



**NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE  
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE  
CUP C11J05000030001  
Lotto Costruttivo 1 - Opera anticipatoria propedeutica**

**Chantier Opérationnel 04 – Cantiere Operativo 04  
CIG Ze11ed230d**

**Travaux de réalisation des niches de retournement et d'aménagement intérieur de la galerie de La Maddalena, transport et mise en dépôt des matériaux excavés  
Lavori di realizzazione delle nicchie di interscambio e di sistemazione interna della galleria La Maddalena, trasporto e messa a deposito del materiale di scavo**

**Etudes D'exécution – Progetto Esecutivo  
Génie civil – Opere civili  
Plan de gestion de l'environnement – Piano di gestione ambientale**

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	14.04.2020	Première diffusion/Prima emissione	S. RENIERO	M. GATTI	G. CASSANI
A	24.04.2020	Mise à jour suite à la demande TELT/Aggiornamento a seguito richiesta TELT	S. RENIERO	M. GATTI	G. CASSANI
B	29.05.2020	Mise à jour suite à la demande TELT/Aggiornamento a seguito richiesta TELT	S. RENIERO	M. GATTI	G. CASSANI
C	29.05.2020	Mise à jour suite à la demande TELT/Aggiornamento a seguito richiesta TELT	S. RENIERO	M. GATTI	G. CASSANI

0	4	A	1	7	3	5	7	0	0	0	0	-	-	0	Z	E	R	E	A	M	0	2	0	1	C
Cantiere Operativo Chantier Opérationnel		Contratto Contrat				Opera Ouvrage			Tratta Tronçon	Parte Partie	Fase Phase	Tipo documento Type de document	Oggetto Objet	Numero documento Numéro de document		Indice									

Consulenza specialistica / Consultation spécialisée



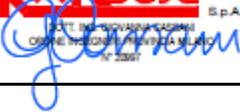

-

Scala / Echelle

A	P
Stato / Statut	

Indirizzo / Adresse GED

Il progettista / Le designer

L'appaltatore / L'entrepreneur

Il Direttore dei Lavori / Le Maître d'Oeuvre



## SOMMAIRE / INDICE

1	INTRODUZIONE.....	5
2	SISTEMA DI GESTIONE .....	7
2.1	Dati generali.....	7
2.2	Documentazione di riferimento .....	7
2.3	Descrizione delle lavorazioni .....	8
2.3.1	Le fasi di realizzazione dell'opera .....	11
2.3.2	Scavo delle nicchie .....	13
2.3.3	Rivestimento di 1^ fase.....	17
2.3.4	Movimentazione/gestione/lavorazione del materiale di scavo .....	18
2.4	Inquadramento dell'area .....	20
2.5	Interferenze tra le diverse attività e con altri attori presenti sul sito .....	25
2.6	Contemporaneità con altri progetti .....	27
2.7	Inquadramento ambientale dell'area.....	36
2.7.1	Qualità dell'aria.....	36
2.7.2	Monitoraggio dell'amianto aerodisperso .....	39
2.7.3	Rumore.....	40
2.7.4	Vibrazioni .....	40
2.7.5	Qualità dell'acqua .....	41
2.7.6	Protezione suolo e sottosuolo (terre e rocce) .....	43
2.7.7	Radiazioni ionizzanti.....	44
2.7.8	Beni archeologici.....	44
2.8	Attività cantieristiche e impatto generato .....	45
2.9	Organizzazione.....	49
3	PIANO DI MONITORAGGIO.....	51
3.1	Qualità dell'aria.....	56
3.1.1	Scopo del monitoraggio ambientale.....	56
3.1.2	Normativa di riferimento .....	56
3.1.3	Parametri e metodiche di monitoraggio.....	56
3.1.4	Criteri di posizionamento delle stazioni .....	59
3.1.5	Definizione delle soglie e azioni correttive .....	59
3.1.6	Strumentazione impiegata.....	63
3.2	Monitoraggio dell'amianto aerodisperso .....	64
3.2.1	Scopo del monitoraggio ambientale.....	64
3.2.2	Normativa di riferimento .....	64
3.2.3	Parametri e metodiche di monitoraggio.....	65
3.2.4	Criteri di posizionamento delle stazioni .....	65
3.2.5	Definizione delle soglie e azioni correttive .....	66
3.2.6	Strumentazione impiegata.....	69
3.3	Rumore .....	70
3.3.1	Scopo del monitoraggio ambientale.....	70
3.3.2	Normativa di riferimento .....	70

