

# Le condizioni limite di uno sbancamento in roccia all'interno di un edificio come normalità esecutiva.

di  
Dott. Geol. Giacomo Nardin  
Dott. Emiliano Dellamaria



Figura 1: vista dell'interno dell'edificio prima dell'inizio dei lavori di sbancamento



Figura 2: apprestamento area di cantiere per l'esecuzione delle volate

## Introduzione

**G**li interventi di ristrutturazione della “Casa del fanciullo” a Cognola di Trento hanno richiesto la rimozione della roccia affiorante all'interno del sedime dell'edificio in via di ristrutturazione per regolarizzarne ed abbassarne il piano terra. Il progetto prevedeva la rimozione di circa 80 mc di roccia secondo un fronte di scavo che si sviluppava fra 40 a 300 cm in maniera omogenea lungo tutto l'asse principale della struttura da nord a sud. In corrispondenza del muro perimetrale nord est era previsto un ulteriore approfondimento per la realizzazione della fossa per l'ascensore. (Figura 1)

Dell'edificio erano stati preservati solamente i muri perimetrali che presentavano uno sviluppo verticale di

circa 8 m impostati direttamente sul substrato roccioso.

In ragione della necessità di preservare le facciate l'accessibilità al cantiere era garantita solamente mediante l'introduzione dall'alto con una gru che aveva un portata utile di 20 q.tli e quindi all'interno della zona di lavoro era stato possibile allocare un piccolo escavatore attrezzato con martellone da 1,5 q.tli, risultato inadatto per il lavoro da svolgere. (Figura 2)

La prima soluzione di lavoro valutata è stato l'uso di una fresa idraulica montata su escavatore, le ridotte dimensioni dei mezzi d'opera però limitavano la produttività e richiedevano pertanto tempi di realizzo incerti e costi rilevanti.

## Geologia dell'area

L'area d'intervento si sviluppa sul ver-

sante sud della collina di “Cognola” dove il substrato roccioso affiorante è costituito dai calcari Giurassici della formazione dei Calcari Grigi, calcari color grigio-nocciola cristallini compatti ben stratificati in grosse bancate (potenza stratificazione circa 1m), con immersione a franapoggio più inclinata del versante con un'inclinazione di circa 20°.

Prima di iniziare i lavori è stata da noi eseguita al fronte scavo la classificazione geomeccanica dell'ammasso roccioso con il metodo GSI (Geological Strength Index). Sono stati pertanto acquisiti i dati parametrici dei principali sistemi di discontinuità su cui sono state eseguite le prove previste con il Martello di Schmidt ed il pettine di Burton. La resistenza a compressione monoassiale è stata stimata in 138 MPa, l'indice complessivo GSI ha



Figura 3: vibrometro in acquisizione 24h/24h

ottenuto una classe di valore elevata, pari a 70 – 85.

I risultati dei rilievi effettuati hanno confermato l'impressione generale delle maestranze sulla tenacità della roccia da asportare e sulla difficoltà della sua comminazione con i macchinari a loro disposizione.

#### Operazioni di scavo

Al fine di intervenire in maniera rapida per affrontare in maniera razionale la problematica dello sbancamento senza richiedere la sospensione dei lavori, l'impresa edile incaricata dei lavori in accordo con i progettisti decideva di utilizzare il prodotto deflagrante Nonex®.

Il prodotto Nonex® infatti, a differenza dei prodotti esplosivi tradizionali, presenta procedure autorizzative estremamente semplificate. La peculiare composizione chimica del propellente pirotecnico che reagendo esplose in una reazione denominata deflagrazione, lo rende interessante soprattutto sotto l'aspetto energetico. Le velocità di reazione che si aggirano fra 500 e 700 m/sec, un ordine di grandezza inferiori a quelli delle comuni gelatine, permettono di intervenire sull'ammasso roccioso favorendo la frantumazione in blocchi di pezzatura grossa, seguendo le naturali disconti-

nuità dell'ammasso. In questo modo si riesce ad aggredire l'ammasso roccioso seguendone le naturali zone di debolezza con un eccezionale contenimento delle emissioni vibrometriche e delle proiezioni di frammenti rocciosi.

#### Monitoraggio vibrometrico con acquisizione in continuo

Il monitoraggio delle vibrazioni è stato effettuato, per tutta la durata dei lavori 24 ore su 24, con una centralina di acquisizione solidarizzata al muro perimetrale in prossimità della fossa dell'ascensore dove erano previste le maggiori energizzazioni. (Figura 3)

I lavori di scavo si sono articolati su nove giornate lavorative con l'effettuazione di circa 30 - 35 brillamenti con l'utilizzo di 150 cartucce, che sono stati puntualmente registrati dalle apparecchiature di monitoraggio. L'acquisitore ha registrato anche le sollecitazioni meccaniche prodotte dall'attività di smarino e disaggio effettuata con la benna ed il piccolo martellone idraulico. Le velocità di vibrazione non hanno di norma superato 5 mm/sec anche se in alcuni casi si sono avvicinate ai 10 mm/sec ma con valori di frequenza superiori a 50Hz che le hanno rese comunque compatibili con la restrittiva normativa UNI 9916. Un dato sempre importante da

rilevare è l'azione di affaticamento sulle strutture prodotto dai brillamenti controllati. Questi interventi infatti, estremamente diluiti nel tempo e costantemente monitorati da apposite strumentazioni, producono un affaticamento limitato delle strutture che risultano quindi meno sollecitate rispetto all'azione della demolizione di martelli idraulici montati su escavatore. I brillamenti effettuati con mine controllate sono mediamente 4 - 5 al giorno mentre gli impulsi di un martello idraulico sono 3 - 4 al secondo.

