



PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
 MESSA IN SICUREZZA DEL SISTEMA ACQUEDOTTISTICO
 DEL PESCHIERA PER L'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO
 DI ROMA CAPITALE E DELL'AREA METROPOLITANA

IL COMMISSARIO STRAORDINARIO ING. PhD MASSIMO SESSA
 SUB COMMISSARIO ING. MASSIMO PATERNOSTRO

aceq
 acqua
 ACEA ATO 2 SPA

Member of CSD
 RINA
 CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
 ISO 9001-ISO 14001
 BS 25545-18001
 ISO 50001

aceq
 ingegneria
 e servizi

Member of CSD
 RINA
 CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
 ISO 9001-ISO 14001
 ISO 45001

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. PhD Alessia Delle Site

SUPPORTO AL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Avv. Vittorio Gennari

Sig.ra Claudia Iacobelli

Ing. Barnaba Paglia

CONSULENTE

Ing. Biagio Eramo

ELABORATO

A194PD T006 7

COD. ATO2 APE10116

DATA OTTOBRE 2019

SCALA

Progetto di sicurezza e ammodernamento
 dell'approvvigionamento della città
 metropolitana di Roma

"Messa in sicurezza e ammodernamento del sistema
 idrico del Peschiera",

L.n.108/2021, ex DL n.77/2021 art. 44 Allegato IV

AGG. N.	DATA	NOTE	FIRMA
1	DIC-19	AGGIORNAMENTO PER SIA	
2	MAR-20	AGGIORNAMENTO ELABORATI	
3	LUG-20	AGGIORNAMENTO ELABORATI	
4	GEN-21	AGGIORNAMENTO PARERE CSLLPP VOTO DEL 14/10/2020	
5	SETT-21	AGGIORNAMENTO ELABORATI	
6	GIU-22	AGGIORNAMENTO ELABORATI	
7	OTT-22	AGGIORNAMENTO UVP	

**NUOVO TRONCO SUPERIORE ACQUEDOTTO
 DEL PESCHIERA
 dalle Sorgenti alla Centrale di Salisano**

CUP G33E17000400006

PROGETTO DEFINITIVO

TEAM DI PROGETTAZIONE

CAPO PROGETTO

Ing. Angelo Marchetti

SICUREZZA

Ing. Mauro Pedone

Hanno collaborato:

Arch. Giuseppe Curcio

Ing. Enrico Domenici

Ing. Giorgia Piron



PRIME INDICAZIONI PER LA
 STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA
 ALLEGATO N. 19
 LAVORI IN SOTTERRANEO – SCAVO CON
 METODO MECCANIZZATO TBM

COMMITTENTE



ACEA ATO 2 SPA



PRIME INDICAZIONI PER LA STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA –ALLEGATO
LAVORI IN SOTTERRANEO – SCAVO CON METODO MECCANIZZATO TBM

Pagina 1 di 44

Sommario

1. Introduzione	3
2. Analisi delle lavorazioni in galleria: scavo con metodo meccanizzato TBM	3
2.1. TBM – Descrizione del funzionamento	3
2.1.1. Descrizione di un ciclo di perforazione (corsa)	4
2.1.2. Norme di sicurezza	5
2.1.2.1. Aspetti generali	5
2.1.2.2. TBM – Protezione e lotta contro gli incendi	6
2.1.2.3. TBM - Attrezzature di sicurezza	7
2.1.2.4. TBM - Interruttori di arresto di emergenza	7
2.1.2.5. TBM - Cartelli di avvertimento	7
3. Analisi delle lavorazioni in galleria: avanzamento meccanico	9
3.1. Montaggio e smontaggio TBM	9
3.2. Scavo con TBM	15
3.2.1. Accensione della macchina	16
3.2.2. Arresto della macchina (fine lavori)	18
3.2.3. Presenza di lavoratori nello scudo	18
3.2.4. Accesso alla testa fresante per manutenzione	18
3.2.5. Verifica e sostituzione dei rulli taglienti	19
3.2.6. Presenza di personale al fronte	19
3.3. Smarino (con nastro trasportatore)	19
3.3.1. Manutenzione del nastro trasportatore	26
3.4. Assemblatore (posa dei conci)	27
3.4.1. Rivestimento con conci	27
3.4.2. Procedura per il rivestimento dei conci	28
3.5. Erettore (trasporto conci)	29
3.5.1. Trasporto conci	29
3.5.2. Traslazione dei conci	29
3.6. Posa filler drenante	29
3.6.1. Prescrizioni sull'iniezione del filler drenante	30
3.7. Installazione concio di base prefabbricato	30
3.7.1. Posa concio di base prefabbricato	30
3.7.2. Posa binario	31
3.8. Trasporto con treno	31
3.8.1. Premessa	31

COMMITTENTE



ACEA ATO 2 SPA



PRIME INDICAZIONI PER LA STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA –ALLEGATO
LAVORI IN SOTTERRANEO – SCAVO CON METODO MECCANIZZATO TBM

Pagina 2 di 44

3.8.2.	Percorso ferroviario	31
3.8.3.	Carico-scarico dei binari	33
3.8.4.	Montaggio dei binari	33
3.8.5.	Verifica dei binari.....	34
3.8.6.	Impianto segnaletico all'interno del backup della fresa.	35
3.8.7.	Accesso del treno nel tunnel.....	35
3.8.8.	Caratteristiche del treno.....	36
3.8.9.	Sistema di sorveglianza video del treno	36
3.9.	Sistema backup	37
3.10.	Sistema di perforazione, di ancoraggio, di iniezione e di carotaggio	38
3.11.	Depolverizzazione/ventilazione	38
3.11.1.	Sistema di nebulizzazione acqua	38
3.11.2.	Sistema di depolverizzazione	38
3.11.3.	Sistema di condizionamento.....	39
3.11.4.	Manutenzione impianto di ventilazione	40
3.11.4.1.	Manutenzione dei gruppi di ventilazione	40
3.11.4.2.	Allungamento di elementi della tubazione	40
3.12.	Illuminazione	41
3.13.	Impianto elettrico	41
3.14.	Impianto aggettamento	42
3.15.	Sistemi di controllo e di video sorveglianza	43
3.16.	Impianto di rivelazione incendi sul backup della fresa	43
3.17.	Mezzo di soccorso bimodale per l'evacuazione del personale	43

COMMITTENTE



ACEA ATO 2 SPA



PRIME INDICAZIONI PER LA STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA –ALLEGATO
LAVORI IN SOTTERRANEO – SCAVO CON METODO MECCANIZZATO TBM

Pagina 3 di 44

1. Introduzione

La presente relazione risulta essere parte integrante del Piano di Sicurezza e Coordinamento.

Mentre la relazione relativa alla parte generale contiene la descrizione del progetto, l'analisi e la valutazione dei rischi, le procedure esecutive, gli apprestamenti e le attrezzature adatte a garantire per tutta la durata dei lavori il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della sicurezza e salute dei lavoratori da un punto di vista generale, nella presente relazione particolareggiata viene approfondita la tematica **dello scavo di avanzamento delle gallerie con metodo meccanizzato TBM.**

2. Analisi delle lavorazioni in galleria: scavo con metodo meccanizzato TBM

2.1. TBM – Descrizione del funzionamento

Sezione di ancoraggio. La sezione di ancoraggio consiste in un corpo principale dotato di cilindri estendibili. La sezione di ancoraggio sopporta il peso della macchina e scarica sulla roccia le forze di reazione dovute all'avanzamento ed al momento torcente.

I cilindri sono montati orizzontalmente ai due lati del corpo principale. Essi vengono estesi telesopicamente contro le pareti della galleria ancorando la macchina durante la perforazione.

Agendo in modo individuale sui singoli cilindri l'operatore della macchina può posizionarla esattamente in orizzontale all'inizio di ogni fase di perforazione, permettendo di mantenere la direzione voluta anche in caso di avanzamento in curva.

Sezione di lavoro. La sezione di lavoro consiste nella testa della fresa, scatola del supporto, tubo principale con segmento motore e sistema di trasporto.

Il segmento motore è costituito da unità motore/trasmissione epicicloidale che azionano, tramite una corona dentata, l'albero motore disposto centralmente nel tubo principale, che si estende fino alla parte anteriore della fresa.

La corona dentata è collocata in una scatola di trasmissione montata sull'estremità posteriore del tubo principale.

Le unità motore/trasmissione epicicloidale sono installate sul retro della scatola della trasmissione e azionano la ruota dentata tramite un pignone montato sugli alberi motori della trasmissione epicicloidale.

L'albero motore, supportato all'estremità posteriore da un cuscinetto della scatola della trasmissione e collegato con il supporto della corona dentata mediante aste e viti, passa centralmente nel tubo principale arrivando fino alla testa della fresa.

Sull'estremità anteriore l'albero motore è collegato con un attacco conico al mozzo della testa della fresa, la quale a sua volta è supportata dai cuscinetti principali della scatola montata sulla flangia anteriore del tubo principale.

Il tubo principale ha una sezione quadrata ed è sostenuto, rispetto ai movimenti assiali, mediante supporti scorrevoli nel corpo principale della sezione fissa.

In tal modo il tubo principale, mentre la sezione di lavoro della TBM si sposta in avanti nella sezione fissa durante la perforazione, può scaricare le forze di reazione dovute al momento torcente dell'unità motrice, attraverso il corpo principale della sezione fissa e i cilindri telescopici, sulle pareti della galleria.

Dei cilindri idraulici collegano la sezione di lavoro alla sezione fissa fornendo la necessaria forza di spinta per il movimento di avanzamento della sezione di lavoro e per la spinta della testa della fresa sul fronte di scavo.

Per effetto di questa spinta e della contemporanea rotazione della testa della fresa contro il fronte di scavo gli utensili di taglio a rullo montati sulla testa della fresa in piste circolari concentriche vengono pressati sulla roccia creando delle fessure tra le singole piste e sbriciolando in tal modo la roccia.

Il materiale di scavo prodotto, costituito da particelle fini unite a frammenti di roccia, cade sul fondo della galleria dove viene avviato, attraverso la testa della fresa, in quattro contenitori disposti sul retro della testa stessa.

I quattro contenitori, rotanti assieme alla fresa, trasferiscono il materiale di scavo in una tramoggia disposta sopra la scatola del supporto, dalla quale viene scaricato su un nastro trasportatore che corre lungo tutta la lunghezza della TBM e che trasporta il materiale all'esterno.

Un dispositivo pulitore a movimento verticale, installato dietro la testa della fresa e il contenitore sotto la scatola del supporto, permette di liberare il fondo della galleria dal materiale di scavo sparso, spingendolo continuamente in avanti verso la zona di azione dei contenitori rotanti.

Il dispositivo pulitore di fondo ha anche una funzione di sostegno della parte anteriore della macchina in fase di riposizionamento, ovvero quando la sezione fissa deve essere spostata in avanti.

La parte posteriore della macchina durante lo spostamento in avanti della sezione fissa poggia su due sostegni montati sulla scatola della trasmissione.

Questi sostegni vengono retratti durante le operazioni di perforazione e quindi non rimangono in contatto con la roccia del fondo della galleria.

2.1.1. Descrizione di un ciclo di perforazione (corsa)

All'inizio del ciclo la sezione fissa viene portata/spostata, rispetto alla sezione di lavoro, in corrispondenza del punto di arresto anteriore e fissata alle pareti della galleria nella posizione corretta di avanzamento con l'aiuto di un sistema di orientamento a laser.

Il dispositivo pulitore di fondo rimane sollevato liberamente sopra il fondo della galleria, mentre i sostegni posteriori sono retratti.

Mentre la testa della fresa è in rotazione i cilindri di spinta vengono retratti, facendo avanzare la sezione di lavoro della TBM di qualche metro (una corsa); la testa della fresa può così iniziare a sbriciolare la roccia sul fronte di scavo.

Alla fine del ciclo di perforazione la rotazione della fresa viene interrotta, i sostegni posteriori vengono estesi in basso fino a raggiungere il fondo della galleria ed il dispositivo pulitore del fondo viene spostato dalla posizione sospesa alla posizione di appoggio, nella quale viene a sopportare il peso della parte anteriore della macchina.

Una volta che la TBM viene bloccata in questo modo ad entrambe le estremità, i quattro cilindri di ancoraggio vengono ritratti dalle pareti della galleria.

La sezione fissa è in tal modo pronta per essere spostata in avanti, la qual operazione viene effettuata mediante i cilindri di spinta; quando questi sono completamente estesi, i cilindri di ancoraggio posteriori vengono nuovamente spinti contro la roccia.

Infine la TBM, mediante i cilindri di ancoraggio posteriori, del dispositivo pulitore di fondo e gli appoggi posteriori, viene predisposta per il successivo ciclo di perforazione.

Una volta completate queste operazioni anche i cilindri di ancoraggio anteriori vengono spinti contro la roccia in modo da ancorare la sezione fissa.

Dopodiché entrambi i sostegni posteriori vengono retratti ed anche il dispositivo pulitore di fondo viene portato in posizione sollevata.

Si può ora rimettere in rotazione la fresa che è pronta per un nuovo ciclo di perforazione

2.1.2. Norme di sicurezza

Questo capitolo ha lo scopo di rendere edotto il conduttore della macchina ed il personale di manutenzione sui possibili pericoli connessi all'esercizio ed alla manutenzione della fresa TBM e di indicare il modo di evitare tali pericoli.

I rischi presenti in tali lavorazioni sono essenzialmente riconducibili a quelli tipici di un ambiente produttivo/industriale (la TBM è da considerate come uno stabilimento mobile che realizza tratti di galleria staticamente finita). A tal proposito si segnalano i rischi derivanti da:

- movimentazione di carichi pesanti (rifornimento, spostamento e montaggio conci - montaggio/smontaggio backup - montaggio smontaggio nastri trasportatori - smontaggio, sostituzione cutters);
- cadute dall'alto (zona erettore e testa rotante per manutenzione);
- contatto con perti in movimento (nastri trasportatori, ecc...);
- elettrocuzione;
- incendio;
- investimento (rifornimenti mediante l'impiego di mezzi di cantiere).

Oltre ai rischi sopra descritti se ne possono identificare anche alcuni di tipo ambientale:

- salubrità dell'ambiente di lavoro (polveri, inquinanti in galleria);
- rumore (le operazioni di scavo della TBM)
- vibrazioni

2.1.2.1. Aspetti generali

L'incuria o l'uso scorretto della fresa TBM può comportare incidenti e lesioni gravi.

Le dimensioni della macchina, il peso dei suoi componenti e le elevate potenze idrauliche ed elettriche in gioco, unitamente alla pericolosità intrinseca del luogo di lavoro (galleria), possono determinare situazioni potenzialmente pericolose.

Nell'esercizio e nella manutenzione di una TBM devono perciò essere sempre assolutamente rispettate le procedure di sicurezza, onde evitare qualsiasi momento di pericolosità.

La TBM può essere usata solamente da personale adeguatamente addestrato e qualificato, a perfetta conoscenza della struttura generale e di tutti i particolari nonché degli organi di comando della macchina.

I lavori di manutenzione sui singoli sistemi della macchina possono essere svolti solamente da personale adeguatamente qualificato, il personale inesperto e non ancora completamente qualificato e in fase di addestramento dovrà essere controllato con la massima attenzione.

Il personale di impiego e di manutenzione della macchina deve essere messo esattamente al corrente di tutte le possibili situazioni di pericolo. Nel presente manuale tali informazioni sono riportate sotto forma di avvertenze particolari, che si aggiungono agli cartelli di

avviso apposti sulla macchina .

Il personale di impiego e di manutenzione della macchina deve indossare sempre l'equipaggiamento protettivo prescritto localmente. Come norma generale vale sempre la seguente: **per tutti i lavori sulla macchina o nelle vicinanze della macchina va sempre indossato l'elmetto protettivo!**

Dovrà essere stabilito esattamente il comportamento che il personale dovrà tenere nell'ambito operativo della macchina. Ciò richiede l'introduzione di un sistema con segnali di avviso chiari e inconfondibili e la nomina di un responsabile delle sicurezza per ogni turno di lavoro.

La TBM stessa va mantenuta in uno stato sicuro ed affidabile mediante accurate ispezioni, regolare manutenzione e, se necessario, **immediata riparazione o sostituzione delle parti importanti sotto il profilo della sicurezza.**

2.1.2.2. TBM – Protezione e lotta contro gli incendi

Un eventuale incendio in un ambiente chiuso e stretto come quello di una galleria può avere effetti catastrofici.

La protezione contro gli incendi e l'efficace intervento di spegnimento in caso di incendio sono dunque l'imperativo primario per tutto il personale di cantiere.

