

## QUESITO 23

***In relazione alle analisi di rischio già esaminate nella internazionale della stessa linea, si ritiene utile che il proponente valuti la possibilità di ritrovamento di rocce amiantifere e uranifere, si richiede quindi di :***

- fornire un protocollo che assicuri condizioni di sicurezza sanitaria per il personale operativo per mantenere i livelli di radioattività al di sotto dei limiti di soglia indicati dalle leggi vigenti (DLgs241/2000 per lo scavo e lo smaltimento in caso di ritrovamento di tale tipologie rocciose).***

### **Risposta al quesito 23**

Ad evasione della richiesta formulata nel presente quesito, si riportano le prime indicazioni per la stesura di un Piano di Lavoro per la sicurezza delle attività lavorative nell'eventualità delle condizioni richiamate.

Preme però osservare da subito che i temi in oggetto, sulla base delle risultanze degli studi effettuati, non costituiscono un aspetto di particolare significatività per la Tratta Nazionale.

Il tema dell'amianto, valutato nella Relazione Geologica, Geomorfologica ed idrogeologica D040 00 R 69 RG GE0001 001 A, è stato essenzialmente associato alla condizione di possibile ritrovamento di massi erratici durante lo scavo delle gallerie nella collina morenica, condizione che è stata stimata come potenzialmente occorrente in 250-300 m di galleria. Unitamente al ritrovamento del masso, devono attuarsi le ulteriori condizioni di presenza di fibre di amianto e con indice di rilascio pericoloso (I.R. > 0,1). La concomitanza di tutti questi fattori può generare condizioni di criticità, ma, al momento, anche in base ai campioni prelevati ed alle analisi eseguite, non si hanno motivi per ritenere significativa, nell'ambito della Tratta Nazionale la problematica inerente la presenza di amianto.

Il tema relativo alla possibilità di ritrovamento di rocce uranifere ed al Radon è trattato estesamente nel documento D040 00 R 69 RH SA300X 001 A "Relazione illustrativa di risposta al quesito n.30", qui valutato come non significativo.

## **Prime Indicazioni per la stesura di un Piano di Lavoro per la sicurezza delle attività lavorative**

### **1. Rocce amiantifere**

L'inizio dei lavori di scavo in sotterraneo dovrà essere preceduto dalla predisposizione di un Piano di Lavoro che deve includere tutte le misure necessarie per garantire la sicurezza, la salute dei lavoratori e la protezione dell'ambiente esterno.

L'eventuale possibilità di scavo in terreni e rocce caratterizzate da contenuti anche minimi di minerali asbestiformi richiede quindi la necessità di prevedere:

- un piano di monitoraggio della dispersione in aria delle fibre di minerali asbestiformi all'interno del cantiere e nelle immediate vicinanze;
- l'utilizzo di D.P.I. (D.Lgs.277/1991)
- esecuzione di sondaggi geognostici (con prelievo ed analisi di campioni) per l'accertamento preventivo della presenza di minerali asbestiformi;
- l'adozione di tecniche di scavo che determinano bassa produzione di polveri.

Qualora fossero rilevati livelli di attenzione, sono messe in atto adeguate misure precauzionali mirate ad impedire la mobilità delle polveri.

Durante le operazioni di scavo possono essere adottati i seguenti 4 livelli di "Rischio Amianto"

- RA-0. Nessun Pericolo. Non sono presenti ammassi rocciosi amiantiferi.
- RA-1. Pericolo Basso. Potrebbero essere incontrati ammassi rocciosi amiantiferi.
- RA-2. Pericolo Alto. Si ritiene che saranno incontrati ammassi rocciosi amiantiferi.

- RA-3. Amianto presente. Tutte le operazioni di scavo e di mobilizzazione del materiale devono essere eseguite con appropriate misure di protezione.

Per ognuno dei suddetti livelli di Rischio Amianto vanno adottate le seguenti precauzioni:

- Condizioni RA-0, Non sono necessarie misure di protezione e/o misurazioni e/o controlli in galleria.
- Condizioni RA-1. Le misure di protezione dall'amianto devono essere approntate entro 1-2 giorni, devono invece essere immediatamente disponibili le maschere individuali (tipo P3).
- Condizioni RA-2. Le misure di protezione dall'amianto devono essere disponibili per un'adozione immediata e devono essere immediatamente impiegate le maschere individuali (tipo P3). L'avanzamento dovrà essere preceduto da un sondaggio geognostico quasi parallelo all'asse di scavo.