3.3.3	Parametri e metodiche di monitoraggio.....	70
3.3.4	Criteri di posizionamento delle stazioni .....	72
3.3.5	Definizione delle soglie e azioni correttive .....	73
3.3.6	Strumentazione impiegata.....	80
3.4	Vibrazioni .....	81
3.4.1	Scopo del monitoraggio ambientale.....	81
3.4.2	Normativa di riferimento .....	81
3.4.3	Parametri e metodiche di monitoraggio.....	81
3.4.4	Criteri di posizionamento delle stazioni .....	82
3.4.5	Definizione delle soglie e azioni correttive .....	82
3.4.6	Strumentazione impiegata.....	85
3.5	Qualità dell'acqua .....	86
3.5.1	Scopo del monitoraggio ambientale.....	86
3.5.2	Normativa di riferimento .....	86
3.5.3	Parametri e metodiche di monitoraggio.....	86
3.5.4	Criteri di posizionamento delle stazioni .....	88
3.5.5	Definizione delle soglie e azioni correttive .....	89
3.5.6	Strumentazione impiegata.....	92
3.6	Protezione suolo e sottosuolo (terre e rocce).....	93
3.6.1	Scopo del monitoraggio ambientale.....	93
3.6.2	Normativa di riferimento .....	93
3.6.3	Parametri e metodiche di monitoraggio.....	94
3.6.4	Criteri di posizionamento delle stazioni .....	94
3.6.5	Definizione delle soglie e azioni correttive .....	95
3.6.6	Strumentazione impiegata.....	99
3.7	Radiazioni ionizzanti .....	100
3.7.1	Scopo del monitoraggio ambientale.....	100
3.7.2	Normativa di riferimento .....	100
3.7.3	Parametri e metodiche di monitoraggio.....	100
3.7.4	Criteri di posizionamento delle stazioni .....	103
3.7.5	Definizione delle soglie e azioni correttive .....	103
3.7.6	Strumentazione impiegata.....	108
3.8	Produzione di rifiuti .....	109
3.8.1	Scopo del monitoraggio ambientale.....	109
3.8.2	Gestione rifiuti: Azioni e metodi .....	109
4	PROCEDURA DI EMERGENZA AMBIENTALE .....	112
5	GESTIONE DEI DATI.....	115
5.1	Gestione delle anomalie .....	116
6	RIUNIONI ED INCONTRI PERIODICI .....	118
7	ALLEGATI.....	119

## RESUME / RIASSUNTO

Il Piano di Gestione Ambientale (PGA) ha lo scopo di individuare gli aspetti ambientali significativi correlati alle lavorazioni del cantiere di realizzazione delle nicchie all'interno del cunicolo esplorativo "La Maddalena" e di valutarne i relativi impatti sulle matrici ambientali quali atmosfera, acque, suolo, rumore e vibrazioni nonché i potenziali impatti legati alla presenza di materiale amiantifero o radioattivo durante gli scavi.

Per ciascuna componente ambientale vengono dunque definiti e descritti i monitoraggi che verranno effettuati all'interno del perimetro del cantiere, i quali saranno poi confrontati con i dati del monitoraggio esterno e comunicati attraverso il Portale Ambiente di TELT.

Per ogni parametro misurato sono definite tre soglie di attivazione (rispettivamente assetto di sorveglianza, assetto di attenzione e assetto di intervento) al superamento delle quali dovranno essere attivate azioni correttive volte a riportare i valori all'interno dei target definiti per la condizione "normale".

## 1 Introduzione

Il presente documento è relativo esclusivamente alle attività di monitoraggio ambientale interno al cantiere nella fase operativa riferita all'attività di realizzazione delle nicchie del cunicolo esplorativo "La Maddalena". Per la descrizione del monitoraggio nelle fasi precedenti si rimanda ai documenti MAD\_EXE\_VEN\_0096\_Piano di Gestione Ambientale (rev. P) e MAD\_EXE\_VEN\_0861.

