POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile

Tesi di Laurea Magistrale

SICUREZZA NELLO SCAVO CON ESPLOSIVO IN PRESENZA DI AMIANTO

Relatore:

Prof. Ing. Fabio Manzone

Correlatori:

Ing. Paolo Vigone

Ing. Cristiano Ferrero

Candidato:

Wenceslao Santiago Frisicaro

A.A. 2019/2020

A mis padres
quienes son mi
final support

ABSTRACT

Lo scavo di gallerie in ammassi rocciosi contenenti amianto in matrice naturale non ha precedenti significativi nel tunneling, molto limitati a livello sperimentale e poco sviluppati anche nella teoria. Tutta la normativa esistente in materia di Amianto si riferisce interamente alle attività di bonifica industriale di siti contaminati dalla presenza di manufatti contenenti amianto. Pertanto, ad oggi non è stata contemplata nessuna regolamentazione circa il peculiare contesto di scavo di una galleria in ammasso roccioso contenente fibre di amianto in matrice minerale. Il lavoro qui presente vuole far fronte a tale lacuna: lo scopo è di dimostrare che i documenti di codice di scavo CoCIV e CTG nell'opera del Terzo Valico sono stati redatti in modo tale da fornire informazioni sufficienti per offrire una buona base per futuri lavori di scavo in gallerie con presenza di amianto.

In primo luogo, si analizzeranno i sopraindicati documenti al fine di identificare le procedure di sicurezza che sono state sviluppate, e si studieranno le diverse normative esistenti di tutela della salute e sicurezza dei lavoratori ed altri documenti generali di riferimento, come il Protocollo Gestione Amianto. Seguirà una comparazione e riorganizzazione delle informazioni ottenute, rivolte a una chiara esposizione del contenuto dei documenti osservati. In definitiva, l'analisi proposta diffonde le misure basiche sulla sicurezza nello scavo con esplosivo in presenza di amianto, informa sulla normativa in vigore in Italia, sui rischi e sulle linee guida. L'elaborato è redatto in forma sistematica e assume un'altra prospettiva rispetto ai documenti CoCIV e CTG. È importante sottolineare che non si userà uno stile prescrittivo, ma illustrativo, perché faciliti future documentazioni. In altri termini, il lavoro presentato è stato concepito per la diffusione accademica, obbiettivo comune ad ogni tesi di Laurea Magistrale.

Within the subject of tunnelling, the excavation of tunnels in rock masses that contain asbestos doesn't find relevant literature. It has also been considered very little both on an experimental and theory levels. The existing legislation on Asbestos is entirely about decontamination of industrial sites polluted by products containing asbestos. Therefore, until now, no regulation on the peculiar situation of tunneling rock masses containing asbestos fibers in mineral form has been recognized. The following paper wishes to fill this gap: the objective is to show how the CoCIV and CTG excavation code documents for the construction of the Terzo Valico provide the sufficient information that makes a good base for future activities of tunneling with presence of asbestos.

Firstly, the above-mentioned documents will be analysed, aiming at identifying the safety procedures that have been developed, together with the existing regulations on workers' safety and health and similar documents, such as Protocollo Gestione Amianto. Next, a comparison and a rearrangement of the data will be presented, in order to clarify even more the content of the codes and the other documents.

All in all, the following analysis exposes the basic safety measures during the excavation with explosive and with the presence of asbestos and it advises on the Italian existing legislation about this, the risks and the guidelines.

The paper has been written systematically and under a different perspective than the examined documents. It is also worth mentioning that there will not be prescriptions, but an explanation that wants to help future works within the issue. In fact, the paper is meant for academic distribution, the usual purpose of master's degree theses

INDICE

ABSTRACT **1**
INTRODUZIONE **10**
I. SCAVO CON ESPLOSIVO **15**

1.1. PERFORAZIONE DEI FORI DA MINA 16
1.2. CARICAMENTO DELLA VOLATA 16
1.3. BRILLAMENTO 18
1.4. SFUMO 19
1.5. CONTROLLI E ISPEZIONI DOPO LO SPARO 19
1.6. SMARINO 19
1.7. PRE-SPRITZ BETON 20
1.8. POSA CENTINA 20
1.9. SPRITZ BETON DI PRERIVESTIMENTO 21

II. SCAVO IN PRESENZA DI AMIANTO **22**

2.1. PROCESSO DI DECISIONE NEL TERZO VALICO 23
2.2. CARATTERIZZAZIONE DEL MATERIALE DA SCAVO 24

2.2.1. Controllo del fronte di scavo 24
2.2.2. Sondaggi 25
2.2.3. Campionamento del fronte non scavato 26
2.2.4. Campionamento del materiale già scavato 27
2.2.5. Frequenze di campionamento 28

2.3. LIVELLI DI RISCHIO DI AMIANTO LR-0 – LR-1 – LR-2 28
2.4. FASI “IN SCAVO” E “IN NON SCAVO” 31

III. SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO TENDENZIALMENTE NULLO LR-0 33

3.1. ZONIZZAZIONE DELL’AREA DI CANTIERE 34

3.1.1. Zona “A” – Galleria 35
3.1.2. Zona “B” – Piazzale esterno di cantiere 37
3.1.3. Zona “C” – Locale filtropressa 39
3.1.4. Zona “D” – Ribaltina 40
3.1.5. Attribuzione dei Livelli di Rischio alle singole zone 41

3.2. DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE 44
3.3. LAVAGGIO GALLERIA E APPRESTAMENTI IMPIANTISTICI 44
3.4. INFORMAZIONE RISCHIO AMIANTO 45
3.5. INFORMAZIONE ED ADDESTRAMENTO DPI DI PROTEZIONE DELLE VIE RESPIRATORIE 45
3.6. MISURE GENERALI DI PREVENZIONE E PROTEZIONE 45
3.7. MONITORAGGIO IN AMBIENTE VITA 46

IV. SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO BASSO LR-1 49

4.1. ZONIZZAZIONE DELL’AREA DI CANTIERE 50

4.1.1. Zona “A” – Tratto di galleri tra il fronte e la barriera d’acqua 51
4.1.2. Zona “B” – Area di lavaggio di persone e mezzi 52
4.1.3. Zona “C” – Tratto di galleria tra l’imbocco e le aree di lavaggio 55
4.1.4. Zona “D” – Piazzale esterno di cantiere 55
4.1.5. Zona “E” – Locale filtropressa 56
4.1.6. Zona “F” – ribaltina 56
4.1.7. Spostamento degli apprestamenti impiantistici 56
4.1.8. Attribuzione dei Livelli di Rischio alle singole zone 57

4.2. DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE 61
4.3. PROCEDURA DI LAVAGGIO DEL PERSONALE 62
4.4. PROCEDURA DI LAVAGGIO DEI MEZZI 64
4.5. PULIZIA DELL’INTERNO DELLE CABINE DEI MEZZI 64
4.6. LAVAGGIO GALLERIA E APPRESTAMENTI IMPIANTISTICI 65
4.7. PULIZIA DELLE AREEE DI LAVAGGIO 65

4.8. INFORMAZIONE RISCHIO AMIANTO 66
4.9. FORMAZIONE DEL PERSONALE 66
4.10. INFORMAZIONE ED ADDESTRAMENTO DPI DI PROTEZIONE DELLE VIE RESPIRATORIE 67
4.11. MISURE GENERALI DI PREVENZIONE E PROTEZIONE 67
4.12. MONITORAGGIO IN AMBIENTE VITA 68

V. SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO ALTO LR-2 69

5.1. ZONIZZAZIONE DELL'AREA DI CANTIERE 70

5.1.1. Zona "A" – Tratto di galleria tra il fronte e la 2ª compartimentazione 71
5.1.2. Zona "B" – Tratto di galleria tra la 1ª e la 2ª compartimentazione 77
5.1.3. Zona "C" – Tratto di galleria tra l'imbocco e la 1ª compartimentazione 81
5.1.4. Zona "D" – Piazzale esterno di cantiere 83
5.1.5. Zona "E" – Impianto di confezionamento big bags 85
5.1.6. Zona "F" – Locale filtropressa 87
5.1.8. Spostamento degli apprestamenti impiantistici 87
5.1.9. Attribuzione dei Livelli di Rischio alle singole zone 89

5.2. DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE 93
5.3. PROCEDURA DI DECONTAMINAZIONE DEL PERSONALE 94
5.4. PROCEDURA DI DECONTAMINAZIONE DEI MEZZI 97
5.5. PULIZIA DELL'INTERNO DELLE CABINE DEI MEZZI 97
5.6. CABINA IN SOVRAPPRESSIONE, CASSONE A TENUTA E TELI DI CHIUSURA 98
5.7. LAVAGGIO GALLERIA E APPRESTAMENTI IMPIANTISTICI 99
5.8. PULIZIA DELL'UNITÀ DI DECONTAMINAZIONE 99
5.9. OPERAZIONE STOCCAGGIO BIG BAGS 100
5.10. INFORMAZIONE RISCHIO AMIANTO 100
5.11. FORMAZIONE DEL PERSONALE 100
5.12. INFORMAZIONE ED ADDESTRAMENTO DPI DI PROTEZIONE DELLE VIE RESPIRATORIE 101

5.13. MISURE GENERALI DI PREVENZIONE E PROTEZIONE 102
5.14. MONITORAGGIO IN AMBIENTE VITA 102

VI. MISURE SCAVO CON ESPLOSIVO IN PRESENZA DI AMIANTO 104
VII. MISURE IN PRESENZA DI GAS METANO 110
VIII. AZIONI INTRAPRESE DAL CSE 114
CONCLUSIONE 117
BIBLIOGRAFIA 120

Ringraziamenti

INDICE FIGURE

Figura 1: A sinistra la linea ferroviaria AV/AC del Terzo Valico (CoCIV. "Il tracciato". Estratto da https://www.terzovalico.it/progetto/il-tracciato.html. Verificato il 14/03/2020). A destra il Corridoio Reno-Alpi (Dr. Nollert, M. e Niedermaier M., 2019, p.5), ... 11
Figura 2: Perforazione dei fori di mina 16
Figura 3: Caricamento della volata 18
Figura 4: Smarino 20
Figura 5: Posa centina 21
Figura 6: Spritz beton di prerivestimento 21
Figura 7: Esecuzioni di carotaggi al fronte (CoCIV, 2017a, p.54) 26
Figura 8: Griglia di riferimento (Osservatorio Ambientale, 2018, p.35) 26
Figura 9: Prelievo dal Fronte di Scavo (Osservatorio Ambientale, 2018, p.35) 27
Figura 10: Cumulo al piede del fronte e cumulo nella ribaltina di cantiere 28
Figura 11: Cartellonistica di cantiere per "Livello di Rischio amianto" 31
Figura 12: Zonizzazione dell'area di cantiere - Scavo con Livello di Rischio LR-0 34
Figura 13: Zona "A" Apprestamenti impiantistici - Scavo con Livello di Rischio LR-0 35
Figura 14: A sinistra carro di impermeabilizzazione a destra fronte di scavo. 36
Figura 15: Arco con ugelli di nebulizzazione ad acqua 36
Figura 16: Tubazione Flessibile 37
Figura 17: Piazzale esterno di cantiere 38
Figura 18: Impianto lava ruote 38
Figura 19: Stazione premente 39
Figura 20: Locale filtropressa - Scavo con Livello di Rischio LR-0 40
Figura 21: Impianto di irrorazione a ventaglio e muri 41
Figura 22: Campionatore sequenziale (Consorzio Tunnel Giove, 2019, p.22) 42
Figura 23: Attribuzione dei Livelli di Rischio alle singole zone - Scavo con Livello di Rischio LR-0 43
Figura 24: Automezzo per lavaggio di superfici in cantiere 44
Figura 25: Cinture di monitoraggio (Osservatorio Ambientale, 2018, p.49) 47
Figura 26: Zonizzazione dell'area di cantiere - Scavo con Livello di Rischio LR-1 50
Figura 27: Zona "A" Apprestamenti impiantistici - Scavo con Livello di Rischio LR-1 51
Figura 28: Arco con ugelli di nebulizzazione ad acqua 52
Figura 29: Zona "B" Apprestamenti impiantistici - Scavo con Livello di Rischio LR-1 53
Figura 30: Area di lavaggio personale 54
Figura 31: Area di lavaggio di persone e mezzi 54
Figura 32: Zona "C" Apprestamenti impiantistici - Scavo con Livello di Rischio LR-1 55
Figura 33: Attribuzione dei Livelli di Rischio alle singole zone - Scavo con Livello di Rischio LR-1 60
Figura 34: Aspiratore con filtri HEPA - Scavo con Livello di Rischio LR-1 (CoCIV, 2017a, p.46) 65

FIGURA 35: ZONIZZAZIONE DELL'AREA DI CANTIERE - SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO LR-2 (COCIV, 2017A, P.16. CON MODIFICHE) 71
FIGURA 36: ZONA "A" APPRESTAMENTI IMPIANTISTICI - SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO LR-2 (COCIV, 2017A, P.17. CON MODIFICHE) 71
FIGURA 37: COMPARTIMENTAZIONE FISICA CON CHIUSURA ATTRAVERSO TELO IN PVC 72
FIGURA 38: COMPARTIMENTAZIONE FISICA CON CHIUSURA ATTRAVERSO PORTONE AUTOMATICO 73
FIGURA 39: A SINISTRA COMPARTIMENTAZIONI FISICHE CON LAME D'ACQUA (CONSORZIO TUNNEL GIOVI, 2018, P.17). A DESTRA DETTAGLIO DELLE LAME D'ACQUA INSTALLATE SULLE COMPARTIMENTAZIONI FISICHE 73
FIGURA 40: CANNONE NEBULIZZATORE "CANNON FOG" 74
FIGURA 41: TUBAZIONE RÍGIDA (COCIV, 2017A, P.20) 75
FIGURA 42: CAPPA CONVOGLIAMENTO POLVERI E FUMI (COCIV, 2017A, P.20) 76
FIGURA 43: BOOSTER ZONA A-B 76
FIGURA 44: ZONA "B" APPRESTAMENTI IMPIANTISTICI - SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO LR-2 (COCIV, 2017A, P.22. CON MODIFICHE) 77
FIGURA 45: UNITÀ DI DECONTAMINAZIONE MEZZI 78
FIGURA 46: SCHEMA UNITÀ DI DECONTAMINAZIONE PERSONALE (COCIV, 2017A, P.24) 80
FIGURA 47: A SINISTRA UNITÀ DI DECONTAMINAZIONE PERSONALE (COCIV, 2017A, P.25). A DESTRA LOCALE DOCCIA 80
FIGURA 48: TUNNEL DI ACCESSO E USCITA 81
FIGURA 49: ZONA "C" APPRESTAMENTI IMPIANTISTICI - SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO LR-2 (COCIV, 2017A, P.26. CON MODIFICHE) 82
FIGURA 50: UNITÀ DI DEPOLVERAZIONE 82
FIGURA 51: STAZIONE DI VENTILAZIONE ASPIRANTE 83
FIGURA 52: SERBATOI DI ACCUMULO UNITÀ DI ULTRAFILTRAZIONE 84
FIGURA 53: SCHEMA DEL CICLO DELLE ACQUE CON UNITÀ DI ULTRAFILTRAZIONE 85
FIGURA 54: CAPANNONE CONFEZIONAMENTO BIG BAGS MANUALE 86
FIGURA 55: CAPANNONE CONFEZIONAMENTO BIG BAGS AUTOMATICO 86
FIGURA 56: LOCALE FILTROPRESSA - SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO LR-2 87
FIGURA 57: ATTRIBUZIONE DEI LIVELLI DI RISCHIO ALLE SINGOLE ZONE - SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO LR-2 (COCIV, 2017A, P.39. CON MODIFICHE) 92
FIGURA 58: GUARNIZIONE DI TENUTA (COCIV, 2017A, P.45) 98
FIGURA 59: SCHEMA PROCEDURA DI PULIZIA UNITÀ DI DECONTAMINAZIONE PERSONALE (COCIV, 2017A, P.47) 99
FIGURA 60: DEPOSITO DI BIG BAGS 100
FIGURA 61: SENSORE GAS METANO 111
FIGURA 62: SCHEMA DEL SISTEMA DI VENTILAZIONE (COCIV, 2017B, P.10) 112

INDICE TABELLE

TABELLA 1: MONITORAGGIO DELL'"AERODISPERSO" IN AMBIENTE DI LAVORO - SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO LR-0 42
TABELLA 2: ATTRIBUZIONE DEI LIVELLI DI RISCHIO ALLE SINGOLE ZONE - SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO LR-0 43
TABELLA 3: DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE - SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO LR-0 ... 44
TABELLA 4: INFORMAZIONE DI CARATTERE GENERALE LAVORATORI (COCIV, 2017A, P.48) 45
TABELLA 5: FREQUENZE DI MONITORAGGIO DELL'"AERODISPERSO" AMBIENTE VITA - SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO LR-0 (OSSERVATORIO AMBIENTE, 2018, P.60. CON MODIFICHE) 48
TABELLA 6: SPOSTAMENTO DEGLI APPRESTAMENTI IMPIANTISTICI IN GALLERIA - SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO LR-1 57
TABELLA 7: MONITORAGGIO DELL'"AERODISPERSO" IN AMBIENTE DI LAVORO - SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO LR-1 58
TABELLA 8: ATTRIBUZIONE DEI LIVELLI DI RISCHIO ALLE SINGOLE ZONE - SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO LR-1 59
TABELLA 9: DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE ZONA "A" E "B" - SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO LR-1 62
TABELLA 10: DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE PER LE ALTRE ZONE - SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO LR-1 62
TABELLA 11: FREQUENZE DI MONITORAGGIO DELL'"AERODISPERSO" AMBIENTE VITA - SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO LR-1(OSSERVATORIO AMBIENTE, 2018, P.60. CON MODIFICHE) 68
TABELLA 12: SPOSTAMENTO DEGLI APPRESTAMENTI IMPIANTISTICI IN GALLERIA - SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO LR-1 (COCIV, 2017A, P.34. CON MODIFICHE) 88
TABELLA 13: MONITORAGGIO DELL'"AERODISPERSO" IN AMBIENTE DI LAVORO IN SOTTERRANEO - SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO LR-2 (COCIV, 2017A, P.63) 89
TABELLA 14: MONITORAGGIO DELL'"AERODISPERSO" IN AMBIENTE DI LAVORO INTERNO CABINE DEI MEZZI - SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO LR-2 (COCIV, 2017A, P.63) 90
TABELLA 15: MONITORAGGIO DELL'"AERODISPERSO" IN AMBIENTE DI LAVORO UDP E SPOGLIATOIO ESTERNO - SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO LR-2 (COCIV, 2017A, P.63) 90
TABELLA 16: ATTRIBUZIONE DEI LIVELLI DI RISCHIO ALLE SINGOLE ZONE - SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO LR-2 (COCIV, 2017A, P.38. CON MODIFICHE) 91
TABELLA 17: DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE ZONA "A" E "B" - SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO LR-2 (COCIV, 2017A, P.40 E P.41) 94
TABELLA 18: DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE PER LE ALTRE ZONE - SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO LR-2 (COCIV, 2017A, P.41) 94
TABELLA 19: FREQUENZE DI MONITORAGGIO DELL'"AERODISPERSO" AMBIENTE VITA - SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO LR-2 (OSSERVATORIO AMBIENTE, 2018, P.60. CON MODIFICHE) 103

INTRODUZIONE

"The old description of mining work as 'Dark, dirty and dangerous' had definitively become out of date and irrelevant. Instead of being almost unpredictable and uncertain mining had become highly predictable. Some of the old miners meant that the original charm of mining was somewhat lost when all worked according to plans, but no one really wanted the old risky ways and days back".

Lööw J., Johansson B. e Andersson E., p.78

Lo studio di questa tesi è stato realizzato durante la costruzione della linea ferroviaria AV/AC (alta capacità veloce) del Terzo Valico dei Giovi. L'opera, cominciata nel 2012 si sviluppa nel nord di Italia tra le città di Genova e Tortona, attraversando le regioni di Liguria e Piemonte. La linea collegherà il porto di Genova con il nord Italia e il resto d'Europa formando parte del corridoio Reno-Alpi, una delle reti commerciali più trafficate d'Europa e appartenente alla Rete Transeuropea di Trasporto (rete TEN-T).

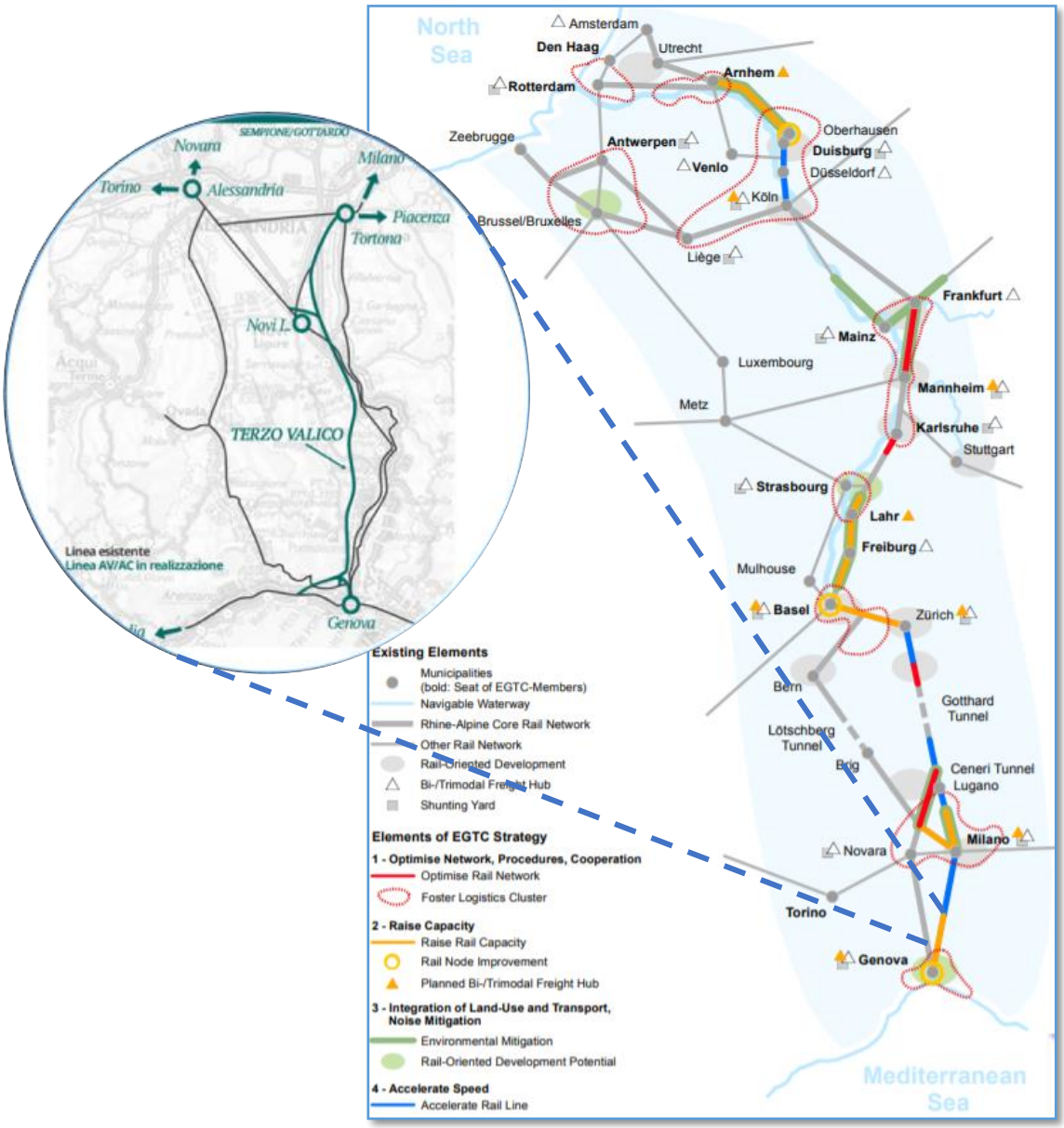

Figura 1: A sinistra la linea ferroviaria AV/AC del Terzo Valico (CoCIV. "Il tracciato". Estratto da https://www.terzovalico.it/progetto/il-tracciato.html. Verificato il 14/03/2020). A destra il Corridoio Reno-Alpi (Dr. Nollert, M. e Niedermaier M., 2019, p.5),

Attualmente, le merci che arrivano dall'Estremo Oriente passando dal Mar Mediterraneo destinate all'Italia o all'Europa centrale sono scaricate nei porti del Mare del Nord invece che nel porto di Genova, nonostante sia necessaria una navigazione più lunga. Il Terzo Valico permetterà un nuovo piano di sviluppo commerciale che prima le linee stradali e ferroviarie non permettevano. Il corridoio Reno-Alpi collega il mar Mediterraneo con il mare del Nord mediante una rete tra il porto di Genova e quello di Rotterdam, Amsterdam e Anversa, attraversando la Svizzera e la Germania. La rete comprende ferrovie, strade, aeroporti, porti, e il Reno come via di navigazione interna. Infine, l'incorporazione della linea ferroviaria AV/AC del Terzo Valico determina una diminuzione del traffico stradale di mezzi pesanti il quale, trasferito alle ferrovie, porta a una diminuzione della durata del trasporto e dell'inquinamento, a fronte di una maggiore sicurezza.

Il progetto del Terzo Valico consiste nella realizzazione di 53 km di ferrovia, 37 dei quali saranno percorsi in gallerie scavate con il metodo tradizionale (martello demolitore ed esplosivo) e meccanizzato (TBM). In particolare, lo scavo delle gallerie è stato rallentato dalla scoperta della presenza di amianto all'interno dell'ammasso roccioso, un materiale molto fibroso che compromette la salute delle persone se le sue fibre disperse in aria vengono inalate.
Lo scavo di una galleria in presenza di amianto in matrice minerale è un argomento mai affrontato in Italia dopo l'emanazione, nel 1992, della legge relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto. Perciò, non esiste nessuna regolamentazione in materia di sicurezza da adottare come riferimento.

Per fare fronte a questa problematica nell'esecuzione della nuova linea ferroviaria AV/AC, si sono formati tavoli tecnici allo scopo di definire gli impianti, le macchine e le procedure da adottare.

Queste indicazioni sono state redatte in diversi documenti; questa trattazione intende studiare, nello specifico, i codici di scavo delle imprese CoCIV e CTG sviluppati con l'esperienza acquisita nello scontrarsi direttamente col suddetto problema. Ulteriormente, la redazione dei codici di scavo ha tenuto in considerazione le normative e metodologie tecniche delle attività di bonifica e smaltimento industriale di siti contaminati dalla presenza di manufatti contenenti amianto DM 06-09-1994. Inoltre, si sono attenuti al D.Lgs. 81/2008

(Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro) e all'osservazione di quanto previsto dal "Protocollo Gestione Amianto" redatto dall'Osservatorio Ambientale per il Terzo Valico.

Lo scopo di questo lavoro è di comparare e riorganizzare le informazioni contenute in questi codici seguendo percorsi logici e procedurali, al fine di definire future linee guida da adottare come riferimento tecnico nei cantieri che incorressero in una problematica analoga.

Il suddetto lavoro si incentra sul metodo di avanzamento nello scavo con esplosivo, per motivi di interesse e per l'estensione che servirebbe per coprire tutte le metodologie di scavo.

La tesi si apre con una sintetica descrizione delle diverse fasi che avvengono nel ciclo di scavo con esplosivo senza presenza di amianto. Dopo aver descritto le caratteristiche dello scavo in presenza di amianto, verranno riprese tali fasi e modificate con l'aggiunta delle misure di prevenzione e protezione dovute all'amianto.

In seguito, ci si concentrerà nello specifico sull'amianto, su come la sua presenza è stata affrontata nel corso dei lavori relativi al Terzo Valico e sui criteri per la caratterizzazione del materiale secondo il "Protocollo Gestione Amianto".

