



CONFERENZA DELLE REGIONI E DELLE PROVINCE AUTONOME

LINEE GUIDA

**SISTEMA DI VENTILAZIONE PREMENTE IN GALLERIA
CONTROLLO DEI PARAMETRI DI VENTILAZIONE**

SETTEMBRE 2015

Questo documento contiene indicazioni sulle modalità di realizzazione del controllo dei parametri di ventilazione in galleria.

PREMESSA

Nella realizzazione di scavi in sotterraneo, il mantenimento di una qualità accettabile dell'aria è legato al corretto dimensionamento dell'impianto di ventilazione nonché alla sua realizzazione e conduzione.

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 anche operatori dei Servizi PSAL ed un Professore Ordinario della Scuola di Ingegneria e Architettura, 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

L'art. 30 del DPR 320/56 "Respirabilità dell'aria ambiente negli scavi" stabilisce che: *"L'aria ambiente degli scavi sotterranei deve essere mantenuta respirabile e, quanto più possibile, esente da inquinamenti mediante sistemi o impianti di ventilazione atti ad eliminare o a diluire entro limiti di tollerabilità i gas, le polveri e i vapori pericolosi o nocivi"*.

E' compito dell'impianto di ventilazione garantire un apporto di aria fresca nei cantieri di lavoro in sotterraneo in modo da raggiungere diversi scopi:

- mantenere la concentrazione di ossigeno quanto più possibile prossima al 21%;
- diluire gli inquinanti aerodispersi (gas, vapori, polveri) mantenendone la concentrazione ad un livello igienisticamente accettabile;
- agire sul microclima ossia sul complesso di parametri ambientali (temperatura ed umidità) che condizionano gli scambi termici soggetto – ambiente. Occorre infatti tenere presente che, oltre all'aumento della temperatura della roccia, per gradiente geotermico, vi è un apporto termico non indifferente dai motori delle macchine operatrici durante il loro funzionamento.

Inoltre, nelle gallerie a rischio di invasione di grisù, la ventilazione rappresenta l'unico intervento attivo di sicurezza in grado di mantenere la concentrazione di grisù sotto i livelli di pericolosità quando le invasioni, per le caratteristiche di flusso, risultano controllabili. In questi casi la ventilazione, associata ad una serie di misure di sicurezza passive (adottate sulle macchine operatrici, sugli impianti e sulle apparecchiature, ecc.), permette di

realizzare condizioni di lavoro sicuro anche in gallerie a rischio di invasione di un gas infiammabile ed esplosivo quale è il grisù.

In ragione di quanto esposto, risulta evidente che l'efficacia della ventilazione è legata principalmente alla portata di aria fresca immessa in sottterraneo: pertanto gli impianti di ventilazione devono essere dotati di un sistema di controllo dei valori della portata.

1. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente Linea Guida si applica ai sistemi di ventilazione premente installati in galleria e tratta dei parametri di ventilazione da monitorare e registrare i cui valori devono essere visibili a monitor in una postazione dedicata a questa funzione.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

D.P.R. n. 320 del 20/03/1956 "Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro in sottterraneo"

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

3. TERMINI, DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI

- a. **Sistema di ventilazione di tipo aspirante:** sistema di ventilazione utilizzato per l'allontanamento dell'aria inquinata dalla galleria. La depressione prodotta dal ventilatore aspirante posto in prossimità del fronte richiama l'aria salubre dall'esterno. Con questo sistema l'aria percorre la galleria, arriva al fronte parzialmente inquinata, lo lambisce e viene quindi richiamata all'interno della tubazione attraverso la quale verrà rilasciata all'esterno. Il fronte che avanza deve essere costantemente seguito dall'aspiratore;
- b. **Sistema di ventilazione di tipo misto:** sistema di ventilazione che utilizza la modalità aspirante e quella premente. Con questa soluzione devono essere evitati i cortocircuiti di aria assicurando un corretto posizionamento dei condotti di aspirazione e di mandata;
- c. **Sistema di ventilazione di tipo premente:** sistema di ventilazione utilizzato per l'immissione di aria fresca in galleria. L'aria fresca prelevata all'esterno da un ventilatore (posto all'esterno della galleria) viene spinta in un condotto (generalmente di tipo floscio) che termina in prossimità del fronte di scavo dove viene immessa in ambiente. Dopo avere lambito il fronte, l'aria in riflusso ripercorre la galleria diluendo la concentrazione degli inquinanti aerodispersi e li trasporta verso l'esterno. Con l'avanzare del fronte la tubazione deve essere periodicamente allungata.

4. SISTEMI DI VENTILAZIONE – SCELTA E CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

L'applicazione di un sistema di ventilazione (premente, aspirante, di tipo misto) rispetto ad un altro dipende dal metodo di realizzazione dell'opera, dalle condizioni locali e dalla conseguente valutazione dei rischi.

Con ogni tipo di sistema, la portata d'aria deve essere dimensionata in modo tale che in tutta la galleria la concentrazione dei gas e delle polveri non pregiudichi la qualità dell'aria, sia in termini di igiene (concentrazione di inquinanti, umidità e temperatura) sia in termini di sicurezza (tenore di ossigeno, concentrazione di grisù).