- La dotazione di spegnimento incendi della macchina deve essere costantemente mantenuta in perfette condizioni di funzionalità.
- L'impiego di materiali combustibili in galleria è ammesso solo in casi di assoluta necessità. Stracci per la pulizia, solventi e lubrificanti non devono mai essere stoccati all'interno della galleria.
- I residui di liquidi combustibili sversati vanno immediatamente rimossi e portati fuori dalla galleria, assieme agli eventuali prodotti detergenti impiegati.
- L'intero impianto elettrico va controllato regolarmente. I componenti danneggiati vanno immediatamente riparati o sostituiti. I cavi o altri elementi di alimentazione staccati vanno immediatamente ricollegati. In caso di surriscaldamento di elementi dell'impianto elettrico o di cortocircuito occorre individuare immediatamente la causa e quindi rimuoverla.
- In caso di riparazioni sull'impianto elettrico deve sempre essere tenuto a portata di mano un estintore. Le riparazioni con apparecchi saldatori elettrici o a gas (fiamme libere!) vanno sempre controllate da un assistente dotato di estintore.

Per lo spegnimento di eventuali incendi sulla TBM o sul rimorchio si consiglia l'impiego di **estintori idonei per tutti i tipi di incendio.**

Adeguati estintori vanno installati presso tutti i punti della TBM a rischio di incendio o del rimorchio, risultanti dal disegno relativo al presente capitolo. Come emerge da detto disegno, il maggiore pericolo di incendio è nella zona del rimorchio a causa della presenza concentrata di installazioni elettriche ed idrauliche.

In determinati casi un eventuale incendio può essere spento anche con acqua. **Lo spegnimento con acqua è però ammesso solo se è inequivocabilmente accertato che l'incendio non proviene dall'impianto elettrico o idraulico, né coinvolge tali impianti.**

Con l'acqua si possono ad es.: spegnere incendi prodotti dai seguenti materiali:

- legno, incendiato a causa di lavori di saldatura o da scintille;
- nastro trasportatore, incendiato a causa del calore di attrito per lo slittamento del nastro;
- stracci impregnati d'olio, incendiati a causa di lavori di saldatura o di autoaccensione, **purché l'olio non sia in quantità tali da diffondersi ulteriormente sulla superficie dell'acqua di spegnimento.**

Estintori vuoti o semivuoti vanno immediatamente sostituiti o ricaricati completamente e quindi sigillati con piombo. Al fine di garantire la perfetta funzionalità ed efficienza l'intero equipaggiamento antincendio va sottoposto a ispezioni regolari e complete.

2.1.2.3. TBM - Attrezzature di sicurezza

Le attrezzature generali tipiche di sicurezza consistono in una serie di dispositivi attivi e passivi per la tutela contro gli infortuni, per la protezione della macchina da danneggiamenti e per garantire un ambiente di lavoro sicuro.

Tali dispositivi sono:

- **Schermo protettivo antipolvere** per isolare dalle polveri e dai frantumi di roccia in testa alla macchina;
- **Sistema di depolverazione** per aspirare la polvere dalla zona davanti allo schermo antipolvere e separarla dall'aria prima di reimmettere quest'ultima in galleria.
- **Sistema di spruzzo d'acqua** per inumidire il materiale di scavo impedendo che nel trasporto si determini una produzione di polveri secondaria.
- **Scale, predellini, passerelle e maniglie** per permettere un accesso su ed attorno alla macchina ed al rimorchio.
- **Sistema di blocco** che, in caso di insufficiente ancoraggio della macchina, impedisce un rotazione della testa della fresa.
- **Freno di blocco della testa della fresa** che impedisce un'involontaria rotazione delle testa della fresa quando questa non è a contatto con la roccia e si devono sostituire gli scalpelli oppure devono essere eseguiti altri lavori davanti allo schermo antipolvere.
- **Coperture protettive** sopra le trasmissioni del motore onde evitare lesioni a causa di alberi rotanti.
- **Interruttore principale** per permettere di spegnere l'intero impianto elettrico in caso di necessità.
- **Interruttore di arresto di emergenza** per permettere di spegnere tutti i circuiti elettrici in caso di emergenza e di interrompere immediatamente in tal modo tutti i movimenti della macchina.
- **Controllo di dispersione a terra con luci di avviso** per il controllo dei singoli circuiti per quanto riguarda le dispersioni a terra e per l'interruzione eventuale automatica del circuito interessato.
- **Interruttore automatico di sicurezza con relè termico di sovraccarico** per evitare corti circuiti e sovraccarichi con relativi danni o incendi nell'impianto elettrico.
- **Interruttore automatico di sicurezza con relè termico di sovraccarico** per evitare corti circuiti e sovraccarichi con relativi danni o incendi nell'impianto elettrico.
- **Avvisatore acustico (sirena)** per segnalare una spostamento del rimorchio. Con la sirena possono essere dati anche altri segnali di avviso preventivamente concordati.
- **Estintori** dislocati in luoghi strategici attorno alla macchina ed al rimorchio per garantire la sicurezza in caso di incendi di qualsiasi tipo.
- **Cartelli e segnali di avviso** per la segnalazione ottica nei punti pericolosi.

2.1.2.4. TBM - Interruttori di arresto di emergenza

La macchina può essere fermata in qualsiasi momento mediante interruttori di arresto di emergenza, disposti in diversi punti della macchina, sul pannello di comando e sul rimorchio.

Tutto il personale che opera in galleria deve sapere esattamente dove i singoli interruttori di arresto di emergenza sono dislocati.

2.1.2.5. TBM - Cartelli di avvertimento

Sulla macchina TBM e sul rimorchio sono applicati appositi cartelli avvisatori per indicare le zone di maggiore pericolosità per il personale. La disposizione dei cartelli è riportata nel disegno.

Tra i compiti della regolare manutenzione rientra anche quello di mantenere i cartelli in condizioni di pulizia e leggibilità.

COMMITTENTE



ACEA ATO 2 SPA



**PRIME INDICAZIONI PER LA STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA – ALLEGATO
LAVORI IN SOTTERRANEO – SCAVO CON METODO MECCANIZZATO TBM**

Pagina 8 di 44

I cartelli divenuti illeggibili a causa di logorio o danneggiamento devono essere sostituiti con cartelli nuovi

NOTA IMPORTANTE: Nella stesura del programma lavori da parte dell'Appaltatore si dovrà tenere conto che la bullonatura ai fini della sicurezza dovrà essere sempre eseguita ad ogni ciclo di avanzamento (modo sistematico) il più possibile vicino al fronte di scavo come pure un primo strato di betoncino proiettato.

3. Analisi delle lavorazioni in galleria: avanzamento meccanico

Per l'avanzamento meccanico con fresa si possono riassumere le seguenti attività lavorative:

- scavo con testa fresante;
- convogliamento dello smarino con nastro convogliatore ai vagoni di trasporto;
- posa dell' elemento prefabbricato di base mediante erettore automatizzato (in due fasi essendo il concio di base suddiviso in due elementi) all'interno dello scudo;
- posa del rivestimento a conci con erettore automatizzato
- riempimento con filler drenante dello spazio tra conci prefabbricati e contorno di scavo;
- trasporto e posa conci nel magazzino;
- perforazione, ancoraggio, iniezione e carotaggio
- manutenzione macchina.

Per svolgere tutte le operazioni la macchina necessita di una serie di vagoni che ne costituiscono il backup.

La fresa dovrà essere sotto il controllo di una postazione di comando principale da dove sarà possibile controllare tutte le operazioni

La postazione di comando dovrà essere realizzata all'interno di una cabina ventilata e condizionata e dovrà essere costituita da una consolle in cui troveranno sede:

- gli elementi di comando;
- gli elementi di segnalazione;
- gli strumenti di visualizzazione.

Per alcune operazioni dovrà essere possibile disconnettere la consolle di comando e trasferire i comandi ad una barra di comando portatile.

Sono presenti altre barre di comando ausiliarie che permettono di controllare alcuni dispositivi ausiliari della macchina.

3.1. Montaggio e smontaggio TBM

L'assemblaggio della TBM riveste particolare importanza all'interno delle operazioni di cantiere, sia per le dimensioni degli elementi che per il fatto di operare in spazi relativamente ristretti. Le fasi di montaggio e smontaggio della fresa sono tra le più delicate del processo di realizzazione delle gallerie.

Si segnalano infatti rischi relativi alla movimentazione di carichi pesanti (in alcuni casi gestiti mediante l'impiego di più gru in contemporanea per le quali è necessario che l'Appaltatore predisponga un piano di gestione delle interferenze specifico), alla caduta dall'alto oltre che a quelli relativi alle normali attività di cantiere. tutte le operazioni di sollevamento e movimentazione degli elementi devono essere coordinate da operatore specializzato.

Massima attenzione deve essere posta nelle operazioni di verifica, controllo e pulizia dei vari elementi della TBM e della struttura di contrasto.

Movimentazione elementi

La movimentazione dei diversi segmenti che compongono la testa risulta particolarmente delicata in riferimento ai pesi degli elementi stessi. Tale condizione impone un'attenta definizione delle attrezzature e dei mezzi da impiegare.

L'utilizzo di autogru o di gru a portale su rotaia richiede la presenza di personale altamente specializzato.

Massima attenzione alle possibili interferenze tra le diverse squadre presenti in cantiere. Tali lavorazioni devono avvenire per aree delimitate in situazioni di precisa separazione da altre lavorazioni. Massima attenzione alla delimitazione delle aree d'intervento ed alla programmazione dei lavori in modo da poter limitare le interferenze tra le squadre. Tutto il personale deve essere dotato di DPI specifici.

Le operazioni di montaggio della TBM, backup e rispettiva struttura di contrasto devono necessariamente prevedere:

- sospensione di tutte le attività limitrofe interferenti;
- delimitazioni e segnalazioni aree di intervento interne ed esterne;
- impiego autogrù/gru a portale di cantiere per movimentazione elementi.

Durante le fasi di arrivo dei mezzi di trasporto deve essere prevista la presenza di personale a supporto per la guida alle manovre degli autisti a partire dalle fasi di accesso al cantiere fino al posizionamento finale di scarico (e successivamente per le operazioni di uscita del mezzo dal cantiere). Predisporre la consegna con un orario di arrivo in tempi non interferenti con i momenti di attività maggiore in aree prossime al cantiere.

Per le operazioni di scarico del materiale in cantiere, ed il posizionamento dello stesso in posizione di montaggio, utilizzare autogrù gommata/gru a portale di cantiere. Predisporre preliminarmente, all'arrivo del materiale in cantiere, zona di stoccaggio materiale in cantiere prossima alle aree di assemblaggio. L'area di scarico deve essere delimitata e l'accesso consentito solo al personale addetto alla lavorazione specifica. Durante le fasi di posizionamento deve essere prevista la predisposizione di funi guida sui singoli elementi prima che questi siano tirati in quota.

Provvedere all'assemblaggio a terra degli elementi, se necessario, rimanendo all'interno delle aree di stoccaggio/assemblaggio.

Una volta portato il singolo elemento in posizione definitiva si procede con le operazioni di collegamento. L'operatore deve agire da trabattello specifico, ponteggio o piattaforma aerea gommata (utilizzo mezzo conformemente al libretto d'uso – utilizzo di imbracatura con cosciali e cordino di sicurezza ancorato alla piattaforma e caschetto con sottogola).

L'area direttamente sottostante deve essere delimitata e sgombra da qualsiasi addetto (pericolo caduta materiale minuto).

Una volta effettuati tutti i collegamenti previsti si sgancia l'elemento dalle funi di carico.

Tutti gli addetti (manoperatore autogrù/gru – addetti alle funi guida – addetti in quota - ecc...) devono essere reciprocamente visibili in tutte le fasi operative (alternativamente devono essere dotati di collegamento radio).

È essenziale inoltre che il DTC operi in modo che questi soggetti siano a conoscenza della presenza di altre attività in cantiere e delle precise zone d'influenza.

Montaggio

Il progetto prevede il montaggio della TBM all'interno di manufatti interrati, per tale motivo il montaggio/smontaggio della TBM avverrà in due fasi principali, con l'obiettivo di ottimizzare i tempi in funzione del ridotto spazio delle aree dedicate a questa attività:

- **montaggio principale** all'interno della culla di scorrimento di lunghezza idonea per poter consentire il montaggio delle componenti della TBM e dei carri costituenti il Back up della macchina all'interno del manufatto specifico. Il sollevamento e lo spostamento degli elementi sopracitati avverrà con l'ausilio di un carroponte e/o con autogrù tralicciata di capacità di sollevamento adeguata ai carichi da sollevare e movimentare. Le vie di accesso al cantiere dovranno essere tali da permettere il transito dei componenti delle gru e sistemi di sollevamenti impiegati;
- **montaggio secondario** delle "componenti principali" nelle aree adiacenti alla culla di scorrimento o poste al di fuori del manufatto, e lavori propedeutici alla fase di trasporto.

Il sollevamento e la movimentazione di tali attrezzature dovrà avvenire nel rispetto delle modalità di montaggio previste dal costruttore utilizzando i vincoli e golfari presenti sulle attrezzature quali punti di sollevamento. L'Appaltatore dovrà prevedere uno specifico Piano di montaggio e smontaggio della TBM.

Preventivamente al montaggio dovranno realizzarsi opere provvisorie idonee a consentire il lavoro in sicurezza (ponteggi).

L'area di montaggio dovrà essere delimitata e segregata con recinzione tipo Orsogrill di altezza non inferiore a 2 metri per tutta la durata del montaggio



Figura 3.1 – Spostamento di elemento della TBM

Si procederà al montaggio della testa di scavo in quanto il suo peso potrebbe non essere compatibile con eventuali opere strutturali presenti sulla viabilità pubblica e/o di cantiere interessata dal trasporto di tali componenti. Questo aspetto dovrà essere approfondito in fase di Progettazione esecutiva da parte dell'Appaltatore una volta note le caratteristiche delle opere strutturali presenti sul tracciato da utilizzare e quelle dei componenti della TBM. In alternativa ad una struttura saldata si potrebbe ipotizzare una struttura della testa di scavo bullonata o mista, in modo da facilitare questa fase delle operazioni. Gli elementi metallici potranno essere messi in opera mediante imbullonatura e/o saldatura secondo le indicazioni del produttore.

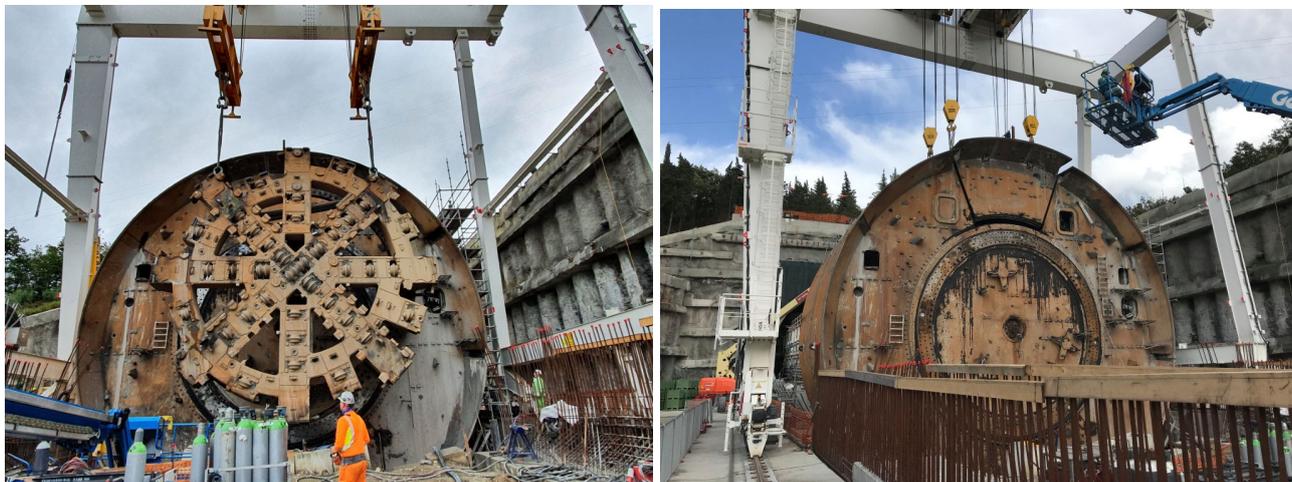


Figura 3.2 – Montaggio/smontaggio TBM

COMMITTENTE

aceqa
acqua

ACEA ATO 2 SPA



aceqa
ingegneria
e servizi



PRIME INDICAZIONI PER LA STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA –ALLEGATO
LAVORI IN SOTTERRANEO – SCAVO CON METODO MECCANIZZATO TBM

Pagina 12 di 44

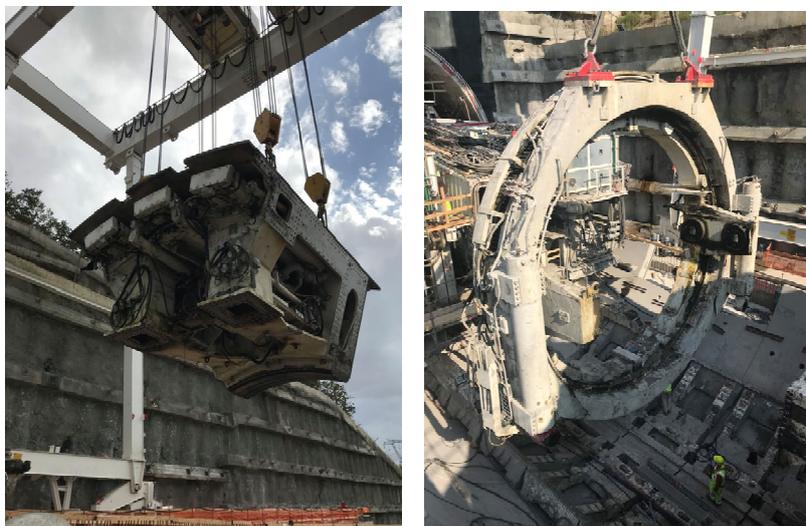


Figura 3.3 – Montaggio/smontaggio TBM

La coclea verrà infilata rigidamente e ruotata per eseguire il trasporto intera. Questa manovra dovrà essere analizzata nel dettaglio dall'impresa Appaltatrice una volta note tutte le geometrie del cantiere e verificate le tipologie di gru impiegabili in funzione degli accessi al cantiere.

