



## La ventilazione nei lavori in sotterraneo

### Lista di controllo

**Avete previsto tutte le misure necessarie per garantire una corretta ventilazione nel vostro cantiere?**

La qualità dell'aria nei lavori in sotterraneo è fondamentale non solo per il benessere e la salute del personale, ma anche per prevenire malattie professionali e infortuni nonché per garantire la sopravvivenza in caso di incendio in galleria.

#### **Ecco i pericoli principali:**

- malattie professionali provocate da polveri di quarzo e fuliggine (silicosi e cancro dei polmoni)
- avvelenamento da gas nocivi
- asfissia per mancanza di ossigeno
- infortuni causati da malesseri legati alla presenza di sostanze nocive in sotterraneo
- esplosioni causate da emissioni di gas naturale
- asfissia causata da fumi di incendio

Con la presente lista di controllo potete individuare meglio queste fonti di pericolo. Essa si rivolge ai responsabili della sicurezza nei cantieri sotterranei e a tutti coloro che si occupano della progettazione, della preparazione del lavoro, del funzionamento e coordinamento del sistema di ventilazione. Inoltre, rappresenta un ausilio utile per redigere il piano di ventilazione, che fa parte del piano di sicurezza e di protezione della salute (OLCostr artt. 4, 88 e 91).

## 1. Compilate la lista di controllo.

Se rispondete a una domanda con «no» o «in parte», occorre adottare una contromisura che poi annoterete sull'ultima pagina. Tralasciate le domande che non interessano la vostra azienda.

## 2. Apportate i necessari miglioramenti.

### Progettazione del sistema di ventilazione/preparazione del lavoro

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <b>1</b> Al momento di <b>progettare e bandire la gara d'appalto per la costruzione</b> si è prestata sufficiente attenzione al sistema di ventilazione?   | <input type="checkbox"/> sì<br><input type="checkbox"/> in parte<br><input type="checkbox"/> no | Vedi la norma SIA 196. Principali fattori da considerare: <ul style="list-style-type: none"><li>• sufficiente sezione di scavo tenuto conto dello spazio necessario al sistema di ventilazione (ad es. condotte, nicchie per ventilatori)</li><li>• lunghezza delle tratte massime di avanzamento (se è il caso, prevedere altri pozzi, perforazioni e finestre di ventilazione)</li><li>• inquinamento di base dell'aria (ad es. a causa del traffico stradale)</li></ul>        |
| <b>2</b> Il <b>rischio legato al gas naturale</b> è stato valutato da un geologo ed esiste una perizia scritta a questo proposito?   | <input type="checkbox"/> sì<br><input type="checkbox"/> no                                      | Vedi la norma SIA 199.<br>Rischi connessi a metano, acido solfidrico e, in base alle condizioni geologiche, ai prodotti di decadimento del radon.   |
| <b>3</b> Al momento di dimensionare il sistema di ventilazione è stata presa in considerazione la necessità di <b>raffreddare</b> i posti di lavoro?   | <input type="checkbox"/> sì<br><input type="checkbox"/> no                                      | Principali fattori da considerare: <ul style="list-style-type: none"><li>• calore della roccia</li><li>• calore residuo di macchine e impianti</li><li>• calore di idratazione del calcestruzzo</li></ul>   |
| <b>4</b> Le persone responsabili della progettazione e preparazione del sistema di ventilazione e dell'impiego delle macchine possiedono le necessarie <b>conoscenze tecniche</b> in materia di ventilazione e di sicurezza?   | <input type="checkbox"/> sì<br><input type="checkbox"/> no                                      | <ul style="list-style-type: none"><li>• formazione ed esperienza</li><li>• conoscenza dei documenti di calcolo e</li><li>• progettazione secondo la norma SIA 196</li><li>• conoscenza della documentazione del fabbricante per ventilatori e condotte</li></ul>  |
| <b>5</b> Al momento della <b>scelta del metodo di costruzione</b> si è verificato di poter garantire la ventilazione e la depolverizzazione?   | <input type="checkbox"/> sì<br><input type="checkbox"/> no                                      | <ul style="list-style-type: none"><li>• In caso di avanzamento con fresa meccanica ad attacco puntuale, se necessario, scavare un cunicolo pilota.</li><li>• Spazio sufficiente per la condotta di ventilazione negli scavi a sezione parziale.</li><li>• Se possibile, la costruzione deve essere adattata al sistema di ventilazione.</li></ul>   |
| <b>6</b> Al momento di <b>scegliere il progetto d'installazione</b> è stata presa in considerazione la quantità d'aria fresca necessaria?<br><br>(Scelta idonea di metodi di trasporto, attrezzature di carico e di trasporto e tipi di trazione delle altre attrezzature) | <input type="checkbox"/> sì<br><input type="checkbox"/> no                                      | Ad es. sono da preferire: <ul style="list-style-type: none"><li>• apparecchi elettrici per la rimozione del materiale di scavo anziché diesel (ne beneficia la potenza di ventilazione)</li><li>• nastro trasportatore anziché trasporto con automezzi</li><li>• rimozione del materiale di scavo su rotaia anziché su gomma</li><li>• trazione elettrica anziché a diesel</li><li>• motori elettrici per pompe per calcestruzzo, piattaforme di lavoro elevabili e gru</li></ul> |
| <b>7</b> La <b>potenza cumulativa dei motori diesel</b> di tutti i veicoli e i macchinari impiegati è stata presa in considerazione per il dimensionamento del sistema di ventilazione?  | <input type="checkbox"/> sì<br><input type="checkbox"/> no                                      | La potenza effettivamente impiegata dei motori diesel è fondamentale per il dimensionamento del sistema di ventilazione. Si veda la norma SIA 196. Tenere conto del tipo di esercizio determinante.   |
| <b>8</b> Nel piano è stata regolamentata la <b>ventilazione in caso di incendio</b> e, in particolare, è stato chiarito come gestirla?   | <input type="checkbox"/> sì<br><input type="checkbox"/> no                                      | Ipotesizzare vari scenari ad es. in caso di incendio nella zona arretrata (persone intrappolate). Nei sistemi di ricircolo, per evitare i fumi nella via di fuga, è necessario poter creare una sovrappressione nelle gallerie adibite all'evacuazione.   |

