Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Commissione federale di coordinamento per la sicurezza sul lavoro CFSL

Direttiva **CFSL**

Nr. 6514

Direttiva Lavori sotterranei

del 29. ottobre 2026

Si è tenuto conto delle modifiche a leggi e ordinanze intervenute fino al 14. settembre 2026

CFSL 6514.i – 10.26

Note introduttive

Gli obiettivi della sicurezza della presente direttiva CFSL sono indicati principalmente nelle seguenti leggi e ordinanze:

- Legge federale sull'assicurazione contro gli infortuni (LAINF)
- Ordinanza sulla prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali (OPI)
- Ordinanza sulla sicurezza e la protezione della salute dei lavoratori nei lavori di costruzione (OLCostr)

La direttiva «Lavori sotterranei» della CFSL spiega come raggiungere questi obiettivi di protezione. Le disposizioni di legge riportate testualmente sono inserite in un riquadro a sfondo grigio.

Il ruolo e l'importanza delle direttive CFSL sono descritti come segue:

OPI, art. 52a, cpv. 1–3 Direttive della commissione di coordinamento

[1] Per assicurare un'applicazione uniforme e adeguata delle prescrizioni concernenti la sicurezza sul lavoro, la commissione di coordinamento può elaborare direttive. Essa tiene conto del diritto internazionale in materia.

[2] Se il datore di lavoro si attiene alle direttive, si presume che adempia alle prescrizioni concernenti la sicurezza sul lavoro concretate dalle direttive medesime.

[3] Il datore di lavoro può ottemperare alle prescrizioni concernenti la sicurezza sul lavoro in modo diverso da quello previsto dalle direttive se dimostra che la sicurezza dei lavoratori è parimenti garantita.

Sommario

1 Basi legali 6

2 Norme e documentazione tecnica 7

3 Scopo e campo d'applicazione 7
3.1 Scopo 7
3.2 Campo d'applicazione 7
3.3 Notifica di lavori sotterranei 8

4 Definizioni 8
4.1 Formazione 9
4.2 Istruzione 9
4.3 Interruttore di arresto d'emergenza 9
4.4 Autorespiratori ad ossigeno 9
4.5 Illuminazione d'emergenza 9
4.6 Fumi di volata 10
4.7 Sistema d'allarme di gas naturale 10
4.8 Sistema di registrazione degli accessi 10
4.9 Rifugi 10
4.10 Sistemi di accesso ai pozzi 11
4.11 Valori MAC 11
4.12 Condotta di ventilazione 11
4.13 Settore L1* (SIA 118/198) 11
4.14 Resistenza precoce 12

5 Piano di sicurezza e di protezione della salute 12
5.1 Formazione, istruzione, informazione 13
5.2 Individuazione dei pericoli, valutazione dei rischi 14

6 Protezione antincendio 17
6.1 Utilizzo e stoccaggio di sostanze infiammabili ed esplosive 17
6.2 Attrezzature di lavoro con sistemi idraulici 18
6.3 Nastri trasportatori 19
6.4 Accumulatori 19
6.4.1 Osservazioni generali 19
6.4.2 Accumulatori agli ioni di litio 19
6.5 Materiale di spegnimento 21

7	**Evacuazione e soccorso**	**22**
7.1	Requisiti generali	23
7.2	Sistemi di allarme e di comunicazione	24
7.3	Vie di fuga e di soccorso, luoghi di rifugio sicuri	24
7.4	Materiale sanitario e di soccorso	26
7.5	Indumenti ad alta visibilità	26
8	**Illuminazione / Illuminazione di emergenza**	**27**
8.1	Illuminazione	27
8.2	Illuminazione di emergenza	27
9	**Installazioni tecniche di cantiere**	**28**
9.1	Misure di protezione nel caso di installazioni tecniche	29
9.2	Protezione in presenza di traffico ferroviario o stradale	29
9.2.1	Traffico ferroviario	30
9.2.2	Traffico stradale	30
9.3	Approvvigionamento energetico ridondante	31
9.3.1	Sistemi di accesso ai pozzi	31
9.3.2	Sistemi d'allarme di gas naturale	32
9.3.3	Sistemi di comunicazione	32
9.3.4	Impianti per la produzione di aria compressa durante i lavori in ambiente pressurizzato	32
9.3.5	Ventilatori in caso di pericolo di esplosione di gas metano	32
9.3.6	Illuminazione	32
9.3.7	Pompe in caso di pericolo di allagamento delle vie di fuga e di soccorso	33
10	**Ventilazione, depolverizzazione, raffreddamento**	**33**
10.1	Piano di ventilazione	34
10.2	Concezione e dimensionamento della ventilazione	35
10.3	Installazione ed esercizio dell'impianto di ventilazione	35
10.4	Monitoraggio della qualità dell'aria	35
10.5	Polvere	36
10.6	Riduzione al minimo delle emissioni dei motori diesel	36
10.7	Fumi di volata	37
10.8	Condizioni climatiche	38

11 Trasporto e circolazione 39
11.1 Trasporto 39
11.2 Arresto tempestivo dei mezzi di trasporto 39
11.3 Dispositivo di uomo morto nei mezzi di trasporto 40
11.4 Carreggiate 40
11.5 Evitare le collisioni 41
11.6 Visibilità 42
11.7 Impianti per il trasporto verticale 42
11.8 Trasporto di persone 43
11.9 Vie di passaggio pedonali 44
11.10 Sistemi di trasporto senza conducente (AGV). 44

12 Avanzamento e messa in sicurezza della cavità 45
12.1 Pianificazione del metodo di avanzamento e della sezione della galleria 45
12.2 Misure di protezione. 46
12.3 Scelta delle installazioni tecniche per la messa in sicurezza dello scavo 47
12.4 Requisiti delle fresatrici a sezione piena 47
12.5 Rimozione di parti di roccia pericolanti durante l'avanzamento con esplosivi 48
12.6 Requisiti relativi alla persona responsabile sul posto 49

13 Approvazione 50

Allegato 1 51

1 Basi legali

Le leggi e le ordinanze sono aggiornate soltanto fino al momento di andare in stampa. È valida di volta in volta la versione giuridicamente rilevante al momento dell'applicazione.

- **Legge federale sull'assicurazione contro gli infortuni (LAINF)**
  del 20 marzo 1981, RS 832.20 (stato 1° gennaio 2024)
  L'articolo 82 capoverso 1 della LAINF stabilisce che per prevenire gli infortuni professionali e le malattie professionali, il datore di lavoro deve prendere tutte le misure necessarie per esperienza, tecnicamente applicabili e adatte alle circostanze.

- **Ordinanza sulla prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali (Ordinanza sulla prevenzione degli infortuni, OPI)**
  del 19 dicembre 1983, RS 832.30 (stato 1° maggio 2018)
  Per i lavori sotterranei, diversi articoli dell'OPI contengono prescrizioni d'esecuzione relative al citato requisito fondamentale della LAINF. Si tratta segnatamente degli articoli 6a, 8, 24, 30, 32a, 33, 34, 41, 42 e 44.

- **Ordinanza sulla sicurezza e la protezione della salute dei lavoratori nei lavori di costruzione (Ordinanza sui lavori di costruzione, OLCostr)**
  del 18 giugno 2021, RS 832.311.141 (stato 1° gennaio 2024)
  Per i lavori sotterranei, anche diversi articoli dell'OLCostr contengono prescrizioni d'esecuzione relative al citato requisito fondamentale LAINF. Si tratta segnatamente degli articoli 3, 4, 5, 6, 8, 9, 16, 30, 33, 34, 37, 38, 39, 40 e 87–101 (capitolo 8).

- **Ordinanza concernente la sicurezza nell'uso delle gru (Ordinanza sulle gru)**
  del 27 settembre 1999, RS 832.312.15 (stato 1° settembre 2023)

2 Norme e documentazione tecnica

La documentazione tecnica e le norme rilevanti sono riportate nell'allegato 1.

3 Scopo e campo d'applicazione

3.1 Scopo

Lo scopo della presente direttiva è indicare come rispettare le prescrizioni relative alla sicurezza e alla tutela della salute dei lavoratori durante l'esecuzione di lavori sotterranei. La direttiva è volta ad assicurare un'applicazione uniforme, adeguata e tecnicamente aggiornata delle prescrizioni, tenendo conto di procedure che si sono dimostrate efficaci nella pratica. Essa indica ai datori di lavoro come adempiere ai loro obblighi nell'esecuzione di lavori sotterranei.

3.2 Campo d'applicazione

Ai sensi della presente direttiva, sono considerati lavori sotterranei:

- lavori di costruzione in strutture sotterranee (gallerie, cunicoli, pozzi, caverne)
- lavori di costruzione sotterranei per l'estrazione di materiali o per il riempimento di cavità
- lavori di scavo di pozzi di profondità superiore a 20 m
- lavori di costruzione con soletta di copertura
- lavori con spingitubo con un diametro superiore a 600 mm
- lavori all'interno di gallerie a cielo aperto dopo la realizzazione della soletta di copertura

Ai sensi della presente direttiva non sono considerati lavori sotterranei i lavori di costruzione effettuati nelle seguenti opere sotterranee:

- costruzioni lunghe fino a 35 m dotate di una via di fuga direttamente all'aperto
- costruzioni lunghe fino a 35 m con una o più vie di fuga in compartimenti tagliafuoco sicuri

- costruzioni lunghe fino a 300 m dotate di due o più vie di fuga indipendenti che conducano direttamente all'aperto e in un luogo sicuro, purché non siano effettuati lavori di scavo

3.3 Notifica di lavori sotterranei

OLCostr, art. 87 Obbligo di notifica

[1] I datori di lavoro sono tenuti a notificare all'INSAI tutti i lavori in sotterraneo almeno 14 giorni prima della loro esecuzione.

[2] Non sono soggetti all'obbligo di notifica i lavori di controllo e i lavori di manutenzione minori eseguiti all'esterno e all'interno delle gallerie esistenti.

[3] I datori di lavoro devono utilizzare gli appositi moduli messi a disposizione dall'INSAI.

Sono soggetti all'obbligo di notifica tutti i lavori sotterranei ai sensi del campo di applicazione della presente direttiva (punto 3.2). Non sono soggetti all'obbligo di notifica i lavori di controllo e i lavori di manutenzione di durata inferiore a 5 giorni eseguiti sulle gallerie esistenti e al loro interno. A tal fine è necessario che gli impianti operativi e di sicurezza esistenti non siano messi fuori servizio. In caso di dubbio occorre chiarire se la notifica è obbligatoria, sottoponendo la domanda alla Suva.

