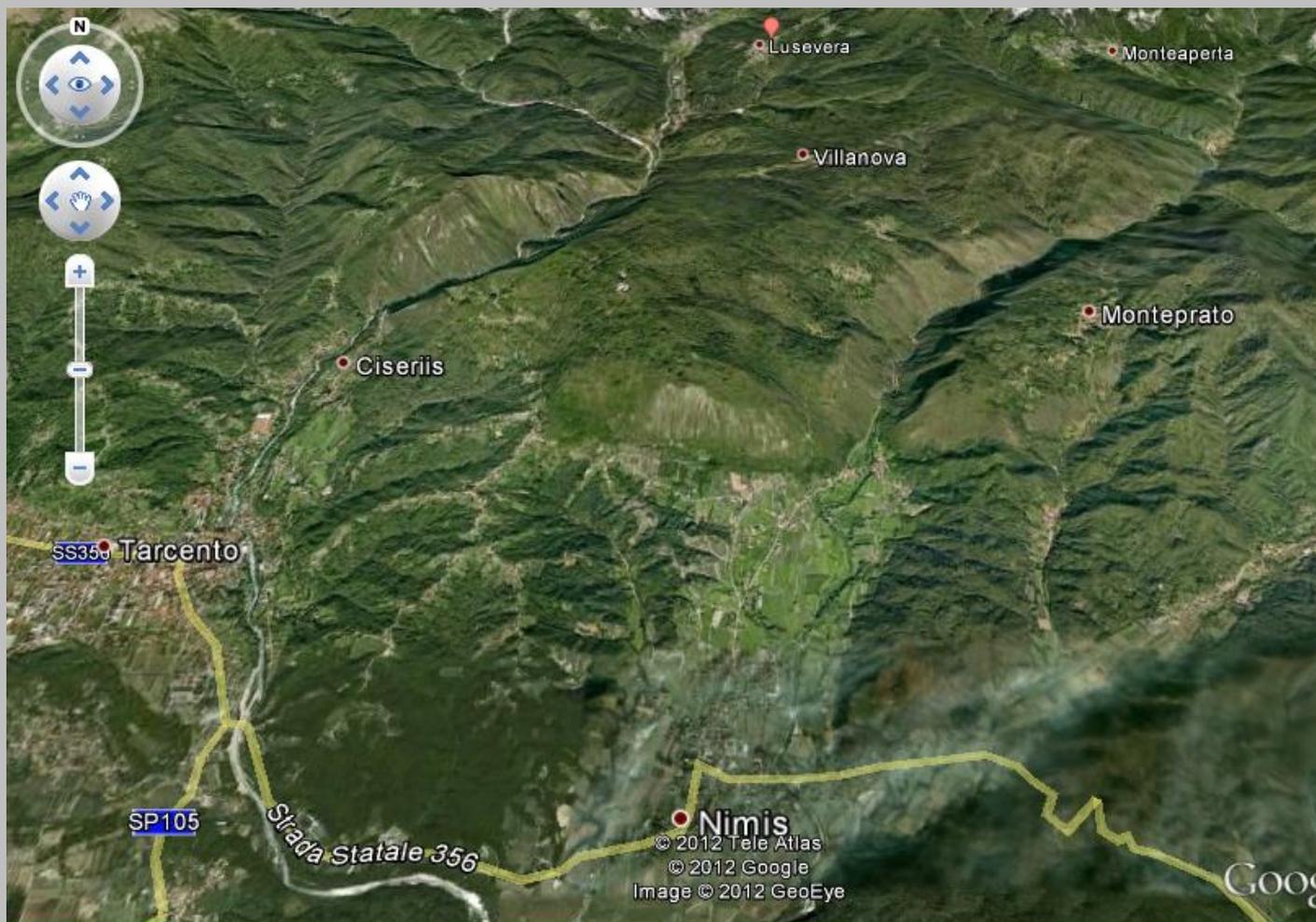




ORDINE DEGLI **INGEGNERI**  
DELLA PROVINCIA DI UDINE

COMMISSIONE GEOTECNICA

# Visita alle grotte di Villanova delle Grotte (Lusevera – UD)





## COMMISSIONE GEOTECNICA

### 1 La Grotta Nuova di Villanova

La grotta Nuova di Villanova si trova in corrispondenza dell'abitato di Villanova delle Grotte in Comune di Lusevera.