Si tratterà dei criteri di valutazione del Livello di Rischio, definiti dall'amianto aerodisperso, e dei diversi Livelli di Rischio di scavo, seguiti dalla dettagliata descrizione delle misure e procedure da attuare nelle diverse gallerie. Sarà così possibile descrivere l'evoluzione della suddivisione dei cantieri, a partire da una prima zonizzazione, nel caso tradizionale, per poi compararla con quella che si adotta al crescere dei rischi. Inoltre, alla descrizione delle diverse zone dei cantieri sarà affiancata quella delle attrezzature, degli impianti, dei sistemi di ventilazione, nebulizzazione e decontaminazione, dei cicli delle acque, delle procedure di lavaggio e monitoraggio, dei DPI e delle formazioni del personale richieste.

Un capitolo sarà dedicato alle misure da affrontare nel caso in cui fosse presente, oltre ad amianto, gas metano, per l'importanza che quest'ultimo ha ricoperto negli scavi degli ultimi anni in Italia.

Infine, dal momento che lo studio di questo lavoro si è svolto all'interno dell'ufficio del Coordinatore di Sicurezza in fase Esecutiva (CSE), esercitato dalla società di ingegneria IEC srl di Torino, si descriveranno le azioni intraprese da questa figura deputata alla verifica e

controllo del rispetto delle procedure in materia di salute e sicurezza nella costruzione del Terzo Valico.

Capitolo I

SCAVO CON ESPLOSIVO

Lo scavo di una galleria con esplosivo, detto “drill and blast”, è un ciclo che intende frantumare e rimuovere volumi cilindrici di ammasso roccioso, di cui la sezione trasversale è detta fronte di scavo, mentre la lunghezza è lo sfondo dell’avanzamento.
Il ciclo è composto dalle fasi di realizzazione di fori, collocazione dell’esplosivo, abbattimento del materiale per mezzo della volata e rimozione del volume scavato. Il risultato è un nuovo fronte di scavo avanzato di una certa lunghezza rispetto a quello prima della volata. Questa lunghezza viene detta sfondo dello scavo e misura circa 3 m. Infine, il ciclo di scavo si conclude con le fasi di collocazione delle centine e dello spritz beton di prerivestimento.
Il metodo “drill and blast” si utilizza nel caso di scavo di gallerie in roccia dura e la volata viene progettata secondo le condizioni geotecniche del materiale da scavare. In altre parole, si realizza uno schema di volata per realizzare un abbattimento controllato ed ottenere come risultato finale un materiale di dimensioni specifiche.
La normativa vigente in materia di prevenzione infortuni sul lavoro nello scavo di gallerie, DPR 320/56, tratta l’impiego di esplosivi al capo VII.
In seguito, avviene la descrizione del ciclo di avanzamento nello scavo con esplosivo, con lo scopo di identificare le fasi di lavoro per riconoscerle durante i successivi capitoli.

1.1. PERFORAZIONE DEI FORI DA MINA

La prima fase dell'attività di scavo con esplosivo è il tracciamento dei fori da mina, che identifica i punti dove si realizzeranno i fori per mezzo di vernice spray, attenendosi allo schema di volata.

Prima dell'attività di perforazione, si realizza una vasca naturale ai piedi del fronte di scavo tramite escavatore. In questa si raccoglie l'acqua di perforazione e si convoglia tramite pompe fino all'impianto di trattamento acque del cantiere.

Dopo l'allontanamento delle persone non addette alla lavorazione comincia la fase di perforazione. Viene realizzata con carri di perforazione, detti jumbo, dotati di cabina per la guida e il comando della perforazione e viene fatta ad umido, per mezzo dell'iniezione d'acqua, con il vantaggio di abbattere le polveri di perforazione.

Figura 2: Perforazione dei fori di mina (Le figure senza riferimento sono state scattate e realizzate ai fini di questo lavoro)

1.2. CARICAMENTO DELLA VOLATA

Successivamente alla realizzazione dei fori, segue la loro pulizia e controllo. Nel caso di fori non correttamente puliti o con andamento irregolare, si procede alla rimozione delle ostruzioni per mezzo d'aria compressa, appositi utensili o, in alcuni casi, la ri-perforazione.

La tipologia e la quantità di esplosivi, micce e capsule detonanti da inserire in ogni foro sono descritti nello schema di volata e la loro consegna all'interno della galleria è a cura di un

mezzo di trasporto della ditta fornitrice. I materiali esplosivi sono trasportati separatamente secondo il tipo di prodotto all'interno di idonei contenitori. Durante la loro consegna si sospendono lavorazioni e transito di mezzi all'interno della galleria, mentre il mezzo di trasporto incaricato alla consegna è accompagnato dal capo cantiere o altra persona autorizzata durante tutto il tratto, dall'imbocco al fronte, dove viene consegnato a una persona specificamente autorizzata in possesso di apposita licenza (fochino).

Con l'arrivo del materiale e l'abbandono del mezzo di trasporto della galleria, si dispone la delimitazione della zona di lavoro del fronte per impedire il passaggio di persone non autorizzate. La zona corrisponde a una distanza di sicurezza di 200 m dal fronte, nella quale non sono permesse altre lavorazioni che non corrispondano all'attività di caricamento della volata.

Il caricamento della volata, a carico del fochino, inizia con la collocazione dell'esplosivo, all'interno delle capsule detonanti con l'aiuto di un punteruolo. In secondo luogo, mediante un calcatoio in legno con lo stesso diametro del foro, si introducono, seguendo lo schema di volata, le capsule dentro i fori comprimendole prudentemente. Conformemente allo schema di volata, si predispone poi un borraggio realizzato con cartucce riempite con materiale inerte come terra, argilla o altri non combustibili, costipato all'interno del foro con lo stesso calcatoio in legno. Lo scopo del borraggio è di trattenere l'energia all'interno del foro e aumentare l'efficacia dell'esplosione.

Concluso il caricamento del fronte, si prosegue a spostare le macchine e le attrezzature presenti a distanze per cui sono protette da proiezioni o distacchi di rocce che si possono avere durante la volata.

Inoltre, si provvede ad abbassare i fari di illuminazione del fronte, a evacuare dal fronte il personale non delegato alla fase di collegamento e a sospendere qualsiasi altra attività all'interno della galleria.

Terminato il caricamento, si prosegue al collegamento delle cariche raggruppando e collegando le micce dei detonatori ai connettori, che a loro volta vengono collegati alla linea di tiro non elettrica, detta NONEL.

Infine, avviene la messa in sicurezza delle persone all'esterno della galleria o in appropriata zona sicura all'interno e il prolungamento della linea di tiro fino all'arca di salvataggio, da dove si realizza l'innesco tramite un esploditore.

Figura 3: Caricamento della volata

1.3. BRILLAMENTO

Prima dell'innesco della volata, oltre a verificare che tutte le persone, i mezzi e le attrezzature siano al sicuro, vengono portati all'esterno della galleria anche eventuali esplosivi ed accessori non impiegati per la loro successiva distruzione. In più, l'accesso è impedito da una delimitazione fisica e la ventilazione e l'illuminazione vengono interrotte.

Si realizzano poi, tre segnalazioni acustiche per avvertire il personale della volata. Le prime due sono antecedenti allo sparo, una tra i 5 e 10 minuti prima e l'altra pochi secondi prima. Cessato il pericolo, dopo la volata, si realizza l'ultima segnalazione acustica.

Infine, con l'innesco, ovvero il brillamento, l'esplosivo si brucia velocemente e libera gas ad alta pressione che, essendo confinato dentro il foro, produce la frantumazione della roccia.

Durante la volata, la sequenza dell'attivazione dei detonatori non è simultanea per tutti. La detonazione parte dal centro, nei cosiddetti fori di "rinora", creando una superfice libera che si irradia sul contorno fino ai fori di "profilatura", con sequenze in ritardo di millisecondi.

1.4. SFUMO

In conformità al DPR 320/56, articolo 48, “effettuato lo sparo delle mine, è consentito l'accesso al cantiere solo quando i gas e le polveri prodotti dall'esplosione siano stati eliminati e si sia potuta acquistare la presunzione che nessuna mina è rimasta inesplosa”. Per tale motivo, prima dell’avvicinamento al fronte per l’ispezione, viene riattivata la ventilazione al fine di bonificare l’ambiente e diluire tutti i gas e fumi provenienti dallo sparo.

1.5. CONTROLLI E ISPEZIONI DOPO LO SPARO

Aspettato il tempo di sfumo, il fochino e il preposto procedono ad avvicinarsi al cumulo di smarino abbattuto per ispezionare la stabilità del materiale e del fronte appena scavato e verificare la presenza di residui di esplosivo.

Con l’ispezione della stabilità del fronte si intende verificare condizioni di pericolo di caduta di gravi o spritz danneggiato nei paramenti della galleria. L’operazione di riprofilatura del contorno del fronte, l’eliminazione di detriti pericolanti e la ricerca di residui di esplosivo si realizzano con un martello demolitore.

Mentre nel caso di presenza di mine inesplose, detonatori ancora intatti, ecc. presenti nel cumulo. questi sono prelevati con prudenza, trasportati all’esterno e immediatamente distrutti. La distruzione avviene in una zona apposita e priva di personale non addetto alla lavorazione e i materiali sono trattati separatamente a seconda del tipo.

1.6. SMARINO

Lo smarino è la fase dell’avanzamento dove il materiale abbattuto viene allontanato dal fronte e scaricato in zona di stoccaggio temporaneo nel piazzale esterno di cantiere.

Il materiale è caricato mediante l’uso di pale meccaniche o escavatori all’interno dei cassoni di autocarri destinati al suo trasporto. Lo scarico, d’altra parte, avviene con il ribaltamento del cassone del mezzo e la dispersione del materiale nel cumulo di deposito per mezzo di una pala caricatrice o escavatore.

Figura 4: Smarino

1.7. PRE-SPRITZ BETON

Il pre-spritz di prerivestimento è la prima azione di messa in sicurezza del fronte e dei paramenti della galleria con lo scopo di garantire la sicurezza del personale destinato a lavorare al fronte nella fase successiva. La caduta di gravi si evita gettando sulla superficie una miscela di cemento e additivi per mezzo di una apposita pompa di getto. Al fine di permettere un'adesione tra la roccia e la miscela si utilizzano fibre metalliche come additivo. Il materiale è convogliato da una autobetoniera che alimenta la pompa spritz dotata di un braccio articolato. Questo braccio è mosso tramite una consolle portata da un operatore a terra a fianco della pompa e a distanza sicura dal fronte e dalle pareti su cui gettare il calcestruzzo.

1.8. POSA CENTINA

Le centine sono elementi metallici a forma d'arco che si collocano sul contorno della callota evitando che questa si deformi. Le centine sono composte da 2 o 3 elementi giuntati da piastre metalliche collegate da bulloni metallici e vincolate alle centine precedentemente posate mediante catene. Il loro sollevamento viene realizzato con l'aiuto di un elevatore posa centine dotato di pinza e di castelli con protezione superiore per gli operai destinati al suo posizionamento.

Figura 5: Posa centina

1.9. SPRITZ BETON DI PRERIVESTIMENTO

L'ultima fase del ciclo di avanzamento dello scavo con esplosivo è la posa dello spritz beton di prerivestimento. Lo scopo di questa lavorazione è rendere solidali le centine tra di loro e la modalità di posa è la stessa di quella per il pre-spritz descritta al paragrafo 1.7, riempiendo lo spazio tra le centine raggiungendo lo spessore previsto da progetto.

Il prerivestimento garantisce fino alla messa del rivestimento in calcestruzzo definitivo la stabilità dell'ammasso roccioso e ne impedisce la deformazione che deriverebbe dalla sua plasticità.

Figura 6: Spritz beton di prerivestimento

Capitolo II

SCAVO IN PRESENZA DI AMIANTO

L'amianto è un insieme di minerali naturali appartenente alla serie di silicati di morfologia marcatamente fibrosa. Questo materiale altamente resistente alla degradazione e al calore è stato utilizzato in Italia fino agli anni Ottanta nella produzione di miscele cemento-amianto per l'edilizia, come materiale per la coibentazione, parti meccaniche di macchine e fabbricazione di corde, plastica e cartoni.
Il 27 marzo del 1992, dopo essere stata rilevata la pericolosità di questo materiale, è stata emanata la legge n. 257 con riferimento alle "Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto", vietando la produzione e l'installazione di materiali contenenti amianto. Infatti, le fibre di amianto raggiungono dimensioni tali da poter introdursi nel corpo umano per via respiratoria e compromettere la salute. Perciò, si sottolinea che l'amianto non risulta pericoloso fino a che le sue fibre non sono nell'aria. I tumori ai polmoni, l'asbestosi e il mesotelioma sono le principali malattie associate all'esposizione da amianto.
Infine, dopo questa breve descrizione e introduzione del problema, in questo capitolo verrà affrontato l'argomento della presenza di amianto nel caso di studio dello scavo di galleria.

2.1. PROCESSO DI DECISIONE NEL TERZO VALICO

> La presenza di amianto nelle rocce è dovuta ad un processo naturale che, partendo da rocce magmatiche basiche e ultrabasiche (protoliti) in relazione alla specifica storia geologica che combina l'attività di deformazione tettonica, i processi metamorfici/metasomatici e l'interazione tra fluidi e roccia, determina la formazione di minerali di amianto (Osservatorio Ambientale, 2018, p.14).

Come menzionato, l'amianto non risulta pericoloso fino a che le sue fibre non si disperdono nell'aria e possono venire respirate. Nel caso di manufatti, questo accade quando risultano danneggiati. Allora bisogna rivolgersi a una ditta autorizzata per il suo incapsulamento o rimozione e smaltimento in conformità alle valutazioni del rischio, misure e procedure descritte nel D.M. 06/9/1994. Visto che nello scavo di una galleria contenente amianto in matrice minerale la produzione di fibre avviene con lo stesso scavo dell'ammasso roccioso, e siccome non esiste nessuna normativa come invece esiste nel caso di bonifica industriale, la comparsa di questa situazione nello scavo della linea ferroviaria AV/AC del Terzo Valico dei Giovi rappresentò un grande problema.

Il fatto che in Italia fino ad oggi non è stata ancora contemplata nessuna regolamentazione per le lavorazioni di scavo di gallerie con esplosivo in presenza di amianto è dovuto al fatto che non è passato molto tempo da quando si è scoperto il rischio che producono le fibre di amianto nel 1992, e quindi che non ci sono precedenti di scavo con questa consapevolezza.

Per questo motivo, le imprese coinvolte nella costruzione della galleria del Terzo Valico, per affrontare i relativi rischi hanno dovuto elaborare piani, descrivendo le misure di sicurezza con l'obbiettivo di limitare al minimo il rischio di esposizione dei lavoratori.

Queste procedure in materia di sicurezza sul lavoro sono state discusse in tavoli tecnici con la presenza delle imprese incaricate allo scavo ed i rappresentanti degli enti territoriali tra i quali ASL e ARPA deputati al controllo del rispetto delle normative in materia di sicurezza sul lavoro e della tutela rispetto dell'ambiente.

Infine, la prova sul campo nel corso degli anni dello scavo della linea ferroviaria AV/AC ha determinato una serie di modifiche e integrazioni, le quali hanno permesso di calibrare al meglio le linee guide e riempire i vuoti legislativi.

Di seguito verranno illustrati i criteri per la caratterizzazione del materiale secondo il "Protocollo Gestione Amianto", redatto dall'Osservatorio Ambiente per il Terzo Valico delle Regioni di Liguria e Piemonte.

2.2. CARATTERIZZAZIONE DEL MATERIALE DA SCAVO

Con lo scopo di verificare la presenza di amianto naturale nel massivo, dalla quale dipende la definizione di Livello di Rischio, la modalità di monitoraggio dell'aerodisperso e gli opportuni apprestamenti e misure da adottare, si determinano le procedure di campionamento dei materiali da scavo.

La modalità di esecuzione di questi campionamenti dipende dalla litologia del materiale presente. I tre casi previsti sono:

1. "Scavo in Pietre Verdi o Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara;
2. Scavo in litologie sedimentarie arenaceo-marnose con amianto del BTP;
3. Scavo in rocce diverse dalle precedenti" (Osservatorio Ambientale, 2018, p.30).

Il geologo di cantiere è colui che determina il tipo di litologia presente per mezzo dell'ispezione del fronte di scavo secondo quanto descritto di seguito.

2.2.1. CONTROLLO DEL FRONTE DI SCAVO

Per ogni avanzamento il geologo verifica e attesta il fronte di scavo mediante la redazione di una "scheda semplificata" corredata di documentazione fotografica.

Ad ogni significativa variazione litologica, come la comparsa di una porzione di pietre verdi, anche se di piccole dimensioni, il geologo provvede a realizzare una caratterizzazione dell'ammasso roccioso. Questo implica la predisposizione di una "scheda di controllo del fronte di scavo" con documentazione fotografica e una descrizione delle condizioni geologiche.

Ciò consente di determinare:

1) le frequenze di campionamento dei materiali da scavo;
2) il Livello di Rischio e la conseguente modalità di monitoraggio dell'aerodisperso.

Alla prima comparsa di pietre verdi al fronte di scavo si fermano le lavorazioni, si mette in sicurezza il fronte e si esegue un sondaggio da cui vengono prelevati campioni di pietre verdi, da sottoporre ad analisi chimiche per la ricerca del parametro amianto. In attesa dei valori dei campionamenti, in via precauzionale, tutti i lavoratori che accederanno in galleria dovranno fare uso di mascherina con filtri FFP3.

2.2.2. SONDAGGI

Lo scopo del sondaggio a recupero di carota è qualitativo, ossia stabilisce se nei vari tratti di carota sono presenti materiali contenenti amianto, ed in questa eventualità, definire la posizione, tipologia delle fibre e l'effettiva concentrazione di amianto (mg/kg).

La concentrazione di amianto determina se il materiale da scavare deve essere trattato come un rifiuto pericoloso dal punto di vista ambientale al superamento della concentrazione della soglia di contaminazione, uguale a 1000mg/kg, prevista dalla Normativa Ambientale D.Lgs 152/06.

Per tale motivo, ottenuti i risultati di campionamento si può predisporre gli opportuni apprestamenti e misure prima di procedere con gli scavi.

I carotaggi dovranno essere effettuati nei punti di maggior rappresentatività determinati, in collaborazione con il geologo al fronte. Questi dovranno essere replicati ogni volta che si avanza con lo scavo e si raggiunge la profondità indagata, e così via fino a che i sondaggi non verifichino l'intero ammasso in pietre verdi.

Tuttavia, la puntualità del sondaggio rispetto all'intera superficie di scavo non consente di considerare il campione rappresentativo dell'intero ammasso. Per tale motivo, a maggior tutela dei lavoratori, si adotterà un metodo di campionamento al fronte come descritto nel paragrafo successivo.

Figura 7: Esecuzioni di carotaggi al fronte (CoCIV, 2017a, p.54)

2.2.3. CAMPIONAMENTO DEL FRONTE NON SCAVATO

In questo caso, il campionamento del materiale al fronte è eseguito direttamente dal fronte di scavo con il martello demolitore, mentre il materiale viene raccolto da una benna posizionata immediatamente al di sotto della punta del martello.

> Il campione composito, detto "campione primario", è realizzato prelevando il materiale da 8 punti del fronte di scavo, detti "incrementi", ubicati secondo una griglia di riferimento […].
> Nel caso di fronte di scavo "omogeneo" i punti sono posizionati secondo un criterio sistematico come rappresentato nella seguente immagine.

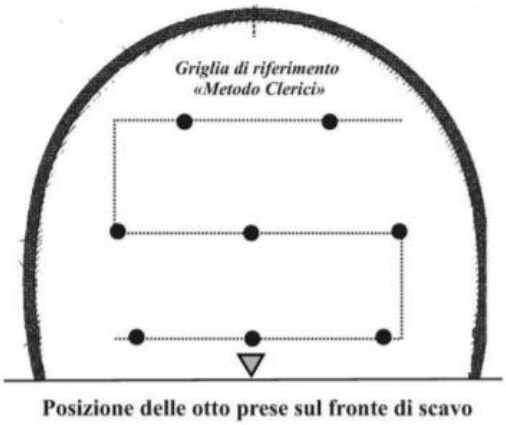

Figura 8: Griglia di riferimento (Osservatorio Ambientale, 2018, p.35)

Altrimenti, nel caso di fronte di scavo "non omogeneo", al fine di ottenere un campione rappresentativo, i punti saranno ubicati secondo un criterio ragionato che dovrà prevedere il campionamento delle diverse litologie presenti, avendo cura di campionare anche piccole porzioni di pietre verdi.
[Inoltre,] la posizione dei diversi incrementi sul fronte è indicata su "specifica scheda di prelievo" contenente le informazioni necessarie ad una esaustiva localizzazione del campionamento (Osservatorio Ambientale, 2018, p.34-35).

Figura 9: Prelievo dal Fronte di Scavo (Osservatorio Ambientale, 2018, p.35)

2.2.4. CAMPIONAMENTO DEL MATERIALE GIÀ SCAVATO

Qualora la modalità di campionamento al fronte con martellone non dovesse essere applicabile per difficoltà tecniche, il campionamento sarà eseguito nel cumulo di smarino posto ai piedi del fronte di scavo o nell'area di stoccaggio di cantiere detta ribaltina. "Questa attività di campionamento avviene effettuando un prelievo di almeno n. 8 incrementi, 4 localizzati in superficie e 4 all'interno del cumulo, a formare un unico campione composito rappresentativo (campione primario)" (Osservatorio Ambientale, 2018, p.39).

Figura 10: Cumulo al piede del fronte e cumulo nella ribaltina di cantiere

2.2.5. FREQUENZE DI CAMPIONAMENTO

Secondo il tipo di litologia, la frequenza di campionamento nel caso di scavo in tradizionale è misurata con la seguente modalità:

- In Pietre Verdi o Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara: 1 campione ogni sfondo […]
- In litologie sedimentarie arenaceo-marnose del BTP con presenza di amianto […]: non è previsto l'uso di esplosivo. In caso di necessità di avanzamento con esplosivo la definizione di modalità e frequenze di campionamento sarà oggetto di confronto in apposite riunioni con gli Enti preposti.
- In altre rocce non rientranti nei due casi precedenti: 1 campione ogni 100 m lineare di avanzamento (Osservatorio Ambientale, 2018, p.37-38).

2.3.LIVELLI DI RISCHIO DI AMIANTO LR-0 – LR-1 – LR-2

Il vero problema dei materiali con amianto è il rilascio di fibre aerodisperse nell'ambiente che possono essere respirate dall'essere umano con gravi danni alla salute. Sulla base di questo, i materiali contenenti amianto si possono classificare come: D.M. 06/09/1994

- "Friabili: materiali che possono essere facilmente sbriciolati o ridotti in polvere con la sola pressione manuale.

- Compatti: materiali duri che possono essere sbriciolati o ridotti in polvere solo con l'impiego di attrezzi meccanici" (D.M. 06/09/1994, articolo 1, lettera a).

Per tale ragione, il Livello di Rischio viene attribuito, più che alla concentrazione totale di amianto contenuta nell'ammasso da scavare (materiale sotto o sopra soglia), all'effettiva dispersione delle fibre di amianto aerodisperse, che a sua volta è legata alla concentrazione di fibre nel fronte di roccia.

I due metodi per misurare la presenza di fibre di amianto aerodisperse sono la Microscopia Ottica a Contrasto di Fase, detta MOCF, e la Microscopia Elettronica a Scansione, detta SEM. La prima individua la concentrazione di fibre aerodisperse totali, mentre la seconda permette di distinguere quelle di amianto. È per questa ragione che ai fini della tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori, il monitoraggio dell'amianto aerodisperso in ambiente di lavoro è eseguito con metodologia SEM.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità evidenzia che da 1.000.000 di esposti a **1 ff/l in SEM** continuo durante l'intera vita, i casi cancerogeni che verranno saranno tra 1 e 100.

D'altra parte, nel caso di bonifica industriale di siti contaminati dalla presenza di manufatti contenenti amianto, il D.M. 06/09/1994, articolo 2 specifica che nelle "situazioni di incerta classificazione" di materiali, la concentrazione di fibre aerodisperse **superiore** "**a 2 ff/l in SEM** ottenuti come valori medi su almeno tre campionamenti possono essere indicativi di una situazione di **inquinamento in atto**".

Oltre a questi valori di riferimento, il D.Lgs. 81/2008, articolo 254, comma1, stabilisce che nessun lavoratore può essere esposto a concentrazione di amianto superiore al "**valore limite di esposizione**" definito come "0,1 fibre per centimetro cubo di aria" equivalente a **10 fibre/litro in SEM**, "misurato come media ponderata nel tempo di riferimento di otto ore".

In più, in conformità al comma 2 dello stesso Decreto:

> quando il valore limite viene superato, il datore di lavoro individua le cause del superamento e adotta il più presto possibile le misure appropriate per ovviare alla situazione. Il lavoro può proseguire nella zona interessata solo se vengono prese misure adeguate alla protezione dei lavoratori interessati.

Al contrario del caso di bonifica industriale, nello scavo di ammassi rocciosi contenenti amianto in matrice minerale, il quantitativo di fibre presenti nell'ambiente di lavoro costituisce una variabile difficilmente valutabile a priori. Una prima ragione sta nel fatto che la distribuzione e la quantità di fibre di amianto nella roccia sono del tutto eterogenee. La seconda ragione deriva dalla totale casualità nella liberazione delle stesse fibre nell'atmosfera.

Tali motivi, uniti al fatto che ad oggi la tecnologia può misurare la quantità di fibre aero disperse solo con un ritardo rispetto alla lavorazione in corso, hanno portato a due criteri determinanti per definire le procedure di lavoro e gli apprestamenti di sicurezza attivi e passivi da adottare durante il ciclo dello scavo di una galleria in presenza di amianto.

Nel caso di esposizione ad **1 fibra/litro in SEM**, è necessario operare secondo il **criterio strettamente cautelativo,** riguardante misure di prevenzione e protezione dei lavoratori in conformità all'articolo 251 del D.Lgs. 81/2008. Dall'altra parte, nel caso di esposizione maggiore a **2 fibre/litro in SEM**, non potendo escludere l'eventuale superamento del Valore Limite di cui all'articolo 254 D.Lgs. 81/2008, è necessario operare secondo un **criterio di massima cautela possibile,** il quale implica l'attivazione di tutte le misure di prevenzione e protezione attiva e passiva possibili, sviluppate innalzando il livello di protezione dei lavoratori in accordo con l'articolo 255 dello stesso Decreto.

Detto questo, si definiscono tre classi di rischio amianto, da cui scaturiranno le relative misure di prevenzione e protezione dei lavoratori e dell'ambiente di vita:

LR-0 – LIVELLO DI RISCHIO TENDENZIALMENTE NULLO

Il livello di rischio LR-0 è definito per tutte quelle attività svolte in zone o luoghi nei quali esiste una possibilità di inalare o di venire a contatto con fibre di amianto aero disperse con concentrazioni **$0 \leq C$ (ff/l) ≤ 1 (SEM)**.

LR-1 – LIVELLO DI RISCHIO BASSO

Il livello di rischio LR-1 è definito per tutte quelle attività svolte in zone o luoghi nei quali esiste una possibilità di inalare o venire a contatto con fibre d'amianto aero disperse con concentrazioni **$1 < C$ (ff/l) ≤ 2 (SEM)**.

LR-2 – LIVELLO DI RISCHIO ALTO

Il livello di rischio LR-2 è definito per tutte quelle attività svolte in zone o luoghi nei quali esiste una possibilità di inalare o venire a contatto con fibre d'amianto aero disperse con concentrazioni **C (ff/l) > 2 (SEM)** (CoCIV, 2017a, p.37).

CARTELLONISTICA DI CANTIERE PER "LIVELLO DI RISCHIO AMIANTO"

In conformità al D.Lgs. 81/2008, articolo 252, comma 1, lettera a. i luoghi del cantiere, in funzione delle attività previste verranno "chiaramente delimitati e contrassegnati da appositi cartelli".

Per tale motivo in relazione all'attribuzione dei Livelli di Rischio, avviene l'installazione di una specifica cartellonistica informativa in tutte le aree di cantiere.

Figura 11: Cartellonistica di cantiere per "Livello di Rischio amianto"

2.4.FASI "IN SCAVO" E "IN NON SCAVO"

Nell'opera del Terzo Valico si è monitorato il livello di fibre di amianto aerodisperse durante gli scavi. Da qui si è riscontrato un aspetto determinante per definire le procedure di lavoro e gli apprestamenti di sicurezza attivi e passivi da adottare durante il ciclo dello scavo di una galleria.