Nello scavo in galleria l'abbattimento della produzione di polveri nelle quali possono essere presenti fibre di minerali asbestiformi si ottiene con sistemi di nebulizzazione collocati in prossimità del fronte che consentono di mantenere un elevato grado di umidità nell'area di scavo.

**Nel tratto scavato in tradizionale**, che riguarda i cameroni di interconnessione, si deve evitare di ricorrere a metodologie di scavo che producano in aria grandi quantità di polvere. In tal senso è opportuno l'adozione di macchinari di scavo del tipo frese puntuali o martelloni al posto dell'esplosivo.

Il rilascio di polveri dipende sia dalle caratteristiche geotecniche delle formazioni, sia dalla tipologia di macchinari per lo scavo e dal grado di umidificazione dell'ambiente di lavoro.

Riepilogando, le procedure operative che vanno adottate in presenza di ammassi rocciosi amiantiferi sono le seguenti:

- Trattenuta delle polveri al fronte di scavo durante il caricamento ed il trasporto del materiale (scavo in tradizionale) mediante annaffiatura sistematica del fronte e del cumulo dei materiali scavati (smarino).
- Impiego di mezzi dotati di cabina climatizzata e filtri antipolvere.

- Rilievo sistematico del fronte di scavo ed analisi dello smarino per confermare o meno la presenza dei minerali fibrosi pericolosi (a cura del geologo di cantiere).
- Monitoraggio della qualità dell'aria in corrispondenza del fronte di scavo e del frantumatore, presente prima del caricamento su nastro trasportatore.
- Impiego di DPI ordinari per il personale addetto ai lavori a cadenza settimanale.

Nel caso in cui i risultati del sondaggio in avanzamento evidenziassero la presenza di ammassi rocciosi amiantiferi (condizioni RA-3), allora dovranno essere adottate le seguenti procedure operative:

- Andrà predisposto un Piano di Lavoro di Dettaglio (PdLD) e, previa interruzione dei lavori in galleria, andrà intensificato il monitoraggio delle polveri (cadenza bisettimanale).
- Saranno potenziate le misure di protezione adottate in condizione RA-2 accompagnandole con le ulteriori seguenti specifiche misure protettive:
  1. Andranno aggiunti tensioattivi alle acque di annaffiatura (le acque saranno raccolte e conferite all'impianto di trattamento).
  2. Sarà predisposto un impianto di nebulizzazione dell'acqua finalizzato alla creazione di una serie di schermi per limitare la diffusione in aria delle fibre e delle polveri.
  3. Dopo le operazioni di smarino, si procederà alla immediata copertura del fronte con uno strato di calcestruzzo proiettato per isolare la galleria dalla sorgente di potenziale rilascio.
  4. Le perforazioni andranno eseguite con acqua additivata con tensioattivi per impedire lo sviluppo di polveri in galleria.
  5. Lo smarino andrà caricato e trasportato al luogo di stoccaggio su specifici cassoni coperti.
  6. Andranno approntati impianti di aspirazione localizzati con filtraggio delle polveri, in particolare dietro la macchina saranno posizionati filtri a umido in grado di aspirare e trattenere le polveri d'amianto disperse nell'aria.
  7. Andrà sistematicamente eseguito il lavaggio mezzi in galleria e sul piazzale dopo ogni avanzamento. Andranno approntati sistemi di decontaminazione del personale (docce).

Inoltre, nel caso si accerti che si sta scavando in ammassi in presenza di minerali asbestiformi, in analogia a quanto già adottato in precedenti esperienze in ambito nazionale ed internazionale, si suddivide la galleria in scavo in tre zone (A, B e C), separate tra loro dalla presenza di due fasce d'acqua nebulizzata :

- nella zona (A) avvengono le lavorazioni di scavo e caricamento del marino su automezzi telonati (o comunque chiusi);
- nella zona (B) sono posizionati i servizi (ad esempio: postazione di lavaggio per la pulizia dei macchinari o contenitori stagni per deporvi le maschere respiratorie contaminate, il container per il cambio dei minatori) e avviene l'allestimento dei macchinari per i lavori nella zona (A) nonché le operazioni di preparazione e di pulizia per accedere alla zona (C);
- la zona (C) è uno spazio non contaminato da fibre di minerali asbestiformi, che deve essere comunque sempre controllato mediante monitoraggio della dispersione in aria delle fibre.

