



CONFERENZA DELLE REGIONI E DELLE PROVINCE AUTONOME

LINEE GUIDA

**SCAVO MECCANIZZATO DI GRANDE SEZIONE
CON TBM – EPB IN TERRENI GRISUTOSI**

MAGGIO 2015

Il documento contiene indicazioni tecniche e procedurali per l'esecuzione di scavi di grande sezione con TBM – EPB in terreni grisutosi, in condizioni di massima sicurezza.

PREMESSA

Lo scavo meccanizzato a piena sezione in terreni grisutosi deve essere realizzato esclusivamente con TBM - EPB o TBM - Hydroschild.

La TBM – EPB permette di ottenere grandi produzioni poiché realizza contemporaneamente le azioni elementari della fase di scavo (abbattimento, smarino e trasporto del marino) con sequenze parallele. La fase relativa al rivestimento definitivo deve essere realizzata a scavo fermo (sequenza in serie tra le due fasi operative). Questa tecnica è sempre più diffusa e lo sviluppo di soluzioni che rendano possibile la sua applicazione negli ammassi grisutosi, non potrà che consolidare questa tendenza.

Queste linee guida sono state redatte dal gruppo di lavoro Grandi Opere del Coordinamento Tecnico Interregionale PSAL delle Regioni e delle Province Autonome. Alla redazione hanno contribuito operatori dei Servizi PSAL e un Ordinario della Scuola di Ingegneria, Dipartimento DICAM, dell'Università di Bologna.

Il documento è stato ratificato dal Coordinamento Tecnico Interregionale della Prevenzione nei luoghi di lavoro e approvato dalla Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano (D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., art. 2, lettera z).

0. INTRODUZIONE

Gli strumenti tecnico scientifici, indispensabili per classificare le gallerie o i tratti di galleria, le soluzioni tecniche e le procedure contro il rischio grisù, per gallerie scavate con tecnica tradizionale, sono stati forniti in altro documento tecnico (Linea Guida "Grisù").

I suddetti criteri di classificazione, le procedure e le soluzioni tecniche non si applicano agli scavi meccanizzati realizzati con TBM – EPB.

Il presente documento affronta gli aspetti di sicurezza riferiti all'utilizzo di una TBM – EPB che riguardano sia la fase di progettazione che quella di realizzazione della galleria.

Nella presente Linea Guida non vengono trattati gli aspetti di sicurezza legati alla presenza di gas ed alla contemporanea necessità di lavorare in condizioni di iperbarismo.

1. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

Scopo della presente Linea Guida è quello di fornire i principi sui quali basare le soluzioni tecniche operative e le procedure per operare in sicurezza nei cantieri sotterranei di scavo realizzato con TBM – EPB in terreni potenzialmente grisutosi.

Si applica alle gallerie aventi sezione tanto grande da permettere di adottare, nella TBM – EPB, soluzioni tecniche in grado di garantire la segregazione del gas in un volume separato ed isolato idraulicamente dallo scudo e dal backup. Indicativamente si può ritenere che tale soluzione sia praticabile per gallerie con diametro superiore a 10 m. Per gli scavi aventi sezioni inferiori a tale limite occorre definire specifiche soluzioni tecniche che impediscano la coesistenza di miscele potenzialmente esplosive con qualsiasi tipo di innesco compresi quelli attritivi o generati da urti.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

D.P.R. n. 126 del 23/03/1998 “Regolamento recante norme per l’attuazione della direttiva 94/9/CE in materia di apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva”

D.P.R. n° 462 del 22/10/2001 “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”

D.Lgs. n. 81 del 09/04/2008 “Attuazione dell’articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro” e successive modifiche ed integrazioni

UNI EN 1127-2: 2014 “Atmosfere esplosive. Prevenzione dell’esplosione e protezione contro l’esplosione. Parte 2: Concetti fondamentali e metodologia per l’attività in miniera”

UNI EN 1834-2: 2001 “Motori alternativi a combustione interna. Requisiti di sicurezza per la progettazione e la costruzione di motori per l’utilizzo in atmosfere potenzialmente esplosive. Motori del gruppo I per l’utilizzo in lavori sotterranei in atmosfere grisoutose con o senza polveri infiammabili”

Norme CEI del Comitato 31 (CEI EN 60079)

3. TERMINI, DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI

Nel seguito si adottano termini tecnici ed acronimi il cui significato è qui di seguito definito:

- a. **Addetto al Monitoraggio:** tecnico, funzionalmente dipendente dal Responsabile del Monitoraggio e non appartenente all'organizzazione aziendale, formato ed addestrato sull'esecuzione tecnicamente corretta di misure dello stato fisico dell'aria nei cantieri sotterranei per lo scavo con TBM - EPB, sui controlli e sul condizionamento della composizione dell'atmosfera in galleria modulando la portata della ventilazione forzata. È capace di valutare il livello di pericolo di esplosione delle miscele aria – metano sulla base di un primo rapido esame dei tenori di gas misurati. È un tecnico esperto capace di verificare l'efficienza delle numerose soluzioni adottate e quindi possiede una buona conoscenza nei settori informatico, gestione di sistemi di controllo, ecc. Realizza la gestione del rischio interagendo con il pilota nella cabina di controllo e mediante controlli eseguiti con strumentazione manuale;
- b. **Ammassi sospetti:** formazioni geologiche rocciose o terrigene che possono contenere serbatoi di metano e, quindi dare luogo ad immissioni di gas nell'atmosfera della galleria, sia se sono direttamente attraversate dagli scavi, sia se sono distanti dalla galleria, ma la realizzazione dell'opera induce un collegamento idraulico tra questa e l'ammasso sospetto;
- c. **Anello:** componente del rivestimento definitivo della galleria, ottenuto affiancando conci in calcestruzzo armato. Gli anelli sono congiunti l'uno all'altro tramite connettori plastici e con bulloni. Ogni anello è montato in modo che i giunti tra i conci non siano mai allineati con gli analoghi giunti degli anelli limitrofi. Tra un anello e l'altro sono presenti guarnizioni che hanno la funzione di impedire il passaggio del gas. Il rivestimento con conci deve essere fabbricato e messo in opera in modo tale da garantire l'impermeabilità nei confronti del gas;
- d. **Apparecchio (secondo ATEX 4, Direttiva 94/9/CE):** macchina, materiale, dispositivo fisso o mobile, organo di comando, strumentazione e sistema di rilevazione e di prevenzione che, da solo od in combinazione con altri apparecchi, è destinato alla produzione, al trasporto, al deposito, alla misurazione, alla regolazione, alla conversione di energia e al trattamento di materiale e che, per via delle sue potenziali sorgenti di innesco, può provocare un'esplosione;
- e. **Assieme (secondo Linea Guida ATEX 4):** combinazione di due o più elementi di apparecchio;
- f. **Atmosfera esplosiva:** miscela aria – metano, in condizioni atmosferiche standard, con tenori di gas compresi entro il campo di esplosione. A seguito dell'innesco, si attiva la reazione di combustione in regime di deflagrazione o di detonazione;
- g. **Atmosfera potenzialmente esplosiva:** miscela aria – metano suscettibile di trasformarsi in atmosfera esplosiva per aumento o diminuzione del tasso di metano in aria;

- h. **Backup:** sistema a più componenti in carpenteria metallica che trasla nel verso dell'avanzamento del fronte e che contiene tutti gli impianti ed i servizi necessari per la realizzazione dello scavo;
- i. **Camera di scavo (o di frantumazione):** settore dello scudo, a ridosso della testa fresante, che contiene il materiale frantumato (marino) in conseguenza dell'avanzamento. È isolabile idraulicamente in modo ermetico dal resto dello scudo grazie alla parete metallica di contenimento. Ai fini della presente Linea Guida, durante la fase di scavo, la camera deve essere costantemente piena di marino fino al colmo e deve essere idraulicamente isolata dalla restante porzione dello scudo. La condizione di colmo deve essere costantemente sottoposta a controllo strumentale;
- j. **Camera iperbarica:** apparato che consente il raggiungimento ed il mantenimento di una pressione superiore a quella atmosferica al suo interno. La camera iperbarica, in condizione di sovrappressione al fronte, permette il transito tra la porzione anteriore (camera di scavo) e quella posteriore dello scudo attraverso la parete di contenimento e permette di ospitare personale che abbia la necessità di essere sottoposto ad un trattamento iperbarico di compressione o decompressione;
- k. **Campo di esplosività:** intervallo della concentrazione di metano in aria, compreso tra il limite inferiore ed il limite superiore di esplosività della miscela;
- l. **Coclea:** vite senza fine, collocata all'interno di un tubo metallico ad essa aderente ed ermeticamente solidale alla parete di contenimento. La coclea, durante l'avanzamento, evacua con continuità il frantumato dalla base della camera di frantumazione e lo versa, tramite un sistema di scarico, sul nastro macchina. Ai fini della presente Linea Guida il giunto tra parete di contenimento e tubo della coclea, così come il tubo stesso, devono essere a tenuta ermetica per impedire l'immissione di gas nello scudo e nel backup della TBM - EPB. La condizione di colmo nel tubo – coclea deve essere controllabile strumentalmente;
- m. **Concio:** elemento prefabbricato di calcestruzzo costituente l'anello. I conci di un anello sono tra loro affiancati, spinati e/o bullonati. Tra un concio e l'altro sono presenti guarnizioni che hanno la funzione di impedire il passaggio di gas;
- n. **Condizione pericolosa 1:** condizione che corrisponde ad un'atmosfera esplosiva;
- o. **Condizione pericolosa 2:** condizione che corrisponde ad un'atmosfera potenzialmente esplosiva;
- p. **Controllo e manutenzione preventiva del sistema di rilevazione concentrazioni metano ed allarme:** periodico accertamento della completa e corretta funzionalità del sistema ed esecuzione dei necessari interventi; la cadenza dei controlli deve garantire costantemente l'efficienza del sistema;
- q. **Deflagrazione:** combustione subsonica che si propaga, per conduttività termica, dallo strato combusto incandescente della miscela all'adiacente strato "freddo" che

non ha ancora reagito. La reazione è condizionata dalla continuità della miscela esplosiva tra uno strato e l'adiacente;

- r. **Detonazione:** combustione supersonica che si propaga da uno strato di miscela aria – metano a quello adiacente per trasferimento di pressione ad una velocità superiore a quella del suono. La reazione è condizionata dalla continuità della miscela esplosiva tra uno strato e l'adiacente;
- s. **Esplosione:** reazione rapida di ossidazione o decomposizione, che produce un aumento della temperatura, della pressione o di entrambe simultaneamente;
- t. **Flusso di grisù:** qualsiasi quantità di gas metano proveniente da ammassi (vicini o lontani dal tracciato) che penetra nel sottterraneo;
- u. **Gas:** nella presente Linea Guida si fa riferimento unicamente al gas metano. I termini gas, metano, grisù, CH₄ sono utilizzati come sinonimi;
- v. **Grisù:** gas metano contenuto nelle formazioni geologiche;
- w. **Grado di sicurezza e grado di sicurezza equivalente** (art. 1.1.03b Norma CEI 64-2 fasc. 2960C): il grado di sicurezza di un singolo apprestamento di difesa (barriera) indica il suo livello di efficacia contro il manifestarsi di un evento non voluto. Il grado di sicurezza equivalente di più barriere in serie, tra loro indipendenti rispetto a cause comuni di inefficienza, indica il livello di efficacia contro il manifestarsi dell'evento non voluto ed è pari alla somma dei gradi di sicurezza delle singole barriere;
- x. **Ispezione del sistema di rilevazione concentrazioni metano ed allarme:** accertamento che comprende l'esame a vista e l'eventuale esecuzione di prove;
- y. **Lavaggio (bonifica):** intervento volto ad eliminare o ridurre la presenza di grisù con l'impiego di aria proveniente dall'atmosfera esterna alla galleria (aria pura) che diluisce la concentrazione del gas in aria;
- z. **Limiti di esplosione:** limiti del campo di esplosione della miscela aria – metano;
- aa. **Limite inferiore di esplosività (LEL):** limite inferiore del campo di esplosione della miscela aria – metano;
- bb. **Limite superiore di esplosività (UEL):** limite superiore del campo di esplosione della miscela aria - metano;
- cc. **Manutenzione per guasto:** insieme di operazioni messe in atto a seguito del rilevamento di un guasto ed eseguite al fine di ripristinare la corretta funzionalità del sistema;
- dd. **Marino:** roccia o terreno disgregato dalla testa fresante;

- ee. **Nastro macchina:** nastro trasportatore associato alla TBM - EPB che riceve il marino dalla coclea e lo conferisce al sistema che lo trasporta fuori dalla galleria. La sezione iniziale del nastro (punto di scarico della coclea) è prossima alla sezione di coda dello scudo;
- ff. **Parete di contenimento:** struttura metallica, saldata allo scudo, parallela alla testa di taglio, che divide in due porzioni lo scudo. Durante la fase di scavo la parete separa ermeticamente la precamera e la camera di frantumazione dal resto dello scudo. È corredata di portelloni a chiusura ermetica attraverso i quali gli uomini e le attrezzature possono attraversarla per raggiungere la testa fresante ed eseguire manutenzioni e controlli durante l'arresto dello scavo;
- gg. **Pistoni di spinta:** pistoni alloggiati nello scudo che permettono l'avanzamento del sistema composto dalla testa di taglio, dallo scudo e dal backup (TBM - EPB) spingendo sull'ultimo anello messo in opera;
- hh. **Precamera:** è il volume compreso tra la parete di contenimento e la paratia che delimita insieme con la testa di taglio la camera di frantumazione;
- ii. **Procedura "Gas free":** procedura posta in capo al Responsabile del Monitoraggio che permette di autorizzare l'impiego di attrezzature comprendenti sorgenti di calore o che sviluppano temperature pericolose e/o che producono fiamme e/o scintille. L'autorizzazione è basata sulla preventiva verifica dell'assenza di miscela aria – metano e di azioni che possano generare afflussi di metano verso il volume interessato dai lavori. La procedura "Gas Free" si concretizza con l'emissione di un documento a firma del Responsabile del Monitoraggio consegnato al Preposto ai lavori;
- jj. **Protezione contro le esplosioni delle miscele aria – grisù:** attrezzature, dispositivi, procedure destinate alla prevenzione dell'esplosione e alla protezione dall'esplosione in galleria;
- kk. **Responsabile del Monitoraggio gas:** laureato in discipline ingegneristiche o di scienze della terra, non appartenente all'organizzazione aziendale. Ha esperienza documentata almeno triennale nella progettazione e realizzazione di misure e controlli in scavi sotterranei della composizione e dello stato fisico dell'atmosfera in ambienti e configurazioni cantieristiche complesse, quali il sistema scudo – backup di una TBM scudata, e nelle misure di emissioni di gas in gallerie rivestite con anelli di conci in calcestruzzo giuntati. È esperto nella progettazione, realizzazione e controllo di circuiti di ventilazione principale e secondaria negli scavi con TBM scudate. Conosce in dettaglio i principi costruttivi e le caratteristiche degli elementi costitutivi delle TBM scudate e del loro assemblaggio, con specifico riferimento all'attività di monitoraggio gas ed alla circolazione d'aria della ventilazione forzata. Sa individuare i punti ed i meccanismi di potenziale ingresso e di accumulo del gas nello scudo e nel backup. Sa scegliere l'impianto ed il layout, del monitoraggio strumentale dell'atmosfera, più efficiente in relazione alla specifica TBM ed alle caratteristiche dell'ammasso sospetto. Ha esperienza nell'elaborazione ed interpretazione dei risultati delle misure. Il Responsabile determina la posizione dei punti di misura del

gas, coordina le rilevazioni di grisù, sovrintende ai sistemi di monitoraggio ed alla loro manutenzione, analizza, elabora ed interpreta i valori misurati, sovrintende al circuito di ventilazione e definisce le quantità d'aria necessarie per la diluizione del gas, collabora con la direzione di cantiere nelle "situazioni di crisi". Verifica ed integra, per i singoli casi specifici, la formazione e l'addestramento degli Addetti al Monitoraggio;