L'aspetto determinante è la diretta relazione tra la vera e propria attività di scavo e la produzione di fibre aereo disperse nell'ambiente di lavoro, dove per altre attività complementari all'avanzamento, la produzione è notevolmente minore. Per questo aspetto si definisce:

“Fase In Scavo”: tutte le attività che prevedono il ‘contatto diretto’ di utensili e materiali con l’ammasso roccioso contenente amianto in matrice naturale; tra queste sono incluse le attività di scavo (del fronte, dell’arco rovescio, di nicchie, ecc.) e di prerivestimento (pre-spritz, posa centina e spritz beton), compresa la posa di calcestruzzo di livellamento (c.d. magrone) dell’arco rovescio.

“Fase ‘In Non Scavo”: tutte le attività per le quali non è previsto un ‘contatto diretto’ con l’ammasso roccioso contenente amianto in matrice naturale; tra queste sono incluse le attività di impermeabilizzazione e di rivestimento definitivo (murette, archi rovesci e calotte) ed ovviamente i periodi di fermo del cantiere (CoCIV, 2017a, p.36).

Queste due fasi rappresentano un punto chiave nell’attribuzione dei Livelli di Rischio alle singole zone che si definiranno prossimamente.

Inoltre, nel contesto del monitoraggio a livello del Terzo Valico, quando il sondaggio è stato realizzato mediante l’utilizzo di acqua immessa nel foro, si è osservata una particolarità, ovvero una diminuzione nello sviluppo di polveri nell’ambiente di lavoro. Come conseguenza, i monitoraggi, eseguiti contemporaneamente alle attività di sondaggio in queste condizioni, hanno sempre mostrato un livello di concentrazione di fibre aerodisperse decisamente poco rilevante. Dunque, tale fenomeno fa sì che questa attività di sondaggio rientri tra quelle classificate come “In Non scavo”.

Capitolo III

SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO TENDENZIALMENTE NULLO LR-0

Come descritto al paragrafo 3.6., lo scavo con un "Livello di Rischio Tendenzialmente Nullo LR-0" all'interno di ammassi di pietre verdi contenenti amianto in matrice minerale, implica concentrazioni di amianto aerodisperso di $0 \leq C$ (ff/l) ≤ 1 (SEM). Nonostante le Linee Guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità per la qualità dell'aria in Europa considerino tale concentrazione con carenza di rischio, si definiscono ugualmente diverse misure di prevenzione e protezione. L'imprevedibilità dell'ambiente di scavo e altri fattori sono le cause di questa ulteriore cautela.
Tali misure di prevenzione e protezione cambieranno a seconda delle varie zone di suddivisione del cantiere in base ai Livelli di Rischio e delle fasi di lavoro "In Scavo" e "In Non Scavo". A seguito si considerano quelle nel caso di scavo con Livello di Rischio LR-0 e concentrazioni di amianto "sotto soglia".

3.1.ZONIZZAZIONE DELL'AREA DI CANTIERE

L'area di cantiere esterna e la galleria di uno scavo con Livello di Rischio LR-0 e concentrazioni di amianto "sotto soglia" hanno la stessa configurazione di un cantiere tradizionale.

L'obbiettivo di questo capitolo è quello di identificare e descrivere brevemente le diverse zone presenti in un cantiere tradizionale e le corrispondenti attrezzature. A questo fine, si vuole descrivere l'evoluzione della suddivisione del cantiere, a partire da una prima zonizzazione nel caso tradizionale, per poi compararla con quella che si adotta al crescere dei rischi relativi alla potenziale esposizione a fibre di amianto aerodisperse.

In particolare, in un cantiere tradizionale è possibile individuare:

ZONA "A" – Galleria

ZONA "B" – Piazzale esterno di cantiere

ZONA "C" – Locale filtropressa

ZONA "D" – Ribaltina

Lo schema che segue illustra le quattro zone e nei successivi paragrafi queste verranno descritte con le corrispondenti attrezzature presenti, e con le attribuzioni del Livello di Rischio di ogni zona.

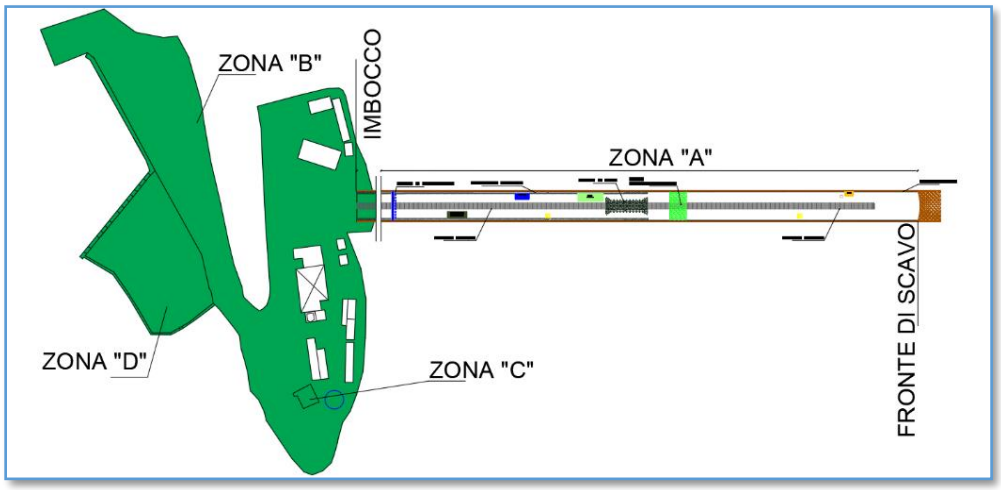

Figura 12: Zonizzazione dell'area di cantiere - Scavo con Livello di Rischio LR-0

3.1.1. ZONA “A” – GALLERIA

La zona “A” è la zona sotterranea all’interno della galleria dove risultano installati l’impiantistica interna (rete antincendio, ventilazione, postazioni SOS, sistema di allarme, ecc.), cassero per i rivestimenti, carro di impermeabilizzazione, container di salvataggio, veicolo di evacuazione, ecc. nonché costituita la viabilità dove transitano tutti i mezzi in entrata e uscita dalla galleria.

Qui avvengono lo scavo in avanzamento, secondo la sequenza di attività descritta nel capitolo 1, e lo scavo di archi rovesci, ecc. Inoltre, avvengono anche tutte le attività complementari all’avanzamento, come l’eventuale attività di impermeabilizzazione, rivestimento di seconda fase, getto di archi rovesci e la gestione degli impianti della galleria, del deposito materiali, attrezzature, mezzi e macchine operatrici.

Alcune delle attrezzature e impianti di interesse presenti in questa area sono di seguito descritte.

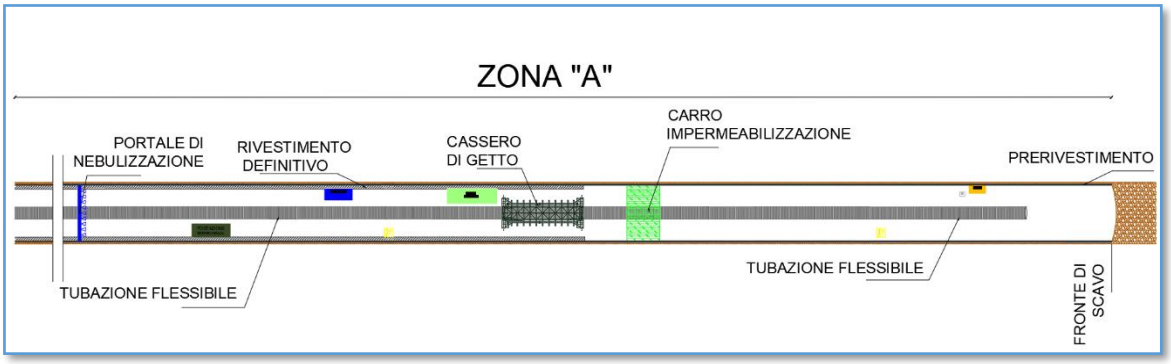

Figura 13: Zona "A" Apprestamenti impiantistici - Scavo con Livello di Rischio LR-0

Figura 14: A sinistra carro di impermeabilizzazione a destra fronte di scavo.

ARCO DI NEBULIZZAZIONE

Per impedire la dispersione di fibre all'esterno e abbattere lo sviluppo di polveri e fumi durante l'attività di scavo, in cui avviene la più intensa produzione di fibre, si installa un arco con ugelli di nebulizzazione ad acqua nella parte superiore della sezione della galleria.

Figura 15: Arco con ugelli di nebulizzazione ad acqua

IMPIANTO DI VENTILAZIONE PREMENTE

Per lavare l'aria del fronte e diluire la concentrazione di fibre aerodisperse, si predispone un sistema di ventilazione di tipo premente costituita da un motore di ventilazione esterno ed una tubazione floscia che convoglia l'aria all'interno. Allo scopo di produrre un riflusso dal fronte all'imbocco e distribuire, così, aria in tutta la galleria, questa viene forzata direttamente

dall'esterno e percorre tutta la galleria per mezzo della tubazione che termina in prossimità del fronte stesso.

Infine, si aggiunge il fatto che i "principali parametri che permettono di caratterizzare la ventilazione premente [sono] riferiti al flusso di mandata (velocità dell'aria all'inizio ed all'uscita del tubo di ventilazione, portata e pressione) ed al sistema di riflusso (velocità di riflusso, portata, concentrazione degli inquinanti)" (NIR, 2013, nota n.10 p.4).

Tubazione flessibile

L'aria soffiata al fronte di scavo della zona "A" proviene dal piazzale esterno, zona "C", e questa viene distribuita attraverso una tubazione flessibile in PVC.

Figura 16: Tubazione Flessibile

3.1.2. ZONA "B" – PIAZZALE ESTERNO DI CANTIERE

La zona ["B"] è la superficie pavimentata del piazzale esterno all'imbocco della galleria dove risultano installati l'impiantistica esterna (ventilazione premente, trattamento acque, antincendio, aria compressa, ecc.), l'officina meccanica, i prefabbricati uffici e spogliatoi, ecc., nonché la viabilità pavimentata esterna dove transitano tutti i mezzi in entrata/uscita dal cantiere ed infine le zone di deposito di materiali e sosta dei mezzi (CoCIV, 2017a, p.27).

Gli impianti e attrezzature presenti in questa area sono descritti di seguito.

Figura 17: Piazzale esterno di cantiere

IMPIANTO LAVA RUOTE

I mezzi destinati all'uscire dall'area di cantiere sono soggetti ad un lavaggio delle ruote al fine di non causare dispersione di materiali inquinanti all'esterno. Il lavaggio avviene passando attraverso un "impianto lava ruote" dedicato composto da:

- rampe per l'ingresso e l'uscita degli automezzi;
- serie di ugelli a ventaglio installati su due sponde laterali e sotto la pista in transito per il lavaggio di ruote e telaio;
- vasca di accumulo delle acque per il lavaggio.

Il circuito delle acque è di tipo "chiuso": lavaggio, trattamento di decantazione, accumulo e rilancio al lavaggio.

Figura 18: Impianto lava ruote

STAZIONE DI VENTILAZIONE PREMENTE

La stazione premente è composta da una serie di ventilatori localizzati sul piazzale esterno di cantiere dotata di opportuni silenziatori in aspirazione e mandata del flusso d'aria. Questo sistema attraverso la tubazione floscia alimenta la ventilazione di tutta la galleria, arrivando fino a circa 30 m dal fronte di scavo.

Figura 19: Stazione premente

3.1.3. ZONA "C" – LOCALE FILTROPRESSA

Tutte le "acque di galleria", provenienti dall'ammasso roccioso e dagli impianti di abbattimento polveri, grazie alla pendenza della galleria in discesa, vengono convogliate in una serie di vasche predisposte sulla galleria e rilanciate all'impianto di trattamento attraverso tubazioni, mediante un impianto di sollevamento ("SKID" e pompe).

Le "acque di piazzale", tra cui in particolare quelle della ribaltina, vengono invece raccolte dalla rete di drenaggio e convogliate all'impianto di trattamento acque.

L'impianto di trattamento acque è di tipo chimico o chimico/fisico mentre il locale filtropressa è il vano destinato ad ospitare la filtropressa che costituisce la parte finale del processo di chiariflocculazione delle acque. La filtropressa ha lo scopo di separare le acque dal fango, con l'obbiettivo di avere un fango disidratato e palabile con un contenuto di umidità intorno al 30%.

Le acque in uscita della unità, prive di solidi sospesi sono in parte **riutilizzate** per scopi industriali in galleria e di piazzale; la parte eccedente è **scaricata** nel corpo idrico ricettore autorizzato.

In galleria, l'acqua riutilizzata alimenta:

- l'impianto arco con ugelli di nebulizzazione ad acqua

Sul piazzale, l'acqua riutilizzata alimenta:

- l'impianto lava ruote
- l'impianto di irrigatori a ventaglio

La filtropressa, come detto prima, ha come scopo la produzione di lastre di fango palabile contenente anche eventuali fibre di amianto Il tutto viene poi fatti precipitare all'interno di un cassone scarrabile, il quale è periodicamente prelevato, allontanato e sostituito con uno vuoto.

Figura 20: Locale filtropressa - Scavo con Livello di Rischio LR-0

3.1.4. ZONA "D" – RIBALTINA

La zona "D" individua le aree recintate e pavimentate del piazzale all'interno delle quali avviene lo stoccaggio provvisorio del marino di galleria dopo averlo classificato come "sottoprodotto".

IMPIANTO DI IRRORAZIONE A VENTAGLIO

Le aree di fronte alla ribaltina vengono lavate quotidianamente con getto d'acqua per mezzo di una serie di irroratori d'acqua a ventaglio posti sull'area perimetrale.

BARRIERE/MURI

L'area di stoccaggio è dotata di opportune barriere o muri in grado di proteggere il materiale dall'azione del vento. Ciononostante, in presenza di vento maggiore a 5 m/s, il materiale si tiene coperto con telo in TNT. Invece, le attività di carico e scarico sono sospese in giornate particolarmente ventose.

Figura 21: Impianto di irrorazione a ventaglio e muri

3.1.5. ATTRIBUZIONE DEI LIVELLI DI RISCHIO ALLE SINGOLE ZONE

Come descritto al capitolo 2, il Livello di Rischio viene attribuito, più che alla concentrazione totale di amianto contenuta nell'ammasso da scavare, all'effettiva dispersione delle fibre di amianto aerodisperse. Detto questo, e in conformità D.Lgs. 81/2008, articolo 253, comma 1 e 2, "al fine di garantire il rispetto del valore limite fissato all'articolo 254 e in funzione dei risultati della valutazione iniziale dei rischi", ottenuti con la caratterizzazione dell'ammasso roccioso, "il datore di lavoro effettua periodicamente la misurazione della concentrazione di fibre di amianto nell'aria del luogo di lavoro" per mezzo di un sistema di monitoraggio.

Pertanto, le postazioni di monitoraggio attive durante il periodo di scavo della galleria naturale in presenza di pietre verdi sono le seguenti:

- n.1 postazioni a terra all'interno della galleria (zona "A")

Figura 22: Campionatore sequenziale (Consorzio Tunnel Giove, 2019, p.22)

La tabella qui sotto riporta tutti i dettagli utili alla definizione dei punti, delle modalità e delle frequenze di campionamento.

Postazione	Zona	Fase lavorativa	Tipo di campion.	Supporto di campion.	Volume totale di aria da campione (l)	Frequenza di campionam.	Priorità analisi di laboratorio
A terra - Nel fronte di scavo	Nel fronte di scavo (zona "A")	SCAVO + SMARINO	Campionatori a portata costante (Q=10 l/min)	n. 3 Filtri in PC, Ø: 47mm, porosità 0,8 µm	300 (Equamente suddivisi sui 2 primi filtri utilizzati) + 2700 (Sul l'ultimo filtro utilizzato)	In un turno di lavoro settimanale nella Fase "In Scavo"*	Prioritario

Tabella 1: Monitoraggio dell'"aerodisperso" in ambiente di lavoro - Scavo con Livello di Rischio LR-0

* Nello scavo con esplosivo, i campionatori si riattivano automaticamente nel momento in cui si riprendono i lavori, al termine dell'attività di "sfumo".

Tutte le misure nelle postazioni a terra sono effettuate ad un'altezza di 1.5 m dal piano di calpestio.

I filtri ottenuti dai suddetti campionamenti sono consegnati al laboratorio e la tabella sottostante mostra la situazione dei risultati prevista che emerge dall'esperienza nelle varie zone del cantiere e in ogni fase dopo l'effettuazione delle misure di prevenzione e protezione precedentemente descritte.

ZONA	DESCRIZIONE DELLA ZONA	LIVELLO DI RISCHIO "Fase in Scavo"	LIVELLO DI RISCHIO "Fase in Non Scavo"
A	Galleria tra il fornte di scavo e l'imbocco	LR-0	LR-0
B	Piazzale esterno di cantiere	LR-0	LR-0
C	Locale filtropressa	LR-0	LR-0
D	Ribaltina	LR-0	LR-0

Tabella 2: Attribuzione dei Livelli di Rischio alle singole zone - Scavo con Livello di Rischio LR-0

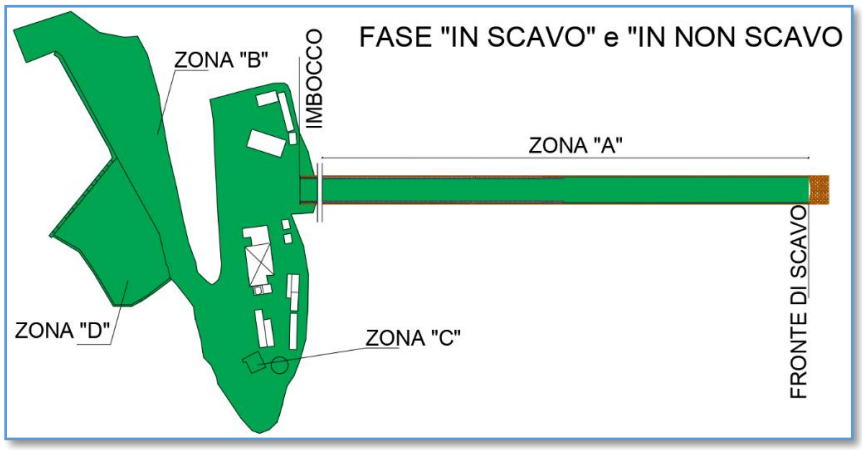

Figura 23: Attribuzione dei Livelli di Rischio alle singole zone - Scavo con Livello di Rischio LR-0

Pertanto, si può concludere che, per il caso di scavo con Livello di Rischio LR-0, sia in fase "In Scavo" sia "In Non Scavo", tutte le zone del cantiere avranno lo stesso Livello di Rischio LR-0.

Ciononostante, di seguito vengono descritte diverse misure di prevenzione e protezione da implementare nel caso di lavori all'interno di ammassi di pietre verdi contenenti amianto in matrice minerale.

3.2.DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE

Le maestranze, a seconda della zona nella quale sono destinate a lavorare, devono essere equipaggiati con dispositivi di protezione individuali delle vie respiratorie secondo quanto descritto nella tabella successiva.

ZONA	DESCRIZIONE DELLA ZONA	LIVELLO DI RISCHIO	Dispositivi di Protezione Individuale
A	Galleria tra il fronte di scavo e l'imbocco	LR-0	Utilizzo di mascherine FFP3
B	Piazzale esterno di cantiere	LR-0	-
C	Ribaltina	LR-0	-
D	Locale Filtropressa	LR-0	-

Tabella 3: Dispositivi di protezione individuale - Scavo con Livello di Rischio LR-0

3.3.LAVAGGIO GALLERIA E APPRESTAMENTI IMPIANTISTICI

Periodicamente, per mezzo di un'autobotte dotata di idrante, si effettua un accurato lavaggio delle superfici interne della galleria e degli impianti presenti, al fine di rimuovere eventuali residui di polveri depositate. Inoltre, si effettua il lavaggio di tutte le varie superfici del piazzale esterno di cantiere (zona "B").

Figura 24: Automezzo per lavaggio di superfici in cantiere

3.4.INFORMAZIONE RISCHIO AMIANTO

Al fine di rendere tutti i lavoratori consapevoli dei rischi dell'ambiente in cui opereranno, indipendentemente dai livelli di pericolo, viene erogata un'informazione suppletiva di carattere generale.

Tale formazione ha una durata di 5 ore ed è complementare a quella prevista ed erogata sulla base della normativa vigente, D.Lgs. 81/2008, articolo 257, comma 1, e prevede la trattazione degli argomenti della seguente tabella.

Informazione di carattere generale lavoratori (5 ore)
Obiettivo educativo: consapevolezza procedure operative in cui sono destinati ad operare i lavoratori. a. Rischi per la salute causati dall'esposizione a fibre di amianto; b. Contenuti Procedura Generale per la Gestione del Rischio Amianto c. Contenuti Procedura Particolare per la Gestione del Rischio Amianto. d. Segnaletica di cantiere relativa all'amianto e. Importanza e corretto uso dei dispositivi di protezione individuali f. Impiantistica di cantiere dedicata al contenimento del rischio amianto

Tabella 4: Informazione di carattere generale lavoratori (CoCIV, 2017a, p.48)

3.5.INFORMAZIONE ED ADDESTRAMENTO DPI DI PROTEZIONE DELLE VIE RESPIRATORIE

Tutti i lavoratori impegnati nelle attività di scavo [vengono] informati ed addestrati (D.Lgs. 81/2008, articolo 77, comma 5, lettera a. e D.Lgs. 04/12/1992 n°475) all'utilizzo ed alla manutenzione delle [**mascherine**] (DPI di 3ª categoria di protezione respiratoria) da utilizzare [dentro la galleria] (CoCIV,2017a, p.49).

3.6.MISURE GENERALI DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Di seguito, vengono elencate altre misure generali di prevenzione e protezione adottate:

- Il numero dei lavoratori esposti o che possono essere esposti alle polveri d'amianto deve essere limitato al numero minore possibile.
- L'utilizzo dei DPI deve essere intervallato da periodi di riposo adeguati all'impegno fisico richiesto dal lavoro.

- Al fine di contenere il rischio di investimento del personale a terra da parte dei mezzi in manovra ed in transito lungo la galleria, si prevede adottate le seguenti misure di prevenzione e protezione:
    - nel fronte vige la non contemporaneità delle lavorazioni;
    - utilizzo di telecamere, per la visione nelle operazioni di retromarcia, nei mezzi utilizzati per lo scavo e lo smarino;
    - utilizzo di avvisatore acustico, per mezzo del clacson, da parte degli operatori/autisti per le comunicazioni evitando la necessità di aprire finestrini o sportelli;
    - utilizzo di indumenti ad alta visibilità.

3.7.MONITORAGGIO IN AMBIENTE VITA

Affinché venga garantita la funzionalità delle misure per la riduzione del rischio precedentemente elencate ed al fine di mantenere in sicurezza le zone prossime al cantiere, il datore di lavoro misura periodicamente la concentrazione di fibre di amianto nell'ambiente vita attraverso una rete di monitoraggio ambientale.

Questa rete viene realizzata e ubicata logisticamente dai tecnici degli enti competenti per mezzo di sopralluoghi.

I punti sono collocati in prossimità della sorgente di emissione per "fasce" o "cinture" di distanza dal cantiere di scavo [secondo]:

- punti <u>interni al cantiere</u> definiti "punti sorgente" (ambiente di lavoro);
- punti prossimi ma <u>esterni al cantiere</u> (nei pressi delle recinzioni e degli accessi definiti "punti di prima cintura" (ambiente di vita);
- punti in ambienti di vita definiti "punti di seconda cintura" ubicati in funzione della presenza di ricettori sensibili (scuole, edifici luoghi di aggregazione, ecc.) che potrebbero essere impattati da eventuali fibre aerodisperse provenienti dalle attività connesse alla realizzazione del Terzo Valico dei Giovi (ambiente di vita) (Osservatorio Ambientale, 2018, p.49).

Figura 25: Cinture di monitoraggio (Osservatorio Ambientale, 2018, p.49)

Prima di dedurre che le fibre aerodisperse rilevate in queste cinture provengano dall'attività di scavo, si verifica la concentrazione di amianto aerodisperso nell'ambiente vita "ante operam". In altre parole, si accerta la presenza di fibre aerodisperse nelle zone prossime al cantiere indipendentemente dallo scavo della galleria.

La modalità di monitoraggio in "ante operam" prevede:

> Un prelievo di aria ambiente della durata complessiva di 15 giorni per 3 turni, sulle 24 ore, di 8 ore consecutive ad un flusso di 10 l/min mantenuto costante per il periodo di campionamento […]
> [Inoltre,] contemporaneamente al campionamento vengono rilevati [altri dati] meteorologici mediante utilizzo di sensori installati alla sommità di un palo telescopico ad una altezza di 2 o 10 m (Osservatorio Ambientale, 2018, p.51-52).

Infine, le giornate in cui si verifichino eventi piovosi vengono escluse e si procede ad attendere almeno un giorno dal termine della stessa per dare modo al terreno di asciugare.

La vera quantità di fibre aerodisperse provenienti dall'attività di scavo è quella misurata nell'ambiente di vita per mezzo del monitoraggio in corso d'opera, tenendo conto delle concentrazioni già presenti "ante operam".

I campionamenti in corso d'opera utilizzano gli stessi criteri descritti per l'"ante operam", e vengono attivati secondo le frequenze indicate nella tabella seguente.

LIVELLO DI RISCHIO	PUNTI DI MONITORAGGIO	FREQUENZA DI MONITORAGGIO
LR-0 - LIVELLO DI RISCHIO TENDENZIALMENTE NULLO oppure 0 < C(ff/l) < 1 (SEM) in sorgente oppure 0 < C(ff/l) < 0,5 (SEM) in cintura	SORGENTE	Campionamento + analisi tutti i giorni per il turno di 8 ore.
	I CINTURA	Campionamento tutti i giorni per il turno di 8. Analisi nel caso in cui nel punto sorgente sia rinvenuto amianto o se nella precedente analisi del punto di prima cintura sia rinvenuto amianto.
	II CINTURA	Nessun campionamento.

Tabella 5: Frequenze di monitoraggio dell'"aerodisperso" ambiente vita - Scavo con Livello di Rischio LR-0 (Osservatorio Ambiente, 2018, p.60. Con modifiche)

Con "'rinvenuto amianto' si intende che dalle analisi sui filtri in laboratorio si è evidenziata almeno 1 fibra di amianto sul filtro" (Osservatorio Ambiente, 2018, p.61).

Il campionamento per il turno di 8 ore fa riferimento al turno di lavoro comprensivo della produzione (attività di scavo).

Capitolo IV

SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO BASSO LR-1

Nel caso in cui la concentrazione di amianto aerodisperso sia di $1 \leq C$ (ff/l) ≤ 2 (SEM), come descritto al paragrafo 2.3, si rende necessario operare secondo il **criterio strettamente cautelativo** che riguarda misure di prevenzione e protezione dei lavoratori in conformità all'articolo 251 del D.Lgs. 81/2008.
Qualora nello scavo con Livello di Rischio LR-0, per tre campionamenti consecutivi in zona "A" durante la fase "In Scavo", eseguiti con le modalità descritte al paragrafo 3.1.5, si osservino valori di concentrazione di fibre di amianto aerodisperse $1 \leq C$ (ff/l) ≤ 2 (SEM), si procede alla sospensione dell'attività e si attuano le misure di prevenzione e protezione derivanti dall'aumento del Livello di Rischio. Quest'ultimo è attribuito generalmente in base alla natura stessa della roccia e quindi al maggior contenuto di fibre di amianto nell'ammasso scavato.
Come per lo scavo con Livello di Rischio LR-0, tali misure di prevenzione e protezione cambieranno a seconda delle varie zone di suddivisione del cantiere in base ai Livelli di Rischio e delle fasi di lavoro "In Scavo" e "In Non Scavo". A seguire si considerano quelle nel caso di scavo con Livello di Rischio LR-1 e concentrazioni di amianto "sotto soglia".

4.1.ZONIZZAZIONE DELL'AREA DI CANTIERE

In questo caso la galleria viene suddivisa in tre zone distinte associabili a specifici rischi relativi alla potenziale esposizione a fibre di amianto aerodisperese.