**Nello scavo meccanizzato** per realizzare condizioni che evitino il contatto con fibre di minerali asbestiformi, sia all'atto dello scavo stesso, sia nel trasporto verso l'esterno dello smarino fresato, il ricorso a sistemi di scavo in modalità chiusa è senz'altro la soluzione migliore. L'adozione pertanto di macchine del tipo Hydroshield o EPB, come previsto in progetto, consente di raggiungere tale obiettivo. Entrambi i sistemi offrono garanzie pressoché totali, in quanto, come già evidenziato, la camera di scavo risulta separata da un setto d'acciaio dall'ambiente di lavoro. Nell'Hydroshield la camera di scavo è totalmente riempita dal fluido bentonitico che si mescola col materiale fresato, la miscela di fango viene quindi estratta per pompaggio attraverso una tubazione fissata lungo la galleria sino all'impianto di separazione posto all'esterno della galleria. Pertanto il convogliamento del materiale fresato avviene all'interno di un circuito chiuso. Nell'EPB il materiale nella camera di scavo viene fluidificato con appositi additivi ecocompatibili per rendere lo smarino plastico per ragioni operative. Il processo di umidificazione continua ancora nella coclea e pertanto il materiale viene estratto in condizioni umide e scaricato su nastro trasportatore. Per continuare a mantenere le condizioni di umidità, evitando quindi dispersioni di polveri lungo il tragitto sino all'imbocco, è sufficiente disporre dei nebulizzatori sopra il nastro a distanze prefissate. Per aumentare il livello di sicurezza il nastro potrebbe essere chiuso all'interno di un cilindro isolante collegato alla coclea, garantendo quindi l'isolamento totale dall'ambiente di lavoro. Qualora il trasporto all'esterno venga eseguito con vagoni bisognerà installare idonei sistemi di copertura dei mezzi, tramite teloni o portelloni di chiusura ermetici, continuando eventualmente a mantenere il materiale estratto il più possibile umido nello strato superficiale attraverso un sistema di nebulizzatori

montati sui vagoni stessi. In entrambi i sistemi il materiale esce in condizioni umide e, a valle delle analisi di caratterizzazione che evidenziano la presenza di minerali asbestiformi, verrà collocato in sacche sigillate e trasportato in discarica. Infine per aumentare il livello di sicurezza in galleria le apparecchiature di ventilazione ed eventualmente di raffreddamento dovranno essere dotate di un sistema di depolverizzazione (filtri antipolvere) in modo da ridurre la diffusione delle polveri in atmosfera. In definitiva i sistemi di scavo individuati offrono elevati standard di sicurezza contro il rilascio delle polveri e perdita del materiale nel trasporto all'esterno. Nell'eventualità che il personale operativo debba intervenire in camera di lavoro (per ispezioni, manutenzione, riparazioni) anche qualora lo scavo si svolgesse in ammassi con presenza di minerali asbestiformi, dovranno essere assunti ulteriori provvedimenti quali:

- predisposizione nella camera di scavo di idonei sistemi di nebulizzazione dell'acqua per continuare a mantenere umido l'ambiente e garantire l'abbattimento delle polveri, quest'ultima condizione viene comunque raggiunta per la presenza di una maggiore pressione in camera di scavo, rispetto a quella atmosferica, necessaria per garantire le condizioni di stabilità del fronte;
- utilizzo di sistemi di protezione individuale per gli operatori;
- controllo delle emissioni di polvere tramite monitoraggio della dispersione in aria delle fibre di minerali asbestiformi all'interno della camera di scavo.

Tali provvedimenti devono essere assunti anche e soprattutto quando si verificano situazioni anomale di scavo, per es. nell'attraversamento di situazioni di ammasso con presenza di trovanti e massi erratici e che richiedono l'intervento degli operatori in camera di scavo, come sopra evidenziato.

### **1.1. Misure di sicurezza per i lavoratori**

#### Disposizioni per limitare la diffusione delle polveri

Dovranno innanzitutto essere predisposte tutte le misure necessarie alla mitigazione della diffusione delle polveri in atmosfera (cfr. risposta al quesito n.8).

#### Monitoraggio ambiente di lavoro

I controlli da effettuare devono prevedere un monitoraggio dell'ambiente di lavoro per garantire la sicurezza degli operatori e delle popolazioni.

In via preliminare, per il monitoraggio dell'ambiente di lavoro, verranno comunque seguite le prescrizioni indicate nel Decreto legislativo 81/2008 , che si rifanno a quanto indicato nella Direttiva 83/477/CEE "Metodo di riferimento per le misurazioni del tenore dell'amianto nell'aria nel luogo di lavoro".