4 Definizioni

OLCostr, art. 2 Definizioni

Ai sensi della presente ordinanza si intende per:

a. *lavori di costruzione:* la realizzazione, la riparazione, la modifica, la manutenzione, il controllo, lo smantellamento e la demolizione di costruzioni, compresi i lavori preparatori e finali, segnatamente i lavori sui tetti, sui ponteggi e con i ponteggi, i lavori negli scavi, nei pozzi e negli scavi generali, i lavori di estrazione di pietra, ghiaia e sabbia, i lavori agli impianti termici e ai camini di fabbrica, i lavori in sospensione a corde portanti, i lavori alle canalizzazioni e all'interno delle canalizzazioni nonché i lavori in sotterraneo e la lavorazione della pietra;

4.1 Formazione

Per «formazione» si intende l'acquisizione di vaste conoscenze teoriche e pratiche su un determinato argomento, con la verifica che attesti le competenze richieste.

4.2 Istruzione

Un'«istruzione» consiste nella spiegazione pratica di come svolgere una specifica attività. Solitamente viene fornita sul posto di lavoro.

4.3 Interruttore di arresto d'emergenza

L'«interruttore di arresto d'emergenza» consente alla persona che utilizza la macchina di arrestarla il più rapidamente possibile in modo sicuro in caso d'emergenza.

4.4 Autorespiratori ad ossigeno

Gli «autorespiratori ad ossigeno» sono dispositivi di protezione delle vie respiratorie indipendenti dall'aria ambiente (autorespiratori) per mettersi in salvo in caso di incendio. La norma EN 13794 disciplina la fabbricazione e il collaudo di questo dispositivo di protezione individuale.

4.5 Illuminazione d'emergenza

L'«illuminazione d'emergenza» è un impianto di illuminazione che si attiva quando l'alimentazione elettrica principale per l'illuminazione primaria di un cantiere sotterraneo è guasta. L'alimentazione dell'illuminazione d'emergenza è assicurata da gruppi elettrogeni d'emergenza o da accumulatori indipendenti dall'alimentazione elettrica principale.

4.6 Fumi di volata

I «fumi di volata» sono i prodotti della reazione gassosa conseguente alla detonazione di esplosivi. Sono tossici se la loro densità non è sufficientemente ridotta.

4.7 Sistema d'allarme di gas naturale

I «sistemi d'allarme di gas naturale» sono apparecchi con funzione di allarme per il monitoraggio continuo della concentrazione di gas naturale durante i lavori. Questo tipo di strumento viene tarato su un determinato valore di allarme, rispettivamente valore soglia di intervento.

4.8 Sistema di registrazione degli accessi

Il «sistema di registrazione degli accessi» registra tutte le entrate e le uscite di persone al livello dell'accesso al cantiere sotterraneo o dei singoli settori della costruzione.

Ciò ha lo scopo di:

- sapere sempre quante persone si trovano sottoterra;
- garantire che il numero delle persone presenti nei cantieri sotterranei non sia superiore a quello dei posti disponibili nei rifugi.

La conoscenza delle informazioni relative agli accessi consente inoltre un soccorso mirato in caso di emergenza.

4.9 Rifugi

Un «rifugio» offre una protezione temporanea nei lavori sotterranei. Le persone in pericolo possono trovarvi riparo in caso di incendio. Il rifugio protegge dai gas di combustione ed è alimentato con aria respirabile. Il rifugio è pressurizzato e la sovrapressione è mantenuta anche in caso di incendio.

4.10 Sistemi di accesso ai pozzi

I «sistemi di accesso ai pozzi» sono impianti di estrazione e trasporto all'interno di pozzi per la movimentazione verticale di materiale e persone.

4.11 Valori MAC

Il «valore MAC» (MAC = concentrazione massima sul posto di lavoro) è la concentrazione media massima ammissibile di una sostanza di lavoro nell'aria sotto forma di gas, vapore o polvere che, secondo le attuali conoscenze, nella stragrande maggioranza dei soggetti sani occupati sul posto di lavoro solitamente non danneggia la salute con un'esposizione che si protragga per un tempo lavorativo di 8 ore al giorno e fino a 42 ore a settimana, anche per lunghi periodi (pubblicazione Suva 1903 «Grenzwerte am Arbeitsplatz» [1]).

4.12 Condotta di ventilazione

La «condotta di ventilazione» è un tubo ermetico, realizzato spesso in lamiera o plastica, collegato a un ventilatore. Nei posti di lavoro sotterranei garantisce l'apporto di aria fresca, la diluizione delle sostanze nocive o la loro evacuazione.

4.13 Settore L1* (SIA 118/198)

Il «settore L1*» è l'area di lavoro più avanzata dietro la testa foratrice di una fresatrice in galleria, dove è prevista la prima messa in sicurezza dello scavo nella zona della macchina.

4.14 Resistenza precoce

Per «resistenza precoce» si intende la resistenza del calcestruzzo alla pressione dopo un determinato periodo di tempo. Per la sicurezza sul lavoro, nel caso del calcestruzzo spruzzato è determinante lo sviluppo di resistenza nei primi minuti e nelle prime ore.

5 Piano di sicurezza e di protezione della salute

OLCostr, art. 88 Piano di sicurezza e di protezione della salute (lavori sotterranei)
Per i lavori in sotterraneo il piano di sicurezza e di protezione della salute di cui all'articolo 4 deve definire segnatamente le misure per l'applicazione degli articoli 89–101.

OLCostr, art. 4 Piano di sicurezza e di protezione della salute
[1] Il datore di lavoro deve provvedere affinché prima dell'inizio dei lavori sia disponibile un piano che illustri le misure di sicurezza e di protezione della salute necessarie per i propri lavori nel cantiere. Il piano di sicurezza deve disciplinare segnatamente l'organizzazione d'emergenza.
[2] Il piano di sicurezza dev'essere redatto in forma scritta o in un'altra forma che consenta la prova per testo.

OLCostr, art. 30 Installazioni esistenti
[1] Prima dell'inizio dei lavori di costruzione occorre determinare se nella zona di lavoro vi sono installazioni che possono rappresentare un pericolo per le persone, in particolare impianti elettrici, impianti di trasporto, condutture, canali, pozzi e installazioni che presentano un pericolo di esplosione o contenenti sostanze pericolose.

OPI, art. 6a Consultazione dei lavoratori

[1] I lavoratori o i loro rappresentanti nell'azienda devono essere consultati tempestivamente e in modo completo su tutte le questioni inerenti alla sicurezza sul lavoro.

[2] Essi hanno il diritto di presentare proposte prima che il datore di lavoro prenda una decisione. Il datore di lavoro deve motivare la sua decisione se non tiene conto, o tiene conto solo parzialmente, delle obiezioni e delle proposte dei lavoratori o dei loro rappresentanti nell'azienda.

Per ogni progetto bisogna mettere a punto un piano di sicurezza e di protezione della salute specifico in conformità agli articoli 4 e 88 dell'Ordinanza sui lavori di costruzione.

Formalmente può essere strutturato come segue:

- secondo i 10 elementi del sistema di sicurezza MSSL (principi guida e obiettivi in materia di sicurezza, organizzazione della sicurezza, formazione, istruzione e informazione, regole di sicurezza, individuazione dei pericoli e valutazione dei rischi, pianificazione e realizzazione delle misure, organizzazione in caso di emergenza, partecipazione, tutela della salute, controllo e audit)
- utilizzando modelli messi a disposizione nell'ambito delle soluzioni settoriali
- con riferimento all'organizzazione aziendale:
  ciò presuppone che per il progetto siano prevalenti processi standard per i quali esiste un piano di sicurezza e di protezione della salute valido internamente all'azienda. In questo caso, il piano di sicurezza e di protezione della salute specifico al progetto può basarsi su un piano interno all'azienda. Occorre inoltre disciplinare o specificare i seguenti aspetti:
  – descrizione del progetto
  – organizzazione della sicurezza e delle emergenze
  – formazioni necessarie secondo l'articolo 8 OPI
  – regole specifiche del cantiere
  – misure necessarie per la protezione dai pericoli secondo il punto 5.2 della presente direttiva
  – impianti di sicurezza
  – piano di ventilazione

5.1 Formazione, istruzione, informazione

OPI, art. 6 Informazione e istruzione dei lavoratori

[1] Il datore di lavoro provvede affinché tutti i lavoratori occupati nella sua azienda, inclusi quelli di altre aziende operanti presso di lui, siano informati e istruiti in modo sufficiente e adeguato circa i pericoli connessi alla loro attività e i provvedimenti di sicurezza sul lavoro. Tale informazione e tale istruzione devono essere fornite al momento dell'assunzione e ogniqualvolta subentri una modifica essenziale delle condizioni di lavoro; se necessario, esse devono essere ripetute».

[3] Il datore di lavoro provvede affinché i lavoratori osservino i provvedimenti relativi alla sicurezza sul lavoro.

OPI, art. 8 Provvedimenti in caso di lavori connessi con pericoli particolari

[1] Il datore di lavoro può affidare lavori implicanti pericoli particolari soltanto a lavoratori adeguatamente formati al riguardo. Deve far sorvegliare ogni lavoratore che esegue da solo un lavoro pericoloso.

Prima di iniziare i lavori, tutti i lavoratori coinvolti devono essere istruiti in modo comprensibile e adeguato al proprio ruolo professionale sui pericoli presenti sul cantiere e sulle misure di protezione necessarie, sugli impianti di sicurezza, sulle istruzioni di lavoro e sull'organizzazione in caso di emergenza.