Si tratta di una grotta naturale formatasi dall'azione di un fiume sotterraneo tra uno strato inferiore di flysch ed uno strato superiore di conglomerato calcareo. L'azione del fiume ha pertanto eroso lo strato inferiore di flysch formando delle gallerie di forma trapeziodale con il soffitto in conglomerato, pareti in flysch e fondo coperto da sedimenti.



Foto 1: fonte [www.turismofvg.it](http://www.turismofvg.it)



## COMMISSIONE GEOTECNICA

### 2 VISITA GUIDATA : LAVORI IN AMPLIAMENTO

Attualmente il percorso per il pubblico è di circa 340 m escluso la galleria d'ingresso e si sviluppa ripetendo lo stesso tragitto in andata e ritorno: è infatti presente un restringimento della grotta tale da consentire il passaggio solo con adeguata attrezzatura e considerate le sue esigue dimensioni, non attraversabile da tutti con sufficiente sicurezza.

I lavori in ampliamento, che sono attualmente in esecuzione, consentiranno di aumentare il percorso di ulteriori 375 m ed in completa sicurezza. Inoltre il percorso potrà svilupparsi in sola andata: partendo dall'attuale entrata ed uscendo a valle della grotta: è stata realizzata una galleria per collegare la grande grotta con la superficie.

La nostra visita guidata andrà a ritroso partendo dalla futura uscita.



ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI UDINE

## COMMISSIONE GEOTECNICA



### Entrata delle galleria artificiale

Questa è l'attuale entrata della galleria artificiale, da dove si entra per eseguire i lavori. A completamento l'entrata effettiva sarà spostata di qualche metro fino ad arrivare al piazzale realizzato a valle di quella attuale. Dalla seconda immagine si può notare l'importante pendenza della galleria, circa il 34%. Quest'ultimo aspetto produce non pochi problemi per la risalita dei mezzi che estraggono il materiale ottenuto dalle esplosioni : i mezzi vengono dotati di catene da neve.



## COMMISSIONE GEOTECNICA

### Progettazione della galleria

I principali aspetti valutati nella progettazione della galleria sono stati i seguenti.

- spaghetti: presenza nelle grotte naturali di elementi molto sottili e particolarmente sensibili alle vibrazioni, di sezione circolare con diametro esterno di qualche mm, mentre la lunghezza può essere di diversi cm. È stata modellata con un programma ad elementi finiti la geometria dello spaghetti mentre i dati meccanici sono stati reperiti in bibliografia. L'obiettivo di tale operazione è stata raggiunta producendo una serie di grafici che potessero guidare i tecnici a calibrare la massima carica esplosiva utilizzabile nell'avanzamento della galleria: le volate sono state ridotte a circa 1 metro rispetto ad una normale volata che può essere di circa 4-5 m. Questo aspetto ha fatto lievitare significativamente i tempi di realizzazione;



- microtunnel: il tracciato e la pendenza della galleria dovevano essere determinate per arrivare poco a valle della grande grotta. Poiché il rilievo è stato fatto mediante una poligonale non chiusa, e con le tolleranze immaginabili eseguendo un rilievo dentro una grotta, prima di realizzare la galleria è stato eseguito un microtunnel. Questa soluzione ha permesso di determinare perfettamente direzione e pendenza della galleria artificiale;



## COMMISSIONE GEOTECNICA



### **Alternanza di strati: da roccia frantumata a conglomerato calcareo**

Durante la realizzazione della galleria è stato attraversato un primo strato di roccia molto frantumata, appartenente alla classe 3 del metodo N.A.T.M., e quindi non auto sostenibile.

