



Attività in corso:

Costruzione di un galleria stradale

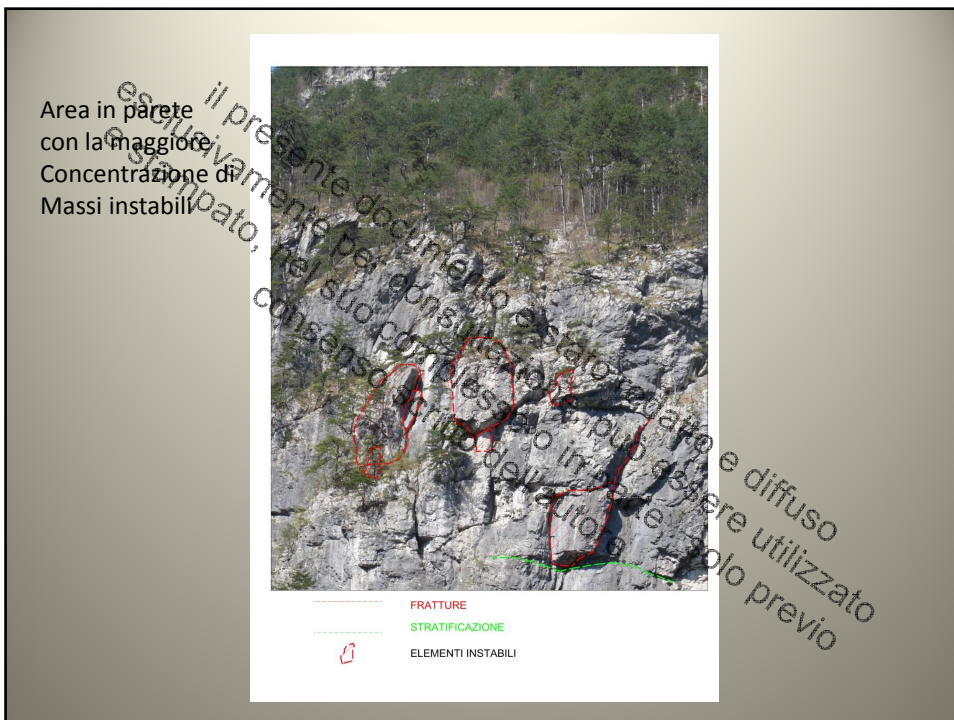
Richieste della committenza:

- controllare e ridurre al minimo il rischio di caduta massi sulla SS durante la fase di cantiere nel settore centrale del versante

Interventi:

- ispezione lungo le pareti per la definizione delle masse instabili previste in progetto
- interventi di incremento del fattore di sicurezza delle situazioni a maggiore instabilità
- monitoraggio dei massi instabili segnalati di maggiori dimensioni
- monitoraggio delle vibrazioni e controllo delle vibrazioni indotte dalle operazioni in galleria