Per i lavori sotterranei è necessaria un'istruzione approfondita in particolare sui seguenti aspetti:

Protezione antincendio

- Stoccaggio e utilizzo corretto di materiali infiammabili
- Uso corretto dei dispositivi di spegnimento come estintori manuali o postazioni antincendio e impianti antincendio semiautomatici

Evacuazione e soccorso

- Utilizzo corretto dei dispositivi di soccorso
- Primo soccorso e recupero di infortunati utilizzando i mezzi di trasporto corretti lungo le vie di soccorso

Ventilazione

- Funzionamento dell'impianto di ventilazione e misure previste per prevenire o ridurre le sostanze nocive nell'aria

Attrezzature di lavoro e circolazione

- Utilizzo in sicurezza di macchine edili e attrezzature di lavoro: la formazione e l'istruzione necessarie derivano dalla preparazione dei lavori relativa ai processi di lavoro previsti. La Suva tiene un elenco delle attività soggette a formazione (lavori esposti a pericoli particolari) sulla pagina web «Formazione per lavori esposti a pericoli particolari» [2].
- Regole di circolazione specifiche del cantiere (ad es. traffico di passaggio o traffico di cantiere)

Manutenzione

- Interventi di manutenzione sui sistemi a corrente continua ad alta tensione delle macchine edili (certificazione ad alta tensione)

5.2 Individuazione dei pericoli, valutazione dei rischi

Nell'individuazione dei pericoli e nella valutazione dei rischi occorre considerare in particolare i seguenti pericoli:

- pericoli dovuti a eventi naturali che possono causare l'intrappolamento di persone o provocare il guasto delle installazioni rilevanti per la sicurezza, ad esempio: valanga, caduta seracchi, caduta massi, colata di fango, inondazione (effetto sifone o pozzi), fulmini e vento;
- pericoli causati da eventi specifici del cantiere come cedimento, sfondamento, colpo di montagna, infiltrazioni d'acqua, esplosioni, incendi, fumo;
- pericoli legati ai trasporti;
- pericoli dovuti a sostanze particolarmente pericolose per la salute come amianto (contenuto nella roccia o nei componenti / materiali della costruzione sotterranea, individuazione dei pericoli secondo la direttiva CFSL 6503 «Amianto» [3]), policlorobifenili (PCB), radon, siti contaminati da sostanze chimiche, polveri di quarzo, sostanze chimiche utilizzate, gas esplosivi, emissioni di motori diesel, polveri da lavoro, composti organici volatili;
- condizioni climatiche sfavorevoli, ad esempio a causa dell'elevata temperatura della roccia, del calore prodotto dai macchinari, delle elevate velocità di circolazione dell'aria, della forte presenza di acqua;

- pericoli dovuti al gas naturale, se non è possibile escluderne la presenza. Per maggiori dettagli si veda la pubblicazione Suva 66102 «Gas naturale durante i lavori in sotterraneo» [4];
- pericoli connessi agli impianti esistenti (centrali idroelettriche, condotte elettriche o condotte del gas e condutture di servizio);
- pericoli associati ai lavori in condizioni di sovrapressione;
- pericoli legati ad attrezzature di lavoro particolari come le fresatrici a sezione piena (TBM), le monorotaie, gli impianti di trasporto all'interno di pozzi ecc.;
- pericoli legati al traffico stradale o ferroviario in corso.

Occorre valutare i rischi rimanenti (rischi residui) e attuare le misure necessarie. Per maggiori informazioni al riguardo si rimanda alla pagina web della Suva «Lavorare in sicurezza nei cantieri sotterranei» [5] (Il piano di sicurezza e di protezione della salute – elemento chiave nei lavori sotterranei).

6 Protezione antincendio

OLCostr, art. 34 Pericolo di esplosione e di incendio

[1] Si devono prendere adeguate misure per impedire le esplosioni e gli incendi e, se si verificano, per evitare possibili conseguenze sulla salute dei lavoratori.

[2] I lavori che comportano un pericolo d'incendio devono essere pianificati ed eseguiti in modo che i posti di lavoro possano essere evacuati senza rischio in caso d'incendio.

[3] Mezzi e impianti di estinzione adattati alle diverse materie combustibili devono essere a disposizione in immediata prossimità.

OLCostr, art. 93 Pericolo di esplosione e di incendio

In sotterraneo non si devono utilizzare motori a combustione che funzionano con carburanti a basso punto di infiammabilità come quelli a benzina e gas liquefatto.

OPI, art. 29 Fonti d'accensione

[1] Le attrezzature di lavoro situate in zone esposte a pericolo d'incendio o d'esplosione devono essere concepite ed utilizzate in modo che non rappresentino fonti d'accensione e che nessuna sostanza possa infiammarsi o decomporsi.

[2] Per prevenire cariche elettrostatiche devono essere presi i necessari provvedimenti di sicurezza.

6.1 Utilizzo e stoccaggio di sostanze infiammabili ed esplosive

I requisiti di legge si considerano adempiuti se vengono rispettate segnatamente le seguenti regole:

- preferire i materiali con minore pericolo di incendio e migliori caratteristiche di protezione antincendio rispetto ad altri materiali. Lo stesso vale per i processi di lavoro senza fiamma libera. Impiegare materiali il più possibile difficilmente infiammabili che non rilascino fumi tossici e corrosivi (ad es. cavi elettrici);
- utilizzare liquidi infiammabili con un punto di infiammabilità sufficientemente alto sopra la temperatura ambiente o di lavorazione. La differenza necessaria è di 5 °C per i liquidi infiammabili puri e di 15 °C per le miscele. In caso di liquidi infiammabili con punto di infiammabilità inferiore a 30 °C, si devono adottare misure di protezione contro le esplosioni;

- non utilizzare o stoccare nel cantiere sotterraneo sostanze solide infiammabili e facilmente infiammabili;
- sostanze che presentano un rischio di esplosione, come il gas liquefatto o le componenti di esplosivi, e sostanze infiammabili come oli, grassi, resina di ancoraggio, materiali d'isolamento infiammabili o diesel, possono essere introdotte nel sottosuolo solo nelle quantità necessarie per il turno di lavoro. Stoccare queste sostanze in un luogo sicuro, se possibile fuori dal cantiere sotterraneo. In caso contrario, vanno attuate particolari misure di protezione o misure come sistemi di rilevamento e spegnimento incendi o misure contro le esplosioni;
- ridurre le superfici scoperte di materiali da costruzione a rischio d'incendio (ad es. i fogli di impermeabilizzazione) al minimo necessario in termini di tecnica di lavoro;
- nella manipolazione di queste sostanze adottare le misure di protezione antincendio previste dal fabbricante;
- se possibile, chiudere i recipienti dei rifiuti con un coperchio e svuotarli regolarmente.

6.2 Attrezzature di lavoro con sistemi idraulici

I requisiti di legge sono considerati adempiuti se vengono attuate in particolare le seguenti misure:

- utilizzare fluidi idraulici difficilmente infiammabili quando richiesto dallo stato della tecnica;
- installare un interruttore di arresto d'emergenza che interrompe l'alimentazione (scarico della pressione nel sistema idraulico), fatta eccezione per le funzioni di sicurezza. L'impiego di un interruttore di arresto d'emergenza che agisce sul sistema idraulico non deve creare situazioni pericolose sulla macchina. Il fabbricante della macchina definisce l'efficacia dell'interruttore di arresto d'emergenza sulla base di una valutazione dei rischi;
- utilizzare un sistema integrato di rilevazione e spegnimento incendi (avviamento automatico o avviabile manualmente tramite pulsante dopo l'allarme antincendio).

La pagina web della Suva «Lotta antincendio su impianti idraulici nei lavori in sotterraneo» [6] fornisce ulteriori informazioni in proposito.

6.3 Nastri trasportatori

È necessario utilizzare nastri trasportatori non infiammabili e che non propaghino un incendio ai sensi dell'art. 34 dell'Ordinanza sui lavori di costruzione. Per informazioni dettagliate in merito si rimanda alla pagina web della Suva «Nastri trasportatori nei lavori in sotterraneo: misure antincendio» [7].

6.4 Accumulatori

6.4.1 Osservazioni generali

Nell'impiego di tutti i tipi di accumulatori occorre attenersi in particolare alle indicazioni del fabbricante relative alla reazione al fuoco.

Durante la carica di un accumulatore al piombo convenzionale è necessario adottare misure di ventilazione per prevenire l'accumulo di gas esplosivi.

6.4.2 Accumulatori agli ioni di litio

6.4.2.1 Piccoli accumulatori

Per «piccoli» accumulatori si intendono accumulatori installati in attrezzature portatili e accumulatori portatili con capacità fino a 2 kWh. Ciò riguarda apparecchi quali comandi a distanza, strumenti di misurazione, telefoni, radio ricetrasmettenti, attrezzature portatili, unità portatili di batterie (in sostituzione di generatori).

Quando si utilizzano accumulatori di questo tipo con reazione problematica al fuoco (gruppo con chimica delle celle facilmente infiammabile) occorre sempre garantire che, in caso di incendio, non vi sia alcuna possibilità di propagarsi ai carichi d'incendio nell'ambiente circostante. Questi accumulatori possono essere impiegati nei lavori sotterranei se il personale coinvolto dispone di una via di fuga e di un dispositivo di protezione delle vie respiratorie (autorespiratori ad ossigeno). L'eventuale impiego di mezzi di estinzione come box antincendio e cuscini antincendio richiede personale appositamente istruito anche nella pratica.

In linea di principio, anche nel caso di piccoli accumulatori si consiglia di scegliere una chimica delle celle difficilmente infiammabile, se disponibile da parte dei produttori degli apparecchi in questione.

6.4.2.2 Grandi accumulatori

Per «grandi» accumulatori si intendono gli accumulatori con una capacità superiore a 2 kWh installati in attrezzature di lavoro mobili o fisse.

Per quanto riguarda la chimica delle celle e la reazione al fuoco, occorre osservare i seguenti punti:

- gli accumulatori nei quali si può verificare una propagazione termica solo a temperature elevate e che a seguito di danni meccanici si incendiano solo difficilmente sono considerati intrinsecamente sicuri;
- gli accumulatori le cui singole celle subiscono una propagazione termica a basse temperature devono essere costruiti in modo tale che, in caso di fuga termica di una singola cella, l'incendio non si propaghi all'interno e all'esterno dello stesso pacco di celle. In caso di incendio di una singola cella o di un modulo, l'incendio deve arrestarsi.

Durante i lavori sotterranei possono essere impiegate attrezzature di lavoro con grandi accumulatori, se il fabbricante ne prevede l'uso in questo tipo di lavori. In particolare, i requisiti suindicati per la reazione al fuoco devono essere adempiuti e confermati dal fabbricante.

L'azienda concorda con il fabbricante i requisiti minimi per la protezione antincendio degli accumulatori. Il fabbricante della macchina definisce le misure di emergenza.

6.4.2.3 Carica degli accumulatori

Per gli accumulatori di piccole dimensioni occorre attenersi alle indicazioni del fabbricante relative alla disposizione delle stazioni di ricarica. In particolare, va mantenuta una distanza sufficiente tra le stazioni e i carichi d'incendio per evitare che un eventuale incendio si propaghi.

Gli accumulatori di grandi dimensioni non vanno caricati generalmente in sotterraneo. Se per motivi logistici è necessario caricare gli accumulatori in sotterraneo, d'intesa con il fabbricante devono essere adottate misure di protezione antincendio per garantire la sicurezza delle operazioni di carica.

