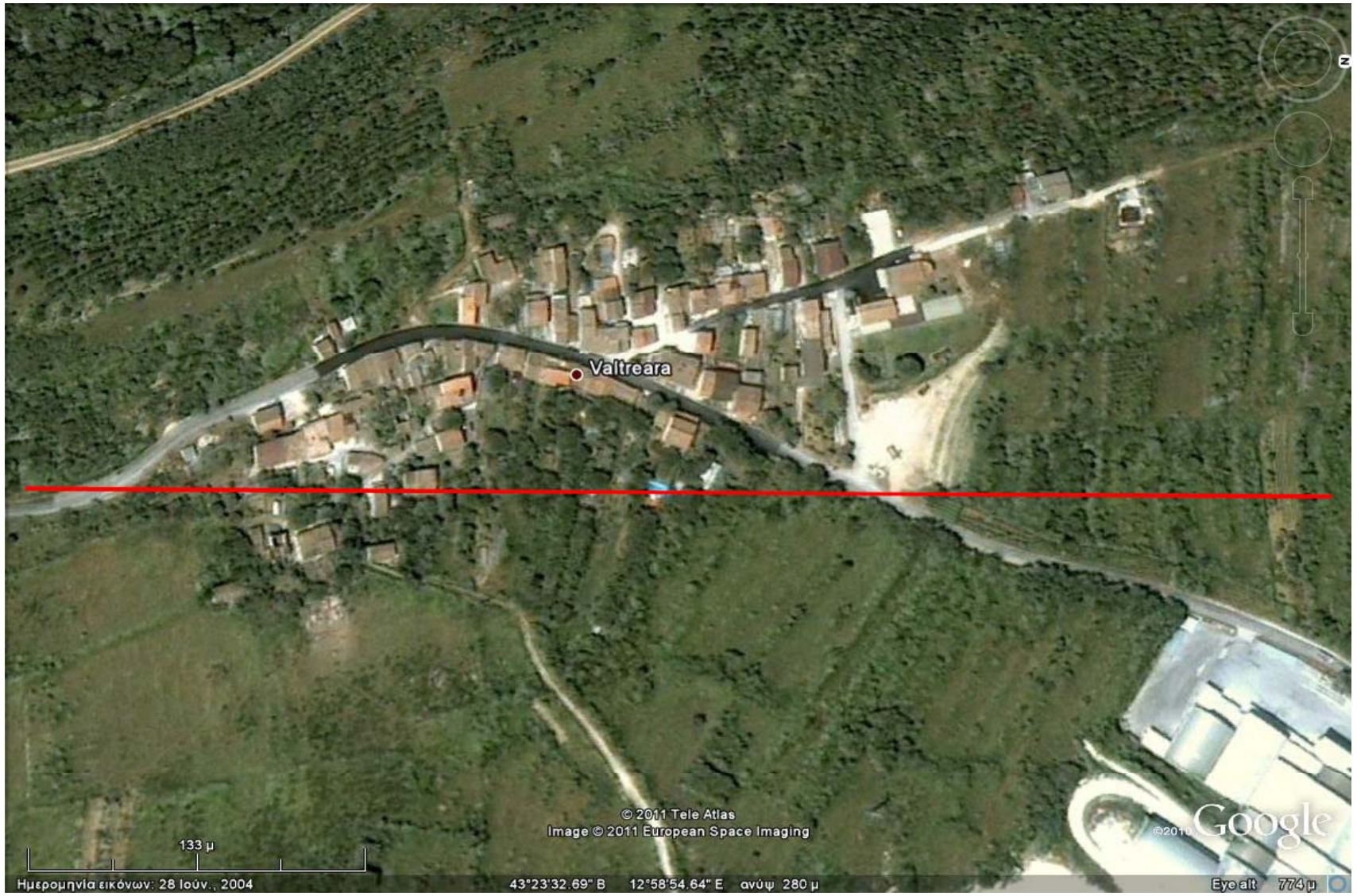
*Durata:*0,000s To: 5,500s
Fondoscala acustico:
120dB 0,20Mb (0,050Mb/div)
Fondoscala sismico:
0,83in/s (0,208in/s/div) 21,08mm/s (5,271mm/s/div)
*Linee marcatempo ad intervalli di:*1,00 s



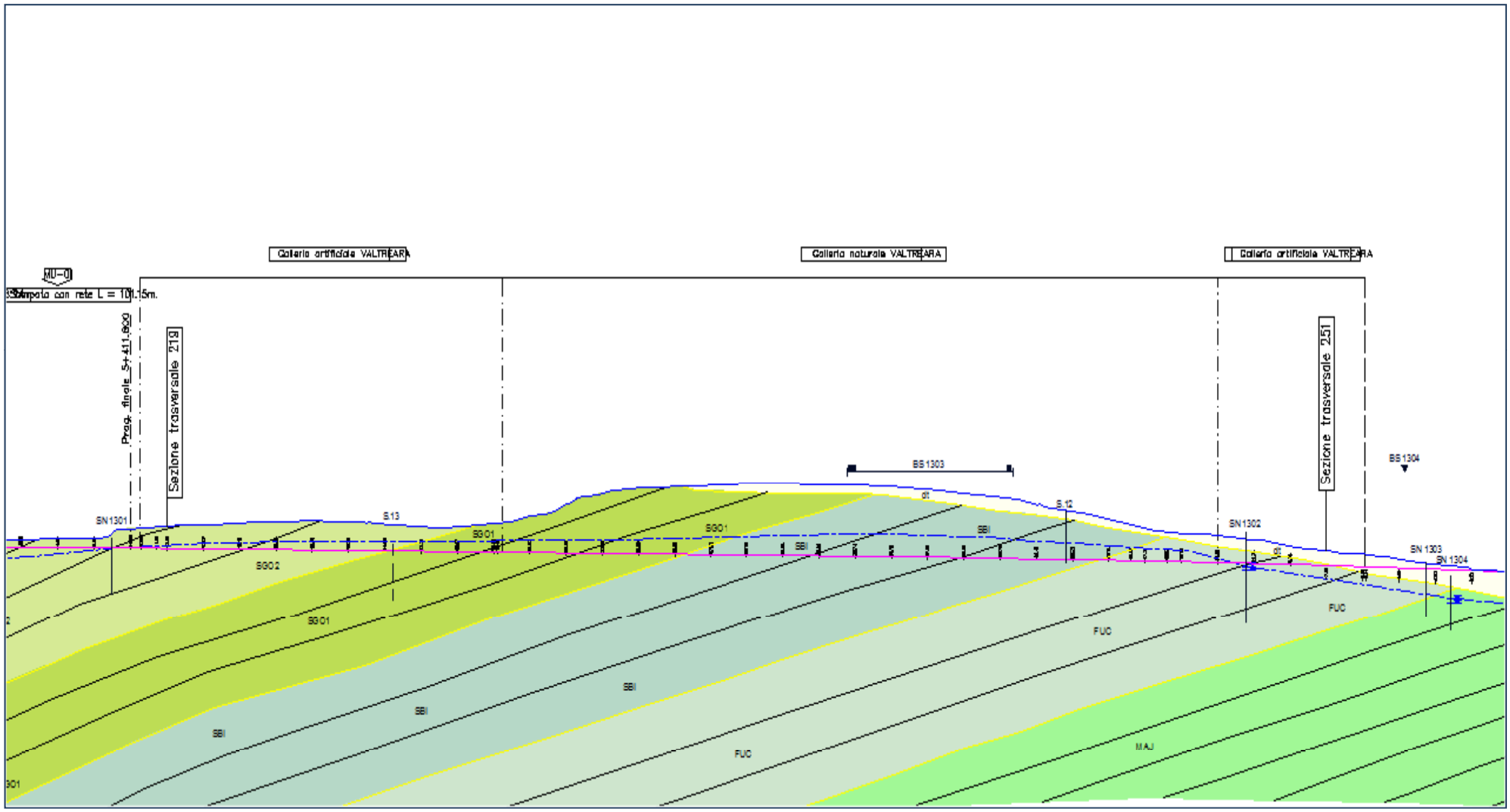


GALLERIA VALTREARA

Fotografia Google Earth©



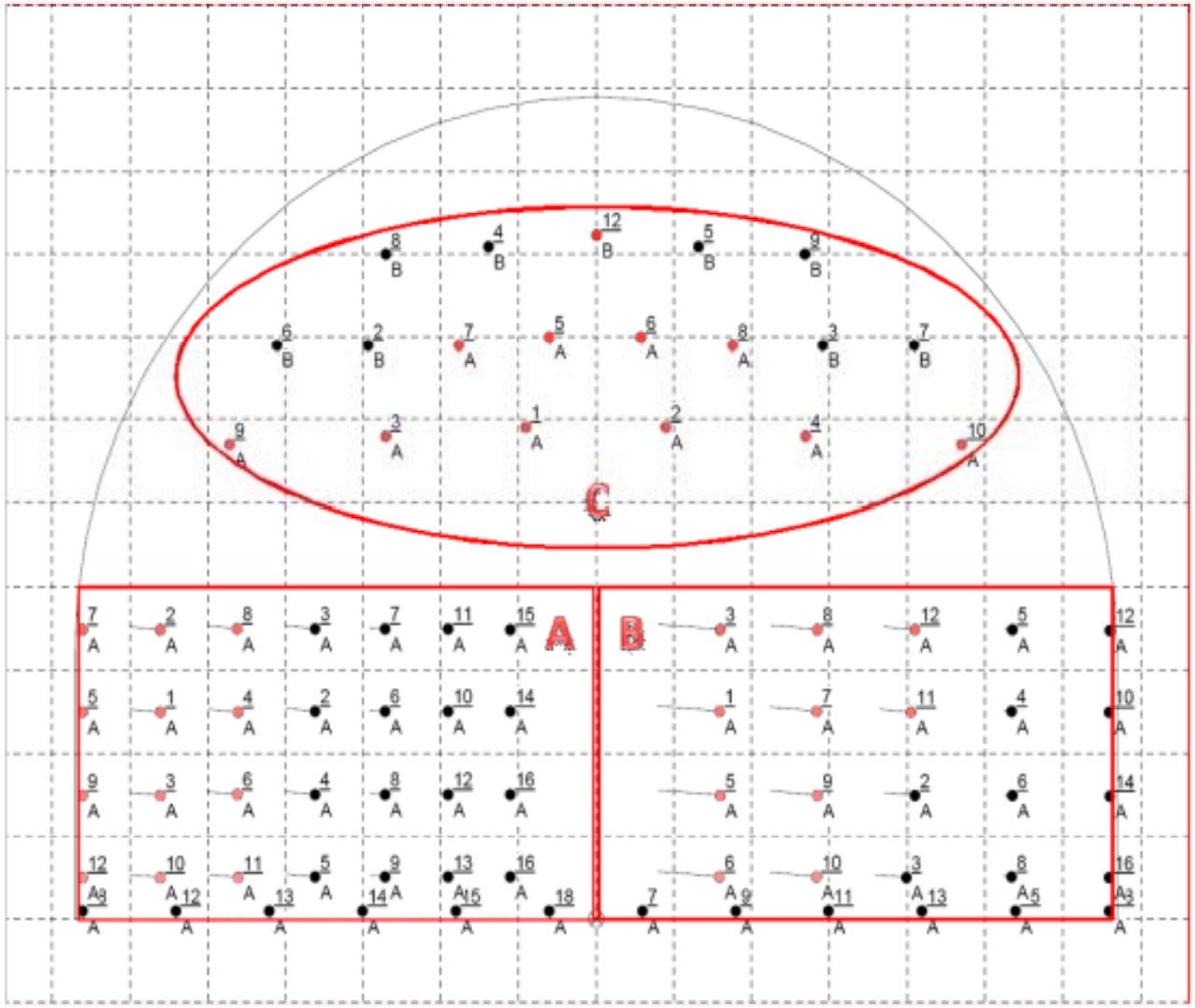
GALLERIA VALTREARA - PROFILO GEOLOGICO



ASSISTENZA CONTINUA DURANTE LA FASE ESECUTIVA

GALLERIA VALTREARA, LATO ANCONA

SCHEMI DI PERFORAZIONE & CARICAMENTO FORI SEZIONE PARZIALIZZATA IN TRE FASI A,B &C



NUMERO FORI: 79
NUMERO FORI FASE “A”: 34
NUMERO FORI FASE “B”: 26
NUMERO FORI FASE “C”: 19
LUNGHEZZA FORI: 2,00m.

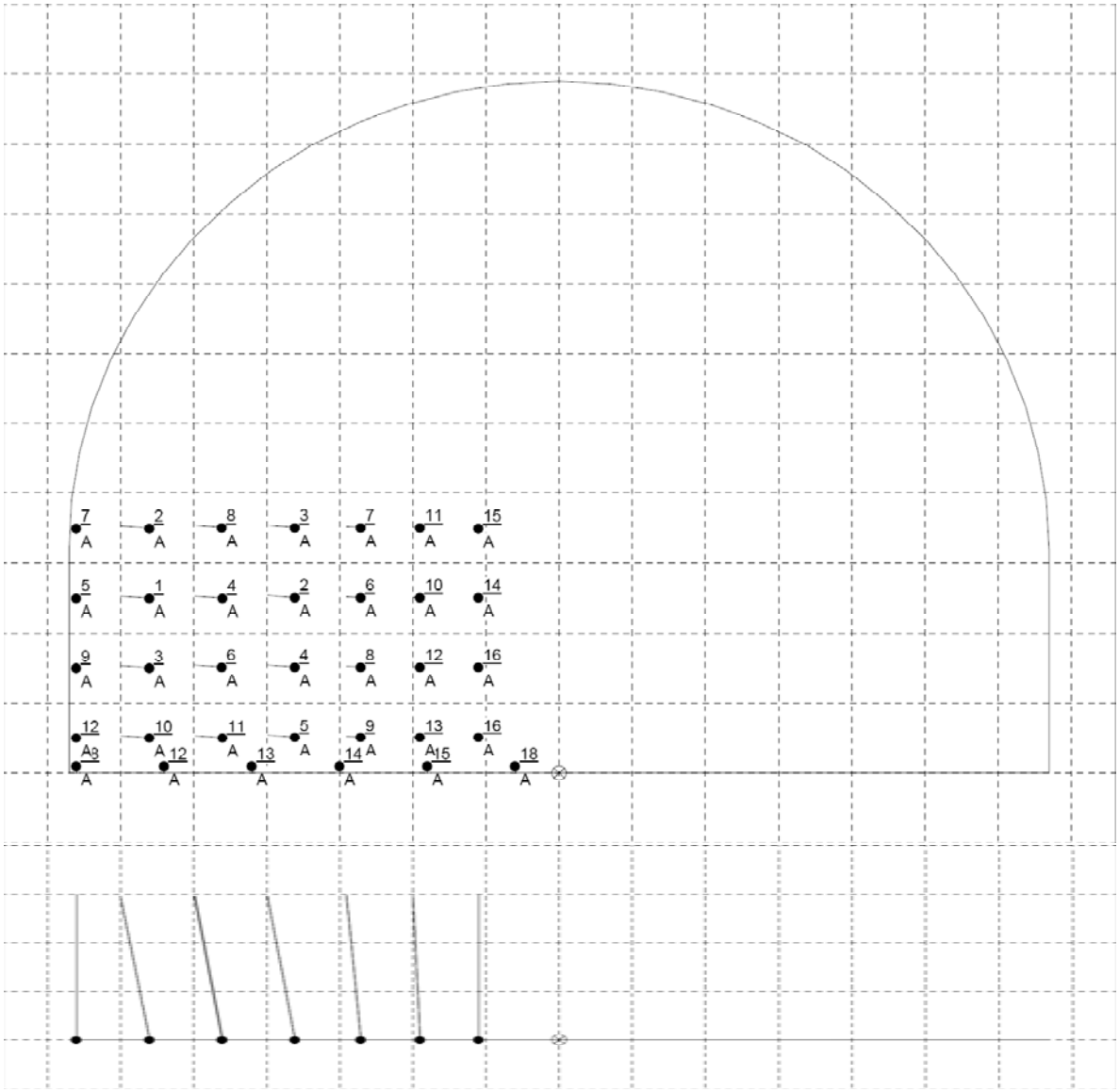
MODALITA’ DI CARICAMENTO:
FORI “A”: 2 CART. di PREMEX3300 40X400
FORI “B”: 1,5 CART. di PREMEX3300 40X400