ZONA "A" – Tratto di galleria tra il fronte e la barriera d'acqua

ZONA "B" – Area di lavaggio di persone e mezzi

ZONA "C" – Tratto di galleria tra l'imbocco e le aree di lavaggio

Mentre nell'area di cantiere esterna, come nel caso di scavo con Livello di Rischio LR-0, è possibile individuare:

ZONA "D" – Piazzale esterno di cantiere

ZONA "E" – Locale filtropressa

ZONA "F" – Ribaltina

Lo schema che segue illustra le sei zone specifiche e analogamente al capitolo precedente queste verranno descritte con le corrispondenti attrezzature presenti, e con le attribuzioni del Livello di Rischio di ogni zona.

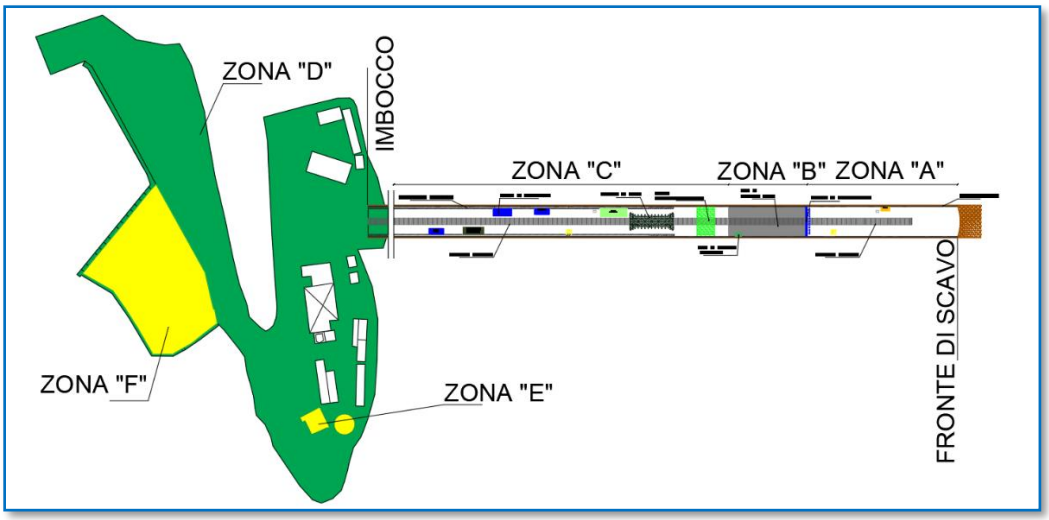

Figura 26: Zonizzazione dell'area di cantiere - Scavo con Livello di Rischio LR-1

4.1.1. ZONA "A" – TRATTO DI GALLERI TRA IL FRONTE E LA BARRIERA D'ACQUA

La zona "A" è quel tratto della galleria, di estensione variabile da un minimo di circa 50 m ed un massimo di circa 250 m, compreso tra il fronte di scavo e la barriera d'acqua. Questa viene anche detta "zona contaminata". Qui avvengono tutte le lavorazioni connesse allo scavo di roccia contenete pietre verdi come lo scavo in avanzamento, e lo scavo e getto di archi rovesci, murette ed eventualmente altre attività previste dalle specifiche sezioni progettuali.

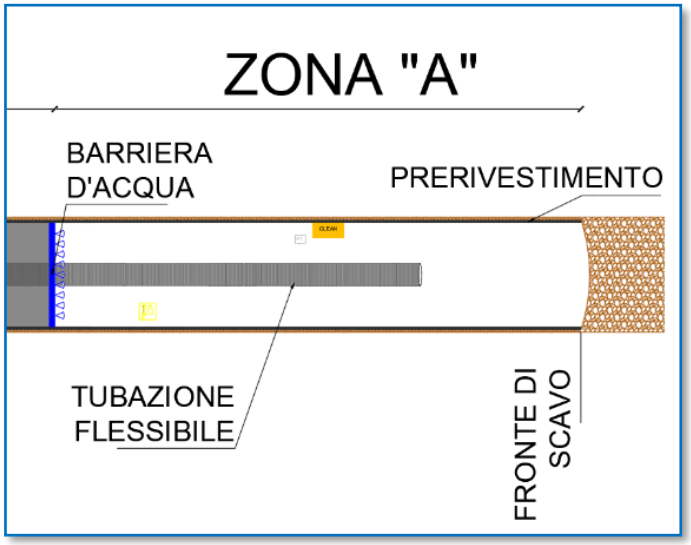

Figura 27: Zona "A" Apprestamenti impiantistici - Scavo con Livello di Rischio LR-1

Gli impianti e attrezzature presenti in questa area sono di seguito descritte.

BARRIERA D'ACQUA

Per impedire la dispersione di fibre verso l'esterno, limitandola alla sola "zona contaminata" e poiché la galleria non è un'ambiente naturalmente confinato, occorre provvedere alla realizzazione di un confinamento artificiale mediante una barriera d'acqua. La barriera viene posizionata in prossimità del fronte (minimo 50 m e massimo 250 m).

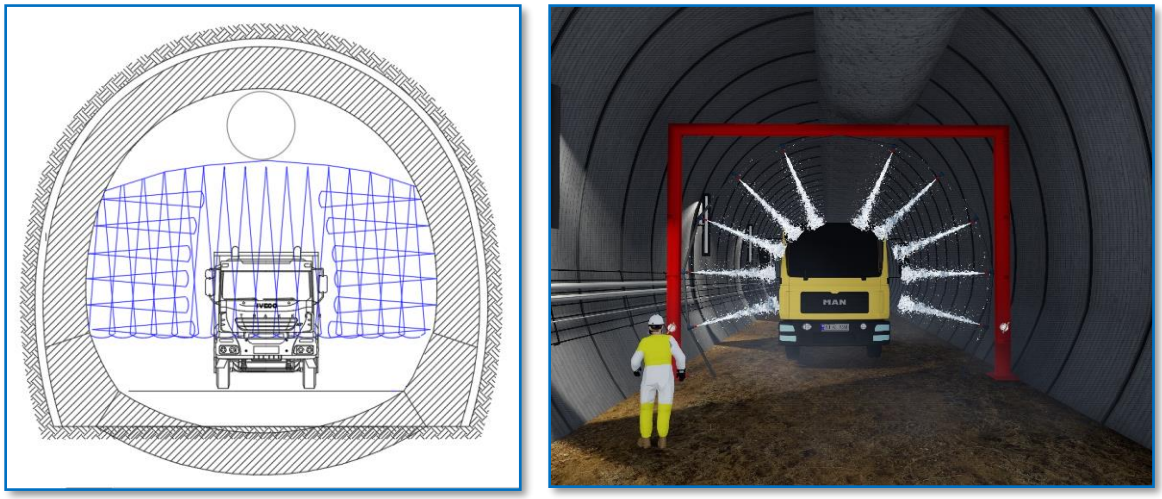

Figura 28: Arco con ugelli di nebulizzazione ad acqua

IMPIANTO DI VENTILAZIONE PREMENTE

Per lavare l'aria del fronte, diluire la concentrazione di fibre aerodisperse e trasportarle verso la barriera d'acqua per il suo abbattimento, si predispone come nel caso di scavo con Livello di Rischio LR-0 una ventilazione di tipo premente, costituita da una tubazione floscia in PVC.

In questo caso, i parametri principali per caratterizzare la ventilazione sono riferiti al sistema di riflusso che comprendono la velocità di riflusso, portata e concentrazione degli inquinanti. La velocità è tale da permettere l'abbattimento delle fibre nella barriera d'acqua per limitarle alla sola "zona contaminata". La portata viene dimensionata in modo tale da diminuire le concentrazioni delle polveri con presenza di fibre di amianto e da permettere la distribuzione d'aria in tutta la galleria.

4.1.2. ZONA "B" – AREA DI LAVAGGIO DI PERSONE E MEZZI

La zona "B" è il tratto della galleria, di estensione variabile, situata nell'area appena antistante l'uscita dalla zona "A", presso la compartimentazione di barriera d'acqua. Questa viene anche nominata zona di lavaggio e contiene al suo interno l'area di lavaggio di persone e mezzi. Qui hanno luogo tutte le operazioni di preparazione e pulizia del personale e di lavaggio dei mezzi e delle attrezzature legati alla fase di scavo della galleria. Per queste ragioni è buona norma che sia una zona pavimentata o cementata per facilitarne il lavaggio ed evitare l'accumulo di fango.

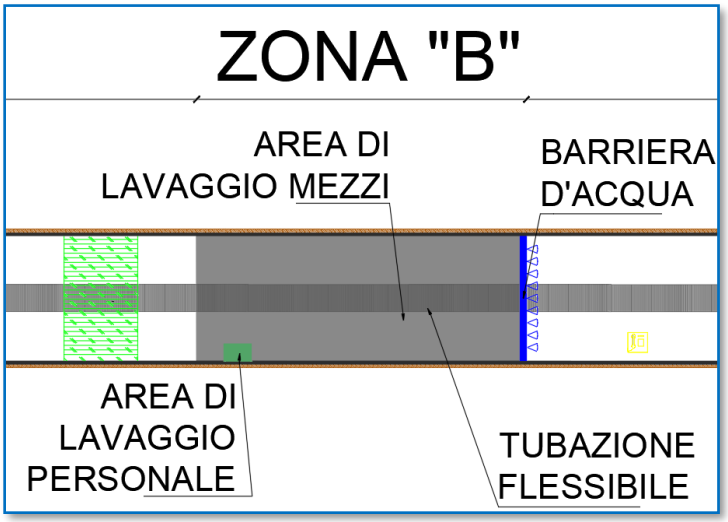

Figura 29: Zona "B" Apprestamenti impiantistici - Scavo con Livello di Rischio LR-1

"Il personale a terra impiegato nelle zone 'A' e 'B' [esegue] le operazioni di preparazione e vestizione durante il passaggio dalla zona "C" alla zona "B" e le operazioni di [lavaggio] durante il passaggio dalla zona 'B' alla zona 'C'" (CoCIV, 2017a, p.23).

Gli impianti e attrezzature presenti in questa area sono di seguito descritte.

AREA DI LAVAGGIO PERSONALE

Il processo di decontaminazione del personale consiste in un accurato lavaggio dei DPI del personale a terra impiegato nelle zone "A" e "B", il quale avviene mediante il passaggio attraverso un'unita di decontaminazione detta "soft" composta da:

- zona pulizia scarpe e stivali,
- aspirapolvere dotato di filtro HEPA,
- zona di lavaggio mediante manichetta d'acqua con terminale munito di diffusore a doccia,
- vasca di accumulo delle acque per il lavaggio.

Figura 30: Area di lavaggio personale

AREA DI LAVAGGIO MEZZI

Il processo di decontaminazione dei mezzi consiste in un accurato lavaggio di tutte le superfici esterne dei mezzi destinati all'uscita della zona "A". Il lavaggio avviene mediante manichette d'acqua gestite da operatori a terra su piazzola in cemento posizionata in prossimità della compartimentazione di barriera d'acqua. Per quanto riguarda l'acqua per il lavaggio, questa viene raccolta in una vasca di accumulo, dove si adottano specifiche misure per il suo mantenimento e pulizia.

Figura 31: Area di lavaggio di persone e mezzi

4.1.3. ZONA "C" – TRATTO DI GALLERIA TRA L'IMBOCCO E LE AREE DI LAVAGGIO

La zona "C" è quel tratto della galleria compreso tra l'imbocco e le aree di lavaggio di persone e mezzi. Questa viene anche denominata zona incontaminata ed è qui dove avvengono svolte tutte le attività lavorative complementari all'avanzamento.

All'interno della zona sono presenti le installazioni e le attrezzature (cassero per i rivestimenti e carro di impermeabilizzazione), oltre alle attrezzature impiantistiche funzionali alla attività in zona "A".

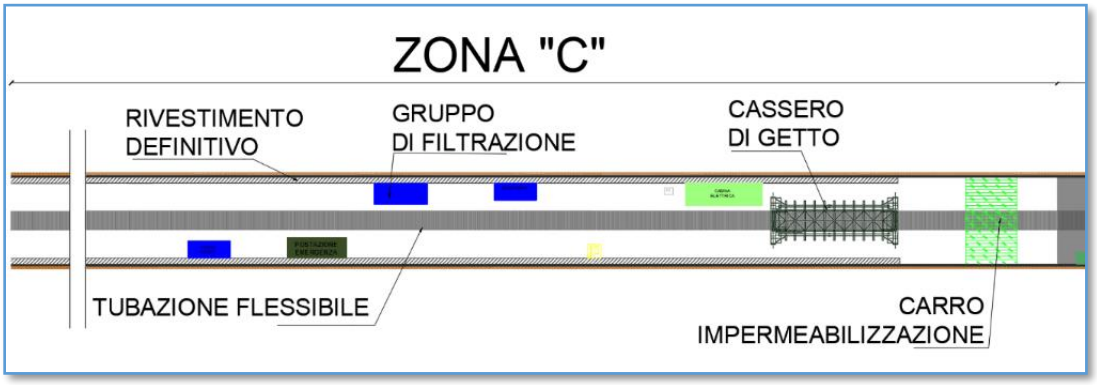

Figura 32: Zona "C" Apprestamenti impiantistici - Scavo con Livello di Rischio LR-1

Gli impianti e attrezzature presenti in questa area sono di seguito descritte.

GRUPPO DI FILTRAZIONE

Per garantire l'efficienza degli ugelli installati sull'impianto dell'arco di nebulizzazione posizionato tra le zone A-B, è installato un "gruppo di filtrazione". I dati acquisiti dalla letteratura dimostrano che questo è costituito da una serie di filtri di sicurezza progressivi, da 50 µm a 5 µm, che prevede un serbatoio di accumulo e che l'acqua venga inoltre sanificata.

4.1.4. ZONA "D" – PIAZZALE ESTERNO DI CANTIERE

Nel piazzale esterno di cantiere, come nel caso di scavo con Livello di Rischio LR-0 è presente la **stazione di ventilazione premente** e l'**impianto lava ruote**.

Quest'ultimo viene modificato con un circuito delle acque di tipo "aperto", al fine di evitare di rimettere in circolo eventuali fibre di amianto che gli automezzi potrebbero trasportare. In

questo caso l'acqua, invece di essere rilanciata nuovamente per il lavaggio, viene inviata all'impianto di trattamento acque.

4.1.5. ZONA "E" – LOCALE FILTROPRESSA

A differenza del caso di scavo con Livello di Rischio LR-0, il locale filtropressa è inoltre dotato di manichetta d'acqua per il lavaggio del personale e delle superfici esterne del cassone scarrabile. L'acqua da riutilizzare in uscita dall'unità alimenterà:

In galleria:

- il gruppo di filtrazione al quale è collegato l'impianto dell'arco di nebulizzazione
- le aree di lavaggio

Sul piazzale:

- l'impianto lava ruote
- l'impianto di irrigatori a ventaglio

4.1.6. ZONA "F" – RIBALTINA

Per questa zona vale quanto già descritto per lo scavo con Livello di Rischio LR-0, compresi l'**impianto di irrorazione a ventaglio** e le/i **barriere/muri.**

4.1.7. SPOSTAMENTO DEGLI APPRESTAMENTI IMPIANTISTICI

Poiché il fronte di scavo avanza all'interno dell'ammasso roccioso, allontanandosi dagli impianti e dalle attrezzature installate nelle zone "A" e "B", al fine di garantirne un corretto funzionamento durante il procedere degli avanzamenti, periodicamente (circa ogni 50 m di avanzamento) è necessario riposizionare gli apprestamenti impiantistici alle giuste distanze dal fronte di scavo e tra gli impianti stessi. In altre parole, "le zone 'A' e 'B' non sono statiche ma bensì 'dinamiche' ovvero seguono il progressivo avanzamento del fronte di scavo" (CoCIV, 2017a, p.33).

Per lo spostamento ed il riposizionamento è necessario interrompere le lavorazioni al fronte, attività "In Non Scavo". Questo riguarda per tutte le zone di galleria lo stesso Livello di

Rischio LR-0, di cui al paragrafo successivo, e quindi non ci sarebbe una “zona contaminata” che possa compromettere le altre.

Tale operazione avviene con le frequenze e modalità riportate nella tabella sottostante:

			FREQUENZE DI SPOSTAMENTO		
	DESCRIZIONE	DURATA PREVISTA	5 m	12 m	Var.
ZONA "A"	Tubazione Flessibile (Fronte) (*)	≈ 24 h		X	
	Barriera d'Acqua	≈ 72 h			X
ZONA "B"	Area di Lavaggio Mezzi				X
	Area di Lavaggio Personale				X
	Vasca di accumulo ALM				X
ZONA "C"	Cabina Elettrica	≈ 24 h			X
	Impianto Microfiltrazione				X
	Container di Emergenza				X

Tabella 6: Spostamento degli apprestamenti impiantistici in galleria - Scavo con Livello di Rischio LR-1

* Nell’ambito dell’indicazione fornita, si ritiene comunque che la distanza dal fronte di scavo della tubazione flessibile, non debba superare i 30 m circa per garantire un riflusso dal fronte all’imbocco.

Il Container di Emergenza deve rispettare la distanza limite dal fronte di 300 m.

4.1.8. ATTRIBUZIONE DEI LIVELLI DI RISCHIO ALLE SINGOLE ZONE

Come nel caso di scavo con Livello di Rischio LR-0, la definizione del Livello di Rischio viene attribuita all’effettiva dispersione delle fibre di amianto aerodisperse misurata per mezzo un sistema di monitoraggio.

Pertanto, le postazioni di monitoraggio attive durante il periodo di scavo della galleria naturale in Livello di Rischio LR-1 sono le seguenti:

- n.2 postazioni a terra all’interno della galleria (zona “A” e “C”)

La tabella qui sotto riporta tutti i dettagli utili alla definizione dei punti, delle modalità e delle frequenze di campionamento.

Postazione	Zona	Fase lavorativa	Tipo di campion.	Supporto di campion.	Volume totale di aria da campione (l)	Frequenza di campionam.	Priorità analisi di laboratorio
A terra - in zona intermedia tra il fronte e il portale di nebulizzazione	Tra il fronte e il portale di nebulizzazione (zona "A")	SCAVO + SMARINO	Campionatori a portata costante (Q=10 l/min)	n. 3 Filtri in PC, Ø: 47mm, porosità 0,8 µm	300 (Equamente suddivisi sui 2 primi filtri utilizzati) + 2700 (Sul l'ultimo filtro utilizzato)	In un turno di lavoro giornaliero nella Fase "In Scavo"*	Prioritario
A terra – in zona intermedia tra l'imbocco e le aree di lavaggio	Tra l'imbocco e le aree di lavaggio (zona "C")	SCAVO + SMARINO	Campionatori a portata costante (Q=10 l/min)	n. 3 Filtri in PC, Ø: 47mm, porosità 0,8 µm	300 (Equamente suddivisi sui 2 primi filtri utilizzati) + 2700 (Sul l'ultimo filtro utilizzato)	In un turno di lavoro giornaliero nella Fase "In Scavo"	Prioritario

Tabella 7: Monitoraggio dell'"aerodisperso" in ambiente di lavoro - Scavo con Livello di Rischio LR-1

* Nello scavo con esplosivo, i monitoraggi riattivano automaticamente nel momento in cui si riprendono i lavori, al termine dell'attività di "sfumo".

Tutte le misure nelle postazioni a terra sono effettuate ad un'altezza di 1.5 m dal piano di calpestio.

I filtri ottenuti dai suddetti campionamenti sono consegnati al laboratorio e la tabella sottostante mostra la situazione dei risultati prevista che emerge dall'esperienza nelle varie zone del cantiere e in ogni fase dopo l'effettuazione delle misure di prevenzione e protezione precedentemente descritte.

ZONA	DESCRIZIONE DELLA ZONA	LIVELLO DI RISCHIO "Fase in Scavo"	LIVELLO DI RISCHIO "Fase in Non Scavo"
A	Tratto di galleria compreso tra il fronte di scavo e la barriera d'acqua	LR-1	LR-0
B	Area di Lavaggio di Persone e Mezzi	LR-1	LR-0
C	Tratto di galleria compreso tra l'imbocco e le Aree di Lavaggio	LR-0	LR-0
D	Piazzale esterno di cantiere	LR-0	LR-0
E	Locale filtropressa	LR-1	LR-1
F	Ribaltina	LR-1	LR-1

Tabella 8: Attribuzione dei Livelli di Rischio alle singole zone - Scavo con Livello di Rischio LR-1

Si precisa che una volta ultimate le attività di scavo, il sistema di ventilazione premente e la barriera d'acqua sono in grado di riportare rapidamente il livello di concentrazione delle fibre aerodisperse in ambiente a livelli decisamente contenuti.

Conseguentemente, come evidenziato nella tabella le zone "A" e "B" risultano avere un differente Livello di Rischio di esposizione in stretta correlazione con le attività effettivamente svolte.

Rispetto alla zona "F", ribaltina, si precisa la possibilità di attribuire il Livello di Rischio LR-0. "Ciononostante, considerando che effettivamente la zona è deputata al carico di materiale amiantifero, e quindi alla sua movimentazione" (CoCIV,2017a, p.41), è stato adottato in misura precauzionale il Livello di Rischio LR-1.

"Pari principio di massima cautela viene applicato anche per la zona "E".

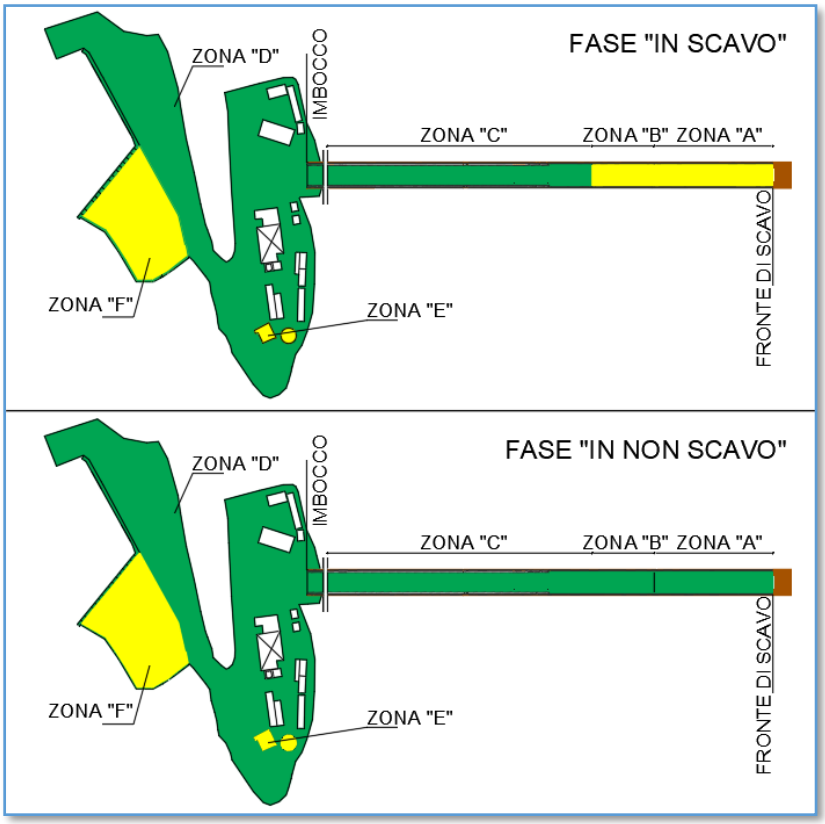

Figura 33: Attribuzione dei Livelli di Rischio alle singole zone - Scavo con Livello di Rischio LR-1

Le zone di cantiere con attribuzione di Livello di Rischio LR-0 rimangono a tale livello fino a tre superamenti consecutivi della **1 ≤ C (ff/l) ≤ 2** nei campionamenti eseguiti nelle zone e con le modalità corrispondenti. Al terzo superamento consecutivo si procede alla sospensione delle attività, per la verifica della funzionalità dell'impiantistica di galleria predisposta al contenimento del rischio amianto.

Diversamente, nel caso in cui per tre campionamenti consecutivi eseguiti in Zona "A" durante la fase "In Scavo" ci sia un superamento della **C (ff/l) > 2 (SEM)**, ovvero al singolo superamento della **C (ff/l) > 10 (SEM)**, si procede alla sospensione dell'attività e nel caso in cui, questo aumento si attribuisca alla natura stessa della roccia, e quindi al maggior contenuto di fibre di amianto nell'ammasso scavato, si prendono le misure di prevenzione e protezione conseguenti all'aumento del Livello di Rischio secondo quanto descritto al capitolo successivo.

Di seguito vengono descritte diverse misure di prevenzione e protezione da implementare nelle varie zone a seconda del Livello di Rischio.

4.2.DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE

Gli operai devono essere equipaggiati con adatti dispositivi di protezione individuali delle vie respiratorie in conformità al D.Lgs. 81/2008, articolo 251, comma 1, lettera b. e devono inoltre essere dotati di indumenti protettivi completi.

Nelle zone “A” e “B”, in relazione ai Livelli di Rischio attribuiti, si prevede l’utilizzo dei seguenti DPI:

ZONA	DESCRIZIONE DELLA ZONA	LIVELLO DI RISCHIO Fase "In Scavo"	Dispositivi di Protezione Individuale
A	Tratto di galleria compreso tra il fronte di scavo e la barriera d'acqua	LR-1	▪ Utilizzo di respiratori a semimaschera EN 140 dotati di filtro P3 EN 143 ▪ Utilizzo di Tute in Tyvek, bretelle ad alta visibilità e gillet alta visibilità facilmente lavabile, scarpe antinfortunistiche alte lavabilo o stivali antifortunistiche e guanti a manichetta lunga ▪ Utilizzo di mascherine FFP3 per i soli Autisti dei dumper all’interno della cabina e per visitatori o accessi sporadici di breve durata
B	Area di Lavaggio di Persone e Mezzi	LR-1	▪ Utilizzo di respiratori a semimaschera EN 140 dotati di filtro P3 EN 143 ▪ Utilizzo di Tute in Tyvek, bretelle ad alta visibilità e gillet alta visibilità facilmente lavabile, scarpe antinfortunistiche alte lavabilo o stivali antifortunistiche e guanti a manichetta lunga ▪ Utilizzo di mascherine FFP3 per i soli Autisti dei dumper all’interno della cabina e per visitatori o accessi sporadici di breve durata

ZONA	DESCRIZIONE DELLA ZONA	LIVELLO DI RISCHIO Fase "In Non Scavo"	Dispositivi di Protezione Individuale
A	Tratto di galleria compreso tra il fronte di scavo e la 2ª compartimentazione fisica	LR-0	Utilizzo di mascherine FFP3
B	Area di Lavaggio di Persone e Mezzi	LR-0	Utilizzo di mascherine FFP3

Tabella 9: Dispositivi di protezione individuale zona "A" e "B" - Scavo con Livello di Rischio LR-1

Inoltre, per le altre zone:

ZONA	DESCRIZIONE DELLA ZONA	LIVELLO DI RISCHIO	Dispositivi di Protezione Individuale
C	Tratto di galleria compreso tra l'imbocco e le Aree di Lavaggio	LR-0	Utilizzo di mascherine FFP3
D	Piazzale esterno di cantiere	LR-0	-
E	Locale Filtropressa	LR-1	▪Utilizzo di mascherine FFP3 ▪Utilizzo di Tuta in Tyvek, stivali in gomma e guanti a manichetta lunga
F	Ribaltina	LR-1	-

Tabella 10: Dispositivi di protezione individuale per le altre zone - Scavo con Livello di Rischio LR-1

4.3.PROCEDURA DI LAVAGGIO DEL PERSONALE

Il personale destinato ad operare all'interno della zona "A" e "B" durante la fase "In Scavo" con Livello di Rischio LR-1, prima di dare inizio alle proprie lavorazioni, percorre tutta l'asta della galleria dall'imbocco fino al fronte di scavo, avendo cura di aver precedentemente indossato:

a. abbigliamento da lavoro ad alta visibilità,
b. elmetto,
c. stivali antinfortunistici,
d. tuta in Tyvek,

e. guanti a manichetta lunga,
f. bretelle ad alta visibilità,
g. semimaschera EN 140 dotata di filtro P3 EN 143 (indossata a diretto contatto con la pelle, al di sotto della tuta).