- ll. **Rivestimento definitivo:** rivestimento realizzato dalla TBM - EPB combinando tra loro i conci di calcestruzzo fino a formare e ad affiancare l'uno all'altro gli anelli. È pervaso da giunti longitudinali (tra conci) e trasversali (tra anelli) muniti di guarnizioni. Per ridurre le deformazioni nel terreno circostante la galleria, nell'intercapedine tra l'estradosso degli anelli e la parete di scavo, è iniettata a pressione una malta cementizia. La distribuzione della malta nell'intercapedine è casuale e disomogenea. La malta può contribuire, insieme alle guarnizioni nei giunti, a limitare il passaggio di metano tra i giunti del rivestimento definitivo. Ai fini della presente Linea Guida l'efficienza delle guarnizioni e la continuità della malta devono essere sottoposte a continui controlli;
- mm. **Saracinesche:** chiusure a tenuta degli imbocchi a monte ed a valle della coclea che interrompono il flusso di marino dalla camera di scavo e verso il nastro macchina. Ai fini della presente Linea Guida, la saracinesca a monte è quella installata nella sezione di ingresso del materiale nella coclea e la saracinesca a valle è quella installata nella sezione di scarico;
- nn. **Scudo:** cilindro o tronco cono metallico, posto a ridosso della testa fresante, privo delle due superfici di base. È il sostegno attivo perimetrale a ridosso del fronte. È suddiviso in due porzioni dalla parete di contenimento. Lo scudo contiene, oltre alla camera, gran parte della coclea, il corpo motore che fornisce il movimento alla testa, il sistema che aziona i cilindri di spinta, il sistema di spazzole (talvolta corredato anche da spatole) assemblato lungo la circonferenza della porzione terminale dello scudo. Il diametro dello scudo è leggermente inferiore a quello della testa fresante. Ai fini di questa Linea Guida, lo scudo deve essere costituito da un unico cilindro per impedire che sia attraversabile dal gas presente nel massiccio. Se per motivi legati alla convergenza dello scavo si impone che la sezione dello scudo al fronte sia maggiore di quella in coda si deve adottare, per lo scudo, una forma tronco – conica priva di discontinuità o giunti. In altri termini, non sono adottabili scudi articolati;
- oo. **Serbatoio di grisù:** porzione di ammasso permeabile, contenente grisù nei sistemi di fratture e/o nei pori, chiusa idraulicamente da porzioni di ammasso con permeabilità limitata o impermeabili;
- pp. **Sistema di spazzole e spatole metalliche:** circonferenze dello scudo attrezzate con più spazzole metalliche affiancate l'una all'altra senza soluzione di continuità in modo tale da coprire con continuità il perimetro del tratto terminale di scudo (coda dello scudo). Possono essere presenti anche le spatole che sono disposte lungo l'ultima circonferenza (sezione di coda) dello scudo. Tra due circonferenze di spatole viene iniettato con continuità grasso ad alta densità. Il sistema di spatole, spazzole e grasso è progettato per impedire la penetrazione della malta nello scudo. Di fatto si tratta di una guarnizione solidale allo scudo che presidia, strisciando sugli anelli, la

discontinuità fra la coda dello scudo e gli ultimi anelli in calcestruzzo messi in opera. Ai fini della presente Linea Guida il progetto costruttivo della TBM - EPB deve mirare ad un sistema che impedisca anche il flusso di gas verso l'ambiente all'interno dello scudo;

- qq. **Situazione di crisi:** situazione determinata da irruzioni di grisù con concentrazioni che raggiungono i valori limite prescritti dalla presente Linea Guida per procedure di sicurezza, quali la sospensione temporanea dei lavori o l'evacuazione del cantiere;
- rr. **Smarino:** allontanamento del marino dalla camera di scavo tramite coclea;
- ss. **TBM (Tunnel Boring Machine):** sistema che assembla impianti, macchine ed elementi strutturali e permette la totale meccanizzazione dello scavo delle gallerie, realizzando in parallelo tutte le fasi elementari. Ai fini della presente Linea Guida, lo scavo meccanizzato, che si presume possa incontrare ammassi sospetti, anche per tratti di galleria di lunghezza limitata, può essere realizzato solo con TBM scudate (EPB o HydroShield), impermeabili al flusso di fluidi (liquidi e gassosi) presenti negli ammassi sospetti. Il rivestimento definitivo deve essere impermeabile al gas;
- tt. **TBM - EPB (Earth Pressure Balance):** TBM scudata che permette di sostenere il fronte di scavo con la pressione del marino derivante dall'avanzamento dello scavo;
- uu. **TBM - HydroShield:** TBM scudata che rimuove e trasporta il marino idraulicamente mediante un circuito di tubazioni ed un sistema di pompe;
- vv. **Tecnico Specialista:** laureato in discipline ingegneristiche o scienze della terra. Possiede esperienza documentata almeno quinquennale nella caratterizzazione geometrica, fisica ed idraulica delle trappole e dei serbatoi d'idrocarburi, contenuti negli ammassi sospetti. Le valutazioni del Tecnico Specialista devono essere basate sui risultati delle indagini preliminari in fase di progetto, sui dati del monitoraggio strumentale e manuale nella TBM - EPB durante lo scavo e sui risultati delle indagini, da lui richieste e progettate, eseguite dall'interno della TBM. Il Tecnico Specialista stabilisce la suddivisione della TBM - EPB e della galleria in volumi che definiscono le possibilità di presenza di miscela esplosiva e inneschi;
- ww. **Temperatura di accensione:** la temperatura minima di una superficie calda, determinata con specifiche condizioni di prova, in corrispondenza della quale si innesca l'accensione dell'atmosfera esplosiva;
- xx. **Testa di taglio o testa fresante:** piastra rotante, a contatto con il fronte, sulla quale sono montati i taglienti che frantumano il terreno e lo movimentano verso la camera di scavo. La piastra è discontinua per la presenza di numerose aperture da cui passa il frantumato ed ha diametro leggermente più grande dello scudo su cui è montata;
- yy. **Trappola di grisù:** contesto geologico strutturale con caratteristiche morfologiche ed idrauliche idonee a determinare l'accumulo di gas;

- zz. **Tunnel nastro:** sistema di contenimento del nastro macchina. Ai fini della presente Linea Guida, il tunnel nastro deve estendersi almeno fino alla sezione di coda del backup e deve essere realizzato in modo tale che la miscela gas – aria rimanga confinata all'interno dello stesso, dalla sezione iniziale fino a quella finale;
- aaa. **Ventilazione meccanica aspirante:** sistema di movimentazione che aspira l'aria esausta in prossimità della zona ove avvengono le lavorazioni. Se il sistema non prevede anche la ventilazione soffiante in combinazione con la premente, l'aria esausta deve essere trasportata all'esterno del back-up confinata nelle tubazioni;
- bbb. **Ventilazione meccanica soffiante:** sistema che trasporta entro una tubazione l'aria "pulita" dall'esterno fino a breve distanza dalla testa fresante. Con questo sistema tutta la galleria rivestita con anelli è attraversata dal riflusso dell'aria esausta. In caso di immissioni di gas la galleria è percorsa fino all'imbocco dal cosiddetto "tappo di gas";
- ccc. **Volume:** porzione omogenea della TBM - EPB e della galleria rispetto alle possibilità di:
- presenza di miscela esplosiva aria – metano;
 - inneschi;
 - miscela esplosiva ed inneschi.

4. VALUTAZIONE DELLA PRESENZA DI GRISÙ

La possibilità di incontrare ammassi sospetti o di rendere attivi, con lo scavo meccanizzato a piena sezione, flussi di gas verso la galleria in costruzione deve essere valutata dal Tecnico Specialista in tutte le fasi progettuali e durante la realizzazione dell'opera.

Le valutazioni che il Tecnico Specialista esprime in sede di progetto devono essere da lui costantemente verificate in corso d'opera al fine di adeguare, sulla base dei dati di campo, la conduzione della TBM - EPB alle previsioni sui potenziali flussi di grisù.

Le valutazioni di cui ai precedenti capoversi devono essere formalizzate con una relazione tecnica che, quanto meno, deve:

- a. contenere in allegato la documentazione tecnica e scientifica utilizzata per le valutazioni;
- b. essere esplicitamente basata su dati oggettivi riferiti al tracciato ed ottenuti dai risultati di specifiche indagini sul gas espletate in fase di progetto;
- c. contenere indicazioni sulle caratteristiche geometriche, fisiche ed idrauliche delle trappole e dei serbatoi d'idrocarburi presenti negli ammassi sospetti che si ritiene potranno essere interessati dallo scavo;
- d. considerare la mutua dipendenza tra permeabilità e stato di sollecitazione nel massiccio roccioso o terrigeno da scavare;
- e. considerare le caratteristiche tecnologiche e costruttive della TBM – EPB che possono incidere sugli afflussi di metano;

- f. stabilire la suddivisione in volumi della TBM - EPB e galleria individuando gli elementi che definiscono la compartimentazione dello scudo e del backup della TBM – EPB indicando il livello di pericolo in ciascun volume secondo quanto previsto dalla Uni EN 1127-2;
- g. stabilire la disposizione dei punti di misura del metano nello scudo, nel backup e nella galleria;
- h. indicare le modalità, la periodicità delle misure strumentali, sulla presenza di metano nel massiccio, da eseguire nel corso della realizzazione dello scavo;
- i. indicare le modalità, la periodicità delle misure strumentali da eseguire quando il gas presente nel marino;
- j. indicare i sistemi di controllo e le soglie di riferimento, necessari per la verifica dell'efficienza dei sistemi di tenuta su cui si basa la compartimentazione della macchina e la separazione fra cantiere sotterraneo e massiccio. A titolo di esempio, i controlli devono essere mirati a verificare l'efficienza delle spazzole attraverso il controllo dei parametri delle linee di iniezione del grasso e attraverso le misure dell'atmosfera nel loro intorno;
- k. definire il sistema di sicurezza e di controllo della efficacia delle soluzioni tecniche e procedurali utilizzate per realizzare la compartimentazione del sotterraneo;
- l. indicare i volumi ove devono essere installate attrezzature certificate ATEX, definendole compiutamente con opportuni elaborati grafici.

Il Tecnico Specialista deve realizzare un fascicolo organizzato con la raccolta della documentazione tecnica degli apparati contenuti nelle zone ove è prevista la potenziale presenza di miscele esplosive.

Su esplicita richiesta motivata del Responsabile del Monitoraggio, il Tecnico Specialista può aggiornare quanto contenuto nella sua relazione di valutazione.

5. INDIVIDUAZIONE DEL PERICOLO DI ESPLOSIONE NELLO SCAVO CON TBM – EPB IN FORMAZIONI GRISUTOSE

Nello scavo di formazioni grisutose con TBM – EPB la valutazione del pericolo associato all'eventuale formazione di atmosfere esplosive è condizionata dall'impossibilità di:

- a1 realizzare, senza soluzione di continuità, esaustive campagne di sondaggi esplorativi dei terreni posti avanti al fronte. I sondaggi eseguiti in fase di avanzamento sono fondamentali per stabilire o escludere, la presenza di gas e per determinare la collocazione spaziale e le caratteristiche fisiche del gas nei serbatoi sia concentrati sia diffusi;
- b1 eseguire misure continue e dirette di tenore di gas a boccaforo e all'interno dei sondaggi esplorativi. Nella TBM – EPB, le misure possono essere saltuarie ed in un numero di fori estremamente ridotto;
- c1 neutralizzare alcune delle potenziali sorgenti di innesco (ad esempio quelle frizionali) presenti nello scudo e nel backup delle TBM – EPB;
- d1 fare un'analisi tecnica dettagliata per definire l'esistenza o meno di potenziali inneschi e le loro caratteristiche in tutte le macchine ed attrezzature presenti.

La possibile presenza di gas nel massiccio, anche in una sola tratta di limitata estensione della galleria, comporta che la realizzazione della TBM – EPB e le operazioni di scavo devono, quanto meno, uniformarsi alle soluzioni tecniche, alle procedure ed alle indicazioni di questa Linea Guida.