DETONATORI ELETTRICI HU:

Serie 25ms dal tempo 1 al tempo 12 (segnati in color rosa)

Serie 250ms dal tempo 2 al tempo 18

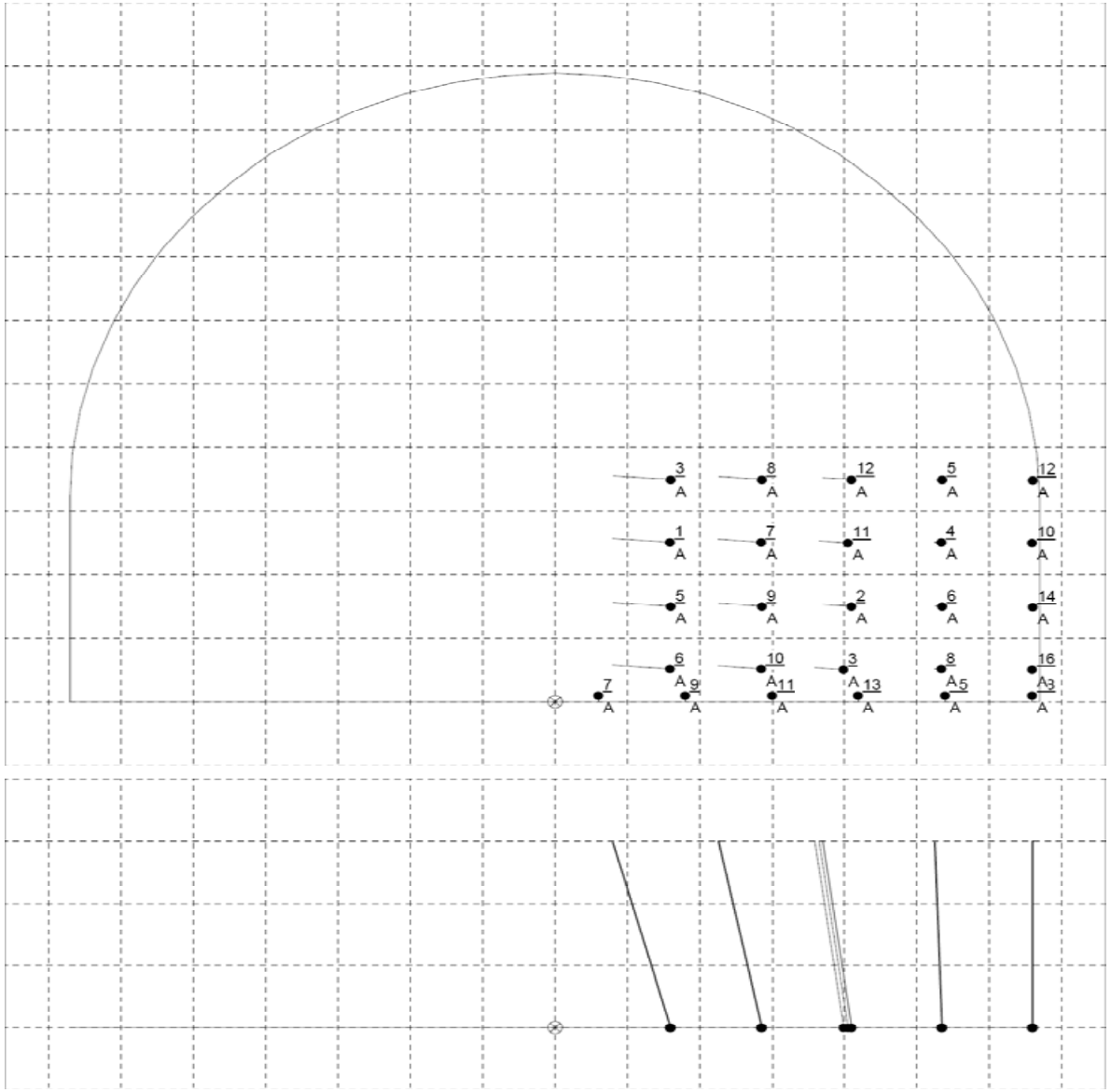
GALLERIA VALTREARA, LATO ANCONA
SCHEMI DI PERFORAZIONE & CARICAMENTO FORI DELLA FASE “A”



VALORE SUL OHMETRO DEL CIRCUITO DETONATORI DELLA FASE “A”: **25,5 Ω**

VALORE SUL OHMETRO DEL CIRCUITO DETONATORI DELLA FASE “A” + LINEA DI TIRO: **31,8 Ω**

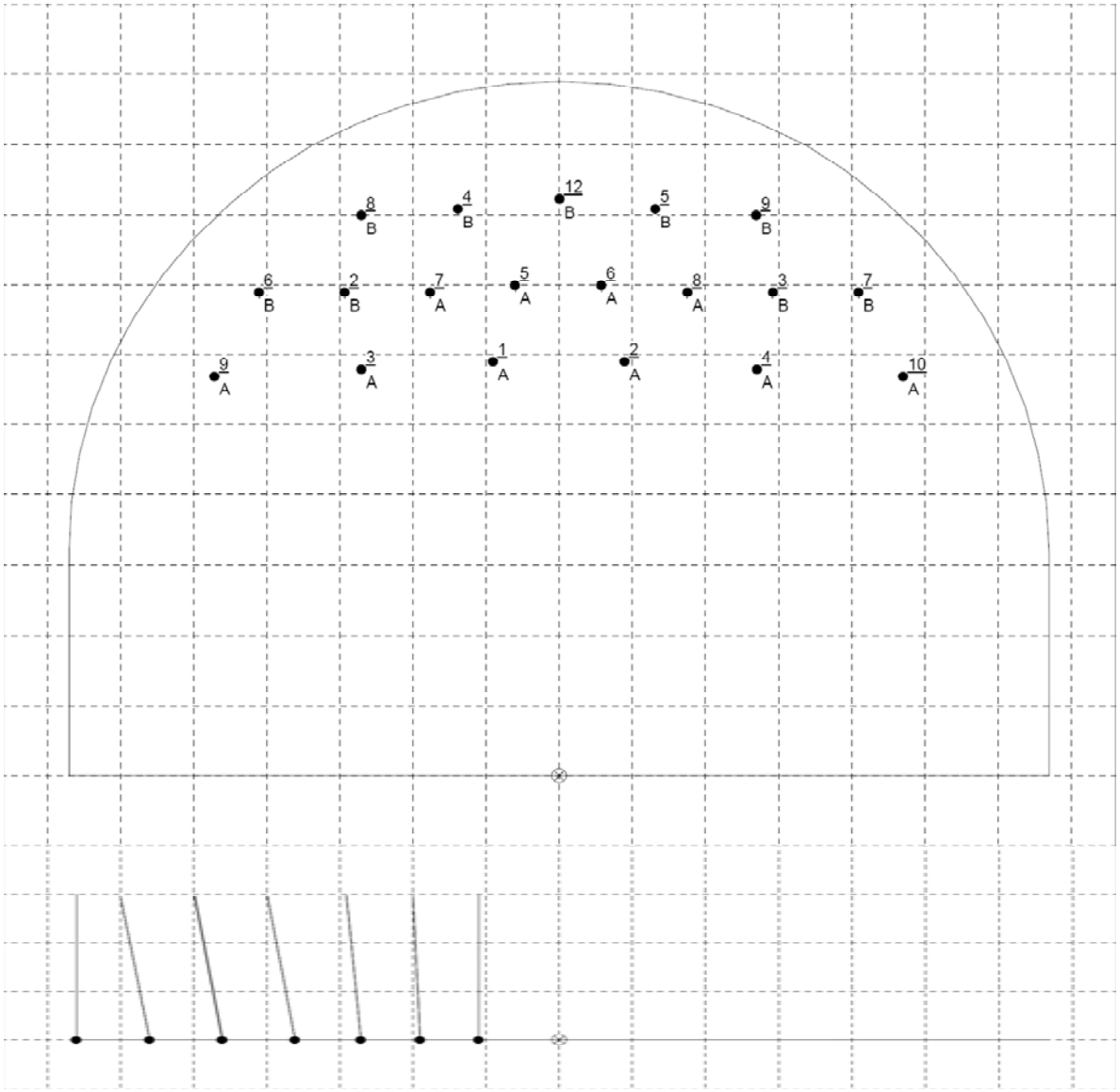
GALLERIA VALTREARA, LATO ANCONA
SCHEMA DI PERFORAZIONE & CARICAMENTO DELLA FASE “B”



VALORE SUL OHMETRO DEL CIRCUITO DETONATORI DELLA FASE “A”: **19,4 Ω**

VALORE SUL OHMETRO DEL CIRCUITO DETONATORI DELLA FASE “A” + LINEA DI TIRO: **20,8 Ω**

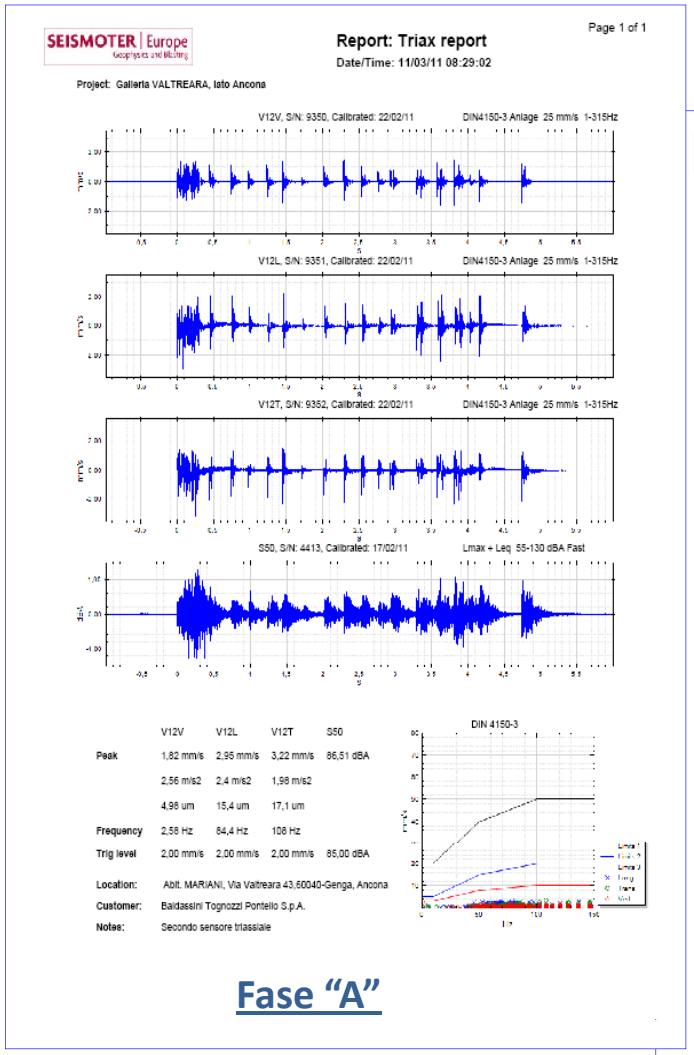
GALLERIA VALTREARA, LATO ANCONA
SCHEMI DI PERFORAZIONE & CARICAMENTO FORI DELLA FASE “C”



VALORE SUL OHMETRO DEL CIRCUITO DETONATORI DELLA FASE “A”: **12,7 Ω**

VALORE SUL OHMETRO DEL CIRCUITO DETONATORI DELLA FASE “A” + LINEA DI TIRO: **14,6 Ω**

MONITORAGGIO VIBROMETRICO DURANTE LE VOLATE PARZIALIZZATE


SEISMOTER | Europe
Geophysics and Blasting

Page 1 of 1

Report: Triax report

Date/Time: 11/03/11 08:29:02

Project: Galleria VALTREARA, lato Ancona

V12V, S/N: 9350, Calibrated: 22/02/11 DIN4150-3 Anlage 25 mm/s 1-315Hz

V12L, S/N: 9351, Calibrated: 22/02/11 DIN4150-3 Anlage 25 mm/s 1-315Hz

V12T, S/N: 9352, Calibrated: 22/02/11 DIN4150-3 Anlage 25 mm/s 1-315Hz

S50, S/N: 4413, Calibrated: 17/02/11 Lmax + Leq 55-130 dBA Fast

	V12V	V12L	V12T	S50
Peak	1,82 mm/s	2,95 mm/s	3,22 mm/s	86,51 dBA
	2,56 m/s2	2,4 m/s2	1,98 m/s2	
	4,98 um	15,4 um	17,1 um	
Frequency	2,58 Hz	84,4 Hz	108 Hz	
Trig level	2,00 mm/s	2,00 mm/s	2,00 mm/s	85,00 dBA

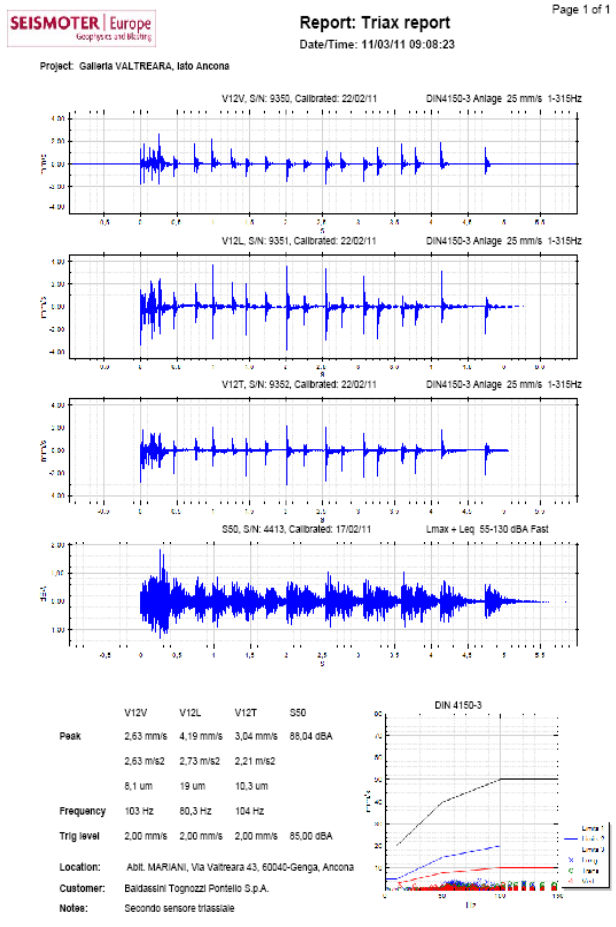
Location: Abit. MARIANI, Via Valtreara 43,60040-Genga, Ancona

Customer: Baldassini Tognozzi Pontello S.p.A.