6.5 Materiale di spegnimento

Per proteggere la salute dei lavoratori è necessario garantire che un incendio possa essere estinto immediatamente e con mezzi adeguati. È possibile raggiungere questo obiettivo adottando le seguenti misure:

- quando si lavora su o con materiali infiammabili che potrebbero provocare un incendio, bisogna tenere a disposizione estintori nelle immediate vicinanze (10 m). Sulle macchine di cantiere e sui veicoli devono essere installati estintori portatili. L'accesso agli estintori deve essere semplice e rapido. Per i lavori sotterranei bisogna privilegiare gli estintori a schiuma con protezione antigelo rispetto agli altri estintori. Di norma, gli estintori a polvere non sono adatti in ambienti chiusi;
- se le postazioni di lavoro sono di grandi dimensioni (ad es. container-officina sotterranei, officina sulla fresatrice a sezione piena), devono essere installati estintori di maggiori capacità, ad es. predisponendo stazioni di spegnimento incendio mobili o fisse o idranti;
- nel caso di installazioni che comportano un elevato rischio di incendio, come serbatoi, stazioni di trasformazione, depositi di materiale infiammabile nei lavori sotterranei, occorre predisporre sistemi di rilevazione e spegnimento incendi;
- i raccordi delle tubazioni dell'acqua industriale, le distanze tra loro e la pressione di esercizio necessaria devono essere concordati con i pompieri locali;
- i moduli infiammabili di macchine edili mobili e fisse (ad es. motori diesel) e le installazioni elettriche (elettricità di potenza) devono essere dotati di un sistema integrato di rilevazione e spegnimento incendi (automatico o avviabile manualmente tramite pulsante dopo l'allarme incendio);
- per fronteggiare un incendio generale e la riattivazione di incendi, in prossimità delle macchine edili mobili e fisse e delle installazioni elettriche occorre tenere a disposizione estintori portatili di capacità adeguata e con agenti estinguenti adeguati.

7 Evacuazione e soccorso

OLCostr, art. 4 Piano di sicurezza e di protezione della salute

[1] Il datore di lavoro deve provvedere affinché prima dell'inizio dei lavori sia disponibile un piano che illustri le misure di sicurezza e di protezione della salute necessarie per i propri lavori nel cantiere. Il piano di sicurezza deve disciplinare segnatamente l'organizzazione d'emergenza.

[2] Il piano di sicurezza dev'essere redatto in forma scritta o in un'altra forma che consenta la prova per testo.

OLCostr, art. 8 Soccorso delle vittime d'infortuni

[1] Deve essere garantita la possibilità di soccorrere le vittime di infortuni.

[2] I numeri di telefono d'emergenza dei servizi di soccorso più vicini, come medico, ospedale, ambulanza, polizia, pompieri ed elicottero, devono essere comunicati in forma appropriata ai lavoratori.

OLCostr, art. 73 Impiego di scale a rampa e a pioli

[1] Per accedere a scavi generali, scavi e pozzi si devono impiegare attrezzature di lavoro sicure, specialmente scale a rampa. Queste devono essere interrotte da pianerottoli intermedi distanti al massimo 5 m in linea verticale.

[2] Al posto delle scale a rampa si possono impiegare scale a pioli:

a. per accedere agli scavi generali: fino a una profondità di 5 m, se per motivi tecnici non possono essere utilizzate scale a rampa;
b. negli scavi e nei pozzi: fino a una profondità di 5 m.

OPI, art. 20 Vie d'evacuazione

[1] In caso di pericolo, i posti di lavoro, i locali, gli edifici e il sedime dell'azienda devono poter essere abbandonati in qualsiasi momento in modo rapido e sicuro. I passaggi che in caso d'emergenza servono da vie d'evacuazione devono essere segnalati in modo adeguato e vanno sempre mantenuti liberi da ostacoli.

[2] La via d'evacuazione è il tragitto più breve che una persona può percorrere da un qualsiasi posto nell'edificio o nell'impianto per recarsi all'aperto, in un luogo sicuro.

7.1 Requisiti generali

L'organizzazione in caso d'emergenza deve essere strutturata in modo tale da garantire in qualsiasi momento l'evacuazione e il soccorso dei lavoratori. In particolare, oltre ai pericoli d'incendio, occorre tenere conto anche dei pericoli specifici dell'oggetto come infiltrazioni d'acqua, penetrazione di gas, cedimenti, incidente chimico o esplosione, interruzione di corrente, pericoli naturali nell'area del portale.

Il sistema di rilevamento delle persone agli accessi deve funzionare in modo affidabile. Esso consente di determinare, in situazioni di emergenza, in particolare in caso di incendio, il numero di tutte le persone che si trovano ancora in sotterraneo o in una determinata zona di rilevamento. In questo modo è possibile organizzare un soccorso mirato. Inoltre, il rilevamento degli accessi serve a garantire che nel cantiere sotterraneo non vi siano più persone dei posti disponibili nei rifugi.

In caso di incendio, l'impianto di ventilazione deve essere regolato in modo da garantire che le vie di fuga o di intervento siano sgombre dal fumo, che sia possibile diluire o aspirare i fumi oppure che singole sezioni del sistema di ventilazione possano essere disattivate. Il **dispositivo di comando della ventilazione in caso di incendio** è parte integrante del piano di ventilazione.

In particolare, occorre chiarire con i responsabili servizi di emergenza e di soccorso locali se i loro mezzi di salvataggio e di intervento, a complemento dei mezzi messi a disposizione sul cantiere, siano sufficienti per tutti i possibili scenari d'emergenza. Se necessario, bisogna adottare ulteriori misure in modo vincolante **d'intesa con i servizi di soccorso**.

I **piani di sicurezza** informano sulle attrezzature di emergenza installate, in modo da poter pianificare il salvataggio e l'intervento in caso di emergenza. Servono inoltre a **istruire i lavoratori** e a facilitare il **controllo e la manutenzione** delle attrezzature di emergenza.
Occorre comprovare l'efficacia dell'organizzazione d'emergenza mediante regolari **esercitazioni** interne ed esercitazioni svolte dai responsabili servizi di emergenza e soccorso locali.

7.2 Sistemi di allarme e di comunicazione

In caso di emergenza, l'evacuazione e il soccorso devono essere avviati il più rapidamente possibile. Questo è possibile se:

- le persone in pericolo possono essere avvertite mediante un allarme acustico e / o visivo;
- la comunicazione è organizzata in modo tale che da ogni postazione di lavoro e da tutti i luoghi di rifugio previsti sia possibile stabilire in qualsiasi momento un collegamento vocale sicuro con un posto occupato in permanenza all'esterno;
- il sistema di comunicazione dispone di un'alimentazione elettrica ridondante oppure è stato predisposto un secondo sistema di comunicazione indipendente;
- gli impianti di comunicazione fissi sono segnalati in modo ben visibile;
- i numeri di emergenza sono affissi in forma adeguata su impianti di comunicazione fissi oppure, in caso di utilizzo di apparecchi di comunicazione mobili, ogni persona li ha con sé.

7.3 Vie di fuga e di soccorso, luoghi di rifugio sicuri

Le vie di fuga e di soccorso nei lavori sotterranei sono lunghe e possono essere bloccate a seconda dell'evento e nonostante tutte le precauzioni adottate. Inoltre, intervenire dall'esterno è difficile e richiede molto tempo. Pertanto, l'importanza dell'autosalvataggio aumenta con la lunghezza e la difficoltà di accesso al luogo di lavoro.

Se non è sempre garantita l'evacuazione in un luogo sicuro all'aperto, bisogna adottare ulteriori misure.

I requisiti relativi alle vie di fuga e di soccorso, all'autosalvataggio o al soccorso dall'esterno sono adempiuti segnatamente se le vie di fuga e di soccorso:

- sono le più brevi possibile;
- sono sempre sgombre e percorribili in condizioni di sicurezza;
- presentano solo dislivelli sbarrati o segnalati (ad es. scavi, dislivelli, pozzi, pozzetti di pompaggio);

- sono sufficientemente illuminate (cfr. punto 8.1);
- sono adeguatamente segnalate;
- all'interno dei pozzi conducono a installazioni appropriate, come scale o ascensori.

Con un'analisi dei pericoli occorre stabilire se sono previsti gli **autorespiratori ad ossigeno** per l'autosalvataggio. Gli autorespiratori ad ossigeno sono necessari soprattutto quando sono presenti carichi d'incendio e:

- il personale può rimanere intrappolato a causa di un incendio;
- i posti di lavoro e le vie di fuga possono riempirsi di fumo prima che il personale riesca a raggiungere un luogo di rifugio sicuro (ad es. in caso di vie di fuga lunghe o strette, pendenze elevate, velocità di circolazione dell'aria elevate, pozzi verticali).

Per determinare le lunghezze massime consentite delle vie di fuga si deve tenere conto delle condizioni locali che possono influire sulla velocità di evacuazione delle persone. La velocità massima di evacuazione presunta durante l'impiego di autorespiratori ad ossigeno non deve superare i 40 m/min.

Gli autorespiratori ad ossigeno non utilizzati devono essere sempre portati con sé dal personale o posizionati a portata di mano nelle immediate vicinanze del luogo di lavoro (massimo 10 m). Autorespiratori ad ossigeno supplementari devono essere depositati nei rifugi e nei mezzi di trasporto delle maestranze.

Se sussiste il pericolo che il personale rimanga bloccato durante i lavori sotterranei a causa di un incendio, bisogna fondamentalmente prevedere rifugi. Se non sono previsti rifugi, i datori di lavoro devono fornire una motivazione in base a un'analisi dei pericoli. Occorre inoltre illustrare quali misure equivalenti sono state invece attuate. I requisiti di sicurezza per i rifugi sono considerati adempiuti se sono rispettate le disposizioni contenute nelle raccomandazioni del DAUB (Deutscher Ausschuss für Unterterradisches Bauen) «Empfehlungen für den Einsatz von Fluchtkammern auf Untertagbaustellen» per l'impiego di rifugi nei cantieri sotterranei [8].

7.4 Materiale sanitario e di soccorso

I requisiti relativi al primo soccorso e alle misure di salvataggio sono adempiuti in particolare se:

- le prime cure possono essere fornite nei pressi del luogo di lavoro, ad es. mediante la collocazione di materiale sanitario e la possibilità di sciacquare gli occhi nei pressi dei posti di lavoro;
- i feriti possono essere trasportati in sicurezza conformemente alle più recenti tecniche di salvataggio.

7.5 Indumenti ad alta visibilità

OLCostr, art. 101 Indumenti ad alta visibilità
I lavoratori devono indossare indumenti ad alta visibilità di cui all'articolo 7 che coprano tutto il corpo.

Sono considerati sufficienti gli indumenti ad alta visibilità che coprono il torace, le gambe e almeno la parte superiore delle braccia.

Gli indumenti ad alta visibilità non servono ad aumentare solo la propria visibilità nel traffico, ma tra l'altro anche la visibilità in ambienti invasi dal fumo. Gli indumenti ad alta visibilità facilitano il ritrovamento di persone in un ambiente non illuminato o invaso dal fumo.

Le caratteristiche degli indumenti ad alta visibilità devono essere garantite da manutenzioni regolari (pulizia, riparazione o sostituzione).

Quando si acquistano indumenti ad alta visibilità si deve tener conto non solo del comfort e della funzionalità, ma soprattutto del comportamento del materiale a contatto con scintille e fiamme nonché della sua infiammabilità.

