



# PROVE TECNICHE IN UN CANTIERE CON VISTA SUL LAGO DI GARDA

Omologati in occasione della demolizione del ponte Morandi lo scorso giugno, i nuovi detonatori elettronici Riotronic di Maxam sono stati testati in campo per verificare l'accuratezza e le potenzialità del nuovo sistema di innesco

**L**a cornice del lago di Garda unita ad un anomalo inverno mite e privo di perturbazioni ha permesso la realizzazione di un interessante test in campo.

I nuovi detonatori elettronici Riotronic® di Maxam sono stati omologati in Italia in occasione della demolizione del ponte Morandi a Genova nel 28 giugno 2019. Nell'occasione sono stati utilizzati per consentire di articolare nella maniera più accurata possibile una demolizione che prevedeva il contenimento delle onde di sovrappressione in aria e che richiedeva di poter sincronizzare l'attivazione delle fontane d'acqua con l'effettivo arrivo della nuvola di polvere sollevata dalla deto-

nazione delle cariche.

Nella demolizione del ponte sono stati utilizzati 337 detonatori che hanno attivato cariche alloggiato nel manufatto da demolire o sulle strutture ad esso adiacenti. Tale particolare utilizzo non ha permesso di verificare gli effetti vibrometrici della detonazione delle cariche in quanto le stesse erano state inserite in un manufatto svincolato dal terreno.

Ad oltre sei mesi dal loro primo utilizzo è sorto l'interesse per una prova in campo che permettesse di verifi-

Dott. Geol. Giacomo Nardin e Alberto Valt  
Foto di: Andrea Botto



■ Blaster

■ Allestimento Test 1



■ Allestimento Test programmazione logger



care l'accuratezza e le potenzialità del nuovo sistema di innesco, confrontandolo con i sistemi di innesco già in uso.

Le dimensioni notevoli del cantiere hanno permesso infatti la preparazione di differenti volate di mina con caratteristiche simili che sono state innescate separatamente utilizzando diverse tipologie di detonatori.

La prova in campo è stata supportata dai tecnici Maxam: Alberto Valt, Manager del servizio tecnico italiano – e p.m. David Palla, referente tecnico/commerciale per il nord Italia. Il loro intervento è risultato necessario in quanto il sistema Riotronic dei detonatori elettronici non può essere gestito dai normali esploditori in commercio.

Esploditore ad alta intensità e ohmentro di sicurezza vengono soppiantati da esploditore elettronico (blaster) e programmatore portatile (logger). La

gestione dei detonatori elettronici e dei loro apparati di programmazione e brillamento richiede pertanto un necessario periodo di training che viene gestito da Maxam con il proprio personale formato.

Le volate sono state predisposte con una maglia regolare quadrata con interasse di circa 1,1 m e con profondità di circa 2,0 m.

Per le prove sono state predisposte delle volate con detonatori ad onda d'urto, con detonatori elettronici e con detonatori elettrici micro-

ritardati.

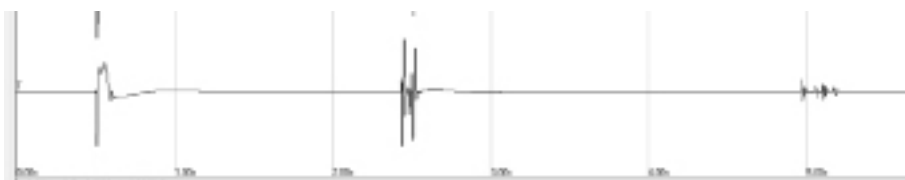
Durante le prove sono stati acquisiti con tre sismografi Nomis disposti al contorno del cantiere i referti vibrometrici delle singole volate.

### TEST N.1

Volata con 15 fori attivati da detonatori ad onda d'urto tempi T1 (cinque pezzi), T20 (cinque pezzi) e T 45 (cinque pezzi).

Lo scopo del test era verificare la decrescente accuratezza dei tempi di

■ Test 1







innesco in ragione dell'incremento del ritardo.

L'acquisizione evidenzia molto bene come con l'incremento del ritardo l'accuratezza della detonazione dei detonatori decresca notevolmente al punto che per il ritardo 45 (4500 ms) si riconoscono quattro detonazioni distinte in un ambito di circa 300 ms. Il tempo di acquisizione del sismografo è stato impostato a 6 secondi.

■ **Programmazione detonatori elettronici con logger**



**TEST N.2**

Volata con 28 detonatori elettronici Riotronic sequenziati con un ritardo nominale di 19 ms. L'intervallo di 19 ms è stato scelto per verificare la possibilità di programmare con velocità anche degli intervalli di ritardo non standard, superando il limite imposto dalla consuetudine di un ritardo fisso di 25 ms.