<p>9 In caso di <b>emanazioni di gas naturale</b> è garantito che il sistema di ventilazione sia progettato e realizzato in base alle disposizioni dell'ingegnere della sicurezza gas e che la costruzione sia costantemente rifornita di aria fresca?</p>	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	<p>Prestare attenzione all'approvvigionamento energetico ridondante degli impianti di ventilazione rilevanti. Si consulti la pubblicazione Suva «Gas naturale durante i lavori in sotterraneo: prevenzione contro il rischio di incendio ed esplosioni», <a href="http://www.suva.ch/66102.i">www.suva.ch/66102.i</a>.</p>
<p>10 Vengono applicate <b>misure per limitare le emissioni di polveri</b> e si conosce il contenuto di quarzo nell'eventualità che questo si trovi nella roccia?</p>	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	<p>Le polveri devono essere captate alla fonte o legate con acqua. Bisogna ridurle al minimo per poterle diluire a sufficienza con la ventilazione.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perforazione a umido anziché a secco</li> <li>• Spruzzatura a umido anziché a secco</li> <li>• Abbattere le polveri prodotte dai frantoi</li> <li>• Abbattere le polveri prodotte dalla fresatrice meccanica (TBM)</li> <li>• Usare martelli demolitori con spruzzatori</li> <li>• Abbattere le polveri nei nastri trasportatori (stazione di lavaggio, impianto gironastro, depolverizzazione nei punti di scambio)</li> <li>• Legare le polveri nelle vie di circolazione</li> </ul>
<p>11 L'organizzazione dei lavori è tale da impedire una <b>lesione meccanica</b> nelle condotte?</p>	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	<p>Principali fattori da considerare:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• proiezione di roccia durante lo scavo dello strozzo (prestare attenzione alla distanza dello scavo della calotta)</li> <li>• proiezione di roccia durante lo scavo di nicchie e gallerie trasversali</li> <li>• proiezione di roccia dal fronte di scavo (prevedere un elemento di usura)</li> <li>• lesioni meccaniche a causa delle dimensioni di macchine e attrezzature</li> </ul>
<p>12 Sin dalla loro progettazione, è garantito che le condotte di ventilazione siano <b>posizionate correttamente</b> (senza pieghe o flessioni) e che siano ben tese?</p> <p>La posa delle condotte influisce molto su qualità e parametri delle stesse (perdite causate da fessurazioni o attrito).</p>	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	<p>Misure da adottare:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se le condotte sono lunghe, utilizzare una riserva di condotta; nel caso di un lungo avanzamento con esplosivi utilizzare ad es. treni di servizio sospesi.</li> <li>• Scegliere un sistema di sospensione adeguato (a una o due funi/a staffa).</li> </ul>
<p>13 Le condotte sono state montate, sottoposte a manutenzione e posizionate in modo tale che il <b>flusso di aria fresca arrivi sino al fronte di scavo</b>?</p>	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La distanza massima tra l'estremità della condotta e il fronte di scavo è di circa <math>5 \times D</math> (<math>D</math>= altezza o diametro del fronte di scavo). Per la definizione esatta si veda la norma SIA 196.</li> <li>• Prestare attenzione alla posizione dell'estremità della condotta nel profilo (il getto d'aria deve aderire il più vicino possibile al paramento).</li> <li>• Evitare che ostacoli possano separare il getto d'aria (ad es. griglia di protezione grossolana).</li> <li>• Sezione piccola: prestare attenzione alle dimensioni delle attrezzature (treni da galleria, macchine edili) per garantire una sufficiente sezione di ventilazione libera.</li> <li>• Evitare che l'estremità della condotta oscilli (se possibile, stabilizzarla).</li> </ul>
<p>14 Le <b>interfacce dei diversi processi produttivi</b> e le fasi del cantiere (avanzamento, costruzione grezza, infrastruttura) sono state concordate con tutti gli attori coinvolti?</p>	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accordo ai sensi dell'art. 9 OPI.</li> <li>• Nell'accordo, tenere conto della ventilazione anche dopo lo sfondamento (ventilatori con funzionamento reversibile per agevolare la corrente d'aria naturale o la ventilazione in mancanza di corrente naturale).</li> </ul>

