

Salute e sicurezza nell'era digitale: gli impatti di AI, automazione e sistemi digitali intelligenti

Interventi di

Lorenzo Fantini

Luigi Di Marco

Maria Frassine

Michele Giaccaglia

Riccardo Borghetto

Rachele Contiero

Rocco Vitale

Fabrizio Benedetti
e Maria Rosaria Fizzano

Domenico Savino

Luca Bonfante,
Luca Mongiardini
e Andrea Parri

Giovanna Prandini,
Gino Mainardi
e Maria Frassine

Cristian Pasini
e Stefano Farina

Paolo Orlando Ferrara
e Davide Marchesin

Rubrica

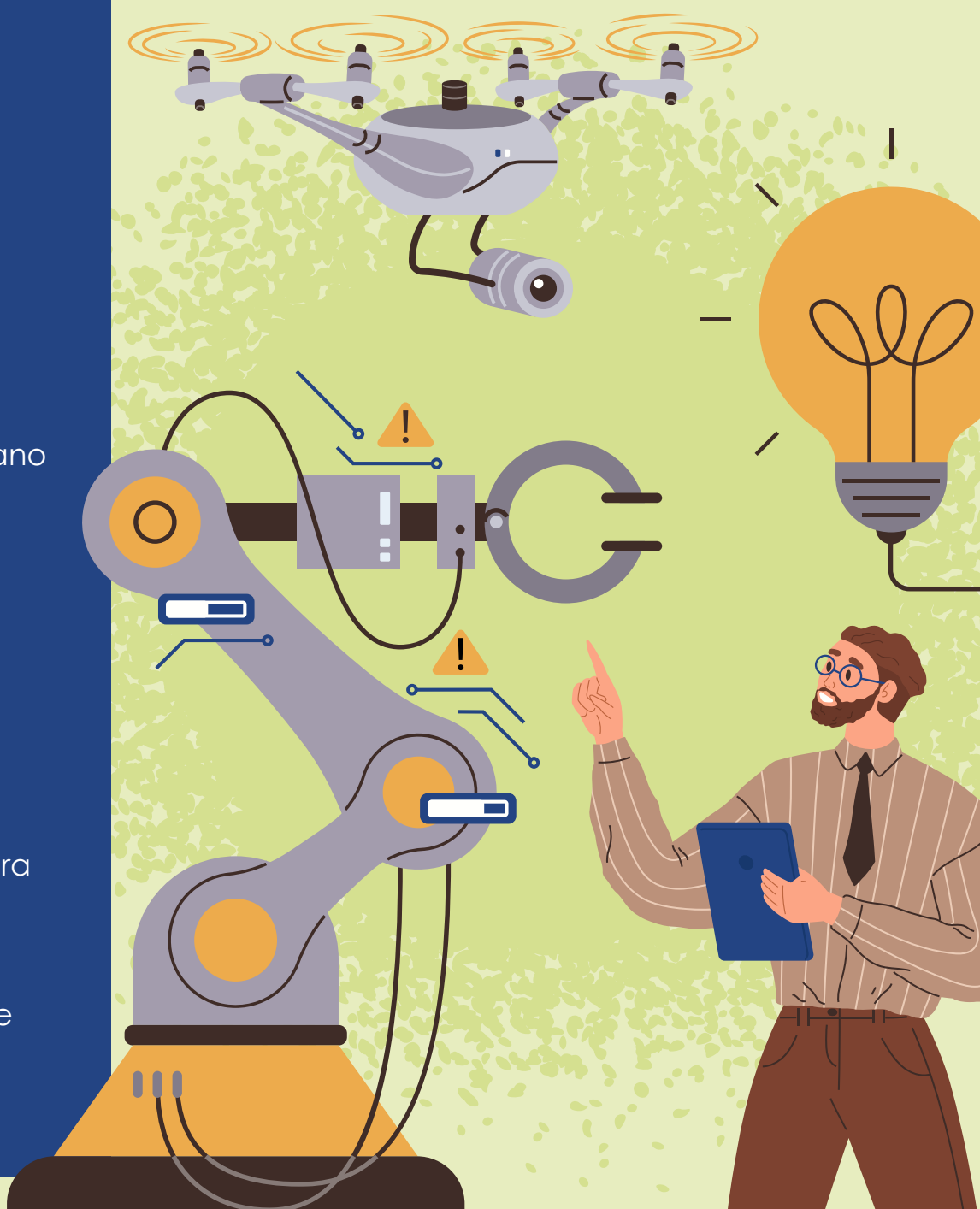
"FormArtista"

di Andrea Cirincione

Il punto

sulla **Sostenibilità**

di Milos Skakal



Quaderni della sicurezza

Rivista scientifica trimestrale
Salute e Sicurezza nei Luoghi di Vita e di Lavoro
Direttore: Lorenzo Fantini

aifos



Salute e sicurezza nell'era digitale: gli impatti di AI, automazione e sistemi digitali intelligenti