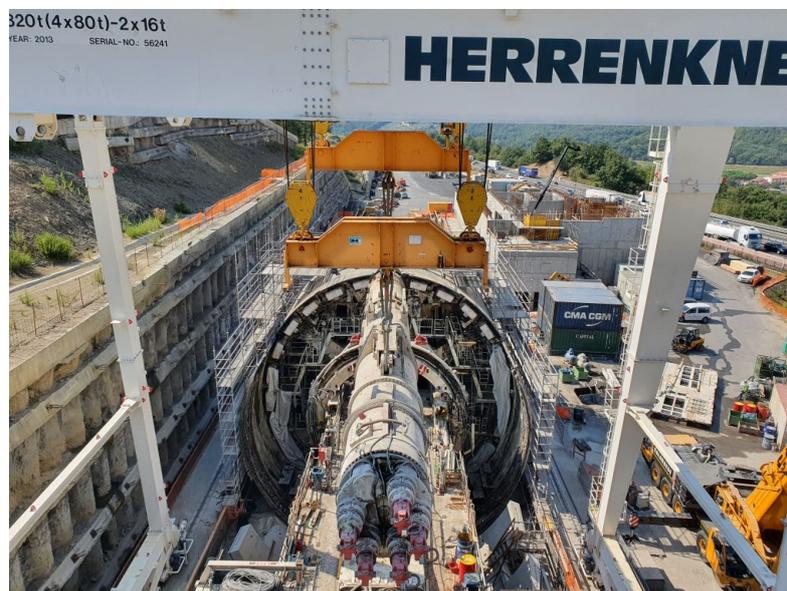


Figura 3.4 – Montaggio/smontaggio TBM

Ultimato lo smontaggio della parte scudata si procederà poi allo smontaggio del Back-up, traslandolo poco per volta all'interno della culla di scorrimento ad esempio tramite l'ausilio di un sistema di barre dywidag e cilindri forati.



Figura 3.5 – Montaggio/smontaggio TBM

Per lo spostamento delle componenti più pesanti nelle aree di stoccaggio temporaneo adiacenti alle aree di smontaggio, potranno essere utilizzati i carrelli semoventi SPMT (self-propelled modular transporter) in grado di “calaggiare” le componenti senza la necessità di autogrù.



Figura 3.6 – Trasporto elemento TBM

Durante la fase di saldatura e taglio è d’obbligo, da parte degli operatori, il rispetto delle seguenti misure di sicurezza:

- Verificare periodicamente l'efficienza degli utensili e delle attrezzature utilizzate
- Verificare, che tutte le apparecchiature dell’impianto di saldatura siano in efficienza, con particolare riferimento a riduttori di pressione, manometri e valvole
- Verificare la stabilità dello staffaggio delle bombole di ossigeno e acetilene
- Usare mezzi di fissaggio appropriati (fascette a vite) per evitare lo sfilamento delle tubazioni dai riduttori e dai cannelli

- Non sottoporre le tubazioni a sforzi di trazione e non piegarle per interrompere l'afflusso dei gas
- Distendere le tubazioni in curve ampie, lontano dai posti di passaggio, protette da calpestamenti, scintille, fonti di calore, e dal contatto con rottami taglienti
- Accendere i cannelli con fiamma fissa o con appositi accenditori, non con fiammiferi, con scintille prodotte da mole o altri strumenti di fortuna
- Interrompere il flusso dei gas chiudendo i rubinetti del cannello per ogni sospensione d'uso, pulizia o altra operazione sul cannello stesso. Soltanto per brevi pause si può mantenere accesa la fiamma
- Deporre il cannello acceso soltanto nella posizione prefissata sul posto di saldatura, in modo che la fiamma non vada a contatto con bombole, materiali combustibili, ecc. o possa recare danno a persone
- La captazione di gas e polveri deve avvenire immediatamente vicino alla fonte e in modo da non dover spostare continuamente la bocca della manichetta
- Verificare che l'ugello di uscita della lancia che sarà utilizzato sia pulito e non ostruito
- Non effettuare saldature in concomitanza con il trattamento con resine epossidiche o altre sostanze a rischio d'incendio
- In caso di lavori di saldatura a terra o in quota, evitare il diffondersi delle scintille nell'ambiente circostante ed utilizzare delimitazioni o barriere, anche mobili, idonee a contenere le scintille e fiamme
- Acquisire le schede di sicurezza delle materie prime utilizzate, nonché degli elettrodi di saldatura
- Le operazioni di trattamento con prodotti protettivi e/o vernici degli elementi metallici devono essere segnalate o delimitate per evitare l'accesso alle persone non direttamente interessate ai lavori
- Mantenere le bombole dell'acetilene in posizione verticale o poco inclinata e controllare che il prelievo orario non superi il quinto della capacità della bombola, per evitare uscite o trascinalenti dell'acetone (nel quale è disciolto l'acetilene), il quale, oltre a formare miscele esplosive, risulta narcotico ed infiamma le mucose
- Allontanare dal luogo i materiali combustibili. Se ciò non fosse possibile si deve proteggerli con schermi parascintille e tenere a portata di mano uno o più estintori
- Non usare fiamme, ma acqua saponata o appositi prodotti, per individuare eventuali fughe di gas
- Non esaurire completamente le bombole, cessare l'utilizzazione quando la pressione in esse è di un bar
- Estinguere la fiamma chiudendo le valvole del cannello, prima quella dell'acetilene e poi quella dell'ossigeno
- A fine lavoro chiudere le valvole delle bombole (una per volta) fino a quando i manometri siano tornati a zero e allentare le viti di regolazione dei riduttori di pressione
- Gli apparecchi mobili di saldatura a cannello devono essere trasportati soltanto mediante gli appositi carrelli atti ad assicurare la stabilità delle bombole e a evitare urti pericolosi. Al termine dei lavori gli apparecchi di lavoro devono essere posti in luoghi assegnati e non abbandonati negli impianti o nei luoghi di lavoro.
- In particolare le bombole devono:
 - Essere contraddistinte da fascia di colore bianco per l'ossigeno e di colore arancione, per l'acetilene
 - Avere la valvola protetta dall'apposito cappuccio metallico, quando non è applicato il riduttore
 - Non essere esposte al sole o a sorgenti di calore, per evitare aumenti della pressione interna, né lasciate all'aperto nei mesi invernali. In caso di congelamento riscaldare con acqua calda o stracci caldi, mai con fiamma o calore eccessivo
- I depositi delle bombole devono essere costituiti in locali non interrati ed abbondantemente arieggiati. In questi locali è vietato fumare o usare fiamme libere. Tale divieto deve essere portato a conoscenza di tutti mediante apposite segnalazioni
- Le bombole di ossigeno e quelle di acetilene devono essere depositate in locali separati. Quelle piene devono essere distinte da quelle vuote, e devono essere ben ancorate al muro per evitare cadute
- La movimentazione delle bombole deve avvenire senza sottoporle a urti o rotolamenti e sollecitazioni anomali
- Le bombole, i regolatori, e i tubi di raccordo delle apparecchiature per saldare a gas, non devono essere in contatto con oli o grassi che in presenza di ossigeno, possono provocare violente esplosioni

- Per la lubrificazione vanno usate miscele a base di glicerina o grafite
- Adottare le misure di prevenzione incendi previste dalla normativa vigente e realizzare gli interventi tecnici ai fini della prevenzione incendi e del rilascio del CPI (Certificato Prevenzione Incendi) nei casi previsti
- Predisporre un numero adeguato di estintori portatili in posizioni ben segnalate e facilmente raggiungibili
- Garantire che l'impianto antincendio sia sottoposto a regolare manutenzione e che gli estintori vengano controllati da ditta specializzata ogni sei mesi
- Non indossare oggetti metallici (anelli, bracciali, ecc.) perché in corso di saldatura possono riscaldarsi notevolmente e produrre ustioni
- Tutto il corpo degli operatori deve essere protetto con indumenti idonei e comunque non leggeri ne consumati
- Proteggere gli occhi con dispositivi adeguati all'intensità delle radiazioni prodotte e al possibile rischio dovuto a schegge
- Utilizzare sempre i dispositivi di protezione individuali previsti
- Verificare l'uso costante dei D.P.I. da parte di tutto il personale operante

Smontaggio

Per lo smontaggio si procederà in modo analogo alla fase di montaggio la sequenza sarà inversa.

3.2. Scavo con TBM

Lo scavo avviene attraverso il seguente modo operativo:

- bloccaggio della macchina per mezzo dello scudo di bloccaggio
- avanzamento della fresa attraverso lo spostamento in avanti dei cilindri telescopici.

Durante le fasi di scavo la testa ruota e preme contro il fronte con forze di spinta dell'ordine di diverse migliaia di tonnellate. La velocità di rotazione che la forza di spinta vengono controllate dalla cabina di monitoraggio e controllo.

La spinta della tesa ed il conseguente avanzamento della TBM viene ottenuto mediante pistoni che si appoggiano sull'ultimo anello messo in opera.

L'impossibilità di posizionare la condotta di ventilazione nelle prime fasi di scavo può generare notevole presenza di polveri nell'aria, tale fase va quindi affrontata con obbligo di bagantura del fronte di scavo mediante cannoni nebulizzatori ed impiego di mascherine protettive antipolvere. Prevedere sistema di monitoraggio periodico delle condizioni di salubrità dell'aria in galleria.

La presenza di esposizione a rumore personale gornaliera oltre quanto prescritto dalle normative vigenti richiede l'obbligo di formazione ed informazione del personale sui rischi in relazione all'esposizione al rumore. Obbligo impiego otoprotettori e controllo sanitario degli operatori.

Rischi evidenziati

- Polvere
- Rumore
- Urti
- Scivolamento
- Schiacciamenti
- Scoppio tubo in pressione
- Cadute in piano
- Abrasioni
- Lesioni dorso-lombari

- Ferite da taglio

3.2.1. Accensione della macchina

Per la procedura di accensione e avvio della fresa, il manovratore, dovrà attenersi a quanto stabilito nel manuale d'uso della macchina. In particolare si richiama l'obbligo di attenersi alla procedura di controllo, preliminare all'avvio della fresa, riportata nel manuale d'uso.

Prima dell'avvio della fresa, il manovratore della fresa dovrà inoltre verificare:

- che gli eventuali lavori di manutenzione programmati nei pressi dello scudo siano stati eseguiti;
- che, anche mediante ausilio di telecamera, nessun lavoratore sia presente nei pressi dello scudo;
- che tutti i dispositivi di rilevazione e controllo siano attivi e funzionanti.

La testa fresante sulla quale sono alloggiati i rulli taglienti (in grado di frantumare la roccia attraversata) deve essere costruita in modo tale che i taglienti possano essere sostituiti dall'interno dello scudo.

Il monitor della cabina di comando deve essere in grado di visualizzare la velocità di avanzamento, le corse dei cilindri e le pressioni del sistema di cilindri che determinano l'avanzamento della testa fresante.

La fresa deve essere equipaggiata con un sistema automatico in grado cioè di pilotare la macchina (l'avanzamento della testa fresante e/o lo scudo e lo spostamento dello scudo) senza alcun intervento manuale. Tale sistema potrà essere attivato solamente se i sistemi di interdizione, le restrizioni ed i consensi siano attivi e funzionanti.

Prima di iniziare lo scavo, il manovratore verifica che la fresa sia bloccata.

Successivamente il manovratore deve:

- predisporre i circuiti di comando per la perforazione;
- verificare che non siano presenti lavoratori all'interno dello scudo;
- azionare l'apposito pulsante per l'attivazione del segnale acustico e visivo di avviamento. Il segnale deve rimanere attivo per almeno 10 secondi;

In caso di emergenza tutti i sistemi della macchina devono poter essere disinseriti premendo un apposito pulsante "ARRESTO DI EMERGENZA" giallo/rosso da ubicarsi in un settore del quadro di comando.

Dopo l'avvio della perforazione i rulli taglienti frantumano la roccia e i detriti, per gravità entrano all'interno della testa, dove, per mezzo di un certo numero di pale e raschietti distribuiti sul perimetro della testa fresante vengono allontanati.

La testa fresante dovrà essere munita di un sistema di nebulizzazione ad acqua per abbattere la polvere. L'acqua dovrà essere irrorata mediante appositi ugelli uniformemente distribuiti.

Subito dietro la testa di perforazione dovrà essere installato un sistema di aspirazione e abbattimento delle polveri.

Durante l'attività di scavo il pilota in cabina dovrà sorvegliare il corretto funzionamento del ciclo di perforazione sia attraverso la strumentazione del pannello principale sia attraverso il monitoraggio visivo mediante telecamera.

I possibili rischi in questa fase sono:

- malfunzionamento della macchina;
- sprofondamento della testa fresante dovuto a cedimento improvviso del terreno sottostante (per presenza di sacche di aria);
- allarme presenza di gas;
- allarme incendio;
- venuta di acqua;

In questi casi occorre attivare le seguenti procedure:

- In caso di malfunzionamento della macchina il manovratore deve:
 - bloccare l'attività di perforazione;
 - disinserire i sistemi secondo quanto riportato nel manuale della macchina
 - attivare la procedura di manutenzione straordinaria prevista per l'inconveniente riscontrato.
- In caso di sprofondamento della testa fresante:
 - la macchina dovrà essere bloccata;
 - contemporaneamente dovrà essere attivato un segnale ottico acustico di evacuazione (secondo quanto specificato e riportato nel piano di emergenza);
- In caso di allarme presenza di gas:
 - la macchina dovrà essere bloccata;
 - dovrà essere seguita la procedura prevista nel piano di emergenza alla sezione "presenza di gas"
- In caso allarme incendio:
 - la macchina dovrà essere bloccata;
 - dovrà essere seguita la procedura prevista nel piano di emergenza alla sezione "procedure antincendio"
- In caso venuta di acqua:
 - la macchina dovrà essere bloccata;
 - dovrà essere seguita la procedura prevista nel piano di emergenza alla sezione "procedure per allagamento"

La perforazione prosegue fino a quando i cilindri telescopici si sono spostati in avanti fino all'arresto.

Durante la fase di perforazione la pressione della testa perforatrice dovrà essere regolata secondo quanto previsto nel manuale d'uso della macchina.

Al momento dell'arresto, il manovratore dovrà:

- fermare la macchina secondo quanto previsto dal manuale d'uso;
- controllare l'arresto completo della testa perforatrice assicurandosi che sui display digitali, nella schermata prevista monitor per la visualizzazione del numero di giri e della coppia, appaia il valore zero;
- tenere in funzione i nastri trasportatori finché sia stato completamente scaricato il materiale scavato che saranno fermati al completamento dello scarico. Una videocamera dovrà consentire di eseguire il controllo visivo dell'intera fase.
- verificare che non sia presente nessun lavoratore all'interno dello scudo;
- azionare l'apposito pulsante per l'attivazione di un segnale acustico e visivo di spostamento. Il segnale dovrà rimanere attivo per almeno 10 secondi
- sbloccare i cilindri di bloccaggio. In caso di guasti la procedura di spostamento dovrà disabilitarsi automaticamente.

In questa fase, poiché lo scudo dovrà appoggiarsi all'anello dei conchi completo, l'erettore dovrà essere disabilitato. La fase di spinta dovrà essere continuamente controllata.