#### Dimensionamento intervento con il prodotto deflagrante

La rimozione della roccia per consegnare un piano di scavo regolare è stata effettuata con cartucce Nonex di medio calibro inserite di fuori da mina da 40 mm di diametro. La maglia di perforazione rettangolare presentava una dimensione media di circa 80 X 100 cm, con una profondità dei fori variabile in ragione dello spessore della roccia da abbattere ma comunque generalmente compresa fra 100 e 200 cm.

Il punto d'attacco del fronte scavo è stato effettuato al centro della zona da sbancare dove esisteva già una trincea naturale per cui è stato possibile realizzare lo sbancamento procedendo con due fronti di scavo gestiti contemporaneamente. (Figura 4)

Figura 4: punto d'attacco del fronte scavo



La carica simultanea è stato impostata in fase di progettazione fra 400 e 500 grammi definendo così un volume operativo al fronte compreso fra 2 e 3 mc ad intervento. La perforazione è stata gestita con una slitta pneumatica montata sulla benna di un mini escavatore. Un motocompressore da 10.000 l/min è risultato sufficiente a gestire i movimenti della slitta ed ad alimentare la perforatrice.

Completato lo scavo per l'impostazione della nuova pavimentazione è stato realizzato un'ulteriore abbassamento di 2m per 2m profondo 1,5m per l'alloggiamento del vano ascensore.

La "rinora" di apertura del ribasso è stata effettuata mediante cinque fori di lunghezza contenuta, tre verticali caricati con cartucce da 180g e due inclinati verso i primi, caricati con cartucce da 120g, che hanno favorito l'espulsione dei blocchi.



Figura 5: Operazioni di smarino, si noti la pezzatura del materiale abbattuto

### Misure di sicurezza e prevenzione

L'area di intervento risultava completamente perimetrata dai muri perimetrali mentre all'esterno il perimetro dell'area di cantiere era completamente recintato. Non erano presenti in vicinanza dell'area di interesse abitazioni o vie di transito.

In ragione delle condizioni estremamente favorevoli del cantiere non sono state previste protezioni contro lancio di frammenti di roccia ma è stato previsto l'allontanamento di tutto il personale non direttamente interessato dall'azione di innesco delle volate, che si portava pertanto in posizione defilata.

Alcuni frammenti di roccia nonostante la presenza delle pareti perimetrali sono usciti dall'edificio ma si sono fermati nelle immediate vicinanze dello stesso senza produrre danni a persone o cose, rimanendo all'interno dell'area di interdizione verificata prima di ogni brillamento.





Sequenze 6, 7, 8: sequenze di brillamento con NoneX

**Conclusioni**

Il caso in studio dimostra le eccellenti qualità delle caratteristiche esplosivistiche del prodotto e la loro versatilità, anche nei casi in cui il controllo delle emissioni vibrometriche è dei più severi, potendo affiancare e, nel caso sostituire il normale intervento con martellone idraulico, potendo così aumentare la produttività e ridurre i costi di gestione.

**Raffronto fra registrazioni:**

Tracciato 1: martello demolitore su escavatore

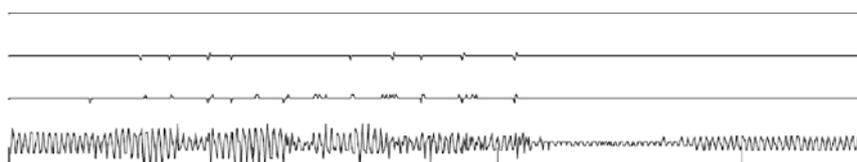
Traccati 2 e 3 vibrazione dovuta all'innescò delle cartucce.

Significativi sono i dati di velocità, per le vibrazioni prodotte dal martello demolitore sono stati registrati valori compresi tra 1,2 e 1,9 mm/sec per le vibrazioni prodotte dall'innescò delle cartucce sono state misurate vibrazioni comprese fra 1,6 e 16,51 mm/sec.

Anche se le vibrazioni prodotte dagli innescò in tre casi hanno superato i 10 mm/sec la loro scarsa ripetitività, non superiore a 6 eventi al giorno è risultata sicuramente meno invasiva del martello demolitore utilizzato per 8 ore al giorno.

SN213720100322312  
0,0700in/s 1,778mm/s  
0 dB

Data: 22/03/2010  
Ora: 13:55



SN213720100323005  
0,3500in/s 8,890mm/s  
0 dB

Data: 23/03/2010  
Ora: 11:55



SN213720100323012  
0,4200in/s 10,668mm/s  
0 dB

Data: 23/03/2010  
Ora: 14:54