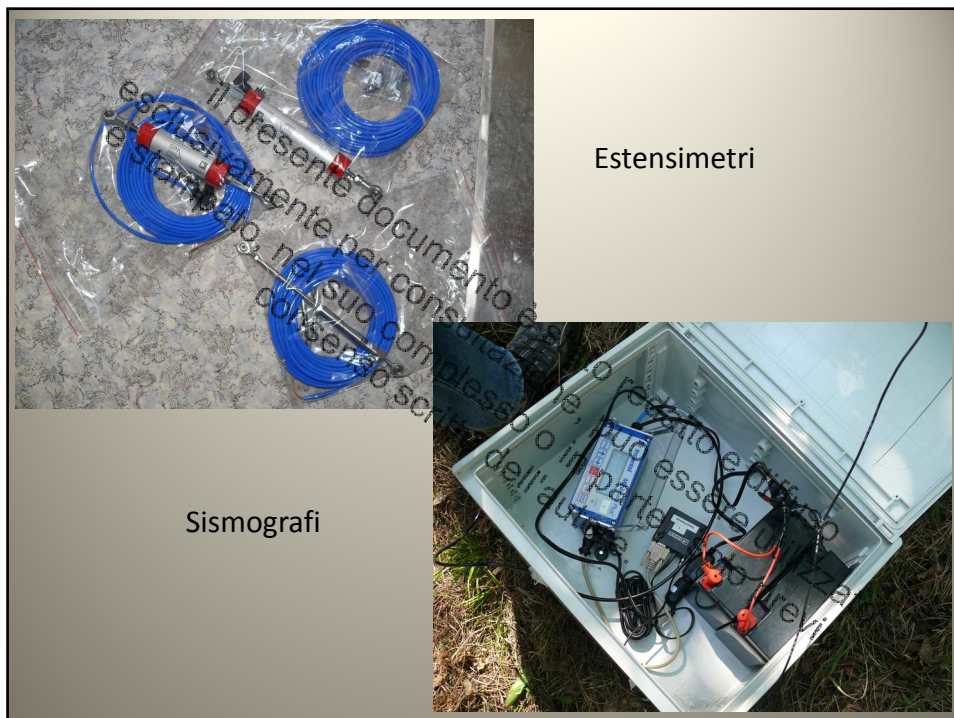


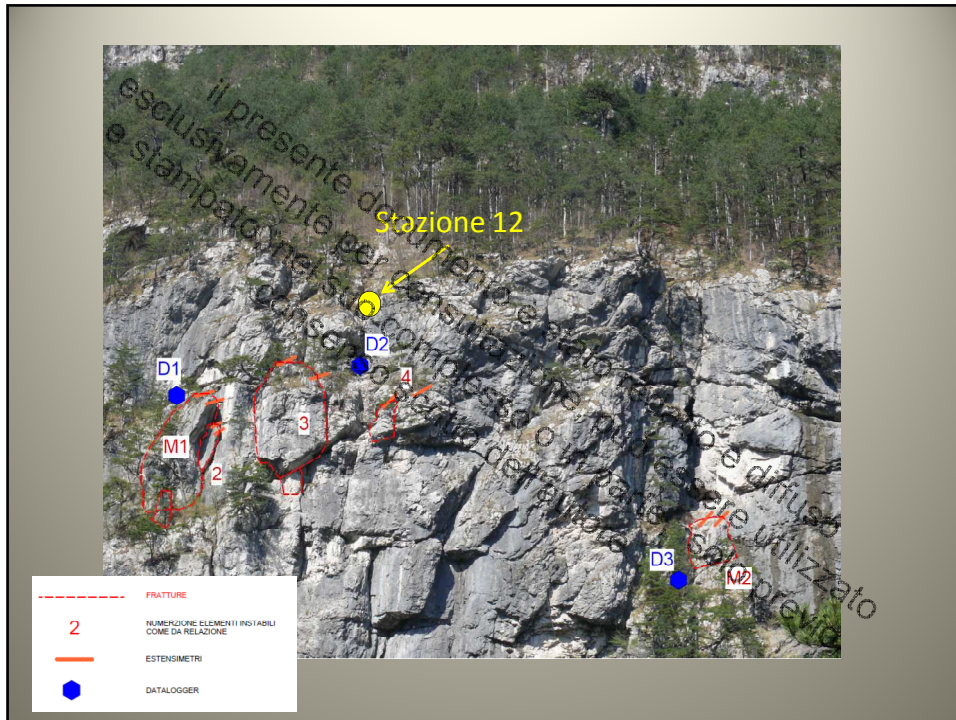




Sistema di monitoraggio:

- estensimetri in parete dotati di pannelli solari con trasmissione in remoto dei dati e sistema di chiusura automatica della strada statale
- sismografi 3D lungo il profilo galleria, sistema in movimento con il fronte oltre a postazione fissa sulla verticale dei massi instabili, alimentazione a batteria e pannelli solari e trasmissione in remoto dei dati