Successivamente il manovratore:

- verifica la posizione della macchina e se necessario la corregge secondo quanto di seguito riportato;
- Inizia una nuova fase di avviamento e perforazione.

Durante lo spostamento:

- nessun lavoratore deve essere presente nell'area dello scudo.
- tale divieto dovrà essere riportato anche a mezzo di un idoneo cartello di divieto di accesso e stazionamento

La cabina di manovra dovrà essere attrezzata di un sistema a microprocessore in grado di controllare l'intera attività della macchina. I monitor dovranno consentire di visualizzare tutte le zone racchiuse all'interno dello scudo e che necessitano di un controllo continuo (nastri trasportatori ecc.).

Tutti gli allarmi dovranno essere riportati e segnalati all'interno della cabina di manovra.

La cabina di manovra dovrà essere equipaggiata con un impianto di condizionamento dell'aria.

3.2.2. Arresto della macchina (fine lavori)

L'arresto dovrà essere eseguito seguendo quanto riportato nel manuale d'uso del costruttore.

Il pilota dovrà verificare che:

- tutti i sistemi siano effettivamente disattivati;
- che siano state attivate le procedure di messa fuori servizio degli impianti.

3.2.3. Presenza di lavoratori nello scudo

Nello scudo, **E' VIETATA** la presenza dei lavoratori quando:

- si attiva la procedura di avvio della macchina;
- si attiva la procedura di avvio della perforazione;
- si attiva la procedura di spostamento dello scudo;
- si attiva la procedura di assemblaggio dei conci;
- si attiva la procedura di spostamento del nastro.

Ognuna delle procedure elencate prima di essere attivate dovrà essere preceduta dal segnale ottico acustico in dotazione della fresa.

Quando il segnale ottico acustico viene attivato, i lavoratori presenti nello scudo dovranno allontanarsi dallo scudo.

Durante la fase di perforazione potrebbe essere necessaria la presenza di un lavoratore nello scudo per verificare a vista gli impianti interni, per asportare eventuali detriti.

In tal caso occorre seguire la seguente procedura:

- per le operazioni all'interno dello scudo in fase di perforazione dovranno essere presenti due lavoratori di cui uno nei pressi del telefono e del comando di emergenza per eventuale intervento in caso di necessità.
- il secondo lavoratore dovrà essere un "sicurista".
- il manovratore delle fresa dovrà essere informato sulla presenza di lavoratori nello scudo.
- il manovratore della fresa dovrà seguire le operazioni dei lavoratori presenti nello scudo attraverso la telecamera.
- i lavoratori potranno allontanarsi dallo scudo solamente dopo l'attivazione le procedure previste precedentemente.
- in caso di emergenza il lavoratore attiva il pulsante di emergenza presente nello scudo.

3.2.4. Accesso alla testa fresante per manutenzione

La manutenzione della testa fresante dovrà prevedere le seguenti operazioni:

- il manovratore della fresa dovrà disinserire il comando principale contro l'inserimento involontario disattivando sulla consolle ausiliaria il comando "Testa-funzionamento ad impulsi";
- il pilota dovrà disabilitare l'avanzamento macchina, il nastro alimentatore e gli erettori;
- l'operatore alla consolle di comando ausiliario si dovrà portare nei pressi dello scudo per poter comunicare con i lavoratori addetti all'intervento di manutenzione;
- durante i lavori di manutenzione dovrà essere assicurata la comunicazione tra gli addetti alla manutenzione e l'operatore alla consolle;
- le vie di esodo che il costruttore ha previsto dovranno rimanere libere;
- quando, con il comando ausiliario, si mette in movimento la testa della fresa, **NESSUN LAVORATORE**

DOVRA' ENTRARE IN ESSA;

- non dovranno essere previste attività per circa 15 metri dietro la testa;
- per lavori ad altezze superiori a 2 metri dovranno predisporre idonee protezioni dal rischio caduta dall'alto;
- una volta terminati i lavori di manutenzione sulla testa, le attrezzature impiegate dovranno essere smontate, allontanate (sia dalla testa fresante, sia dallo scudo che dall'erettore) e depositate in luogo sicuro;
- terminato l'intervento di manutenzione gli elementi smontati dovranno essere riposizionati secondo quanto previsto dal costruttore;
- quando la squadra di manutentori si sarà allontanata dalla testa, il comando ausiliario potrà essere disattivato e il pilota potrà iniziare la procedura di avviamento della macchina;
- in caso di emergenza dovrà essere sempre possibile attivare le procedure riportate nel Piano di emergenza redatto per la fresa.

3.2.5. Verifica e sostituzione dei rulli taglienti

La verifica dei rulli dovrà avvenire possibilmente almeno 1 volta per turno, oppure immediatamente in presenza di segnalazione di anomalie nella zona della testa, quando si trovano pezzi di acciaio nel materiale di scavo.

Le operazioni di verifica devono avvenire secondo le modalità previste dal precedente paragrafo.

Nelle operazioni di sostituzione dei coltelli viene usato un apparecchio elettrico di sollevamento e un carrello manuale su binari.

Prima di iniziare l'operazione la macchina ha attuato un fermo macchina ed è stato allontanato il nastro convogliatore.

Durante l'operazione svolta da 1 lavoratore manutentore occorre usare gli utensili previsti dal manuale di manutenzione della macchina.

Durante il sollevamento dei coltelli verificare la bontà dell'imbracatura.

Il coltello posto sul trasportatore deve essere ben saldo sull'apposito supporto.

Quando il carrello trasportatore ha raggiunto l'imbocco della testa, con l'apparecchio di sollevamento, viene posizionato sul carrello di montaggio.

Durante l'operazione dovranno essere indossati i DPI: guanti, casco, scarpe da lavoro, tuta.

Il manutentore deve posizionarsi in modo da non rischiare scivolamenti.

In caso di pericolo cessare l'operazione e allontanarsi dalla zona.

3.2.6. Presenza di personale al fronte**L'accesso al fronte, davanti la testa fresante è vietato.**

Casi particolari non previsti o prevedibili dovranno essere regolati da apposita procedura redatta in base alla tipologia di intervento, alle caratteristiche geomorfologiche del terreno, al tipo di azioni che si dovranno attuare per mettere in sicurezza il fronte.

L'accesso dovrà, inoltre, essere autorizzato dal Direttore di Cantiere dopo aver consultato il Coordinatore di sicurezza in fase di esecuzione.

3.3. Smarino (con nastro trasportatore)

Lo smarino, nel tratto del backup dovrà avvenire per mezzo di un nastro trasportatore.

Tuttavia nelle prime fasi di scavo l'allontanamento dello smarino avverrà con autocarri che raccolgono il materiale da una tramoggia posta al termine del nastro trasportatore. Una volta che la TBM è completamente dentro il tunnel è possibile montare il nastro esterno, il condotto di ventilazione ed operare a pieno regime. In tali fasi massima attenzione alla presenza di mezzi in aree di cantiere ristrette (trincea - galleria).

Fondamentale prevedere griglie di protezione delle parti mobili del nastro al fine di limitare al massimo possibili contatti con parti in movimento dello stesso

Il nastro trasportatore del backup (che di solito presenta una larghezza di 80 cm.e che si muove con una velocità di circa di 2 m/sec., dovrà essere azionato idraulicamente.

Durante le operazioni di perforazione, il nastro convogliatore macchina sarà collegato con lo scudo della testa perforatrice.

L'avanzamento dello scudo determina lo spostamento in avanti del nastro convogliatore.

Il nastro dovrà poter essere indietreggiato di circa 2 metri in occasione delle operazioni di manutenzioni o ispezioni della testa fresante.

Il materiale scavato raggiungerà attraverso il nastro trasportatore macchina l'apposito carro del backup dove verrà scaricato sui vagoncini ferroviari di smarino.

Il nastro convogliatore della macchina dovrà essere dotato di interruttore di arresto che permetta di arrestare l'intero sistema nastri. Questi potranno essere riavviati solo dopo aver sbloccato gli interruttori di arresto precedentemente azionati.

Le parti in movimento dei nastri trasportatori dovranno essere segregate con schermi di protezione in grado di impedire contatti accidentali.

Lungo tutto il percorso dei nastri dovrà essere installato un sistema di protezione che impedisca la caduta di materiale.

Rischi evidenziati

I rischi residui valutabili per lo smarino con nastro trasportatore sono i seguenti:

- Polvere
- Schiacciamenti durante la manutenzione
- Ferite da taglio durante la manutenzione



Figura 3.7 – Esempio di nastri trasportatori in galleria

Inoltre al fine di evitare il potenziale rischio di dispersione di smarino sulle sottostanti viabilità esistenti, il nastro trasportatore dovrà essere dotato di idoneo involucro di protezione.

COMMITTENTE

aceqa
acqua

ACEA ATO 2 SPA



aceqa
ingegneria
e servizi



PRIME INDICAZIONI PER LA STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA – ALLEGATO
LAVORI IN SOTTERRANEO – SCAVO CON METODO MECCANIZZATO TBM

Pagina 21 di 44



Figura 3.8 – Esempio di nastro trasportatore blindato



Figura 3.9 – Esempio di nastri trasportatori esterni per bordo strada e attraversamenti fluviali

Per il progetto oggetto, considerato che il nastro trasportatore uscirà dalla galleria per terminare all'interno di un manufatto interrato, potranno essere utilizzati nastri trasportatori a struttura verticale di limitato ingombro al disotto dei quali nessun lavoratore dovrà transitare.



Figura 3.10 – Esempio di nastri trasportatori a struttura verticale

Inoltre, viste le notevoli distanze di trasporto del materiale, qualora il materiale scavato non fosse sufficientemente umido, si renderà necessario mantenere il materiale in condizioni umide al fine di ridurre, nel

minor modo possibile, la produzione di polveri. Per questo motivo andranno preventivati dei sistemi sprinkler per il continuo approvvigionamento di acqua al materiale, correttamente disposti lungo il tracciato del nastro trasportatore.

I nastri trasportatori per l'impiego in sotterraneo dovranno soddisfare le norme di cui alla UNI EN 14973:2008. In particolare, per ambienti con pericolo di esplosione e rischio presenza di gas elevato, i nastri trasportatori dovranno avere caratteristiche tali da soddisfare la classe "A" richiamata nella norma.

Le caratteristiche richieste dalla norma di cui sopra potranno essere derogate per particolari installazioni già presenti in contesti a basso rischio di incendio; tali installazioni dovranno in ogni caso essere dotate di Marcatura CE e garantire per il tappeto o nastro in gomma una **classe di reazione al fuoco non superiore a 1**.

Misure di prevenzione e protezione

Nell'allungare il nastro di galleria seguire assolutamente le seguenti istruzioni di lavoro:

- Prudenza nelle manovre con i lunghi tubi portanti.
- Prudenza nel montaggio della stazione di rinvio. Ciò deve essere eseguito nel posto corrispondente.
- Controllare regolarmente il sistema di sospensione e lo scorrimento del nastro nel tratto in galleria.
- Adattare regolarmente la frequenza di avvio, arresto, e arresto di emergenza alla lunghezza del nastro di galleria.
- Adattare regolarmente il peso nella torre di tensionamento alla lunghezza del nastro di galleria.
- I pulitori sul tamburo di scarico devono essere controllati giornalmente e, se necessari, puliti e registrati.
- I tamburi motorizzati devono essere puliti.

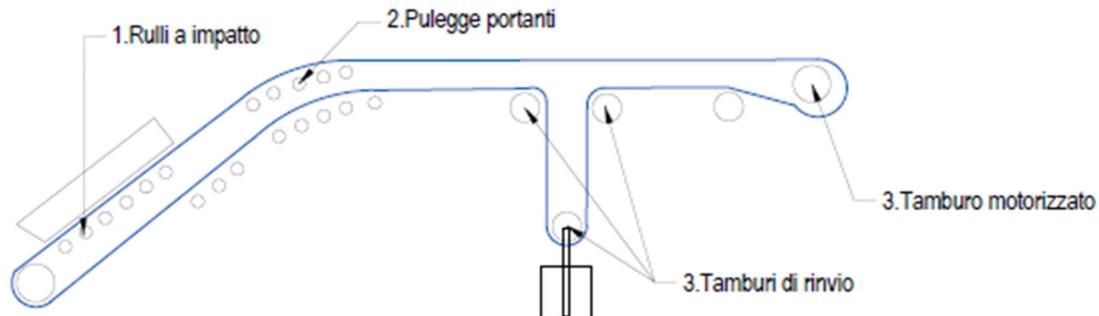


Figura 3.11 – Esempio di nastro trasportatore

Nei tratti di nastro presenti a quote direttamente accessibili, apposizione di reti metalliche o pannelli, saldamente imbullonati alla parte fissa al fine di segregare gli organi lavoratori e di trasmissione del nastro.

I pericoli derivanti dalla presa e incastro di parti del corpo o abiti si annidano in punti in cui i nastri si muovono o vengono deviati su tamburi o pulegge.

- Tamburo motorizzato
- Puleggia di tensionamento
- Puleggia di rinvio
- Tamburo di contrasto
- Puleggia portante in curve del nastro (curvature convesse)
- Gruppi di pulegge in stazioni di svolta



Ulteriori punti di incastro si trovano dove i nastri, a causa della tensione, del materiale trasportato o delle parti costruttive sovrastanti, non possono deviare verso l'alto, in particolare in caso di:

- pulegge portanti sotto tramogge di alimentazione e lamiere di guida
- pulegge portanti di rinvio

Le reti o i pannelli di protezione, dovranno avere le seguenti caratteristiche:

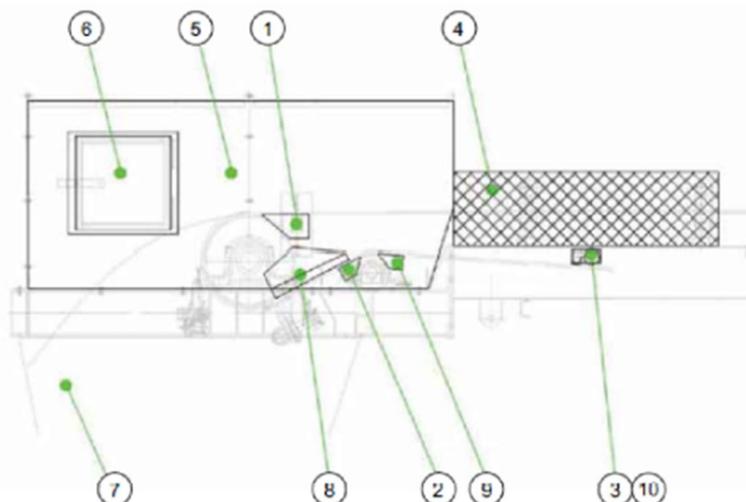
- Le reti metalliche devono avere una maglia con dimensioni tali da impedire il contatto anche accidentale delle mani degli operatori con gli organi in movimento;
- L'altezza minima sino alla quale proteggere il nastro, deve essere a due metri da terra.
- La rete o pannello deve essere almeno 20 cm più alta del punto pericoloso più alto del nastro. Il profilo delle reti può essere sagomato al profilo del nastro, senza mai essere inferiore a due metri dal piano di calpestio.
- Le protezioni devono essere conformate in maniera da impedire l'accesso all'operatore fra la stessa protezione e gli organi laterali di trasmissione.



Figura 3.12 – Esempio di reti metalliche e pannelli protettivi del nastro trasportatore

Nelle zone con gli organi di trasmissione, ove l'operatore deve accedere durante la lavorazione per effettuare delle regolazioni, aggiustamenti o l'estensione del nastro, le parti in movimento devono essere tutte completamente protette secondo le modalità di cui sopra.

SISTEMI DI PROTEZIONE STAZIONE MOTORIZZATA



Pos. Tipo Nome

1. Elemento di riempimento - Protezione delle mani per tamburo motorizzato
2. Elemento di riempimento- Protezione delle mani per tamburo di contrasto
3. Elemento di riempimento - Protezione delle mani per primo rullo di rinvio
4. Sistema di protezione con separazione - Lamiera forata di protezione per il rullo di passaggio (ultimo GTST prima del tamburo motorizzato)
5. Sistema di protezione con separazione Cappa antipolvere in lamiera. Lamiere di copertura avvitate in alto sulla cappa antipolvere
6. Portello - Funzione: Controllo visivo della zona di trasferimento durante il funzionamento (con griglia) e quando l'impianto è fermo come accesso alla tramoggia (avvitata)
7. Sistema di protezione con separazione Protezione sotto la stazione motorizzata garantita dalla tramoggia

Inoltre in caso di nastri reversibili:

8. Elemento di riempimento - Pulitore a V
9. Elemento di riempimento - Protezione delle mani al tamburo di contrasto da ambedue le parti
10. Elemento di riempimento Protezione delle mani al primo rullo di rinvio da ambedue le parti

Si possono creare pericoli a causa di:

- pericolo di caduta materiali e rumore
- espulsione di parti di macchine
- espulsione del prodotto trasportato che fuoriesce o cade
- rottura delle cinghie
- pericolo di incastro nel tamburo e nastro trasportatore ruotanti, grave schiacciamento delle membra e del

busto, eventualmente morte.

