

**MONITORAGGIO DI POSSIBILI CINEMATISMI NELLA PARETE OVEST
DI UNA CAMERA DI COLTIVAZIONE NEL SOTTERRANEO
SUPERIORE E CONTROLLO DELLE DISCONTINUITA' PRESENTI
SULLA PARETE SUD DEL PILASTRO DEL SOTTERRANEO INFERIORE
DELLA CAVA DENOMINATA "PIASTRAIO" ESERCITA DALLA
SOCIETA' COOPERATIVA CONDOMINI LAVORATORI BENI SOCIALI
DI LEVIGLIANI a r. l.**

Relazione tecnica di aggiornamento dati

Carrara, Gennaio 2021

Premessa

La presente relazione, dopo una sintetica descrizione del sistema di monitoraggio attivato presso la cava denominata "Piastraio", ubicata nel Comune di Lucca (LU), nella primavera del 2016 ed ampliato nel novembre 2020, fornisce l'aggiornamento dei dati raccolti dall'insieme dei sensori installati dalla data della loro attivazione a dicembre 2020.

L'impianto di monitoraggio attivato, nel suo complesso, ha per obiettivi:

- sia il controllo di eventuali dislocazioni lungo una persistente discontinuità, in parte emergente in traccia, sulla parete Ovest di una camera di coltivazione mineraria aperta alla quota di 1312 m s.l.m. sia il controllo della statica del vuoto attraverso il controllo dell'efficacia dei consolidamenti effettuati sulla parete oggetto di studio (figura 1a, b);
- il controllo delle discontinuità interessanti il pilastro posto nel sotterraneo inferiore (figura 2 a,b)

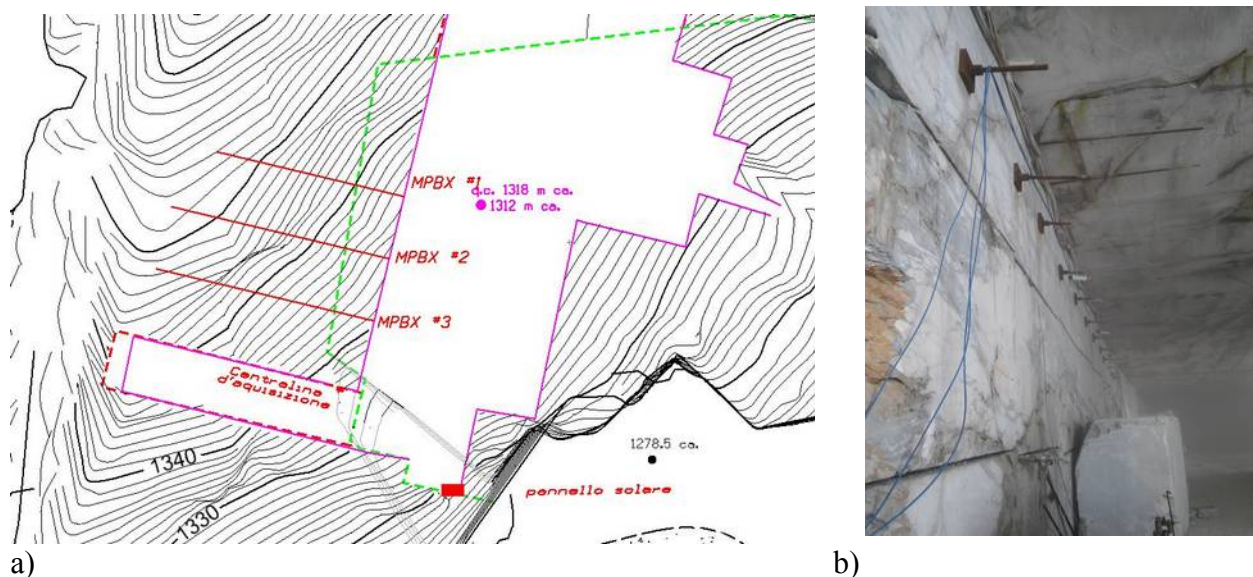


Figura 1: a), planimetria dell'area di coltivazione illustrante il posizionamento degli assi estensimetrici realizzati nonché l'ubicazione della centralina di alimentazione/condizionamento dei sensori e del pannello solare per l'energizzazione dell'intero impianto; b), illustrazione fotografica della parete su cui sono stati eseguiti i fori per la realizzazione degli assi estensimetrici nonché i programmati consolidamenti attivi.