8 Iluminazione / Illuminazione di emergenza

OLCostr, art. 38 Illuminazione
I posti di lavoro e le vie di passaggio devono essere provvisti di un'illuminazione sufficiente.

OLCostr, art. 94 Illuminazione
I lavori in sotterraneo possono essere eseguiti solo se è installata un'illuminazione d'emergenza oppure se ogni persona porta con sé una lampada.

8.1 Illuminazione

I requisiti relativi all'illuminamento minimo sono adempiuti in particolare se:

- i locali di soggiorno e i locali infermeria sono illuminati con un illuminamento minimo di 300 lux;
- tutti i posti di lavoro, le vie di circolazione e di fuga nell'area di lavoro, le stazioni, gli incroci, le strettoie, i punti di incrocio, le strutture per la manovra dei mezzi ecc. sono illuminati con un illuminamento minimo di 60 lux;
- le vie di circolazione nella zona retrostante sono illuminate con un illuminamento minimo di 10 lux.

L'illuminamento espresso in lux descrive il flusso luminoso proiettato sulla superficie illuminata. Può essere misurato con un luxmetro.

8.2 Illuminazione di emergenza

L'obiettivo di sicurezza è raggiunto con l'installazione di un'illuminazione di emergenza che consenta di raggiungere un luogo di rifugio sicuro in caso di guasto dell'illuminazione della galleria. L'illuminazione di emergenza deve funzionare più a lungo del tempo necessario per la fuga, ma almeno 30 minuti.

L'illuminamento di emergenza (misurato a 0,2 m dal suolo) non deve essere inferiore ai seguenti valori:

- sulle vie di fuga e di soccorso 1 lux
- nei posti di lavoro esposti a pericoli particolari 15 lux

È possibile rinunciare a installare l'illuminazione di emergenza se questa è garantita da veicoli indipendenti dalla rete elettrica o se tutti i lavoratori sono muniti di una lampada.

9 Installazioni tecniche di cantiere

OLCostr, art. 3 Pianificazione dei lavori di costruzione

[1] La pianificazione dei lavori di costruzione deve ridurre al minimo il rischio d'infortuni professionali, di malattie professionali o di danni alla salute e garantire l'applicazione delle misure di sicurezza necessarie, in particolare durante l'utilizzazione delle attrezzature di lavoro.

OLCostr, art. 89 Approvvigionamento energetico ridondante

Occorre predisporre un approvvigionamento energetico ridondante per garantire che gli impianti seguenti siano sempre alimentati con energia:

a. i sistemi d'accesso ai pozzi
b. i sistemi d'allarme di gas naturale
c. i sistemi di comunicazione
d. gli impianti per produrre aria compressa durante i lavori in ambiente pressurizzato;
e. i ventilatori in caso di pericolo di esplosione di gas metano;
f. le illuminazioni;
g. le pompe in caso di pericolo di allagamento delle vie di fuga e di soccorso.

OPI, art. 24 Principio

[1] Nelle aziende ai sensi nella presente ordinanza è consentito introdurre solo attrezzature di lavoro che, se utilizzate conformemente alla loro destinazione e con la debita cura, non mettano in pericolo la vita e la salute dei lavoratori.

[2] Per soddisfare l'esigenza di cui al capoverso 1 occorre segnatamente che il datore di lavoro impieghi attrezzature di lavoro conformi alle relative disposizioni per la messa in circolazione.

[3] Le attrezzature di lavoro per le quali non esistono disposizioni per la messa in circolazione devono per lo meno soddisfare le esigenze degli articoli 25–32 e 34 capoverso 2. Lo stesso vale per le attrezzature di lavoro che sono state impiegate per la prima volta prima del 31 dicembre 1996.

9.1 Misure di protezione nel caso di installazioni tecniche

OLCostr, art. 97 Protezione delle installazioni tecniche e dei depositi di sostanze pericolose
Le installazioni tecniche quali la ventilazione, l'alimentazione di aria pura e i depositi di sostanze pericolose che, se danneggiate, potrebbero costituire un pericolo per le persone, devono essere protette.

La base per definire le misure di protezione è la valutazione dei pericoli e del loro rapporto con il pericolo immediato per le persone in caso di danni a determinati impianti.

Ad esempio, si raggiunge la protezione prescritta dall'Ordinanza sui lavori di costruzione quando:

- le seguenti installazioni sono collocate per quanto possibile al di fuori dell'area di collisione dei veicoli e della zona di influenza degli incendi oppure sono dotate di una protezione antiurto:
  - cavi dell'alta tensione, impianti di rifornimento, stazioni di ricarica elettriche
  - condotte sotto pressione (ad es. tubi dell'aria compressa) o condotte con un'elevata portata volumetrica (ad es. condotte dell'acqua di raffreddamento e condotte di bentonite)
  - sistemi di comunicazione, tubazioni antincendio e altre installazioni necessarie per la gestione delle emergenze
- i trasformatori elettrici, i serbatoi d'aria compressa e i depositi di sostanze pericolose, nonché i depositi sotterranei di esplosivi sono inoltre installati e messi in sicurezza in modo da non essere urtati da veicoli.

9.2 Protezione in presenza di traffico ferroviario o stradale

OLCostr, art. 95 Lavori nelle gallerie in presenza di traffico ferroviario o stradale
Per tutta la durata dei lavori nelle gallerie in presenza di traffico ferroviario o stradale occorre garantire con adeguate misure che nessun lavoratore venga messo in pericolo da treni o veicoli in transito.

Questo obiettivo di sicurezza può essere raggiunto in particolare riducendo la velocità del traffico ferroviario o stradale in funzione della situazione. Le ulteriori misure qui descritte devono essere adottate a seconda del tipo di cantiere.

9.2.1 Traffico ferroviario

Se durante i lavori di costruzione in gallerie ferroviarie a doppio binario non è completamente impedita la circolazione ferroviaria, l'obiettivo di protezione è raggiunto installando un riparo che separi fisicamente il binario su cui si lavora dal binario in esercizio.

Questo dispositivo protegge i lavoratori:

- dai treni in transito e da oggetti proiettati da questi treni (come rifiuti, parti del treno o del suo carico, pezzi di ghiaccio);
- dal rischio di danneggiare la sagoma di spazio libero del binario di esercizio durante i lavori;
- dal contatto con la linea di contatto.

Se sul treno di lavoro sono montati ripari divisori, occorre accertarsi che durante tutti i processi lavorativi i posti di lavoro siano protetti da tali dispositivi lungo l'intera altezza.

9.2.2 Traffico stradale

Se durante i lavori di costruzione di gallerie stradali il traffico stradale pubblico non viene completamente impedito, l'obiettivo di protezione è raggiunto installando un riparo che separi fisicamente la corsia su cui si lavora dalla corsia in esercizio. Questo riparo serve a proteggere i lavoratori dai veicoli circolanti (ad es. collisione, gas di scarico, parti del carico, pezzi di ghiaccio).

In fase di progettazione occorre considerare una possibile deformazione del riparo divisorio a causa di collisioni in entrambe le direzioni. Questo protegge:

- la sagoma di spazio libero della corsia in esercizio in caso di collisione tra le macchine edili e il dispositivo di protezione;
- il cantiere in caso di collisione di veicoli stradali con il dispositivo di protezione.

Se per i lavori di costruzione di breve durata (meno di 72 ore in totale) non è tecnicamente possibile o troppo pericoloso installare i ripari divisori, si devono adottare misure di protezione equivalenti, come la riduzione della velocità con una fascia tampone di almeno 1 m.

9.3 Approvvigionamento energetico ridondante

OLCostr, art. 89 Approvvigionamento energetico ridondante
Occorre predisporre un approvvigionamento energetico ridondante per garantire che gli impianti seguenti siano sempre alimentati con energia:
a. i sistemi d'accesso ai pozzi
b. i sistemi d'allarme di gas naturale
c. i sistemi di comunicazione
d. gli impianti per produrre aria compressa durante i lavori in ambiente pressurizzato;
e. i ventilatori in caso di pericolo di esplosione di gas metano;
f. le illuminazioni;
g. le pompe in caso di pericolo di allagamento delle vie di fuga e di soccorso.

Per garantire un approvvigionamento energetico ridondante sicuro e mirato, occorre prevedere gruppi elettrogeni di emergenza alimentati a carburante o sistemi di batterie.

In caso di guasto a uno dei due sistemi di alimentazione, è necessario provvedere affinché la ridondanza sia ripristinata il più rapidamente possibile.

9.3.1 Sistemi di accesso ai pozzi

In caso di guasto all'approvvigionamento energetico primario, viene utilizzato un secondo approvvigionamento energetico indipendente. In alternativa, l'impianto può essere lasciato scendere fino al piede del pozzo tramite un abbassamento di emergenza controllato (energia potenziale). In tal caso deve esserci una via di fuga al piede del pozzo.

9.3.2 Sistemi d'allarme di gas naturale

Con l'ingegnere di sicurezza gas occorre definire le misure necessarie per l'approvvigionamento energetico, in particolare in riferimento alla durata dell'approvvigionamento.

9.3.3 Sistemi di comunicazione

È possibile rinunciare a un approvvigionamento energetico ridondante per il sistema di comunicazione primario se è installato un secondo sistema di comunicazione alimentato autonomamente.
Nei sistemi di comunicazione mobile, gli accumulatori di ricambio sono considerati approvvigionamento energetico ridondante. Per l'obiettivo di protezione specifico e i requisiti relativi ai sistemi di comunicazione, cfr. punto 7.2.

9.3.4 Impianti per la produzione di aria compressa durante i lavori in ambiente pressurizzato

Per la produzione di aria compressa, in vista di un'eventuale interruzione dell'approvvigionamento energetico, occorre prevedere un'alimentazione elettrica dei compressori autonoma dalla rete. In alternativa, è necessario prevedere una generazione secondaria di aria compressa mediante compressori ad azionamento autonomo.

9.3.5 Ventilatori in caso di pericolo di esplosione di gas metano

Con l'ingegnere di sicurezza gas si devono definire i ventilatori da utilizzare per diluire e assicurare la ventilazione del gas naturale in entrata.

9.3.6 Illuminazione

La ridondanza dell'approvvigionamento energetico dell'illuminazione si ottiene attraverso l'illuminazione di emergenza. Per l'obiettivo di protezione specifico e i requisiti si rimanda al punto 8.2.

9.3.7 Pompe in caso di pericolo di allagamento delle vie di fuga e di soccorso

Un'alimentazione elettrica ridondante delle pompe deve essere garantita in particolare nei pozzi e nelle tratte a sifone.