In particolare si deve considerare che:

- a2 il Tecnico Specialista deve individuare e definire i volumi nel cantiere sotterraneo; tale definizione è immutabile a prescindere dalla presenza o meno di gas nei diversi tratti della galleria;
- b2 l'assoluta certezza di assenza di gas in un determinato tratto di galleria incide unicamente sulla conduzione dello scavo;
- c2 il metano intrappolato nel serbatoio geologico – strutturale ha un tenore prossimo al 100 %. Se è presente in prossimità del fronte in avanzamento, fluisce insieme con il marino nella camera di scavo;
- d2 l'utilizzazione di schiume può generare nella camera di scavo miscele aria – metano con una composizione che potrebbe ricadere nel campo di esplosività (5 – 15 % di metano in aria);
- e2 nella camera di scavo colma di marino, il gas (o la miscela metano – aria) è contenuto nei pori compresi tra i clasti del frantumato ed, eventualmente, nei pori dei clasti; se la camera è parzialmente piena di marino, il gas (o la miscela) si libera dal mucchio e fluisce verso la sua porzione sommitale in cui è assente il marino;
- f2 se la coclea è colma di marino, il gas (o la miscela metano – aria) è contenuto nei pori compresi tra i clasti del frantumato ed, eventualmente, è contenuto anche nei pori dei clasti; se la coclea non è totalmente colma di frantumato, il gas (o la miscela) si libera dal mucchio e fluisce verso la porzione sommitale del tubo che contiene la coclea;
- g2 l'intrappolamento della miscela esplosiva nei pori del marino inibisce il processo di esplosione (deflagrazione o detonazione) perché impedisce la continuità tra gli strati elementari di miscela e, conseguentemente, la propagazione della reazione di combustione¹;
- h2 durante lo scarico del marino dalla coclea, il gas (o la miscela) si libera nell'atmosfera della TBM – EPB, in prossimità del limite che separa lo scudo dal backup, e si diffonde con modalità complesse nel sottterraneo;
- i2 il metano può fluire nel sottterraneo non solo dallo scarico della coclea ma anche superando la barriera costituita da:
 - il sistema di spazzole e spatole metalliche;
 - le guarnizioni tra i conchi e tra gli anelli,
 - i sistemi di paratie e di tenuta quali, ad esempio, i giunti e le guarnizioni delle paratie (che dividono la camera di scavo e la precamera), le guarnizioni delle porte, del vano passaggio degli oggetti e delle attrezzature, dei motori e del sistema di sensori;
 - le guarnizioni delle articolazioni dello scudo;
 - le linee di iniezione.

¹ La conduzione dello scavo deve assicurare che la curva granulometrica minimizzi la porosità del marino (ad esempio legge di Fuller) ed il condizionamento assicuri una elevata fluidità.

6. CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLA TBM - EPB

Poiché, come già detto, allo stato attuale delle conoscenze non è tecnicamente possibile neutralizzare, nello scudo e nel backup, tutte le potenziali sorgenti di innesco, è indispensabile che la fresa sia progettata in modo tale da soddisfare il principio secondo cui in ciascuno dei volumi che compongono il sistema "scudo – backup – galleria" non possano coesistere nello spazio e nel tempo miscele esplosive e potenziali sorgenti di innesco. Queste ultime devono essere individuate e caratterizzate a seguito di un'analisi tecnica dettagliata delle macchine, delle attrezzature e delle lavorazioni. Nei volumi in cui sono presenti potenziali sorgenti di innesco, che non è tecnicamente possibile rendere antideflagranti, si devono realizzare soluzioni che impediscano la presenza di gas e si devono prevedere sistemi di controllo che ne individuino tempestivamente la presenza e che verifichino in continuo l'efficienza delle soluzioni adottate.

La TBM - EPB deve essere dotata di soluzioni in grado di:

- a. garantire l'efficienza del sistema di spazzole e spatole metalliche, delle guarnizioni tra i conci e di tutti gli altri i sistemi di guarnizioni per sistemi di separazione e contenimento;
- b. verificare l'efficienza di tutti gli elementi di tenuta e separazione del cantiere sotterraneo dalla formazione attraversata;
- c. impedire che il gas associato al marino si liberi nel Volume 2 definito nel capitolo successivo.

In particolare, la soluzione tecnologica di confinamento del gas (di cui al precedente punto c) deve:

- essere collegata, senza soluzione di continuità, alla coclea con un giunto impermeabile al gas;
- essere impermeabile al gas;
- veicolare il gas, in essa confinato, al di fuori del backup e conferirlo alla retrostante galleria rivestita;
- diluire con aria le concentrazioni di gas fino a tenori, di metano nella miscela, uguali o inferiori alle soglie indicate nella presente Linea Guida;
- essere tale da impedire inneschi di natura meccanica e/o elettrica, compresi quelli prodotti da urti e da attriti;
- essere concepita in modo tale da garantire la sua manutenzione impedendo l'immissione del gas nello scudo e nel backup;
- essere dotata di un sistema di monitoraggio e controllo che verifichi con continuità l'efficacia delle soluzioni adottate.

Se si adotta a valle della coclea un nastro trasportatore questo deve essere a sicurezza contro il pericolo di esplosione, così come qualsiasi altra soluzione di trasporto si voglia adottare.

I principi di realizzazione della TBM - EPB possono essere ricondotti ad adottare:

- una netta separazione idraulica dei volumi della TBM - EPB, in cui è presente un'atmosfera potenzialmente esplosiva dagli altri volumi per salvaguardare il personale e poter utilizzare impiantistica elettrica ordinaria;

- un sistema di allarme/evacuazione della TBM - EPB al superamento di una delle concentrazioni di allarme o per avaria o guasto di una delle soluzioni tecniche adottate;
- una modalità operativa che preveda unicamente il funzionamento degli apparecchi elettrici idonei ad operare in atmosfera potenzialmente esplosiva nella condizione pericolosa 2.

7. INDIVIDUAZIONE DEI VOLUMI

Si distinguono i seguenti volumi nel complesso TBM – EPB e galleria, ciascuno omogeneo rispetto alla possibilità di presenza contemporanea di gas e/o di inneschi della miscela aria – metano:

- **Volume 1:** camera di scavo e coclea durante la fase di avanzamento;
- **Volume 1M:** camera di scavo durante le manutenzioni;
- **Volume 2:** scudo e backup a tergo della camera di scavo;
- **Volume 2M:** scudo e backup a tergo della camera di scavo durante le manutenzioni della coclea ed il decadimento delle compartimentazioni;
- **Volume 2P:** scudo e backup a tergo della camera di scavo durante le perforazioni;
- **Volume 3:** sistema di trasporto marino – interno fresa durante la fase di avanzamento;
- **Volume 3M:** sistema di trasporto marino durante la fase di manutenzione;
- **Volume 4:** galleria, rivestita con anelli, a tergo del backup.

I Volumi 1, 2, 3 e 4 sono schematicamente rappresentati nella Fig. 1.

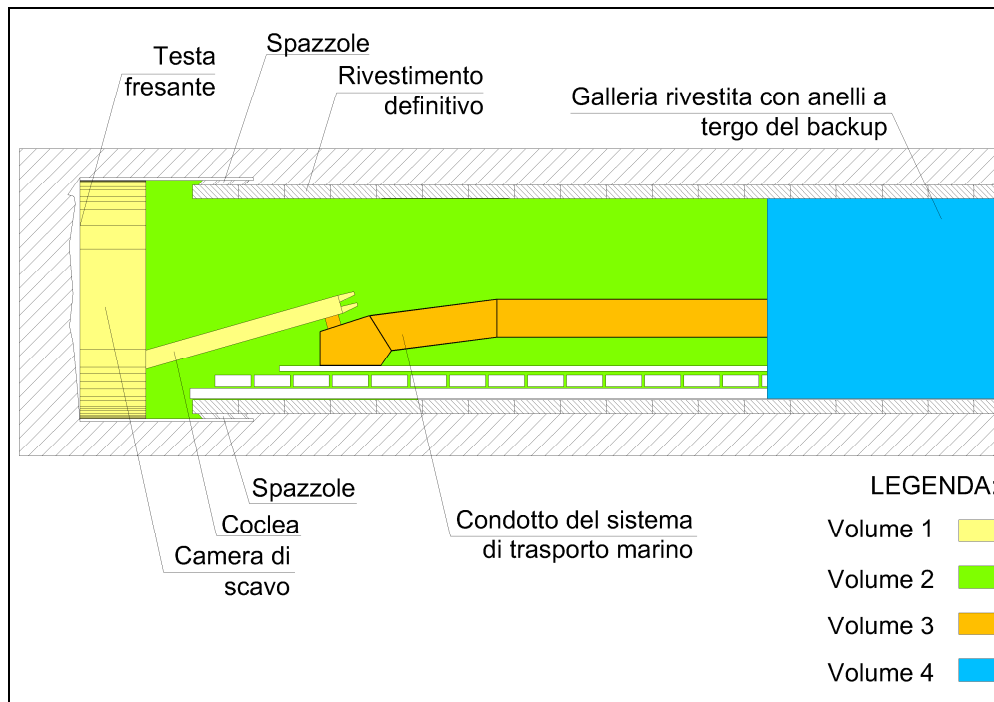


Fig. 1

In maniera sintetica:

- i Volumi 1, 2, 3 e 4 corrispondono a diverse zone del complesso fresa – galleria;
- i Volumi 1 M, 2 M, 3 M corrispondono ai rispettivi Volumi 1, 2 e 3 durante le fasi di manutenzione;
- il Volume 2 P corrisponde al Volume 2 durante la fase di perforazione.

VOLUME 1

Camera di scavo e coclea durante la fase di avanzamento

Il Volume 1 è schematicamente rappresentato nella Fig. 2.

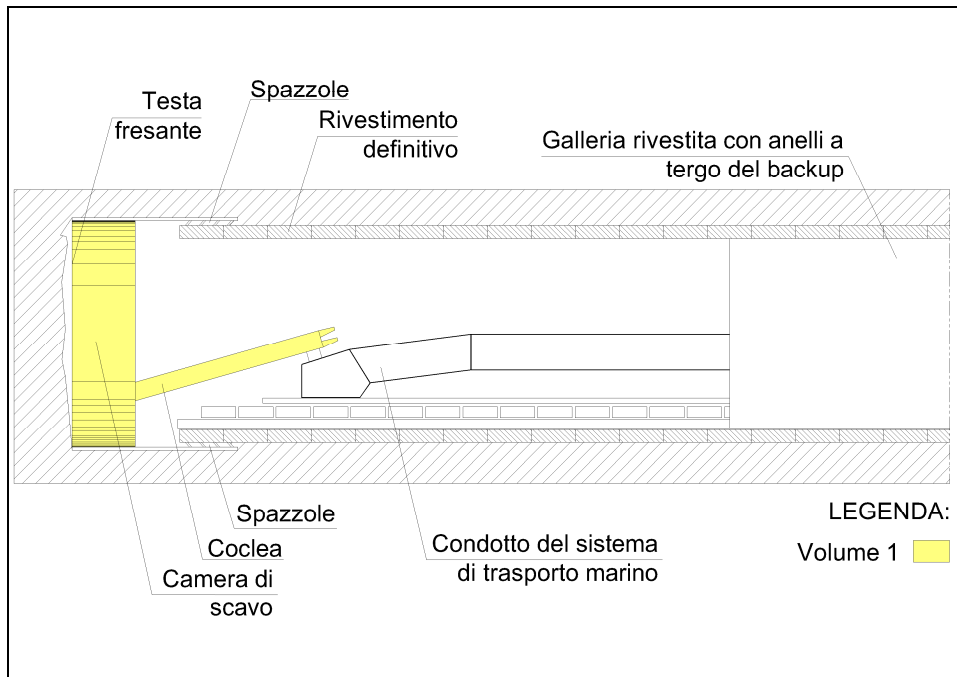


Fig. 2

- *Il Volume 1 è caratterizzato da assenza di manodopera, potenziale presenza di inneschi e di miscela esplosiva.*

Il metano ceduto dall'ammasso con tenore prossimo al 100 %, penetra nella camera e nel tubo della coclea insieme con il marino, intrappolato nei pori del marino ed in quelli dei singoli clasti. I tenori di gas possono ridursi, se si utilizzano schiume o per filtrazioni di aria, fino a raggiungere percentuali comprese tra il 5 % ed il 15 %. Tali percentuali sono ammesse in questo Volume purché la camera e la coclea siano costantemente colme di marino e la pezzatura del marino non sia tale da determinare cavità significative, tra clasto e clasto, ai fini di un possibile innesco.

L'utilizzazione di schiume, che prevedono l'immissione di aria compressa, deve essere minimizzata, e se possibile evitato. La presenza di schiuma può determinare nella zona sommitale della camera di scavo volumi di miscela metano-aria in concentrazioni esplosive a contatto con potenziali sorgenti di innesco generate dall'attrito degli utensili con la roccia.

Finché il gas rimane intrappolato nei pori del mucchio (marino) e questi hanno dimensioni sufficientemente ridotte, è inibita la propagazione dell'esplosione, per motivi legati alla fisica della deflagrazione o della detonazione, nonostante siano presenti potenziali inneschi nella camera e nella coclea (urti di utensili di taglio contro la roccia, attrito tra vite senza fine – coclea – e pareti del tubo, attrito roccia metallo nella camera di frantumazione e nel tubo della coclea, ecc.).

In questo Volume possono essere presenti miscele esplosive e potenziali inneschi, ma se il Volume (camera e coclea) è completamente pieno di marino e la curva granulometrica è tale da rendere minima la porosità in mucchio, è inibita la propagazione dell'esplosione.

Il Volume è un tutt'uno con il massiccio. Il sistema, camera – coclea, trasferisce il metano inglobato nel marino dalla camera al trasportatore primario (nastro macchina o altra soluzione) dove si libera dal mucchio (Volume 3).

VOLUME 1M

Camera di scavo durante le manutenzioni

- *Il Volume 1M è caratterizzato da presenza di manodopera, di potenziale coesistenza di inneschi e miscela esplosiva.*

Per effettuare manutenzioni nel Volume 1, la camera di scavo deve essere inevitabilmente parzialmente svuotata. In questo Volume sono presenti potenziali inneschi di varia natura. Il personale può operare, quindi, solo se si impedisce la presenza di miscela esplosiva. Tale obiettivo può essere conseguito prevedendo un sistema di ventilazione e di monitoraggio della camera di scavo che possa essere attivato preventivamente all'ingresso del personale ed alla apertura della porta di ingresso.

VOLUME 2

Scudo e backup a tergo della camera di scavo

Il Volume 2 è schematicamente rappresentato nella Fig. 3.