Le misure di prevenzione e protezione da adottare sono:

- evitare di sostare/transitare sotto nastri trasportatori in funzione
- fare uso di appropriati dispositivi di protezione individuale.
- se non necessario, restare il più distante possibile dalla macchina operativa;
- manutenzione costante dei nastri trasportatori e dei loro componenti

- non accedere alla macchina in movimento
- tenersi lontano da queste fonti di pericolo.

Inoltre il nastro deve essere munito dei seguenti dispositivi di arresto di emergenza:

- **interruttore con fune di arresto di emergenza**: sono interruttori a trazione con corda di arresto di emergenza disposta longitudinalmente lungo l'intero nastro. Come per i tasti, per essere di nuovo in funzione devono essere sbloccati localmente.
- **tasto di arresto di emergenza**: disposti in punti ben accessibili, permettono di reagire nel modo più rapido ad una situazione di pericolo per le persone.

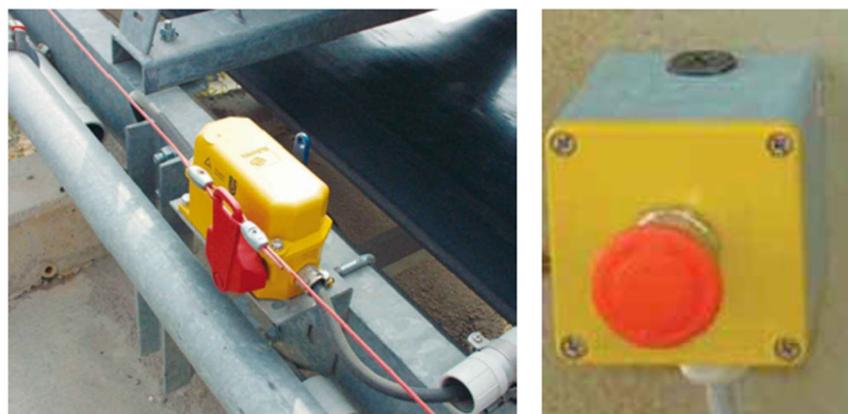


Figura 3.13 – Esempio di interruttore con fune di arresto di emergenza (immagine a sinistra) e tasto di arresto di emergenza (immagine a destra)

ULTERIORI DISPOSITIVI DI SICUREZZA

Avviso di avviamento

prima di avviare le linee, vengono attivate sirene e lampeggiatori, installati nei pressi delle stazioni di comando. I lampeggiatori restano attivi durante il funzionamento della linea.



- 1 Avvisatore acustico
2 Flash

Sensore di riempimento eccessivo

emette un segnale se viene superata la quantità di riempimento immessa.

COMMITTENTE

aceq
acqua

ACEA ATO 2 SPA



aceq
ingegneria
e servizi



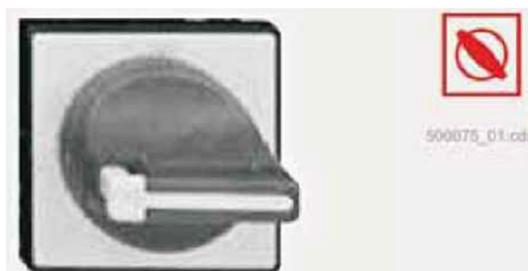
PRIME INDICAZIONI PER LA STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA –ALLEGATO
LAVORI IN SOTTERRANEO – SCAVO CON METODO MECCANIZZATO TBM

Pagina 26 di 44



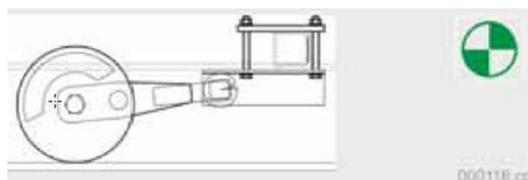
Interruttore di sicurezza

posizionato sull'elemento di manovra locale: Toglie indirettamente tensione ai corrispondenti componenti dell'impianto.



Sistema di rivelazione della velocità

emette un segnale se il valore massimo o minimo è stato superato rispettivamente in alto o in basso.



3.3.1. Manutenzione del nastro trasportatore

Il nastro presenta organi in movimento ed è necessario che i lavoratori addetti alla manutenzione seguano la seguente procedura:

In base all'intervento di manutenzione previsto (ordinario, straordinario) il pilota della fresa attiva la procedura di arresto della perforazione e messa in sicurezza dei dispositivi di comando della macchina per evitare l'innesto involontario del nastro.

Assicurare che non ci sia un avviamento del nastro azionando uno degli interruttori di arresto.

Smontare i dispositivi di protezione dei punti di trazione **SOLO QUANDO IL NASTRO E' ASSICURATO DAL RIAVVIO INVOLONTARIO.**

Effettuare le operazioni di manutenzione utilizzando l'attrezzatura prevista dal costruttore.

Per eseguire la manutenzione indossare i seguenti DPI: guanti, casco, calzature di sicurezza, indumenti ad alta visibilità.

Quando la manutenzione riguarda il tratto di nastro posto sopra i vagoni, occorre montare un parapetto oppure il manutentore deve essere imbracato con cintura di sicurezza per evitare rischi di caduta dall'alto.

Rimontare le protezioni.

Verificare che tutti gli interventi si siano conclusi.

Avvertire il manovratore della fresa per l'avvio della macchina.

Per alcuni interventi i nastri convogliatori possono

funzionare ad impulsi. Il quadro per questo modo operativo dovrà essere posizionato presso ciascun azionamento del nastro.

Quando si esegue l'azionamento ad impulsi del nastro occorre:

- che sia inibito l'azionamento involontario del nastro azionando uno degli interruttori di emergenza.
- che il manovratore del quadro ausiliario abbia ben visibile la zona di intervento di manutenzione.
- che durante il movimento impulsivo del nastro il lavoratore addetto alla manutenzione **NON SI AVVICINI AGLI ORGANI IN MOVIMENTO**.

Il nastro dovrà prevedere un doppio sistema di blocco di emergenza costituito da pulsanti a fungo e cordicella collegata a sensore di blocco.

3.4. Assemblatore (posa dei conci)

L'alimentatore dei conci trasporta all'assemblatore i conci depositati dal sistema di trasporto conci. L'operatore dell'assemblatore può decidere mediante un selettore se traslare l'alimentatore conci o trasportare i conci uno per uno.

Il trasportatore pone il concio sotto l'assemblatore che viene comandato per collocare i conci secondo lo schema di montaggio.

Rischi evidenziati

Schiacciamento per caduta del concio durante le operazioni di movimentazione o montaggio;

Cadute a livello.

3.4.1. Rivestimento con conci

La posa in opera dei conci segue l'esecuzione dello scavo.

I conci hanno caratteristiche strutturali definite in fase di progetto. Per installarli dovrà essere previsto un sistema "vacuum" di sollevamento che non dovrà pertanto necessitare di intervento umano. Subito a tergo dell'ultimo anello montato viene posto in opera lo strato di filler drenante attraverso un foro su un tipo di concio che costituisce l'anello. Sulla parte finale dello scudo della fresa è presente una guarnizione che blocca il filler.

L'operatore addetto al rivestimento esegue le seguenti operazioni:

- aggancia il concio attraverso l'apposito supporto;
- pone il concio in posizione attraverso una serie di movimenti roto-traslatori;
- aziona il cilindro dei conci per mantenere spinto il concio appena installato all'anello già assemblato.

Tutte le operazioni, che dovranno essere dettagliatamente descritte nel manuale d'uso dovranno essere comandate da un operatore dotato di radiocomando.

Per le operazioni di aggancio e sgancio del concio, il radiocomando dovrà prevedere i doppi comandi per non permettere azioni accidentali.

Ogni movimento dell'assemblatore dovrà essere visualizzato con lampada lampeggiante a rotazione.

Per un corretto svolgimento dell'attività dovrà essere prevista la seguente procedura che dovrà coinvolgere almeno due lavoratori. Il primo sarà l'operatore dell'assemblatore, il secondo sarà il segnalatore durante le operazioni di montaggio dell'anello dei conci.

3.4.2. Procedura per il rivestimento dei conci

L'operatore, prima di iniziare il lavoro, dovrà verificare che non ci sia personale all'interno dello scudo. **LA FASE POTRA' INIZIARE SOLO QUANDO L'OPERATORE SARA' SICURO CHE NESSUN LAVORATORE SIA NELLE VICINANZE DELL'ASSEMBLATORE.**

L'operatore dovrà sempre operare dalla zona di sicurezza prevista nel manuale d'uso della macchina.

Anche il segnalatore dovrà posizionarsi in luogo sicuro e comunque lontano dall'azione dell'assemblatore.

Durante la movimentazione dei conci **NESSUNO DOVRA' SOSTARE ALL'INTERNO DEL RAGGIO D'AZIONE DELL'ASSEMBLATORE, DEL NASTRO DI TRASPORTO DEI CONCI, DEI CILINDRI DEI CONCI.**

A conclusione dell'operazione dovrà essere immediatamente disabilitato il quadro di comando dell'assemblatore.

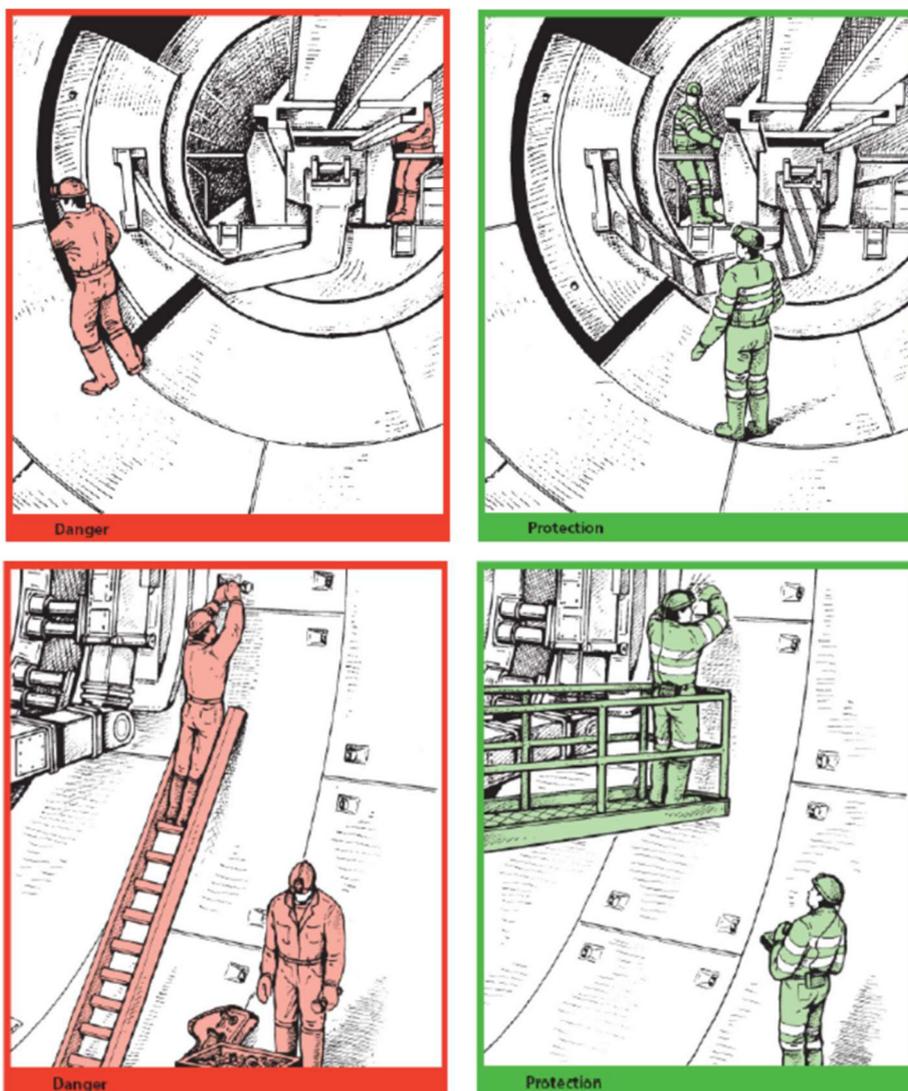


Figura 3.14 – Disegni tratti da Disegni tratti da “Lavoro sicuro in galleria” Società Italiana Gallerie

3.5. Erettore (trasporto conci)

Il sistema di trasporto conci serve per trasportare i conci dal rimorchio del treno all'alimentatore conci.

Il sistema di trasporto conci è costituito dai seguenti gruppi funzionali:

- Dispositivo di sollevamento del tipo “vacuum”;
- Sistema di traslazione con componenti idraulici ed elettrici dell'impianto.

Rischi evidenziati

- Schiacciamento per caduta del concio durante le operazioni di movimentazione;
- Cadute a livello.

3.5.1. Trasporto conci

Il sistema di trasporto conci dovrà essere dotato di due radiocomandi identici ma con frequenze diverse, per la trasmissione dei segnali al PLC che governa l'intero sistema.

Ogni radiocomando dovrà governare una zona operativa ben delimitata.

La tenaglia per la presa del concio è controllata da un finecorsa integrato nella pinza che verifica lo “stato di chiusura” della pinza stessa.

Le modalità operative del trasporto dei conci dovranno essere definite nel manuale d'uso e preventivamente sottoposte al coordinatore della sicurezza.

Durante le operazioni di trasporto, l'operatore dovrà seguire la seguente procedura:

- prima di iniziare l'operazione l'operatore dovrà verificare che nessun lavoratore sia presente lungo il tragitto del dispositivo di trasporto.
- l'operatore dovrà posizionarsi in modo da poter controllare a vista l'intera area di operazione.
- quando il concio sarà ancorato correttamente (segnalato con l'accensione di spie verdi sul quadro di comando), l'operatore potrà sollevare il concio e traslarlo lungo la guida.
- prima di iniziare la traslazione dovrà attivarsi automaticamente la sirena per circa 3 secondi.
- un girofaro dovrà segnalare otticamente lo svolgimento della traslazione.

In caso di presenza di ostacoli lungo il tragitto l'operatore dovrà azionare il pulsante d'emergenza posizionato sul radiocomando.

3.5.2. Traslazione dei conci

Quando il concio è posizionato sull'alimentatore conci questo dovrà essere movimentato in modalità “standard” in cui cioè i movimenti dovranno succedersi in una sequenza prestabilita ed automatica; il sistema dovrà prevedere una modalità “manutenzione”.

Durante il trasporto dei conci dovrà essere usata solo la modalità standard.

Durante la movimentazione sul trasportatore l'operatore dovrà stazionare sulle apposite passerelle poste ai lati del trasportatore.

3.6. Posa filler drenante

Il materiale drenante a riempimento della parte posteriore dei conci dovrà avvenire tramite un sistema costituito da una pompa di iniezione, un turbo miscelatore, una spruzzatrice di cemento, un agitatore, un paranco per il

trasporto dei contenitori da e per i vagoni del treno, una coclea a tubo. Il materiale di riempimento dovrà essere trasportato sul punto di iniezione tramite idonee tubazioni. Per poter inserire il tubo del materiale drenante, il progetto prevede che i conci prefabbricati siano dotati di appositi fori.

Rischi evidenziati

- Cesoiamento
- Ferite
- Schizzi agli occhi

3.6.1. Prescrizioni sull'iniezione del filler drenante

Per le operazioni di pulitura della spruzzatrice di cemento dovranno essere seguite le precauzioni e le norme di sicurezza previste dal manuale d'uso della macchina nonché le procedure di sicurezza che dovranno essere indicate nel piano operativo di sicurezza.

Il piano operativo di sicurezza dovrà inoltre contenere le precauzioni e le norme di sicurezza previste dal manuale d'uso nonché le procedure di sicurezza delle seguenti attrezzature:

- pompa di iniezione
- agitatore
- turbo miscelatore
- paranco di sollevamento

Ulteriori disposizioni:

- prima di attivare la movimentazione con il paranco l'operatore dovrà aver accertato che il treno di trasporto sia completamente fermo.
- prima di ogni trasporto verificare l'integrità dell'imbracatura
- durante la fase di riempimento a tergo dei conci, gli operatori dovranno indossare: calzature di sicurezza, indumenti ad alta visibilità, elmetto, occhiali protettivi ed i guanti.
- le protezioni della coclea non dovranno mai essere rimosse.