Si riportano di seguito alcuni punti:

*"Le caratteristiche e l'attrezzatura per il campionamento delle fibre di amianto nell'aria e la determinazione della concentrazione delle fibre di amianto nel campione d'aria prelevato sono fissate nel metodo di riferimento appresso riportato. Possono tuttavia essere usati altri metodi per i quali si possa dimostrare l'equivalenza dei risultati rispetto al metodo di riferimento".*

I campioni sono prelevati nella zona di respirazione dei singoli lavoratori: cioè entro una semisfera di 300 mm di raggio che si estende dinanzi alla faccia del lavoratore e misurata a partire dal punto di mezzo di una linea congiungente le sue orecchie.

Si usano filtri a membrana (esteri misti di cellulosa o nitrato di cellulosa) aventi diametro di 25mm, di porosità tra 0,8 e 1,2 micron, con reticolo stampato.

Si usa un portafiltro a faccia aperta provvisto di cappuccio metallico cilindrico, estendentesi tra 33 mm e 44 mm davanti al filtro e che permetta l'esposizione di un'area circolare di almeno 20 mm di diametro. Durante l'uso il cappuccio e' rivolto verso il basso.

Si usa una pompa portatile a batteria, portata sulla cintura o in una tasca del lavoratore. Il flusso deve essere esente da pulsazioni e la portata regolata inizialmente a 1 l/min  $\pm$  5%. Durante il periodo di campionamento la portata e' mantenuta entro  $\pm$  10% della portata iniziale.

Il tempo di campionamento e' misurato con una tolleranza del 2%.

Il carico di fibre ottimale sui filtri e' compreso tra 100 e 400 fibre/mmq.

In ordine di preferenza l'intero filtro, o un suo segmento, posto su un vetrino da microscopio, è reso trasparente mediante il metodo acetone - triacetina e coperto con vetrino coprioggetti.

Il numero medio di fibre per reticolo deve essere calcolato dividendo il numero delle fibre contate per il numero delle aree di reticolo esaminate. Il contributo al risultato finale del conteggio dovuto a segni del filtro o a contaminazione deve essere inferiore a 3 fibre per 100 aree di reticolo ed essere determinato con filtri "bianchi". Concentrazione di fibre nell'area - (numero di fibre per area di reticolo x area di esposizione del filtro): (area del reticolo x volume di aria prelevata).”

Le misure di sicurezza indicate dalla normativa specifica (misure tecniche, organizzative, procedurali), verranno adottate quando verranno raggiunti i limiti di esposizione previsti dalla normativa, cioè

– 0,1 fibre per centimetro cubo di aria (D.Lgs. 81/2008 Titolo IX, Art. 254),

La concentrazione limite delle fibre d’amianto nell’aria si intende espressa come media ponderata in rapporto ad un periodo di riferimento di 8 ore.

La determinazione della concentrazione di fibre aerodisperse potrà essere effettuata con prelievi su membrana e conteggi in microscopia elettronica a scansione (SEM); potrà essere utilizzata anche la microscopia elettronica a trasmissione (TEM).

#### Misure di sicurezza per la protezione dei lavoratori

Per quanto riguarda la sicurezza dei lavoratori, si farà riferimento a quanto indicato nel già citato Decreto legislativo 81/2008, “*Sostanze Pericolose*”

In particolare, negli 'Art. 249 e Art. 250 vengono identificate le attività soggette: *“tutte le attività lavorative nelle quali vi è rischio di esposizione alla polvere proveniente dall'amianto o dai materiali contenenti amianto”*.

Negli articoli 251 e 252, vengono fornite le misure tecniche, organizzative e procedurali (Articolo 251) e le misure igieniche (Articolo 252), che il datore di lavoro deve rispettare in caso di rischio amianto, ovvero, per il caso specifico in oggetto, nei casi in cui o il riscontro visivo o il risultato del monitoraggio periodico dell’aria dimostrassero la presenza di amianto nel luogo di lavoro.

Vengono anche fornite ulteriori indicazioni sulla gestione del rischio, tra cui norme sul controllo sanitario per i lavoratori (Articolo 253), i limiti di esposizione (Articolo 254,) e le misure di emergenza.