L. Fantini

Editoriale

5



L. Di Marco

Gli impegni per un'IA
etica e affidabile dalla
governance globale,
all'UE, all'Italia

7



M. Giaccaglia

Intelligenza artificiale
e lavoro: interrogativi
ancora aperti, nuove
prospettive e ruolo del
giurista

20



Il punto sulla **SOSTENIBILITÀ**
Aspen institute:
sei aziende italiane
su dieci usano l'AI,
ma serve più
formazione

90



M. Frassine

Sfide e cambiamenti
della salute e sicurezza
sul lavoro
nell'era digitale
I buoni esempi ci sono

11



a cura di **Milos Skakal**

P. O. Ferrara e D. Marchesin

Organizzazione
del lavoro e buone
prassi per
l'inserimento di
lavoratori sordi in
una realtà di
magazzino

80



C. Pasini e S. Farina

Soluzione tecnica
per la riduzione del
rischio in cantieri
con volumi di roccia
instabil

70



Andrea Cirincione

FormArtista Bottega di Arte per la Formazione

86

Il codice di Mondrian per
la sicurezza nell'era digitale

R. Borghetto

Dalla prevenzione
all'anticipazione:
l'IA entra nella
gestione HSE

25



R. Contiero

Tecnologie
indossabili, intelligenza
artificiale e prevenzione
del rischio lavorativo:
opportunità
e sfide

32



F. Benedetti e M. R. Fizzano

Smart Dpi e intelligenza
artificiale: la nuova
frontiera della sicurezza
sul lavoro

46



R. Vitale

Come interagisce
l'Intelligenza
Artificiale nel
lavoro e nella
sicurezza

39



D. Savino

Automazione dei
compiti e riduzione
dell'impatto ergonomico
L'esperienza di Honda
come eccellenza per la
sicurezza

52



G. Prandini, G. Mainardi e M. Frassine

Digitalizzazione e
precision farming nei
lavori in vigna per
la sicurezza e il
benessere dell'uomo.
L'esperienza di
Perla del Garda

63



L. Bonfante, L. Mongiardini e A. Parri

Approccio
human-centric
per la valutazione
dell'introduzione di
esoscheletri
occupazionali a
supporto dei
lavoratori

57





EDITORIALE

a cura di [Lorenzo Fantini](#)¹



Viviamo un'epoca di cambiamento profondo, in cui la trasformazione digitale sta ridisegnando in modo radicale non solo i processi produttivi e organizzativi, ma anche il modo stesso in cui concepiamo il lavoro, le relazioni e la sicurezza. Intelligenza artificiale, automazione e sistemi digitali intelligenti non appartengono più alla sfera del domani: sono ormai realtà quotidiane che entrano nelle fabbriche, negli uffici, nei servizi e persino nelle case, influenzando la vita di milioni di lavoratori.

Questo terzo numero dei Quaderni Aifos nasce proprio dall'esigenza di interrogarsi su tali trasformazioni e di comprenderne l'impatto sul tema che da sempre ci sta più a cuore: la salute e sicurezza sul lavoro. L'iniziativa si colloca nel quadro delle priorità indicate dalla campagna EU-OSHA, che da anni offre spunti preziosi per affrontare i nuovi rischi emergenti. Se nel [Quaderno 3](#) dello scorso anno avevamo dato spazio ad altri ambiti fondamentali della

campagna, oggi poniamo l'attenzione su ciò che maggiormente caratterizza l'attuale fase storica: gli impatti di AI, l'automazione dei compiti e i sistemi digitali intelligenti come strumenti e come sfide per la prevenzione.

I vantaggi offerti da queste tecnologie sono evidenti: algoritmi di intelligenza artificiale possono individuare anomalie e situazioni di pericolo con anticipo, i sistemi di monitoraggio intelligente consentono un controllo costante e capillare delle condizioni ambientali, la robotica collaborativa riduce l'esposizione dei lavoratori a compiti ripetitivi o rischiosi. In altre parole, l'innovazione può diventare una grande alleata della sicurezza, se usata in modo corretto e consapevole.

Eppure, accanto alle opportunità, emergono anche nuove criticità. L'iperconnessione porta con sé rischi di stress e sovraccarico cognitivo; la gestione dei dati sensibili apre interrogativi sulla tutela della privacy; la

¹ Direttore dei Quaderni della sicurezza Aifos. Avvocato giuslavorista, già dirigente divisioni salute e sicurezza del Ministero del lavoro e delle politiche sociali tra il 2003 e il 2013.



dipendenza crescente dai sistemi automatizzati solleva dubbi su responsabilità e decisioni in caso di incidenti o malfunzionamenti. Inoltre, l'evoluzione tecnologica accelera la trasformazione delle competenze richieste ai lavoratori, creando possibili squilibri e nuove forme di vulnerabilità.