10 Ventilazione, depolverizzazione, raffreddamento

OLCostr, art. 91 Ventilazione

[1] Prima di iniziare i lavori in sotterraneo, occorre redigere un piano di ventilazione.
[2] Gli spazi in cui si lavora devono essere ventilati.
[3] L'accesso agli spazi non ventilati è vietato.
[4] In casi eccezionali, in cui non è possibile evitare l'accesso a spazi non ventilati, la qualità dell'aria deve essere controllata ininterrottamente mediante misurazioni.
[5] La qualità dell'aria nelle gallerie passanti non ventilate artificialmente deve essere controllata ininterrottamente mediante misurazioni.

OLCostr, art. 33 Qualità dell'aria

[1] Occorre provvedere affinché:
a. l'aria dei posti di lavoro contenga tra il 19 e il 21 per cento in volume di ossigeno;
b. non vengano superati i valori limite delle sostanze pericolose per la salute presenti nell'aria ai sensi delle direttive sulle concentrazioni massime ammissibili nei posti di lavoro, in conformità all'articolo 50 capoverso 3 OPI.

[2] Le sostanze pericolose per la salute, segnatamente quelle che si producono negli scavi, nelle canalizzazioni, nei pozzi, nelle gallerie o all'interno degli edifici devono essere:
a. espulse all'aria aperta senza mettere in pericolo le persone;
b. filtrate con un sistema di ricircolo dell'aria; oppure
c. diluite con un sistema di ventilazione artificiale.

[3] Le sostanze pericolose per la salute notoriamente cancerogene devono essere espulse all'aria aperta senza mettere in pericolo le persone. Laddove in casi particolari ciò non fosse possibile, tali sostanze devono essere filtrate mediante un sistema di ricircolo dell'aria oppure diluite con un sistema di ventilazione artificiale, secondo lo stato della tecnica, in modo da mantenere l'esposizione il più bassa possibile.
[4] La qualità dell'aria deve essere controllata regolarmente.

OPI, art. 33 Aerazione
La composizione dell'aria nei posti di lavoro non deve pregiudicare la salute dei lavoratori. Se tale pericolo non può essere evitato, dev'essere assicurata nei posti di lavoro una ventilazione naturale o artificiale sufficiente; se necessario, devono essere adottati altri provvedimenti tecnici.

OPI, art. 70 Assoggettamento
[1] Per prevenire malattie professionali, proprie di determinate categorie d'aziende o generi di lavoro, come anche per prevenire certi rischi d'infortuni inerenti alla persona del lavoratore, l'INSAI può, mediante decisione, assoggettare un'azienda, una parte di essa o un lavoratore alle prescrizioni sulla prevenzione nel settore della medicina del lavoro.

10.1 Piano di ventilazione

Il piano di ventilazione persegue i seguenti obiettivi:
- diluizione, separazione, evacuazione
- di sostanze nocive presenti nella galleria (ad es. sostanze nocive sotto forma di gas e particelle, polveri, fumi di volata, gas naturale) per rispettare i rispettivi valori MAC;
- se necessario, raffreddare l'aria ambiente sui posti di lavoro in modo da rispettare i valori limite;
- riduzione di velocità eccessivamente elevate della circolazione dell'aria per tutelare la salute dei lavoratori (riduzione delle correnti d'aria);
- controllo della ventilazione in caso di incendio;
- chiarimento delle interfacce dei diversi processi produttivi e delle fasi di cantiere (avanzamento, struttura grezza, equipaggiamento);
- regolamentazione e accordo tra le parti interessate sulle misure volte a garantire la qualità dell'aria;
- regolamentazione dei casi eccezionali in cui è inevitabile l'accesso a locali non ventilati e di come è garantita la qualità dell'aria (il monitoraggio ininterrotto scelto mediante apparecchi di misurazione e le ulteriori misure sono da riportare nel piano di ventilazione).

10.2 Concezione e dimensionamento della ventilazione

La ventilazione è concepita in base allo stato della tecnica, conformemente alla norma SIA 196 relativa alla ventilazione nei cantieri sotterranei [9].

In caso di presenza di gas naturale (metano o altri gas naturali) l'apporto di aria fresca deve essere regolato conformemente ai livelli di pericolo. Per evitare una stratificazione di gas naturale, la velocità minima di flusso deve essere di 0,5 m/s in ogni sezione. Informazioni dettagliate si trovano nella pubblicazione Suva «Gas naturale durante i lavori in sotterraneo: prevenzione contro il rischio di incendio ed esplosioni» [4].

10.3 Installazione ed esercizio dell'impianto di ventilazione

I requisiti relativi all'installazione e all'esercizio sono soddisfatti in particolare se:

- la condotta di ventilazione è montata, sottoposta a manutenzione e posizionata in modo che il flusso di aria fresca possa raggiungere il fronte di avanzamento (distanza massima = circa 5 × D, dove D = altezza del fronte di avanzamento o diametro della galleria);
- la quantità di aria fresca può essere regolata in funzione della lunghezza di avanzamento e della produzione di emissioni nocive;
- per le costruzioni in cui è avvenuto l'abbattimento dell'ultimo diaframma, è garantita una ventilazione sufficiente. Gli agenti esterni (ad es. condizioni meteorologiche, differenze di altitudine, differenze di pressione) devono essere presi in considerazione (ad es. ventilazione reversibile per aumentare o ridurre il flusso naturale dell'aria).

10.4 Monitoraggio della qualità dell'aria

Per monitorare la qualità dell'aria bisogna tenere conto dei seguenti punti:

- i flussi d'aria e la qualità dell'aria devono essere monitorati in modo da poter provare i valori minimi su cui si basa il piano di ventilazione (valori MAC rilevanti e velocità di flusso minima);
- le persone incaricate di monitorare la qualità dell'aria hanno seguito una formazione di base e formazioni continue e ricevono istruzioni, competenze e responsabilità precise.

Se non è possibile garantire il rispetto dei valori MAC, occorre adottare misure adeguate o sospendere i lavori.

10.5 Polvere

I requisiti sono adempiuti se durante i lavori di scavo (ad es. demolizione, smarino, frantumazione, preparazione e rimozione del materiale scavato) non vengono superati i valori MAC nell'aria respirabile. Questo deve essere garantito adottando misure di protezione tecniche e organizzative.

Se si impiegano fresatrici a sezione piena o ad attacco puntuale, martelli demolitori o impianti di frantumazione e nastri trasportatori, è necessario impedire la diffusione della polvere. Ciò è possibile ad esempio mediante:

- irrorazione;
- impianti di lavaggio del nastro o stazioni di rinvio del nastro trasportatore;
- nebulizzazione d'acqua integrata nella macchina;
- aspirazione alla fonte o impianto di depolverizzazione.

Come avviene nello smarino, la polvere deve essere abbattuta o aspirata il più vicino possibile alla fonte.

I depositi di polvere sulle carreggiate vanno regolarmente rimossi o abbattuti.

Per prevenire malattie professionali riconducibili alla polvere di quarzo, la Suva può, mediante decisione, assoggettare un'azienda, una parte di essa o un lavoratore alle prescrizioni sulla prevenzione nel settore della medicina del lavoro (OPI, art. 70).

10.6 Riduzione al minimo delle emissioni dei motori diesel

OPI, art. 32a Utilizzazione delle attrezzature di lavoro

[2] Le attrezzature di lavoro devono essere collocate e integrate nell'ambiente di lavoro in modo da garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori. In merito vanno soddisfatte le esigenze relative alla tutela della salute conformemente all'OLL 3, segnatamente per quanto concerne l'ergonomia.

Le emissioni dei motori diesel sono pericolose per la salute perciò occorre, laddove possibile, impiegare attrezzature di lavoro azionate elettricamente (collegate alla rete elettrica o ad accumulatori).

Per i veicoli e le macchine a motore diesel impiegati in sotterraneo sono obbligatori i filtri antiparticolato la cui efficacia deve essere provata. Informazioni dettagliate su efficacia, prove e deroghe sono disponibili sulla pagina web della Suva «Filtri antiparticolato nei cantieri sotterranei e all'aperto» [10].

10.7 Fumi di volata

OLCostr, art. 100 Avanzamento con esplosivi

[1] Devono essere adottate misure adeguate affinché le esplosioni non comportino alcun pericolo per i lavoratori, in particolare a causa dell'onda d'urto, del rumore, della proiezione di pietre o dei gas rilasciati dalle esplosioni.

Questo obiettivo di protezione può essere raggiunto ad esempio adottando le seguenti misure:

- i fumi di volata vengono aspirati mediante una condotta di aspirazione;
- far uscire tutte le persone all'aperto fino alla dissipazione dei fumi di volata;
- durante il passaggio dei fumi di volata, portare tutte le persone in un locale alimentato con aria respirabile (aria compressa).

Con una lunghezza di avanzamento superiore a 1000 m e una ventilazione di tipo premente, l'obiettivo di protezione si raggiunge in particolare se, a 500 m dal fronte di attacco, sono installati container antifumi di volata in grado di assicurare una qualità dell'aria sufficiente.

Si può tornare al fronte di scavo e sul tratto nella zona retrostante solo dopo che i fumi di volata sono stati dissipati dall'impianto di ventilazione.

In caso di ventilazione aspirante, l'obiettivo di protezione è raggiunto installando una ventilazione supplementare di tipo premente per alimentare il settore più avanzato non coperto dal sistema di aspirazione. L'apertura di

aspirazione di questa ventilazione supplementare deve essere posizionata in modo tale che non sia raggiunta dai fumi di volata. La portata deve corrispondere al 70 per cento circa della potenza dell'impianto di aspirazione.

10.8 Condizioni climatiche

OLCostr, art. 90 Condizioni climatiche
Se si prevedono condizioni climatiche che possono mettere in pericolo la salute dei lavoratori, come caldo, freddo o umidità intensi, si devono prendere misure adeguate.

OLCostr, art. 37 Sole, caldo e freddo
Nel caso di lavori al sole, al caldo e al freddo occorre adottare le misure necessarie per proteggere i lavoratori.

Nel progettare la ventilazione si deve tenere conto del fabbisogno di raffreddamento quando si prevedono condizioni climatiche calde e umide (condizioni geotermiche, apporto di calore). Se il fabbisogno di raffreddamento non può essere coperto con la ventilazione, l'obiettivo di protezione può essere raggiunto installando impianti di raffreddamento separati secondo lo stato della tecnica. Informazioni dettagliate in proposito si trovano nella pubblicazione della Suva «Profilassi medica nei lavori sotterranei in ambiente caldo e umido» [11].

In caso di forti differenze delle condizioni climatiche tra l'interno della galleria e l'esterno, occorre adottare adeguate misure per la tutela della salute (ad es. per il trasporto di persone).

A partire da una velocità dell'aria di 2 m/s in sotterraneo (limite di comfort), bisogna adottare misure per la tutela della salute dei lavoratori (ad es. un pannello contro le correnti d'aria).