In ogni caso:

- Dovrà essere predisposta idonea unità di decontaminazione ad uso esclusivo degli addetti, dotata di doccia e lavello con acqua calda/fredda, nonché di servizi igienici, adeguatamente riscaldata nella stagione fredda; l'acqua di scarico di doccia e lavello dovrà essere depurata tramite adatto filtro.
- Ai lavoratori dovranno essere forniti mezzi personali di protezione, quali maschere con filtri di classe P3, tute monouso (*sostituite ad ogni interruzione del lavoro e comunque tutte le volte che sia necessario, ad esempio in caso di deterioramento*), guanti, ecc.
- Ai sensi dell'art. 243, 1° comma, del D.Lgs. n. 81/08, il datore di lavoro deve provvedere ad iscrivere i lavoratori esposti ad agenti cancerogeni, nell'apposito registro.
- Dovrà essere allegata al piano copia del giudizio d'idoneità degli operatori per la specifica mansione di rimozione amianto, rilasciato da parte del medico competente.

#### Dispositivi di protezione individuale

Le tematiche connesse con i dispositivi di protezione individuale (DPI), sono affrontate dalle direttive 89/686/CEE (sicurezza intrinseca dei DPI) e 89/656/CEE (sicurezza per l'uso dei DPI).

Queste direttive europee sono state recepite nella normativa nazionale con i decreti legislativi n. 475/1992 e n. 626/1994 (Titolo IV) e poi dal D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81.

Il D.Lgs. n. 475/1992 suddivide i DPI in tre categorie in rapporto alla crescente complessità di progettazione ed alla crescente pericolosità dei rischi dai quali i DPI devono salvaguardare.

Ai sensi del D.Lgs.475/1992 i DPI commercializzati a partire dal 1° gennaio 1995 devono essere accompagnati dalla dichiarazione di conformità CE e muniti del marchio CE. I DPI devono inoltre essere adeguati ai rischi da prevenire, senza di per sé comportare un rischio maggiore, devono essere adeguati alle condizioni esistenti sul luogo di lavoro, devono tenere conto delle esigenze ergonomiche e di salute dei lavoratori e devono potere essere adattati all'utilizzatore secondo le sue necessità.

Il D.Lgs n. 81/2008 inoltre prevede i seguenti Dispositivi di Protezione Individuali:

- della testa;
- degli occhi e del viso;
- delle vie respiratorie;
- delle mani;
- dei piedi;
- indumenti antipolvere.

In presenza di amianto i DPI consistono in:

- indumenti, tute integrali monouso con cappuccio;
- guanti di protezione;
- calzari a perdere;
- DPI delle vie respiratorie (maschere a filtro).

Per quanto riguarda i DPI delle vie respiratorie, il decreto del Ministero della Sanità 20 agosto 1999 tratta in particolare dei respiratori a filtro.

I respiratori a filtro contro il materiale particellare (e fibroso) possono essere di vario tipo e, a seconda del tipo, diverso è il grado di protezione offerto. Tale scelta deve essere fatta tenendo presente il grado di protezione richiesto in relazione alla concentrazione dell'inquinante.

Con riferimento alle maschere per amianto, si hanno le seguenti caratteristiche:

- filtro antipolvere tipo P3 (alta efficienza) a facciale totale;
- fattore di protezione non inferiore a 400;

dove per fattore di protezione (FP) si definisce il rapporto fra la concentrazione dell'inquinante nell'aria ambiente e quella presente all'interno del facciale, all'altezza delle vie respiratorie dell'utilizzatore.

Per quanto riguarda poi la manutenzione delle maschere occorre procedere alla pulizia ogni volta che sono state utilizzate, e precisamente *“i filtri devono essere tolti, sciacquati e riposti in un apposito contenitore”*.

#### Controllo materiali estratti

Il materiale estratto sarà classificato secondo la seguente procedura:

- D.Lgs. 152/06: accertamento in sito di deposito (frequenza da definirsi comunque inferiore a 1/5.000 mc);
- Caratterizzazione del materiale inteso come rifiuto, omologa per smaltimento e caratterizzazione per partite (1 ogni 500-1.000 mc).

Per i metodi di analisi dei materiali raccolti e i limiti di concentrazioni ammissibili, ci si atterrà a quanto indicato dallo stesso D.Lgs. 152/06.

Per le tecniche analitiche si farà riferimento al D. Min. Sanità 6 settembre 1994, Allegato 1 "Determinazione quantitativa dell'amianto in campioni di massa".

Nello specifico, le tecniche analitiche indicate nel citato decreto, sono la diffrattometria a raggi X (DRX) con metodo del filtro d'argento per la determinazione dell'amianto in campioni in cui è presente in concentrazioni superiori o uguali a 1% e la microscopia elettronica in scansione (SEM) per la determinazione dell'amianto in campioni in cui è presente in concentrazioni inferiori all'1%.