In questo contesto diventa inevitabile allargare lo sguardo oltre la dimensione tecnica e affrontare anche la questione etica. Le tecnologie non sono mai neutrali: riflettono scelte, priorità e valori. È quindi fondamentale garantire che l'introduzione dell'intelligenza artificiale e dei sistemi digitali intelligenti avvenga in modo trasparente, inclusivo e rispettoso della dignità umana. Qui si innesta un legame forte con i principi dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite, che pone tra i suoi obiettivi la promozione del lavoro dignitoso, la riduzione delle disuguaglianze e la costruzione di società più eque e sostenibili.

Il nostro compito, come comunità che si occupa di formazione e prevenzione, è accompagnare questo processo con spirito critico e costruttivo: non opporsi al cambiamento, ma imparare a governarlo con responsabilità. Serve un

approccio integrato che unisca competenza tecnica, sensibilità etica e capacità di visione. Solo così sarà possibile costruire ambienti di lavoro sicuri non solo sul piano fisico, ma anche su quello sociale e valoriale.

La cultura della prevenzione, che è da sempre al centro della missione di Aifos deve estendersi ora anche al mondo digitale: una prevenzione che non si limita a proteggere dai rischi evidenti, ma che sa leggere in anticipo i segnali di cambiamento, che mette al centro la persona e che riconosce nella tecnologia un mezzo e non un fine.

In fondo, il futuro che vogliamo costruire dipende dalle scelte che compiamo oggi. Un futuro in cui la tecnologia non sostituisce il lavoro umano, ma lo valorizza; in cui l'automazione non cancella la dignità, ma la rafforza; in cui l'intelligenza artificiale diventa un alleato della sicurezza e della sostenibilità.

Con questo spirito, invitiamo i lettori a esplorare le pagine di questo Quaderno, a lasciarsi stimolare dalle riflessioni e dalle esperienze raccolte, e soprattutto a diventare protagonisti di un cambiamento che non possiamo subire, ma che dobbiamo guidare.



SOLUZIONE TECNICA PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IN CANTIERI CON VOLUMI DI ROCCIA INSTABILE

Autori: [Cristian Pasini](#)¹ e [Stefano Farina](#)²



#FRANA #ESCAVATORE
#RADIOCOMANDO #CANTIERE
#SICUREZZA

ABSTRACT

Lil contributo presenta l'esperienza dell'azienda ZA S.r.l. per la messa in sicurezza di una parete rocciosa e bonifica dei volumi instabili mediante demolizione con mezzi meccanici tramite uso di escavatore radiocomandato. Un progetto presentato come buona prassi nell'ambito dell'ultima campagna europea promossa da EU-OSHA.

PREMESSA

In data 11 febbraio 2024, all'altezza del km. 31 della Strada Statale di Loppio e Val di Ledro si è abbattuta una frana che ha bloccato la viabilità della Val di Ledro e dei percorsi di attraversamento tra alcune valli del Trentino.

Interrompendo la viabilità principale, per la popolazione era l'unica alternativa di circumnavigare il Lago di Ledro con tempi di percorrenza aumentati tra i 20 ed i 40 minuti in base agli orari e al traffico. Un ulteriore

problema riguardava invece la viabilità di mezzi pesanti (sopra le 7,5 ton.) il cui percorso alternativo, a causa della deviazione necessaria, era di oltre 100 km.

Dopo i primi interventi di verifica e creazione di un piccolo sperone di contenimento della frattura che aveva generato la frana, è emersa la necessità di provvedere ad una totale messa in sicurezza del versante roccioso a monte della strada per una lunghezza di circa 100 metri.

¹ P.i.: Direttore Tecnico ZA S.r.l.

² Geometra, Coordinatore Sicurezza cantieri.





La frana.

IL CONTESTO IN CUI SI DOVEVA OPERARE

L'analisi del contesto ambientale evidenziava un insieme di situazioni che andavano considerate nella progettazione dei lavori e della sicurezza degli addetti.

Analizziamoli in dettaglio:

■ Posizione della frana

La frana caduta era posizionata appena sopra la sede stradale, ma non si poteva escludere che a monte vi fossero altre masse instabili non direttamente percepibili nel corso dei sopralluoghi.



La frana.

■ Il lago di Ledro

Il tratto di strada oggetto dei lavori era a picco sul lago di Ledro.