3.7. Installazione concio di base prefabbricato

La base prefabbricata viene trasportata con il paranco dal treno fino al punto di installazione. La base è fornita di un sistema che permette di imbullonare l'elemento prefabbricato con i conci già installati. Nella base sono stati ricavati gli alloggiamenti dei bulloni dei binari per il treno e per i vagoni di backup.

3.7.1. Posa concio di base prefabbricato

Il concio di base prefabbricato viene trasportato con il treno all'interno del backup e, dopo essere stato agganciato con l'argano, viene installato e bullonato.

Devono essere seguite le seguenti operazioni:

- quando il treno entra nel backup della fresa nessun lavoratore deve trovarsi lungo il percorso dei binari.
- l'operatore aggancia il concio di base prefabbricato secondo la procedura che dovrà essere indicata nel piano operativo di sicurezza.
- durante la movimentazione dell'elemento prefabbricato dovrà attivarsi automaticamente sia il girofaro che il dispositivo acustico in modo da avvertire l'inizio della movimentazione.
- nessun lavoratore dovrà stazionare nel raggio di azione del paranco.

- non appena la base prefabbricata raggiunge il luogo di installazione questa dovrà essere posizionata avendo cura di non guidare il pezzo prefabbricato con le mani ma con apposito sistema automatizzato.
- successivamente si provvederà ad imbullonare la base prefabbricata mediante ausilio di avvitatori elettrici.

3.7.2. Posa binario

I binari saranno trasportati nell'apposita zona di stoccaggio ubicata nel primo vagone di backup. I binari saranno imbracati e trasportati con l'argano dal treno fino alla zona di stoccaggio e successivamente dalla zona di stoccaggio alla base prefabbricata dove saranno installati mediante bullonatura.

Durante l'operazione di movimentazione dei binari nessun lavoratore dovrà trovarsi nel raggio d'azione del paranco.

3.8. Trasporto con treno

3.8.1. Premessa

La viabilità all'interno della galleria dovrà essere realizzata con un sistema ferroviario; in particolare, su un sistema a doppio binario transiteranno i convogli ferroviari costituiti da una motrice e da un certo numero di vagoni.

Quest'ultimi trasportano, in entrata i conci e il materiale di riempimento, in uscita il materiale di scavo. Il trasporto del personale all'interno della galleria dovrà essere effettuato con l'utilizzo dei convogli ferroviari o mediante una apposita cabina ricavata all'interno della motrice oppure, in alternativa, mediante specifici vagoni appositamente predisposti ed esclusivamente dedicati a tale funzione.

A regime si prevedono cinque convogli di cui uno di riserva, parcheggiato all'esterno.

Il sistema di trasporto ferroviario dovrà essere controllato da un sistema elettronico che dovrà gestire i segnali ottici presenti lungo la galleria e nei pressi degli scambi.(comunicazioni complete tra le due linee di binario ogni 500 m).

Tutta la linea ferroviaria dovrà essere controllata da un sistema ottico che dovrà prevedere una serie di segnalatori lungo il percorso del cunicolo esplorativo.

3.8.2. Percorso ferroviario

Il percorso ferroviario sarà realizzato con binari imbullonati alla base prefabbricata.

I binari saranno montati all'interno del backup della fresa nei pressi dell'area di stoccaggio appositamente predisposta.

Gli scambi dei binari dovranno essere del tipo elettromeccanico e dovranno poter essere azionati sia automaticamente che manualmente. La posizione degli scambi dovrà essere rilevata da sensori in grado di fornire l'informazione al centro di controllo ubicato all'esterno della galleria.



Figura 3.15 – Esempio di percorso ferroviario in galleria

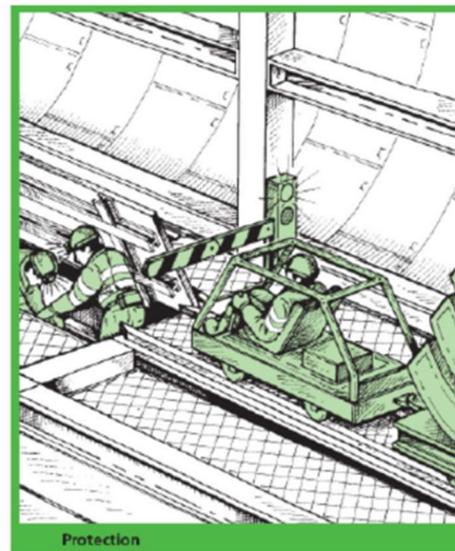
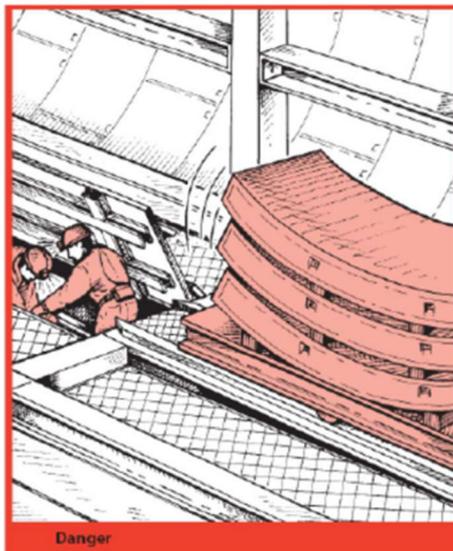


Figura 3.16 – Disegni tratti da Disegni tratti da “Lavoro sicuro in galleria” Società Italiana Gallerie

3.8.3. Carico-scarico dei binari

Quando il treno è fermo all'interno del backup della fresa l'operatore imbraca dal vagone i binari e con l'apposito organo predisposto movimentata i binari nell'apposita area di stoccaggio.

Rischi evidenziati

I principali rischi individuabili nell'operazione sono:

- abrasioni, punture, tagli, lacerazioni
- caduta di materiali
- cesoiamento tra parti in movimento
- contatto con macchine operatrici od attrezzature
- contatto con organi in movimento
- contusioni e traumi
- eccessivo sforzo fisico
- investimento da mezzi meccanici
- movimentazione manuale di carichi ingombranti e/o pesanti
- possibile lesione dorso – lombare
- rottura delle funi di imbracatura
- sbilanciamento del carico nella messa in tiro
- schiacciamento
- sganciamento del carico
- traumi da sforzo, errata postura, affaticamento

Misure di sicurezza

Le principali norme di sicurezza da seguire vengono così riassunte:

- quando il treno entra nel backup della fresa il personale deve portarsi sulla passerella, fuori dalla portata del treno;
- dopo che il treno ha concluso le manovre e si è arrestato, il personale addetto allo scarico imbraca i binari e li trasporta con l'organo nella zona di stoccaggio. L'operazione si deve svolgere quando la fresa NON è in AVANZAMENTO;
- rispetto ai carichi movimentati con l'apparecchio di sollevamento i lavoratori non devono sostare sotto il raggio d'azione avvicinandosi esclusivamente per le operazioni di imbracatura e slegatura delle funi quando il carico è in prossimità del punto di deposito ed in assenza di oscillazione;
- i binari calati nel punto di deposito devono essere accatastati garantendone la stabilità contro la caduta.

3.8.4. Montaggio dei binari

Quando la fresa **NON è in AVANZAMENTO** la squadra addetta al montaggio preleva la coppia di binari dal deposito con l'organo. I binari vengono posizionati sulla struttura prefabbricata e imbullonati ad essa attraverso gli appositi fori.

Rischi evidenziati

I principali rischi individuabili nell'operazione sono:

- abrasioni, punture, tagli, lacerazioni

- caduta di materiali
- cesoiamento tra parti in movimento
- contatto con macchine operatrici od attrezzature
- contatto con organi in movimento
- contusioni e traumi
- eccessivo sforzo fisico
- investimento da mezzi meccanici
- movimentazione manuale di carichi ingombranti e/o pesanti
- possibile lesione dorso – lombare
- rottura delle funi di imbracatura
- sbilanciamento del carico nella messa in tiro
- schiacciamento
- sganciamento del carico
- traumi da sforzo, errata postura, affaticamento

Misure di sicurezza

Oltre alle norme previste per la fase di lavoro carico- scarico dei binari è necessario seguire la seguente procedura:

- I caposquadra verifica che la fresa sia ferma;
- il caposquadra segnala al pilota della fresa l’inizio dei lavori di allungamento della linea ferroviaria;
- sull’ultimo carro del backup viene indicato l’ALT (con segnale ottico rosso), ai convogli in ingresso;
- a fine lavoro il caposquadra comunica la conclusione dell’operazione al manovratore della fresa, il quale può proseguire con le successive operazioni;

3.8.5. Verifica dei binari

Al termine di ogni montaggio di binario dovrà essere svolta da parte di un responsabile la verifica della bontà della linea attraverso un controllo visivo; in occasione dei fermi macchina durante le operazioni di manutenzione programmata dovrà essere svolto il controllo strumentale dei binari sia per verificare il perfetto allineamento che per accertare l’efficienza del corretto serraggio e fissaggio alla base prefabbricata.

Durante il controllo della linea il transito dei convogli dovrà essere bloccato fino a quando la verifica non si sia conclusa.

Gestione dei convogli.

Dovrà essere previsto un sistema di controllo che mediante un insieme di sensori e trasduttori collegati a PLC sia in grado di governare e supervisionare in tempo reale la situazione dell’intera linea dall’imbocco fino all’interno del backup della fresa.

Il sistema elettronico dovrà essere gestito, all’esterno della galleria, da un operatore che, attraverso un quadro sinottico, dovrà essere in grado di seguire l’andamento dei convogli.

Attraverso un sistema di telecamere, l’operatore dovrà essere in grado di vedere la situazione della linea ferroviaria.

I segnali ottici previsti per la regolazione del traffico ferroviario dovranno essere costituiti da due indicatori luminosi indicanti rispettivamente “ALT”, di colore rosso e “AVANTI”, di colore verde.

Gli indicatori, a coppia, dovranno essere posti lungo il percorso nei pressi degli scambi (collocati ogni 500 m di galleria) e dell’imbocco.

Il sistema dovrà prevedere, in caso di interruzione dell'erogazione dell'energia elettrica, oltre il collegamento al generatore di emergenza, anche una batteria tampone in grado di garantire il funzionamento per almeno 2 ore.

Il sistema potrà essere disinseribile dall'operatore in caso di emergenza. In questo caso il sistema funzionerà "in manuale" ed sarà l'operatore ad attivare i segnali secondo le necessità del momento.

I quadri di controllo del sistema dovranno essere posti all'esterno della galleria in apposito locale predisposto.

Per i segnali ottici potrebbe essere necessaria la sostituzione delle lampade. Il piano operativo di sicurezza dovrà pertanto prevedere le regole e le procedure di sicurezza per eseguire l'operazione di manutenzione e sostituzione lampade.

La linea di comunicazione fra le varie unità dovrà essere del tipo a fibra ottica a sicurezza positiva per garantire l'immunità da disturbi elettromagnetici di qualsiasi genere e garantire lo stato di blocco totale (arresto dei semafori) in caso di guasto sia alla comunicazione sia a qualsiasi elemento attivo dei componenti PLC.

Gli elementi attivi di rilevamento dovranno essere rappresentati da sensori bidirezionali specifici per applicazioni ferroviarie; tali elementi dovranno rilevare il passaggio e la direzione di moto dei locomotori.

Le informazioni dei sensori raccolte da unità locali remote, saranno utilizzate per la gestione automatica delle segnalazioni semaforiche secondo schemi logici prestabiliti.

Gli scambi dovranno essere del tipo servoassistito, azionati da attuatore elettromagnetico con dispositivo di rilevamento della posizione dello scambio stesso.

I circuiti semaforici dovranno comprendere il controllo automatico dell'efficienza delle lampade con immediata segnalazione delle anomalie.

Il sistema centrale di controllo, posizionato all'esterno della galleria, dovrà prevedere due livelli di funzionamento: livello automatico, livello manuale.

Il primo dovrà prevedere la gestione in automatica della

linea sotto la supervisione di un operatore in grado di intervenire in ogni momento. Il secondo dovrà consentire l'inibizione di tutte le operazioni automatiche e potrà essere attivato nelle situazioni di emergenza; in pratica, il controllo del sistema sarà regolato manualmente dall'operatore che, con il quadro sinottico a disposizione, attuerà le operazioni da eseguire secondo quanto stabilito nel piano di emergenza per la specifica situazione in atto.

Lo stato di allarme o di anomalia dovrà essere segnalato sia otticamente con apposita lampada lampeggiante sia acusticamente con sirena tacitabile.

3.8.6. Impianto segnaletico all'interno del backup della fresa.

Nel tunnel del backup della fresa dovrà essere montato un sistema segnaletico costituito da luci lampeggianti (con esecuzione a ridondanza) installate su ciascun lato del rimorchio a distanze ben visibili dal macchinista.

Sull'ultimo vagone della fresa dovrà essere posizionato un semaforo in grado di indicare al macchinista la possibilità o meno di accedere al tunnel della fresa.

Su ogni lato delle vie di attraversamento dovranno essere installati cartelli segnaletici con pulsante di colore verde per attivare l'"ALT" e un pulsante nero per disattivarlo.

All'attivazione dell'"ALT" dovranno automaticamente accendersi tutte le segnalazioni che si trovano sul percorso dei rimorchi.

3.8.7. Accesso del treno nel tunnel

Il treno potrà accedere nel tunnel della fresa quando sarà attivo il segnale verde.

All'interno del tunnel della fresa il macchinista dovrà procedere molto lentamente bloccando il treno immediatamente in caso di attivazione del segnale di arresto.

Tutti i lavoratori dovranno essere a conoscenza del regolamento semaforico.

Quando un lavoratore dovrà attraversare i binari verrà seguita la seguente procedura:

- il lavoratore si porta in un punto di attraversamento del tunnel.
- attiva l'ALT sul semaforo del punto di attraversamento in questione.
- prima di attraversare verifica che il treno sia fermo.
- dopo aver attraversato disattiva il segnale di ALT.
- Nessun lavoratore deve accedere ai punti di attraversamento quando il treno è ormai vicino.
- quando il treno è all'interno del tunnel nella zona di manovra deve essere presente soltanto il personale strettamente necessario.
- durante le eventuali manovre all'interno del tunnel il macchinista dovrà essere supportato da un segnalatore che abbia la piena visibilità della zona di manovra.
- durante la permanenza del treno nel tunnel, non dovranno essere eseguite lavorazioni che richiedano interventi nella zona di manovra.
- **E' VIETATO STAZIONARE SUI BINARI DEL TUNNEL DELLA FRESA**

3.8.8. Caratteristiche del treno

Il treno sarà costituito da un locomotore e da una serie di vagoni per il trasporto materiale e di persone. Il sistema di locomozione sarà costituito da diversi elementi tra i quali si evidenzia:

Control Unit

E' la parte del locomotore che serve per la guida del convoglio. La cabina del locomotore potrà prevedere un certo numero di posti a sedere per il trasporto del personale. In caso contrario, per il trasporto del personale dovranno essere impiegati vagoni appositamente dedicati.

Il locomotore dovrà essere costituito da un vagone a tenuta stagna contro il fumo da incendio, con ampie vetrate dove saranno alloggiati i seguenti componenti:

- console con strumentazione, PLC, comandi e posto di guida con doppio sistema uomo presente.
- eventuali posti a sedere per trasporto personale e relativi attacchi per maschere ossigeno.
- vano per bombole ossigeno e riduttori di pressione.
- freno di emergenza, operante in negativo con intervento automatico in caso di guasto elettrico o idraulico.

3.8.9. Sistema di sorveglianza video del treno

Dovrà essere previsto un sistema di telecamere in grado di fornire al macchinista l'immagine in testa al convoglio. Questo dovrà permettere di effettuare le manovre di transito ed avvicinamento al backup della fresa in assoluta sicurezza.

Il sistema dovrà essere realizzato con radiocamere comandate dal radiomonitor collocato nella cabina del treno.

Ogni radiocamera dovrà essere montata con una batteria di emergenza. L'entrata in funzione della batteria di emergenza dovrà essere segnalata sul pannello di controllo. La carica della batteria di emergenza dovrà consentire di raggiungere la stazione di ricarica posta all'esterno della galleria.

Quando il pannello di controllo segnerà l'entrata in funzione della batteria di emergenza, il macchinista dovrà portarsi fuori la galleria e ricaricare la batteria ordinaria.

E' VIETATO entrare in galleria in presenza del sistema di sorveglianza non funzionante.

3.9. Sistema backup

Si prevede che il sistema del backup sia costituito dai seguenti componenti principali:

- sistema di trasporto conci;
- ponte rimorchio, che ha funzione di collegamento tra ponte dell'assemblatrice e rimorchio;
- vagoni mobili
- rimorchi costruiti a forma di portale con uno spazio laterale libero per il treno trasportatore.
- sistemi della fresa collocati su piattaforme disposte a destra e a sinistra dello spazio vuoto.