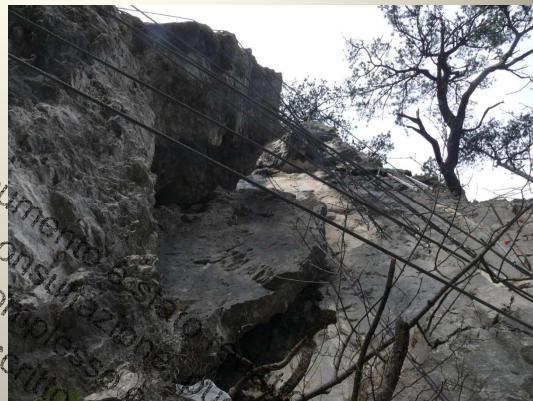




Posizionamento di estensimetri



Grafico degli estensimetri installati in parete

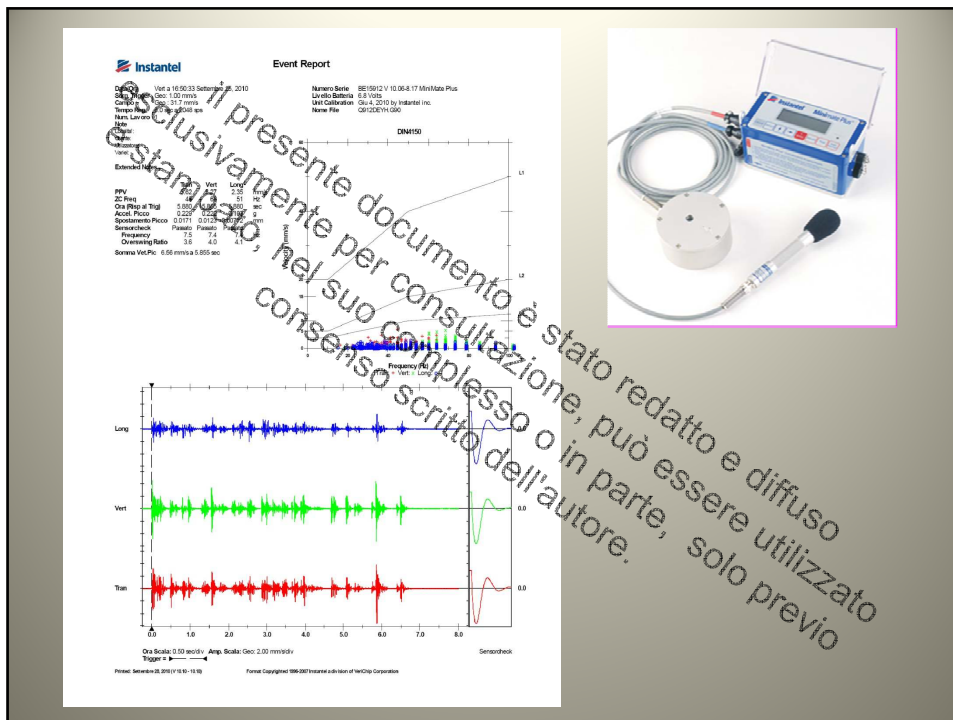


Interventi di miglioramento del fattore di sicurezza con funi e tiranti a barra

Schema del monitoraggio vibrometrico in asse galleria

il presente documento è stato redatto e diffuso esclusivamente per consultazione, può essere utilizzato e stampato, nel suo complesso o in parte, solo previo consenso scritto dell'autore.



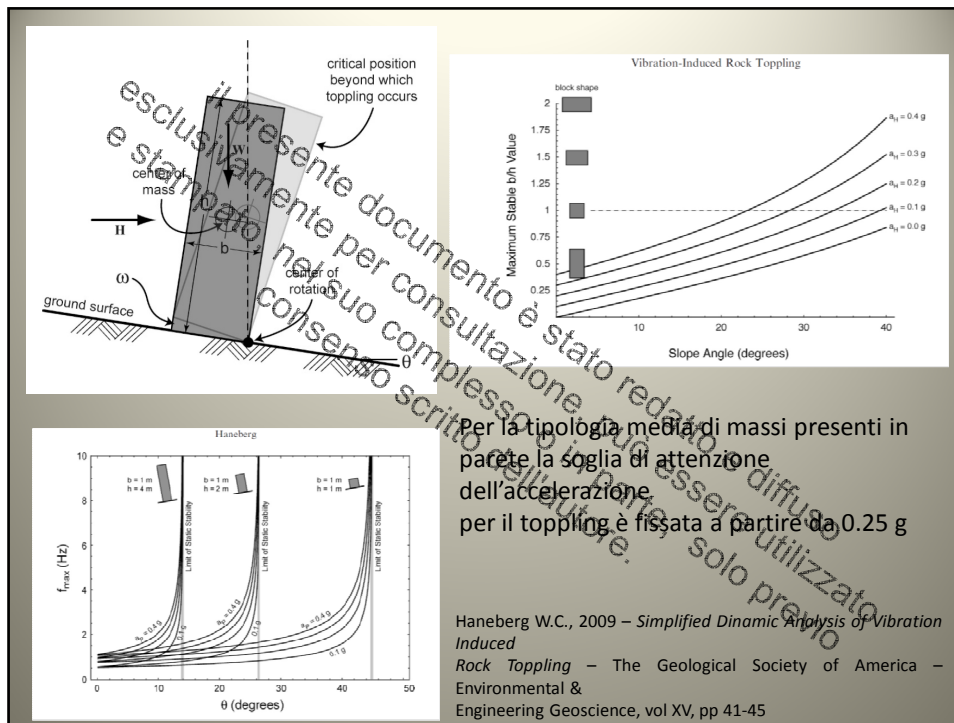


Fattori di instabilità in relazione alla forma del masso

- Dipende dalla forma (rapporto b/h) e non dalla dimensione
- maggior snellezza del prisma comporta maggior instabilità
- maggior angolo alla base del prisma comporta maggiore instabilità
- Condizioni geologiche e geomeccaniche al contorno