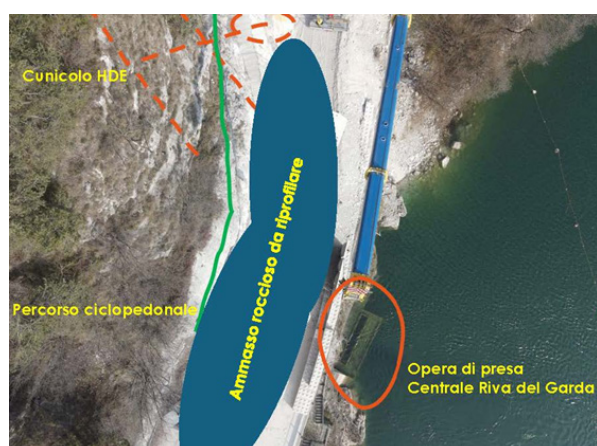


Inquadratura fotografica

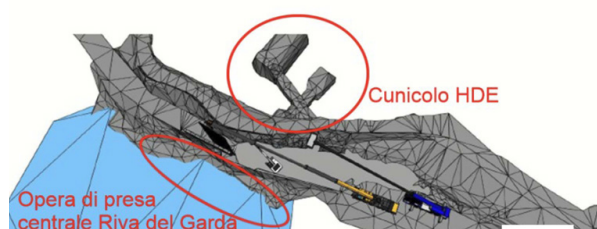
■ Cunicolo ed opere di presa

La zona sottostante la strada oggetto dei lavori era interessata dalla presenza di due opere di presa idrica di alimentazione della Centrale Idroelettrica di Riva del Garda. La zona retrostante la strada oggetto dei

lavori era interessata dalla presenza dei cunicoli di manovra delle opere di presa della Centrale che in alcuni punti erano quasi aderenti al paramento roccioso a margine della strada.



Inquadramento



Estratto dai documenti sicurezza

■ Ulteriori vincoli

A monte della frana era presente un percorso ciclopeditonale (parzialmente interessato dal crollo), su tale percorso erano ubicati sottoservizi strategici (rete fibre ottiche), mentre alla base della frana era indicato un cavidotto interrato ad alta tensione (20.000 Volt).

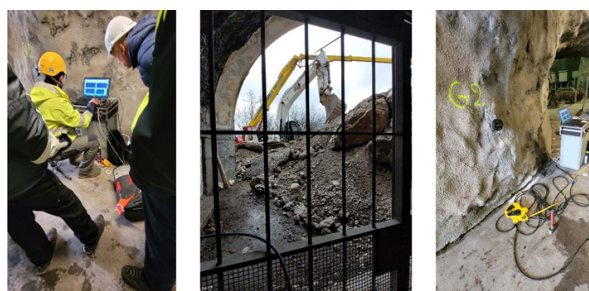
■ Attese

In considerazione del disagio per la popolazione e le ditte, la spinta mediatica per l'esecuzione dei lavori in tempi ristrettissimi era molto elevata.

ANALISI, VERIFICHE E SCELTE OPERATIVE

Preliminarmente all'avvio dei lavori, sono state effettuate varie valutazioni relative all'impatto che le attività avrebbero potuto avere rispetto alla stabilità e alle funzionalità del sistema delle condotte di alimentazione della centrale idroelettrica di Riva del Garda (opere di presa, paratie, sistemi di controllo, ecc.). Fermo restando l'impossibilità di utilizzo di esplosivo, da tali verifiche è risultato che erano da escludere anche attività eseguite con sistemi di demolizione della roccia a percussione, ad esempio:

- utilizzo di escavatore munito di martello demolitore, da escludersi per le elevate vibrazioni verso il sistema roccioso;
- martello manuale, da escludersi per aspetti legati alla sicurezza ed anche per i volumi di roccia da demolire ed i relativi tempi di lavoro che avrebbero avuto una durata superiore ai 12 mesi.



La finestra del cunicolo HDE testimonia la scarsa copertura rocciosa nell'area oggetto dei lavori e la necessità di evitare qualsiasi vibrazione che avrebbe portato al collasso del cunicolo.

In pratica il sistema da adottare doveva:

- limitare la ricaduta di materiali all'interno del lago, sia per gli aspetti ambientali, che per la presenza delle opere di presa;
- limitare le vibrazioni indotte all'ammasso roccioso per evitare danni alle paratie, ai sistemi di comando delle stesse e in generale al cunicolo presente;
- permettere di raggiungere con il braccio dell'escavatore le zone di fresatura, comprese quelle superiori poste in adiacenza alla pista ciclo-pedonale danneggiata;
- garantire la sicurezza degli operatori, sia per quanto riguardava il rischio di venire coinvolti da eventuali ulteriori distacchi rocciosi, sia dal rischio di caduta del mezzo meccanico all'interno del lago;
- garantire tempi di esecuzione dei lavori tali da ridurre il disagio dovuto alla chiusura della strada.