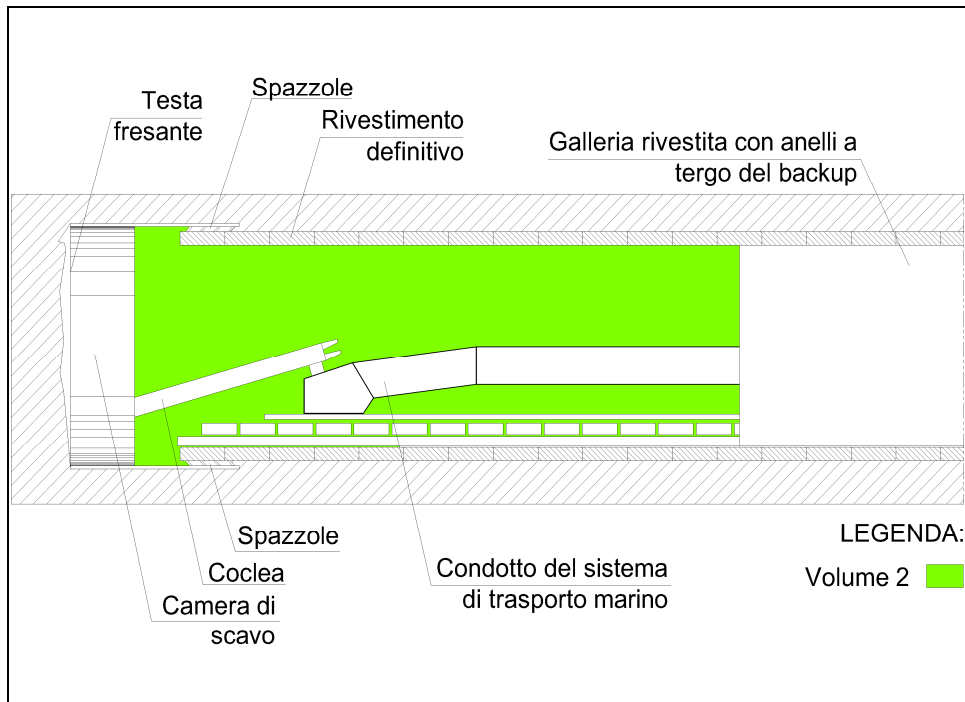


Fig. 3

- *Il Volume 2 è caratterizzato da presenza di manodopera, di potenziali inneschi e di assenza di gas in aria.*

Questo Volume è luogo di intensa lavorazione, sono presenti potenziali sorgenti di innesco di varia natura e potrebbero determinarsi flussi di gas per mancata efficienza del sistema spazzole-spatole, delle guarnizioni dei giunti del rivestimento definitivo, di uno dei sistemi di contenimento. Pertanto la presenza di gas deve essere impedita con l'adozione di adeguate ed efficienti soluzioni progettuali e predisponendo sistemi di controllo che la individuino tempestivamente e verifichino l'efficienza dei sistemi di contenimento.

VOLUME 2M

Scudo e backup a tergo della camera di scavo durante il decadimento delle compartimentazioni

- *Il Volume 2M è caratterizzato da presenza di manodopera, di potenziale presenza di inneschi e miscela esplosiva.*

La manutenzione di elementi, macchine e impianti in questo volume può essere effettuata fermando l'avanzamento, segregando ermeticamente la coclea dalla camera e svuotando la coclea dal marino. Non è da escludere che, durante le fasi preliminari, nello scudo e nel backup, possa determinarsi la contemporanea presenza di miscela esplosiva e di inneschi

di varia natura. Pertanto, prima e durante le operazioni di manutenzione, nel Volume 2M, occorre controllare la composizione dell'atmosfera e, nel caso sia rilevata la presenza di metano, bisogna eliminare ogni traccia di miscela esplosiva. Inoltre, finché viene a mancare la compartimentazione occorre che restino attive solo attrezzature, impianti, macchine quanto meno del gruppo I – Cat. M2 (D.P.R. n. 126/98).

VOLUME 2P

Scudo e backup a tergo della camera di scavo durante le perforazioni

- *Il Volume 2P è caratterizzato da presenza di manodopera, potenziale presenza di inneschi e di miscela esplosiva.*

La perforazione può essere effettuata solo dopo avere fermato l'avanzamento e sezionato gli impianti elettrici in assetto ordinario. La perforazione deve essere eseguita con attrezzatura idonea ad operare in atmosfera potenzialmente esplosiva.

Durante la fase di perforazione il Volume è luogo di lavorazione, sono neutralizzati potenziali inneschi di varia natura, ma è possibile la presenza di miscela esplosiva.

BOLLA

VOLUME 3

Tunnel nastro durante la fase di avanzamento

Il Volume 3 è schematicamente rappresentato nella Fig. 4.

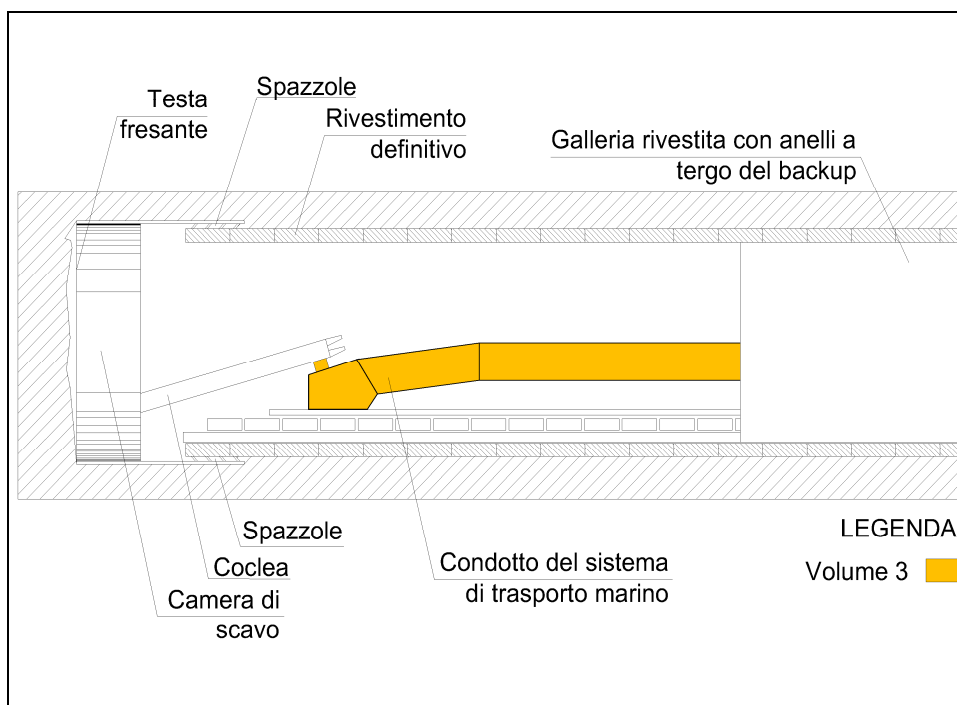


Fig. 4

- Il Volume 3 è caratterizzato da assenza di manodopera, assenza di potenziali inneschi, possibile presenza di miscela esplosiva.

È un sistema di compartimentazione idraulica del nastro macchina. Ai fini della presente Linea Guida, questo Volume deve estendersi almeno fino alla sezione di coda del backup. Pertanto il suddetto sistema deve essere realizzato in modo tale che la miscela gas – aria rimanga confinata all'interno del Volume stesso, dalla sua sezione iniziale fino a quella finale.

Durante l'avanzamento è vietato l'accesso di personale nel Volume 3. In quest'ultimo devono poter essere immesse quantità di aria proveniente dall'atmosfera esterna alla galleria (aria pura non contaminata da gas) ad esempio mediante un collegamento al tubo di ventilazione principale, con valvola di regolazione del flusso o con qualunque altra soluzione tecnologica sicura ed efficiente.

Il sistema di trasporto, l'illuminazione e gli eventuali ventilatori interni al Volume 3 devono essere a sicurezza contro il pericolo di esplosione. Poiché durante l'avanzamento della TBM - EPB è vietato l'accesso di personale nel Volume 3, poiché al suo interno è inibita ogni potenziale sorgente di innesco e poiché il Volume dispone di notevoli quantità d'aria pura, il tenore di metano in aria può raggiungere, durante l'avanzamento, valori superiori al 1 % ma comunque inferiori al 3 %.

In altri termini, le soluzioni impiantistiche adottate consentono che il tenore di metano nell'atmosfera del Volume 3 possa raggiungere, durante l'avanzamento, valori fino al 3 %.

VOLUME 3M

Tunnel nastro durante la fase di manutenzione

- *Il Volume 3M è caratterizzato da presenza di manodopera, presenza di potenziali inneschi, assenza di miscela potenzialmente esplosiva.*

L'accesso di personale all'interno di questo Volume è consentito solo per attività di manutenzione. La manutenzione può essere effettuata solo dopo avere fermato l'avanzamento, con camera e coclea colme di marino e con la separazione ermetica del Volume 3M dalla coclea e svuotamento del nastro. Pertanto, in questo Volume 3M, durante le manutenzioni gli operatori lavorano in assenza di emettitori di gas, in presenza di una quantità di aria pura, la cui velocità deve rispettare i limiti che tutelano la salute dei lavoratori, ed in un Volume che è isolato da qualsiasi possibile ingresso di gas.

VOLUME 4

Galleria, rivestita con anelli, a tergo del backup

Il Volume 4 è schematicamente rappresentato nella Fig. 5.

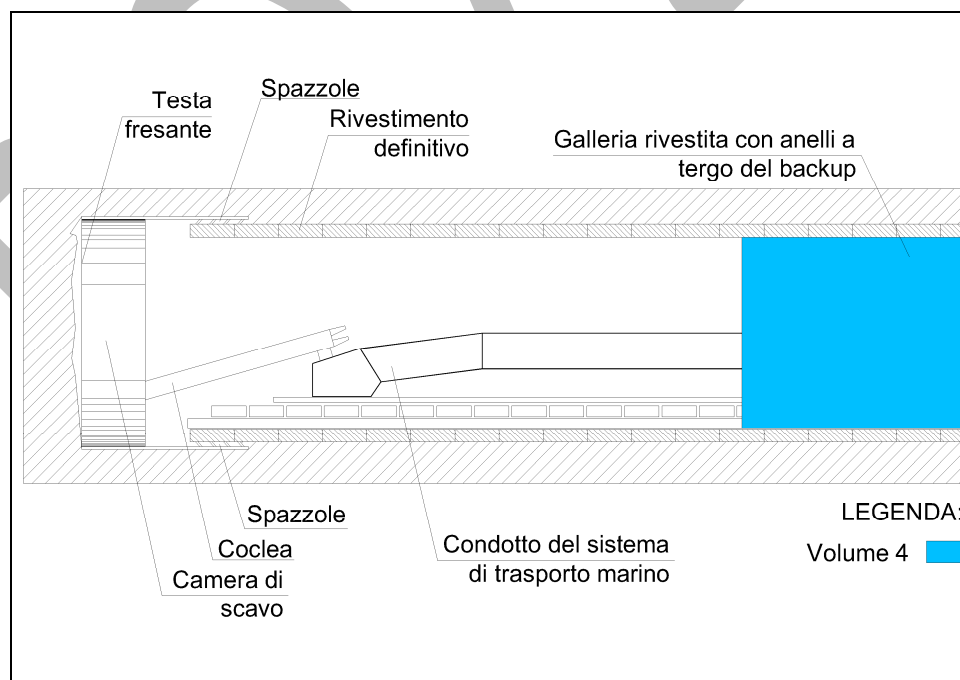


Fig. 5

- *Il Volume 4 è caratterizzato da presenza di manodopera, assenza di potenziali inneschi (fatta eccezione per quelli frizionali) e possibile presenza di miscela metano – aria.*

In questo Volume si riversa il gas contenuto nel Volume 3. La galleria ultimata è adibita al trasporto di materiale necessario per l'attività della TBM e al trasporto del marino. Ogni sorgente di innesco, fatti salvi possibili inneschi frizionali, è neutralizzata ed è ammessa la potenziale presenza di miscele metano – aria.

Il volume 4 corrisponde alle gallerie di classe 2 scavate con tecnica tradizionale (vedi Linea Guida "Grisù").

Può essere introdotta una zonizzazione adottando un franco di sicurezza come descritto nella Linea Guida "Grisù".

8. MISURE DI SICUREZZA CORRELATE AI SINGOLI VOLUMI

VOLUME 1

Camera di scavo e coclea durante la fase di avanzamento

- **Monitoraggio gas**

Il Responsabile del Monitoraggio deve:

- scegliere la dislocazione dei punti di misura dell'impianto di monitoraggio automatico. Tale impianto non è attivo durante lo scavo e con camera di scavo piena al colmo;
- eseguire controlli durante le fasi di fermata dell'avanzamento con la camera di scavo piena fino alla quota in cui sono dislocati i punti di misura;
- attivare la registrazione continua delle concentrazioni di grisù in aria;
- stabilire un programma di verifica e manutenzione dei sistemi di controllo.

- **Impianti, macchine attrezzature**

- dispositivi per il controllo della condizione di colmo della camera di scavo e del sistema tubo – coclea;
- i dispositivi devono assicurare, con un elevato grado di certezza, l'effettivo riempimento;
- in linea con le ridondanze richieste dall'applicazione dei criteri ATEX occorre individuare almeno 2 dispositivi indipendenti;
- in alternativa ad uno dei due dispositivi, e quando è previsto l'uso di schiume, deve essere presa in esame la possibilità di utilizzare un gas inerte in sostituzione dell'aria compressa.

- **Ventilazione**

- la ventilazione della camera di scavo non è attiva.

VOLUME 1M
Camera di scavo durante le manutenzioni

Le seguenti misure di sicurezza relative alla camera di scavo durante le manutenzioni sono riferite a condizioni di pressione atmosferica.

Nel caso di lavorazioni eseguite in condizioni iperbariche, dovranno essere predisposte specifiche procedure a cura dell'azienda e in collaborazione con il Responsabile del Monitoraggio, il Medico Specialista in Iperbarismo e il Tecnico Iperbarico.

- **Monitoraggio gas**

Prima dell'inizio dell'attività di manutenzione, e comunque prima dell'apertura dei portelloni di accesso alla camera di scavo, il Responsabile del Monitoraggio deve:

- accertare l'assenza di allarmi attivi in tutto il sotterraneo;
- accertare che sono sotto controllo eventuali valori superiori alla sensibilità strumentale ma inferiori alla prima soglia di allarme;
- seguire la fase di limitato svuotamento della camera di scavo che permette l'attivazione dei sensori di monitoraggio del gas;
- accertare che il monitoraggio automatico nella camera di scavo non registri presenza di gas al di sopra della sensibilità strumentale;
- seguire l'apertura dei portelloni per l'ingresso in camera di scavo;

Durante l'attività

- fare eseguire all'Addetto al Monitoraggio, misure e controlli sistematici durante le operazioni di manutenzione con strumentazione portatile idonea a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchio del gruppo I, categoria M2);
- redigere, per ogni turno di lavoro di manutenzione, un verbale recante, per ogni misura: l'ora, il luogo, le modalità ed i valori del tenore di gas;
- deve essere previsto all'interno della camera di scavo o nella precamera una ripetizione degli allarmi del sotterraneo ed un display che permetta di leggere i tenori di metano rilevati dai punti di misura interni alla camera.