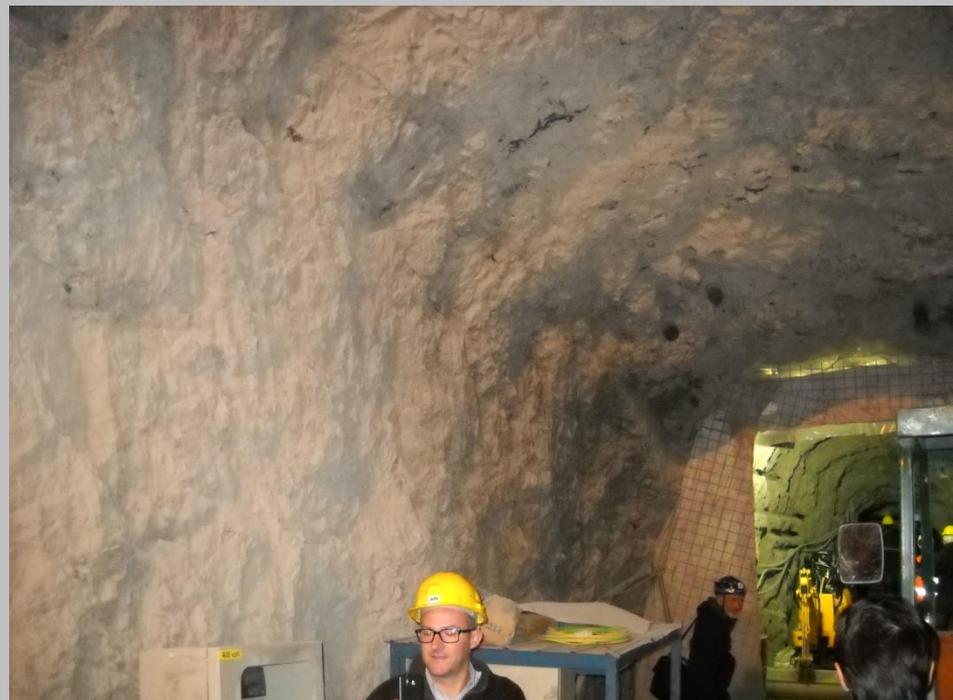
Sono stati pertanto necessari i seguenti interventi:

- micropali orizzontali in corrispondenza dell'apertura;
- centinatura in acciaio stabilizzate e completate con rete elettrosaldada, funi in acciaio e tiranti verticali;
- spruzzatura finale in betoncino.



ORDINE DEGLI **INGEGNERI**  
DELLA PROVINCIA DI UDINE

## COMMISSIONE GEOTECNICA



Parte terminale della galleria artificiale in cui vi è un ultimo tratto semi orizzontale che va a collegarsi con la galleria naturale, poco più a Sud della grande grotta. A questa profondità lo strato di sottosuolo si presenta come conglomerato calcareo perfettamente cementato. Se da una parte i tempi di avanzamento si sono allungati per le naturali caratteristiche di resistenza del materiale stesso e per la vicinanza della zona sensibile (spaghetti), dall'altro lato in questa zona, come protezione della pareti, è stato sufficiente una semplice spruzzatura di betoncino.

Per non alterare il microclima, soprattutto temperatura ed umidità della grotta, è stata realizzata una porta con caratteristiche temporanee che a fine lavori verrà sostituita con una porta che verrà aperta solo per il tempo necessario al passaggio dei visitatori.



ORDINE DEGLI **INGEGNERI**  
DELLA PROVINCIA DI UDINE

## COMMISSIONE GEOTECNICA



Questo è il nodo di incontro tra la grotta naturale e la galleria artificiale.

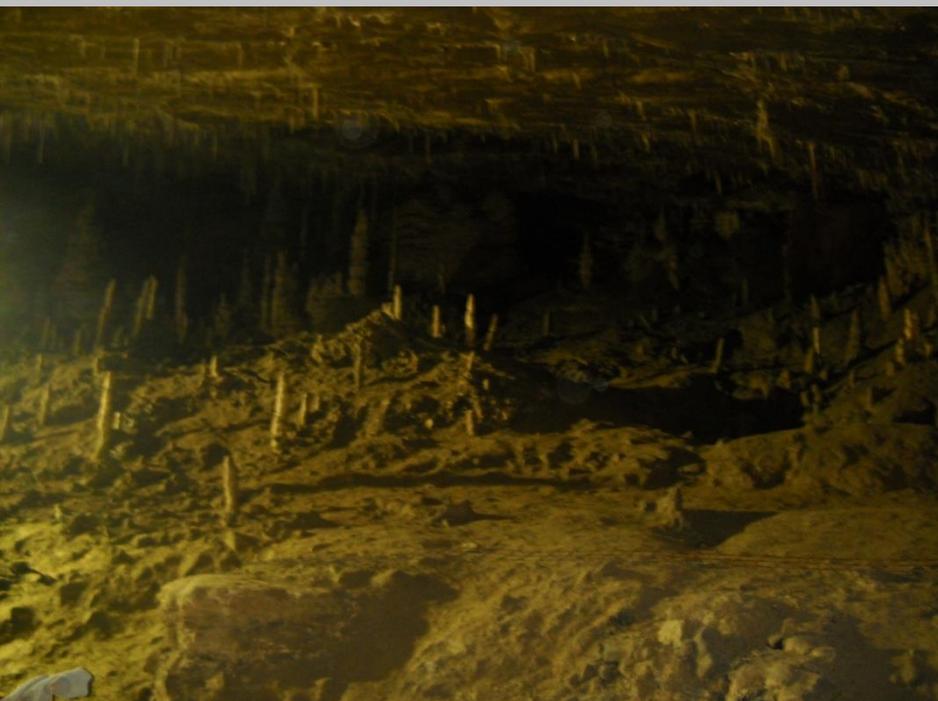
Nella foto di sinistra si possono vedere le tracce delle volate.