Questo elaborato non contiene né riferimenti di dettaglio, né procedure per la gestione delle attività di monitoraggio della salute e sicurezza sui luoghi di lavoro, per le quali sono stati predisposti appositi documenti. Verranno comunque segnalati quali tra gli indici "ambientali" utilizzati potranno essere utili anche per la parte relativa alle procedure di Sicurezza sul lavoro che sarà sviluppata a cura dell'RSPP.

Il presente documento riporta tutte le valutazioni condivise con gli Enti di Controllo, nell'ambito del processo generale di condivisione.

Tale documento accorpa il sistema di gestione ambientale - piano di tutela ambientale con il piano operativo di monitoraggio. Per una migliore comprensione dell'elaborato si riportano di seguito le sigle e abbreviazioni che verranno utilizzate:

- Committenza: TELT sas - Tunnel Euralpin Lyon Turin
- ATI: Associazione Temporanea di Imprese
- PMA: Piano di Monitoraggio Ambientale
- RSPP: Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione delle attività svolte per la realizzazione delle nicchie all'interno del cunicolo esplorativo "La Maddalena"
- DL: Direzione Lavori
- CSE: Coordinatore per la Sicurezza in fase Esecutiva
- RM: Responsabile Monitoraggi
- RA: Responsabile Ambientale
- DC: Direzione Cantiere
- PGA: Piano di Gestione Ambientale
- RAO: Responsabile Ambientale Operativo
- RSGA: Responsabile del Sistema di Gestione Ambientale
- SGA: Sistema di Gestione Ambientale

Il presente documento viene pertanto suddiviso in due sezioni:

### **Sistema di Gestione**

Il Sistema di Gestione Ambientale del cantiere è redatto ai sensi della norma UNI EN ISO 14001:2015 e secondo le direttive delle procedure adottate dall'ATI incaricata di eseguire lo scavo delle nicchie del cunicolo esplorativo "La Maddalena".

Nel Sistema vengono individuati lo scopo del lavoro, la localizzazione delle attività e la struttura organizzativa e decisionale. Viene altresì individuata la struttura operativa che influisce sulle componenti ambientali in generale.

## Piano Operativo di Monitoraggio

Il piano operativo viene strutturato, per le diverse componenti ambientali, negli specifici aspetti legati all'ambiente di lavoro e componente ambientale:

- Parametri e relative metodiche
- Tempi di restituzione
- Limiti di riferimento

Per ciascuna componente, il piano prevede l'utilizzo di tre soglie di attivazione, rispettivamente dell'assetto di sorveglianza, dell'assetto di attenzione e dell'assetto di intervento. Al di sotto della soglia di sorveglianza l'approccio del Piano di Gestione Ambientale prevede la presenza di una ulteriore condizione ambientale definita "normale" e caratterizzata da valori numerici dei parametri monitorati estremamente bassi, per la quale può essere previsto il solo aggiornamento del database di monitoraggio.

Per ogni aspetto sarà quindi indicata la tipologia di indici utilizzati, la frequenza di uso/applicazione, i limiti (target) e i riferimenti alla catena decisionale/documentale da mettere in atto per l'applicazione delle azioni correttive ed il rientro nei valori target.



Fondamentalmente gli obiettivi di tale documento sono di:

- verificare la conformità alle previsioni di impatto individuate nel SIA per le fasi di costruzione;
- correlare i dati di monitoraggio con i trend in Corso d'Opera (CO) e Post Operam (PO) per valutare l'evoluzione dell'impatto nel contesto ambientale locale.

Per quanto riguarda la situazione Ante Operam (AO) del cantiere delle nicchie, come meglio descritto nel seguito al par. 2.7, sono stati considerati gli esiti del monitoraggio delle aree esterne e del monitoraggio eseguito all'interno del cantiere dal 2013 in poi, durante la realizzazione del Cunicolo Esplorativo.

Qualora durante il monitoraggio in CO si evidenzi la presenza di una situazione (o di un trend) considerata anomala vi è la fase di applicazione di misure correttive tempestive atte a riportarla ai target definiti. Tale rientro è monitorato dagli stessi indici che hanno permesso di avvisare la situazione di modifica. Successivamente all'applicazione delle azioni di mitigazione è quindi possibile verificare l'efficacia delle azioni correttive applicate. Periodicamente sono previsti incontri congiunti in cantiere con Committenza, Direzione Lavori ed Enti incaricati del monitoraggio ambientale delle aree interne ed esterne al cantiere e del sito di deposito temporaneo del materiale estratto dal cunicolo per valutare i dati restituiti dalle stazioni di controllo e concordare eventuali azioni correttive e interventi di mitigazione aggiuntivi. Saranno inoltre prodotti rapporti periodici dove i dati del monitoraggio verranno correlati con informazioni sulle attività svolte, dati meteorologici, livelli di inquinanti registrati da ARPA Piemonte ed eventuali superamenti delle soglie prefissate.