Notes: Secondo sensore triassiale

DIN 4150-3

Fase "A"


SEISMOTER | Europe
Geophysics and Blasting

Page 1 of 1

Report: Triax report

Date/Time: 11/03/11 09:08:23

Project: Galleria VALTREARA, lato Ancona

V12V, S/N: 9350, Calibrated: 22/02/11 DIN4150-3 Anlage 25 mm/s 1-315Hz

V12L, S/N: 9351, Calibrated: 22/02/11 DIN4150-3 Anlage 25 mm/s 1-315Hz

V12T, S/N: 9352, Calibrated: 22/02/11 DIN4150-3 Anlage 25 mm/s 1-315Hz

S50, S/N: 4413, Calibrated: 17/02/11 Lmax + Leq 55-130 dBA Fast

	V12V	V12L	V12T	S50
Peak	2,63 mm/s	4,19 mm/s	3,04 mm/s	88,04 dBA
	2,63 m/s2	2,73 m/s2	2,21 m/s2	
	8,1 um	19 um	10,3 um	
Frequency	103 Hz	80,3 Hz	104 Hz	
Trig level	2,00 mm/s	2,00 mm/s	2,00 mm/s	85,00 dBA

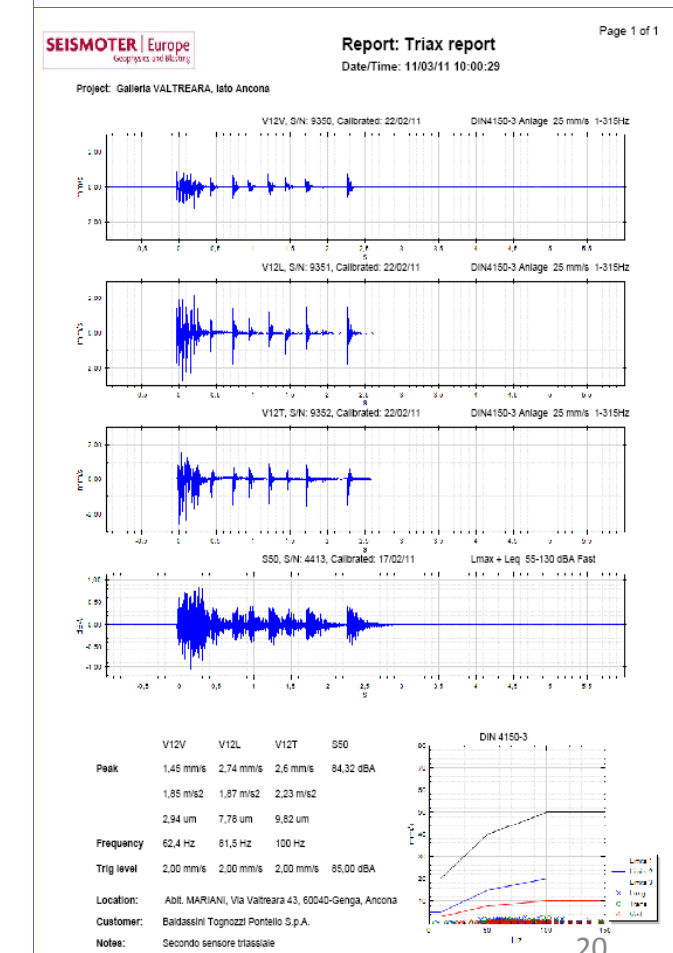
Location: Abit. MARIANI, Via Valtreara 43, 60040-Genga, Ancona

Customer: Baldassini Tognozzi Pontello S.p.A.

Notes: Secondo sensore triassiale

DIN 4150-3

Fase "B"


SEISMOTER | Europe
Geophysics and Blasting

Page 1 of 1

Report: Triax report

Date/Time: 11/03/11 10:00:29

Project: Galleria VALTREARA, lato Ancona

V12V, S/N: 9350, Calibrated: 22/02/11 DIN4150-3 Anlage 25 mm/s 1-315Hz

V12L, S/N: 9351, Calibrated: 22/02/11 DIN4150-3 Anlage 25 mm/s 1-315Hz

V12T, S/N: 9352, Calibrated: 22/02/11 DIN4150-3 Anlage 25 mm/s 1-315Hz

S50, S/N: 4413, Calibrated: 17/02/11 Lmax + Leq 55-130 dBA Fast

	V12V	V12L	V12T	S50
Peak	1,45 mm/s	2,74 mm/s	2,6 mm/s	84,32 dBA
	1,85 m/s2	1,87 m/s2	2,23 m/s2	
	2,94 um	7,78 um	9,82 um	
Frequency	62,4 Hz	81,5 Hz	100 Hz	
Trig level	2,00 mm/s	2,00 mm/s	2,00 mm/s	85,00 dBA

Location: Abit. MARIANI, Via Valtreara 43, 60040-Genga, Ancona

Customer: Baldassini Tognozzi Pontello S.p.A.

Notes: Secondo sensore triassiale

DIN 4150-3

Fase "C"

RISULTATO DELLE VOLATE PARZIALIZZATE IN TRE FASI A, B & C

Fase “A”

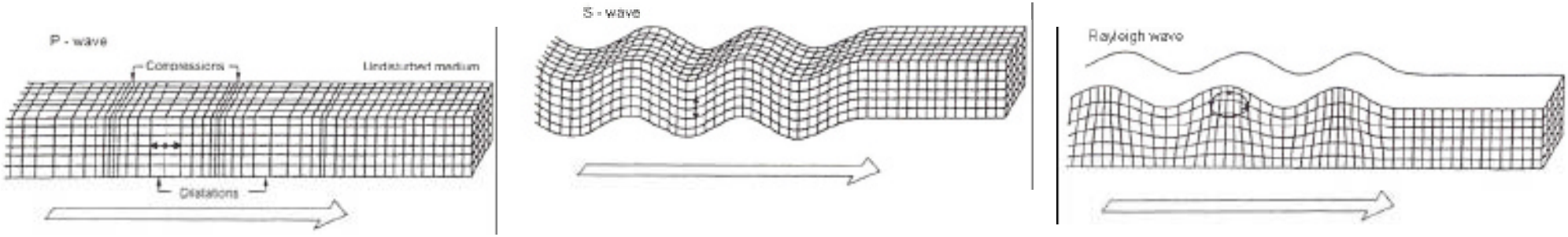
Fase “A” + “B”

Fase “A” + “B” + “C”

3. IL PROBLEMA DELL'IMPATTO AMBIENTALE

In termini generali, mediante il Monitoraggio Ambientale si studia l'Impatto Ambientale, cioe' le eventuali variazioni indotte sull'ambiente dalla realizzazione dell'opera, e la valutazione 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 esecutiva 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.

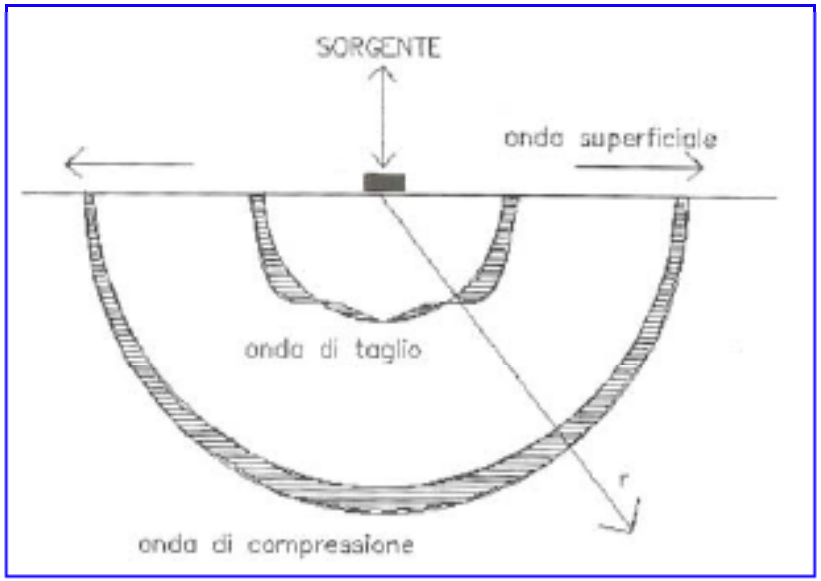
Il termine "vibrazione" designa, genericamente, il movimento di una porzione di materia caratterizzato dal ripetuto periodico attraversamento di una posizione di riposo (quella che le competeva prima dell'inizio del moto). Tale tipo di moto si verifica ogni volta che una massa è allontanata da tale posizione da una forza esterna e, lasciata libera, viene riattratta verso la posizione di riposo da una forza di richiamo, il cui valore è nullo nella posizione di riposo. Spesso la forza di richiamo è di tipo elastico (proporzionale all'allontanamento) ed il moto ha carattere sinusoidale (posizione, velocità ed accelerazione della massa sono funzioni sinusoidali del tempo, con pari periodo). Interessano, nello scavo in roccia (in particolare nello scavo con esplosivi, ma anche in quello meccanico), le vibrazioni del mezzo in cui lo scavo si sviluppa (roccia) e le vibrazioni dell'aria circostante (suono).

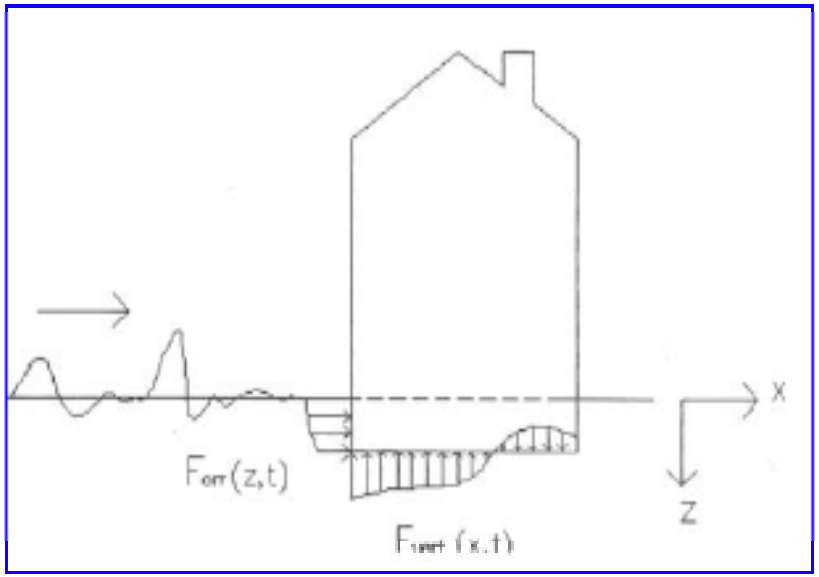


Modi di propagazione delle vibrazioni nel terreno

La propagazione della vibrazione avviene attraverso il terreno e colpite le strutture di fondazione si propaga sull'intera struttura. Nel terreno l'onda di compressione si diffonde in forma semisferica in tutte le direzioni come indicato nello schema. In un mezzo isotropo l'energia sviluppata da un impulso verticale si trasmette per circa il 60% come onda superficiale e per il resto in taglio e compressione. Da questo valore teorico si comprende che e' l'onda di superficie quella che va maggiormente ad interessare le fondazioni degli edifici. L'energia prodotta in origine tende ad attenuarsi lungo il percorso in funzione della tipologia del terreno. In generale un terreno secco, e con materiali grossolani, attenua molto di piu' di un materiale umido e/o composto da elementi fini. In questo senso le falde elevate tendono ad agevolare la trasmissione dell'energia.

Una volta impattatte le fondazioni, la vibrazione si propaga attraverso le strutture e puo' arrivare ad amplificarsi per strutture snelle o nei casi in cui la frequenza impulsiva corrisponda a quella propria provocando fenomeni di risonanza. Le onde di sollecitazione, dal punto di vista della loro pericolosita', sono definite da due parametri: frequenza ed ampiezza. Sulla base di questi due parametri le norme ci indicano dei limiti di pericolosità espressi in velocità o accelerazione.





4. PROGRAMMA PER IL CONTROLLO VIBRAZIONI

RIFERIMENTI NORMATIVI (Nazionali & Internazionali)

- Documenti di riferimento del M.A.
- Descrizione delle aree oggetto di monitoraggio
- Inquadramento metodologico
- Articolazione temporale del monitoraggio nelle tre fasi.