11 Trasporto e circolazione

OLCostr, art. 96 Trasporto
[1] Le piste di trasporto, gli impianti dei binari e i nastri trasportatori devono essere disposti, utilizzati e mantenuti in modo tale che nessun lavoratore venga messo in pericolo dalle installazioni, dal loro esercizio o dal materiale trasportato.

OPI, art. 41 Trasporto e deposito
[1] Gli oggetti e i materiali devono essere trasportati e depositati in modo che non possano rovesciarsi, cadere o scivolare e costituire pertanto un pericolo.

11.1 Trasporto

Durante il trasporto bisogna attenersi ai seguenti principi:
- utilizzare mezzi di trasporto con una capacità di carico sufficiente;
- in generale, provvedere affinché i punti di ancoraggio siano sufficienti per la messa in sicurezza del carico;
- utilizzare adeguati dispositivi di carico per merci da trasportare ripetutamente (ad es. rastrelliere per conci, ceste di trasporto) e agganci specifici per il materiale lungo.

11.2 Arresto tempestivo dei mezzi di trasporto

I mezzi di trasporto, il sistema di binari e le carreggiate devono essere allestiti, gestiti e sottoposti a manutenzione in modo che il conducente, in caso di pericolo, possa arrestare il mezzo in tempo utile.

Per i treni spinti, l'obiettivo di protezione può essere raggiunto adottando una delle due seguenti misure:
- trazione supplementare, rispettivamente posto di comando supplementare nella direzione di marcia
- sistema affidabile di videocamere

Per l'esercizio di treni spinti su binari delle aziende ferroviarie pubbliche, secondo il Regolamento delle ferrovie si impiegano accompagnatori ferroviari che si tengano in contatto radio con la persona nella cabina di guida

della locomotiva. Nei treni di cantiere destinati ai lavori sotterranei gli accompagnatori ferroviari devono disporre anche di un posto di comando sicuro, dove devono poter attivare il sistema frenante ed essere quindi in grado di arrestare il treno indipendentemente dal macchinista.

Come requisito minimo, il posto di comando supplementare richiede un posto sicuro in piedi o a sedere e un dispositivo tecnico per fermare il treno in caso di emergenza.

11.3 Dispositivo di uomo morto nei mezzi di trasporto

OPI, art. 30 Dispositivi di comando

[4] Ogni attrezzatura di lavoro deve essere munita dei dispositivi richiesti per avviare le necessarie manovre di arresto.

Il sistema di comando dei mezzi di trasporto su rotaia e dei veicoli multiservizio su ruote (multi-services vehicles) deve essere realizzato secondo lo stato della tecnica. In particolare, deve essere concepito in modo tale da sorvegliare che il conducente sia vigile. Se rileva una mancanza di attenzione, il sistema di sorveglianza deve arrestare il veicolo senza l'intervento del conducente.

11.4 Carreggiate

OLCostr, art. 16 Carreggiate

[1] Le carreggiate devono essere progettate in modo da resistere ai carichi previsti.

[2] Nel caso di manufatti come ponti o terrapieni, è richiesto un certificato della portata della carreggiata redatto da un ingegnere specializzato. Il carico massimo della carreggiata dev'essere indicato su un cartello.

[3] Sulle carreggiate con rischio di caduta, come quelle su ponti, berme, terrapieni o rampe, devono essere adottate efficaci misure di protezione anticaduta, come l'installazione di guardrail o cordoli.

[4] I terrapieni, le berme e le rampe devono essere sistemati e stabilizzati in modo da non cedere, franare o crollare. Inoltre, la distanza tra il bordo della corsia e il bordo del terrapieno, della berma o della rampa deve essere adeguata alle condizioni del terreno, e comunque misurare almeno 1 m. Se questo non è possibile per ragioni di spazio, occorre prendere provvedimenti tecnici adeguati.
[5] Occorre adottare provvedimenti per proteggere i lavoratori, segnatamente dalle pietre e da schizzi di fango o acqua.

Le carreggiate con rischio di caduta, nonché il bordo di pozzi, fosse e punti di trasbordo devono essere protetti in modo da evitare la caduta di veicoli. Questo è possibile, ad esempio installando una guidovia sul bordo della carreggiata o una protezione sul bordo che presenta un rischio di caduta (es. un massiccio collare a bordo pozzo).

11.5 Evitare le collisioni

OLCostr, art. 3 Pianificazione dei lavori di costruzione
[1] La pianificazione dei lavori di costruzione deve ridurre al minimo il rischio d'infortuni professionali, di malattie professionali o di danni alla salute e garantire l'applicazione delle misure di sicurezza necessarie, in particolare durante l'utilizzazione delle attrezzature di lavoro.

La circolazione deve essere organizzata in modo da impedire le collisioni. Questo obiettivo può essere raggiunto con soluzioni quali sistemi di gestione del traffico, impianti semaforici, sistemi di radiocomunicazione in galleria e piazzuole di scambio.

Nei tratti della galleria a una sola corsia occorre inoltre prevedere un numero sufficiente di piazzole di scambio, di sosta e di inversione di marcia. I veicoli e le attrezzature di lavoro non devono bloccare l'eventuale soccorso delle persone infortunate e l'evacuazione.

11.6 Visibilità

OLCostr, art. 96 Trasporto

[2] I mezzi di trasporto, siano essi veicoli di trasporto o macchine edili, devono essere equipaggiati e caricati in modo tale che in qualsiasi momento il conducente possa vedere e sorvegliare la zona pericolosa attorno al proprio veicolo nel senso di marcia.

Questo può essere raggiunto se:

- i punti pericolosi quali incroci, imbocchi, aree di carico ecc. sono illuminati in modo adeguato (cfr. punto 8.1);
- in caso di circolazione su binari con una composizione spinta, viene collocato un ulteriore posto di comando sul primo vagone o installato un sistema di videocamere (cfr. punto 11.2);
- con i veicoli non su rotaia sono utilizzati specchietti retrovisori adatti, antivibrazioni e riscaldabili all'occorrenza e, in assenza di visibilità diretta nella zona di pericolo retrostante e laterale, viene installato un sistema di videocamere.

11.7 Impianti per il trasporto verticale

OPI, art. 24 Principio

[1] Nelle aziende ai sensi nella presente ordinanza è consentito introdurre solo attrezzature di lavoro che, se utilizzate conformemente alla loro destinazione e con la debita cura, non mettano in pericolo la vita e la salute dei lavoratori.

Per gli impianti di trasporto all'interno di pozzi verticali e di pozzi inclinati, la disposizione è considerata adempiuta se questi impianti sono costruiti e gestiti secondo le disposizioni riportate sulla pagina web della Suva «Impianti di trasporto – Sicurezza anche in un pozzo» [12].

Le gru industriali e gli altri tipi di gru utilizzate per la logistica all'interno del pozzo devono essere integrate in modo sicuro nell'ambiente circostante, così da evitare che il trasporto di materiale costituisca un pericolo per i lavoratori all'interno del pozzo.

Le torri-scala e gli ascensori per il trasporto di materiali e di persone devono essere integrati nell'ambiente in modo da non essere danneggiati dall'attività di cantiere. Così è possibile garantire la sicurezza di queste installazioni come vie di circolazione e di soccorso.

11.8 Trasporto di persone

OLCostr, art. 9 Requisiti generali
[1] I posti di lavoro devono essere sicuri e devono poter essere raggiunti mediante vie di passaggio sicure.

OLCostr, art. 40 Trasporto
[3] Il trasporto di persone deve essere effettuato soltanto per mezzo di attrezzature di lavoro previste a questo scopo dal fabbricante.

Ordinanza sulle gru, art. 4 Uso delle gru – Principi
[5] Il trasporto di persone con gru non espressamente destinate a tale scopo dal produttore è vietato. Qualora circostanze particolari rendano necessario un simile trasporto, deve previamente essere richiesta un'autorizzazione di deroga dell'Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni (INSAI) ai sensi dell'articolo 69 OPI.

Il requisito relativo alla sicurezza delle persone trasportate è adempiuto se:
- nella circolazione su rotaia si utilizzano vagoni per il trasporto di persone e nella circolazione senza rotaie si impiegano veicoli per il trasporto di persone;
- il trasporto di persone su locomotive, veicoli diesel ecc. è effettuato solo a condizione che i veicoli dispongano di posti in piedi o a sedere protetti previsti dal fabbricante per il trasporto di persone;
- si adottano misure tecniche (ripari divisori) per evitare che i passeggeri siano messi in pericolo da veicoli circolanti sull'altra rotaia o da installazioni fisse durante il tragitto o nel salire e scendere dal mezzo;
- per il trasporto di persone infortunate sono utilizzate attrezzature adeguate (cfr. punto 7.4).

11.9 Vie di passaggio pedonali

OLCostr, art. 98 Vie di passaggio pedonali
Le vie di passaggio pedonali lungo piste di circolazione e binari devono essere da questi separate con adeguate misure tecniche. Da queste misure sono esclusi i lavori di controllo e i lavori di manutenzione minori eseguiti all'esterno e all'interno delle gallerie esistenti.

Tra le misure si annoverano: una parete divisoria fissa che separi le vie di passaggio pedonali dalla pista di circolazione o dai binari mediante parete divisoria, delimitazione, guardrail o sopraelevazione del passaggio pedonale.

Se lo spazio disponibile non è sufficiente per creare una via di passaggio pedonale (ad es. in piccoli cunicoli), occorre adottare misure che raggiungano lo stesso obiettivo di protezione del trasporto di tutte le persone solo con le apposite attrezzature di lavoro (punto 11.8). Nel caso in cui si svolgano lavori sul tratto interessato, l'accesso a quest'ultimo deve essere sbarrato.

11.10 Sistemi di trasporto senza conducente (AGV)

La pagina web della Suva «Sistemi di trasporto senza conducente: garanzia di sicurezza ed efficienza» [13] fornisce informazioni sulla costruzione e l'esercizio sicuri di AGV.

12 Avanzamento e messa in sicurezza della cavità

OLCostr, art. 99 Protezione da franamenti di roccia e venute d'acqua e messa in sicurezza delle cavità

[1] Laddove esista il pericolo di cedimenti o franamenti di roccia così come di venute d'acqua, si devono eseguire prospezioni preliminari prima dell'inizio dei lavori di scavo.

[2] I posti di lavoro devono essere organizzati e protetti in modo tale che nessun lavoratore venga messo in pericolo da franamenti di roccia e da venute d'acqua.

[3] Laddove le condizioni del terreno lo richiedano, si devono prendere adeguate misure per mettere in sicurezza le cavità.