La disposizione degli impianti può essere riassunta nel modo seguente:

- Nastro trasportatore del materiale di scavo
- condotte dell'aria fresca
- condotta di depolverazione
- Quadro di comando
- Trasformatori
- Ventilatori del depolverizzatore
- Armadi elettrici convertitore
- Armadio elettrico generale
- Pompe di lubrificazione
- Generatore d'emergenza
- Sistema di iniezione
- Pompa dell'acqua fresca con serbatoio
- Trasportatore a coclea
- Serbatoio dell'acqua calda con pompe
- Tamburo per tubo flessibile acqua fresca
- Tamburo per cavo dati
- Compressori con serbatoi dell'aria compressa
- Tamburo per cavo
- Tamburo per tubo flessibile acqua di rifiuto
- Sala ricreazione / Container di salvataggio
- Trasformatore per l'illuminazione
- Impianto di separazione
- Serbatoio dell'acqua di rifiuto con pompa
- Nastro convogliatore trasversale
- Ventilatore e condotte dell'aria fresca
- Magazzino binari

Prescrizioni

Durante le lavorazioni è vietato sostare nella zona di passaggio dei convogli ferroviari.

Quando si eseguono operazioni che richiedono la necessità di sostare nella zona di passaggio dei treni è obbligatorio:

- avvertire il manovratore della fresa sull'operazione che deve essere svolta;
- il manovratore della fresa attiva l'"ALT" (semaforo rosso) per impedire l'ingresso del treno;
- conclusa l'operazione avvertire il manovratore della fresa che è possibile attivare il "VIA LIBERA" (semaforo verde).

Il treno deve entrare nel backup a passo d'uomo.

Durante la fase di carico/scarico del materiale dal treno occorre:

- che il treno sia completamente fermo prima di iniziare l'imbracatura del materiale;
- imbracare in modo sicuro e secondo quanto previsto dal costruttore il materiale;
- verificare che nel raggio d'azione dei paranchi per le operazioni di movimentazione non sia presente alcun lavoratore.

3.10. Sistema di perforazione, di ancoraggio, di iniezione e di carotaggio

Dietro lo scudo della testa perforatrice della fresa deve essere prevista l'installazione di una perforatrice (e di una perforatrice per carotaggi) installata su un anello di supporto che consenta il movimento robotizzato dei vari snodi.

La perforatrice e il tubo carotiere devono poter essere movimentati (mediante azionamento elettroidraulico) in modo da posizionarsi sui possibili passaggi attraverso lo scudo e la testa perforatrice della fresa.

Rischi evidenziati

- Cadute a livello;
- Abrasioni, tagli, lacerazioni;
- Esposizione a polvere;
- Esposizione a rumore;
- Cesoiamento tra parti in movimento.

Misure di sicurezza

Durante l'uso dei sistemi di perforazione e carotaggio:

- è vietato sostare nella zona di operazione;
- l'assemblatore non deve contenere concii;
- la fase di scavo ed avanzamento deve essere interrotta.

3.11. Depolverizzazione/ventilazione

3.11.1. Sistema di nebulizzazione acqua

La testa fresante della TBM deve essere munita di un sistema di nebulizzazione ad acqua per abbattere la polvere prodotta nella fase di scavo in avanzamento.

In caso di guasto del sistema di nebulizzazione occorre:

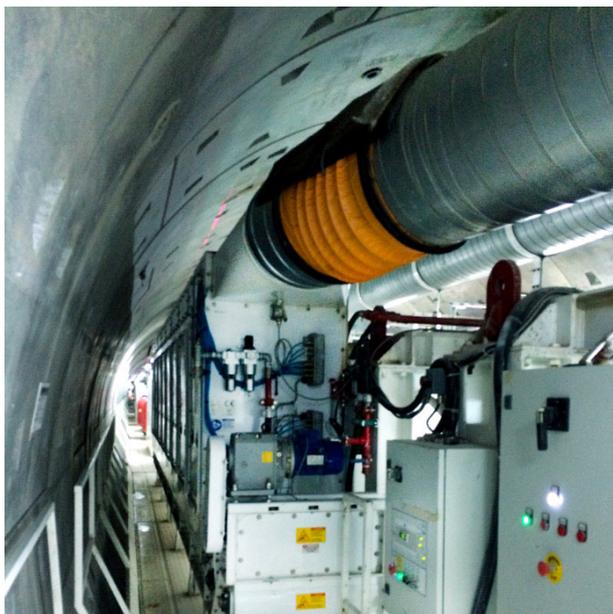
- fermare la perforazione;
- disporre il fermo macchina;
- procedere alle operazioni di manutenzione straordinaria sul sistema in avaria;
- attivare le procedure di avvio della macchina.

3.11.2. Sistema di depolverizzazione

La TBM di scavo dovrà essere equipaggiata con un sistema di depolverizzazione (abbattimento polveri) per mezzo di un depolveratore a secco avente una capacità minima di 300 mc. al minuto da progettare da parte di progettista abilitato.

L'aria contenente la polvere, attraverso tubazioni di tipo rigido, dovrà essere aspirata il più vicino possibile alla zona di produzione e convogliata al depolverizzatore.

All'interno del depolverizzatore l'aria carica di polveri fluendo attraverso un separatore a filtri, verrà separata dalle polveri e quindi immessa pulita all'uscita del depolverizzatore.



Il depolverizzatore dovrà essere munito di un dispositivo trasportatore a doppia catena in grado di rimuovere continuamente la polvere trattenuta dai filtri.

La polvere rimossa dovrà essere miscelata con acqua e pompata sul nastro trasportatore del materiale di scavo.

Sulla scatola di comando del depolverizzatore dovrà

essere installato un segnale acustico di avvertimento in caso di malfunzionamento del depolverizzatore.

In caso di malfunzionamento del sistema occorre:

- fermare la perforazione;
- disporre il fermo macchina;
- procedere alle operazioni di manutenzione straordinaria sul sistema in avaria;
- attivare le procedure di avvio della macchina.

3.11.3. Sistema di condizionamento

L'alimentazione d'aria fresca nella galleria avviene per mezzo di elettroventilatori ubicati all'esterno della galleria. Questa condotta dovrà poter essere prolungata nella zona del backup per mezzo di una condotta a soffietto di lunghezza pari ad almeno 100 m.

Tenuto conto delle alte coperture che saranno raggiunte nel corso dello scavo della galleria e quindi delle elevate temperature che saranno presenti all'interno dell'ambiente di lavoro, sul backup della fresa TBM dovranno essere installati dei gruppi di raffreddamento dell'aria in modo che la temperatura dell'aria nella zona fresca e backup **non sia superiore a 25°C**.

Davanti alla cassetta contenente la condotta soffietto, dovrà essere installata una stazione di ventilazione, composta da un elettroventilatore (potenza indicativa di 30 Kw) e 2 insonorizzatori, in grado di immettere attraverso una tubazione fino alla zona dello scudo una quantità di aria al minuto idonea alla ventilazione dell'ambiente in galleria, dimensionata da tecnico specializzato abilitato.

L'ulteriore corrente di aria sana nel settore macchina verrà ottenuta filtrando l'aria pulvirulenta proveniente dallo scavo.

Il sistema di ventilazione, che dovrà garantire l'afflusso dell'aria non solo nella zona dello scavo di avanzamento ma anche in quelle aree dove sono previste altre lavorazioni (ad esempio zona montaggio conci prefabbricati ecc.) deve poter prevedere un sistema che, in caso di improvvisa presenza di gas, tutta l'aria immessa in galleria possa essere convogliata nella zona di scudo in modo da diluire al massimo il gas presente.

3.11.4. Manutenzione impianto di ventilazione

3.11.4.1. Manutenzione dei gruppi di ventilazione

- Prima di iniziare qualsiasi tipo d'intervento, l'elettricista, dovrà provvedere ad apporre sul quadro comandi dell'impianto, un cartello indicante la seguente segnalazione: “**Attenzione – Manutenzione in corso, non azionare i comandi.**”
- Nel corso della manutenzione degli elettroventilatori, il manovratore della fresa dovrà interrompere l'attività di perforazione.
- L'impianto di ventilazione verrà fermato.
- L'elettricista di turno dovrà disporre di un controllo manuale delle condizioni di salubrità ambientale nelle zone di lavoro, in modo che se risulteranno superati i limiti degli inquinanti previsti dalla normativa vigente dovrà sospendere la lavorazione.
- La squadra manutentrice esegue l'intervento.
- Al termine dell'intervento, l'elettricista di turno, riattiva l'impianto.
- Solo al momento della riattivazione l'elettricista toglierà il cartello sopraindicato.
- Il pilota potrà attivare la procedura di avvio della perforazione.
- SE DURANTE LA MANUTENZIONE I LIMITI SONO SUPERATI:
 - tutti i lavoratori devono essere evacuati ad eccezione della squadra di manutenzione.
 - la squadra di manutenzione dovrà indossare i DPI di terza categoria adatti per il tipo di limite superato.
 - la squadra proseguirà l'intervento fino al ripristino del sistema
 - terminato il ripristino del sistema di ventilazione i lavoratori evacuati potranno rientrare in galleria.

3.11.4.2. Allungamento di elementi della tubazione

Il capo fresa dispone all'elettricista di turno che l'impianto di ventilazione venga spento.

Il pilota della fresa interrompe l'attività di perforazione.

L'impianto di ventilazione viene fermato.

L'elettricista di turno dispone un controllo manuale delle condizioni di salubrità ambientale nelle zone di lavoro, in modo che in caso di superamento dei limiti degli inquinanti previsti dalla normativa vigente possa sospendere le lavorazioni.

Un lavoratore imbraca la cassetta con la condotta a soffietto e la sgancia dai supporti.

Con il paranco la cassetta viene spostata sul treno e sostituita.

Durante l'operazione NESSUN LAVORATORE deve trovarsi sotto i carichi sospesi durante le operazioni di movimentazione.

La nuova cassetta, dal treno viene posizionata in alto sull'ultimo rimorchio sopra gli appositi supporti.

Si procede mediante bulloni al fissaggio della cassetta ai supporti opportunamente predisposti.

Conclusa l'operazione di posizionamento, dopo che i lavoratori si saranno portati a distanza di sicurezza dal tubo di ventilazione, il capo fresa disporrà all'elettricista di turno il riavviamento dell'impianto.

Il pilota potrà attivare la procedura di avvio della perforazione. In caso di operazioni sull'impianto, tali da fermare completamente il flusso dell'aria sarà obbligo del capo fresa o dell'assistente di turno di:

- FERMARE I LAVORI ED ALLONTANARE TUTTI I LAVORATORI COINVOLTI.
- I LAVORATORI DOVRANNO RAGGIUNGERE L'IMBOCCO DELLA GALLERIA USANDO IL TRENO.

Per "per un periodo di tempo al momento indeterminabile", si intende la impossibilità immediata di:

- valutare il guasto
- prevedere un tempo di ripristino dell'impianto di ventilazione
- disporre di parti di ricambio, fondamentali per il funzionamento, in quanto non presenti in cantiere.

Il capo imbocco o l'assistente, dopo aver appurato e rimosso la causa di cessato funzionamento dell'impianto, provvede a far riattivare la ventilazione.

Se la misura risolutiva non è immediata, egli deve disporre e provvedere come ai punti precedenti.

Verrà installata una centralina di monitoraggio velocità dell'aria al fine di verificare che la velocità di flusso sia superiore a 0,5 m/s.

Se la velocità dell'aria risulta inferiore al limite previsto dovrà essere applicata la procedura relativa al blocco della ventilazione.

3.12. Illuminazione

Gli impianti di illuminazione fissa devono garantire nei passaggi e in tutti i punti accessibili della galleria un livello di illuminazione non inferiore a 10 lux.

Detto minimo deve essere garantito indipendentemente dal concorso dei mezzi di illuminazione individuale.

In ogni posto di lavoro deve essere garantito, con i mezzi o impianti fissi, un livello medio di illuminazione non inferiore a 30 lux.

All'interno dello scudo, nei pressi dell'assemblatore e in ogni zona in cui si eseguono lavori comportanti specifici pericoli, il livello medio di illuminazione non deve essere inferiore a 200 lux anche con l'ausilio di gruppi illuminanti mobili.

La collocazione e la distribuzione delle sorgenti luminose devono assicurare una conveniente uniformità di illuminazione.

Dovrà essere effettuata una misura della luminosità lungo il backup della fresa a confronto dei parametri illuminotecnici sopra illustrati e dovrà essere redatto un rapporto di valutazione.

La periodicità della misurazione dovrà essere mensile.

Particolare importanza dovrà essere data alla manutenzione dei corpi illuminanti che dovranno essere verificati e puliti periodicamente.

3.13. Impianto elettrico

L'impianto elettrico sarà costituito da reti di corrente trifase di idonea potenza alimentate da idonei trasformatori.

L'alimentazione avverrà mediante un cavo avvolgibile di alta pressione posto su un tamburo avvolgicavo.

Sul backup dovrà essere presente un generatore di emergenza di 150 KVA comandato da un PLC.

Il generatore di emergenza dovrà alimentare le seguenti utenze:

- Caso normale di alimentazione di emergenza:
 - Illuminazione nella macchina e nel rimorchiatore;
 - quadri di comando ed armadi elettrici;
 - ventilazione
- Caso di alimentazione di emergenza in presenza di allarme gas:
 - illuminazione di emergenza allarme gas;
 - illuminazione di emergenza (24 V DC);
 - ventilazione.

L'impianto elettrico dovrà essere realizzato seguendo la normativa EN 60204- 1:1997 "Sicurezza del macchinario: equipaggiamento elettrico delle macchine".

Al fine di consentire gli interventi in sicurezza sulle apparecchiature elettriche da parte degli elettricisti dovranno essere messi a disposizione di questi operatori gli schemi circuiti elettrici dei vari sistemi.

In particolare, per gli interventi di manutenzione su parti in tensione occorre:

- che il personale addetto sia specializzato;
- informare il personale di manovra prima di procedere a lavori di manutenzione e di ispezione;
- osservare le operazioni di inserzione e disinserione secondo quanto prescritto dal manuale d'uso delle varie macchine;
- i lavori su parti in tensione sono VIETATI; La linea oggetto dell'intervento deve essere sezionata;
- apporre sui quadri generali il cartello di segnalazione "LAVORI IN CORSO" per evitare messe in servizio accidentale;
- utilizzare utensili isolati e tappetino di isolamento;
- durante i lavori su gruppi ad alta tensione, una volta eseguito il sezionamento, collegare il cavo di alimentazione alla massa e cortocircuitare con una barra di terra i componenti come i condensatori.

3.14. Impianto aggettamento

L'impianto di aggettamento dovrà prevedere l'installazione di pompe all'interno dello scudo per l'allontanamento delle acque. Attraverso una tubazione lungo il backup l'acqua sarà convogliata nell'apposito canale ricavato all'interno del concio di base prefabbricato.

L'impianto dovrà essere progettato e realizzato secondo le normative DIN EN 292, DIN VDE 0113.

Rischi evidenziati

Cadute a livello;

Abrasioni, tagli, lacerazioni;

Prescrizioni

Le operazioni di pulitura e di manutenzione dovranno avvenire solo ad impianto disinserito.

L'operatore dovrà controllare che sull'impianto non operino persone non autorizzate.

L'operatore dovrà controllare l'impianto almeno una volta al giorno per verificare l'eventuale presenza di danni o difetti nonché a segnalare immediatamente i malfunzionamenti che possono pregiudicare la sicurezza.

I dispositivi di sicurezza non devono essere rimossi.

Tutte le pedane, le maniglie, le ringhiere, le piattaforme e le scalette vanno tenute pulite.

L'armadio elettrico di distribuzione deve essere aperto esclusivamente da personale specializzato.

Seguirei controlli previsti dal manuale d'uso dell'impianto.

3.15. Sistemi di controllo e di video sorveglianza

L'impianto video è formato da telecamere, 1 monitor (nella cabina di comando) e centralina per commutatori (nella cabina di comando).

Il monitor dovrà fornire l'immagine completa o immagini contemporanee relative a quanto trasmesso dalle telecamere.

Verificare ogni giorno le funzioni delle telecamere per garantire un controllo visivo dei settori della macchina.

La fresa prevede un sistema di rilevamento dati di funzionamento governato da PLC che trasmette i risultati nella cabina di comando.

Tutti i parametri della macchina dovranno essere registrati giornalmente e dovranno essere stampati ai fini della documentazione o di analisi.

3.16. Impianto di rivelazione incendi sul backup della fresa

Su tutto lo sviluppo del backup della fresa dovrà essere installato un impianto di rilevazione incendi collegato ad avvisatori acustici e luminosi che dovranno attivarsi automaticamente in conseguenza dello sviluppo di un incendio o all'azionamento degli avvisatori manuali antincendio a pulsante.