Norme di riferimento Internazionali

Normativa	Nazionalità	Parametri							
		frequenza	Valore limite	Durata del fenomeno	Tipo di terreno	Stato Edificio	Attività	Tipo fondaz.	Analisi segnale
ISO 4866		x		x	x	x		x	x
UNI 9916 (2004)	Italia	x	P.CP.V.	x		x		x	x
AFTES	Francia	x	P.P.V.	x	x	x			
CIRC AMB MIN 93		x	P.P.V.	x		x	x		
BS 7385-2 (1193)	G.Bretagna	x	P.P.V.	x		x			x
DIN 4150-3 (1999)	Germania	x	P.CP.V.	x		x			x
SN 640312 (1992)	Svizzera	x	P.P.V.	x		x			x
USBRM 1984	USA	x	P.CP.V.	x		x			
OSMRE		x	P.CP.V.	x		x	x		

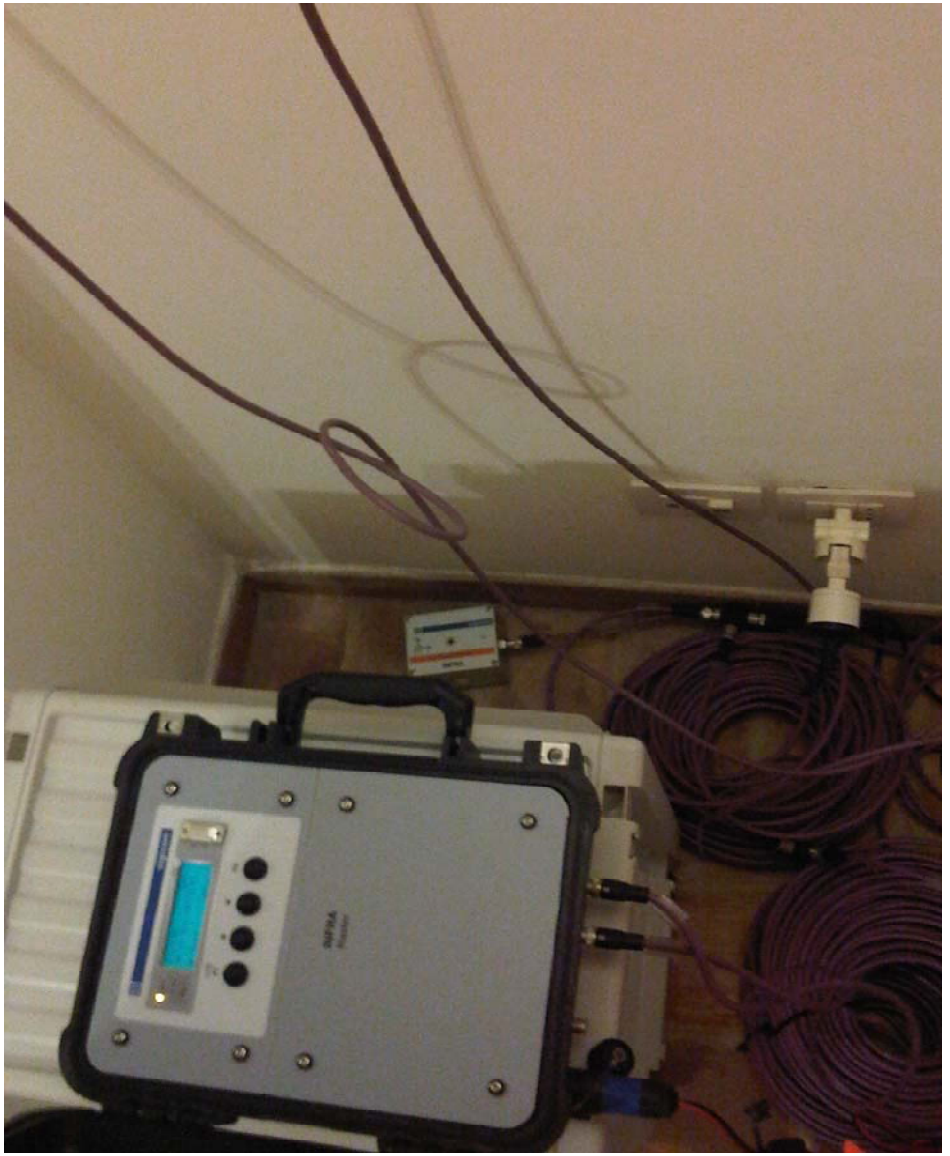
NORMA ITALIANA **Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici** **UNI 9916**

APRILE 2004

Valori di riferimento per la velocità di vibrazione (p.c.p.v.) al fine di valutare l'azione delle vibrazioni di breve durata sulle costruzioni

Classe	Tipo di edificio	Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.c.p.v in mm/s			
		Fondazioni			Piano alto
		Da 1 Hz fino a 10 Hz	Da 10 Hz fino a 50 Hz	Da 50 Hz fino a 100 Hz*)	Per tutte le frequenze
1	Costruzioni industriali, edifici industriali e costruzioni struttural-mente simili	20	Varia linearmente da 20 (f= 10 Hz) fino a 40 (f= 50 Hz)	Varia linearmente da 40 (f= 50 Hz) fino a 50 (f= 100 Hz)	40
2	Edifici residenziali e costruzioni simili	5	Varia linearmente da 5 (f= 10 Hz) fino a 15 (f= 50 Hz)	Varia linearmente da 15 (f= 50 Hz) fino a 20 (f= 100 Hz)	15
3	Costruzioni che non ricadono nelle classi 1 e 2 e che sono degne di essere tutelate (per esempio monumenti storici)	3	Varia linearmente da 3 (f= 10 Hz) fino a 8 (f= 50 Hz)	Varia linearmente da 8 (f= 50 Hz) fino a 10 (f= 100 Hz)	8
*)	Per frequenze oltre 100 Hz possono essere usati i valori di riferimento per 100 Hz.				

INSTALLAZIONE DELLE STAZIONI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE



DOCUMENTI DI RIFERIMENTO DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

BALDASSINI-TOGNOZZI-PONTELLO
Costruzioni Generali S.p.A.

Baldassini Tognozzi Pontello S.p.A.
Quadrilatero Asse Marche-Umbria
Lotto 3
Galleria Valtreara Lato Ancona
Valtreara
Fabb. 3

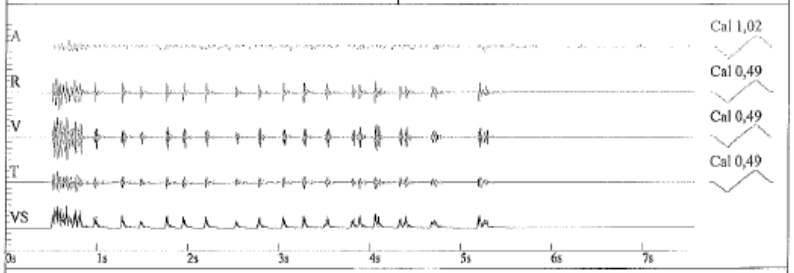
Nome archivio: SN3716201103290 70.DTB
Numero: 070
Data: 29/03/2011
Orario: 10:05
Numero di serie: 3716
Trigger sismico: 0,0200 in/s 0,5080 mm/s
Trigger acustico: 142 dB
Frequenza di campionamento: 1024
Durata registrazione: 7,0 Seconds
Pre trigger: 0,50 Seconds
Guadagno del sensore: 4x
Batteria: 6,1

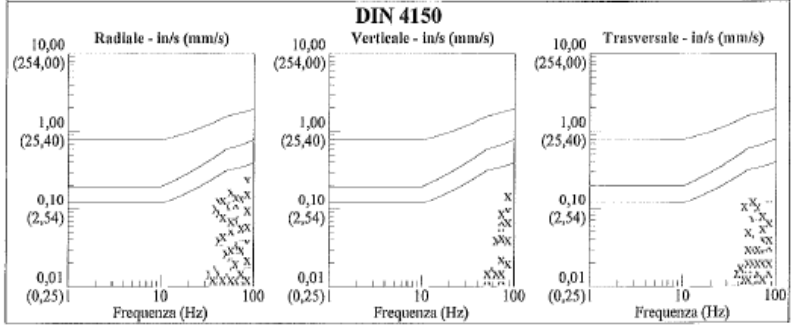
Amplitudes and Frequencies

Acustico: 110 dB @ 128,0 Hz
(0,06Mb 0,0009psi 0,0060kPa)
Radiale: 0,2425in/s 6,1595mm/s @ 85,3Hz
***Verticale:* 0,32in/s 8,128mm/s @ 128,0Hz**
Trasversale: 0,155in/s 3,937mm/s @ 102,4Hz
Vettore somma (VS): 0,335in/s 8,509mm/s
*Data di calibrazione:*18/10/2010

Graph Information

*Durata:*0,000s To: 7,500s
Fondoscala acustico:
120dB 0,20Mb (0,050Mb/div)
Fondoscala sismico:
0,32in/s (0,080in/s/div) 8,13mm/s (2,032mm/s/div)
*Linee marcatempo ad intervalli di:*1,00 s



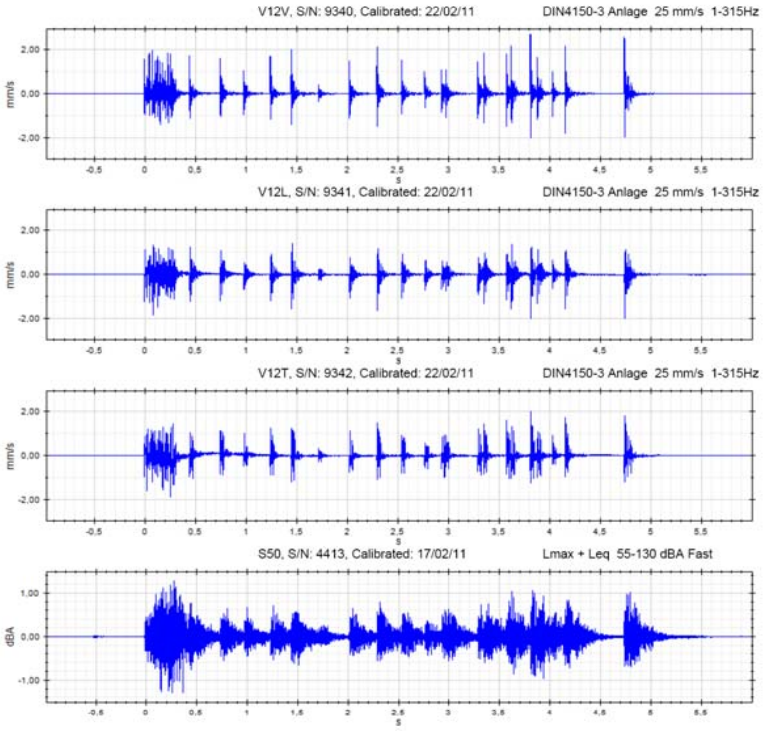


SEISMOTER | Europe
Geophysics and Blasting

Page 1 of 1

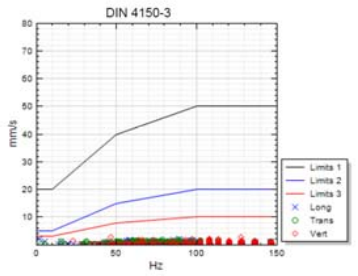
Report: Triax report
Date/Time: 11/03/11 08:29:02

Project: Galleria VALTREARA, lato Ancona

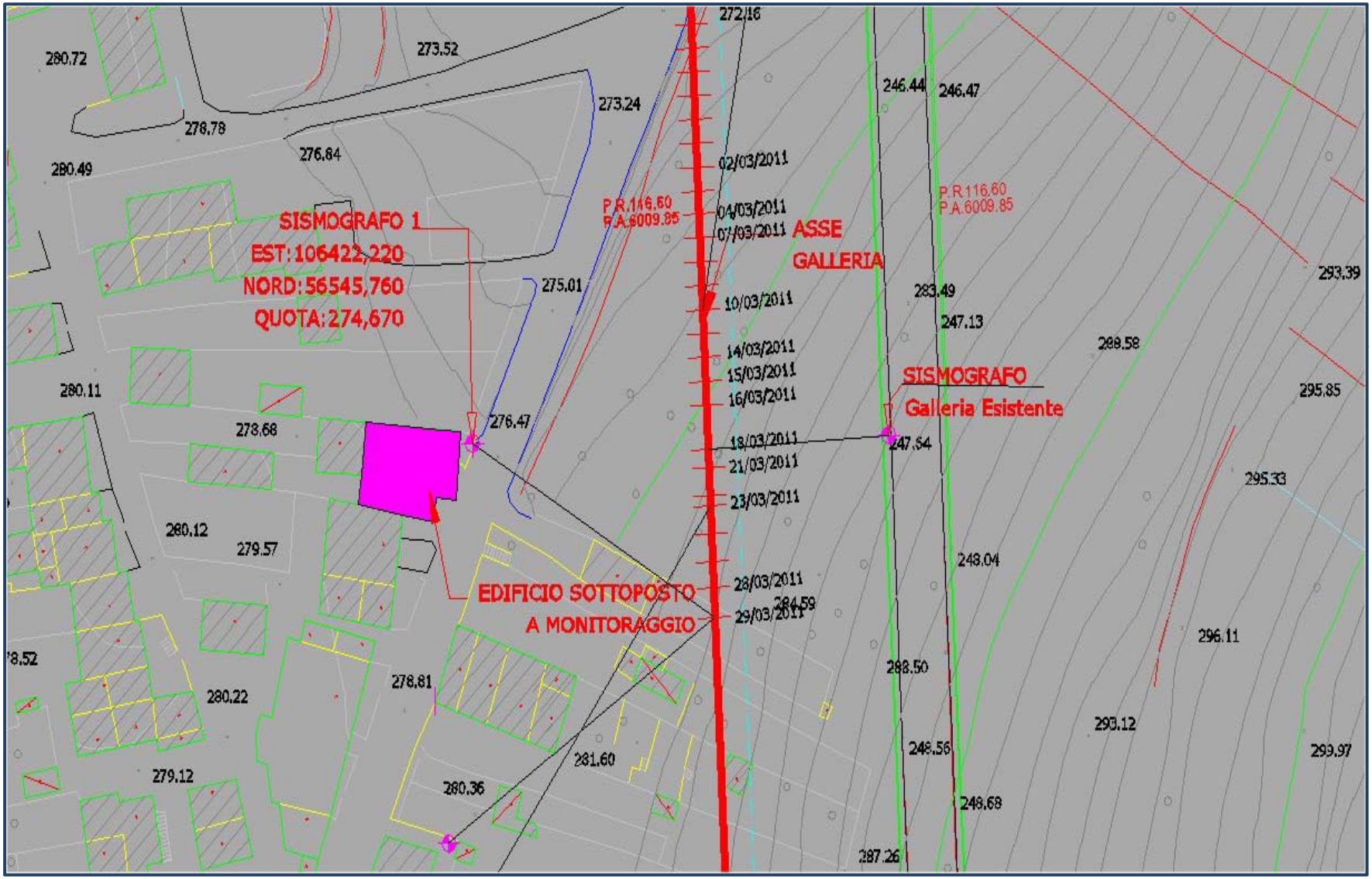


	V12V	V12L	V12T	S50
Peak	2,69 mm/s	2,02 mm/s	2,02 mm/s	86,51 dBA
	4,3 m/s2	1,76 m/s2	2,5 m/s2	
	4,43 um	8,23 um	13,8 um	
Frequency	46,2 Hz	2 Hz	220 Hz	
Trig level	2,00 mm/s	2,00 mm/s	2,00 mm/s	85,00 dBA

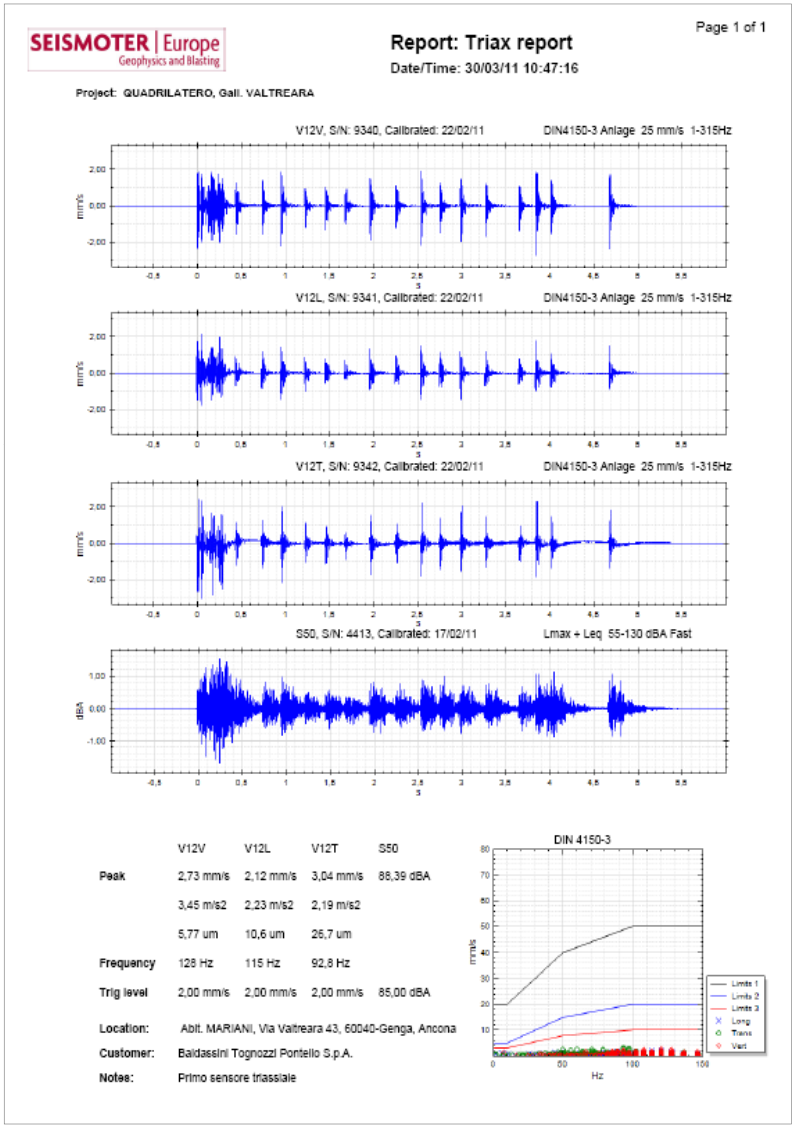
Location: Abit. MARIANI, Via Valtreara 43, 60040-Genga, Ancona
Customer: Baldassini Tognozzi Pontello S.p.A.
Notes: Primo sensore triassiale