OLCostr, art. 3 Pianificazione dei lavori di costruzione

[1] La pianificazione dei lavori di costruzione deve ridurre al minimo il rischio d'infortuni professionali, di malattie professionali o di danni alla salute e garantire l'applicazione delle misure di sicurezza necessarie, in particolare durante l'utilizzazione delle attrezzature di lavoro.

OLCostr, art. 18 Oggetti e materiali lasciati cadere o gettati

Si possono gettare o lasciar cadere oggetti e materiali soltanto se l'accesso alla zona di pericolo è impedito o se questi oggetti o materiali sono convogliati su tutta la lunghezza mediante canali, scivoli chiusi o altri mezzi analoghi.

12.1 Pianificazione del metodo di avanzamento e della sezione della galleria

Quando si pianifica il metodo di avanzamento, il tipo di macchina per scavo, la ripartizione delle sezioni, la lunghezza di abbattimento, nonché il tipo e il momento di consolidamento della roccia bisogna tenere conto degli aspetti inerenti alla sicurezza sul lavoro.

Le dimensioni delle sezioni (comprese le piazzole di scambio, di sosta e di inversione di marcia) devono essere pianificate in modo tale da tenere conto delle esigenze di spazio per le misure rilevanti per la sicurezza. Tra queste si annoverano la separazione delle vie di passaggio pedonali dalle vie di circolazione, una condotta di ventilazione non in pressione, container-rifugio, la protezione delle linee di alimentazione.

12.2 Misure di protezione

I requisiti di cui all'articolo 99 dell'Ordinanza sui lavori di costruzione sono adempiuti adottando le seguenti misure di sicurezza:

- il datore di lavoro provvede affinché la persona responsabile sul posto e una persona che rappresenta la direzione di progetto (ad es. il direttore dei lavori e/o il geologo di cantiere) stabiliscano per scritto le necessarie misure di sicurezza. Se necessario, bisogna rivolgersi a uno specialista;
- nei settori senza rivestimento si adottano sistematicamente – nelle immediate vicinanze del fronte di avanzamento o nel settore L1* durante gli avanzamenti delle TBM – misure di sicurezza contro la caduta di pietre (ad es. rete a maglie strette, all'occorrenza strato di calcestruzzo fibrorinforzato). Si può rinunciare a questa misura se l'altezza dello scavo è inferiore a 3 m o se il tratto non viene rivestito nemmeno nella costruzione finale;
- in caso di utilizzo del calcestruzzo spruzzato, si deve tener conto dell'evoluzione temporale della resistenza precoce del materiale per determinare il momento in cui è possibile accedere a tale zona;
- nei pozzi vengono adottate continuamente e su tutta la profondità misure di protezione contro la caduta di pietre dalla parete del pozzo. Queste misure vanno applicate di regola fino a 3 m al di sopra del piede del pozzo. È possibile rinunciare a questa misura se nessuno accederà mai al pozzo o al piede del pozzo, o se lo stato finale non richiede alcuna misura di sicurezza dovuta alla geologia;
- oggetti e materiali possono essere lanciati o fatti cadere solo se l'accesso alla zona di pericolo (ad es. piede del pozzo con cunicoli di accesso nella zona del pozzo) è sbarrato;
- in caso di lavori d'avanzamento su materiale instabile, in materiale sciolto o in rocce fortemente fratturate, si valutano ed eventualmente si prevedono per esempio le seguenti misure contro il distacco di materiale, franamenti e inondazioni:
  - prospezioni preliminari
  - armature speciali in acciaio (ad es. marciavanti)
  - misure preventive o costruttive complementari (ad es. iniezioni, jetting, ombrello di infilaggi, puntellazioni, lunghi ancoraggi nel fronte)
  - sorveglianza del sottosuolo mediante apparecchi di misurazione;
- in caso di pericolo di colpo di montagna occorre stabilire per tempo e attuare misure di protezione come installazione di ancoraggi, reti o centine metalliche. Oppure per la zona del fronte di avanzamento bisogna adottare misure idonee a tenere lontane le persone dalla zona di pericolo durante il

periodo critico, ad es. tempo di attesa dopo la volata, lasciare un «cuneo» di materiale di scavo davanti al fronte di avanzamento. Per determinare le misure necessarie potrebbe essere opportuno rivolgersi a specialisti.

12.3 Scelta delle installazioni tecniche per la messa in sicurezza dello scavo

Le installazioni tecniche per consolidare lo scavo devono essere scelte in modo che le persone incaricate di svolgere i lavori di messa in sicurezza siano protette nella misura del possibile contro il distacco di materiale, ad esempio utilizzando:

- dispositivi di perforazione e di posa per ancoraggi
- manipolatori per rivestimenti di calcestruzzo spruzzato
- apparecchi per la posa di centine metalliche
- posa di conci prefabbricati (elementi Tübbing)

Per proteggere dalla caduta di sassi le persone a bordo della cesta di lavoro, nel tratto di galleria non ancora messo in sicurezza vanno impiegate piattaforme di lavoro elevabili con una cesta di lavoro munita di un tetto di protezione solido che deve coprire almeno una parte della superficie della cesta tale da proteggere tutta la squadra.

12.4 Requisiti delle fresatrici a sezione piena

OPI, art. 24 Principio

[1] Nelle aziende ai sensi nella presente ordinanza è consentito introdurre solo attrezzature di lavoro che, se utilizzate conformemente alla loro destinazione e con la debita cura, non mettano in pericolo la vita e la salute dei lavoratori.

Se si impiegano fresatrici aperte (a sezione piena, senza posa di conci prefabbricati), occorre garantire che, in caso di necessità, vengano installate attrezzature per la messa in sicurezza della roccia immediatamente dietro la testa foratrice o lo scudo nel settore L1*. Alcuni esempi: armature/centine metalliche, ancoraggi per roccia, reti o calcestruzzo spruzzato.

12.5 Rimozione di parti di roccia pericolanti durante l'avanzamento con esplosivi

OLCostr, art. 100 Avanzamento con esplosivi

[1] Devono essere adottate misure adeguate affinché le esplosioni non comportino alcun pericolo per i lavoratori, in particolare a causa dell'onda d'urto, del rumore, della proiezione di pietre o dei gas rilasciati dalle esplosioni.

[2] Sul posto dell'esplosione il lavoro può riprendere non prima che siano trascorsi 15 minuti dall'esplosione.

[3] Dopo ogni volata, si devono rimuovere dal tratto appena scavato il materiale pericolante e la roccia smossa.

La distanza di ritirata dal luogo di brillamento deve essere sufficientemente ampia. Il luogo di ritirata deve essere scelto in modo tale da escludere che persone siano colpite dalla proiezione diretta o di rimbalzo di pietre.

Per eliminare le parti di roccia pericolanti occorre impiegare attrezzature di lavoro adatte, ad es. martelli pneumatici con raggio d'azione sufficiente o escavatori muniti di adeguati dispositivi, come uno scarificatore. Per la rimozione manuale vanno usati dispositivi sufficientemente lunghi oppure i lavori vanno eseguiti da una cesta di lavoro con tetto di protezione.

12.6 Requisiti relativi alla persona responsabile sul posto

OLCostr, art. 5 Organizzazione della sicurezza sul lavoro e della protezione della salute

[1] Il datore di lavoro deve designare in ogni cantiere una persona competente per la sicurezza sul lavoro e per la protezione della salute; questa persona deve potere dare istruzioni in materia ai lavoratori.

OPI, art. 7 Trasferimento di compiti al lavoratore

[1] Il datore di lavoro, se affida a un lavoratore determinati compiti di sicurezza sul lavoro, deve formarlo adeguatamente, perfezionare la sua formazione e trasmettergli chiare competenze ed istruzioni. Il tempo necessario per la formazione e il perfezionamento è di principio considerato tempo di lavoro.

[2] Il trasferimento di tali compiti al lavoratore non esonera il datore di lavoro dai suoi obblighi di garantire la sicurezza sul lavoro.

La persona responsabile sul posto (ad es. capo sciolta) è qualificata in particolare a:

- riconoscere per tempo le mutazioni delle caratteristiche della roccia;
- prendere immediatamente le misure di sicurezza necessarie;
- decidere in merito alla prosecuzione del lavoro e, se necessario, ricorrere tempestivamente a specialisti.

13 Approvazione

La presente direttiva è stata approvata dalla Commissione federale di coordinamento per la sicurezza sul lavoro (CFSL) il 29 ottobre 2026.
Sostituisce la direttiva 6514 «Lavori sotterranei» dell'ottobre 2005.

Commissione federale di coordinamento
per la sicurezza sul lavoro CFSL

Per le ordinazioni:
Commissione federale di coordinamento
per la sicurezza sul lavoro CFSL
Alpenquai 28b
6005 Lucerna

www.cfsl.admin.ch/6514.i

Allegato 1

Le norme e la documentazione tecnica qui elencate sono aggiornate solo fino al momento di andare in stampa. È valida di volta in volta la versione più aggiornata al momento dell'applicazione.

Pubblicazioni e siti web

[1] Pubblicazione Suva 1903: Valori limite sul posto di lavoro (disponibile in tedesco e francese, www.suva.ch/1903.d)

[2] Pagina web Suva: Formazione per lavori esposti a pericoli particolari (www.suva.ch/lcpp)

[3] Direttiva CFSL 6503: Amianto (www.suva.ch/6503.i)

[4] Pubblicazione Suva 66102: Gas naturale durante i lavori in sotterraneo: prevenzione contro il rischio di incendio ed esplosioni (www.suva.ch/66102.i)

[5] Pagina web Suva: Lavorare in sicurezza nei cantieri sotterranei (www.suva.ch/lavori-sotterranei)

[6] Pagina web Suva: Lotta antincendio su impianti idraulici nei lavori in sotterraneo (www.suva.ch/impianti-idraulici)

[7] Pagina web Suva: Nastri trasportatori nei lavori in sotterraneo: misure antincendio (www.suva.ch/nastri-sotterraneo)

[8] Deutscher Ausschuss für unterirdisches Bauen e. V. (DAUB): Empfehlungen für den Einsatz von Fluchtkammern auf Untertagbaustellen, Stand: März 2018 (www.daub-ita.de)

[9] Norma SIA 196: Ventilazione nei lavori sotterranei

[10] Pagina web Suva: Filtri antiparticolato nei cantieri sotterranei e all'aperto (www.suva.ch/filtri-antiparticelle)

[11] Pubblicazione Suva 2869-26: Profilassi medica nei lavori sotterranei in ambiente caldo e umido (www.suva.ch/2869-26.i)

[12] Pagina web Suva: Impianti di trasporto - Sicurezza anche in un pozzo (www.suva.ch/trasporto-pozzi)

[13] Pagina web Suva: Sistemi a guida automatizzata: garanzia di sicurezza ed efficienza (www.suva.ch/agv-i)

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Commissione federale di coordinamento per la sicurezza sul lavoro CFSL