#### Trasporto materiale per lo stoccaggio e Stoccaggio provvisorio

Operativamente, quando lo scavo con la TBM si avvicina alle sezioni di scavo interessate dalla potenziale presenza di amianto, dovranno essere attivati campionamenti e analisi della qualità dell'aria e contemporaneamente dovranno essere prelevati campioni di smarino direttamente dal nastro trasportatore ed analizzati. Qualora i risultati dell'indagine dovessero indicare la presenza di amianto, verranno messi in atto misure di protezione per i lavoratori ed allestito un cantiere logistico costituito dalla serie di apprestamenti già indicati precedentemente.

I materiali verranno trasportati tramite l'utilizzo di mezzi con cassone coperto da un telo tipo copri/scopri, ovvero con nastro trasportatore chiuso, verso apposite zone previste per lo stoccaggio provvisorio e la caratterizzazione.. Tale materiale sarà stoccato in aree apposite e rintracciabili, separato da altre tipologie di materiale. Tali aree dovranno essere adeguatamente attrezzate con teli per la copertura provvisti di idonea zavorra. In prossimità di tali aree dovranno comunque essere predisposti dei monitoraggi delle polveri per il campionamento delle fibre di amianto nell'aria e la determinazione delle fibre di amianto nei campioni d'aria prelevati periodicamente con le stesse modalità e frequenze definite nei precedenti paragrafi.

I materiali verranno opportunamente imballati in big-bags per il conferimento a discarica. La ricerca delle discariche avverrà nelle successive fasi progettuali. Verranno ricercate le discariche sul territorio Italiano, qualora all'atto del conferimento non dovessero essere disponibili, verranno prese in considerazione le discariche presenti nei paesi membri della comunità europea.

## 2. Rocce uranifere

Nel caso di scavo di una galleria in ammassi rocciosi potenzialmente uraniferi dovrà essere prevista l'adozione di una serie interventi mirati alla protezione sanitaria delle popolazioni e dei lavoratori del cantiere, nonché alla protezione dell'ambiente.

Gli aspetti operativi e tecnologici connessi con l'avanzamento dello scavo di una galleria in ammassi rocciosi potenzialmente uraniferi possono essere considerati indipendenti dai metodi scavo impiegati (tradizionale o meccanizzato). I principali aspetti operativi, le possibili problematiche attese, le azioni da intraprendere e gli interventi da adottare possono essere raggruppati in un Piano di Gestione e di Monitoraggio articolato in più punti:

- Dovrà prima di tutto essere ben accertato e valutato il rischio radiologico. Andranno realizzati appropriati e specifici studi ed indagini geologiche mirati ad una reale definizione delle "dimensioni" e dell' "ubicazione" delle "mineralizzazioni uranifere".
- Dovrà essere eseguito un rilevamento geologico e mineralogico del fronte di scavo con impiego di appropriate apparecchiature di monitoraggio (es. contatore geiger portatile e lampade a fluorescenza).
- Dovrà essere approntato un sistema di rilevamento delle polveri in galleria mirato a controllare il rischio di inalazione. Ad esempio potrà essere predisposto il prelievo di particolato (polveri) e dei gas. I campioni, andranno quindi prelevati periodicamente e sottoposti a controlli radiometrici (spettrometria gamma e conteggio alfa totale).
- Dovrà essere progettato un sistema di monitoraggio in continuo costituito da sensori (geiger continuo) collegati al sistema di acquisizione dati e predisposti per generare segnali di attenzione/allarme. Tali dispositivi di rilevazione delle radiazioni gamma saranno collocati in posizioni significative: in corrispondenza del fronte di scavo, dietro la testa rotante e sul back-up (nel caso TBM) oppure in prossimità del fronte (nel caso di avanzamento in tradizionale con metodo D&B), sul nastro trasportatore del marino.
- Dovrà essere comunque eseguito il controllo con spettrometria gamma del materiale roccioso frantumato (smarino) mirato a valutare quantitativamente il contenuto di radioattività del materiale roccioso scavato, prima che questo sia allontanato dalla galleria.