DESCRIZIONE DELLE AREE OGGETTO DI MONITORAGGIO



INQUADRAMENTO METODOLOGICO


SEISMOTER | Europe
Geophysics and Blasting

Page 1 of 1

Report: Triax report

Date/Time: 30/03/11 10:47:16

Project: QUADRILATERO, Gall. VALTREARA

V12V, S/N: 9340, Calibrated: 22/02/11 DIN4150-3 Anlage 25 mm/s 1-315Hz

V12L, S/N: 9341, Calibrated: 22/02/11 DIN4150-3 Anlage 25 mm/s 1-315Hz

V12T, S/N: 9342, Calibrated: 22/02/11 DIN4150-3 Anlage 25 mm/s 1-315Hz

S50, S/N: 4413, Calibrated: 17/02/11 Lmax + Leq 55-130 dBA Fast

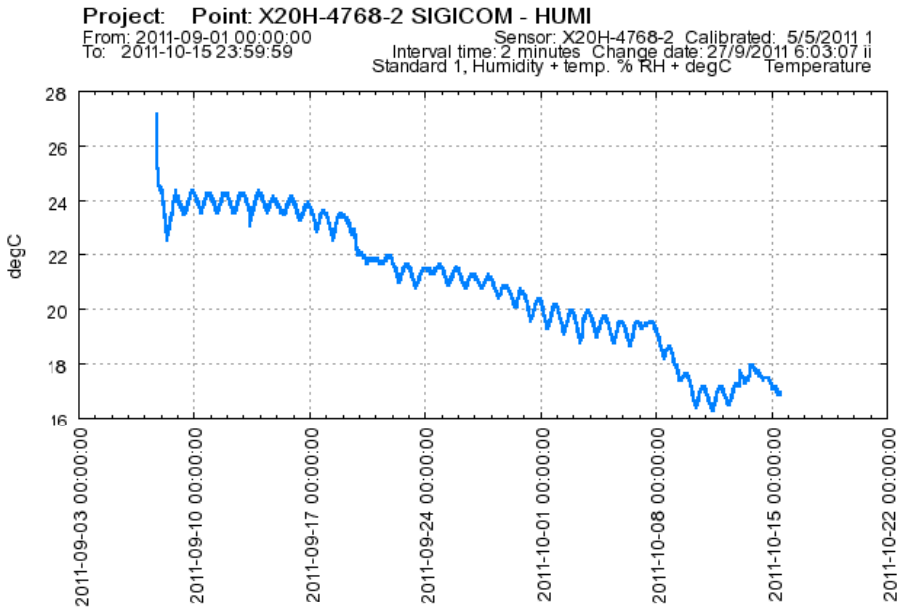
	V12V	V12L	V12T	S50
Peak	2,73 mm/s	2,12 mm/s	3,04 mm/s	88,39 dBA
	3,45 m/s2	2,23 m/s2	2,19 m/s2	
	5,77 um	10,6 um	26,7 um	
Frequency	128 Hz	115 Hz	92,8 Hz	
Trig level	2,00 mm/s	2,00 mm/s	2,00 mm/s	85,00 dBA

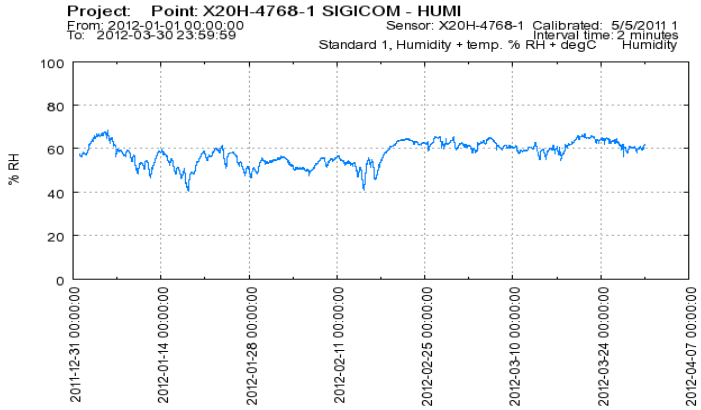
Location: Abit. MARIANI, Via Valtreara 43, 60040-Genga, Ancona

Customer: Baldassini Tognozzi Pontello S.p.A.

Notes: Primo sensore triassiale

DIN 4150-3





ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

5. SISTEMI INNOVATIVI PER IL MONITORAGGIO VIBROMETRICO

sigicom

Technical Data

INFRA Master 4100, 16 channel data logger with GSM/GPRS communication

Data input: Bus cable for data communication and power supply for connected sensors.
The sensors are connected with a T-coupling and a drop cable.
Up to 16 sensors can be connected.
All sensors and sensor converters have an industrial type M12 connector
Maximum total cable length 500 meter.
Maximum drop cable length 5 meter.

Memory: Compact Flash memeory card typ II.
128 MB standard
All data is stored with FAT filesystem and can be read on any Windows PC.
A 4-channel recording of 10 seconds duration needs around 128 kByte of storage space
The standard memory will store 1000 10-seconds event

Data transfer: All data files are buffered in a "spool directory" on the memory card and are sent when the next GSM communication takes place. If GSM communication is not possible data are stored for transfer at a later time.

Data SMS: INFRA 4100 can send an SMS to a number of cell phones with data from a triggered event

Service SMS: SMS can be sent directly from INFRA 4100 to service personnel when battery voltage is low, if sensors are lost/disconnected or when memory is close to full.

Power supply : 12V 10 Ah lead-acid battery.
Can be charged in place or changed without interrupting ongoing monitoring.
INFRA 4100 supplies power to all connected sensors

Menu system: All sensor settings can be changed via INFRA 4100 keyboard. Data from sensors can be displayed.

Display: Auto off 4 lines, 20 characters per line standard.
Operating temperature –20 to + 50 deg C

Software: Software updates via RS-232.

Calibration: No calibration needed.

Remote operation: Instrument and sensor settings can be changed from any PC using INFRA Remote software package and an Internet connection.

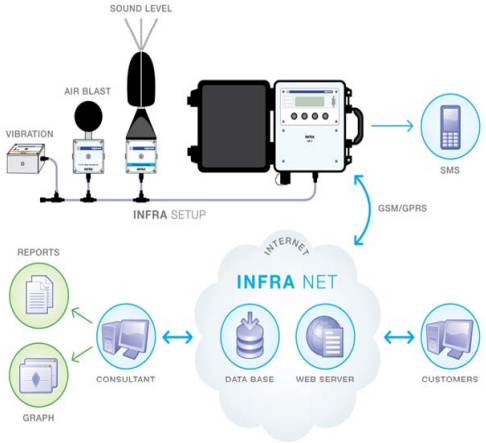
Mechanical: Watertight plastic PELI-case.
Dimension *150x300x350mm* (excluding connector and standoffs)

Material: Copolymer polypropylene
Protection class IP68 with lid closed
Weight 7,2 kg (16 lbs) battery included.

CE approval: Fulfills EMC demands according to
EN 50082-2 (Immunity)
EN50081-2 (Emission)

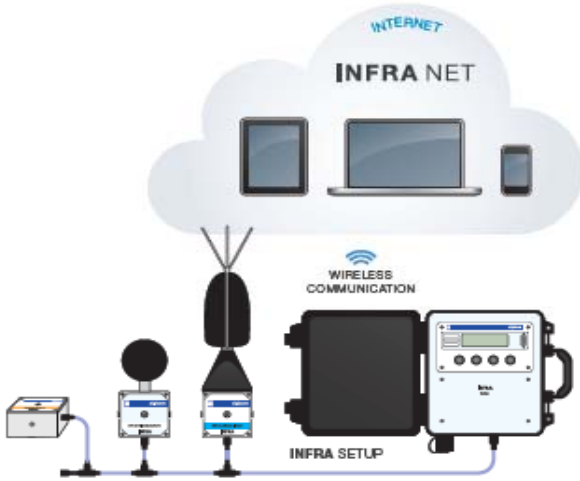
sigicom

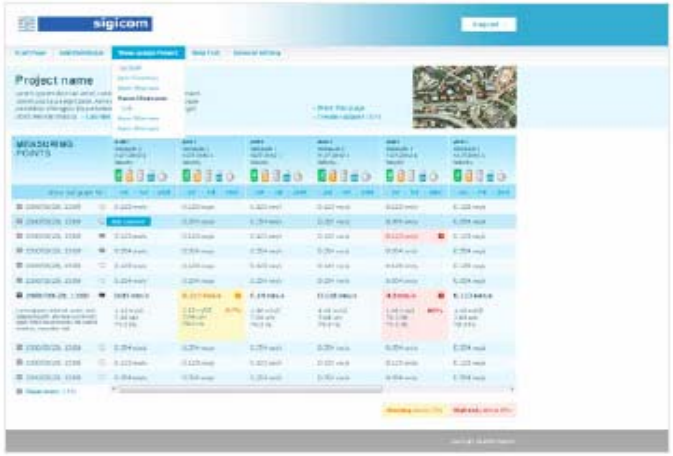
INFRA System Software Build-up



SISTEMA DI MONITORAGGIO VIBROMETRICO VIA INTERNET

sigicom

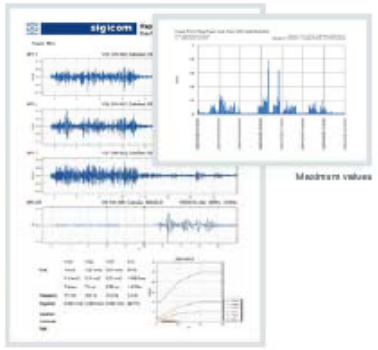




USING **INFRA** sigicom

Intelligent Remote Monitoring and Control Management

1. Measuring points 2. Measuring instrument status 3. Events
4–6. Red/Yellow – Alarm levels



Event details

INFRA Net makes remote monitoring and remote control management flawlessly easy.

- Remote monitoring: Settings on measuring instruments can be changed via remote control management.
- Look & Feel: The user interface is very user-friendly and can be adjusted to suit the color scheme and logo of the respective company.
- Project management: The system includes a very user-friendly Project Management System for running simultaneous projects.

Detailed events, diagrams and reports directly as PDF files.

- Report generation: Flexible analysis functions makes writing reports extremely easy.
- Complex presentations: INFRA sensors continuously measure maximum values and can simultaneously record detailed events using a high sampling frequency, for detailed diagrams.

Alarm signals quickly target the correct people – as well as on-site.

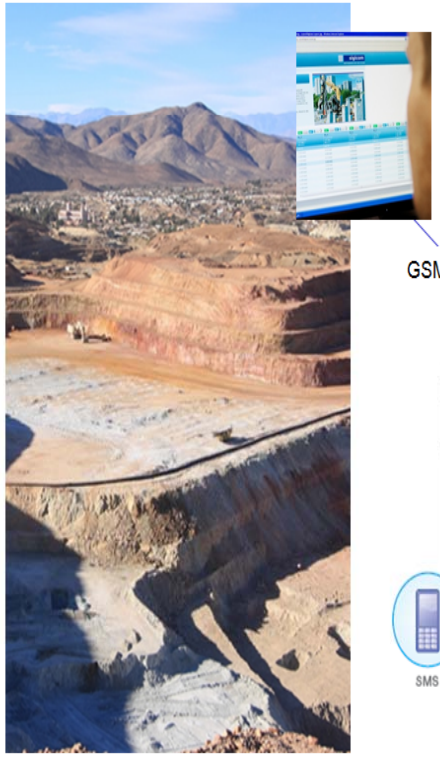
A business using INFRA Net receives direct feedback on the environmental effects of their operations (vibrations, noise level) and can therefore take immediate action to stay within the threshold values. The system allows you to enter two different threshold values: The first threshold value can indicate via a warning light that the desired level has been reached. The second threshold value can then be set to the maximum allowable limit. If this is exceeded, a pre-defined group of people immediately receive a message via SMS, and a warning light and alarm horn is issued on-site. This allows the decision-maker to react as quickly as possible and take the correct action.