- **Impianti, macchine e attrezzature**

- terminato lo svuotamento della camera di scavo fino alla quota necessaria per le lavorazioni si deve effettuare la chiusura della saracinesca a valle della coclea;
- la manutenzione si esegue a precamera² di scavo chiusa in modo tale che non siano comunicanti l'atmosfera della camera di scavo e quella dello scudo retrostante;
- tutto il volume compreso nella camera e nella precamera deve essere equiparato ad una zona in classe 2, come definita dalla Linea Guida "Grisù";
- la camera di scavo deve disporre di grandi quantità di aria pura;

² Durante la manutenzione la camera di scavo è continua con la precamera, la segregazione di questo Volume dal resto della macchina è assicurata dalla parete di contenimento.

- le attrezzature e gli impianti devono essere idonei a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria – grisù (apparecchi del gruppo I, categoria M2);
 - gli impianti e le attrezzature in dotazione alla camera iperbarica devono essere idonee a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria – grisù (apparecchi del gruppo I, categoria M2).
 - qualora i motori della testa siano nella precamera questi dovranno essere disalimentati o idonei a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria – grisù (apparecchi del gruppo I, categoria M2)
 - qualora si rendesse necessaria la movimentazione della testa, questa potrà avvenire adottando la procedura gas-free ed alimentando i motori necessari, mentre i quadri di controllo e comando presenti nella precamera se utilizzati dovranno essere idonei a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria – grisù (apparecchi del gruppo I, categoria M2);
 - Durante l'uso dei motori di cui al punto precedente dovrà essere verificato con continuità che la temperatura delle superfici a contatto con l'ambiente sia sempre inferiore alla temperatura pari ad 1/5 di quella di infiammabilità della miscela metano-aria.
- **Ventilazione**
 - prima dell'ingresso del personale e dell'apertura dei varchi di accesso alla camera di scavo, deve essere attivata la ventilazione della camera di scavo con aria derivata dal tubo di ventilazione principale, con valvola di regolazione del flusso, o mediante qualunque altra soluzione tecnologica sicura ed efficiente che faccia convergere all'interno del Volume aria pura proveniente dall'atmosfera esterna alla galleria;
 - deve essere controllata con misure la distribuzione dell'aria di ventilazione all'interno della camera di scavo;
 - deve essere disponibile aria compressa proveniente dall'atmosfera esterna alla galleria per lavaggi (bonifica);
 - l'aria di riflusso deve essere convogliata nel Volume 3.
- **Utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o scintille**

Vige il principio della non contemporaneità delle lavorazioni con la presenza di miscele esplosive. Tali lavorazioni che utilizzano o producono sorgenti di innesco sono possibili solo se:

 - autorizzate dal Responsabile del Monitoraggio (procedura "Gas Free");
 - si utilizza strumentazione portatile per monitoraggio del gruppo I, categoria M2;
 - durante i lavori l'Addetto al Monitoraggio controlla costantemente lo stato dell'aria in un significativo intorno della sorgente di innesco con strumentazione manuale.

VOLUME 2
Scudo e backup a tergo della camera di scavo

- **Monitoraggio gas**

Il Responsabile del Monitoraggio deve:

- scegliere la dislocazione dei punti di misura dell'impianto di monitoraggio automatico con registrazione continua delle concentrazioni di grisù in aria. L'impianto deve governare i sistemi di allarme associati alle concentrazioni limite di gas definite nel successivo capitolo 11;
- provvedere a integrare, tramite gli Addetti al Monitoraggio, il controllo automatico con misure sistematiche eseguite con strumentazione portatile idonea a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchio del gruppo I, categoria M2);
- redigere, per ogni turno di lavoro, un verbale recante: l'ora, il luogo e le modalità delle misure, i valori di tenore in gas;
- analizzare i valori del monitoraggio automatico e manuale. Tale analisi deve essere comunicata al Tecnico Specialista che verifica la congruenza tra le aspettative e le effettive manifestazioni di grisù. Se quest'ultimo lo ritiene opportuno fornisce al cantiere nuove indicazioni tecniche di sicurezza;
- stabilire un programma di verifica e manutenzione dei sistemi di controllo dell'esplosività dell'atmosfera secondo quanto indicato nel successivo capitolo 13.

- **Impianti, macchine attrezzature**

- possono essere ordinari, con esclusione degli impianti elettrici relativi ai servizi di sicurezza quali, ad esempio, il sistema di controllo di esplosività dell'atmosfera, l'illuminazione di sicurezza, l'impianto di comunicazione interno/esterno, che devono essere di tipo idoneo a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchi del gruppo I, categoria M2);
- i sensori di concentrazione gas devono governare il sistema di allarme e devono mettere fuori tensione automaticamente gli impianti elettrici ordinari. Sono pertanto esclusi dal sezionamento gli impianti elettrici relativi ai servizi di sicurezza;
- deve essere possibile mettere fuori tensione manualmente gli impianti ordinari e devono essere fermate le lavorazioni manuali;
- devono essere sezionati automaticamente al raggiungimento della concentrazione di grisù del 5% in volume gli impianti elettrici a sicurezza gruppo I, categoria M2.

Sistemi di controllo:

- devono essere realizzati dei sistemi di controllo dell'efficienza delle spazzole mediante la verifica delle portate e delle pressioni del grasso pompato nelle camere in ogni punto di immissione;
- la mancata efficienza del sistema di pompaggio deve dar atto a procedure di allerta che prevedono il fermo dello scavo;

- devono essere attivati sistemi di controllo (anche procedurali e discontinui) dell'efficienza di tutte le guarnizioni ed elementi di tenuta associati a livelli di allarme che determinano il fermo dello scavo.
- **Utilizzo di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o scintille**
 Vigè il principio della non contemporaneità delle lavorazioni con presenza di miscele esplosive.
 Tali lavorazioni che utilizzano o producono sorgenti di innesco sono possibili solo se:
 - il Responsabile del Monitoraggio, tramite l'Addetto al Monitoraggio, ha preventivamente verificato l'effettiva assenza di metano, nell'area di intervento e nelle zone limitrofe a ventilazione impedita o di possibile accumulo di miscela aria – metano (layering).
 Nel caso di assenza di gas, il Responsabile del Monitoraggio consente l'inizio delle operazioni.
 Se viene rilevata presenza di gas al di sopra della sensibilità strumentale, il Responsabile del Monitoraggio deve:
 - individuare le cause che hanno prodotto la presenza di gas;
 - valutare l'entità del fenomeno;
 - individuare le possibili soluzioni atte a inibire il flusso di gas e far procedere alla bonifica.

VOLUME 2M

Scudo e backup a tergo della camera di scavo durante le manutenzioni dei sistemi di contenimento e separazione

- **Monitoraggio gas**
 il Responsabile del Monitoraggio deve:
 - verificare l'assenza di allarmi attivi in tutto il sotterraneo;
 - far segregare la coclea dalla camera di scavo ed, eventualmente, dal tunnel nastro;
 - integrare il monitoraggio automatico con controlli sistematici manuali eseguiti in prossimità dei punti di discontinuità dei sistemi di contenimento e separazione mediante rilevatori idonei a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchio del gruppo I, categoria M2);
 - redigere, per ogni turno di lavoro, un verbale recante: l'ora, il luogo delle misure, le modalità ed i valori di tenore di gas;
 - al termine delle operazioni di manutenzione, prima del ripristino della tensione degli impianti elettrici ordinari, deve verificare l'assenza di gas in tutto il Volume 2 ed in particolare nelle zone a ventilazione impedita, insufficiente o di possibile accumulo di miscela aria – metano (layering).

- **Impianti, macchine attrezzature**
il Responsabile del Monitoraggio deve:
 - prima e durante le operazioni di manutenzione dei sistemi di contenimento e separazione monitorare l'atmosfera del Volume 2M;
 - seguire la manutenzione e tutte le operazioni preliminari e successive alla stessa, con particolare riferimento al sezionamento degli impianti elettrici ordinari contenuti nel Volume 2.
- **Ventilazione**
 - deve essere disponibile aria pura proveniente dall'atmosfera esterna alla galleria per effettuare interventi di lavaggio (bonifica) nel Volume 2M.
- **Utilizzo di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o scintille**
 - permesso previa autorizzazione del Responsabile del Monitoraggio (procedura "Gas Free").

VOLUME 2P

Scudo e backup a tergo della camera di scavo durante le perforazioni

- **Monitoraggio gas**
Il Responsabile del Monitoraggio deve:
 - accertare l'assenza di allarmi attivi in tutto il sotterraneo;
 - integrare il monitoraggio automatico con controlli sistematici manuali eseguiti in prossimità dell'apertura del boccaforo alloggiato nello scudo ed all'estremità della batteria di aste con rilevatori idonei a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchi del gruppo I, categoria M2);
 - redigere durante le perforazioni, per ogni turno di lavoro, un verbale recante: l'ora, il luogo, le modalità della misura ed i valori del tenore di gas;
 - verificare l'assenza di gas in tutto il Volume 2P ed in particolare nelle zone a ventilazione impedita, insufficiente o di possibile accumulo di miscela esplosiva (layering), al termine delle operazioni di perforazione, prima del ripristino della tensione degli impianti elettrici ordinari.
- **Impianti, macchine ed attrezzature**
 - prima di iniziare la perforazione si devono sezionare gli impianti elettrici ordinari contenuti nel Volume 2P;
 - il riflusso dei fluidi di perforazione, potenzialmente contaminati dalla presenza di gas, deve essere convogliato con circuito chiuso nel Volume 3;
 - al termine delle perforazioni, devono essere ripristinate le chiusure a tenuta dei boccafori;
 - perforatrice idonea a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchi del gruppo I, categoria M2) ed in grado di impedire durante la perforazione l'immissione di gas nell'ambiente mediante soluzioni quali, ad esempio, il preventer radiale.

- **Ventilazione**
 - in prossimità della postazione di perforazione deve essere disponibile aria compressa proveniente dall'atmosfera esterna alla galleria per lavaggi (bonifica).
- **Utilizzo di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille**
 - vietato durante la fase di prospezione.

VOLUME 3

Tunnel nastro durante la fase di avanzamento

- **Monitoraggio gas**

Il Responsabile del Monitoraggio deve:

 - scegliere la dislocazione, all'interno del Volume, dei punti di misura dell'impianto di monitoraggio automatico con registrazione continua delle concentrazioni di grisù in aria. L'impianto deve governare i sistemi di allarme associati alle concentrazioni limite di gas definite nel successivo capitolo 11;
 - analizzare i valori del monitoraggio automatico. Tale analisi deve essere comunicata al Tecnico Specialista che verifica la congruenza tra le aspettative e le effettive manifestazioni di grisù. Se quest'ultimo lo ritiene opportuno fornisce al cantiere nuove indicazioni tecniche di sicurezza;
 - stabilire un programma di verifica e manutenzione dei sistemi di controllo dell'esplosività dell'atmosfera secondo quanto indicato nel successivo capitolo 13.
- **Impianti, macchine attrezzature**
 - impianti, macchine ed attrezzature devono essere idonei a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchi del gruppo I, categoria M2);
 - gli impianti elettrici a sicurezza del tipo M2 devono essere sezionati automaticamente al raggiungimento della concentrazione di grisù del 5% in volume.
- **Ventilazione**
 - disponibilità di aria pura proveniente dall'atmosfera esterna alla galleria mediante derivazione dal tubo di ventilazione principale o mediante qualsiasi altra soluzione tecnologicamente sicura ed efficiente;
 - presenza di una valvola di regolazione della portata d'aria;
 - presenza di un misuratore di portata nella derivazione. I valori misurati devono essere registrati e visualizzati con le modalità di cui al punto 9.2.

VOLUME 3M
Tunnel nastro durante la fase di manutenzione

- **Monitoraggio gas**

Il Responsabile del Monitoraggio deve:

- verificare l'assenza di allarmi attivi in tutto il sotterraneo prima dell'inizio delle operazioni di manutenzione del tunnel nastro;
- integrare il monitoraggio automatico con controlli sistematici manuali eseguiti lungo lo sviluppo del tunnel nastro, mediante rilevatori idonei a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchio del gruppo I, categoria M2);
- redigere, per ogni turno di lavoro, un verbale recante: l'ora, il luogo delle misure, le modalità ed i valori del tenore di gas.

- **Impianti, macchine e attrezzature**

Le procedure devono imporre la chiusura della saracinesca a valle della coclea e lo svuotamento del nastro.

- **Ventilazione**

- disponibilità di aria proveniente dall'atmosfera esterna alla galleria mediante derivazione dal tubo di ventilazione principale o mediante qualsiasi altra soluzione tecnologicamente sicura ed efficiente;
- presenza di una valvola di regolazione della portata d'aria.

- **Utilizzo di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o scintille**

- permesso previa autorizzazione del Responsabile del Monitoraggio (procedura "Gas Free");
- durante i lavori l'Addetto al Monitoraggio deve controllare costantemente lo stato dell'aria in un significativo intorno della sorgente di innesco con strumentazione manuale.

VOLUME 4
Galleria, rivestita con anelli, a tergo del backup

- **Monitoraggio gas**

Il Responsabile del Monitoraggio deve:


- scegliere la dislocazione dei punti di misura dell'impianto di monitoraggio automatico con registrazione continua delle concentrazioni di metano in aria. L'impianto deve governare i sistemi di allarme associati alle concentrazioni limite di gas definite nel successivo capitolo 11;
- integrare il monitoraggio automatico con misure e controlli sistematici eseguiti con strumentazione portatile idonea a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchio del gruppo I, categoria M2);
- redigere, per ogni turno di lavoro, un verbale recante, per ogni misura: l'ora, il luogo, le modalità ed i valori di tenore di gas;

- analizzare i valori del monitoraggio automatico e manuale. Tale analisi deve essere comunicata al Tecnico Specialista che verifica la congruenza tra le aspettative e le effettive manifestazioni di grisù. Se quest'ultimo lo ritiene opportuno fornisce al cantiere nuove indicazioni tecniche di sicurezza;
 - stabilire un programma di verifica e manutenzione dei sistemi di controllo dell'esplosività dell'atmosfera secondo quanto indicato nel successivo capitolo 13.
- **Impianti, macchine attrezzature**
 - impianti, macchine ed attrezzature idonei a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchi del gruppo I, categoria M2);
 - gli impianti elettrici, che sono tutti a sicurezza (apparecchi del gruppo I, categoria M2), devono essere sezionati automaticamente al raggiungimento della concentrazione di grisù del 5% in volume.
 - analogamente a quanto disposto nella Linea Guida "Grisù" è possibile definire una zonizzazione di questo volume applicando il criterio del franco di sicurezza.
 - **Utilizzo di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille**

Le lavorazioni con produzione di temperature pericolose, fiamme e scintille devono essere svolte all'esterno della galleria o, se possibile, devono essere sostituite con altre che non comportano tale rischio. Se, a seguito di un'attenta analisi delle singole lavorazioni, permanesse la necessità di ricorrere ad alcune lavorazioni pericolose, queste potranno essere svolte solo se si applicano le seguenti procedure³:

 - autorizzazione del Responsabile del Monitoraggio (procedura "Gas Free");
 - analisi dello stato dell'aria in un significativo intorno della potenziale sorgente di innesco durante la lavorazione (è imposta la presenza, sul luogo di lavoro, dell'Addetto al Monitoraggio che valuta preventivamente le condizioni ambientali e che, durante l'esecuzione dei lavori, segue costantemente, con strumentazione portatile, l'evoluzione delle concentrazioni di gas nell'atmosfera attorno all'area di lavoro, al fine di interrompere la lavorazione nel caso venga riscontrata presenza di grisù);
 - immissione nell'area di lavoro di aria prelevata direttamente dall'esterno, in quantità giudicata sufficiente dal Responsabile del Monitoraggio per mantenere i livelli di concentrazione al di sotto della sensibilità strumentale;
 - prima di iniziare la lavorazione pericolosa devono essere messi a disposizione estintori sul luogo dei lavori.