La ventilazione è condizionata dalle caratteristiche idrauliche del circuito di ventilazione, costituito da galleria e condotto, ed in particolare dai valori delle resistenze ripartite e concentrate, dalla pressione, dalla portata, dalla distanza della sezione terminale del tubo dal fronte di scavo in rapporto al diametro della galleria.

È compito del progettista, al fine di garantire condizioni ottimali di igiene del lavoro e di sicurezza, dimensionare l'impianto di ventilazione in funzione delle scelte tecniche di avanzamento del fronte, delle geometrie di cantiere, delle potenziali sorgenti di inquinanti nocivi o pericolosi. Ne deriva che il progetto deve esplicitare sia i criteri seguiti per il dimensionamento sia le norme di buona tecnica prese a riferimento.

Una volta verificata, in cantiere, la corretta realizzazione del progetto occorre, tramite indagini ambientali, valutare l'efficacia, nel suo complesso, del sistema adottato.

In particolare, per garantire il permanere di adeguate condizioni di igiene in sotterraneo e nel caso di gallerie grisutose di sicurezza del lavoro, è necessario eseguire il controllo periodico dei parametri di ventilazione.

Deve essere predisposto un progetto di ventilazione il quale deve essere corredato di procedure gestionali riferite alle:

- condizioni normali di esercizio;
- situazioni carenti rispetto a quelle di progetto;
- interruzioni della ventilazione.

5. SISTEMA DI VENTILAZIONE PREMENTE

In un sistema di ventilazione premente il getto d'aria, uscendo dalla tubazione, si allarga e rallenta miscelandosi all'aria presente in galleria. Nella zona del fronte si creano turbolenze fino ad una certa distanza oltre la quale il movimento dell'aria scende a piccoli valori.

Grazie a questa miscelazione si garantisce la diluizione dell'aria inquinata e il suo allontanamento.

5.1 PROGETTAZIONE DEL SISTEMA DI VENTILAZIONE PREMENTE

Il sistema di ventilazione premente deve essere oggetto di progettazione. Nel progetto deve essere stabilita la distanza massima della bocca del condotto dal fronte.

Le misure dei parametri di ventilazione indicate nei paragrafi a seguire permettono di verificare se, in esercizio, l'impianto soddisfa i dati prestazionali posti alla base della progettazione.

5.2 PARAMETRI CARATTERIZZANTI LA VENTILAZIONE PREMENTE

I principali parametri che permettono di caratterizzare la ventilazione sono:

- in mandata: velocità dell'aria all'inizio ed all'uscita del tubo di ventilazione, portata e pressione;
- in riflusso: velocità di riflusso, portata, e concentrazione degli inquinanti.

Le misure dei parametri nella tubazione d'adduzione sono di più facile esecuzione ed esiste un'ampia bibliografia sul comportamento di un fluido in una tubazione di sezione circolare. Per conoscere il profilo della velocità nella sezione del tubo occorre determinare il regime di flusso. E' poi possibile correlare la velocità assiale con la velocità media del condotto. Diagrammi sperimentali permettono infine di correlare le misure di velocità con la portata della tubazione.

Maggiori difficoltà ed incertezze esistono nel valutare i parametri di riflusso; in generale non si tratta di problemi legati alla misura ma alla rappresentatività dei valori misurati in relazione all'ambiente in cui si effettuano le misure. Infatti la sezione del cavo ha un profilo che muta, da progressiva a progressiva, in relazione alla geometria del sotterraneo (presenza di by-pass, discenderie, pozzi), alle tecniche di scavo (diverso grado di avanzamento del rivestimento definitivo), alla presenza di numerosi ostacoli fissi (carro di impermeabilizzazione, cassaforma del getto definitivo, murette, arco rovescio) e mobili (attrezzature di lavoro e automezzi, in sosta o circolanti). Tale variabilità delle condizioni locali si traduce in una variabilità della distribuzione e dell'importanza locale delle resistenze concentrate con conseguente formazione di turbolenze del moto dell'aria e di zone di stagnazione.

In ragione di quanto sopra esposto il controllo dei parametri di ventilazione deve essere effettuato mediante la misura del valore di portata nel condotto premente, in quanto, nelle ipotesi di applicabilità dell'equazione di continuità e di moto in regime stazionario, è possibile determinare da tale misura la portata di riflusso.

Occorre inoltre misurare la prevalenza che è un indice dell'efficienza del sistema.

5.3 MISURA DELLA PORTATA NEL CIRCUITO PREMENTE

La misura della portata deve essere eseguita nella tubazione premente, almeno, in 2 punti:

- immediatamente a valle dei ventilatori;
- in prossimità della sezione terminale del condotto.

I sensori devono essere collocati nella tubazione rispettando le indicazioni fornite dal fabbricante in modo tale che turbolenze generate da restrizioni della tubazione, cambio di direzione del tubo, posizione del terminale, presenza del ventilatore non alterino l'attendibilità della misura.