SISTEMA DI MONITORAGGIO VIBROMETRICO VIA INTERNET

sigicom

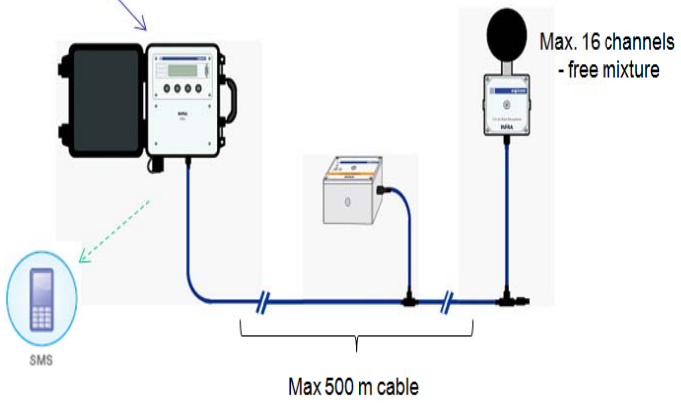
In Quarries and mines

- Vibration and Air Blast Measurements



Exemple solution

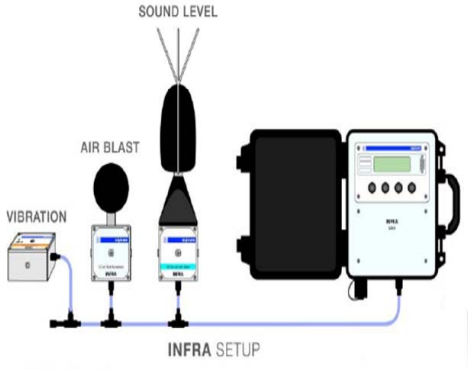
INFRA Net Manager (software)
INFRA Master (data logger)
- V12 (triaxial geophone)
- S10 (air blast sensor)
- 20 m. cable



sigicom

The Field System Layout

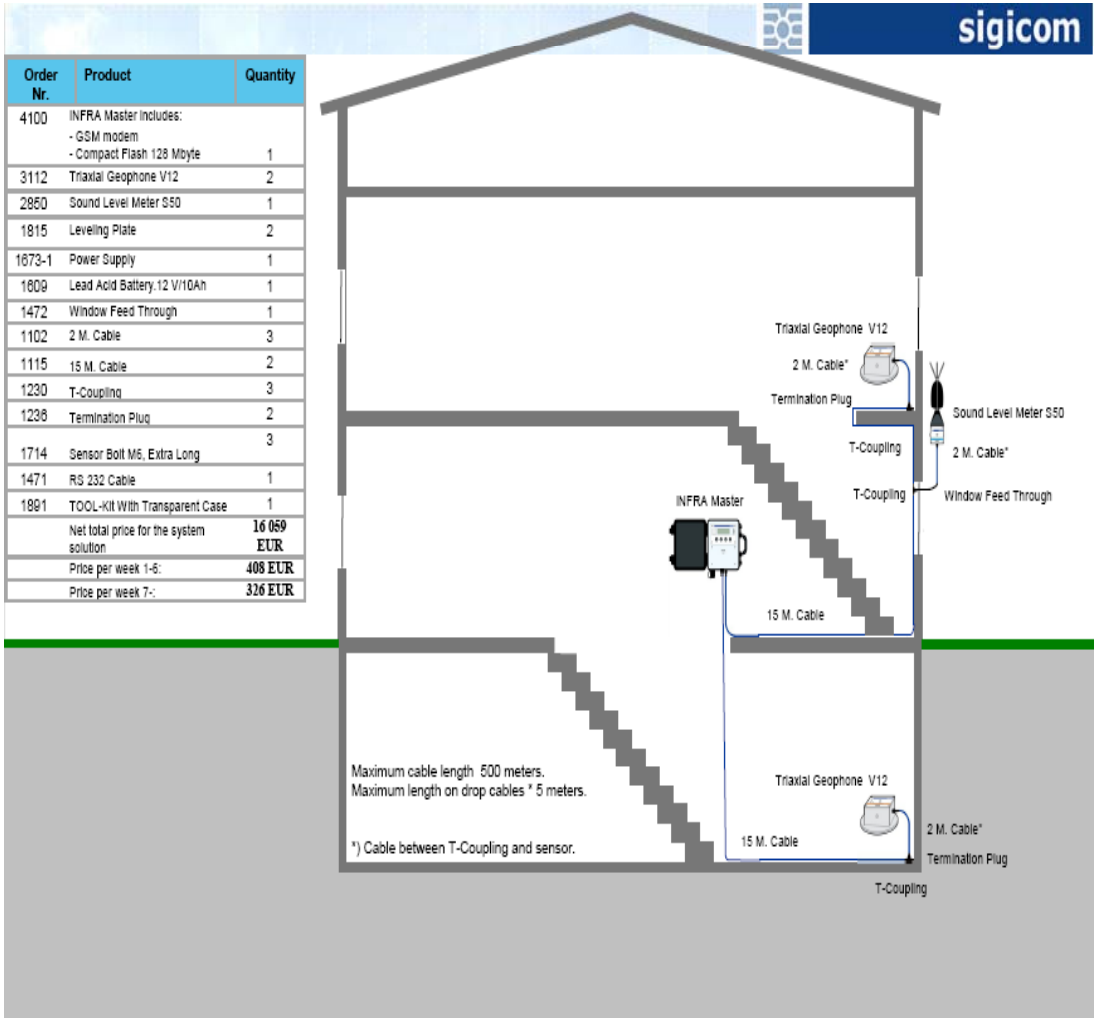
- INFRA sensors are connected with T-couplings
- Up to 16 sensors to each data logger
- Maximum cable length is 500 meters
- Max 5 meter length on drop-cable
- Data Logger communicates and acts as power supply



SISTEMA DI MONITORAGGIO VIBROMETRICO VIA INTERNET

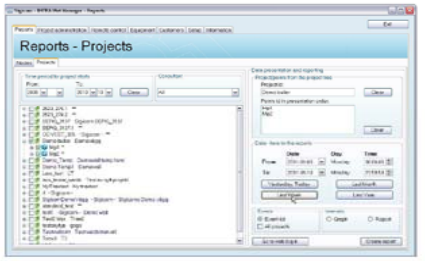
sigicom

Order Nr.	Product	Quantity
4100	INFRA Master Includes: - GSM modem - Compact Flash 128 Mbyte	1
3112	Triaxial Geophone V12	2
2850	Sound Level Meter S50	1
1815	Leveling Plate	2
1673-1	Power Supply	1
1809	Lead Acid Battery.12 V/10Ah	1
1472	Window Feed Through	1
1102	2 M. Cable	3
1115	15 M. Cable	2
1230	T-Coupling	3
1236	Termination Plug	2
1714	Sensor Bolt M6, Extra Long	3
1471	RS 232 Cable	1
1891	TOOL-Kit With Transparent Case	1
	Net total price for the system solution	16 059 EUR
	Price per week 1-6:	408 EUR
	Price per week 7-:	326 EUR



sigicom

INFRA Net Manager

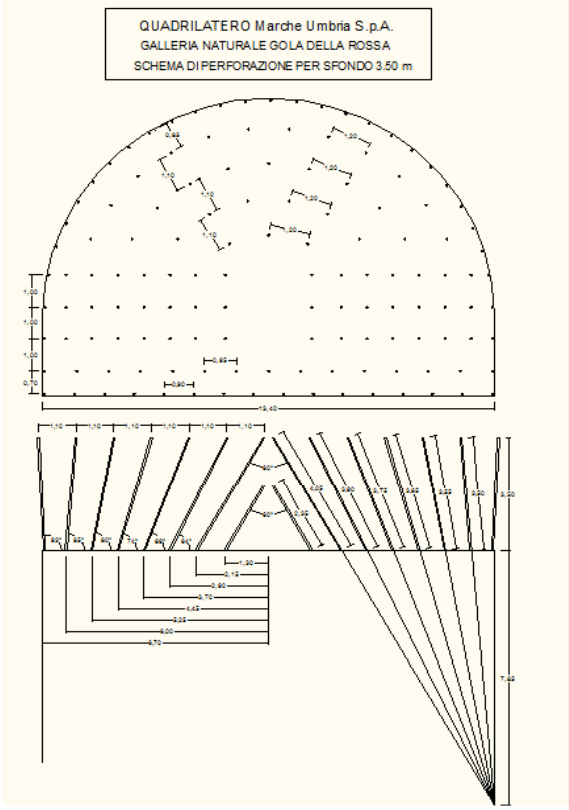


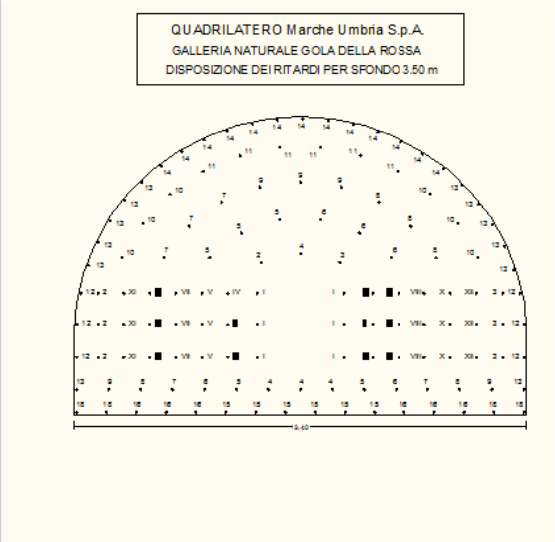
- Data is added automatically to the database
- Remote control of field units
- A great report engine
- Useful analysis tools
- Powerful project management functions

sigicom

INFRA Live

6. CONSIDERAZIONI SULL'OTTIMIZZAZIONE DELLE VOLATE





PRAVISANI S.p.A.

maxam

Miccia detonante flessibile - SIPECORD

DESCRIZIONE GENERALE

La miccia detonante SIPECORD è costituita da un cordone flessibile di materiale plastico con un'anima di esplosivo (pentrite), ricoperto da una guaina che ne conferisce flessibilità, resistenza alla trazione, ai tagli e all'abrasione, nonché l'impermeabilità ad acqua ed olio, sia alle basse che alle alte temperature.
In relazione agli impieghi, il contenuto di PETN può variare da 6 a 100 grammi per metro.

APPLICAZIONI

La miccia detonante SIPECORD è abitualmente utilizzata per l'innescamento delle cariche esplosive ad essa collegate, per il taglio delle pietre ornamentali e per la profilatura delle pareti rocciose. Si impiega inoltre per trasmettere la detonazione ai tubi di trasmissione dei detonatori ad onda d'urto.

MODALITA' DI INNESCO

Il suo innesco viene ottenuto con detonatore n°8 (e lettrico, ad onda d'urto, a fuoco) o con un altro spezzone di miccia collegato con nastro adesivo, nodo adeguato o specifico connettore. Ulteriori dettagli sulle modalità di utilizzo sono riportati nelle istruzioni contenute in ciascuna cassa.

DATI TECNICI E LIMITI D'IMPIEGO

CONTENUTO DI PETN [g/m]	VELOCITA' DI DETONAZIONE [m/s]	DIAMETRO ESTERNO [mm]	COLORE RIVESTIMENTO
6	7100	3.9 ± 0.2 mm	Blu
10	7100	4.7 ± 0.2 mm	Blu
12	7100	5.0 ± 0.3 mm	Giallo / Verde
15	7100	5.6 ± 0.3 mm	Giallo
20	7000	5.8 ± 0.4 mm	Blu
40	7000	8.0 ± 0.4 mm	Magenta
80	6800	11.5 ± 0.7 mm	Blu
100	6800	12.3 ± 0.7 mm	Giallo

- Resistenza alla trazione: superiore a 50 kg
- Temperatura di utilizzo: da - 20°C a 50°C
- Non impiegabile in ambiente grisoutoso e/o in presenza di polveri infiammabili

CONDIZIONI E LIMITI DI STOCCAGGIO

Temperatura di stoccaggio	[°C]	-5 ÷ +50
Periodo di utilizzabilità (dalla data di produzione)	[Mesi]	24

PRAVISANI S.p.A

PRAVISANI S.P.A.

PREMEX 3300 – 2200 – 300

NOTIZIE GENERALI

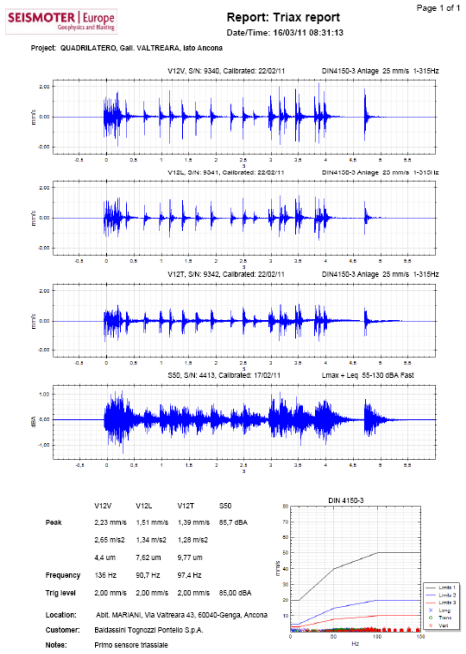
I prodotti della serie PREMEX sono emulsioni "inverse" caratterizzate da soluzioni acquose sature di sali ossidanti disperse in una fase oleosa. Sono particolarmente indicate per l'impiego in sotterraneo. Il loro maneggio non genera alcun disturbo fisiologico (mal di testa, nausea, ecc...).
Il contatto intimo tra le fasi costituenti assicura elevati rendimenti di detonazione con sviluppo di "fumi a ridotta tossicità" con ridotti tempi di sfumo nell'ambiente sotterraneo.

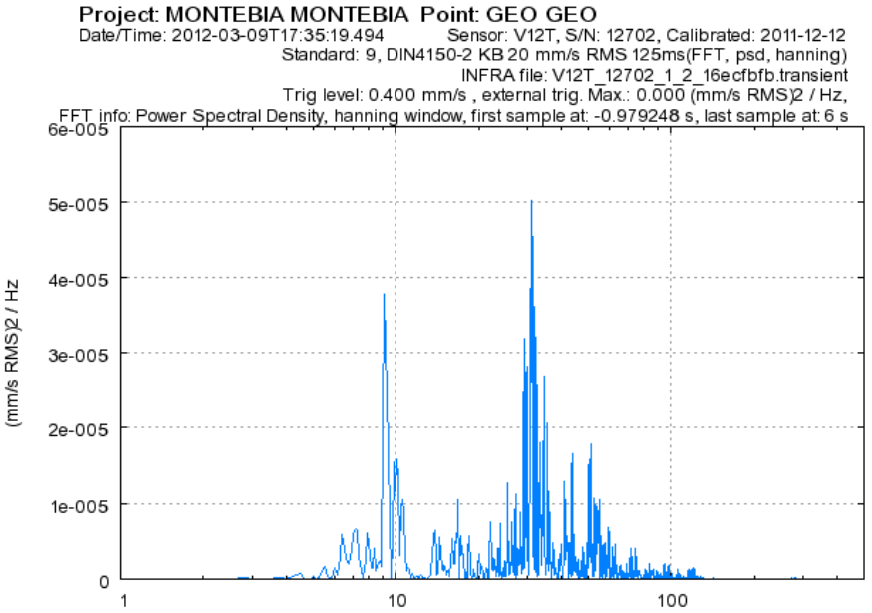
CARATTERISTICHE TECNICHE

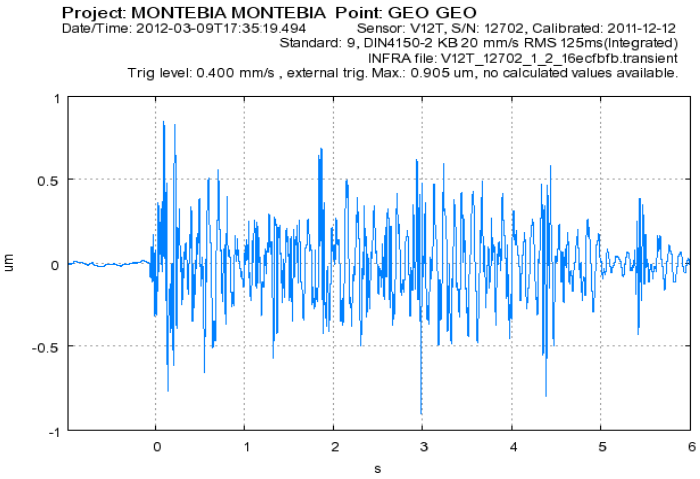
		PREMEX 3300	PREMEX 2200	PREMEX 300
Densità	[kg/m³]	1200 ± 50	1150 ± 50	1150 ± 50
Energia	[MJ/kg]	4,24	3,23	3,12
Velocità detonazione (Ø 50 mm) - *in aria libera* - *in tubo metallico*	[m/s] [m/s]	5200 5500	5000 5200	4900** 5200**
Volume di gas (T 25° C)	[m³/kg] x10⁻³	935	971	1000
Distanza di colpo (Ø 40 mm)	[m] x10⁻³	> 90	> 90	> 10**
Sensibilità al detonatore - *scala Sellier-Bellot*	N.	8	8	8
Sensibilità alla miccia detonante - *g/m di pentrite (PETN)*	g/m	15	15	15
Resistenza all'acqua		SI	SI	SI
Impiego in sotterraneo		SI	SI *	SI*