Alla fine del turno di lavoro, si effettua una decontaminazione del personale denominata "soft". Questa attività avviene nelle aree prospicienti l'uscita dalla canna (presso la compartimentazione barriera d'acqua), su pavimentazione in cemento e la sua procedura segue questa sequenza:

- Accurato lavaggio degli stivali e dell'elmetto con acqua.
- Si procede con la pulizia della superficie della tuta in Tyvek, per mezzo di un'aspirapolvere dotato di filtri assoluti HEPA o l'impiego di manichetta d'acqua con doccia.
- Con la maschera ancora indosso, il personale si dispone a rimuovere le bretelle ad alta visibilità e la tuta in Tyvek, ripiegandola verso l'esterno (arrotolandola in modo tale da intrappolare eventuali polveri depositatesi sulle superfici).
- La tuta viene lasciata all'interno di apposito contenitore monouso e questo messo in un raccoglitore dedicato allo smaltimento.
- Una volta rimossa la tuta, i lavoratori si trovano con gli indumenti da lavoro ad alta visibilità, elmetto, stivali e semimaschera.
- Infine, una volta che il personale si è allontanato dall'area di lavaggio, all'interno della zona "C", la maschera viene rimossa e i filtri sono buttati negli appositi contenitori.

Per motivi igienici, alla fine del turno di lavoro, viene raccomandato comunque un ulteriore approfondito lavaggio della maschera (sia interno che esterno).

"I lavoratori devono avere cura, prima del successivo utilizzo, di controllare lo stato di efficienza dei filtri [della semimaschera] nel rispetto delle indicazioni impartite durante l''Informazione ed Addestramento all'utilizzo degli Apparecchi di Protezione Respiratoria Filtranti' di cui al paragrafo [4.10]" (CoCIV,2017a, p.43).

"Qualora il lavoratore debba uscire dall'area di lavoro e rientrarvi dopo pochi minuti (ad esempio per l'uso dei servizi igienici o approvvigionamento materiale ed attrezzature), l'operatore [provvede] a:

- Decontaminare la tuta e la semimaschera, tramite aspirapolvere (eventualmente aiutato da un secondo addetto), o in alternativa, [lavale sotto manichetta d'acqua con doccia];
- Decontaminare le calzature tramite apposita attrezzatura lava scarpe […]

Per l'uscita breve non è consentito l'impiego di mezzi o autoveicoli" (Consorzio Tunnel Giovi, 2018, p.24).

La procedura di lavaggio appena descritta vale anche per il personale destinato a lavorare nel locale filtropressa (zona "E").

4.4.PROCEDURA DI LAVAGGIO DEI MEZZI

"Prima di uscire dalle aree di lavoro i mezzi [sono] accuratamente lavati (in particolare le sponde e le ruote) in modo da impedire il trascinamento del fango all'esterno dell'area di lavoro" (Consorzio Tunnel Giovi, 2018, p.23). Questo lavaggio avviene tramite manichette d'acqua gestite da operatori a terra equipaggiati con tuta in Tivek e semimaschera EN 140 dotata di filtro P3 EN 143.

4.5.PULIZIA DELL'INTERNO DELLE CABINE DEI MEZZI

"Al fine di evitare l'accumulo di eventuali fibre di amianto all'interno delle cabine, ad ogni fine turno lavorativo comprendente almeno un ciclo di scavo, tutti i mezzi impiegati in tali attività [vengono] accuratamente puliti per mezzo di un aspiratore dotato di filtro HEPA" (CoCIV, 2017a, p.46). Non è permessa la pulizia mediante l'utilizzo di aria compresa.

La decontaminazione giornaliera avviene presso l'unità di lavaggio posta sul piazzale da lavoratori equipaggiati con tuta in Tivek e semimaschera EN 140 dotata di filtro P3 EN 143.

Figura 34: Aspiratore con filtri HEPA - Scavo con Livello di Rischio LR-1 (CoCIV, 2017a, p.46)

4.6.LAVAGGIO GALLERIA E APPRESTAMENTI IMPIANTISTICI

Per la riduzione delle polveri contenenti amianto, il D.Lgs. 81/2008, articolo 251, comma 1, lettera f. indica che tutti i locali e le attrezzature devono essere sottoposti a regolare pulizia e manutenzione.

Pertanto, quotidianamente per mezzo di un'autobotte dotata di idrante, si effettua un accurato lavaggio delle superfici interne alla zona "A" e degli impianti presenti, al fine di rimuovere eventuali residui di polveri depositate.

Periodicamente viene effettuato un accurato lavaggio del resto della galleria e relativi apprestamenti impiantistici, oltre a tutte le superfici varie del piazzale esterno di cantiere (zona "D").

4.7.PULIZIA DELLE AREEE DI LAVAGGIO

"La piazzola in cemento [viene] ben lavata durante tutta l'esecuzione dei lavori e deve risultare priva di fango" (Consorzio Tunnel Giovi, 2018, p.23). Le acque di lavaggio confluiscono in una vasca e l'acqua viene svuotata da un mezzo apposito e trattata come rifiuto.

Lo stesso concetto vale per l'area di lavaggio personale e la sua vasca.

Terminata la fase di lavoro, si procede alla pulizia delle vasche e alla caratterizzazione e smaltimento del materiale scavato. Il personale adibito alla sua manutenzione e pulizia

procede sempre indossando tute in Tyvek per la protezione da fanghi o acqua potenzialmente contaminata da amianto e fa uso di semimaschera EN 140 dotata di filtro P3 EN 143.

4.8.INFORMAZIONE RISCHIO AMIANTO

Vale quanto già descritto per lo scavo con Livello di Rischio LR-0 al paragrafo 3.4.

4.9.FORMAZIONE DEL PERSONALE

Oltre all'informazione suppletiva di carattere generale, viene erogato un corso di formazione professionale di tipo **"Gestionale"**, "rivolto a chi 'dirige' sul posto le attività di rimozione, smaltimento e bonifica" in conformità al D.P.R 251/94, articolo 10, comma 1. Comprende il sistema di controllo e di collaudo ed i criteri di scelta dei sistemi di protezione, e tratta i seguenti argomenti, in conformità al comma 4 dello stesso DPR 251/94, articolo 10:

a) rischi per la salute causati dall'esposizione a fibre di amianto;
b) normative per la protezione dei lavoratori e la tutela dell'ambiente: obblighi e responsabilità dei diversi soggetti, rapporti con l'organo di vigilanza;
c) gestione degli strumenti informativi previsti dalle norme vigenti;
d) metodi di misura delle fibre di amianto;
e) criteri, sistemi e apparecchiature per la prevenzione dell'inquinamento ambientale e la protezione collettiva dei lavoratori: isolamento delle aree di lavoro, unità di decontaminazione, estrattori e sistemi di depressione;
f) mezzi di protezione personale, ivi compresi loro controllo e manutenzione;
g) corrette procedure di lavoro nelle attività di manutenzione, controllo, bonifica e smaltimento;
h) prevenzione e gestione degli incidenti e delle situazioni di emergenza.

I corsi hanno una durata minima di 50 ore e "il rilascio dei relativi titoli di abilitazione avviene da parte delle regioni o province autonome" in conformità al comma 5 e 6 del DPR 251/94, articolo 10.

4.10. INFORMAZIONE ED ADDESTRAMENTO DPI DI PROTEZIONE DELLE VIE RESPIRATORIE

Tutti i lavoratori impegnati nelle attività di scavo [vengono] informati ed addestrati (D.Lgs. 81/2008, articolo 77, comma 5, lettera a. e D.Lgs. 04/12/1992 n°475) all'utilizzo ed alla manutenzione delle [**semimaschere EN 140**] (DPI di 3ª Categoria di protezione respiratoria) da utilizzare nelle Zone A e B nella "Fase In Scavo" (CoCIV,2017a, p.49).

4.11. MISURE GENERALI DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Come nel casso di scavo con Livello di Rischio LR-0, sono descritte di seguito altre misure generali di prevenzione e protezione adottate:

- Il numero dei lavoratori esposti o che possono essere esposti alle polveri d'amianto deve essere limitato al numero minore possibile.
- "Tutti i mezzi non in uso al fronte di scavo sono parcheggiati, dopo idonea pulizia, in zona "C", in posizione non interferente coi lavori, ovvero all'esterno" (CoCIV, 2017a, p.50).
- L'utilizzo dei DPI deve essere intervallato da periodi di riposo adeguati all'impegno fisico richiesto dal lavoro.
- Al fine di contenere l'aumento di rischio di investimento del personale a terra nelle zone "A" e "B" da parte dei mezzi in manovra ed in transito lungo la galleria, si prevede di adottare le successive misure di prevenzione e protezione:
    - nella zona "A" vige la non contemporaneità delle lavorazioni;
    - utilizzo di telecamere, per la visione nelle operazioni di retromarcia, nei mezzi utilizzati per lo scavo e lo smarino;
    - utilizzo di avvisatore acustico, per mezzo del clacson, da parte degli operatori/autisti per le comunicazioni evitando la necessità di aprire finestrini o sportelli;
    - utilizzo di indumenti ad alta visibilità (bretelle alta visibilità e gilet alta visibilità facilmente lavabile).

4.12. MONITORAGGIO IN AMBIENTE VITA

Come nello scavo con Livello di Rischio LR-0 del capitolo precedente, affinché venga garantita la funzionalità delle misure adottate per la riduzione del rischio ed al fine di mantenere in sicurezza le zone prossime al cantiere, che potrebbero altrimenti presentare fibre aerodisperse provenienti dall'attività di scavo, il datore di lavoro effettua periodicamente la misurazione della concentrazione di fibre di amianto nell'ambiente vita attraverso una rete di monitoraggio ambientale.

La vera quantità di fibre aerodisperse provenienti dall'attività di scavo è quella misurata nell'ambiente di vita per mezzo del monitoraggio in corso d'opera, tenendo conto delle concentrazioni gia presenti "ante operam" secondo la modalità descritta al paragrafo 3.7.

I campionamenti in corso d'opera vengono attivati secondo le frequenze indicate nella tabella seguente.

LIVELLO DI RISCHIO	PUNTI DI MONITORAGGIO	FREQUENZA DI MONITORAGGIO
LR-1 - LIVELLO DI RISCHIO BASSO oppure 1 < C(ff/l) < 2 (SEM) in sorgente oppure 0,5 < C(ff/l) < 1 (SEM) in cintura	SORGENTE	Campionamento + analisi tutti i giorni per il turno di 8 ore.
	I CINTURA	Campionamento + analisi tutti i giorni per il turno di 8 ore.
	II CINTURA	Campionamento tutti i giorni per il turno di 8 ore Analisi nel caso in cui nel punto sorgente o nel punto di prima cintura sia rinvenuto amianto o se nella precedente analisi del punto di seconda cintura sia rinvenuto amianto.

Tabella 11: Frequenze di monitoraggio dell'"aerodisperso" ambiente vita - Scavo con Livello di Rischio LR-1(Osservatorio Ambiente, 2018, p.60. Con modifiche)

Con "'rinvenuto amianto' si intende che dalle analisi sui filtri in laboratorio si è evidenziata almeno 1 fibra di amianto sul filtro" (Osservatorio Ambiente, 2018, p.61).

Il suddetto campionamento per il turno di 8 ore fa riferimento al turno di lavoro comprensivo della produzione (attività di scavo).

Capitolo V

SCAVO CON LIVELLO DI RISCHIO ALTO LR-2

Infine, nel caso in cui la concentrazione di amianto disperso sia di C (ff/l) > 2 (SEM), il D.M. 06/09/1994, articolo 2 afferma che il livello di inquinamento e quindi rischiosità è alta. Da un'altra parte, come descritto al paragrafo 2.3, non potendo escludere l'eventuale superamento di C (ff/l) > 10 (SEM), valore limite di cui all'articolo 254 D.Lgs. 81/2008, si rende necessario operare secondo un **criterio di massima cautela** possibile il quale riguarda l'attivazione di tutte le misure di prevenzione e protezione attiva e passiva possibili.
Qualora nello scavo con Livello di Rischio LR-0 o LR-1, per tre campionamenti consecutivi in zona "A" durante la fase "In Scavo", eseguiti con le modalità descritte al paragrafo 3.1.5 e 4.1.8, si osservino C (ff/l) > 2 (SEM), ovvero al singolo superamento della C (ff/l) > 10 (SEM), si procede alla sospensione dell'attività. Nel caso in cui questo aumento si attribuisca alla natura stessa della roccia e quindi al maggior contenuto di fibre di amianto nell'ammasso scavato, si attuano le misure di prevenzione e protezione derivanti dall'aumento del Livello di Rischio.
Come prima, tali misure di prevenzione e protezione cambieranno a seconda delle varie zone di suddivisione del cantiere in base ai Livelli di Rischio e delle fasi di lavoro "In Scavo" e "In Non Scavo". A seguire si considerano quelle nel caso di scavo con Livello di Rischio LR-2 e concentrazioni di amianto "sopra soglia".

5.1.ZONIZZAZIONE DELL'AREA DI CANTIERE

Come nelle misure di sicurezza da rispettare durante gli interventi di bonifica industriale di siti contaminati dalla presenza di manufatti contenenti amianto dichiarate dal D.M. 06/09/1994, articolo 5, lettera a, comma 1, prima dell'inizio del lavoro, la zona deve avere un idoneo allestimento:

> Se l'ambiente in cui avviene la rimozione non è naturalmente confinato, occorre provvedere alla realizzazione di un **confinamento artificiale con idonei divisori**.
> Prima dell'inizio del lavoro, la zona dovrà essere sgombrata da tutti i mobili e le attrezzature che possono essere spostati.
> Se i mobili e/o le attrezzature sono coperti da detriti o polvere, devono essere puliti a umido prima dello spostamento dalla zona di lavoro […]
> Per realizzare un efficace isolamento dell'area di lavoro è necessario, oltre all'installazione delle barriere (confinamento statico), l'impiego di un **sistema di estrazione dell'aria** che metta in depressione il cantiere di bonifica rispetto all'esterno (confinamento dinamico).

Tenendo conto di questo la galleria e il cantiere esterno vengono suddivisi in sette zone distinte associabili a specifici rischi relativi alla potenziale esposizione a fibre di amianto aerodisperse.

In particolare, la galleria è ripartita in:

ZONA "A" – Tratto di galleria tra il fronte e la 2ª compartimentazione

ZONA "B" – Tratto di galleria tra la 1ª e la 2ª compartimentazione

ZONA "C" – Tratto di galleria tra l'imbocco e la 1ª compartimentazione

Nell'area di cantiere esterna è possibile individuare:

ZONA "D" – Piazzale esterno di cantiere

ZONA "E" – Impianto di confezionamento big bags

ZONA "F" – Locale filtropressa

ZONA "G" – Ribaltina

Lo schema che segue illustra le sette zone specifiche e come è stato fatto per i due casi antecedenti, queste verranno descritte con le corrispondenti attrezzature presenti, e con le attribuzioni del Livello di Rischio di ogni zona.

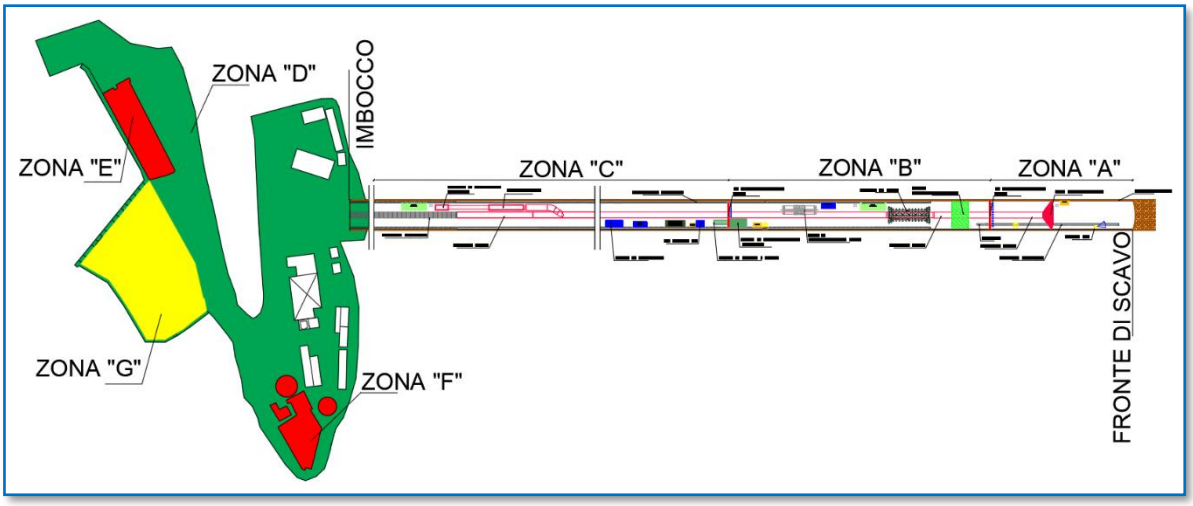

Figura 35: Zonizzazione dell'area di cantiere - Scavo con Livello di Rischio LR-2 (CoCIV, 2017a, p.16. Con modifiche)

5.1.1. ZONA "A" – TRATTO DI GALLERIA TRA IL FRONTE E LA 2ª COMPARTIMENTAZIONE

La zona "A" è quel tratto della galleria, di estensione variabile da un minimo di circa 50 m ed un massimo di circa 100 m, compreso tra il fronte di scavo e la 2ª compartimentazione fisica. Questa viene anche detta "zona contaminata".

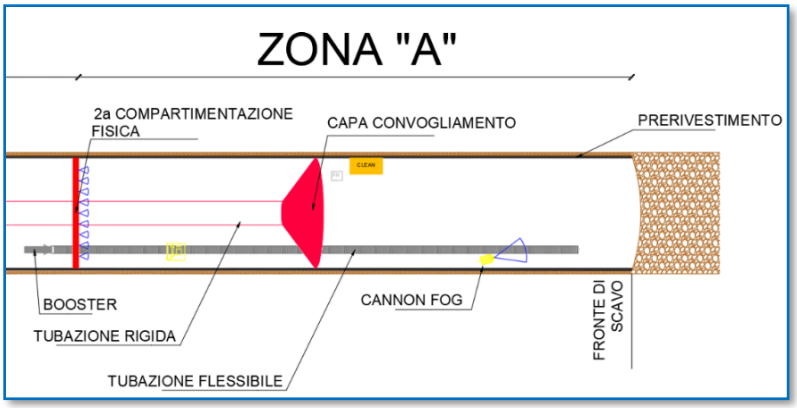

Figura 36: Zona "A" Apprestamenti impiantistici - Scavo con Livello di Rischio LR-2 (CoCIV, 2017a, p.17. Con modifiche)

Gli impianti e attrezzature presenti in questa area sono di seguito descritte.

SISTEMA DI COMPARTIMENTAZIONE FISICA

Come è stato descritto prima, per essere la galleria un'ambiente non naturalmente confinato, occorre la realizzazione di un confinamento artificiale con idonei divisori. La compartimentazione della galleria è eseguita mediante la posa di una segregazione fisica. "La parte fissa è realizzata con travi in ferro e rete elettrosaldata in modo da resistere alle pressioni derivanti dalla volata" (Consorzio Tunnel Giovi, 2018, p.13). Dall'altra parte, la chiusura può essere effettuata secondo le seguenti tipologie:

A) Chiusura attraverso un telo in PVC

La struttura è realizzata con teli mobili al fine di poter resistere alla deflagrazione, "in modo tale da aprirsi meccanicamente con l'onda d'urto della volata e richiudersi appena questa è passata" (Consorzio Tunnel Giovi, 2018, p.17).

Figura 37: Compartimentazione fisica con chiusura attraverso telo in PVC

B) Chiusura attraverso portone automatico

La struttura è "realizzata con un portale automatico che viene lasciato aperto durante la volata, al fine di poter resistere alla deflagrazione, [e viene] richiuso immediatamente a

seguito dell'esplosione per il contenimento dei fumi e delle polveri" (Consorzio Tunnel Giovi, 2018, p.13).

Figura 38: Compartimentazione fisica con chiusura attraverso portone automatico

"Prima del telo del portone c'è posizionato un arco con ugelli di nebulizzazione ad acqua in modo da formare una barriera che possa contenere l'eventuale passaggio di polvere" (Consorzio Tunnel Giovi, 2018, p.13).

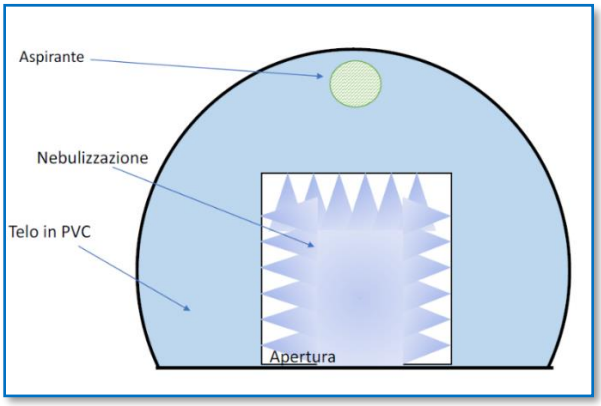

Figura 39: A sinistra compartimentazioni fisiche con lame d'acqua (Consorzio Tunnel Giovi, 2018, p.17). A destra dettaglio delle lame d'acqua installate sulle compartimentazioni fisiche

CANNON FOG

Ai piedi del fronte di scavo, durante la fase di caricamento ed allontanamento dal fronte del materiale abbattuto (smarino), in posizione il più possibile non interferente con le attività, si posiziona un cannone nebulizzatore direzionale "Cannon Fog" per l'abbattimento delle polveri prodotte dalla demolizione e movimentazione della roccia.

Figura 40: Cannone nebulizzatore "Cannon Fog"

IMPIANTO DI VENTILAZIONE ASPIRANTE

"Per impedire la dispersione di fibre verso l'esterno, limitandola alla sola "zona contaminata", si predispone di un impianto di ventilazione di tipo aspirante costituita da una tubazione rigida o spiralata, in luogo a quello premente da tubazione floscia. Allo "scopo di catturare quanto più vicino possibile alla 'sorgente' le fibre aereo disperse e, nel minor tempo possibile, 'bonificare' l'ambiente della stessa zona A una volta ultimate le attività di scavo e messo in sicurezza il fronte con la posa del prerivestimento" (CoCIV, 2017a, p.14-15).

Dopo che è stato completato l'allestimento del cantiere i sistemi di confinamento devono essere collaudati mediante prove di tenuta. Il sistema di estrazione deve garantire un gradiente di pressione tale che, attraverso i percorsi di accesso alla galleria e le inevitabili imperfezioni delle barriere di confinamento, si verifichi un flusso d'aria dall'esterno verso l'interno della galleria in modo da evitare qualsiasi fuoriuscita di fibre.

L'aria aspirata dall'impianto di ventilazione al fronte di scavo, invece, transitando all'interno di un tubo rigido metallico, rilanciata in zona "C" dopo essere sottoposta ad un processo di filtrazione in grado di trattenere le fibre amiantifere eventualmente contenute al suo internoper mezzo di un depolveratore con filtro HEPA.

Tubazione rigida

"L'aria aspirata al fronte di scavo della zona "A" viene trasportata in zona "C" dalla galleria mediante una tubazione rigida in acciaio" (CoCIV, 2017a, p.20).

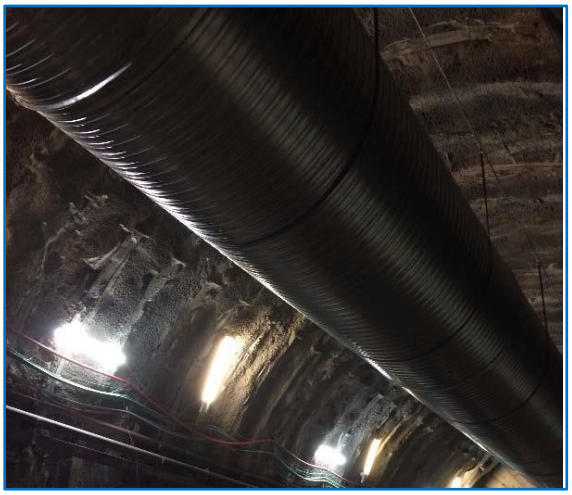

Figura 41: Tubazione rígida (CoCIV, 2017a, p.20)

Cappa convogliamento

> Allo scopo di aumentare ed agevolare il convogliamento all'interno del tubo di aspirazione, delle polveri e dei fumi prodotti durante le attività di abbattimento della roccia al fronte di scavo, limitando quanto più possibile la concentrazione e dispersione di fibre amiantifere in zona "A", [viene] installata, in corrispondenza della bocca di aspirazione, una cappa realizzata mediante una membrana PVC sostenuta da tiranti in acciaio nella parte superiore della sezione della galleria (CoCIV, 2017a, p.15).

Figura 42: Cappa Convogliamento Polveri e Fumi (CoCIV, 2017a, p.20)

Booster compartimentazione A-B

Il lavaggio e la movimentazione dell'aria sul fronte di scavo [vengono garantiti] mediante un booster installato nella compartimentazione fisica tra le zone A-B […] connesso a tubazioni floscia […] che raggiunge il fronte in modo da evitare il ristagno di aria nella zona di lavoro e agevolare il convogliamento verso la Cappa di aspirazione (CoCIV, 2017a, p.22).

Figura 43: Booster zona A-B

Le attrezzature che completano il sistema di ventilazione (depolveratore e stazione di ventilazione aspirante) si trovano posizionate nella zona “C” della galleria e verranno sviluppate in quel paragrafo.

5.1.2. ZONA “B” – TRATTO DI GALLERIA TRA LA 1ª E LA 2ª COMPARTIMENTAZIONE

La zona “B” è il tratto della galleria, di estensione variabile da un minimo di circa 70 m ed un massimo di circa 150 m, compreso tra la 1a e la 2a compartimentazione fisica. Questa viene anche nominata zona di decontaminazione, contenente al suo intero le unità di decontaminazione di personale e mezzi. È buona norma che sia una zona pavimentata o cementata per facilitarne il lavaggio ed evitare il lavoro nel fango.

“In questa area, durante le attività di scavo, potranno essere svolte solo attività strettamente connesse alla gestione degli impianti e delle attrezzature presenti nell’area stessa” (CoCIV, 2017a, p.22).

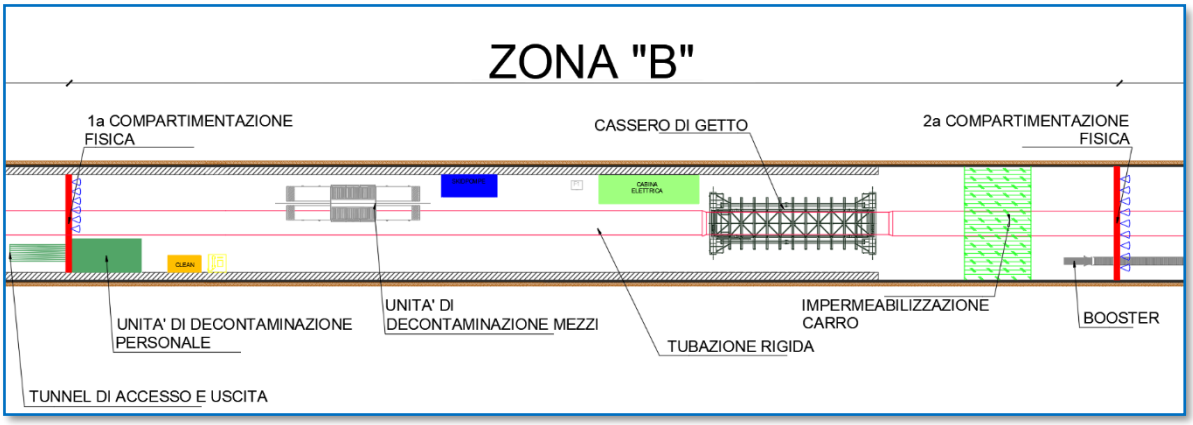

Figura 44: Zona "B" Apprestamenti impiantistici - Scavo con Livello di Rischio LR-2 (CoCIV, 2017a, p.22. Con modifiche)

Se all’interno della zona sono inoltre presenti le installazioni e attrezzature (cassero per i rivestimenti e carro di impermeabilizzazione) le stesse possono essere utilizzati solo durante i fermi della attività di scavo.