## Struttura del sistema di ventilazione

<p>15 Vengono utilizzati <b>ventilatori</b> che in termini di struttura, qualità, manutenzione, riparazione e insonorizzazione offrono prestazioni senza avarie?</p>	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	<p>Principali fattori da considerare:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• funzionamento continuo senza surriscaldamento</li><li>• ventilatore in buone condizioni</li><li>• parti di ricambio facilmente reperibili</li><li>• documentazione tecnica disponibile</li><li>• nessuna rumorosità per residenti, alloggi e uffici</li></ul>
<p>16 Il <b>punto di aspirazione</b> dell'aria fresca è stato scelto in modo da evitare il ricircolo dell'aria del tunnel anche in condizioni di vento sfavorevoli?</p>	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	<p>Fattori da considerare:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• distanza e posizione rispetto al portale</li><li>• porre particolare attenzione alla direzione dominante del vento nei sistemi di ricircolo</li></ul>
<p>17 È garantito l'<b>adeguamento</b> in tempi rapidi <b>della quantità d'aria</b> al fabbisogno d'aria necessario al momento (ad es. con l'impiego di ventilatori a frequenza controllata)?</p>	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	<p>Vantaggi di questi ventilatori:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Si evitano inutili correnti d'aria.</li><li>• Si evita la messa fuori servizio del sistema in inverno.</li><li>• Si riduce la ventilazione in caso di riparazione, prolungamento delle condotte e ricambio della riserva di condotta.</li><li>• Si riduce il consumo energetico.</li><li>• Si evitano danni alle condotte durante l'avviamento del sistema di ventilazione.</li></ul>
<p>18 Il <b>diametro delle condotte di ventilazione</b> è tale che la pressione e il consumo energetico non aumentino inutilmente e che la portata del getto d'aria sia comunque sufficiente?</p>	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	<ul style="list-style-type: none"><li>• In caso di pressione troppo elevata aumentano la potenza richiesta, l'apporto di calore e il numero di riparazioni.</li><li>• All'estremità della condotta la velocità di flusso deve essere compresa tra 10 m/s e un massimo di 20.</li><li>• Al momento di dimensionare le condotte di scarico dell'aria bisogna valutare anche eventuali sedimentazioni (<math>V &gt; 20</math> m/s).</li></ul>
<p>19 Al momento di <b>scegliere il materiale delle condotte di ventilazione</b> sono stati presi in considerazione i fattori riportati a lato?</p>	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	<ul style="list-style-type: none"><li>• rottura o fessurazione in caso di lesione</li><li>• stato della condotta (perdite)</li><li>• facilità di riparazione</li><li>• infiammabilità o comportamento al fuoco</li></ul>
<p>20 In caso di curve strette o diramazioni vengono utilizzati dei <b>raccordi sagomati</b>?</p>	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	<p>Deformazioni o pieghe nelle condotte creano una grande resistenza al flusso d'aria.</p>
<p>21 È stato predisposto e progettato correttamente quanto necessario per il <b>prolungamento e la riparazione delle condotte</b>?</p>	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	<p>Sono fondamentali:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• il tipo di dispositivo di collegamento (minore perdita di tempo possibile quando si inseriscono parti nuove di condotte, garantire la tenuta);</li><li>• un sistema di riparazione adeguato (resistente alla sporcizia e all'umidità. Si deve poter riparare la condotta anche sotto pressione);</li><li>• la possibilità di sostituire parti della condotta difettose (considerare la tensione di trazione).</li></ul>
<p>22 È possibile eseguire lavori di montaggio e interventi di manutenzione all'impianto di ventilazione in tutta sicurezza (<b>accessi e posti di lavoro sicuri</b>)?</p>	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	