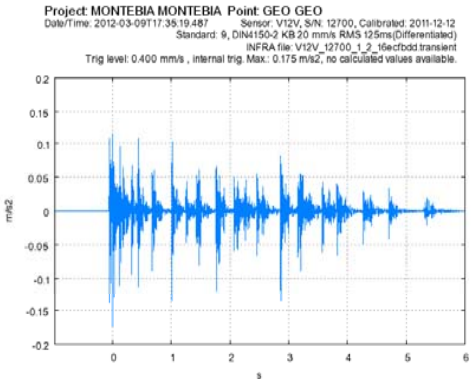
(*) *formulazione senza alluminio impiegabile anche in ambiente grisoutoso e/o in presenza di polveri infiammabili*
(**) *(Ø 25 mm)*

CONSIDERAZIONI SULL'OTTIMIZZAZIONE DELLE VOLATE



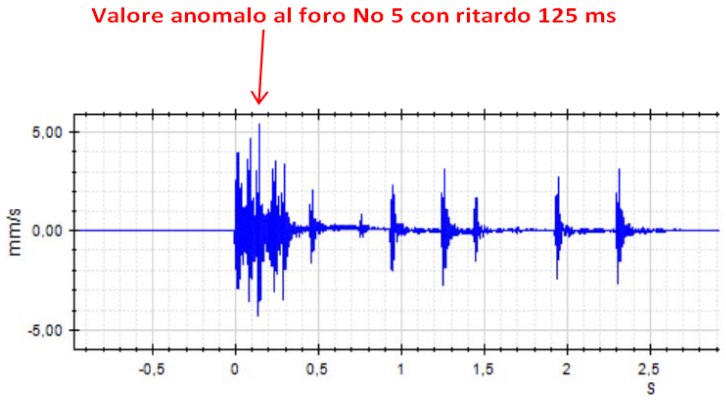






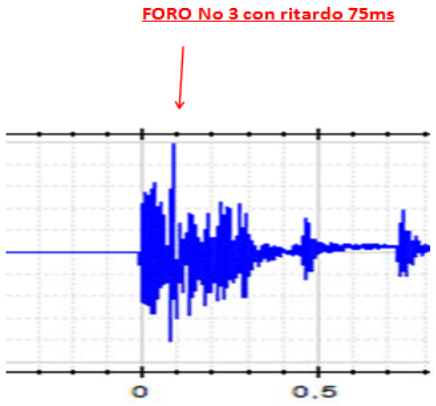
MODIFICHE AD HOC DELLE VOLATE IN BASE ALLO STUDIO VIBROMETRICO

Gall. VALTREARA, VOLATA FASE “C”, 29.03.2011



28.03.2011 Gall. VALTREARA, VOLATA FASE “C”

VALORE ANOMALO DELLA VELOCITA’ DI VIBRAZIONE ≈ 5 mm/s



VOLATE SPECIALI

TUNNPLAN
IBA-NTNU

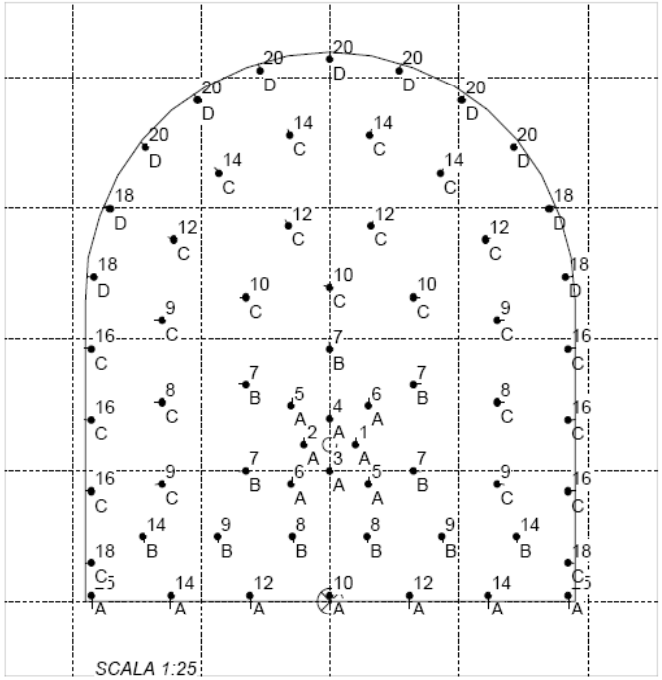
TUNNPLAN Blast Design

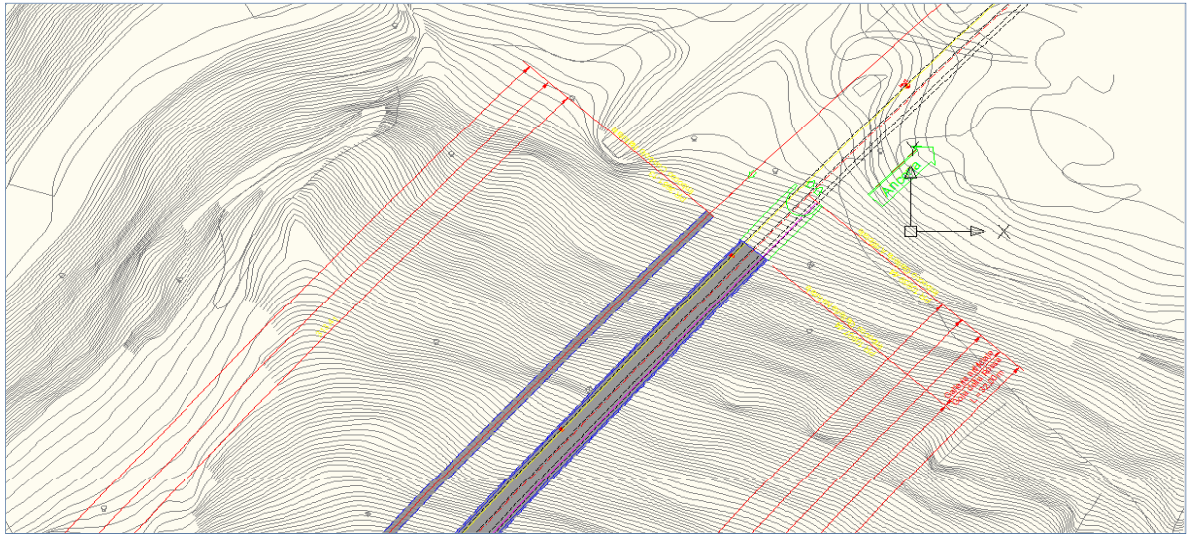
Project Information

Site:	Gola della Rossa
Head:	Cuniculo
Date:	16 Dicembre 2010
Sign:	dr. ing. D.Efstratiadis
Mrk:	

Round Information

Cross Section:	13.6	m2
Hole Depth:	3.5	m
Hole Diameter:	51.0	mm
Charged Holes:	62	
Uncharged Holes:	1	
Scale:	1 : 25	
Hole Scale:	1 : 1	
Grid Lines:	1.0	m





SYSCOM

BIBLIOGRAFIA

Abersten L. 1994. Danni sul calcestruzzo dovuti a vibrazioni causate da brillamento di volate di mine. *Explosives and Blasting. n°1.*

Berta G. 1989. L'esplosivo Strumento di Lavoro. *Italesplosivi, Milano, Italia, 477 pp.*

Cravero M. et al. 1988. The effects of rock blasting with explosives on the stability of a rock face. *Proc. 6th Int. Conf on Numerical Methods in Geomechanics, Innsbruck, Austria. Vol. 3.*

Dowding C.H. *Construction vibrations* Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ 1996.

Efstratiadis D. A. *The vibrometrical survey as protection of historical monuments* Engineering Geology of Ancient Works, Monuments & Historical Sites, Editions Balkema Rotterdam 1988.

Efstratiadis D. A. *Blasting for the Olympics* International Society of Explosives Engineers, New Orleans – U.S.A. 2004.

Friant J.E. 1989. The Art and Craft of Tunnel Boring. *Proc. Int. Course on Mechanical Excavation Techniques in Mine Development and Production, Colorado School of Mines, Golden, USA.*

Hagimori K. et al. 1993. Using slot drilling to reduce vibrations and damage from tunnel blasting in urban areas. *Proc. 4th Int. Congr. on Rock Fragmentation by Blasting, Vienna, Austria. pp. 97-104.*

INTERNATIONAL SOCIETY OF EXPLOSIVES ENGINEERS *Blaster's Handbook*, 18th Edition, Ohio, USA 2011.

Mancini R. et al. 1995. Analysis of Rock Vibrations from Decomposed Tunnel Rounds. *Proc. 11th Symp. On Explosives and Blasting Technique, Nashville, USA. pp. 190-204.*

Mancini R. et al. 1995. Atlas of Blasting Rounds for Tunnel Driving. *Politeko ed., Torino, Italia, 336 pp.*

Mancini R. et al., 1999. Indagine sui limiti di applicabilità della tecnica D&B nello scavo di gallerie in ambiente urbano. *Atti Conv. su Attualità e problematiche degli scavi in gallerie in Italia, Verona, Italia.* pp. 95-105.

Oriard L.L. 1980. Observations on the Performance of Concrete at High Stress Levels from Blasting. *Proc. 6th Conf. on Explosives and Blasting Technique, Tampa, Florida, USA. pp. 1-10*

Page C.H. 1987. Controlled Blasting for Underground Mining. .*Proc. 13th Conf. Explosives and Blasting Technique, Miami, Florida, USA.*

Persson P.A., R. Holmberg 1978. The Swedish Approach to Contour Blasting. . *Proc. 4th Conf. on Explosives and Blasting Technique, New Orleans, USA. pp. 113-127.*

Reynolds J.M. 1997. An introduction to Applied and Environmental Geophysics*. J. Wiley & Sons, England.* pp. 217-219.

Ringgenberg O. 1994. Sprengarbeiten unter schwierigen Bedingungen beim Vortrieb eines Depotstollens in Zermatt. *Nobel Hefte,*

Sadovskij M.A. 1941. Valutazione delle zone sismicamente pericolose nelle esplosioni*. Rend. Ist. Sism. Acc. Scienze URSS. 106 pp (citato in Ratti G. 1966. Sugli effetti delle vibrazioni prodotte da esplosioni. Boll. Ass. Min. Subalpina, III, n°3-4).*

Salvaia E. 1992. Controllo del profilo nello scavo sotterraneo con esplosivi. *Tesi di Laurea. Politecnico di* Torino, 118 pp.

Singh P.K., W. Vogt 1998. Ground Vibration: Prediction for Safe and Efficient Blasting. *Erzmetall, 51, n°* 10, pp. 677-684.

Singh S.P., R.D. Lamond 1995. Effect of decoupling and simultaneous detonation on blast vibrations. *Proc. 11th Symp. on Explosives and Blasting Technique, Nashville, USA. pp. 175-187.*

UNI 9916:2004 *Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici*. Ente Nazion.Italiano di Unificazione Milano 2004

Ziegler A. *Neue Erschutterungsnormen: Anwendung und Interpretation* 3rd MR2002 Symposium ''Erschutterungsmessungen und Ueberwachungen'', Editions EMPA Zurich 2000.

....per ulteriori informazioni

Dr. Ing. Demosthenes A. EFSTRATIADIS
Resp. Assistenza tecnica clienti
Cell. +39 335 7713126

PRAVISANI S.p.A.

via Mazzini, 16
I - 33100 UDINE
Tel: +39 0432 297384
Telefax: +39 0432 501366
E-mail: tech@pravisani.net

dr.eng. Demosthenes A. Efstratiadis
mining & explosives engineer

SEISMOTER | Europe
Geophysics & Blasting

Piazza XX Settembre, 5
33100 - Udine, ITALIA
tel: +39 0432 21886
cell: +39 335 7713126
seismoter@gmail.com

CONVEGNO ESPLOSIVI 18 MAGGIO 2012
CONIUGARE IN SPAZI RISTRETTI ATTIVITA' LAVORATIVE E DIRITTI DI TERZI

SUBLEVEL STOPING PER SCAVI MINERARI E RIUTILIZZO DEI VUOTI PER ATTIVITA' EXTRAMINERARIE

Odorizzi S., Franzinelli A., Sartor. A.

ABSTRACT

Tassullo Materiali S.p.A. è titolare dell'autorizzazione alla coltivazione del giacimento di "Dolomia di Torra" sito a Tuenetto di Taio, in valle di Non, Provincia di Trento, in prossimità dello stabilimento per la produzione dei prodotti premiscelati per l'edilizia. La coltivazione mineraria del giacimento avviene interamente in sotterraneo, mediante la realizzazione di un sistema per grandi camere con diaframmi continui di separazione e di una rete di gallerie di carreggio e ventilazione. All'interno del perimetro di coltivazione sono state progettate e sono in corso di realizzazione anche attività di recupero funzionale dei vuoti di cava: in particolare sono in corso di scavo camere ipogee per l'installazione di impianti industriali per la lavorazione dell'inerte e camere ipogee per la conservazione di grandi volumi di acqua ad uso irriguo, a favore dei consorzi di miglioramento fondiario locali. L'attuale piano di coltivazione prevede lo sfruttamento minerario del giacimento per una superficie sotterranea di circa 80 ha. Le attività estrattive del Gruppo Tassullo, ed in particolare la cava in sotterraneo "Rio Maggiore", hanno recentemente ottenuto la certificazione BS OHSAS 18001 relativa ai sistemi di gestione per la salute e la sicurezza sul lavoro e sono inoltre certificate secondo lo standard EN ISO 9001:2008 e lo standard EN ISO 14001:2004.

La tecnica "*drill&blast*" accomuna tutte le attività minerarie del sito ipogeo "Rio Maggiore". Gli esplosivi rappresentano uno strumento di lavoro fondamentale nell'esecuzione delle opere sotterranee ma necessitano di un'adeguata fase di progettazione. Questa deve tener conto da subito del riutilizzo finale dei vuoti, se questo è previsto. Di conseguenza l'impiego di prodotti esplodenti va finalizzato anche rispetto alle modalità costruttive e all'impiego finale delle strutture ipogee, variando quindi la tipologia di prodotti impiegati, gli schemi di volata, le tecniche di perforazione, le tecniche di messa in opera. In questo contesto risulta molto importante disporre di tipologie di prodotti esplodenti che possano soddisfare le diverse esigenze operative, ovvero di prodotti "flessibili" che bene si adattano a più impieghi. Un altro aspetto fondamentale da tenere in considerazione riguarda la compatibilità delle attività ipogee con le attività di superficie: in questo senso risulta fondamentale disporre di un monitoraggio efficace degli effetti delle attività minerarie sul soprasuolo, in particolare per quanto riguarda l'effetto vibrazionale. I dati raccolti dalla rete di misura devono essere analizzati ed eventualmente utilizzati per modificare la progettazione delle volate di avanzamento e/o produzione.