Nella foto di destra è in evidenza ancora il conglomerato calcareo perfettamente cementato.



ORDINE DEGLI **INGEGNERI**  
DELLA PROVINCIA DI UDINE

## COMMISSIONE GEOTECNICA



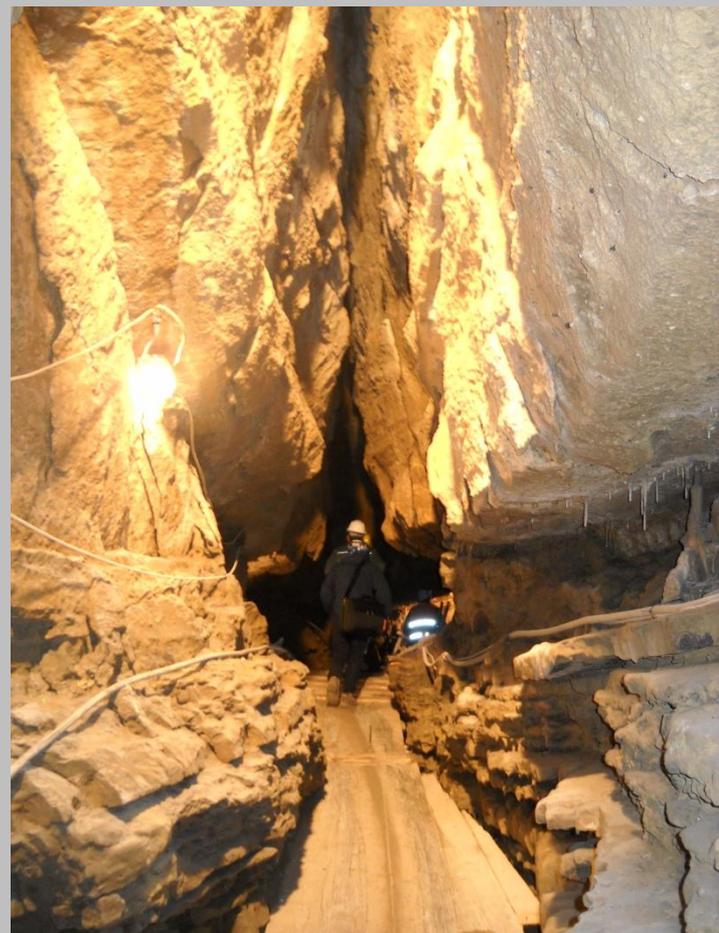
### **La grande grotta**

È la zona più importante delle intere grotte di Villanova fino a ora scoperte, sia per la maggiore superficie, sia per la maggior presenza di stalagmiti e di spaghetti.

In progetto vi è la realizzazione di apposita illuminazione per permettere di apprezzare le molteplici strutture calcaree presenti.