Ovvero un insieme di fattori che combinati tra loro non erano di facile risoluzione.

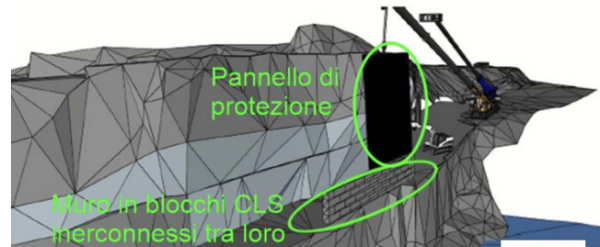


Estratto dai documenti sicurezza.

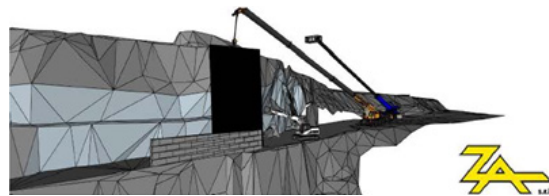
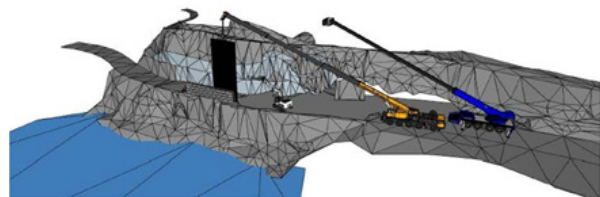
A questo punto l'analisi e le valutazioni fatte hanno portato allo studio di un sistema che permettesse di rispettare tali necessità e la scelta è ricaduta :

- sull'utilizzo di sistema con testa fresante installata sul braccio di un escavatore di grosse dimensioni;
- sul posizionamento di un pannello di ritenuta dei materiali fresati;
- sull'utilizzo di un escavatore radiocomandato con operatore su piattaforma di lavoro esterna;

- sul posizionamento di un muro temporaneo di blocchi in CLS interconnessi tra loro per poter permettere all'escavatore di raggiungere tutte le zone di fresatura.

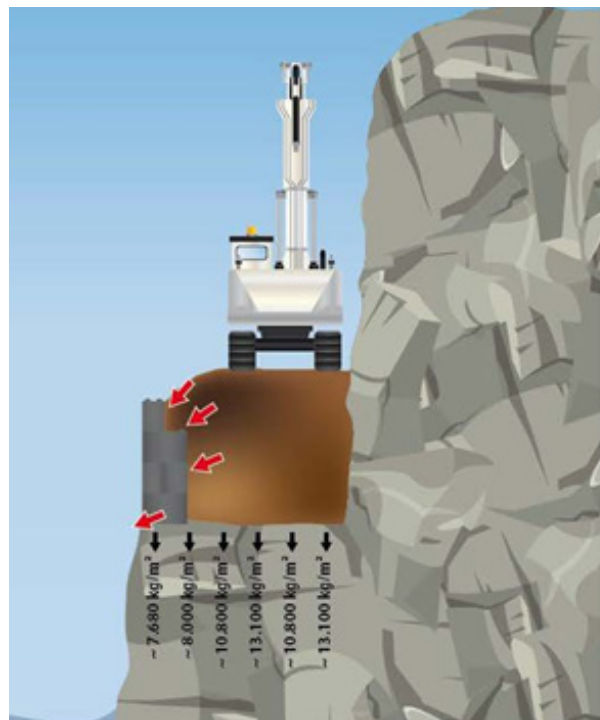


Estratto dai documenti sicurezza



Estratto dai documenti sicurezza:

- Escavatore radiocomandato.
- Operatore radiocomando posizionato su PLE.
- Nell'area opera di presa HDE - Posizionamento schermo di protezione della proiezione materiali verso il lago e sottostanti opere di presa HDE.



Ripartizione carichi sulla piattaforma stradale.



Muro temporaneo di contenimento materiali per innalzamento quota di lavoro.

L'ATTIVITÀ SVOLTA

Una volta completate le verifiche e predisposta la relativa documentazione, i lavori sono stati eseguiti nel pieno rispetto delle previsioni progettuali della sicurezza e in particolare sono stati utilizzati:

- escavatore radiocomandato di massa operativa superiore ai 350 q.li;
- autogru 2500 ton. con braccio da 100 metri;
- varie PLE (la principale con braccio da 60 metri).



Testa fresante.

L'attività di fresatura è iniziata a fine febbraio ed è terminata il 13 aprile.