8.1 SEGNALETICA INDICANTE IL PASSAGGIO DI VOLUME

Lungo i camminamenti della TBM, nel punto di passaggio tra un volume ed un altro, devono essere installati cartelli segnaletici a bandiera del tipo a fondo blu e scritta bianca riportanti la frase "Rischio grisù"; il simbolo  seguito dalla parola "volume" ed il

³ E' obbligatorio eseguire all'esterno tutto quello che è possibile tecnicamente o trovare soluzioni alternative. L'uso delle sorgenti ad alta temperatura deve necessariamente essere l'extrema ratio ed essere associata a lavorazioni indispensabili ed indifferibili.

corrispondente numero; il simbolo ↓ seguito dalla parola “volume” ed il corrispondente numero.

Il cartello a bandiera deve essere presente su entrambi i versi del camminamento.

Qualora sia presente una scaletta di collegamento tra backup TBM e camminamento di galleria, analoghi cartelli devono essere installati in prossimità della scaletta.

9. MISURE DI SICUREZZA COMUNI A TUTTI I VOLUMI

9.1 IMPIANTO DI VENTILAZIONE

Si deve realizzare l'ottimizzazione della ventilazione ed il controllo automatico con registrazione dei parametri che la governano (portata e prevalenza). Il calcolo delle portate d'aria deve considerare le necessità di apporto di aria pura per le installazioni della fresa, le necessità di diluizione del grisù, il numero di lavoratori e la potenza complessiva delle macchine impegnate nei trasporti.

I controlli strumentali devono misurare la prevalenza e la portata d'aria nella sezione iniziale e la portata nella sezione del tubo di ventilazione corrispondente all'inizio del backup. I valori misurati devono essere trasmessi senza soluzione di continuità alla sala di controllo monitoraggio gas di cui al punto successivo 9.2.

L'efficienza della ventilazione deve essere controllata anche con misure manuali in sezioni di riflusso significative. Il Responsabile del Monitoraggio deve imporre specifiche procedure di sicurezza idonee a fronteggiare condizioni di ventilazione carente, rispetto a problematiche connesse al rischio grisù o all'arresto dei ventilatori.

9.2 SALA DI CONTROLLO DEL MONITORAGGIO GAS

L'impianto di registrazione e controllo deve essere collocato in una sala esterna alla galleria. I valori rilevati dal sistema di monitoraggio devono essere visualizzati anche nella postazione di pilotaggio della fresa.

9.3 FUNZIONALITÀ DEL SISTEMA DI RILEVAMENTO GAS

Nel caso in cui il sistema di rilevamento gas vada in avaria lo scavo si deve interrompere automaticamente, devono essere sezionate le linee non antieflagranti ed arrestate tutte le attrezzature, apparecchiature e motori non antieflagranti.

Il Responsabile del Monitoraggio deve predisporre una procedura per la ripresa dello scavo.

9.4 FUNZIONALITÀ DEL SISTEMA DI VENTILAZIONE

Nel caso in cui il sistema di ventilazione vada in avaria lo scavo si deve interrompere automaticamente.

Il Responsabile del Monitoraggio deve predisporre una procedura per la ripresa dello scavo.

9.5 CONTAINER DI SALVATAGGIO

Nella fresa deve essere installato un “container di salvataggio” che consenta ai lavoratori, in presenza di specifici scenari incidentali e di ostacoli che impediscono l’uscita dal sotterraneo, di rifugiarsi in un ambiente maggiormente protetto in attesa dei soccorsi. Per il dimensionamento del container, le sue caratteristiche, l’impiantistica, le attrezzature di soccorso e primo intervento a corredo si rinvia alla Linea Guida “Sistema di Gestione dell’Emergenza”.

9.6 VEICOLO DI EVACUAZIONE DI EMERGENZA

In prossimità del backup deve sempre essere presente un veicolo, per l’immediata evacuazione del personale nelle situazioni di crisi, idoneo a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchi del gruppo I, categoria M2).

Il veicolo deve avere capienza tale da consentire l’evacuazione contemporanea di tutte le persone presenti in sotterraneo.

Per le caratteristiche del veicolo si rinvia alla Linea Guida “Sistema di Gestione dell’Emergenza”.

Il Responsabile del Monitoraggio deve predisporre una procedura per il rapido raggiungimento del veicolo e per il suo transito prioritario rispetto agli altri mezzi.

9.7 CONTROLLO DEGLI ACCESSI IN SOTTERRANEO

Il numero e l’identificazione delle persone presenti all’interno del sotterraneo, suddivise in quelle presenti a bordo macchina e quelle presenti a tergo del back-up, deve essere rilevato da un idoneo sistema che fornisca, in tempo reale, tali informazioni all’esterno ed in una postazione in prossimità del veicolo per l’evacuazione.

10. SISTEMA E PROCEDURE DI MONITORAGGIO

- **Organizzazione del Servizio di Monitoraggio gas**
 - l’azione di controllo gas è uno dei punti nodali del sistema di sicurezza; pertanto, il Servizio di Monitoraggio gas, composto da un Responsabile del Monitoraggio e da Addetti al Monitoraggio, deve essere sempre attivo. Il numero di addetti deve essere sufficiente alla copertura di tutti i turni di lavoro.
- **Controllo delle concentrazioni di grisù nell’atmosfera del complesso TBM - galleria**
 - impianto di monitoraggio automatico, con registrazione continua dei tenori di gas, per il controllo dell’atmosfera. L’impianto deve essere costituito da un numero di rilevatori adeguato alle dimensioni della fresa e collocati nei Volumi

2, 3 e 4. I rilevatori devono essere posizionati in modo tale che effettuino misure significative.

Per il Volume 1 si richiede la presenza di rilevatori che vengono attivati prima che sia disposto l'accesso del personale alla camera di scavo per le operazioni di ispezione e manutenzione;

- per controllare il movimento del “tappo” di gas nel Volume 4, devono essere installati ulteriori rilevatori tra la fine del backup e l'imbocco galleria. Il numero e la posizione dei punti di misura devono essere stabiliti dal Responsabile del Monitoraggio a seguito di uno studio, i cui risultati devono essere formalizzati con relazione tecnica;
- monitoraggio manuale, ha lo scopo di coadiuvare il sistema di monitoraggio automatico ricercando il gas nelle zone non coperte dai sensori fissi, in zone di possibile accumulo, e deve essere eseguito con continuità. Il monitoraggio manuale deve essere sistematicamente adottato durante le fasi di manutenzione e perforazione (Volumi 1M, 2M, 2P e 3M).

- **Procedura “Gas Free”**

- è da attivarsi in tutti quei casi previsti nel capitolo 8 e comunque in tutti quei casi in cui il Responsabile del Monitoraggio lo ritenga necessario.

11. STATI DI ALLARME E ABBANDONO DELLA GALLERIA

Nella TBM - EPB, realizzata con le modalità indicate nella presente Linea Guida, il flusso di grisù generatosi dall'azione di scavo e proveniente dalla camera di scavo può essere rilevato all'interno del Volume 3.

Detto flusso di grisù può essere controllato agendo sulla velocità di scavo e diluito agendo sulla portata della ventilazione.

Nel Volume 3, l'entità dell'emissione di gas dal marino può essere regolata agendo sulla quantità di marino estratto dalla coclea. In altri termini, la velocità di avanzamento della fresa dipende dalla quantità di gas rilevato. La regolazione della velocità di avanzamento della fresa deve prevedere l'arresto dello scavo prima del raggiungimento di concentrazioni prossime al livello di allarme⁴.

11.1 SOGLIE DI ALLARME E SGANCIO

Si definiscono:

- condizioni normali (nessun allarme);
- soglia di attenzione;
- soglia di preallarme;
- soglia di allarme/evacuazione;

⁴ Automaticamente, al crescere del tenore di gas, viene limitata la portata estratta dalla coclea e quindi la velocità di avanzamento della TBM. A tal fine deve essere individuata una corrispondenza tra concentrazioni in volume di gas in aria rilevate e velocità massime di avanzamento consentite. Tale corrispondenza può essere rappresentata graficamente in un diagramma.

- soglia di sgancio impiantistica elettrica a sicurezza (gruppo I categoria M2)

Le concentrazioni in volume di gas in aria (% volumetrica di metano / % volumetrica di aria) misurate nei diversi Volumi determinano i provvedimenti da adottarsi in relazione alle attività ed alle caratteristiche degli impianti elettrici installati. Di conseguenza in ogni Volume, ad una soglia di allarme corrisponde una specifica concentrazione di gas⁵.

Nelle tabelle che seguono la concentrazione è espressa in % di volume di metano su volume si aria.

11.2 COLORE DEL SEMAFORO

Alle soglie di allarme si associano i seguenti colori del sistema semaforico:

condizioni normali	Verde
soglia di attenzione	Blu
soglia di preallarme	Arancio
allarme/evacuazione	Rosso

11.3 VOLUME 2

Valgono i seguenti stati di allarme:

Stato di allarme	CH ₄ (%) nel Volume 2	Colore semaforo	Velocità avanzamento
nessuno (condizioni normali)	CH ₄ < 0,15	Verde	non condizionata
preallarme	0,15 ≤ CH ₄ < 0,35	Arancio	arresto scavo
allarme / evacuazione	0,35 ≤ CH ₄ < 5,00	Rosso	arresto scavo
sgancio impiantistica Ex	CH ₄ =5,00	Rosso	arresto scavo

⁵ La condizione di allarme è unica ed univoca per tutto il sotterraneo. Deve essere ripetuta in tutto il sotterraneo a prescindere dal punto in cui è rilevata. In ogni volume si deve dar atto alle procedure previste per il tipo di allarme.

11.4 VOLUME 3

Valgono i seguenti stati di allarme

Stato di allarme	CH ₄ (%) nel Volume 3	Colore semaforo	Velocità avanzamento
nessuno (condizioni normali)	CH ₄ < 0,35	Verde	non condizionata
attenzione	0,35 ≤ CH ₄ < 3,00	Blu	secondo diagramma ⁶
preallarme	3,00 ≤ CH ₄ < 4,00	Arancio	arresto scavo
allarme / evacuazione	4,00 ≤ CH ₄ < 5,00	Rosso	arresto scavo
sgancio impiantistica Ex	CH ₄ =5,00	Rosso	arresto scavo

11.5 VOLUME 4

Valgono i seguenti stati di allarme:

Stato di allarme	CH ₄ (%) nel Volume 4	Colore semaforo	Velocità avanzamento
nessuno (condizioni normali)	CH ₄ < 0,30	Verde	non condizionata
attenzione	0,30 ≤ CH ₄ < 0,70	Blu	non condizionata
preallarme	0,70 ≤ CH ₄ < 1,00	Arancio	non condizionata
allarme / evacuazione	1,00 ≤ CH ₄ < 5,00	Rosso	arresto scavo
sgancio impiantistica Ex	CH ₄ =5,00	Rosso	arresto scavo

⁶ Vedi nota n° 4 a piè di pagina 33

11.6 ATTIVAZIONE DEGLI STATI DI ALLARME

Il raggiungimento del valore limite inferiore (soglia) di ogni stato di allarme dà inizio alle rispettive procedure di sicurezza.

Stato di allarme	Volume 2 CH ₄ (%)	Volume 3 CH ₄ (%)	Volume 4 CH ₄ (%)
Soglia attenzione	non prevista	0,35	0,30
Soglia preallarme	0,15	3,00	0,70
Soglia allarme / evacuazione	0,35	4,00	1,00
sgancio impiantistica Ex	5,00	5,00	5,00

11.6.1 Soglia di attenzione

La soglia di attenzione è prevista unicamente nel Volume 3 e nel Volume 4.

Il superamento della soglia di attenzione determina l'attivazione della segnalazione luminosa blu nei display del sistema di monitoraggio.

Il semaforo all'imbocco della galleria ed i segnalatori luminosi dei ripetitori e delle centraline di monitoraggio gas poste lungo la galleria e nel backup si accendono sul colore blu.

Nel caso che la soglia di attenzione sia stata rilevata nel Volume 3, la velocità di avanzamento della fresa viene automaticamente ridotta in relazione al diagramma che vincola la velocità di avanzamento della fresa al tenore di grisù.

Il Responsabile del Monitoraggio deve predisporre specifiche procedure di sicurezza in relazione al Volume interessato dal raggiungimento del valore di soglia.

11.6.2 Soglia di preallarme

La soglia di preallarme è prevista per i Volumi 1M, 2, 3 e 4.

Il superamento della soglia di preallarme determina l'attivazione della segnalazione luminosa arancio nei display del sistema di monitoraggio e la segnalazione acustica.

Il semaforo all'imbocco della galleria ed i segnalatori luminosi dei ripetitori e delle centraline di monitoraggio gas poste lungo la galleria e nel backup si accendono sul colore arancio.

Le condizioni operative devono prevedere:

- l'arresto delle operazioni di scavo nel caso in cui si superi la soglia nei volumi 2 e 3;
- la chiusura della saracinesca di valle nel caso in cui si superi la soglia nei volumi 2 e 3.

Nel caso in cui la soglia sia superata nel Volume 4, il Responsabile del Monitoraggio deve individuare tempestivamente la sorgente emettitrice.

Il Responsabile del Monitoraggio deve predisporre specifiche procedure di sicurezza in relazione al Volume interessato dal raggiungimento del valore di soglia.

11.6.3 Soglia di allarme / evacuazione

Il superamento della soglia di allarme / evacuazione determina l'attivazione della segnalazione luminosa rosso sui display del sistema di monitoraggio.