“Il personale a terra impiegato nelle zone A e B esegue necessariamente le operazioni di preparazione e vestizione durante il passaggio dalla zona C alla e le operazioni di decontaminazione durante il passaggio dalla zona B alla zona C” (CoCIV, 2017a, p.23).

Gli impianti e attrezzature presenti in questa area sono di seguito descritte.

UNITÀ DI DECONTAMINAZIONE MEZZI

Il processo di decontaminazione dei mezzi gommati, consiste in un accurato lavaggio di tutte le superfici esterne dei mezzi transitanti in zona B e destinati all'uscita della galleria verso la zona C, avviene mediante il passaggio attraverso un "Tunnel di lavaggio" (CoCIV, 2017a, p.23).

L'unità dispone di:

- rampe per l'ingresso e l'uscita degli automezzi,
- serie di ugelli a ventaglio installati su due sponde laterali e sotto la pista in transito per il lavaggio di ruote e telaio,
- archi di lavaggio per il lavaggio del cassone,
- vasca di accumulo delle acque per il lavaggio.

Figura 45: Unità di decontaminazione mezzi

"I mezzi non compatibili con la struttura e i mezzi cingolati sono decontaminati mediante operazioni di accurato lavaggio manuale per mezzo di acqua spruzzata all'interno della stessa zona "B" della galleria" (CoCIV, 2017a, p.23).

UNITÀ DI DECONTAMINAZIONE PERSONALE

Il processo di decontaminazione del personale consiste in un accurato lavaggio dei DPI del personale impiegato nelle zone “A” e “B” e destinati all’uscita della galleria verso la zona “C”, il quale avviene mediante il passaggio attraverso un’unita di decontaminazione. In conformità al D.M. 06/09/1994, articolo 5, lettera a, comma3, le 4 zone che compongono questa unità sono:

a) Locale di equipaggiamento.
Questa zona [ha] due accessi, uno adiacente all'area di lavoro e l'altro adiacente al locale doccia […]

b) Locale doccia.
La doccia [è] accessibile dal locale equipaggiamento e dalla chiusa d'aria […]

c) Chiusa d'aria.
La chiusa d'aria [è] costruita tra il locale doccia ed il locale spogliatoio incontaminato. La chiusa d'aria [consiste] in uno spazio largo circa 1,5 m con due accessi. Uno degli accessi dovrà rimanere sempre chiuso [e] gli operai [attraversano] la chiusa d'aria uno alla volta.

d) Locale incontaminato (spogliatoio).
Questa zona [ha] un accesso dall'esterno (aree incontaminate) ed un'uscita attraverso la chiusa d'aria.

Nello specifico, il locale di equipaggiamento viene chiamato “spogliatoio sporco” mentre il locale incontaminato “spogliatoio pulito”.

In fine è presente un “corridoio collegamento tra i due spogliatoi” per l’ingresso del personale alla zona di lavoro. Con lo scopo di creare una doppia chiusa d’aria tra lo spogliatoio pulito e sporco, il corridoio è dotato di n. 3 porte divisorie.

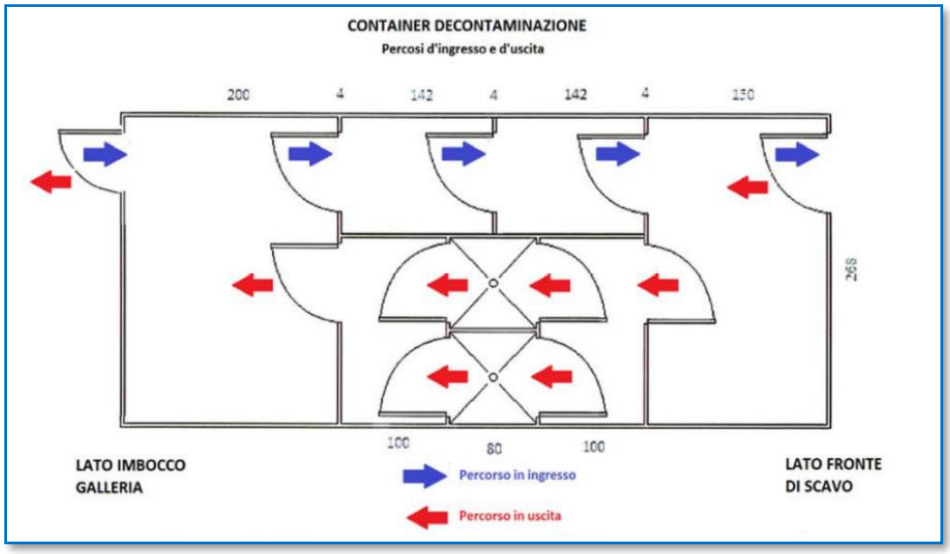

Figura 46: Schema unità di decontaminazione personale (CoCIV, 2017a, p.24)

"La struttura portante [dell'unita di decontaminazione] è opportunamente rinforzata, per permetterne il trascinamento. [Inoltre,] è dotata di impianto di estrazione aria, completo di filtro ad alta efficienza (HEPA) e prefiltro […] posizionato nello spogliatoio sporco così da creare un flusso d'aria che trattenga l'aria nella parte confinante con il cantiere (zona B - Decontaminazione)" (CoCIV, 2017a, p.24).

Figura 47: A sinistra unità di decontaminazione personale (CoCIV, 2017a, p.25). A destra locale doccia

Lo spogliatoio pulito è collegato ad un tunnel che attraversa la 1ª compartimentazione fisica di separazione fra la zona "B" e la zona "C". Questo ha lo scopo di evitare che il personale

destinato all'uscita della zona "B", dopo la procedura di decontaminazione, debba ripercorrere nuovamente una "zona contaminata".

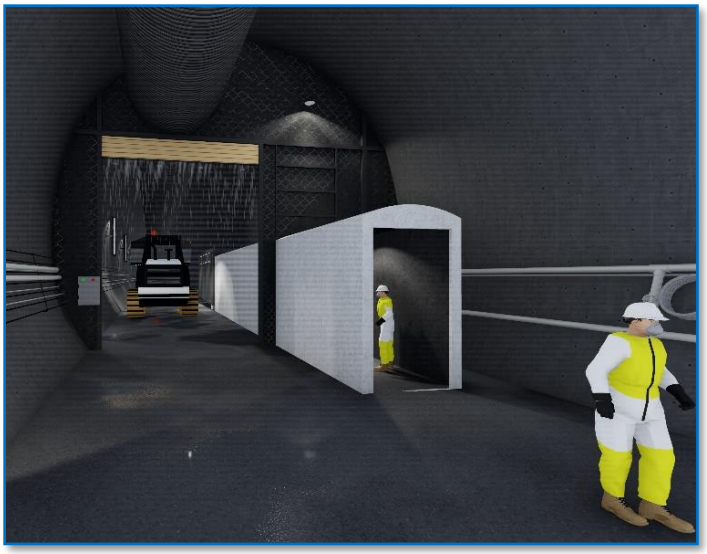

Figura 48: Tunnel di accesso e uscita

"In corrispondenza dell'ingresso lato fronte di scavo, è installata una manichetta per il lavaggio degli stivali prima dell'ingresso" (CoCIV, 2017a, p.25).

WC

Inoltre, per le esigenze dei lavoratori impiegati nelle lavorazioni nelle zone "B" e "A", viene installato un WC chimico.

5.1.3. ZONA "C" – TRATTO DI GALLERIA TRA L'IMBOCCO E LA 1ª COMPARTIMENTAZIONE

La zona "C" è quel tratto della galleria compreso tra l'imbocco e la 1ª compartimentazione fisica. Questa viene anche denominata zona incontaminata ed è dove avvengono svolte tutte le attività lavorative complementari all'avanzamento.

Le attrezzature presenti in questa area sono quelle che completano il sistema di ventilazione già precedentemente descritto e le attrezzature impiantistiche funzionali alla attività in zona "A".

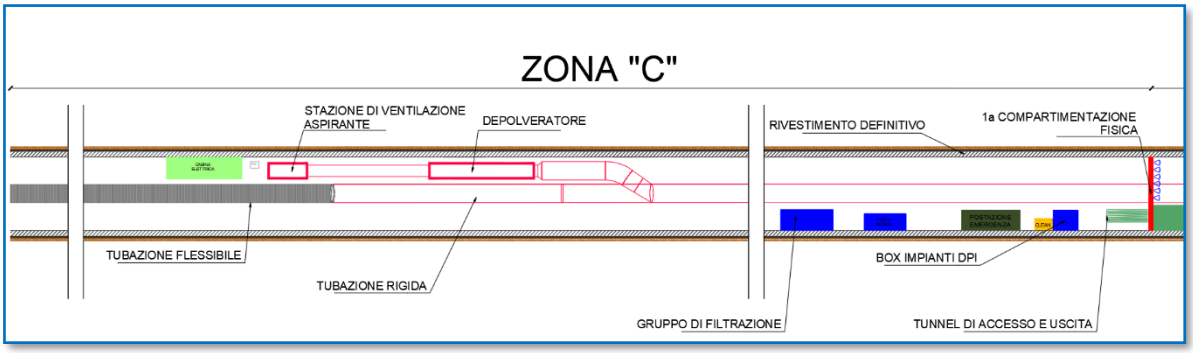

Figura 49: Zona "C" Apprestamenti impiantistici - Scavo con Livello di Rischio LR-2 (CoCIV, 2017a, p.26. Con modifiche)

DEPOLVERATORE

L'aria inquinata aspirata dagli estrattori è efficacemente filtrata prima di essere emessa nell'unità di depolverazione.

> I filtri delle unità sono di categoria K4 con una efficienza del 99.96% (equivalente a HEPA H13). Il materiale filtrato [si deposita], grazie ad un sistema di [vibrazione], in una vasca sita nella parte bassa del depolveratore dove viene raccolto da un sistema di coclee che lo trasporta all'unita di miscelazione, che provvede a miscelare le polveri con acqua. Il liquido di risulta viene successivamente inviato a mezzo di una pompa all'impianto di trattamento acque reflue (CoCIV, 2017a, p.20-21).

Figura 50: Unità di depolverazione

STAZIONE DI VENTILAZIONE ASPIRANTE

La stazione di ventilazione aspirante dell'impianto di ventilazione costituita da tubazione rigida, descritta al paragrafo 5.1.1, risulta posizionata in zona "C" della galleria.

Figura 51: Stazione di ventilazione aspirante

GRUPPO DI FILTRAZIONE

Come nel caso precedente di scavo con Livello di Rischio LR-1, per garantire l'efficienza degli ugelli installati sugli impianti di nebulizzazione dei Cannon Fog e dell'arco con ugelli di nebulizzazione, è installato un "gruppo di filtrazione".

5.1.4. ZONA "D" – PIAZZALE ESTERNO DI CANTIERE

Per questa zona vale quanto già descritto per lo scavo con Livello di Rischio LR-0, con la particolarità che l'impianto lava ruote viene modificato con un circuito delle acque di tipo "aperto" come descritto nel capitolo dello scavo con Livello di Rischio LR-1.

UNITÀ DI ULTRAFILTRAZIONE ACQUE

Nel caso di scavo con Livello di Rischio LR-2 l'impianto di trattamento acque di tipo chimico o chimico/fisico viene adeguato predisponendo una unità di ultrafiltrazione che ha lo scopo di trattenere le eventuali fibre di amianto contenute nelle acque, le cui caratteristiche tecniche sono indicate in seguito.

"L'ultrafiltrazione è un processo di filtrazione in pressione utilizzata per la separazione dei solidi sospesi dall'acqua" (CoCIV, 2017a, p.28).

Le acque in uscita prive di solidi sospesi, con dimensioni minori o uguali a 0,02 µm, sono in parte riutilizzate per scopi industriali in galleria e nel piazzale, e la parte eccedente scaricata nel corpo idrico ricettore autorizzato.

In galleria, l'acqua riutilizzata ultrafiltrata alimenterà:

- il gruppo di filtrazione
- l'unita di decontaminazione personale
- l'unita di decontaminazione mezzi
- l'unita di miscelazione del depolveratore

Sul piazzale, l'acqua riutilizzata ultrafiltrata alimenterà:

- l'impianto lava ruote
- l'impianto di irrigatori a ventaglio
- il capannone di confezionamento big-bags

Invece, il materiale trattenuto (con eventuali fibre di amianto) è convogliato alla filtropressa (zona "F"). Il fango disidratato che ne consegue è caratterizzato e gestito come rifiuto pericoloso contenente amianto in caso di superamento della concentrazione della soglia di contaminazione prevista dalla Normativa Ambientale D.Lgs. 152/06, come descritto al paragrafo 2.2.2, ovvero come rifiuto da avviare a discariche autorizzate.

Figura 52: Serbatoi di accumulo unità di ultrafiltrazione

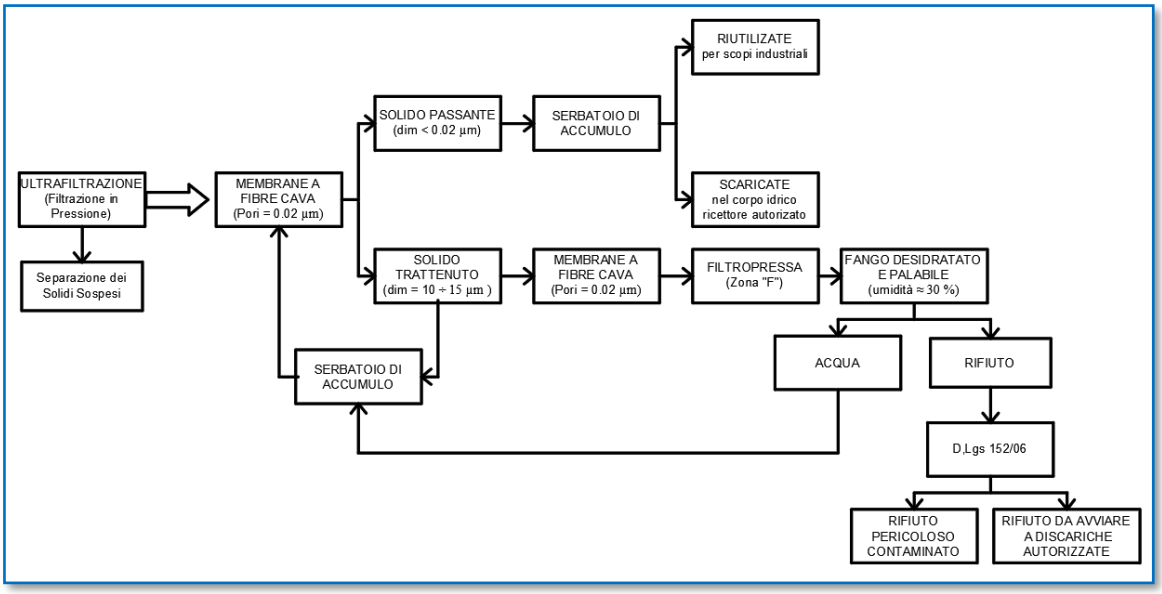

Figura 53: Schema del ciclo delle acque con unità di ultrafiltrazione

5.1.5. ZONA "E" – IMPIANTO DI CONFEZIONAMENTO BIG BAGS

La zona "E" individua l'area del piazzale all'interno della quale [avviene] il confezionamento in big bags dei rifiuti pericolosi contenti amianto, sia derivanti eventualmente della attività di scavo in sotterraneo, che dalla [filtropressa], per il successivo smaltimento (CoCIV, 2017a, p.29). L'attività di confezionamento avviene manualmente con l'ausilio di escavatore o in automatico all'interno di un'area confinata, il "capannone telonato", affidata ad imprese specializzate.

CAPANNONE DI CONFEZIONAMENTO BIG BAGS

Il trasferimento nel capannone del marino proveniente dalla galleria è eseguito dai dumper addetti allo smarino. Una volta trasferito nel capannone, il materiale viene trattato e smaltito dall'impresa specializzata e l'insacchettamento può venire in maniera manuale o automatica.

L'impianto è composto dalle seguenti attrezzature principali:

- area confinata dinamica;
- unità di decontaminazione personale e unità di decontaminazione materiali;
- barriere idrauliche per la decontaminazione dei mezzi d'opera e dei materiali di risulta;

- gruppo di filtrazione delle acque;
- estrattore d'aria per la mesa in depressione del confinamento con filtri HEPA H13;
- tramoggia di carico dei big bags;
- carrello su binari per la traslazione dei big bags;
- paranco elettrico per lo spostamento dei big bags;

Figura 54: Capannone confezionamento big bags manuale

L'unica via d'accesso e di uscita del personale del capannone è rappresentata dall'unità di decontaminazione del personale costituita dai quattro locali identici a quelli descritti al paragrafo 5.1.2.

Figura 55: Capannone confezionamento big bags automatico

5.1.6. ZONA "F" – LOCALE FILTROPRESSA

Nel caso dello scavo con Livello di Rischio LR-2, a differenza di prima, la struttura della filtropressa è interamente confinata così da evitare la fuoriuscita di eventuali fibre di amianto durante lo scarico del fango all'interno del cassone scarrabile, che in questo caso è dotato di un telone di chiusura. In ogni modo, per evitare la dispersione di polveri e fibre verso l'esterno, viene installato un gruppo di pressurizzazione (in depressione), dotato di unità filtrante HEPA H13, mentre sulla soglia di accesso vengono disposti ugelli a lama d'acqua per il prelievo del cassone scarrabile.

Il locale filtropressa è dotato di unità per il lavaggio delle superfici esterne del cassone e di decontaminazione del personale. Quest'ultima svolge la funzione di accesso del personale alla filtropressa, come nel caso del capannone di conferimento big bags,

Figura 56: Locale filtropressa - Scavo con Livello di Rischio LR-2

5.1.7. ZONA "G" – RIBALTINA

Per questa zona vale quanto già descritto per lo scavo con Livello di Rischio LR-0, compresi l'**impianto di irrorazione a ventaglio** e le/i **barriere/muri.**

5.1.8. SPOSTAMENTO DEGLI APPRESTAMENTI IMPIANTISTICI

Come descritto al paragrafo 4.1.7 per questa attività si rende necessario interrompere le lavorazioni al fronte, attività "In Non Scavo". Questo riguarda per tutte le zone di galleria lo

stesso Livello di Rischio LR-1, di cui al successivo paragrafo, e quindi non ci sarebbe una "zona contaminata" che possa compromettere le altre.

Tale operazione avverrà con le frequenze e modalità riportate nella tabella sottostante:

			FREQUENZE DI SPOSTAMENTO		
	DESCRIZIONE	DURATA PREVISTA	5 m	12 m	Var.
ZONA "A"	Cannon Fog	≈ 1 h	X		
	Gruppo di Pressurizzazione		X		
	Tubazione Rigida (Fronte) (*)	≈ 24 h		X	
	Cappa di Convogliamento Polveri e Fumi (*) (smontaggio e rimontaggio)			X	
	Tubazione Booster Floscia			X	
	Compartimentazione Fisica 1 (Portone, Lama d'acqua, Carpenteria Metalica, Chiusura PVC)	≈ 72 h			X
ZONA "B"	Booster				X
	Cabina Elettrica Zona "B"				X
	Skid Pompe Zona "B"				X
	Unità Decontaminazione Mezzi				X
	Unità Decontaminazione Personale				X
	Box Impianti UDP				X
	Cointainer di Emergenza (**)				
	Vasca di accumulo UDM				X
	Tunnel di passaggio				X
ZONA "C"	Compartimentazione Fisica 2 (Portone, Lama d'acqua, Carpenteria Metalica, Chiusura PVC)				X
	Impianto Microfiltrazione	≈ 24 h			X
	Container di Emergenza				X

Tabella 12: Spostamento degli apprestamenti impiantistici in galleria - Scavo con Livello di Rischio LR-1 (CoCIV, 2017a, p.34. Con modifiche)

* Nell'ambito dell'indicazione fornita, si ritiene comunque che la distanza dal fronte di scavo della cappa di convogliamento, e quindi della tubazione rigida, non debba superare i 50 m circa per garantire un flusso di aspirazione esente da possibili effetti di "ricircolo".

** Il Container di Emergenza deve rispettare la distanza limite dal fronte di 300 m e può essere posizionato indifferentemente in zona "B" o "C".

5.1.9. ATTRIBUZIONE DEI LIVELLI DI RISCHIO ALLE SINGOLE ZONE

Le postazioni di monitoraggio attive durante il periodo di scavo della galleria naturale in Livello di Rischio LR-2 sono le seguenti:

- n.3 postazioni a terra all'interno della galleria (zona "A", "B" e "C");
- n.2 postazioni all'interno delle cabine dei mezzi (escavatore e dumper);
- n.1 postazione all'interno dello spogliatoio del personale esterno;
- n.1 postazione all'interno dell'Unità di Decontaminazione a servizio della galleria (interno spogliatoio pulito).

Le tabelle sotto riportano tutti i dettagli utili alla definizione dei punti, delle modalità e delle frequenze di campionamento.

AREE DI CANTIERE IN SOTTERRANEO

Postazione	Zona	Fase lavorativa	Tipo di campion.	Supporto di campion.	Volume totale di aria da campionare [l]	Frequenza di campionam.	Priorità analisi di laboratorio
A terra – a valle della bocca di aspirazione	Tra la 2ª compart. e il fronte (zona "A")	QUALSIASI	Campionamento a portata costante (Q=7 l/min)	n. 3 Filtri in PC, Φ: 47 mm, porosità 0.8 µm	≥ 3.000 (Equamente suddivisi sul numero di filtri utilizzati)	Ogni turno di lavoro nella Fase "In Scavo" e n.1 giornaliero nella Fase "In Non Scavo" *	Prioritario
A terra – in zona intermedia tra i due portali di compartimentazione	Tra la 1ª e la 2ª compart. (zona "B")	QUALSIASI	Campionamento a portata costante (Q=10 l/min)	n. 2 Filtri in PC, Φ: 47 mm, porosità 0.8 µm	≥ 3.000 (Equamente suddivisi sul numero di filtri utilizzati)	Ogni turno di lavoro nella Fase "In Scavo" *	Prioritario
A terra – a monte della stazione di ventilazione aspirante	Tra l'imbocco e la 1ª compart. (zona "C")	QUALSIASI	Campionamento a portata costante (Q=10 l/min)	n. 1 Filtro in PC, Φ: 47 mm, porosità 0.8 µm	≥ 3.000	Ogni turno di lavoro nella Fase "In Scavo" e n.1 giornaliero nella Fase "In Non Scavo"	Prioritario

Tabella 13: Monitoraggio dell'"aerodisperso" in ambiente di lavoro in sotterraneo - Scavo con Livello di Rischio LR-2 (CoCIV, 2017a, p.63)

* Nello scavo con esplosivo, i monitoraggi riattivano automaticamente i campionamenti nel momento in cui si riprendono i lavori, al termine dell'attività di "sfumo".

Tutte le misure nelle postazioni a terra sono effettuate ad un'altezza di 1.5 m dal piano di calpestio.

INTERNO CABINE DEI MEZZI

Postazione	Zona	Fase lavorativa	Tipo di campion.	Supporto di campion.	Volume totale di aria da campionare [l]	Frequenza di campion.	Priorità analisi di laboratorio
Interno cabina dumper smarino	Variabile	SCAVO + SMARINO	Campionamento a portata costante (Q=7 l/min)	n. 1 Filtro in PC, Φ: 25 mm, porosità 0.8 µm	1.260	n. 1 ogni 3 cicli di avanzamento	Non prioritario

Tabella 14: Monitoraggio dell'"aerodisperso" in ambiente di lavoro interno cabine dei mezzi - Scavo con Livello di Rischio LR-2 (CoCIV, 2017a, p.63)

UNITÀ DI DECONTAMINAZIONE DEL PERSONALE DI GALLERIA E SPOGLIATOIO ESTERNO

Postazione	Zona	Fase lavorativa	Tipo di campion.	Supporto di campion.	Volume totale di aria da campionare [l]	Frequenza di campion.	Priorità analisi di laboratorio
Interno spogliatoio esterno	Piazzale esterno	Alla fine del turno che avrà eseguito lo scavo e smarino	Campionamento a portata costante (Q=10 l/min)	n. 1 Filtro in PC, Φ: 47 mm, porosità 0.8 µm	4.800	n.1 giornaliero nella Fase "In Scavo" e n.1 settimanale nella Fase "In Non Scavo" **	Non prioritario
Interno spogliatoio pulito dell'unità di decontaminazione	Tra la 1ª e la 2ª compart. (zona "B")	QUALSIASI	Campionamento a portata costante (Q=10 l/min)	n. 1 Filtro in PC, Φ: 47 mm, porosità 0.8 µm	4.800	n.1 giornaliero nella Fase "In Scavo"	Non prioritario

Tabella 15: Monitoraggio dell'"aerodisperso" in ambiente di lavoro UDP e spogliatoio esterno - Scavo con Livello di Rischio LR-2 (CoCIV, 2017a, p.63)

I filtri ottenuti dai suddetti campionamenti sono consegnati al laboratorio e la tabella sottostante mostra la situazione dei risultati prevista che emerge dall'esperienza nelle varie zone del cantiere e in ogni fase dopo l'effettuazione delle misure di prevenzione e protezione precedentemente descritte.

ZONA	DESCRIZIONE DELLA ZONA	LIVELLO DI RISCHIO "Fase in Scavo"	LIVELLO DI RISCHIO "Fase in Non Scavo"
A	Tratto di galleria compreso tra il fronte di scavo e la 2ª compartimentazione fisica	LR-2	LR-1
B	Tratto di galleria compreso tra la 1ª e la 2ª compartimentazione fisica	LR-2	LR-1
C	Tratto di galleria compreso tra l'imbocco e la 1ª compartimentazione fisica	LR-1	LR-1
D	Piazzale esterno di cantiere	LR-0	LR-0
E	Capannone confezionamento big bags	LR-2	LR-2
F	Locale filtropressa	LR-2	LR-2
G	Ribaltina	LR-1	LR-1

Tabella 16: Attribuzione dei Livelli di Rischio alle singole zone - Scavo con Livello di Rischio LR-2 (CoCIV, 2017a, p.38. Con modifiche)

In questo caso, si precisa che una volta ultimate le attività di scavo, il sistema di ventilazione aspirante è in grado di riportare rapidamente il livello di concentrazione delle fibre aerodisperse in ambiente a livelli decisamente contenuti.

Come nel caso dello scavo con Livello di Rischio LR-1, le zone "A" e "B" risultano avere un diverso Livello di Rischio in correlazione con le attività. E anche in questo caso sono stati applicati principi di massima cautela per la ribaltina e il locale filtropressa.

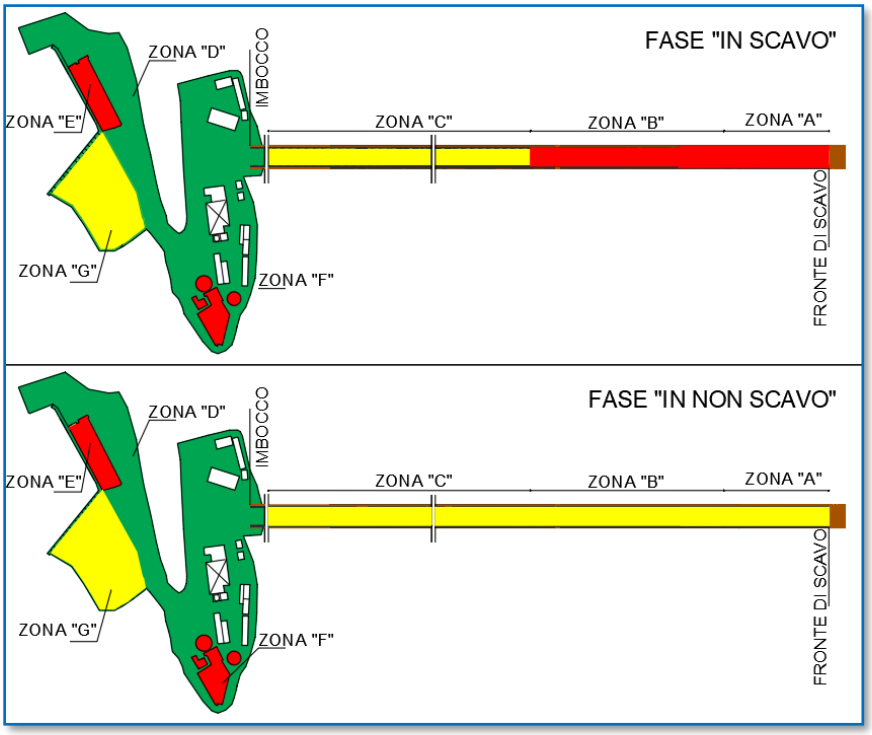

Figura 57: Attribuzione dei Livelli di Rischio alle singole zone - Scavo con Livello di Rischio LR-2 (CoCIV, 2017a, p.39. Con modifiche)

Le zone di cantiere con attribuzione di Livello di Rischio LR-0 e LR-1 rimangono a tale livello fino a tre superamenti consecutivi della **C (ff/l) > 1 (SEM)** e **C (ff/l) > 2 (SEM)** nei campionamenti eseguiti nelle zone e con le modalità corrispondenti al caso. Al terzo superamento consecutivo, ovvero al singolo superamento della **C (ff/l) > 10 (SEM)**, si procede alla sospensione delle attività, per la verifica della funzionalità dell'impiantistica di galleria predisposta al contenimento del rischio amianto.