I detonatori elettronici vengono for-

niti privi di ogni tipo di dato o programmazione quindi dalla confezione escono neutri e tutti identici. Dopo la realizzazione delle smorze armate ed il caricamento dei fori sono stati programmati ad uno ad uno con lo strumento di programmazione logger. Si interviene sui detonatori quando sono in foro in quanto una volta programmati, non presentando esternamente alcuna differenza uno dall'altro, è bene che non vengano spostati dal punto della volata per il quale sono stati istruiti. La programmazione con il logger permette di dare un codice ID univoco ad ogni detonatore e contemporaneamente di programmare un determinato ritardo di attivazione.

La programmazione può essere eseguita in varie modalità, esiste la modalità più semplice, che permette di impostare manualmente il ritardo di ogni detonatore, in alternativa è possibile impostare un incremento fisso che viene applicato ad ogni detonatore che viene connesso al logger, infine è possibile caricare nel logger un progetto di volata con ritardi sfalsati e differenti, che vengono applicati progressivamente ai detonatori che devono anche in questo caso essere collegati seguendo una determinata sequenza al logger.

Anche il circuito elettrico presenta delle diversità rispetto al circuito cui siamo abituati, non si tratta più di un circuito in serie o in parallelo.

Si tratta infatti di un sistema BUS dove si realizza un canale di comuni-

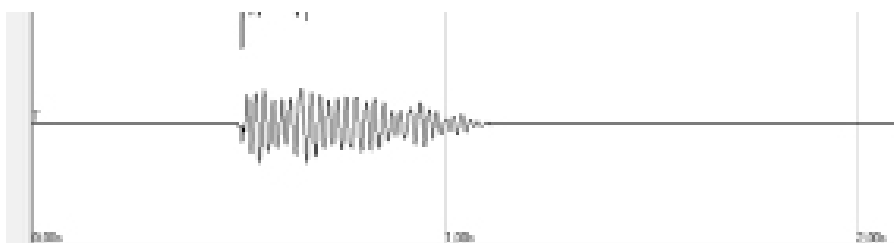
**I NUOVI DETONATORI ELETTRONICI RIOTRONIC® DI MAXAM SONO STATI OMOLOGATI IN ITALIA IN OCCASIONE DELLA DEMOLIZIONE DEL PONTE MORANDI A GENOVA NEL 28 GIUGNO 2019. SONO STATI UTILIZZATI 337 DETONATORI CHE HANNO ATTIVATO CARICHE ALLOGGiate NEL MANUFATTO DA DEMOLIRE E SULLE STRUTTURE AD ESSI ADIACENTI**

cazione che permette ai componenti di un sistema elettronico di interfacciarsi tra loro scambiandosi informazioni o dati di sistema attraverso la trasmissione e la ricezione di segnali. I detonatori elettronici di fatto sono degli elementi attivi del sistema che possono essere interrogati e attivati dalle apparecchiature di programmazione e sparo. In questo modo, sia in fase di programmazione che di bril-

■ **Allestimento Test 2**



■ **Test 2**





■ **Programmazione detonatori elettronici con logger**

lamento, si possono verificare la connessione di tutti i detonatori programmati, il loro efficiente funzionamento, attivare o escludere alcuni detonatori programmati, brillare i detonatori.

Tutte le procedure di programmazione, verifica e controllo e brillamento sono guidate da procedure preinstallate negli apparecchi. Non è possibile modificare le procedure e pertanto prima di ogni singolo sparo è necessario che gli strumenti effettuo e completino i singoli passaggi di verifica e controllo sugli elementi (detonatori) collegati al circuito BUS. Il brillamento della volata viene effettuato con un esploditore dedicato che a sua volta riceve le informazioni di programmazione dal logger. Conclusa la fase di programmazione i dati della volata vengono riversati dal logger nel blaster (esploditore) che può venire collegato alla linea BUS. Effettuato il collegamento l'esploditore



■ **Allestimento collegamenti**

verifica che tutti i detonatori programmati siano stati effettivamente collegati alla linea e si rende pronto per lo sparo.

L'attivazione del brillamento del circuito risulta pertanto falsata rispetto al segnale di fuoco in quanto l'esploditore prima di attivare i detonatori elettronici ha bisogno di interrogarli e attivarli uno ad uno. Tali procedure possono variare di alcuni secondi in ragione del numero di inneschi che vengono utilizzati.

A fronte di questa nuova procedura di programmazione, che risulta sicuramente improponibile per un fochino non specificatamente istruito, il risultato della misura vibrometrica è sicuramente impressionante.

I picchi sono singolarmente ben ripartiti e ben riconoscibili tanto da permettere di seguire gli intervalli di 19 ms che si ripetono regolari come uno spartito musicale senza alcun errore o sovrapposizione!