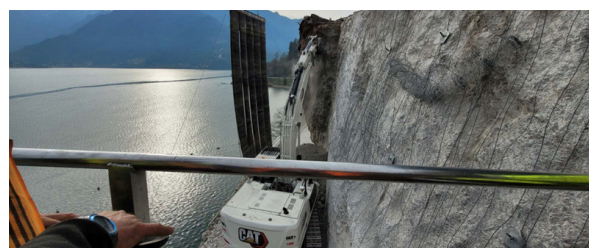
Durante i lavori l'operatore ha sempre operato in piattaforma, in questo modo oltre all'efficace riduzione dei rischi in caso di cedimenti dell'ammasso roccioso (seppellimento) o della piattaforma stradale (ribaltamento nel lago), sono stati totalmente eliminati anche i rischi per l'operatore legati all'esposizione a rumore e vibrazioni.



Lavorazioni

In rosso la zona della frana.

Nel cerchio verde l'operatore su PLE con mezzi /cestello posizionati fuori dalla zona di possibile ricaduta materiali.



Tra i vincoli imposti dal Piano di Sicurezza e coordinamento vi era il divieto assoluto di posizionare la PLE al di sotto dell'area di eventuale ricaduta del braccio autogrù (in caso di cedimento o manovre errate).



Interferenze

Il piazzamento delle attrezzature (PLE ed autogrù) teneva conto:

- del divieto di sovrapposizione tra bracci;
- del possibile sbandamento braccio autogrù in caso di ricaduta di grosse masse rocciose.

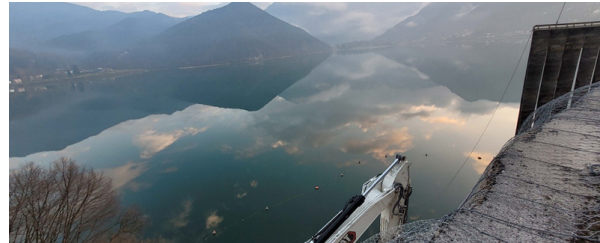


I lavori di fresatura o di bonifica venivano eseguiti solo in orari diurni, mentre in orario serale/notturno si provvedeva alla rimozione del materiale fresato (solo previa bonifica del versante roccioso).



L'attività è stata continuativa 7 giorni su 7, con esclusione del giorno di Pasqua e Pasquetta.

L'attività del CSE è stata con presenza giornaliera e pianificazione attività di cantiere su base di 3 giorni. Tale pianificazione veniva concordata con le imprese.



Verso la fine del pomeriggio di domenica 24 marzo, durante l'attività di fresatura, si è verificata una seconda frana che non ha coinvolto l'operatore in quanto posizionato a distanza di sicurezza sulla PLE. Tale frana ha danneggiato il muro sottostante, la piattaforma stradale e le protezioni installate.



La seconda frana: domenica 24 marzo 2024.





La seconda frana.

A seguito della seconda frana si è reso necessario provvedere:

- alla messa in sicurezza dell'area;
- ad un'ulteriore bonifica del versante;
- alla ricostruzione del muro.



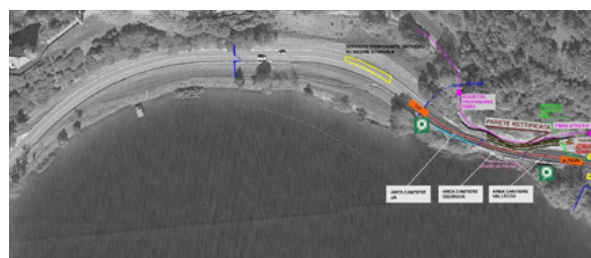
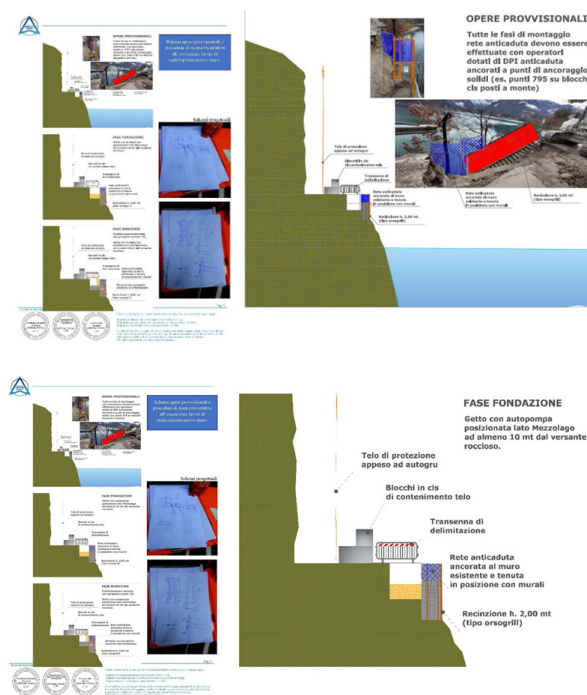
Lunedì mattina: spostamento escavatore sul lato opposto della frana.