Il semaforo all'imbocco della galleria ed i segnalatori luminosi dei ripetitori e delle centraline di monitoraggio gas poste lungo la galleria e nel backup si accendono sul colore rosso e si attivano contemporaneamente le segnalazioni acustiche.

Le condizioni operative devono prevedere:

- lo sgancio automatico dell'impiantistica elettrica non idonea ad operare in atmosfera potenzialmente esplosiva.

Il Responsabile del Monitoraggio deve fornire supporto per predisporre specifiche procedure per l'evacuazione in sicurezza del personale.

11.6.4 Soglia di sgancio apparecchi Gruppo I cat. M2

Il raggiungimento della soglia del 5% di metano in aria determina lo sgancio dell'impiantistica elettrica e delle attrezzature idonee ad operare in atmosfera potenzialmente esplosiva del tipo gruppo I, categoria M2.

Il personale ha già abbandonato il sotterraneo alle concentrazioni della soglia di allarme/evacuazione.

Tale soglia non è necessaria per gli apparecchi del tipo Gruppo I categoria M1.

11.6.5 Rientri dagli stati di allarme

Il Responsabile del Monitoraggio concorre a predisporre specifiche procedure di sicurezza per il ripristino delle normali condizioni di lavoro una volta risolte le condizioni di stato di allarme.

Il Responsabile del Monitoraggio concorre a predisporre specifiche procedure di sicurezza per il ripristino della tensione elettrica degli impianti elettrici ordinari una volta risolte le condizioni di stato di allarme.

Il Responsabile del Monitoraggio concorre a predisporre specifiche procedure di sicurezza per il ripristino della tensione elettrica degli impianti elettrici idonei ad operare in atmosfera potenzialmente esplosiva al rientro dalla soglia del limite inferiore di esplosività⁷.

⁷ Il Responsabile del Monitoraggio collabora per la stesura e la predisposizione delle procedure, anche con il Responsabile Elettrico.

11.7 ASPETTI GENERALI RELATIVI A TUTTO IL SOTTERRANEO

Il sistema di allarme che segnala la presenza di gas, è del tipo acustico e luminoso ed è governato dai rilevatori in posizione fissa che controllano con continuità il tenore di gas nell'atmosfera.

Il sistema deve entrare in funzione automaticamente quando uno qualsiasi dei rilevatori misura tenori del gas in aria pari alla soglia di uno degli stati di allarme.

Se il tenore di gas raggiunge la concentrazione di allarme / abbandono in un Volume del sotterraneo deve essere allontanato tutto il personale dalla galleria.

Il Datore di Lavoro, sentito il RSPPA e con il supporto del Responsabile del Monitoraggio definisce le procedure da adottare al raggiungimento della concentrazione di abbandono. Tali procedure devono garantire la sicurezza del personale e l'inibizione di ogni potenziale sorgente di innesco.

Il sistema di allarme deve essere attivabile anche manualmente. Specifiche procedure devono prevedere i casi specifici in cui il raggiungimento o superamento dei tenori corrispondenti a soglie di allarme, misurati con strumentazione portatile, comportano l'attivazione manuale del corrispondente allarme.

L'attivazione del sistema di allarme deve essere portata a conoscenza di tutto il personale che opera nel sotterraneo e di eventuali visitatori e deve essere segnalata all'esterno secondo le seguenti modalità:

In fresa:

- gli stati di allarme devono corrispondere ai quattro colori codificati dei semafori (condizioni normali – colore verde, attenzione – colore blu, preallarme – colore arancio, allarme / evacuazione del sotterraneo – colore rosso) ubicati in punti significativi della fresa;
- la corrispondenza tra il colore del semaforo e lo stato di allarme deve essere riprodotta in una tabella posta in prossimità del semaforo all'imbocco del backup;
- la condizione di abbandono della galleria deve essere segnalata anche con un allarme acustico.

Lungo l'asta della galleria:

- gli stati di allarme devono corrispondere ai quattro colori codificati dei semafori (condizioni normali – colore verde, attenzione – colore blu, preallarme – colore arancio, allarme / evacuazione del sotterraneo – colore rosso) ubicati lungo lo sviluppo della galleria, in posizione fissa, a distanza di 500 m tra di loro a partire dall'imbocco;
- la condizione di abbandono della galleria deve essere segnalata anche con un allarme acustico.

All'imbocco della galleria:

- gli stati di allarme devono corrispondere ai quattro colori codificati del semaforo (condizioni normali – colore verde, attenzione – colore blu, preallarme – colore arancio, allarme / evacuazione del sotterraneo – colore rosso);
- la corrispondenza tra il colore del semaforo e lo stato di allarme deve essere riprodotta in una tabella posta in prossimità del semaforo all'imbocco della galleria;

- la condizione di abbandono della galleria deve essere segnalata anche con un allarme acustico.

12. SEZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Gli impianti elettrici relativi ai servizi di sicurezza, quali ad esempio il sistema di controllo dell'esplosività dell'atmosfera, l'illuminazione di sicurezza, l'impianto di comunicazione e allarme interno/esterno, devono essere di tipo idoneo a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchi del gruppo I, categoria M2).

12.1 VOLUME 2

Al raggiungimento della concentrazione di gas 0,35%, l'impianto di monitoraggio deve prevedere la messa fuori tensione automatica degli impianti elettrici non idonei a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva. Deve essere possibile il sezionamento manuale degli impianti elettrici ordinari.

Al raggiungimento della concentrazione di gas 5%, l'impiantistica elettrica a sicurezza contro il pericolo di esplosione del tipo gruppo I categoria M2 deve essere messa automaticamente fuori tensione.

12.2 VOLUMI 3 E 4

Al raggiungimento della concentrazione di gas 5% l'impiantistica elettrica a sicurezza contro il pericolo di esplosione del tipo gruppo I categoria M2 deve essere messa automaticamente fuori tensione.

13. MANUTENZIONE E VERIFICA DEI SISTEMI DI CONTROLLO DELL'ESPLOSIVITÀ

La manutenzione e la verifica dei sistemi di controllo dell'esplosività e dei sistemi di sgancio costituiscono un elemento essenziale del sistema di sicurezza contro il pericolo di esplosione.

Nei paragrafi che seguono sono definite le periodicità e modalità di verifica del sistema sensori – allarme – sgancio degli impianti elettrici.

In aggiunta a tali controlli, anche gli impianti non elettrici, le macchine e le attrezzature devono essere sottoposti a verifiche, sulla base di specifici protocolli.

13.1 ISPEZIONE E MANUTENZIONE DEI SISTEMI DI CONTROLLO DELL'ESPLOSIVITÀ DELL'ATMOSFERA

Il sistema di rilevazione di concentrazione del metano e di allarme deve essere sottoposto ad interventi di manutenzione per garantirne nel tempo l'efficienza.

La periodicità degli interventi di ispezione e manutenzione deve essere la seguente:

- ispezione, interventi a **carattere giornaliero** eseguiti dall'Addetto al Monitoraggio o da personale adeguatamente addestrato;
- controllo e manutenzione preventiva, interventi a **cadenza settimanale** a cura dell'Addetto al Monitoraggio. Tali interventi devono essere attuati sulla base delle istruzioni del Costruttore, dei fattori che possono determinare il deterioramento del sistema (umidità, polvere, vibrazioni, urti, ecc.) e dei risultati dei controlli precedenti. L'intervento deve essere registrato su apposito foglio di lavoro a cura dell'Addetto al Monitoraggio e vistato dal Responsabile del Monitoraggio. Il foglio di lavoro deve contenere tutti gli estremi utili per individuare la data, il componente del sistema di controllo interessato dall'intervento e il tipo di intervento eseguito;
- manutenzione per guasto, interventi di riparazione **eseguiti quando necessario** da personale tecnicamente specializzato con la supervisione dell'Addetto al Monitoraggio. L'intervento deve essere registrato su apposito foglio di lavoro a cura dell'Addetto al Monitoraggio e vistato dal Responsabile del Monitoraggio. Il foglio di lavoro deve contenere tutti gli estremi utili per individuare la data, il componente del sistema di controllo interessato dall'intervento, il guasto rilevato e gli esiti dell'intervento.

In caso di necessità le azioni devono essere integrate da interventi della Società che ha fornito il sistema e ne ha curato l'installazione. Anche in questo caso deve essere predisposta idonea documentazione da cui sia possibile individuare la data, il componente del sistema di controllo interessato dall'intervento e il tipo di intervento eseguito.

13.2 VERIFICA DEI SISTEMI DI CONTROLLO DELL'ESPLOSIVITÀ DELL'ATMOSFERA, DELLE COSTRUZIONI ELETTRICHE A SOVRAPPRESSIONE INTERNA

13.2.1 Taratura dei sensori

I sensori del sistema di rilevazione di concentrazione del metano (fissi e portatili) devono essere sottoposti ad interventi di taratura (calibrazione dei sensori) per garantirne nel tempo l'efficienza.

La periodicità degli interventi di taratura deve essere la seguente:

- taratura, interventi a **cadenza trimestrale**, salvo periodicità più frequente stabilita dal Costruttore o resasi necessaria in funzione dei risultati degli interventi precedenti. La taratura deve essere curata dal Responsabile del Monitoraggio e deve essere registrata su apposito foglio di lavoro. Quest'ultimo deve contenere tutti gli estremi utili per individuare la data, il sensore, il risultato della calibrazione.

In caso di necessità la taratura deve essere integrata da interventi della Società che ha fornito il sistema e ne ha curato l'installazione. Anche in questo caso deve essere predisposta idonea documentazione da cui sia possibile individuare la data, il sensore e il risultato della calibrazione.

13.2.2 Verifica della corrispondenza tra le concentrazioni rilevate e la risposta del sistema. Prove periodiche di messa fuori tensione dell'impianto elettrico

La verifica dell'efficienza del sistema di controllo dell'esplosività deve considerare tutti gli elementi che lo costituiscono: sensori di rilevamento gas, linee di trasmissione dati, computer di acquisizione ed elaborazione dati, gruppo di segnalazione allarmi, circuito di comando dello sgancio dell'impianto elettrico.

Le prove di sgancio automatiche e manuali devono riguardare:

- gli impianti elettrici ordinari nei casi del Volume 2;
- gli apparecchi per atmosfere potenzialmente esplosive che utilizzano il modo di protezione a sovrappressione interna;
- gli impianti elettrici idonei a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva.

La periodicità delle prove deve essere la seguente:

- prove di sgancio periodiche, prove con **periodicità trimestrale** a cura del Responsabile degli impianti elettrici del cantiere in collaborazione con il Responsabile del Monitoraggio. La prova di sgancio deve essere registrata su apposito foglio di lavoro, firmato dal Responsabile degli Impianti elettrici e vistato dal Responsabile del Monitoraggio. Il foglio deve contenere gli estremi utili per individuare la data, l'elemento del sistema di sgancio verificato e il tipo di prova eseguita. In caso di esito negativo, la prova deve essere eseguita nuovamente subito dopo il ripristino della funzionalità del sistema, annotando l'evento sul foglio di lavoro.

13.2.3 Verifica dell'efficienza degli apparecchi elettrici a sovrappressione interna

La verifica del modo di protezione a sovrappressione interna consiste in:

- controllo della tenuta del contenitore;
- controllo della portata d'aria di pressurizzazione e della pressione all'interno dell'apparecchio;
- tempo di ritardo, ove previsto, tra la diminuzione del valore della pressione al di sotto di un valore prestabilito e la messa fuori tensione dell'apparecchio elettrico;
- tempo di lavaggio previsto dopo la messa fuori tensione dell'apparecchio elettrico per il ripristino dell'alimentazione elettrica.

13.2.4 Prove straordinarie di messa fuori tensione degli impianti elettrici

In occasione di **modifiche significative degli impianti elettrici** quali gli interventi sulla dorsale MT, le modifiche rilevanti della rete di distribuzione e le modifiche degli impianti di

sicurezza (sistema di rilevazione gas, sistema di comunicazione e allarme, ecc.) deve essere eseguita una prova integrativa di verifica dello sgancio dell'impianto elettrico.

In occasione di modifiche significative apportate agli impianti elettrici deve essere eseguita una prova straordinaria di sgancio a cura del Responsabile degli Impianti elettrici del cantiere in collaborazione con il Responsabile del Monitoraggio. La prova deve essere registrata su apposito foglio di lavoro, firmato dal Responsabile degli Impianti elettrici e vistato dal Responsabile del Monitoraggio. Il foglio deve contenere tutti gli estremi utili per individuare la data, l'elemento del sistema di sgancio verificato e il tipo di prova eseguita.

In caso di esito negativo, la prova deve essere eseguita nuovamente subito dopo il ripristino della funzionalità del sistema, annotando quanto accaduto sul foglio di lavoro.

14. INFORMAZIONE, FORMAZIONE, ADDESTRAMENTO

La complessità del sistema TBM – galleria, la presenza di Volumi nel sottterraneo in cui le miscele aria-grisù sono da escludere o invece ne è accettata la presenza, determinano la necessità di assicurare, accanto alla formazione di base, un'accurata azione di informazione, formazione ed addestramento del personale che opera nel sottterraneo, riferita al contesto tecnico e organizzativo specifico del cantiere.

L'impresa esecutrice dovrà prevedere, all'interno del piano di formazione e addestramento generale degli addetti al cantiere, uno o più momenti di formazione "*aziendale o interaziendale*" progettati e realizzati in collaborazione con il Responsabile del Monitoraggio grisù, il Tecnico Specialista, il Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione Aziendale ed eventuali altri professionisti esterni all'impresa (personale del 118, dei VVF ecc), finalizzati alla formazione e addestramento sui seguenti argomenti:

- a) per tutti i lavoratori operanti nel sottterraneo:
- rischi derivanti dalla presenza di grisù in galleria;
 - comportamenti da tenere in presenza di grisù nell'atmosfera di galleria;
 - norme e procedure di sicurezza da rispettare per far fronte al rischio di esplosione di miscele gassose;
 - uso, limiti di utilizzo e manutenzione degli apparecchi, dei sistemi di protezione e dei componenti in relazione al rischio grisù;
 - procedure di monitoraggio, di allarme e di abbandono definite sulla base delle indicazioni fornite nei capitoli precedenti;
 - procedure definite per le operazioni di manutenzione nella camera di scavo;
 - nel caso si preveda di operare in iperbarismo, la formazione e l'addestramento del personale specializzato e di quello autorizzato ad operare o accedere in ambiente iperbarico (camera di lavoro e camera di scavo), dovrà essere conforme a quanto prevede la normativa tecnica specifica;
- b) per i lavoratori designati alla lotta antincendio e gestione delle emergenze (sicuristi) in aggiunta a quanto sopra:
- istruzioni operative e comportamentali per la gestione di situazioni di emergenza (infortunio) in presenza di grisù;

- istruzioni operative e comportamentali inerenti l'organizzazione e la gestione dell'abbandono del sotterraneo in caso di pericolo grave o imminente;
- c) per i preposti ed i dirigenti del cantiere (in aggiunta a quanto sopra):
- ruolo, compiti e funzioni dei preposti e dei dirigenti del cantiere in presenza di grisù nel sotterraneo, sia in condizioni ordinarie di lavoro sia in condizioni di emergenza.