Hotel Mirabell, il gusto di una nuova sfida

Giacomo Nardin

Cronaca delle attività di un cantiere del tutto particolare, fra tempi ristretti e difficoltà logistiche

Il mese di novembre è stata l'occasione, in prossimità del termine della stagione, per raccogliere una nuova sfida su un cantiere estremamente articolato. L'Hotel Mirabell, di recente costruzione, intende migliorare la propria offerta ampliando la volumetria dell'albergo e realizzando un nuovo garage e svariate strutture interrate.
I lavori di cantiere sono fortemente contingentati in quanto viene fissato un mese di tempo per la realizzazione dello scavo cui deve seguire passo passo la realizzazione delle nuove strutture; quelle in prossimità dell'ingresso dell'albergo inoltre devono essere iniziate e concluse entro l'inizio della stagione invernale. Il parcheggio interrato sul retro procederà e sarà concluso con la nuova stagione.
La commessa prevede la realizzazione di 15.000 m^3 di scavo in roccia, la realizzazione di paratie di micropali a ridosso della struttura alberghiera per la realizzazione di percorsi sotterranei e la sistemazione del terreno all'esterno delle nuove strutture. I nuovi volumi si presentano articolati e disposti su quote differenziate per cui si è optato in cantiere per l'utilizzo di apparecchi gps Leica RX 900 dotati di antenna fissa di riferimento e apparecchio mobile "rover" comunicante con l'antenna fissa via radio che, in sostituzione di sistemi topografici tradizionali a stazione totale, hanno consentito in tempo reale di monitorare gli scavi gestendo quote, dislivelli e limiti di scavo.
Sin dal primo giorno è stato necessario far muovere in maniera coordinata un'enorme flotta di mezzi. Le operazioni di movimento terra sono state dirette in cantiere direttamente dal titolare dell'impresa Erdbau. In questo modo è stato garantito il perfetto sincronismo di cinque escavatori Volvo: due EC460LC un EC360B, un EC 235C, un EC 210CNL, un escavatore Fiat Hitachi EX355, una pala gommata Liebherr L556 da 17 t, un frantoio mobile ad elevata produttività. La forte contrazione degli spazi ha richiesto che tutti i mezzi in cantiere fossero dotati di radio ricetrasmittente per consentire il perfetto sincronismo degli spostamenti e la massima attenzione ai brandeggi dei

Credit Foto: Andrea Botto

Foto verifica della corretta esecuzione di un nuovo rilevato

mezzi.
Completato l'asporto del materiale terroso, che è stato accumulato in previsione delle sistemazioni finali direttamente al margine del cantiere, sono iniziate le operazioni di scavo in roccia che sono state gestite con mezzi meccanici e con esplosivo. In ragione della necessità di dare spazio all'impresa di costruzione sono stati realizzati da subito gli scavi a ridosso dell'edificio dell'albergo, procedendo in direzione centrifuga.
I potenti escavatori volvo da 50 tonnellate erano attrezzati con martelli Furukawa F70LN da 4350 kg ciascuno, mentre gli altri escavatori montavano martelli da 3300 e 2000 kg. Al fine di aumentare la produttività dei mezzi si è scelto di prevedere una lavorazione in coppia degli escavatori favorendo con ripper o benna da roccia la rapida rimozione del materiale allentato dal martellone. Le operazioni di demolizione parziale delle strutture periferiche dell'albergo, che dovevano lasciare spazio ai nuovi ampliamenti, sono state realizzate con pinze idrauliche che hanno frantumato e rimosso setti di calcestruzzo e solai in laterocemento effettuando direttamente in sito una precernita dei materiali.
Lo scavo con esplosivo è stato gestito dalla società Geologico con due fochini supportati da una sonda Tamrock Ranger 500SW che garantiva ottima produttività nella realizzazione dei fori. In ragione della forte vicinanza all'edificio dell'albergo è stato necessario procedere con massima attenzione. Fondamentale è stato l'approccio progettuale che ha permesso di individuare le migliori tipologie di esplosivo e di inneschi, che hanno consentito di ottimizzare la maglia di perforazione e la grammatura delle singole cariche di esplosivo. Tutto il lavoro di scavo con esplosivo e parte di quello con mezzi meccanici è stato monitorato con centraline di acquisizione NOMIS Seismograph, che hanno verificato sulle strutture più sensibili le vibrazioni prodotte dai lavori. In que-

Foto fase di scavo che si allontana dalla zona già completata dove è quasi pronta una gru

Foto lavorazioni affiancate di escavatore, preparazione di una volata e realizzazione di micropali

di utilizzare dei materassi di fune specifici, in sostituzione delle reti di protezione precedentemente autoprodotte. Grazie alla possibilità di pianificare i lavori sono stati reperiti dei materassi di fune, di derivazione militare, denominati "Blasting mats" ovvero "materassi per mine". Materassi caratterizzati da un ordito fittissimo realizzato con trefoli di acciaio del diametro di 16 mm del peso di circa 100 kg a metro quadro. Il loro uso pemette di controllare il lancio di frammenti di roccia senza interferire con i gas prodotti dallo sparo delle mine che riescono a disperdersi all'interno della porosità dell'ordito. I materassi sono risultati estremamente interessanti non solo per l'elevata efficacia ma anche per la facile movimentazione in cantiere.

I fori in ragione della vicinanza dell'albergo non superavano i 2,5 m e la carica simultanea è stata contenuta fra 0,8 e 1,5 kg di emulsione esplosiva tipo premex 2200. Particolare cura è stata rivolta alla realizzazione dei borraggi, la chiusura del tratto di foro non caricato, al fine di confinare al meglio la reazione dell'esplosivo all'interno dell'ammasso roccioso. Gli inneschi sono stati gestiti con sistemi ad onda d'urto, quindi inerti rispetto alle correnti vaganti ed ai campi magnetici indotti, che permettevano un innesco a cascata dei singoli detonatori, consentendo il frazionamento delle volate di mina in eventi di 30 e più piccole cariche sequenziale. Le dimensioni di ciascuna volata dipendevano esclusivamente dall'estensione della superficie che era possibile di volta in volta coprire efficacemente con i blasting mats. Successivamente all'armamento della volata ed al posizionamento dei materassi di protezione si provvedeva allo spostamento in posizione defilata dei mezzi di scavo e all'al-

Foto predisposizione dei blasting mats prima di procedere al brillamento di una volata

sto modo sono state tarate in cantiere non solo le cariche di esplosivo, ma anche la potenza e la produttività dei martelli demolitori. Tutte le lavorazioni invasive sono state ottimizzate senza significative riduzioni di produttività, limitando al massimo le sollecitazioni e quindi i possibili danni alla struttura dell'albergo che è stata preservata.

Lo scavo con esplosivo si presentava particolarmente problematico non solo per la vicinanza della struttura dell'albergo ma anche per l'elevata presenza di mezzi e persone all'interno del cantiere durante le fasi di lavorazione. Al fine di operare con la massima sicurezza è stato deciso

Foto volata di mina senza lanci di sassi

lontanamento degli operatori che risultavano riparati dai propri mezzi o dalle strutture precedentemente individuate. Verificato il via libera si procedeva al brillamento delle volata e, dopo le verifiche di routine, si autorizzava immediatamente la ripresa dei lavori. L'interruzione dei lavori non si protraeva di norma oltre 10 minuti per ogni singolo intervento, in ogni caso venivano effettuati i brillamenti nei momenti di minor presenza in cantiere di mezzi e maestranze.

Successivamente alla verifica da parte dei fochini del buon esito delle volate veniva dato il via libera alle operazioni di rimozione della roccia frantumata che si sono svolte contemporaneamente alle successive lavorazioni di caricamento, consentendo in questo modo la realizzazione di un ciclo ininterrotto di lavorazioni.

L'approccio utilizzato ha permesso di iniziare i lavori di edificazione già dalla settimana successiva all'inizio dei lavori, per cui più volte all'esterno del cantiere è stato possibile scorgere un'autobetoniera col calcestruzzo in prossimità degli accessi al cantiere, in attesa che un camion in uscita con il materiale frantumato gli cedesse il transito.

Gli scavi si sono protratti leggermente rispetto alle previsioni per contingenze logistiche quali per esempio la necessità di stoccare e quindi coordinare un rilevante flusso di materiale di risulta degli scavi in uscita, ma anche per significativi aumenti delle previsioni di scavo. In ogni caso i lavori di scavo si sono sviluppati senza ostacolare la tabella di marcia dell'impresa di costruzione che ha completato nei tempi previsti le operazioni pianificate, consentendo a dicembre l'apertura regolare dell'albergo. ■

4° CONVEGNO SUGLI ESPLOSIVI Trento, 18 maggio '12

CONIUGARE IN SPAZI RISTRETTI ATTIVITA' LAVORATIVE E DIRITTI DI TERZI

SCAVO IN CONTESTO URBANO CON PRODOTTO DEFLAGRANTE NONEX

dott. geol. Emiliano Dallamaria

Il lavoro di scavo in roccia qui presentato è stato effettuato nel centro abitato di Lana (BZ) e ha presentato fin da subito tre grosse problematiche: L'ingente volume da sbancare, la durezza della roccia presente e l'ubicazione del cantiere in un area fortemente urbanizzata.

L'abitato di Lana (BZ),si sviluppa in parte sul versante destro del rio Valsura (Val d'Ultimo) costituito da un granito compatto e massivo (Granito di Monte Croce).

Lo sviluppo urbanistico della zona unito alla necessità di realizzare i posti auto previsti dalla norma richiedeva la realizzazione di un importante scavo al fine di garantire l'idonea volumetria per i garage ed un agevole spazio per la realizzazione di una nuova palazzina.

La prima soluzione di scavo prevedeva l'utilizzo di soli mezzi meccanici (in prima fase con un escavatore da 250 q.tli, e martello idraulico da 17 q.tli. che ha consentito di rimuovere il terreno sciolto incidendo solo localmente il sottostante ammasso roccioso, affiancato in seconda battuta da un escavatore molto più potente, da 460 q.tli dotato di martello idraulico da 35 qt.) ma dopo due settimane di lavori è emersa la scarsa produttività di tale metodo,

Infatti, nonostante tutti gli sforzi, rimanevano da rimuovere ancora 1.000 mc di roccia in banco che non si riusciva ad estrarre in quanto il granito massivo non presentava discontinuità o fessure tali da consentire lo sviluppo dello scavo con il solo martello demolitore. Le difficoltà dello scavo stavano pertanto per portare alla revisione completa del progetto con un evidente ridimensionamento del volume edilizio.

Prima di rinunciare al completamento dello scavo è stata valutata la possibilità di intervenire con gli esplosivi tradizionali, ma in ragione dell'inserimento del cantiere all'interno del centro abitato, si è resa necessaria una preventiva valutazione di fattibilità.

Dato il contesto urbano dell'area, è stata accantonata questa ipotesi e ed è stata individuata come unica soluzione la possibilità di operare con esplosivi a bassa energia quali il prodotto pirotecnico NoneX Safety Cartridge.

Questo prodotto grazie alla limitata velocità di deflagrazione, consente di gestire lo scavo in velocità, minimizzando il disturbo verso l'esterno in termini di rumore, vibrazioni e possibili lanci di frammenti di roccia.

La velocità di reazione che si aggira su di un ordine di grandezza inferiore ai comuni esplosivi, permette di intervenire sull'ammasso roccioso favorendone la frantumazione in blocchi di grossa pezzatura che seguono le naturali discontinuità dell'ammasso; si riesce così a sfruttare le naturali zone di debolezza dello stesso riuscendo a contenere le emissioni vibrometriche e le proiezioni di frammenti rocciosi.

In ragione dell'entità del volume di roccia da rimuovere si è individuata la possibilità di contenere i tempi di realizzazione e i costi di produzione utilizzando prevalentemente cartucce Nonex del diametro da 60mm.

Queste cartucce, disponibili sino alla grammatura di 500 gr, presentano all'acquisto un vantaggio economico di circa il 30% rispetto alle cartucce di calibro inferiore, con evidente riduzione dei costi di intervento. Un intervento con cartucce di diametro maggiore richiede poi una maglia di perforazione più distribuita, economizzando pertanto anche i costi di perforazione. Il diametro di perforazione fissato in 65 mm ha richiesto di intervenire con una sonda da perforazione di dimensioni importanti al fine di ridurre i tempi di perforazione e quindi velocizzare i tempi di scavo.

L'intervento di scavo è stato monitorato per tutta la durata dei lavori su tutti e 3 gli edifici più prossimi al cantiere che presentavano fondazioni impostate in roccia. In questo modo è stato possibile verificare la trasmissività dell'ammasso roccioso e ottimizzare la carica simultanea e quindi la velocità di scavo senza produrre vibrazioni pericolose per gli edifici.

Dovendo operare con cartucce prive di ritardo nell'innesco si è dovuto limitare il numero delle cartucce attivate simultaneamente, che non hanno superato di norma le 5 – 8 unità. La massima quantità di carica simultanea quindi è stata fissata in 4 kg.

La media dei valori di velocità di vibrazione è stata di circa 3 mm/s con un unico picco di 16 mm/s durante tutte le operazioni di brillamento.

La protezione contro il lancio di frammenti di roccia è stata effettuata attraverso l'uso di reti metalliche tipo "maccaferri" che nei punti critici venivano ricoperte anche con robuste stuoie di gomma.

L'ottimizzazione della carica e l'uso di cementi speciali per il parziale intasamento dei fori ha consentito di escludere il lancio di sassi al di fuori dell'area di brillamento.

In ragione delle dimensioni del cantiere è stato possibile gestire lo scavo su più fronti in modo tale da consentire lo sviluppo simultaneo dell'attività di scavo con esplosivi e di pulizia con martello demolitore e benna da roccia.

In questo modo sono state raggiunte produttività giornaliera di circa 100 – 120 mc di roccia in banco articolata in 6 – 8 piccoli interventi di brillamento.

Gli interventi di sparo mina come detto hanno visto una forte limitazione della carica, si è operato con fori di lunghezza compresa fra 2,0 e 2,5 m avendo sempre cura di mantenere una spaziatura media fra i fori di circa 1,0 m. Nei fori generalmente si è sempre operato con un'unica cartuccia in modo da concentrare alla base del foro la carica, punti particolarmente chiusi sono stati oggetto di una perforazione con maglia più fitta.

Nelle zone a valle dove lo spessore della roccia da rimuovere scendeva al di sotto di 1,5 m è stato sperimentato con successo l'uso della cartuccia da 300 gr.

Nel complesso lo scavo è stato risolto in 9 giorni lavorativi con soddisfazione sia da parte delle maestranze che della committenza che dei confinanti.

Il caso qui riportato dimostra le eccellenti qualità delle caratteristiche esplosivistiche del prodotto e la loro versatilità anche nei casi di stretto controllo delle emissione vibrometriche, potendo affiancare e sostituire i normali interventi con i martelloni idraulici, potendo così aumentarne la produttività e ridurre i costi di gestione.