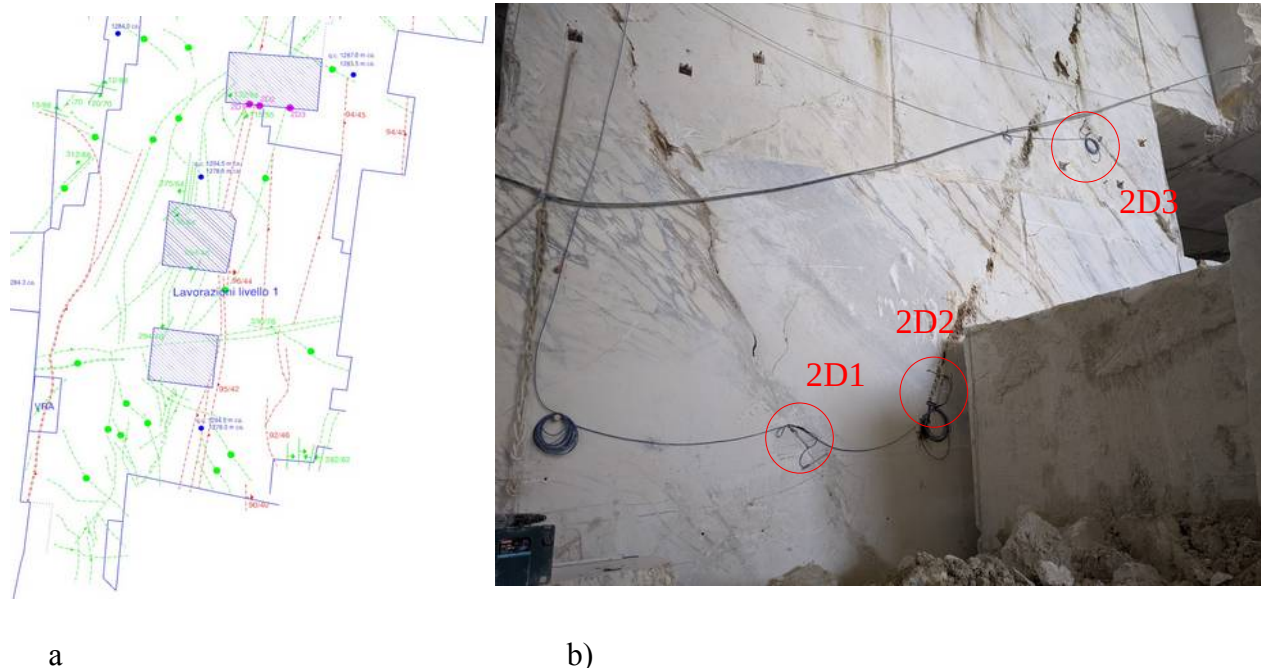


Figura 2: a), planimetria dell’area di coltivazione illustrante il posizionamento delle postazioni fessurometriche (cerchiate in rosso) b), illustrazione fotografica della parete su cui sono stati montati i fessurometri