Il progetto di formazione dovrà prevedere inoltre:

- esercitazioni con simulazioni di condizioni critiche o di pericolo, in numero adeguato rispetto alla durata del cantiere-TBM;
- aggiornamenti/refreshing su procedure e su modifiche del contesto tecnico-organizzativo (ad esempio nel caso di introduzione di zonizzazioni) all'avanzare dei lavori;
- verifica dell'apprendimento.

15. PROGETTAZIONE, CERTIFICAZIONE, MESSA IN ESERCIZIO E VERIFICHE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Le procedure e le verifiche di legge connesse alla messa in servizio di una TBM - EPB devono considerare la complessità della situazione costituita da una macchina destinata a scavare una galleria (macchina prodotta da un fabbricante) e dalla galleria in corso di realizzazione che è un manufatto in carico all'impresa di costruzione.

Riguardo agli aspetti di sicurezza meccanica e di equipaggiamento elettrico la fresa ricade nel campo di applicazione della Direttiva 2006/42/CE, la cosiddetta "Direttiva macchine". Il fabbricante deve immettere sul mercato una macchina rispondente ai requisiti essenziali di sicurezza (RES). Per fare ciò è chiamato a effettuare una valutazione dei rischi, predisporre un fascicolo tecnico, redigere una dichiarazione CE di conformità ed infine apporre la marcatura CE.

Analoga procedura deve essere seguita per immettere sul mercato un apparecchio (o un assieme di apparecchi), come la TBM - EPB, destinati ad operare in atmosfera potenzialmente esplosiva, secondo i principi contenuti nella Direttiva 94/9/CE (Direttiva ATEX 4).

La "Direttiva macchine" e la "Direttiva ATEX 4" mantengono il loro ambito d'applicazione ben distinto, ma, nello stesso tempo, devono essere correlate tra loro in modo da individuare soluzioni che permettano di realizzare un prodotto sicuro, e di individuare un iter procedurale percorribile.

Nella fase di progettazione e di realizzazione della TBM-EPB l'Utilizzatore trasmette al Costruttore le disposizioni contenute nella presente linea guida ed i criteri progettuali che devono essere adottati, collaborando nella definizione della struttura del sistema di sicurezza, in tutti suoi elementi.

Il Costruttore fornisce quindi informazioni sulla dislocazione delle sorgenti di innesco, sulle sorgenti di emissione (vie di ingresso del metano nel sotterraneo), sulla realizzazione degli elementi di compartimentazione e tenuta, sui sistemi di monitoraggio e controllo.

Sulla base degli elementi ricevuti dal Costruttore, il Datore di Lavoro, in applicazione a quanto previsto dal Titolo XI del D.L. 81/2008 e ss.mm., redige il documento contro le esplosioni ed individua i volumi del sotterraneo secondo quanto previsto dalla Norma EN UNI 1127-2, applicando le disposizioni descritte nella presente linea guida.

Per gli apparecchi destinati ad operare in atmosfera potenzialmente esplosiva, il Costruttore applica una delle procedure di valutazione della conformità previste dalla Direttiva 94/9/CE. In tale ambito la TBM - EPB può essere considerata un **“apparecchio”** o un **“assieme di apparecchi”**.

Nel primo caso (TBM-apparecchio) il Costruttore applica un'unica marcatura CE sull'intero apparecchio.

Nel secondo caso (TBM-assieme) il Costruttore assembla i singoli apparecchi certificati e marcati CE anche da altri Costruttori e valuta gli eventuali rischi d'ignizione aggiuntivi conseguenti all'assemblaggio degli apparecchi stessi funzionalmente collegati. In assenza di tali rischi, il Costruttore non è tenuto ad apporre alcuna marcatura CE sull'assieme; nel caso contrario deve invece seguire la stessa procedura prevista per l'apparecchio: valutazione rischio, certificazione, apposizione di una nuova marcatura CE per l'assieme (impianto) nel suo complesso.

In questa Linea Guida, la TBM - EPB è considerata un assieme. La realizzazione Ex e la conseguente certificazione riguarda quanto meno gli apparecchi elettrici e non elettrici installati nei Volumi 3 e 4, quelli dei sistemi di controllo di esplosività dell'atmosfera e della ventilazione artificiale, quelli di comunicazione di emergenza e dei servizi di sicurezza in genere.

La documentazione a corredo della TBM - EPB e della galleria finita deve contenere:

1. una sintetica descrizione della TBM - EPB e degli impianti ad essa funzionalmente connessi, delle fasi di lavorazione (compresi l'avviamento e l'arresto), della manutenzione;
2. l'individuazione dei Volumi del sotterraneo;
3. l'identificazione delle sorgenti d'innesco efficaci nei diversi Volumi;
4. la descrizione dei provvedimenti tecnici adottati nei suddetti Volumi per evitare o limitare la formazione di miscele esplosive o controllare la loro evoluzione quali ad esempio: ventilazione forzata, controllo di esplosività dell'atmosfera⁸ e relative ridondanze;
5. l'individuazione delle condizioni pericolose 1 e 2 nei diversi volumi dell'impianto e dello scavo;
6. le procedure di lavoro, di interruzione rapida dell'attività lavorativa (in caso di emergenza) e di messa fuori tensione degli impianti elettrici in relazione ai diversi stati di allarme;

⁸ Un utile riferimento normativo per la realizzazione di un sistema di controllo di esplosività dell'atmosfera può essere la norma CEI 31-35 (Guida all'applicazione della Norma CEI 60079-10): punto 7.

7. la descrizione degli apparecchi elettrici e non elettrici installati nei Volumi, i modi di protezione utilizzati⁹, la relativa categoria e la conseguente documentazione prevista dalla Direttiva 94/9/CE.

Le verifiche connesse alle atmosfere potenzialmente esplosive devono riguardare il complesso TBM – galleria scavata.

La messa in esercizio e le verifiche degli impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione sono attualmente disciplinate dai *Capi III e IV* del D.P.R. n° 462/01 “*Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi*”.

Per gli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione, è previsto il seguente iter tecnico-amministrativo:

- l'installatore verifica la conformità dell'impianto alla normativa tecnica applicabile e rilascia al Datore di Lavoro la dichiarazione di conformità ai sensi della normativa vigente;
- il Datore di Lavoro mette in esercizio l'impianto, entro 30 giorni, invia la dichiarazione di conformità all'Az. USL o all'ARPA territorialmente competente;
- l'Az. USL competente per territorio o l'ARPA effettua **l'omologazione dell'impianto**, con la prima verifica sulla conformità alla normativa vigente, rilasciando il relativo verbale;
- il Datore di Lavoro effettua regolari manutenzioni e incarica l'Az. USL (o l'ARPA) o uno degli Organismi abilitati dal Ministero dello Sviluppo Economico di eseguire le **verifiche periodiche biennali**;
- l'Az. USL (o l'ARPA) o l'Organismo abilitato effettua le **verifiche straordinarie** in caso di:
 - esito negativo della verifica periodica;
 - modifica sostanziale dell'impianto;
 - richiesta del Datore di Lavoro.

Le prime verifiche, le verifiche periodiche e le verifiche straordinarie sono onerose e le spese per la loro effettuazione sono a carico del Datore di Lavoro.

Il campo di applicazione del DPR 462/01 è definito dal D.Lgs. 81/08 (Art. 296, *Verifiche*), che si applica anche ai lavori di scavo in terreni grisutosi.

Il Decreto prevede che siano sottoposte a verifica le installazioni elettriche delle zone 0, 1, 20 o 21 così come definite dall'allegato XLIX al decreto stesso. Verifiche da eseguirsi con le modalità previste dai Capi III e IV del D.P.R. 462/01.

La zonizzazione della TBM-EPB è definita adottando la Norma UNI EN 1127-2 e quindi le condizioni pericolose 1 e 2 e non applicano quanto previsto dalla UNI EN 60079-10 e dalla UNI EN 1127-1, (Zona 0, Zona 1 e Zona 2). Gli apparecchi e le attrezzature per i volumi identificati con condizione pericolosa 1 o 2 sono del gruppo I, rispettivamente di categoria M1 e M2.

⁹ Norma UNI EN 1710 (Apparecchi e componenti destinati a essere utilizzati in atmosfere potenzialmente esplosive in miniere sotterranee).

Si rimanda a quanto contenuto nelle appendici A e B della Linea guida “Grisù” per gli aspetti illustrativi inerenti il “Rischio di atmosfere esplosive” e gli “Apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera a rischio grisù”.

Per quanto attiene ai gas/vapori/nebbie infiammabili, è possibile individuare una corrispondenza, relativamente alla sola applicazione del DPR 462/01, fra le aree classificate come **zone 0** e **1** che possono ricondursi alle **condizioni pericolose 1** e **2** della norma EN 1127-2

Pertanto gli impianti elettrici soggetti alle verifiche di cui ai Capi III e IV del D.P.R. 462/01 sono esclusivamente quelli realizzati con apparecchi e sistemi di protezione del gruppo I e di categoria M1 o M2.

Tali prodotti, prescritti nelle condizioni pericolose 1 e 2, garantiscono infatti le stesse barriere di sicurezza fornite dagli analoghi prodotti del gruppo II e di categoria 1 e 2, idonei rispettivamente per zone 0 e 1, e richiedono le stesse procedure di valutazione della conformità.

Dalle verifiche sono esclusi i veicoli e le macchine operatrici, a meno di esplicita richiesta da parte del Datore di Lavoro.

BOLZA

INDICE

	PREMESSA.....	pag. 2
0.	INTRODUZIONE.....	pag. 2
1.	SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE.....	pag. 3
2.	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	pag. 3
3.	TERMINI, DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI.....	pag 4
4.	VALUTAZIONE DELLA PRESENZA DI GRISU'.....	pag. 10
5.	INDIVIDUAZIONE DEL PERICOLO DI ESPLOSIONE NELLO SCAVO CON TBM – EPB IN FORMAZIONI GRISUTOSE.....	pag. 11
6.	CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLA TBM - EPB.....	pag 13
7.	INDIVIDUAZIONE DEI VOLUMI.....	pag. 14
	VOLUME 1.....	pag 16
	VOLUME 1M.....	pag 17
	VOLUME 2.....	pag 18
	VOLUME 2M.....	pag 18
	VOLUME 2P.....	pag 19
	VOLUME 3.....	pag 20
	VOLUME 3M.....	pag 21
	VOLUME 4.....	pag 21
8.	MISURE DI SICUREZZA CORRELATE AI SINGOLI VOLUMI.....	pag. 22
	VOLUME 1.....	pag. 22
	VOLUME 1M.....	pag 23
	VOLUME 2.....	pag 25
	VOLUME 2M.....	pag 26
	VOLUME 2P.....	pag 27
	VOLUME 3.....	pag 28
	VOLUME 3M.....	pag 29
	VOLUME 4.....	pag 29
8.1	SEGNALETICA INDICANTE IL PASSAGGIO DI VOLUME.....	pag 30
9.	MISURE DI SICUREZZA COMUNI A TUTTI I VOLUMI.....	pag. 31
9.1	IMPIANTO DI VENTILAZIONE.....	pag. 31
9.2	SALA DI CONTROLLO DEL MONITORAGGIO GAS.....	pag. 31
9.3	FUNZIONALITÀ DEL SISTEMA DI RILEVAMENTO GAS.....	pag. 31
9.4	FUNZIONALITÀ DEL SISTEMA DI VENTILAZIONE.....	pag. 31
9.5	CONTAINER DI SALVATAGGIO.....	pag. 32
9.6	VEICOLO DI EVACUAZIONE DI EMERGENZA.....	pag. 32
9.7	CONTROLLO DEGLI ACCESSI IN SOTTERRANEO.....	pag. 32
10.	SISTEMA E PROCEDURE DI MONITORAGGIO.....	pag. 32
11.	STATI DI ALLARME E ABBANDONO DELLA GALLERIA.....	pag. 33
11.1	SOGLIE DI ALLARME E SGANCIO.....	pag. 33
11.2	COLORE DEL SEMAFORO.....	pag. 34
11.3	VOLUME 2.....	pag 34
11.4	VOLUME 3.....	pag 35
11.5	VOLUME 4.....	pag 35
11.6	ATTIVAZIONE DEGLI STATI DI ALLARME.....	pag 36

11.6.1	Soglia di attenzione.....	pag	36
11.6.2	Soglia di preallarme.....	pag	36
11.6.3	Soglia di allarme / evacuazione.....	pag	37
11.6.4	Soglia di sgancio apparecchi Gruppo I cat. M2.....	pag	37
11.6.5	Rientri dagli stati di allarme.....	pag	37
11.7	ASPETTI GENERALI RELATIVI A TUTTO IL SOTTERRANEO.....	pag	38
12.	SEZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI ELETTRICI.....	pag.	39
12.1	VOLUME 2.....	pag	39
12.2	VOLUMI 3 E 4.....	pag	39
13.	MANUTENZIONE E VERIFICA DEI SISTEMI DICONTROLLO DELL'ESPLOSIVITA'.....	pag.	39
13.1	ISPEZIONE E MANUTENZIONE DEI SISTEMI DI CONTROLLO DELL'ESPLOSIVITÀ DELL'ATMOSFERA.....	pag	40
13.2	VERIFICA DEI SISTEMI DI CONTROLLO DELL'ESPLOSIVITA' DELL'ATMOSFERA, DELLE COSTRUZIONI ELETTRICHE A SOVRAPPRESSIONE INTERNA.....	pag	40
13.2.1	Taratura dei sensori.....	pag	40
13.2.2	Verifica della corrispondenza tra le concentrazioni rilevate e la risposta del sistema. Prove periodiche di messa fuori tensione dell'impianto elettrico.....	pag	41
13.2.3	Verifica dell'efficienza degli apparecchi elettrici a sovrappressione interna.....	pag	41
13.2.4	Prove straordinarie di messa fuori tensione degli impianti elettrici.....	pag	41
14.	INFORMAZIONE, FORMAZIONE, ADDESTRAMENTO.....	pag.	42
15.	PROGETTAZIONE, CERTIFICAZIONE, MESSA IN ESERCIZIO E VERIFICHE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI.....	pag.	43