Diversamente, nel caso in cui per tre campionamenti consecutivi eseguiti in Zona "A" durante la fase "In Scavo" ci sia un superamento della **C (ff/l) > 50 (SEM)**, ovvero al singolo superamento della **C (ff/l) > 100 (SEM)**, si procede ad una "verifica di funzionalità degli apprestamenti impiantistici operanti in zona A" al fine di stabilire la causa dell'incremento. Questa si può infatti attribuire ad un decadimento di prestazioni di alcuni impianti installati (sistema di ventilazione aspirante o sistema di abbattimento Cannon Fog) o anche alla natura stessa della roccia, e quindi al maggior contenuto di fibre di amianto nell'ammasso scavato che, come già descritto, risulta difficilmente valutabile a priori.

Nei successivi paragrafi vengono definite le diverse misure di prevenzione e protezione da implementare nelle varie zone a seconda del Livello di Rischio attributo secondo la tabella precedente.

5.2.DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE

Gli operai devono essere equipaggiati con adatti dispositivi di protezione individuali delle vie respiratorie e devono inoltre essere dotati di indumenti protettivi completi.

Nelle zone “A” e “B”, in relazione ai Livelli di Rischio attribuiti, si prevede l’utilizzo dei seguenti DPI:

ZONA	DESCRIZIONE DELLA ZONA	LIVELLO DI RISCHIO Fase "In Scavo"	Dispositivi di Protezione Individuale
A	Tratto di galleria compreso tra il fronte di scavo e la 2ª compartimentazione fisica	LR-2	▪Utilizzo di elettrorespiratori con maschera pieno facciale TMP3 dotati di filtri P3 EN 143/02 * ▪Utilizzo di doppia Tute in Tyvek, bretelle ad alta visibilità e gillet alta visibilità facilmente lavabile, stivali in gomma e guanti a manichetta lunga ▪Utilizzo di respiratori a semimaschera EN 140 dotati di filtro P3 EN 143, per i soli Autisti dei dumper all’interno della cabina
B	Tratto di galleria compreso tra la 1ª e la 2ª compartimentazione fisica	LR-2	▪Utilizzo di elettrorespiratori con maschera pieno facciale TMP3 dotati di filtri P3 EN 143/02 * ▪Utilizzo di doppia Tute in Tyvek, bretelle ad alta visibilità e gillet alta visibilità facilmente lavabile, stivali in gomma e guanti a manichetta lunga ▪Utilizzo di respiratori a semimaschera EN 140 dotati di filtro P3 EN 143, per i soli Autisti dei dumper all’interno della cabina

ZONA	DESCRIZIONE DELLA ZONA	LIVELLO DI RISCHIO Fase "In Non Scavo"	Dispositivi di Protezione Individuale
A	Tratto di galleria compreso tra il fronte di scavo e la 2ª compartimentazione fisica	LR-1	Utilizzo di mascherine FFP3
B	Tratto di galleria compreso tra la 1ª e la 2ª compartimentazione fisica	LR-1	Utilizzo di mascherine FFP3

Tabella 17: Dispositivi di protezione individuale zona "A" e "B" - Scavo con Livello di Rischio LR-2 (CoCIV, 2017a, p.40 e p.41)

Inoltre, per le altre zone:

ZONA	DESCRIZIONE DELLA ZONA	LIVELLO DI RISCHIO	Dispositivi di Protezione Individuale
C	Tratto di galleria compreso tra l'imbocco e la 1ª compartimentazione fisica	LR-1	Utilizzo di mascherine FFP3
D	Piazzale esterno di cantiere	LR-0	-
E	Capannone confezionamento big bags	LR-2	A cura della impresa specializzata
F	Locale Filtropressa	LR-2	▪Utilizzo di mascherine FFP3 ▪Utilizzo di doppia Tute in Tyvek, stivali in gomma e guanti a manichetta lunga
G	Ribaltina	LR-1	-

Tabella 18: Dispositivi di protezione individuale per le altre zone - Scavo con Livello di Rischio LR-2 (CoCIV, 2017a, p.41)

5.3.PROCEDURA DI DECONTAMINAZIONE DEL PERSONALE

In conformità al D.M. 06/09/1994, articolo 5, lettera a, comma 4, le procedure de decontaminazione del personale comprendono:

Accesso alla zona: ciascun operaio dovrà togliere gli indumenti nel locale spogliatoio incontaminato ed indossare un respiratore dotato di filtri efficienti ed indumenti

protettivi, prima di accedere alla zona di equipaggiamento ed accesso all'area di lavoro.

Uscita dalla zona di lavoro: ciascun operaio dovrà ogni volta che lascia la zona di lavoro, togliere la contaminazione più evidente dagli indumenti prima di lasciare l'area di lavoro, mediante un aspiratore; proseguire verso la zona dell'equipaggiamento, adempiere alle procedure seguenti:

- Togliere tutti gli indumenti eccetto il respiratore;
- Sempre indossando il respiratore e nudi, entrare nel locale doccia, pulire l'esterno del respiratore con acqua e sapone;
- Togliere i filtri, sciacquarli e riporli nel contenitore predisposto per tale uso;
- Lavare ed asciugare l'interno del respiratore.

Dopo aver fatto la doccia ed essersi asciugato, l'operaio proseguirà verso il locale spogliatoio dove indosserà gli abiti per l'esterno alla fine della giornata di lavoro, oppure tute pulite prima di mangiare, fumare, bere o rientrare nella zona di lavoro.

Questo vale per il personale destinato ad operare all'interno del capannone per il confezionamento big bags (zona "E") e locale filtropressa (zona "F").

Diversamente, il personale destinato ad operare all'interno delle zone "A" e "B" durante la fase "In Scavo" prima di entrare nella zona di lavoro percorrere tutta l'asta della galleria fino al tunnel di ingresso dell'unità di decontaminazione, indossando:

a) abbigliamento da lavoro ad alta visibilità,
b) elmetto,
c) stivali antinfortunistici,
d) doppia tuta in Tyvek,
e) guanti a manichetta lunga,
f) bretelle ad alta visibilità,
g) mascherina FFP3 e maschera pieno facciale (riposta in apposito sacchetto pulito).

Dopo l'accesso all'unità di decontaminazione, passando dal tunnel ed entrando nello spogliatoio pulito, i lavoratori procedono ad indossare la maschera a diretto contatto con la pelle, al di sotto delle due tute e fanno ingresso all'area di lavoro.

Alla fine del turno di lavoro, a differenza dello scavo con Livello di Rischio RL-1, si effettua una procedura di decontaminazione più rigorosa che si attiene a seguente sequenza:

- Accurato lavaggio degli stivali e dell'elmetto con acqua corrente in apposita area adiacente all'unità di decontaminazione.
- Entrando nello spogliatoio contaminato, si procede con la pulizia della superfice della tuta in Tyvek esterna, per mezzo di un'aspirapolvere dotato di filtri assoluti HEPA.
- Con la maschera ancora indosso, il personale si dispone rimuovere le bretelle ad alta visibilità e la tuta in Tyvek, ripiegandola verso l'esterno (arrotolandola in modo tale da intrappolare eventuali polveri depositatesi sulle superfici).
- La tuta viene lasciata all'interno di apposito contenitore monouso e questo messo in un raccoglitore dedicato allo smaltimento.
- Con la maschera e la tuta interna ancora indossate e le bretelle A.V. e l'elmetto in mano si procede all'ingresso nella doccia.
- Sotto il getto d'acqua della doccia, senza utilizzo di sapone, vengono lavate le bretelle A.V., l'elmetto e la superficie esterna della maschera e della tuta ancora indossate.
- Alla fine, il personale si toglie il cappuccio e la maschera e completa il suo lavaggio in modo accurato.
- Successivamente, nello spogliatoio incontaminato, avviene la rimozione della tuta interna e il suo inserimento in apposito sacchetto monouso, il quale viene poi gettato nel contenitore dedicato alla raccolta per lo smaltimento.
- Infine, per uscire dall'unità di decontaminazione vengono indossati gli indumenti da lavoro ad alta visibilità, elmetto e stivali di cui alle lettere a, b e c del primo punto, nonché le mascherine FFP3 previste per la zona "C".

Si sottolinea che, sopra gli indumenti di lavoro ad alta visibilità, indossati per comodità prima dell'ingresso in galleria, i lavoratori si infilano due tute in Tyvek per evitare la contaminazione dei precedenti poiché, uscendo dalla zona "A" e "B" di lavoro, devono ancora percorrere un tratto di galleria (zona "C").

"I lavoratori dovranno avere cura, prima del successivo utilizzo, di controllare lo stato di efficienza dei filtri dell'elettroventilatore nel rispetto delle indicazioni impartite durante

l''Informazione ed Addestramento all'utilizzo degli Apparecchi di Protezione Respiratoria Filtranti' di cui al paragrafo [5.12]" (CoCIV,2017a, p.43).

5.4.PROCEDURA DI DECONTAMINAZIONE DEI MEZZI

> Tutti i mezzi compatibili con la struttura dell'unità di decontaminazione mezzi descritta in precedenza, posta all'interno della zona "B", transitano per il suo interno a velocità molto ridotta, in modo tale che l'acqua proiettata dai dispositivi presenti possa lavare con facilità le superfici esterne e le ruote dei mezzi, impedendo la dispersione di fibre d'amianto sia verso altre zone di lavoro che verso l'ambiente esterno.
>
> I mezzi non compatibili con la struttura e i mezzi cingolati sono decontaminati mediante operazioni di accurato lavaggio manuale [(in particolare le sponde e le ruote) mezzo manichette d'acqua]. Ciò vale anche per tutte le attrezzature eventualmente caricate in zona A e trasportate verso la zona C (CoCIV,2017a, p.43).

Intanto la piazzola in cemento, posizionata nella zona "B", viene ben lavata durante tutta l'esecuzione dei lavori e deve risultare priva di fango. "Le acque di lavaggio dalla piazzola [confluiscono] in una vasca e l'acqua viene rilanciata agli 'SKID' di galleria evitando il trascinamento dell'acqua stessa nelle aree esterne alla canna in lavorazione" (Consorzio Tunnel Giovi, 2018, p.23). Terminata la fase di lavoro, si procede alla pulizia della vasca e alla caratterizzazione e smaltimento del materiale scavato.

Inoltre, nello stesso modo, i dumper in uscita dall'area del capannone di confezionamento big bags, terminate le operazioni di scarico del materiale roccioso, sono sottoposti a un ciclo di decontaminazione nelle apposite strutture a mezzo di manichette d'acqua gestite da operatori a terra.

5.5.PULIZIA DELL'INTERNO DELLE CABINE DEI MEZZI

Avviene nei pressi dell'unità di decontaminazione mezzi e vale quanto già descritto per lo scavo con Livello di Rischio LR-1 al paragrafo 5.5.

5.6. CABINA IN SOVRAPPRESSIONE, CASSONE A TENUTA E TELI DI CHIUSURA

Durante tutte le operazioni di scavo, caricamento e trasporto del materiale roccioso, all'interno della zona "A" i conduttori delle macchine (escavatori e dumper) [sono] protetti dall'esposizione a fibre d'amianto mediante un sistema che mette in sovrappressione l'interno delle cabine di guida.

Tale sistema prevede che l'aria immessa in cabina sia prelevata parzialmente dall'esterno e filtrata per mezzo di un filtro HEPA H13.

Per escavatoristi e autisti vige il divieto di aprire gli sportelli e i finestrini dei mezzi durante tutta l'attività lavorativa.

Completata la fase di riempimento, il cassone dell'autocarro [è] chiuso mediante un apposito telo di chiusura utilizzato per impedire la dispersione di eventuali fibre d'amianto in atmosfera; la componente liquida contenuta nel cassone, invece, [è] trattenuta all'interno dello stesso mediante un sistema di guarnizioni poste fra la sponda posteriore del dumper e il cassone che diventa così "a tenuta stagna". In questo modo si [impedisce] al fango e all'acqua contenuti nel cassone di "percolare" lungo il percorso fino alla zona di scarico del materiale ubicata all'esterno della galleria.

Il marino all'interno del cassone del dumper è distribuito in modo tale da permettere al telo di chiusura di spiegarsi senza nessun ostacolo (CoCIV, 2017a, p.44-45).

Al fine di limitare la polverosità del materiale, il telone di copertura del cassone verrà mantenuto chiuso, sia a mezzo carico che scarico.

Figura 58: Guarnizione di tenuta (CoCIV, 2017a, p.45)

5.7.LAVAGGIO GALLERIA E APPRESTAMENTI IMPIANTISTICI

In conformità al D.M. 06/09/1994, articolo 5, lettera a, comma 9, rispetto alla decontaminazione del cantiere per diminuire le concentrazioni di fibrearodispeso, "è necessario provvedere a periodiche pulizie della zona di lavoro" mediante la nebulizzazione con acqua.

Pertanto, per diminuire le concentrazioni di fibre aerodisperse lungo la galleria, si realizza quotidianamente un accurato lavaggio delle zone "A" e "B" e delle sue attrezzature e impianti. Per la zona "C", invece, se ne predispone uno alla settimana. Inoltre, si realizzerà un lavaggio periodico di tutte le superfici varie del piazzale esterno di cantiere.

5.8.PULIZIA DELL'UNITÀ DI DECONTAMINAZIONE

La sequenza adottata per realizzare l'attività di pulizia dell'Unita di Decontaminazione Personale viene effettuata in conformità al D.M. 06/09/1994, articolo 5, lettera a, iniziando "nel punto più lontano dagli estrattori e procedendo verso di essi, secondo la direzione del flusso dell'aria, in modo che, man mano che procede il lavoro, le fibre che si liberano per l'intervento siano allontanate dalle aree già decontaminate".

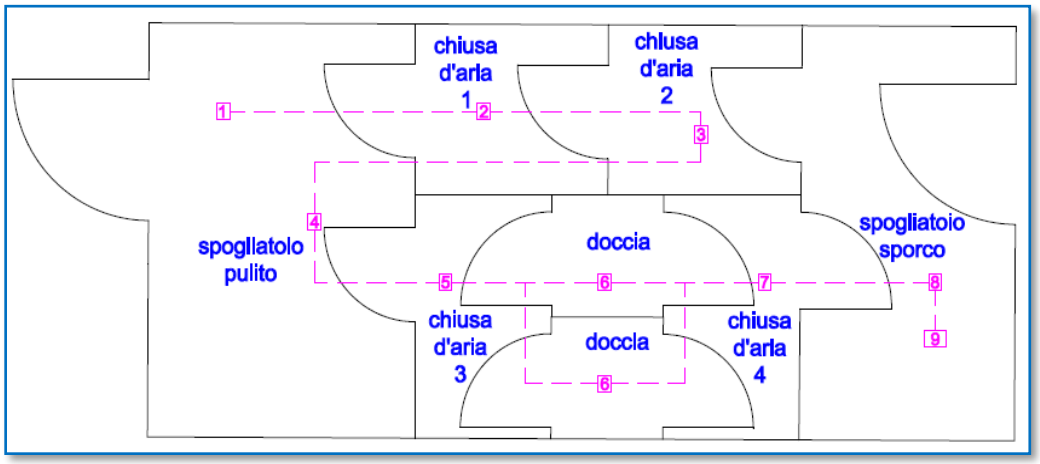

Figura 59: Schema procedura di pulizia unità di decontaminazione personale (CoCIV, 2017a, p.47)

"Oltre a questo, la manutenzione ordinaria del WC e lo svuotamento del deposito reflui [avvengono] all'esterno della galleria. Pertanto, prima di essere caricato su apposito autocarro è sottoposto ad apposito lavaggio con acqua da parte di operatori dotati dei DPI previsti in area LR-2" (CoCIV,2017a, p.47).

5.9. OPERAZIONE STOCCAGGIO BIG BAGS

I big bags sono omologati per contenere rifiuti contenenti amianto e una volta confezionati nel capannone di confezionamento vengono accatasti in una zona apposita adibita a tale scopo.

Figura 60: Deposito di big bags

Le operazioni di stoccaggio sono assistite a terra da un moviere per evitare interferenze con la circolazione esistente. "I sacchi [sono] tenuti leggermente distanziati in modo da evitare la rottura del sacco durante la manipolazione dello stesso" (Consorzio Tunnel Giovi, 2018, p.23).

Lungo le recinzioni vengono apposti specifici cartelli indicanti il rischio derivante dal deposito big bags contenenti materiale sopra soglia e le aree interessate dalle suddette attività avvengono lavate giornalmente con getto d'acqua.

5.10. INFORMAZIONE RISCHIO AMIANTO

Vale quanto già descritto per lo scavo con Livello di Rischio LR-0 al paragrafo 3.4.

5.11. FORMAZIONE DEL PERSONALE

Oltre all'informazione suppletiva di carattere generale, come nel caso di scavo con Livello di Rischio LR-1 del capitolo precedente, vengono erogatati corsi di formazione professionale "articolati in relazione al livello professionale del personale a cui sono addetti" in conformità al DPR 251/94, articolo 10, comma 1:

a) **Operativo**, rivolto ai "lavoratori" addetti alle attività di rimozione, smaltimento e bonifica;

b) **Gestionale**, rivolto a chi "dirige" sul posto le attività di rimozione, smaltimento e bonifica.

Al contrario che per scavo con Livello di Rischio LR-1 dove solo si richiedeva dei corsi a Livello Gestionale, nel caso di scavo con Livello di Rischio LR-2 si richiede anche di quello Operativo descritto al Comma 2 dello stesso Decreto:

> I corsi di **livello operativo** sono mirati all'acquisizione della sensibilizzazione alla sicurezza e della consapevolezza del rischio, nonché all'uso corretto dei sistemi di protezione e al rispetto delle procedure operative. Devono prevedere la trattazione almeno dei seguenti argomenti:
>
> a) rischi per la salute causati dall'esposizione a fibre di amianto;
>
> b) sistemi di prevenzione con particolare riguardo all'uso corretto dei mezzi di protezione respiratoria;
>
> c) finalità del controllo sanitario dei lavoratori;
>
> d) corrette procedure di lavoro nelle attività di bonifica e smaltimento.

I corsi destinati a livello Operativo hanno una durata minima di 30 ore e "il rilascio dei relativi titoli di abilitazione avviene da parte delle regioni o province autonome" in conformità al comma 3, 5 e 6 dello stesso DPR 251/94, articolo 10.

5.12. INFORMAZIONE ED ADDESTRAMENTO DPI DI PROTEZIONE DELLE VIE RESPIRATORIE

Tutti i lavoratori impegnati nelle attività di scavo vengono informati ed addestrati (D.Lgs. 81/2008, articolo 77, comma 5, lettera a. e D.Lgs. 04/12/1992 n°475) all'utilizzo ed alla manutenzione degli '**Elettrorespiratori a Pieno Facciale**' (DPI di 3ª Categoria di protezione respiratoria) da utilizzare nelle Zone "A" e "B" nella Fase "In Scavo" (CoCIV,2017a, p.49).

5.13. MISURE GENERALI DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Come si è fatto per i due casi precedenti del capitolo 5 e 6, vengono descritte altre misure generali di prevenzione e protezione adottate:

- Il numero dei lavoratori esposti o che possono essere esposti alle polveri d'amianto deve essere limitato al numero minore possibile.
- "Tutti i mezzi non in uso al fronte di scavo sono parcheggiati, dopo idonea pulizia, in zona "C", in posizione non interferente coi lavori, ovvero all'esterno" (CoCIV, 2017a, p.50).
- "Durante l'uso del WC posizionato nella zona "B", i lavoratori non dovranno in alcun modo togliere l'elettrorespiratore" (CoCIV, 2017a, p.47).
- L'utilizzo dei DPI deve essere intervallato da periodi di riposo adeguati all'impegno fisico richiesto dal lavoro.
- Al fine di contenere l'aumento di rischio di investimento del personale a terra nelle zone "A" e "B" da parte dei mezzi in manovra ed in transito lungo la galleria, si prevede di adottare le successive misure di prevenzione e protezione:
    - nella zona "A" vige la non contemporaneità delle lavorazioni.
    - utilizzo di telecamere, per la visione nelle operazioni di retromarcia, nei mezzi utilizzati per lo scavo e lo smarino.
    - utilizzo da parte del personale a terra e degli operatori/autisti dei mezzi di radio-ricetrasmittenti per le comunicazioni, al fine di facilitare le comunicazioni senza la necessità di aprire finestrini o sportelli.
    - utilizzo di indumenti ad alta visibilità (bretelle alta visibilità e gilet alta visibilità facilmente lavabile).

5.14. MONITORAGGIO IN AMBIENTE VITA

Vale quanto già descritto per lo scavo con Livello di Rischio LR-0 al paragrafo 3.7 e i campionamenti in corso d'opera vengono attivati secondo le frequenze indicate nella tabella seguente.

LIVELLO DI RISCHIO	PUNTI DI MONITORAGGIO	FREQUENZA DI MONITORAGGIO
LR-2 - LIVELLO DI RISCHIO ALTO oppure C(ff/l) > 2 (SEM) in sorgente oppure C(ff/l) > 1 (SEM) in cintura	SORGENTE	Campionamento + analisi tutti i giorni sui 3 turni (24 h su 24).
	I CINTURA	Campionamento + analisi tutti i giorni sui 3 turni (24 h su 24).
	II CINTURA	Campionamento tutti i giorni sui 3 turni (24 h su 24). Analisi nel caso in cui nel punto sorgente o nel punto di prima cintura sia rinvenuto amianto o se nella precedente analisi del punto di seconda cintura sia rinvenuto amianto.

Tabella 19: Frequenze di monitoraggio dell'"aerodisperso" ambiente vita - Scavo con Livello di Rischio LR-2 (Osservatorio Ambiente, 2018, p.60. Con modifiche)

Con "rinvenuto amianto" si intende che dalle analisi sui filtri in laboratorio si è evidenziata almeno 1 fibra di amianto sul filtro.

Capitolo VI

MISURE SCAVO CON ESPLOSIVO IN PRESENZA DI AMIANTO

L'impiego di esplosivo in presenza di amianto consente due vantaggi rispetto a lo scavo con martello demolitore. Il primo consiste nel fatto che nello scavo con esplosivo il personale non è presente nel fronte di scavo al momento dell'avanzamento, e quindi non è esposto alle fibre di amianto aerodisperse possibilmente generate dall'attività. Il secondo deriva dalla possibilità di determinare la dimensione del materiale prodotto dallo scavo. La movimentazione di materiale di piccola dimensione implica maggior produzione di polvere, e di conseguenza un aumento del rischio di rilascio di fibre aerodisperse. Perciò, la progettazione della volata nello scavo con esplosivo permette di ottenere materiali sufficientemente grandi al fine di minimizzare la creazione e la dispersione di polveri.
In questo capitolo verranno descritte le misure di prevenzione e protezione da adottare in ogni tipo di attività nel ciclo di avanzamento nello scavo con esplosivo descritto al capitolo 1 in base al rischio amianto.

PERFORAZIONE DEI FORI DA MINA

Prima di cominciare con le perforazioni, tutti i mezzi e le attrezzature impiantistiche non destinate all'attività sono allontanati dal fronte. Nello scavo con Livello di Rischio LR-1 e LR-2 questi vengono disposti nelle corrispondenti zone "C" dopo l'adeguata/o decontaminazione/lavaggio. Inoltre, non è prevista presenza di personale a terra ad eccezione del preposto.

Per questa fase vale quanto detto al paragrafo 2.7. per il caso di sondaggi e la sua classificazione come attività "In non Scavo" dedotta dalla sua realizzazione mediante l'utilizzo di acqua immessa nel foro e la conseguente diminuzione dello sviluppo di polveri. Di conseguenza, i lavoratori fanno uso dei DPI previsti per la zona "A" in fase "In Non Scavo" a seconda del Livello di Rischio presente.

CARICAMENTO DELLA VOLATA

La pulizia dei fori dopo l'ispezione non è permessa tramite aria compressa o per mezzo di acqua ad alta pressione. Questa viene invece svolta per mezzo di acqua a bassa pressione che garantisce la non formazione di polvere.

Come detto all'inizio del capitolo, la volata viene progettata ovvero il fronte viene abbattuto in modo controllato, col fine di ottenere una pezzatura sufficientemente grande da diminuire il rilascio di fibre durante il brillamento e la fase di smarino. Ciononostante, si deve garantire che il materiale abbia una dimensione tale da consentire il suo carico sui dumper tramite l'escavatore.

Inoltre, l'utilizzo di esplosivo ad "alta velocita di detonazione" e di "borraggio a cartucce ad acqua" consente la diminuzione della produzione di polvere nell'esplosione sia in forma diretta che con l'assorbimento dell'acqua. L'acqua di queste cartucce di borraggio aumenta la potenza di detonazione in modo tale da non permettere la fuoriuscita dei gas d'esplosione dal foro.

L'attività di caricamento della volata viene anche considerata un'attività "In Non Scavo", poiché non prevede il rilascio di fibre in ambiente. Pertanto, per il personale destinato al lavoro, si prevedono le stesse misure della fase precedente.

BRILLAMENTO

In primo luogo, tutti i mezzi e attrezzature vengono allontanati dal fronte. Nello scavo con Livello di Rischio LR-1 e LR-2 questi vengono disposti nelle corrispondenti zone "C" dopo decontaminazione/lavaggio. I portali d'acqua in tutti i casi restano attivi durante l'intera fase.

Una volta che tutto il personale, dotato dei DPI previsti per le fasi "In Scavo" a seconda del Livello di Rischio presente, sia al sicuro, si procede all'innesco della volata. Perchè il personale sia considerato al sicuro, si deve trovare all'esterno della galleria o in zona sicura all'interno, cioè a una distanza maggiore di 300 m dal fronte e nelle corrispondenti zone "C" nel caso di scavo con Livello di Rischio LR-1 e LR-2. Per quanto riguarda l'innesco, viene effettuato dal fochino all'interno dell'arca di salvataggio.

Nel caso di scavo con Livello di Rischio LR-2 le compartimentazioni realizzate da portale automatico vengono lasciate aperte durante la volata, al fine di poter resistere alla deflagrazione, procedendo immediatamente dopo l'innesco alla chiusura, in modo da trattenere tutto lo sfumo al fronte. Diversamente, nel caso di strutture realizzate con teli mobili, si chiudono le compartimentazioni prima dell'innesco. Così, si apriranno meccanicamente con l'onda d'urto della volata e si richiuderanno appena questa è passata.

La progettazione della volata prevede anche che a una distanza di 50 m dal fronte (posizione della 2ª compartimentazione fisica) le possibili proiezioni di materiale prodotte dall'esplosione non raggiungono questa quota. Si considera inoltre, che le pressioni indotte da questa attività non provochino danni alle strutture.

SFUMO

Dopo la detonazione, la ventilazione della galleria viene rialimentata e dopo pochi minuti il fronte viene sanificato sia mediante la ventilazione premente per i casi di scavo con Livello di Rischio LR-0 e LR-1, che con quella aspirante per lo scavo con LR-2. Nel caso di LR-1 lo sfumo viene abbattuto per mezzo della bagnatura con la barriera d'acqua. Invece, nel caso di LR-2, l'arco di nebulizzazione ad acqua posizionato prima del telo di protezione della compartimentazione fisica permette di abbattere le possibili polveri non intercettate dalla ventilazione aspirante.