L'impianto di rilevazione dovrà essere costituito da sensori di rilevazione incendi ubicati in modo sistematico ogni 10 ml a partire dalla zona dello scudo e per tutta la lunghezza del backup e da intensificare nella zona dei trasformatori elettrici che rappresentano la maggior fonte di rischio per quanto riguarda lo sviluppo di un incendio.

3.17. Mezzo di soccorso bimodale per l'evacuazione del personale

Il suo scopo è garantire la sicura e rapida evacuazione dalla galleria in situazioni di emergenza.

Nella parte terminale del back up della fresa dovrà stazionare ed essere sempre presente un mezzo di soccorso bimodale motorizzato appositamente dedicato

per l'evacuazione del personale in caso di emergenza.

Il mezzo di trasporto del personale motorizzato secondo quanto indicato nel disegno allegato al presente piano di sicurezza e coordinamento dovrà:

- essere a tenuta stagna contro il fumo da incendio
- avere capacità sufficiente ad accogliere l'insieme dei lavoratori costituenti il turno e addetti a lavori lungo tutto lo sviluppo del back up che si presume.
- essere dotato di chiusure laterali a mezzo di vetri infrangibili
- all'interno del veicolo di soccorso devono essere sempre presenti due autosalvatori: uno per l'autista e l'altro per una addetto al soccorso;
- avere cabina di guida pressurizzata;
- avere una cabina di guida con termocamera e monitor.

COMMITTENTE



ACEA ATO 2 SPA



PRIME INDICAZIONI PER LA STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA –ALLEGATO
LAVORI IN SOTTERRANEO – SCAVO CON METODO MECCANIZZATO TBM

Pagina 44 di 44

Il mezzo dovrà essere idoneo anche al funzionamento in ambienti con pericolo di esplosione per la presenza di grisù (AD-PE, AD-FE1, AD-I, ecc.) e dovrà essere sempre rivolto verso l'uscita della galleria.

Deve rimanere costantemente in galleria durante lo svolgimento dei lavori.

Deve essere rivolto verso l'uscita e la chiave di accensione deve essere disponibile sul mezzo.

Deve essere periodicamente curata l'efficienza e la funzionalità del veicolo.

Dotazioni del veicolo

Il veicolo deve avere sulla portiera lato autista e su quella opposta un cartello (a fondo verde e scritta bianca) che lo individui come veicolo dedicato all'evacuazione di emergenza;

In particolare, sulla portiera lato autista e su quella contrapposta deve essere apposto un cartello, conforme al D.Lgs. 81/2008, riportante la seguente scritta: "mezzo da utilizzare unicamente per abbandono galleria in caso di emergenza".

All'interno del veicolo devono essere sempre presenti due autosalvatori di cui uno per l'autista e l'altro per una persona di soccorso.

Detti autosalvatori non vanno conteggiati tra quelli a disposizione del personale presente in galleria.

Deve essere equipaggiato di nr.2 estintori portatili omologati tipo A,B,C DA 5 kg/cad.

Il mezzo deve contenere una cassetta di pronto soccorso nr. 1 pacchetto di medicazione.

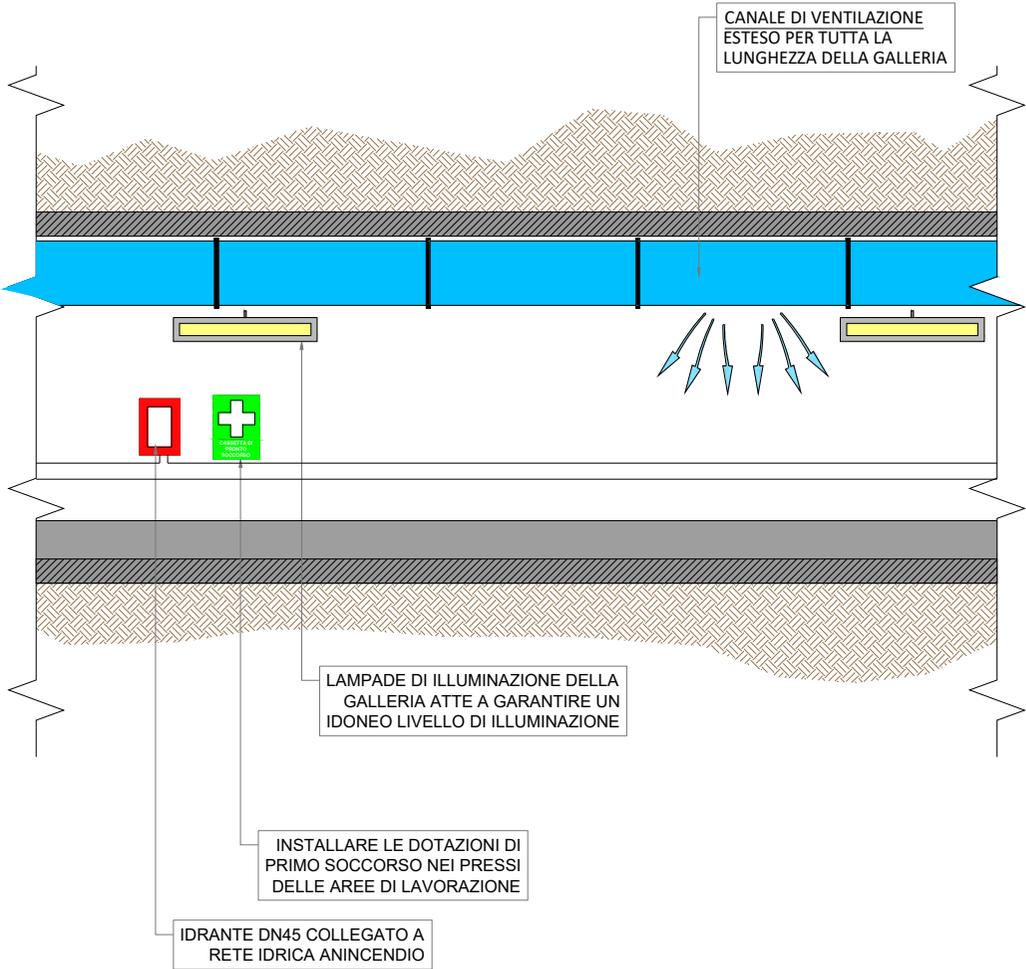
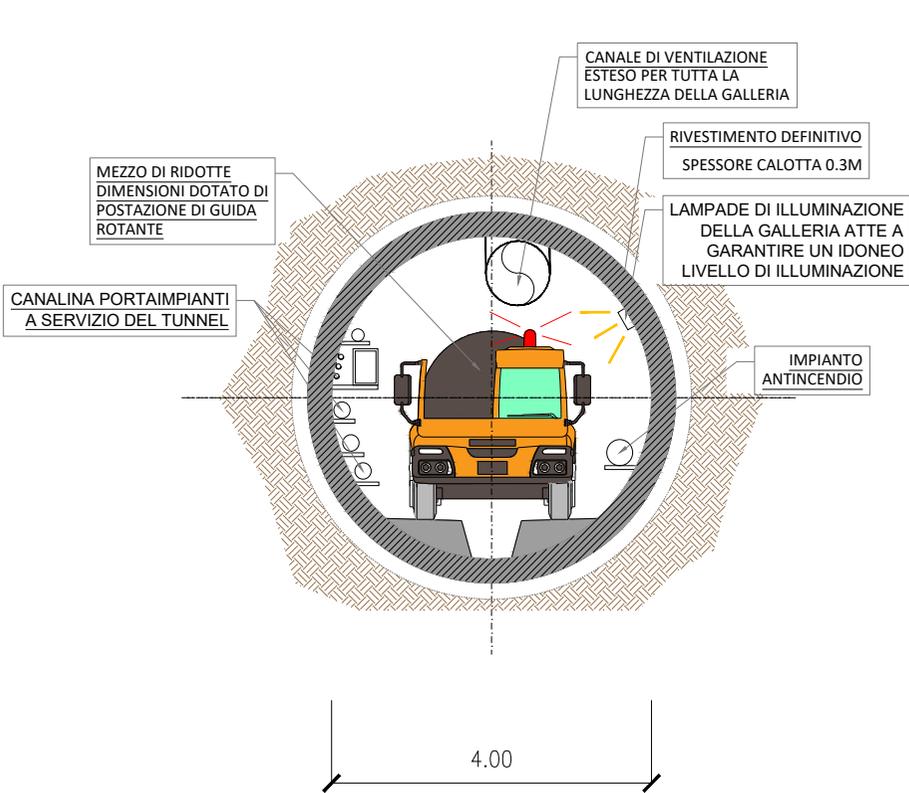
Quando il mezzo motorizzato viene utilizzato per l'evacuazione del personale in caso di emergenza dovranno essere attivati i due girofari posti sul tetto.

Il veicolo deve essere equipaggiato con la segnaletica indicata nel disegno allegato al presente piano di sicurezza e coordinamento.

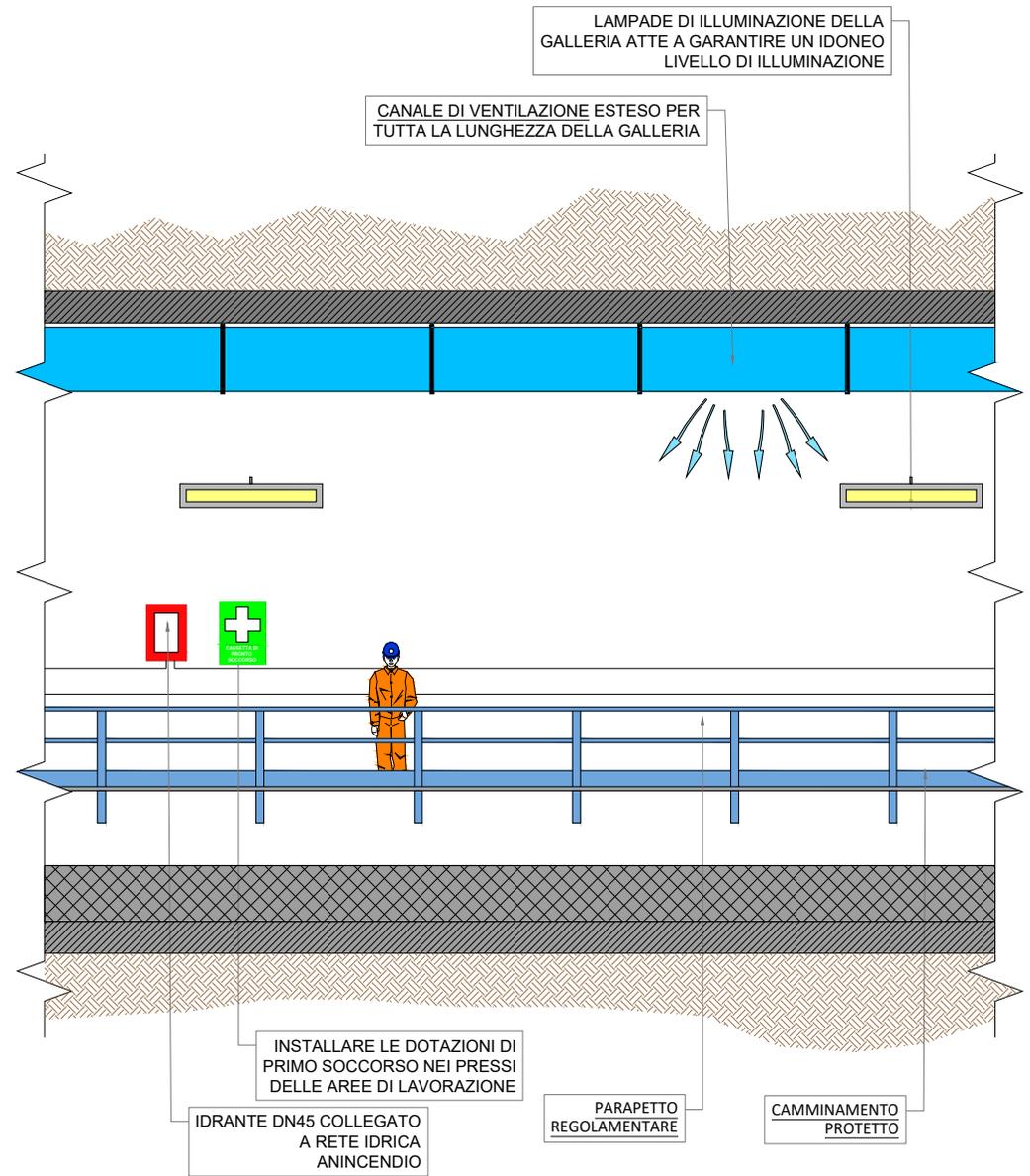
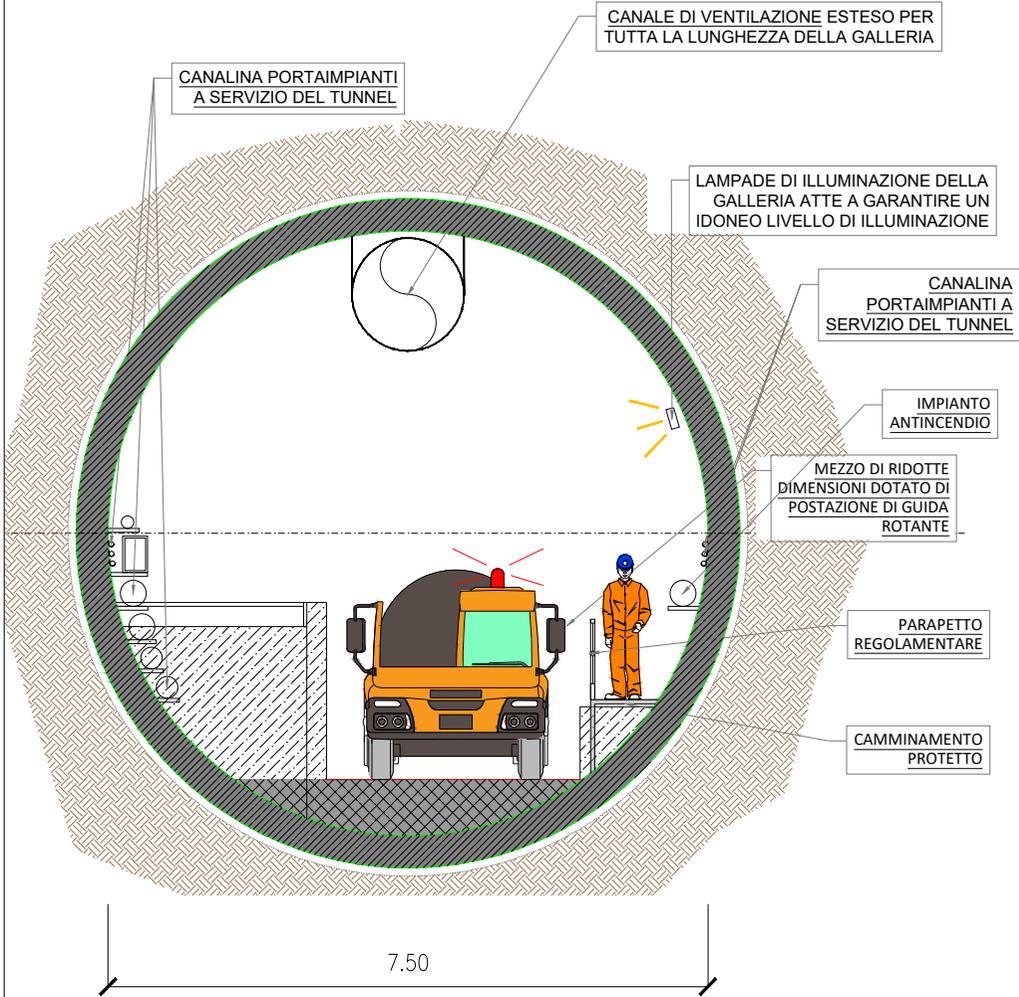
Note

- il mezzo deve rimanere costantemente in galleria durante lo svolgimento dei lavori, essere posizionato rivolto verso l'uscita, e con la chiave di accensione inserita;
- a motivo della particolare importanza di tale veicolo, la funzionalità dello stesso deve essere verificata giornalmente (accensione e prove di movimento). L'effettuazione di tale verifica deve essere annotata su apposito registro.

SEZIONE TBM Ø 4000



SEZIONE TBM Ø 7500



COMMITTENTE



ACEA ATO 2 SPA



REDAZIONE ELABORATI



SEZIONI REALIZZAZIONE GALLERIA TBM Ø7500

SEZIONE TBM Ø 4000

SEZIONE TBM Ø 7500