## 2 Sistema di gestione

### 2.1 Dati generali

- Oggetto dei lavori: Realizzazione delle nicchie di interscambio e di sistemazione interna della galleria della Maddalena, trasporto e messa a deposito del materiale di scavo
- Durata dei lavori: 15 mesi
- Importo dei lavori: 24'583'849 (scavi e messa in sicurezza)
- Localizzazione del cantiere: Località La Maddalena – Chiomonte (TO)
- Committente: T.E.L.T. s.a.s.
- Impresa: Raggruppamento Salini Impregilo / CSC Entreprise Construction Sa / Vinci Construction France TP Lyon / Dodin Campenon Bernard
- Direttore dei lavori: ing. Marco Ruggiero
- Coordinatore per la sicurezza in fase di Progettazione: ing. Giuseppe Gaspare Amaro
- Coordinatore per la sicurezza in fase di Esecuzione: ing. Cristiano Maria Ferrero
- Responsabile Ambientale Impresa: dott. for. Stefano Reniero
- Responsabile del Sistema di Gestione Ambientale Impresa: dott. for. Stefano Reniero

### 2.2 Documentazione di riferimento

Nel caso in oggetto la documentazione di riferimento per la realizzazione dell'opera, e quindi anche di riferimento per la stesura del presente documento, è stata la seguente:

- D.Lgs. 152/2006 - Norme in materia ambientale.
- Delibera CIPE 57/2011 del 03/08/2011.
- Delibera CIPE 19/2015 del 20/02/2015
- Delibera CIPE 39/2018 del 26/04/2018
- MAD\_EXE\_VEN\_0096\_Piano di Gestione Ambientale\_REV\_P
- MAD\_EXE\_VEN\_0861\_Piano di Gestione Ambientale\_Fase\_3-4\_REV\_H
- MAD\_MS5\_GIA\_0003 (Rev. E)\_Bilancio ambientale del Cunicolo Esplorativo de La Maddalena
- Linee Guida Operative per la redazione del Piano di Gestione Ambientale dei contratti lavori – lato Italia rev.0 del 05/02/2020
- 04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0204\_Piano di gestione delle terre
- 04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0205\_Piano di utilizzo delle terre ai sensi del DM 161/2012
- 04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0210\_Piano di gestione dei rifiuti
- 04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0211\_Piano di gestione in caso di materiali contenenti amianto
- 04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0212\_Piano di lavoro tipologico in caso di presenza amianto
- 04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0213\_Linee Guida in caso di materiale radioattivo al fronte

- 04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0214\_Piano Tipologico in Caso di Radiazioni Ionizzanti
- PR\_AM\_0010 “Specifiche tecniche per l’inserimento dei dati di monitoraggio sul Portale Ambientale – lato Italia”
- PR\_AM\_0007 “Istruzioni operative Scheda Anomalia

Il presente documento è stato stilato in linea con quanto riportato nei documenti relativi al “Sistema Ambiente” dell’ATI che sono da considerarsi come parti integrative e che si riportano in allegato. In particolare sono stati presi in considerazione:

- PO\_01 Controllo operativo
- PO\_02 Gestione dei rifiuti
- PO\_03 Gestione Terre e Rocce da scavo
- PO\_04 Emissioni e scarichi
- PO\_05 Emissioni sonore
- PO\_06 Gestione delle sostanze pericolose
- PO\_07 Gestione delle Non Conformità

### 2.3 Descrizione delle lavorazioni

Gli interventi oggetto del presente piano verranno realizzati all’interno del cunicolo esplorativo La Maddalena, realizzato con precedente lotto di appalto e il cui scavo è terminato nel Febbraio 2017. La galleria si sviluppa per una lunghezza di 7020 m all’interno del massiccio dell’Ambin a partire dall’imbocco posto nel comune di Chiomonte (TO) al di sotto del viadotto autostradale della A32 Torino-Bardonecchia.