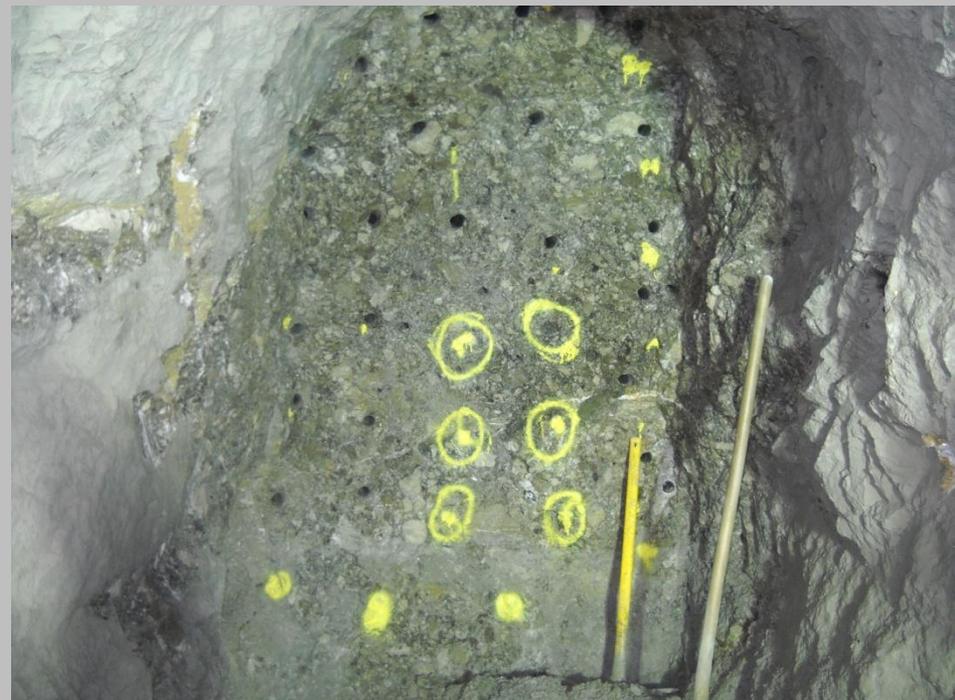
## COMMISSIONE GEOTECNICA



Il percorso continua a ritroso verso Nord, dalla grande grotta all'attuale entrata per le gallerie. È stata realizzata una passerella temporanea necessaria per portare fuori il materiale prodotto dalle esplosioni. È previsto in ogni caso la realizzazione di una passerella definitiva sulla quale i visitatori potranno transitare: il fiume che scorre nella galleria ha infatti caratteristiche abbastanza torrentizie e in breve tempo può raggiungere altezze importanti. Le passerelle definitive verranno realizzate in materiale polimero in maniera tale da non essere deteriorate dall'ambiente aggressivo presente in grotta.



## COMMISSIONE GEOTECNICA



### Bypass

Attualmente il percorso tra l'entrata delle grotte e la grande grotta contiene una strettoia.

Si è pertanto deciso di realizzare un bypass che consenta l'accesso a tutti i visitatori. Dalle immagini è possibile scorgere le pareti molto cementificate e che presentano notevole resistenza all'avanzamento. Sulla parete sono visibili le posizioni delle cariche.

Per effettuare una volata, dopo aver inserito l'esplosivo, il detonatore viene regolato in maniera tale da avere un significativo ritardo delle esplosioni, iniziando dalle cariche al centro e terminando con quelle più esterne. Anche la potenza delle esplosioni è diversa, si parte con le più potenti al centro e via via più leggere verso le parti più esterne.



ORDINE DEGLI **INGEGNERI**  
DELLA PROVINCIA DI UDINE

## COMMISSIONE GEOTECNICA



Nell'immagine a sinistra, l'addetto alle volate mostra la testa perforatrice del macchinario utilizzato. Tale testa viene applicata all'estremità di una perforatrice a mano che viene utilizzata dall'operatore. La perforatrice è dotata di un'apposita asta che appoggiata a terra aiuta l'operatore per spingere verso la parete.

Sull'immagine di destra è visibile un geofono: lungo la grotta naturale sono stati dislocati in diversi punti coppie di geofoni.

Dopo ogni volata questi strumenti misurano la velocità dell'aria durante l'esplosione, successivamente, scaricando i dati in un p.c. portatile è possibile, utilizzando un apposito software verificare la compatibilità della volata con un digramma ampiezza-frequenza ammissibili per mantenere indenni le strutture calcaree presenti in grotta.

**GRAZIE DELL'ATTENZIONE.**