La tipologia e la composizione delle misure di controllo radiologico della galleria in costruzione devono essere adeguatamente definite sulla base dei risultati delle indagini geologiche preliminari allo scavo. Le

caratteristiche giacimentologiche e geochimiche delle eventuali mineralizzazioni attese potranno orientare la definizione di un piano operativo per il contenimento del rischio radiologico basato su due aspetti fondamentali:

1. La capacità di individuare con precisione le masse rocciose contenenti le mineralizzazioni uranifere;
2. La possibilità di realizzare all'interno dello stesso massiccio roccioso scavato le condizioni ottimali per il confinamento dello smarino uranifero.

Tutti gli operatori presenti nell'ambiente di lavoro sotterraneo dovranno essere sottoposti al controllo radiologico e dosimetria personale, in funzione della presenza di livelli mineralizzazione uranifera. Dovrà essere predisposto un sistema di rilevamento delle polveri anche nelle aree di superficie del cantiere. Relativamente alle acque, sia quelle impiegate per lo scavo che quelle naturali andranno regolarmente sottoposte a misure mirate a determinare il contenuto di radionuclidi sciolti o in sospensione. Sarà importante programmare ed eseguire una simile campagna di misure prima dell'inizio dei lavori, in modo tale che i dati di partenza rappresentino un "punto zero" in vista delle successive valutazioni di impatto post operam.

L'altra fonte principale di rischio radiologico connesso alla realizzazione di opere in sotterraneo o alla permanenza di persone nel sottosuolo è data dal Radon che è originato dai minerali uraniferi della crosta terrestre. Il Radon è un gas radioattivo, incolore, prodotto dal decadimento di tre nuclidi capostipiti che danno luogo a tre diverse famiglie radioattive e si forma principalmente in seguito alla disintegrazione dell'uranio, e la sua disintegrazione, a sua volta, dà luogo ad altri elementi radioattivi e infine al Piombo che è stabile. È il più pesante dei gas conosciuti (densità 9.72 g/l a 0 °C, 8 volte più denso dell'aria). Il radon si diffonde nell'aria dal suolo.

Il mantenimento del livello di concentrazione del Radon (Rn222) al di sotto del valore di soglia (pari a 500 Bq/m<sup>3</sup> nel DLgs241/2000, misurata come media annuale) è connesso con un efficiente funzionamento del sistema di ventilazione della galleria. Nel caso di sospensioni dei lavori di scavo o di fermi del sistema di ventilazione, l'accesso del personale alle zone di lavoro potrà essere consentito dopo un adeguato lasso di tempo dalla ripresa del funzionamento del sistema di ventilazione.

## **2.1. Misure di sicurezza per i lavoratori**

In generale, si deve provvedere con mezzi idonei alla eliminazione o riduzione delle radiazioni; ad esempio, l'attivazione di ventilatori durante i lavori in galleria permette la diluizione degli eventuali gas radioattivi.

Si devono applicare le indicazioni operative di seguito elencate.

- Valutare l'eventuale presenza di Radon, anche tenendo conto dell'individuazione delle zone o luoghi di lavoro con alta probabilità di presenza di elevate concentrazioni di radon effettuata dalle Regioni e dalle Province autonome;
- Entro 24 mesi dall'inizio dei lavori occorre effettuare le misurazioni per mezzo di Organismi riconosciuti o, in assenza di questi, da organismi idoneamente attrezzati, che rilascino una relazione tecnica, contenente il risultato delle misurazioni; in caso risulti superato il livello di azione ( $500 \text{ Bq/m}^3$ ), l'esercente dovrà avvalersi di un esperto qualificato (tecnico iscritto nell'elenco istituito presso l'ispettorato medico centrale del lavoro), anche facente parte dello stesso organismo che effettua le misurazioni.

Il datore di lavoro, in base alle indicazioni dell'esperto qualificato, pone in essere tutte le necessarie azioni di rimedio, idonee a ridurre le grandezze misurate al di sotto del predetto livello, tenendo conto del principio di ottimizzazione, e procedendo successivamente alla misurazione al fine di verificare l'efficacia delle suddette azioni. Le misurazioni devono essere ripetute entro un anno se i valori rilevati raggiungono l'80% del valore d'azione ( $400 \text{ Bq/m}^3$ ), diversamente dovranno essere ripetute entro i tre anni.

1. L'esperto qualificato verifica l'esistenza di lavoratori esposti che sono suscettibili di superare in un anno solare uno o più dei seguenti valori:

- a) 1 mSv di dose efficace;
- b) 15 mSv di dose equivalente per il cristallino;
- c) 50 mSv di dose equivalente per la pelle, calcolato in media su  $1 \text{ cm}^2$  qualsiasi di pelle, indipendentemente dalla superficie esposta;
- d) 50 mSv di dose equivalente per mani, avambracci, piedi, caviglie.