Descrizione delle attrezzature di monitoraggio installate

Sotterraneo superiore

Il sistema di monitoraggio operante in automatico, attivato nella primavera dell’anno 2016 presso la cava denominata “Piastraio”, ubicata nel Comune di Lucca (LU), presso l’abitato del Comunello di Levigliani consta di 3 “*estensometri*” o “*estensimetri*” (Multi Point Borehole eXtensometer, MPBX) a 3 basi di misura ciascuno, fissate a diverse profondità all’interno di un foro, del diametro pari a circa 84 mm, praticato nel punto di parete e con la direzione prescelti. I sensori di spostamento di cui sono dotate le singole basi di misura eseguono il controllo delle eventuali variazioni di distanza relativa tra la testa dello strumento, posta a bocca-foro e i capisaldi (ancoraggi), disposti lungo lo sviluppo in profondità del foro stesso pertanto, di particolare importanza risulta l’operazione di scelta delle profondità in foro dei singoli ancoraggi. Tutti gli estensimetri multibase sono equipaggiati con sensori di spostamento del tipo a corda vibrante (vibrating wire, VW) aventi base di misura pari a circa 25 mm. Tali trasduttori sono ospitati nella testa di ancoraggio dello strumento di misura che, a sua volta è dotata di specifico termistore per la registrazione in continuo della temperatura, così da valutarne la possibile incidenza sulle letture di spostamento. Le posizioni dei singoli ancoraggi all’interno dei fori appositamente realizzati sono state individuate a seguito di specifiche ispezioni condotte con una specifica sonda televisiva ($\varnothing = 35$ mm) a focale fissa, dotata di apposita corona di led per l’illuminazione del foro. Detto controllo visivo ha quindi consentito da un lato, di indagare lo stato di fratturazione e/o di locale alterazione della roccia lungo l’asse dei fori, dall’altro, come già indicato, il corretto posizionamento delle basi di ancoraggio degli strumenti di misura evitando che le basi di ancoraggio previste fossero fissate in zone di roccia non direttamente isolate da discontinuità.

In maggior dettaglio e con riferimento alla figura 1, sulla parete Ovest del vuoto di coltivazione sotterraneo di quota 1312 m s.l.m. della cava “Piastraio”, sono stati attivati tre

assi estensimetrici paralleli tra loro e di direzione approssimativamente Est – Ovest rispettivamente denominati, da Nord verso Sud, MPBX_1, MPBX_2, MPBX_3. Il primo di detti estensimetri presenta le basi di ancoraggio, contrassegnate con le sigle A1, A2, A3, poste rispettivamente alle profondità in foro di 4,0 m, 10,0 m, 16,5 m all’interno della parete di roccia oggetto di monitoraggio. Il secondo estensimetro (MPBX_2), presenta le sue basi di ancoraggio, sempre contrassegnate dalle sigle A1, A2, A3, alle profondità in foro rispettivamente di 3,0 m, 9,5 m e 22,5 m. Infine il terzo estensimetro (MPBX_3), presenta le sue basi di ancoraggio, ancora una volta contrassegnate dalle sigle A1, A2, A3, rispettivamente alle profondità in foro di 4,0 m, 10,0 m, 16,5 m.

Sotterraneo inferiore

Come accennato in premessa, il sistema di monitoraggio è stato ampliato da 3 postazioni fessurometriche bidimensionali, installate ed attivate nei primi giorni di novembre 2020. Queste, come mostrato in figura 2, sono state installate sulla parete immergente a Sud del terzo pilastro (partendo da S verso N dall’ingresso del sotterraneo inferiore) del sotterraneo.

Ciascuna postazione è costituita da due fessurimetri o “crack meter” montati uno longitudinalmente alla frattura, al fine di controllarne l’eventuale scivolamento, e l’altro trasversalmente alla traccia con lo scopo di controllarne l’eventuale allontanamento/avvicinamento dei lembi di roccia.

Tutte le postazioni fessurometriche sono equipaggiate con sensori a corda vibrante aventi base di misura di 25 mm e dotati di termistore al fine di valutare gli eventuali effetti della temperatura sulle misurazioni ottenute.

Tutti i segnali provenienti dai singoli sensori a corda vibrante installati nella cava “Piastraio”, sono stati fatti convergere, mediante appositi cavi multipolari, a un Multiplexer di accentrimento dei segnali stessi pilotati da un PC embedded della ditta ACME - Systems srl, a sua volta basato sul chip “ARM9 Linux Embedded Module”. Il sistema di condizionamento/acquisizione dati descritto è installato in un contenitore stagno posizionato in prossimità dello spigolo Sud della citata parete Ovest del sotterraneo superiore, in una postazione facilmente accessibile (figura 1). In corrispondenza della postazione di acquisizione dati è stata anche collocata la fonte di energia dell’intero sistema di monitoraggio costituita da un accumulatore al gel di lunga durata da 12 V cc in grado di fornire circa 100 A/h, a sua volta alimentato da apposito dispositivo di ricarica collegato tramite linea elettrica dedicata, ad un pannello solare installato in prossimità della “finestra” Sud del cantiere di coltivazione di quota 1312m s.l.m..