■ **Test 3**



### TEST N.3

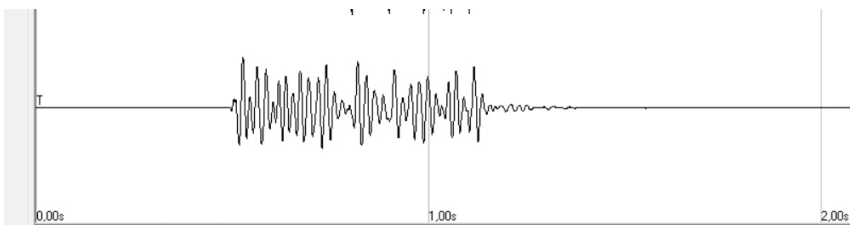
Volata con 14 detonatori elettronici Riotronic sequenziati con un ritardo nominale di 25 ms: ancora una volta è risultato possibile seguire nel sismogramma lo sviluppo dell'intera volata riconoscendo tutti gli intervalli di detonazione dei singoli ritardi assegnati ai detonatori.

### TEST N.4

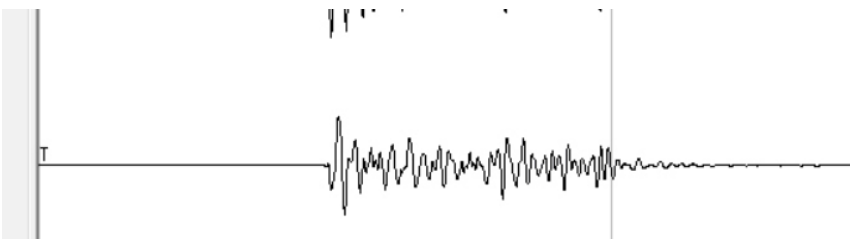
Volata con 10 detonatori DDX ritardo 25/500 ms e 12 detonatori MS microritardati 25 ms. La volata registrata dai sismografi si è caratterizzata per la conferma dell'accuratezza dei detonatori microritardati. Lo sfasamento nella lettura dei singoli picchi legati all'incremento di ritardo è limitato per i detonatori DDX che si confermano molto accurati mentre per i detonatori MS risultano meno precisi.



#### Test 4



#### Test 5-6-7



**LO SCAVO IN ROCCIA, DI CIRCA 6200 MC, È STATO COMPLETATO IN SOLE SETTE SETTIMANE DI LAVORO**

ferenze dovute a imprecisioni o ritardi di attivazione. Nel caso di interventi in tunnel in sottosuolo in ambiti urbani o sensibili si ha la possibilità di avanzare a tutto sfondo senza necessità di frazionare gli avanzamenti in settori. Negli scavi a cielo aperto potrebbero essere utilizzati nelle volate con fori di grosso diametro dove l'elevato volume

#### Uscita detonatori elettronici dal foro

L'esito della prova deve però tenere conto anche delle interferenze che subisce la parte terminale della volata che viene attraversata dalle "code" delle onde prodotte dalle prime detonazioni.

La prova ha confermato la maggiore accuratezza nella sequenza dei detonatori DDX rispetto ai detonatori MS.

### TEST N.5 N6 E N7

Volate rispettivamente con 30, 20, 11 detonatori elettrici microritardati di 25ms.

Pur in presenza di una buona accuratezza nella individuazione dei ritardi si riconosce come con l'evoluzione del sismogramma i singoli intervalli di attivazione dei detonatori si vadano progressivamente a sovrapporre e a interferire uno con l'altro.

### QUALI POSSIBILI USI PER I DETONATORI ELETTRONICI

I detonatori elettronici sono uno strumento molto evoluto, presentano sicuramente il vantaggio di avere al loro interno un microcomputer. Rispetto ai detonatori elettrici tradizionali non possono essere attivati accidentalmente da correnti vaganti o campi elettromagnetici in quanto il chip fa da filtro contro ogni possibile ingresso non autorizzato o programmato.

La corrente che attraversa il circuito non è una alta intensità ma un segnale elettronico in bassa tensione (9v in programmazione, 12v durante lo sparo), non risente pertanto di interferenze elettromagnetiche tanto in ambiti urbani che in sottosuolo.

L'estrema precisione permette di effettuare brillanti controllati dove ogni singolo foro ha il proprio tempo di innesco e dove non vi sono inter-

di roccia di competenza del singolo foro permette di compensare il maggiore costo del detonatore. Nelle grandi miniere, per esempio, si ha la possibilità di sincronizzare esattamente due detonatori e si procede posizionando un detonatore a fondo foro e un detonatore a boccaforo che vengono fatti detonare esattamente in simultanea. In questo modo si sviluppa una sorta di colpo di ariete creato dalle onde di pressione che si scontrano una contro l'altra favorendo e migliorando la frammentazione della roccia.

Le demolizioni complesse dove risulta necessario articolare la detonazione dei detonatori secondo schemi articolati e su sequenze a volte molto lunghe, richiedono o comunque si sviluppano meglio con i detonatori elettronici. L'intervento sul ponte Morandi sarebbe risultato di difficile articolazione utilizzando esclusivamente i detonatori elettrici o ad onda d'urto disponibili. ◆