Trasporto eccezionale: 5h e 30 minuti di viaggio.



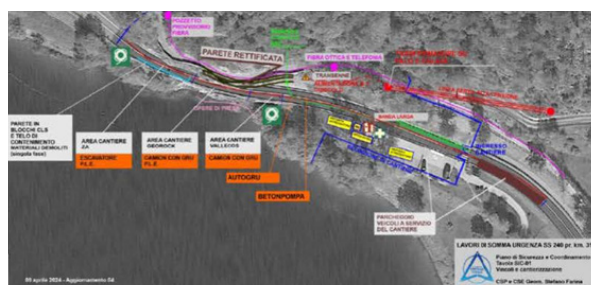
Pannello di contenimento

Per la tutela dei lavoratori che eseguivano i lavori di ripristino del muro della piattaforma stradale nell'area della seconda frana.



Ultimazione fase di demolizione del paramento roccioso ed attività successive.

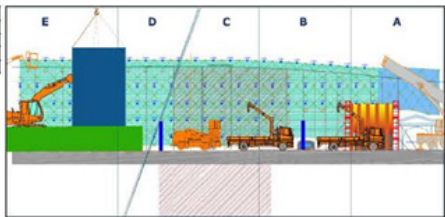
MODALITÀ DI GESTIONE DELLE SEQUENZE OPERATIVE NELL'ULTIMA FASE DELLA FRESATURA



Nuovo layout indicativo di cantiere.

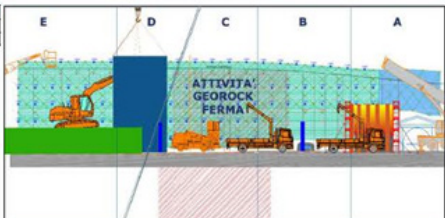
previsione	venerdì 12 aprile 2024	pomeriggio
	sabato 13 aprile 2024	tutto il giorno
A	VALLECOS	armo e cassetatura sotto (seconda fase)
C	GEOROCK	esecuzione chiodi
E	ZA	fresatura

Note: 1/1



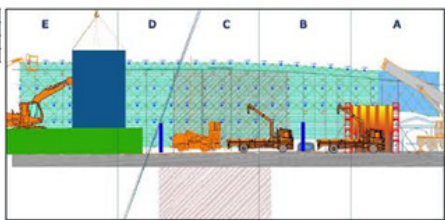
previsione	domenica 14 aprile 2024	tutto il giorno
A	VALLECOS	armo e cassetatura sotto (seconda fase)
C	GEOROCK	esecuzione chiodi
E	ZA	fresatura

Note: 1/1



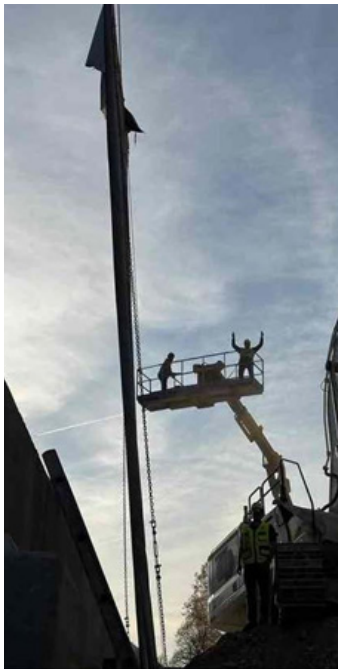
previsione	lunedì 15 aprile 2024	tutto il giorno
A	VALLECOS	armo e cassetatura sotto (seconda fase)
C	GEOROCK	esecuzione chiodi
E	ZA	fresatura

Note: 1/1

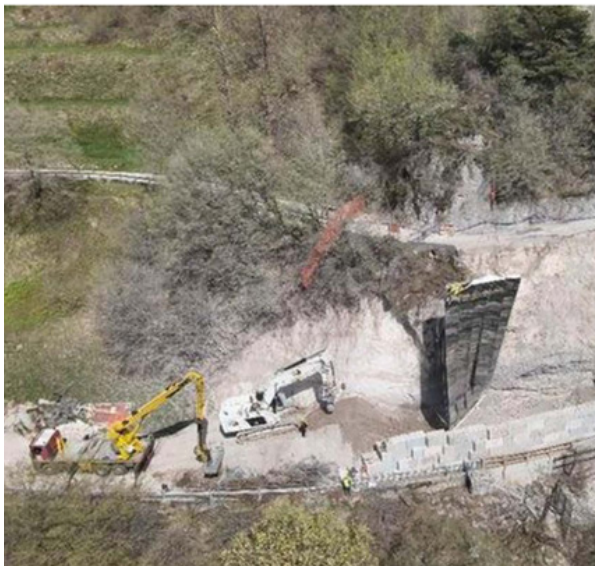


GIORNI SUCCESSIVI

Proseguono: fresatura, realizzazione sotto, chiusure, paramassi, ecc... Da verificare compatibilità spaziale tra le varie lavorazioni.
Si propone incontro di analisi e verifica per lunedì 15 aprile 2024.