L'esperto qualificato determina la categoria di appartenenza di ogni lavoratore eventualmente esposto; le categorie si distinguono in:

- categoria A - lavoratori suscettibili di superare in un anno 6 mSv di dose efficace oppure i tre decimi dei limiti di dose fissati per cristallino, pelle, mani, avambracci, piedi e caviglie;
- categoria B - lavoratori esposti non in categoria A.

2. Attivare la sorveglianza medica preventiva e periodica in funzione della categoria dei lavoratori esposti:

- per i lavoratori di categoria A deve essere effettuata almeno ogni sei mesi;
- per i lavoratori classificati in categoria B deve essere effettuata almeno una volta all'anno.

Il datore di lavoro deve affidare la "sorveglianza medica" a:

- "medici autorizzati" per i lavoratori classificati in Categoria A;
- "medici autorizzati o medici competenti" per i lavoratori classificati in Categoria B.

Il medico autorizzato, oltre a possedere il titolo di medico competente, deve essere iscritto in un elenco nominativo depositato presso l'Ispettorato medico centrale del lavoro, dopo aver superato una prova di idoneità.

#### Istruzioni per gli addetti

I lavoratori esposti devono:

- osservare le disposizioni impartite dal datore di lavoro o dai suoi incaricati, ai fini del corretto utilizzo delle protezioni collettive, delle protezioni individuali e dei mezzi di sorveglianza dosimetrica;
- segnalare immediatamente al datore di lavoro, al dirigente o al preposto le deficienze dei mezzi di protezione e di sorveglianza dosimetrica, nonché le eventuali condizioni di pericolo di cui vengono a conoscenza;
- non rimuovere né modificare, senza averne ottenuto l'autorizzazione, i mezzi di protezione collettiva, di segnalazione e di misurazione;

- non compiere, di propria iniziativa, operazioni o manovre che non sono di loro competenza o che possono compromettere la sicurezza;
- sottoporsi, quando previsto, alla sorveglianza medica.

Qualora i lavoratori svolgano le lavorazioni con esposizione a radiazioni ionizzanti per più imprese, devono informare i datori di lavoro interessati al fine del rispetto dei limiti di dose.

Analoga informazione deve essere resa per eventuali attività pregresse.

### Procedure di emergenza

Dopo ogni esposizione anomala i datori di lavoro, i dirigenti ed i preposti, nell'ambito delle rispettive attribuzioni e competenze, devono acquisire dall'esperto qualificato una apposita relazione tecnica, dalla quale risultino le circostanze ed i motivi dell'esposizione stessa, nonché la valutazione delle dosi assorbite, relativamente ai lavoratori interessati.

Il datore di lavoro deve provvedere affinché i lavoratori, che sono stati esposti a livelli di radiazioni considerati eccessivi, siano sottoposti a decontaminazione ed a visita medica eccezionale. Il medico autorizzato può decidere di allontanare il lavoratore dal posto di lavoro, informando la Direzione Provinciale del Lavoro e gli Organi del Servizio Sanitario Nazionale competenti per territorio.

### Informazione e formazione

Sulla base delle indicazioni della relazione dell'esperto qualificato, occorre effettuare l'attività di informazione e formazione dei lavoratori in merito alla radioprotezione ed in particolare:

- sui rischi specifici cui sono esposti,
- sulle norme di protezione sanitaria,
- sulle conseguenze derivanti dalla mancata osservanza delle prescrizioni mediche,
- sulle modalità di esecuzione del lavoro,
- sulle norme aziendali di sicurezza relative al rischio di radiazioni ionizzanti di origine naturale.

Le norme aziendali di sicurezza devono essere consultabili nei luoghi frequentati dai lavoratori ed in particolare nelle zone controllate.

Una specifica formazione deve essere fornita ai soggetti preposti alla gestione delle emergenze.

### Segnaletica

Una segnaletica appropriata deve essere installata in corrispondenza degli accessi al cantiere e in corrispondenza delle fonti di rischio per segnalare la presenza di radiazioni ionizzanti.

Sulla base delle indicazioni della relazione dell'esperto qualificato, occorre segnalare negli ambienti di lavoro a rischio il tipo di zona, la natura delle sorgenti ed i relativi tipi di rischio.

L'accesso a tali ambienti di lavoro deve essere adeguatamente regolamentato.