CONTROLLI ED ISPEZIONI DOPO LO SPARO

Una volta atteso il tempo di sfumo, il fochino, accompagnato da un preposto, realizza il controllo del fronte, indossando i DPI relativi alla zona "A" in fase "In Scavo" a seconda del Livello di Rischio. Dopo l'accertamento dell'assenza di mine inesplose e prima della fase di smarino, si effettua un completo e accurato lavaggio degli ultimi 100 m di galleria, compresi parete e attrezzature. Il lavaggio si effettua tramite autobotte dotata di idrante o manichette ad acqua gestita da personale a terra. Nel caso dello scavo con Livello di Rischio LR-2 viene in particolare lavata la 2ª compartimentazione fisica e la tubazione rigida corrispondente alla ventilazione aspirante in prossimità del fronte. Inoltre, si procede poi anche all'attivazione del cannone nebulizzatore direzionale "Cannon Fog" ai piedi del fronte di scavo.

Nel caso di scavo con Livello di Rischio LR-1 e LR-2, dopo la fine delle lavorazioni, il personale prosegue con l'autobotte all'esecuzione di decontaminazione/lavaggio nelle corrispondenti zone "B".

A parte ciò, come già è stato descritto le postazioni di monitoraggio delle fibre di amianto aerodisperse al fronte vengono riattivate automaticamente una volta finalizzata l'attività di "sfumo".

SMARINO

Nel caso di caratterizzazione per mezzo di campionamento del materiale già scavato, come descritto al paragrafo 2.5.4., l'attività di smarino non inizia fino a che si realizza la verifica della presenza di pietre verdi. Inoltre, nel caso di scavo con Livello di Rischio LR-2 l'inizio della lavorazione di smarino avviene dopo che il Cannon Fog è stato attivato per tempo maggiore a 10 min.

Per tutti i casi di Livello di Rischio si ha cura di realizzare il caricamento del materiale tramite escavatore sui dumper con cautela, limitando la caduta in alto, così da evitare la produzione di polvere. In più, durante tutta la fase lavorativa, i conduttori dell'escavatore e dei dumper evitano di aprire gli sportelli e finestrini.

Nel caso di scavo con Livello di Rischio LR-1 e LR-2, gli autisti dispongono di idonei DPI secondo quanto detto nelle tabelle 9 e 17 e i mezzi vengono sottoposti ad un'accurata/o

decontaminazione/lavaggio nelle corrispondenti zone “B”, una volta allontanati dal fronte di scavo.

Infine, nel caso dello scavo con Livello di Rischio LR-2 si aggiunge il fatto che sia l’escavatore che i dumper sono dotati di filtri HEPA, facendo sì che l’aria immessa in cabina sia prelevata parzialmente dall’esterno e filtrata. Oltre a ciò, il cassone dell’autocarro è chiuso da un telo e diventa “a tenuta stagna” mediante un sistema di guarnizioni, come descritto al paragrafo 5.6.

Il materiale classificato sottosoglia è stoccato nella ribaltina, mentre un materiale classificato come rifiuto pericoloso (sopra soglia) è trasportato al capannone per il suo insacchettamento in big bags.

Qualora per il secondo caso si preveda un insacchettamento automatico, ma il materiale abbattuto non consente questa operazione, bisogna ottenere un materiale di dimensione lavorabile. Dunque, viene opportunamente frantumato tramite benna frantumatrice, localizzata nello stesso fronte di scavo e dotata di ugelli di nebulizzazione, che abbattono la formazione di polveri e fibre di amianto aerodisperso.

Infine, qualsiasi siano il Livello di Rischio nello scavo e il caso di stoccaggio, in ribaltina o nel capannone, il materiale viene correttamente gestito, cioè in modo da evitare il transito dell’escavatore e dei mezzi sul materiale scaricato. Questo viene accumulato lontano dalla strada e piazzali di lavoro, dove il transito di mezzi causerebbe la frantumazione della roccia e provocherebbe un aumento di rischio conseguente al rilascio di fibre aerodisperse.

PRE-SPRITZ BETON, POSA CENTINA E SPRITZ BÉTON DI PRERIVESTIMENTO

Per le ultime tre fasi del metodo di avanzamento di scavo con esplosivo descritte al capitolo 1, si adottano le misure di prevenzione e protezione per le attività destinate in zona “A” in fase “In Scavo” a seconda del Livello di Rischio presente. Queste includono il mantenere rigorosamente chiusa la cabina dei mezzi utilizzati e l’impiego dei ante detti DPI. In conclusione, ultimate le attività, vengono realizzate le procedure di decontaminazione/lavaggio del personale e dei mezzi nelle corrispondenti zone “B”.

Infine, il ciclo di avanzamento si conclude con la realizzazione dei carotaggi o campionamenti del fronte non scavato, come descritto al paragrafo 2.5.2. e 2.5.3. al fine di una preliminare caratterizzazione dell'ammasso.

Capitolo VII

MISURE IN PRESENZA DI GAS METANO

Il metano è un gas incolore e inodore risultante dalla metabolizzazione di batteri anaerobi su materiale organico, presente in natura con una diffusione casuale. Il grisù è la miscela tra aria e questo gas e risulta altamente infiammabile, esplodente e nocivo alla salute. Non è nocivo in quanto tossico, ma perché provoca una mancanza o insufficienza di ossigeno nel sangue al diminuire della quantità di ossigeno presente nell'area. Per questo motivo, la verifica della sua presenza in sotterraneo risulta di fondamentale importanza e le gallerie vengono classificate da personale qualificato, secondo la probabilità di presenza di gas metano. Questa classifica comporta l'adozione di diverse misure di sicurezza dei lavoratori, tra le quali le tecniche di lavorazione e gli impianti e mezzi utilizzati.
Le NIR, dette Note Interregionali, prendono in esame il problema dello scavo di gallerie in terreni grisoutosi, articolando le diverse situazioni, prefigurando scenari e indicando percorsi logici e procedurali.
Infine, non potendo ignorare tale problema vista la grande quantità di formazioni geologiche che contengono serbatoi di gas metano in Italia, verranno descritte le conseguenti misure da introdurre nello scavo con esplosivo in presenza di amianto.

VENTILAZIONE

Nello scavo con Livello di Rischio LR-2, per prevenire rischi collegati alla presenza di gas, il sistema di ventilazione aspirante viene integrato con uno di tipo premente collegato a 500 m dal fronte tramite un raccordo a "Y".

La ventilazione viene comandata dall'esterno e le situazioni possibili sono due:

- ventilazione premente fino a 500 m dal fronte per ventilare la zona "C", mentre il resto della galleria viene alimentata col sistema aspirante messa sotto "sgancio";
- lavaggio dell'aria della galleria unicamente tramite ventilazione premente.

In conformità alla NIR n. 28: "nelle gallerie di classe 1a, 1b, 1c e 2 l'impiantistica elettrica idonea a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù è messa fuori tensione automaticamente al superamento della soglia del 5% di metano in aria". Perciò, per sgancio si intende un'automatica messa fuori tensione della ventilazione aspirante qualora risulti una presenza maggiore del 5% del gas, verificata tramite un sistema di rilevazione di gas in prossimità della ventilazione aspirante.

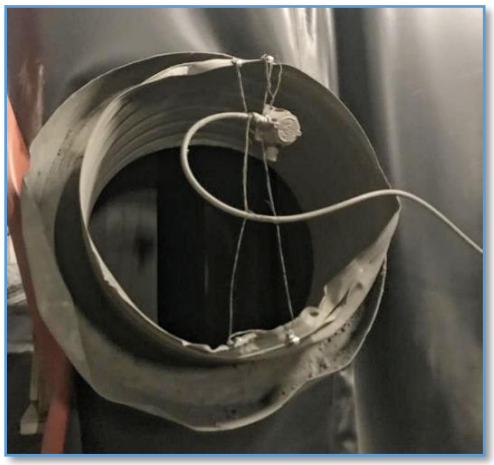

Figura 61: Sensore gas metano

Nel caso di presenza di gas e superamento di una soglia allarme, si procede con il fermo delle lavorazioni e successiva evacuazione del sotterraneo. La ventilazione aspirante rimane attiva fino al superamento della soglia di sgancio. Da quel momento il lavaggio della galleria avviene unicamente per mezzo della ventilazione premente, la quale contribuisce alla diluizione del gas.

In relazione al problema amianto, nel caso di evacuazione del sotterraneo dovuta alla presenza di gas, le procedure di decontaminazione personale e dei mezzi vengono svolte all'esterno della galleria nell'area del piazzale di cantiere. In quanto alle polveri in uscita dalla canna vengono intercettate dai portali di nebulizzazione ad acqua localizzate nelle compartimentazioni fisiche, con il conseguente abbattimento delle fibre di amianto. Tuttavia, prima della ripresa dei lavori, si realizza ancora un lavaggio di tutte le aree potenzialmente contaminate.

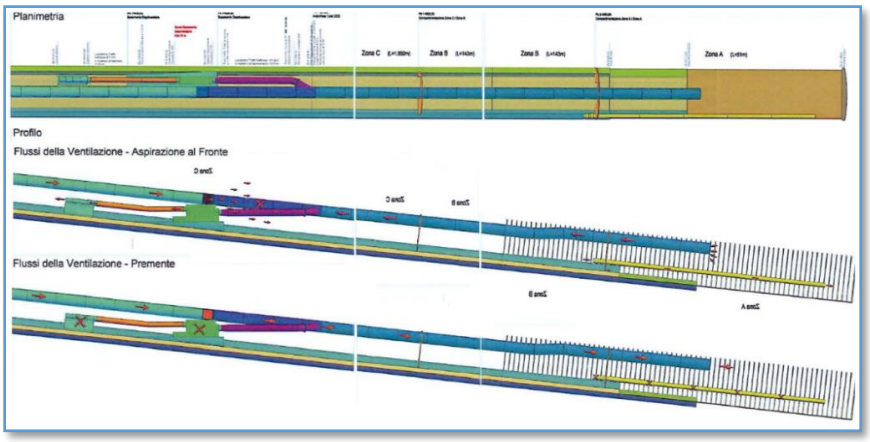

Figura 62: Schema del sistema di ventilazione (CoCIV, 2017b, p.10)

PROSPEZIONI GAS

In presenza di amianto, ai fini di una preliminare caratterizzazione dell'ammasso, definizione della posizione, concentrazione e tipologia delle fibre, si può sostituire l'attività di sondaggio con recupero di carota descritto al paragrafo 2.5.2. con indagini di prospezioni gas mediante posizionatore. Mentre si effettuano le indagini per accertare la presenza di gas nell'ammasso di prossimo scavo, si eseguono campionamenti rappresentativi dei fanghi derivati dalla perforazione, per stabilire l'effettiva concentrazione di amianto prima di procedere ai successivi scavi.

Infine, come descritto al capitolo precedente, in assenza di gas, si permette l'esecuzione della volata all'interno della galleria. Diversa è la situazione in presenza di gas, dove secondo le indicazioni e le valutazioni del tecnico responsabile del monitoraggio, si procede con l'evacuazione totale della galleria e il brillamento è eseguito dall'esterno.

Viene sottolineato che tutte le misure di sicurezza relative al rischio metano devono essere conformi alle linee guide indicate dalle NIR e apposite procedure emesse dal Responsabile del Monitoraggio.

Capitolo VIII

AZIONI INTRAPRESE DAL CSE

Il Coordinatore della Sicurezza in fase Esecutiva, detto CSE, è una delle figure deputate alla verifica e controllo del rispetto delle procedure in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro e relativa organizzazione della sicurezza, ed è coinvolto nell'iter procedurale ed esecutivo di un cantiere in cui è prevista la presenza di più imprese esecutrici ai sensi del D.Lgs. 81/2008, articolo 90, comma 4.
In conformità all'articolo 92 dello stesso Decreto, il CSE in primo luogo verifica l'applicazione delle disposizioni pertinenti, contenute nel PSC, da parte delle imprese esecutrici e dei lavoratori autonomi. Inoltre, controlla l'idoneità dei POS e organizza la cooperazione ed il coordinamento delle attività tra i datori di lavoro, nonché la loro reciproca informazione. Infine, verifica l'attuazione di quanto previsto, sospendendo le singole lavorazioni in caso di pericolo grave e imminente, sino a che non siano state appositamente adeguate alla regolamentazione.
Data l'importanza di tale figura nella gestione della sicurezza in presenza di amianto, e dato che lo studio di questa tesi è avvenuto all'interno dell'ufficio nella esecuzione della tratta AV/AC Terzo Valico dei Giovi, in questo capitolo verranno descritte le azioni intraprese dal CSE, in merito alla gestione della sicurezza durante l'attività di scavo con esplosivo in presenza di amianto.

INTEGRAZIONE DEL PSC

Il Piano di Sicurezza e Coordinamento, detto PSC, è un unico documento redatto nella fase di progettazione dell'opera che indentifica i rischi presenti nella fase esecutiva. Questo permette di elaborare e attuare le misure di sicurezza connesse con ciascuna procedure operative.

A seguito della scoperta di pietre verdi negli ammassi dei cantieri del Terzo Valico per la realizzazione della linea ferroviaria AV/AC e alle diverse condizioni di lavoro che questa scoperta avrebbe comportato, si è resa necessaria l'integrazione del PSC da parte del CSE ai sensi del D.Lgs. 81/2008, articolo 92, comma 2.

Sostanzialmente, sono state realizzate cinque emissioni dell'integrazione del PSC per la gestione del rischio amianto nello scavo con l'esplosivo. L'ultima emissione tratta l'analisi del rischio e definisce le scelte tecniche e organizzative, le procedure e le misure preventive e protettive per eliminare o ridurre al minimo il rischio di esposizione ad amianto dei lavoratori.

INTEGRAZIONE DEI POS E VERIFICA DELL'IDONEITA

I Piani Operativi di Sicurezza, detti POS, sono documenti redatti da ogni azienda prima dell'inizio dei lavori in fase esecutiva, che individuano sia i diversi rischi previsti nelle varie attività e fasi di lavoro, che le misure di prevenzione e protezione da adottare. Inoltre, vengono descritte le corrette modalità di lavorazione e gli obblighi da rispettare.

L'integrazione del PSC ha portato a sua volta all'integrazione dei POS da parte delle imprese affidatarie ed esecutrici, in seguito alle variazioni operative e progettuali derivate dall'aggiunta di attività non previste, alla variazione delle condizioni al contorno e all'integrazione delle attrezzature e macchinari. Dopo aver verificato l'idoneità dei POS, il CSE ha convocato riunioni di coordinamento al fine di autorizzare formalmente le imprese all'inizio dei lavori di scavo con esplosivo in presenza di amianto.

FASE DI ESECUZIONE DEI LAVORI

Parallelamente ai lavori sul campo, il CSE effettua sopralluoghi di cantiere per verificare la corretta esecuzione delle lavorazioni e delle prescrizioni indicate nel PSC e nei diversi POS, senza trascurare quelle previste dalle leggi e norme specifiche. Tramite appositi verbali di sopralluogo, il CSE mette a conoscenza delle conclusioni raggiunte tutti i soggetti coinvolti, e richiede eventuali miglioramenti o modifiche delle procedure operative dei lavori. Si ricorda che, di fronte ad una situazione non idonea rispetto alle misure previste da PSC, POS e normativa vigente, e che possa fare emergere rischi gravi ed imminenti, il CSE impone la sospensione dell'attività fino a che le corrette condizioni di lavoro non verranno ripristinate.

Sono convocate riunioni di coordinamento con i responsabili delle imprese affidatarie ed esecutrici, nelle quali, dopo una disamina dei cronoprogrammi delle lavorazioni, viene valutata la necessità di intraprendere misure e procedure di coordinamento al fine di mitigare le interferenze tra lavorazioni.

Il CSE ha preso inoltre visione dei codici di scavo, ha partecipato a riunioni con le impresse affidatarie per accertare che fossero edotte sulle prescrizioni contenute nel PSC prima dell'inizio dei lavori, ha partecipato a riunioni preliminari con le imprese esecutrice per illustrare il PSC e realizzare richieste specifiche per l'elaborazione del POS e ha organizzato riunioni di primo ingresso definendo ulteriori misure di sicurezza.

Si conclude sottolineando, nel contesto dell'attività di scavo in presenza di amianto relativa alla linea ferroviaria AV/AC del Terzo Valico dei Giovi, la buona riuscita dell'operato del CSE riguardo all'organizzazione e al coordinamento della sicurezza sia durante la fase di supervisione e verifica sul campo e sia durante le riunioni di coordinamento. Questo risultato è stato ottenuto grazie a un controllo puntuale e regolare delle fasi preliminari ai lavori e grazie alla sua costante presenza in cantiere.

CONCLUSIONE

"It is less expensive to spend time and other resources to prevent accidents, loss of lives, health injuries or material damage than to cover loss in the aftermath of accidents. Preventive actions are the basic approach in safety philosophy and should be the guiding principle in underground excavation. A good saying goes 'If you think Health & Safety work is too costly, try an accident!'".

Engdahl S., p.31

Questo lavoro, redatto all'interno di un cantiere infrastrutturale, quale è la costruzione della nuova linea ferroviaria AV/AC del Terzo Valico dei Giovi, è consistito nello studio di diversi documenti insieme alla normativa di riferimento, e il loro successivo affiancamento e paragone con la realtà di cantiere. La costante guida, tanto nella movimentazione all'interno dei cantieri che nella visione della documentazione e della normativa, da parte del CSE e dei suoi assistenti, ha garantito la realizzazione della tesi e ha consentito di comprendere l'importanza che tale figura ha in termini di gestione della sicurezza, nella fattispecie degli scavi con esplosivo in presenza di amianto.

L'elaborato ha lo scopo di redigere in forma sistematica le informazioni fornite dai codici di scavo CoCIV e CTG, realizzati da tavoli tecnici, sviluppati con l'avanzare dell'esperienza, per affrontare i rischi coinvolti nella costruzione della galleria del Terzo Valico in presenza di amianto all'interno dell'ammasso roccioso. È stata assunta un'altra prospettiva rispetto ai codici, comparandoli e riorganizzandoli, seguendo percorsi logici e procedurali, al fine di esporre in maniera chiara le misure e le procedure di sicurezza.

Il lavoro offre la descrizione dei diversi scenari di rischio possibili, attribuiti all'effettiva dispersione delle fibre di amianto aerodisperso:

- LR-0 – Livello di Rischio tendenzialmente nullo
- LR-1 – Livello di Rischio basso
- LR-2 – Livello di Rischio alto

Dal momento che non esiste alcun riferimento normativo sui diversi gradi di intervento né sulla tutela della sicurezza nel contesto di questa tipologia di scavi, e intuendo che il comportamento delle imprese tende a utilizzare la minima quantità possibile di apprestamenti, al contrario del servizio di vigilanza, sono state definite le diverse misure e procedure da attuare nelle gallerie a seconda del Livello di Rischio di scavo.

La definizione delle misure e procedure è prevista dall'esperienza passata nelle varie zone di cantiere e in ogni fase di lavoro ("In Scavo" e "In Non Scavo"). Inoltre, questo studio mette in evidenza come questa informazione si appoggi sul DM 06/09/1994, anche se quest'ultimo è riferito alle attività di bonifica industriale di siti contaminati dalla presenza di manufatti contenenti amianto e non per il caso dello scavo di gallerie.

Infine, la tesi è stata redatta in maniera da poter esplorare l'evoluzione di un cantiere a seconda dell'aumento del Livello di Rischio, fornendo un pratico riferimento tecnico da adottare nei futuri cantieri a seconda del caso in esame.

Lo studio della compresenza di gas metano con quella di amianto evidenza la compatibilità delle impiantistiche, misure e procedure implementate nel caso del singolo problema rispetto al caso in cui si trovino in simultaneo. Mentre l'analisi dello scavo con esplosivo sottolinea i vantaggi in primo luogo di avere persone non direttamente esposte nel fronte di scavo al momento dell'avanzamento, e quindi non esposti alle fibre di amianto aerodisperse possibilmente generate dall'attività di scavo. In secondo luogo, la progettazione della volata permette di ottenere materiali sufficientemente grandi da minimizzare la creazione e la dispersione di polveri.

Si precisa che il lavoro qui presente, pur descritto per il caso dello scavo di una galleria con un unico fronte di scavo, può avere applicazione in cantieri che presentano le stesse problematiche con diverse caratteristiche, quali il caso del fronte di scavo in prossimità di un camerone o la presenza di più fronti, anche se a diversi Livelli di Rischio di scavo, per fornire degli esempi. Infine, si ritiene opportuno ampliare lo studio caso per caso, valutando nello specifico eventuali modifiche e l'introduzione di misure e procedure che possono essere attuate.

In sintesi, la presenza di amianto all'interno dell'ammasso roccioso nello scavo di una galleria con esplosivo deve essere considerata come elemento fondamentale di progetto, tanto per gli aspetti economici che la sua impiantistica coinvolge, che per i problemi di sicurezza che implica.

Il lavoro svolto si propone di offrire all'industria dell'ingegneria civile un'utile base per studi futuri connessi alla sicurezza nello scavo in presenza di amianto, invitandola così ad approfondire ulteriormente l'argomento.

BIBLIOGRAFIA

- D.Lgs. 9/04/2008, n. 81, “Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro”.
- Legge 27/03/1992, n. 257, “Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto”.
- D.M. 6/09/1994 – “Normative e metodologie tecniche di applicazione dell’art. 6, comma 3, e dell’art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell’impiego dell’amianto”.
- DPR 20/03/1956, n. 320 - “Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro in sotterraneo”.
- DPR 8/09/1994. n.251, “Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni e alle province autonome di Trento e di Bolzano per l'adozione di piani di protezione, di decontaminazione, di smaltimento e di bonifica dell'ambiente, ai fini della difesa dai pericoli derivanti dall'amianto”.

- IEC srl (2017). PSC Integrazione per la gestione del Rischio Amianto durante la realizzazione di una galleria naturale, rev. E 20/07/2017.
- CoCIV (2014). PSC parte A generale rev. E 31/12/2014.
- CoCIV (2018). “Realizzazione opere presso CSL2 - Cravasco WBS: GA1E GN14H - GN15H - GN14G”. POS Tratta A.V./A.C. - Terzo Valico dei Giovi, REV 3 24/04/2018.
- CoCIV (2017a). “Codice di scavo in ammassi rocciosi contenenti amianto in matrice naturale” - GN15M - Finestra Castagnola, revisione A01 07/07/2017.
- CoCIV (2017b). “Codice di scavo in ammassi rocciosi contenenti amianto in matrice naturale” - GN15M - Finestra Castagnola – Allegati, prima emissione A00 27/04/2017.
- Consorzio Tunnel Giovi (2018). “Procedura per la gestione del rischio amianto in formazione geologiche contenenti pietre verdi con limitata o nulla emissione di fibre di amianto LR0 - LR1 (fino a 2 ff/l)”, P.O.L.S n. 021, Cantiere Cravasco, integrazione n. 18, rev. A 26/02/2018.

- Consorzio Tunnel Giovi (2019). "Scavo con impiego di esplosivo", P.O.L.S n. 021, Cantiere Cravasco, Integrazione n. 23 al POS generale, rev. B 27/05/2019.

- NIR (2013). "Note Interregionali Emilia-Romagna e Toscana". Estratto da http://nir2013.dicam.unibo.it/content/note-interregionali-la-sicurezza-nello-scavo-di-gallerie. Verificato il 14/03/2020.
- Consorzio CAVET (2018). "Normativa per la sicurezza per i lavori in sotterraneo", novembre 2018. Estratto da http://www.sistemaambiente.net/Materiali/IT/Cantieri_edili/GECAV_sicurezza_lavori_sotterraneo.pdf. Verificato il 03/03/2020.
- Osservatorio Ambientale (2018). "Protocollo gestione amianto per il Terzo Valico Ferroviario dei Giovi". Regione Liguria e Piemonte, versione 13/02/2018. Estratto da https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2019-06/Protocollo%20Gestione%20Amianto%20Terzo%20Valico%20rev%2013-02-18_0.pdf. Verificato il 06/03/2020.
- Lorusso A. (2016). "Gestione della sicurezza del cantiere AV/AC Terzo Valico dei Giovi". Tesi di Laurea Politecnico di Torino.
- Dr. Nollert, M. e Niedermaier M. (2019). "Code Rhine-Alpineeth". EGTC Rhine-Alpine, Zürich Spatial e Transformation Laboratories. Estratto da https://egtc-rhine-alpine.eu/. Verificato il 11/03/2020.
- Lööw, J., Johansson, B. e Andersson E. (2016). "Designing the safe and attractive mine". Division of Human Work Science e Luleå University of Technology. Estratto da https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:997836/FULLTEXT01.pdf. Verificato il 14/03/2020.
- Engdahl, S. (2014). "Health and safety principles laws and responsibilities". Norwegian Tunnelling Society, publication 13. Estratto da http://tunnel.no/wp-content/uploads/2014/01/Publication_13.pdf. Verificato il 14/03/2020.

- Terzo Valico – Consorzio CoCIV. https://www.terzovalico.it/
- Ministero delle Infraestrutture e dei Transporti. "Corridoi europei TEN-T". Estratto da http://www.mit.gov.it/node/5335. Verificato il 11/03/2020.
- RFI – Rete Ferroviaria Italiana – Gruppo ferrovie dello stato italiane. "Corridoi core-rete TEN-T". Estratto da http://www.rfi.it/cms/v/index.jsp?vgnextoid=5c913e87c65ec410VgnVCM1000008916f90aRCRD&vgnextchannel=61fe3e87c65ec410VgnVCM1000008916f90aRCRD#3. Verificato il 11/03/2020.
- 2014 Presidenza Italiana del Consiglio dell'Europa. "Da nord a sud, da est a ovest, i nove corridoi che riscriveranno la mobilità europea". Estratto da http://italia2014.eu/it/news/post/corridoi-ten-t/. Verificato il 11/03/2020.
- Oregon State University. "When is Asbestos Dangerous?". Environmental Health and Safety. Estratto da https://ehs.oregonstate.edu/asb-when. Verificato il 14/03/2020.

RINGRAZIAMENTI

No tuve tiempo para cae en la idea de que este es el último trabajo universitario. Las circunstancias no son las que uno imaginaba al pensar en este momento. Alejado de mi familia, encerrado en un departamento que no es siquiera mío y a la espera de que el mundo allá fuera vuelva a ser el mismo.

Aun así, no pare hasta el ultimo momento, quise dejar todo en este trabajo y en ningún momento me senti solo. El reloj corre, tengo que entregar, y no me vienen las palabras. Ni en español soy bueno escribiendo, pero lo voy intenta.

En primer lugar, le quiero agradecer a la mia bella, que le toca bancarme en estos momentos de nervios y ansiedad. Como mendir todo lo que esta haciendo e hizo por mí, sos la causa que me hace olvidar que extraño casa.

A mis padres, que lo son todo en mi vida, me bancaron siempre y les debo toda mi carrera.

Gracias a mis hermanas que, aunque no siempre estamos de acuerdo, nunca dude en su apoyo y amor.

Agradezco a la banda argentina de Torino, que mas que amigos se convirtieron en familia. Lamentablemente las ultimas circunstancias hacen terminar esta aventura de una forma que deja mucho de desear, pero nadie nos quita la hermosa experiencia que vivimos y una amistad que perdurara por siempre.

Quiero agradecerle a Nico, Chiara, Gaia y Alice que me soportaron y apoyaron mucho durante esta etapa. Al profesor Manzone, al ing. Vigone y Ferrero junto a Andrea y Adriana que me acompañaron y permitieron vivir la experiencia de la construcción de un túnel inimaginable.

Finalmente, agradezco la ayuda con la tesis de franzua, bocha y ale. Y no me quiero olvidar de los que estuvieron desde el principio como juano, dani, may, Chiari y sobre a mi gran amigo de la vida pancho.

Se me acabo el tiempo, les agradezco a todos los que estuvieron, fueron parte de todo esto y aunque estábamos del otro lado del mundo nunca me hicieron sentir solo. Siempre los lleve presente y lo seguiré haciendo.

Wenceslao