La differenza dei valori misurati, in assenza di spillamenti programmati, è un indice delle perdite accidentali di portata dovute alla mancanza di tenuta o a rotture della tubazione. La conoscenza di tali valori permette di eseguire con tempestività gli interventi di manutenzione.

Qualora siano effettuati spillamenti (ad esempio per la ventilazione del cassero per il getto del rivestimento definitivo) è opportuno misurare la portata anche a monte dello spillamento.

L'impiantistica e gli strumenti di misura devono avere caratteristiche congruenti con i requisiti di sicurezza richiesti dalla classificazione della galleria in relazione al rischio grisù di cui alla Linea Guida "Grisù".

5.4 REGISTRAZIONE DEI VALORI DI PORTATA NEL CIRCUITO PREMENTE

Il sistema di misura della portata in mandata deve essere collegato con un sistema di registrazione automatico e continuo dei dati visibile a display in una postazione esterna alla galleria.

La registrazione dei valori di portata costituisce un elemento qualificante della corretta gestione della ventilazione.

Nelle gallerie classificate a rischio grisù (classi 1B, 1C e 2 di cui alla Linea Guida "Grisù") il sistema di misura e registrazione dei valori di portata consente la gestione della ventilazione e permette di correlare, in caso di invasione di grisù, la concentrazione di gas ambientale con la portata d'aria immessa. Il monitoraggio continuo delle concentrazioni di grisù e della portata di aria fresca immessa permette di seguire l'evoluzione del fenomeno di emissione. La correlazione tra la concentrazione di gas rilevata e le portate di aria fresca immessa permette di determinare la quantità di grisù emessa.

Questo studio costituisce un elemento fondamentale del sistema di gestione della sicurezza nelle gallerie grisutose in tema di riconoscimento del modello di emissione e delle correlate misure di sicurezza.

5.5 MISURA DELLA PREVALENZA NEL CIRCUITO PREMENTE

La misura della prevalenza deve essere eseguita nella tubazione premente immediatamente a valle dei ventilatori.

L'impiantistica e gli strumenti di misura devono avere caratteristiche congruenti con i requisiti di sicurezza richiesti dalla classificazione della galleria in relazione al rischio grisù di cui alla Linea Guida "Grisù".

5.6 REGISTRAZIONE DEI VALORI DI PREVALENZA NEL CIRCUITO PREMENTE

Il sistema di misura della prevalenza deve essere collegato con un sistema di registrazione automatico e continuo dei dati visibile a display in una postazione esterna alla galleria.

Nel caso di gallerie classificate a rischio grisù (classi 1B, 1C e 2 di cui alla Linea Guida "Grisù") il sistema di registrazione dei parametri di ventilazione (portata e prevalenza) deve essere integrato nel display che mostra la registrazione dei parametri di misura del grisù.

5.7 MISURE PUNTUALI DELLA VELOCITÀ DI RIFLUSSO IN GALLERIA

Devono essere effettuate misure puntuali della velocità di riflusso in galleria con periodicità definita.

Queste misure devono essere effettuate con strumentazione manuale al fine di verificare l'efficacia della ventilazione che si instaura nelle postazioni di lavoro ed i valori letti devono essere riportati in apposito registro.

La portata in riflusso determina diversi profili di velocità in galleria in funzione della geometria dello scavo, delle restrizioni costituite da attrezzature ed ostacoli presenti. Le misure di velocità puntuali eseguite permettono di verificare che siano rispettati i livelli minimi di ventilazione. Il confronto tra questi valori e le misure di concentrazione di inquinanti significativi permettono di verificare la validità del sistema ventilante installato e forniscono indicazioni sulle eventuali misure da adottare per mantenere l'aria in galleria in adeguate condizioni di salubrità.

Gli strumenti di misura devono avere caratteristiche congruenti con i requisiti di sicurezza richiesti dalla classificazione della galleria in relazione al rischio grisù di cui alla Linea Guida "Grisù".

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	3
4	SISTEMI DI VENTILAZIONE – SCELTA E CRITERI DI DIMENSIONAMENTO.....	pag	4
5	SISTEMA DI VENTILAZIONE PREMENTE.....	pag	4
5.1	PROGETTAZIONE DEL SISTEMA DI VENTILAZIONE PREMENTE	pag	5
5.2	PARAMETRI CARATTERIZZANTI LA VENTILAZIONE PREMENTE	pag	5
5.3	MISURE DELLA PORTATA NEL CIRCUITO PREMENTE.....	pag	6
5.4	REGISTRAZIONE DEI VALORI DI PORTATA NEL CIRCUITO PREMENTE.....	pag	6
5.5	MISURE DELLA PREVALENZA NEL CIRCUITO PREMENTE.....	pag	7
5.6	REGISTRAZIONE DEI VALORI DI PREVALENZA NEL CIRCUITO PREMENTE.....	pag	7
5.7	MISURE PUNTUALI DELLA VELOCITÀ DI RIFLUSSO IN GALLERIA.....	pag	7