## Funzionamento della ventilazione / organizzazione / formazione

- |  |  |  |
|--|--|--|
| <p>23 Avete a disposizione un <b>ventilatore di riserva</b> pronto all'uso oppure viene garantita la sospensione dei lavori in galleria fintantoché il ventilatore è fuori servizio?</p>                                   | <p><input type="checkbox"/> sì<br/><input type="checkbox"/> no</p> | <p>Il ventilatore di riserva deve essere già installato o per lo meno essere disponibile in cantiere.</p>  |
| <p>24 Sono state redatte le <b>istruzioni di lavoro</b> per far funzionare e mantenere sempre efficiente il sistema di ventilazione (compresa la depolverizzazione) ed è avvenuta la relativa istruzione al personale?</p> | <p><input type="checkbox"/> sì<br/><input type="checkbox"/> no</p> | <p>Esempi di istruzioni:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Quando prolungare le condotte e distanza massima dall'estremità della condotta al fronte di scavo.</li><li>• Spegnerne i motori quando non si utilizzano le apparecchiature.</li><li>• In caso di interruzione della ventilazione sospendere i lavori che comportano emissioni di sostanze nocive.</li><li>• Interventi di manutenzione sulle condotte.</li></ul> |
| <p>25 Per quanto riguarda il funzionamento del sistema di ventilazione e l'impiego di attrezzature diesel sono state definite le <b>responsabilità</b> ed è garantito il <b>coordinamento</b> dei lavori?</p>              | <p><input type="checkbox"/> sì<br/><input type="checkbox"/> no</p> | <p>Definire le competenze per la regolazione del sistema di ventilazione e l'uso delle attrezzature.</p> <p>È molto importante coordinare le attività quando nei lavori sono coinvolte varie imprese; ad es. dopo lo sfondamento e nella fase di allestimento della costruzione.</p>   |

## Monitoraggio della ventilazione

- |  |  |   |
|--|--|---|
| <p>26 Disponete di <b>apparecchi di misura</b> per monitorare le condizioni della ventilazione? Le persone responsabili sono adeguatamente istruite sul loro utilizzo e i punti di misura nelle condotte sono definiti, preparati e accessibili?</p> | <p><input type="checkbox"/> sì<br/><input type="checkbox"/> in parte<br/><input type="checkbox"/> no</p> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Gli strumenti appropriati sono anemometri, rilevatori multigas, misuratori di polveri, misuratori delle condizioni climatiche.</li><li>• Non bisogna fissare i punti di misura subito dopo il ventilatore, le curve dei tubi, ostacoli o cambiamenti della sezione.</li></ul>   |
| <p>27 Le <b>condizioni del sistema di ventilazione</b> vengono controllate ad intervalli periodici?</p>  | <p><input type="checkbox"/> sì<br/><input type="checkbox"/> in parte<br/><input type="checkbox"/> no</p> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Definire l'organizzazione dei controlli nel sistema di gestione della qualità relativo al progetto (PQM).</li><li>• I valori MAC delle sostanze nocive rilevanti sono noti.</li><li>• I lavori di riparazione e manutenzione dei filtri antiparticolato vengono svolti e documentati.</li><li>• Registrare in modo continuo le prestazioni dei ventilatori o la quantità di aria (con un diaframma di misura nella condotta).</li></ul> |
| <p>28 Si provvede a verificare il <b>rispetto delle istruzioni di lavoro</b>?</p>  | <p><input type="checkbox"/> sì<br/><input type="checkbox"/> in parte<br/><input type="checkbox"/> no</p> | <p>Da definire nel sistema di gestione della qualità relativo al progetto (PQM).</p>  |
| <p>29 Si provvede a <b>controllare ininterrottamente mediante misurazioni la qualità dell'aria</b> nelle gallerie passanti non ventilate artificialmente?</p>  | <p><input type="checkbox"/> sì<br/><input type="checkbox"/> in parte<br/><input type="checkbox"/> no</p> |   |

È possibile che nella vostra azienda esistano altre fonti di pericolo su questo argomento.  
In tal caso, occorre adottare i necessari provvedimenti e annotarli sull'ultima pagina.

## La ventilazione nei lavori in sottoterraneo

Lista di controllo compilata da: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

N.	Misure da adottare	Termine	Incaricato	Liquidato		Osservazione	Controllato	
				Data	Visto		Data	Visto

Data del prossimo controllo: \_\_\_\_\_

(Raccomandazione: ogni 6 mesi)



Per informazioni: tel. 058 411 12 12, [servizio.clienti@suva.ch](mailto:servizio.clienti@suva.ch)  
 Download e ordinazioni: [www.suva.ch/67120.i](http://www.suva.ch/67120.i)