13 aprile - Fine della riprofilazione della parete rocciosa.





16 aprile - Foto di rito alla rimozione del cantiere ZA.



Visita delle autorità al cantiere.

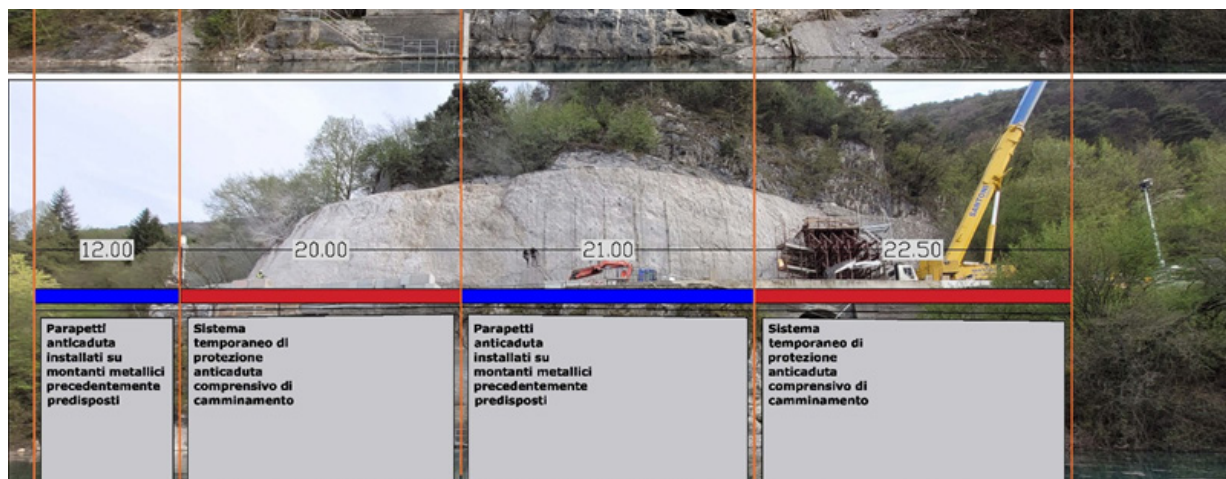


Omaggio goliardico al coordinatore per la sicurezza.



I lavori sono proseguiti con le altre attività necessarie per la totale messa in sicurezza della piattaforma stradale, con una prima

riapertura parziale nel mese di maggio (senso unico alternato) e termine dei lavori a fine giugno 2024.





Piccola rassegna stampa sui lavori (ogni attività era sotto i riflettori).



Piccola rassegna stampa alla fine dei lavori.

I DATI DEL CANTIERE

Lavori di somma urgenza per la messa in sicurezza della parete rocciosa a margine della ss 240 di Loppio e val di Ledro e il ripristino della sede viabile in prossimità della pr. Km 31,000 circa.

Committente:

Provincia Autonoma di Trento - Servizio Gestione Strade

R.U.P.:

Ing. Filiberto Bolego - Servizio Gestione Strade della Provincia Autonoma di Trento

Direttore dei Lavori:

P.I. Luca Romei - Servizio Gestione Strade della Provincia Autonoma di Trento

Geologo:

Matteo Zumiani - Servizio Geologico della Provincia Autonoma di Trento

Coordinatore in fase di Progettazione:

Geometra Stefano Farina

Coordinatore in fase di Esecuzione:

Geometra Stefano Farina

Impresa affidataria delle opere di messa in sicurezza della parete rocciosa e bonifica dei volumi instabili mediante demolizione con mezzi meccanici:

ZA S.r.l. - Località Mala - Nago Torbole (TN)

Impresa affidataria delle opere di Perforazioni e consolidamento:

GEOROCK S.r.l., Fraz. Borzago - Spiazzo (TN)

Impresa affidataria delle opere strutturali:

Vallecos di Leonardi Claudio S.n.c. - Ledro (TN)





Quaderni della sicurezza Aifos

Quaderni della sicurezza

Rivista scientifica trimestrale
Salute e Sicurezza nei Luoghi di Vita e di Lavoro
Direttore: Lorenzo Fantini



aifos.it