Analisi dei dati raccolti

Con riferimento ai grafici *spostamento – tempo* ottenuti diagrammando le diverse acquisizioni strumentali in funzione del tempo ottenute dal sistema di monitoraggio attivato presso la cava denominata “Piastraio”, ubicata nel Comune di Lucca (LU), e raccolti nell’*Allegato I* alla presente relazione, è possibile evidenziare che il sistema di monitoraggio, nel suo complesso, appare rispondere pienamente ai compiti affidatigli.

Sotterraneo Superiore

Le determinazioni condotte attraverso i 9 trasduttori di spostamento a corde vibranti che compongono i tre Estensimetri multibase installati lungo la parete Ovest della camera in

sotterraneo di coltivazione di quota 1312 m s.l.m., appaiono nel complesso stabili ed affidabili nonostante i consueti disturbi meteorologici occorsi nel periodo di osservazione.

In maggior dettaglio è possibile notare che l'esame dell'andamento degli spostamenti in funzione del tempo dei tre sensori che compongono l'MPBX_1 evidenzia sostanziale stabilità dell'acquisizione durante il periodo di osservazione trascorso. Tutti i sensori di spostamento hanno registrato deboli variazioni in termini di spostamento durante il trimestre di osservazione (IV trimestre 2020) registrando per la base A1 valori in accorciamento di -0,3 mm, -0,9 1 -1,1 mm rispettivamente per le basi A2 e A3.

Anche per il gruppo di tre sensori che costituisce l'MPBX_2, l'esame dell'andamento degli spostamenti registrati in funzione del tempo evidenzia notevole stabilità dell'acquisizione per le basi A1 e A3, mentre leggermente disturbati, ma comunque leggibili per quanto riguarda A2. Il sensore relativo alla base di misura meno profonda non si è mai apprezzabilmente discostato dal suo valore di "zero strumentale", mostrando nel corso degli anni una lieve tendenza alla contrazione (-0,4mm), mentre, gli altri due strumenti evidenziano un andamento concorde che ha condotto allo spostamento massimo registrato in contrazione pari a circa -1,4 mm per A3 e -3,2 mm per A2 nei quattro anni di installazione.

Infine, l'andamento evidenziato dall'esame degli spostamenti in funzione del tempo registrati dai tre sensori che costituiscono l'MPBX_3 mostra, durante il periodo di osservazione trascorso, una sostanziale stabilità delle misurazioni effettuate, solo il sensore relativo alla base A3 è risultato essere soggetto a lievi disturbi, con valore massimo di contrazione delle basi di misura controllate inferiore a -0,8 mm.

Sotterraneo Inferiore

Per quanto riguarda le postazioni fessuometriche 2D1, 2D2 e 2D3 recentemente installate (novembre 2020), le acquisizioni registrate fino ad oggi (dicembre 2020) ed illustrate nei diagrammi *tempo-spostamento* allegati alla presente relazione (Allegato I), mostrano come le misurazioni siano prive di disturbi nelle letture e con valori di spostamento circa uguali a quelli di installazione.

Conclusioni

Il sistema di monitoraggio attivato presso la cava "Piastraio", Levigliani, Lucca (LU), alla data odierna, appare pienamente funzionale nella parte riguardante i sensori e le connesse basi di misura.

Carrara, Gennaio 2021

Il Tecnico
Dot. Ing.
MASSIMO
GARDENAT
N. 689
ORDINE DOTT. ING. GEOMETRI
MASSA CARRARA



ALLEGATO I

Diagrammi *Spostamento – Tempo* ottenuti dalle postazioni di misura
estensimetriche e fessurometriche attivate presso la cava “Piastraio”, Levigliani, Lucca
(*Aggiornamento Dati al IV trimestre 2020*)