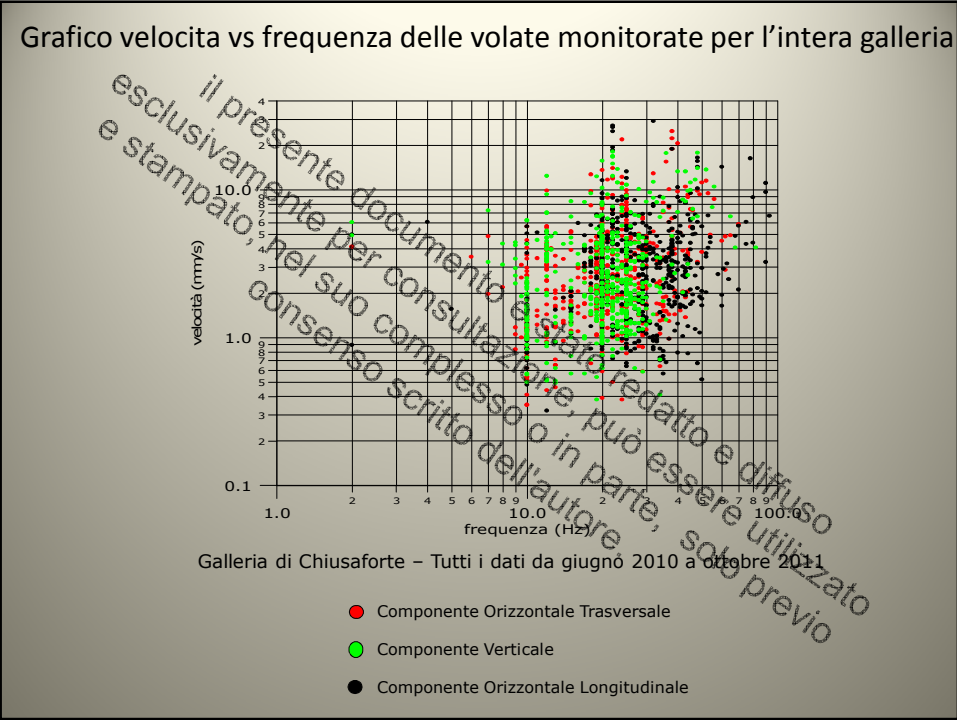
Fattori di instabilità in relazione alla frequenza delle vibrazioni:

- frequenza minore di 4-5 Hz
- I terremoti hanno frequenze minori di 5 Hz
- Gli esplosivi hanno solitamente alte frequenze, tra 10-40 Hz
- In genere si può affermare che prismi alti e snelli in parete sono più soggetti al toppling in seguito a sismi con basse frequenze, mentre sono poco suscettibili alle alte frequenze, a parità di velocità.



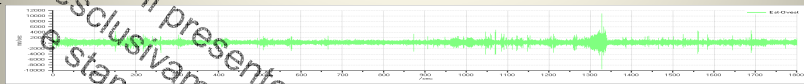
Parametri da monitorare

- Sulla base della bibliografia, delle condizioni della parete, di test eseguiti nel corso delle prime volate e dell'esperienza sono stati considerati i seguenti valori soglia di attenzione
- Frequenze minori di 5 Hz
- Velocità particelle maggiori di 20 mm/sec
- Accelerazioni maggiori di 0,25 g
- Spostamento estensimetri maggiori di 20 mm



Conclusioni

- per la gestione della caduta massi da versante diventa quindi importante tenere sotto controllo le frequenze ed in secondo luogo le velocità delle vibrazioni indotte
- sulla base di studi teorici da bibliografia ed esperienze negli USA per questo cantiere abbiamo fissato dei limiti di attenzione per frequenze più basse di 5Hz e velocità maggiori 20 mm/sec
- sul cantiere è stato eseguito un controllo continuo delle volate che sono state ottimizzate nel corso dei lavori al variare della condizione dell'ammasso roccioso riscontrato in galleria
- il costante lavoro di calibrazione delle volate in galleria per ridurre le vibrazioni ha permesso di ottenere per il settore della parete con massi instabili i seguenti parametri:
 - a) frequenze sempre maggiori di 10Hz
 - b) velocità contenute nell'ambito dei 10 mm/sec più frequentemente entro 2-3 mm/sec
 - c) sostanziale stabilità dei massi monitorati con estensimetri



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