Si tratta di realizzare un numero pari a 22 Nicchie all’interno del predetto Cunicolo, sul lato destro della galleria.

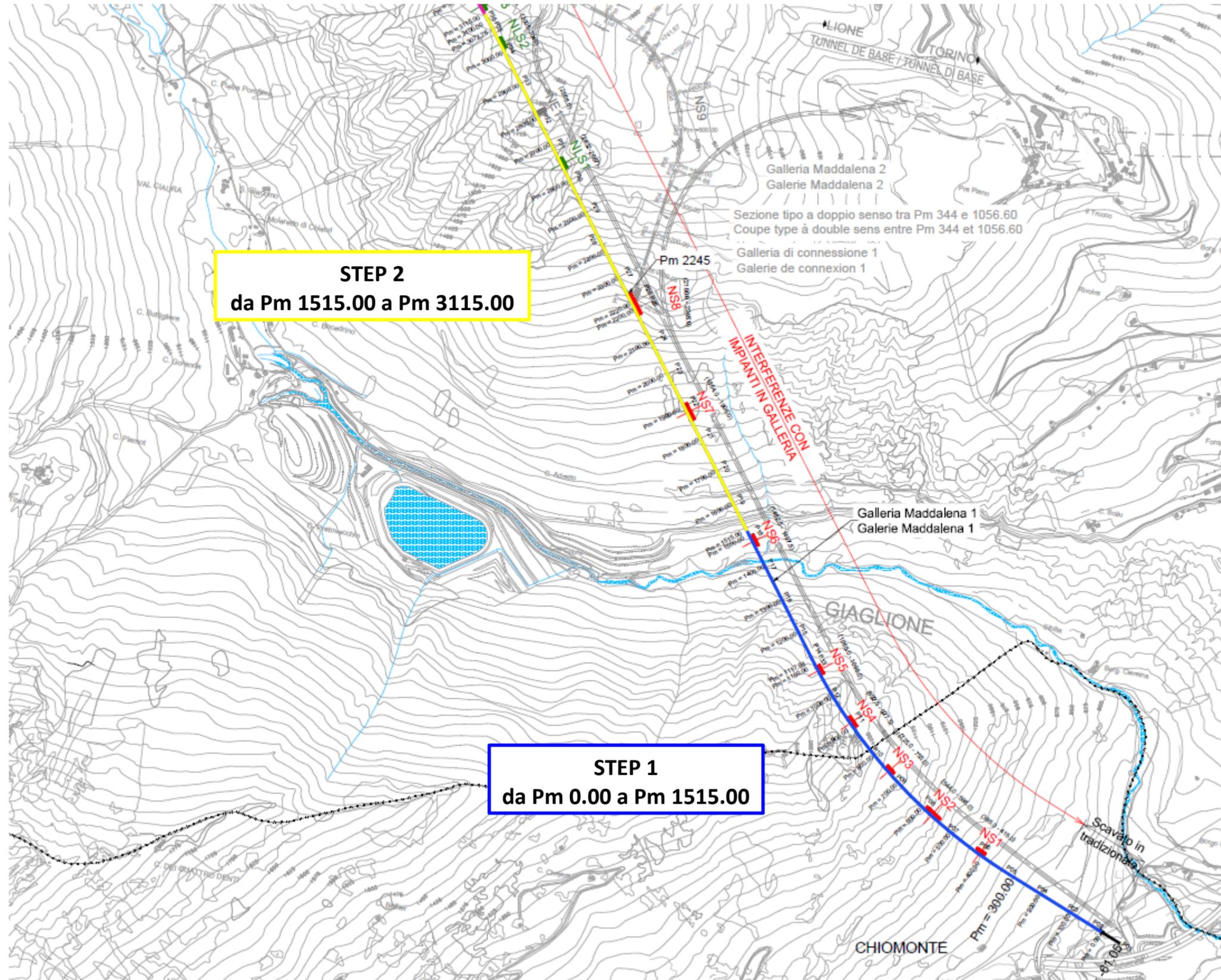
La realizzazione dei lavori è stata suddivisa in **5 step successivi**, che iniziano con i lavori nella parte più esterna del cunicolo per estendersi poi nelle zone più in profondità e che dunque costituiscono una suddivisione dell’opera dal punto di vista spaziale.

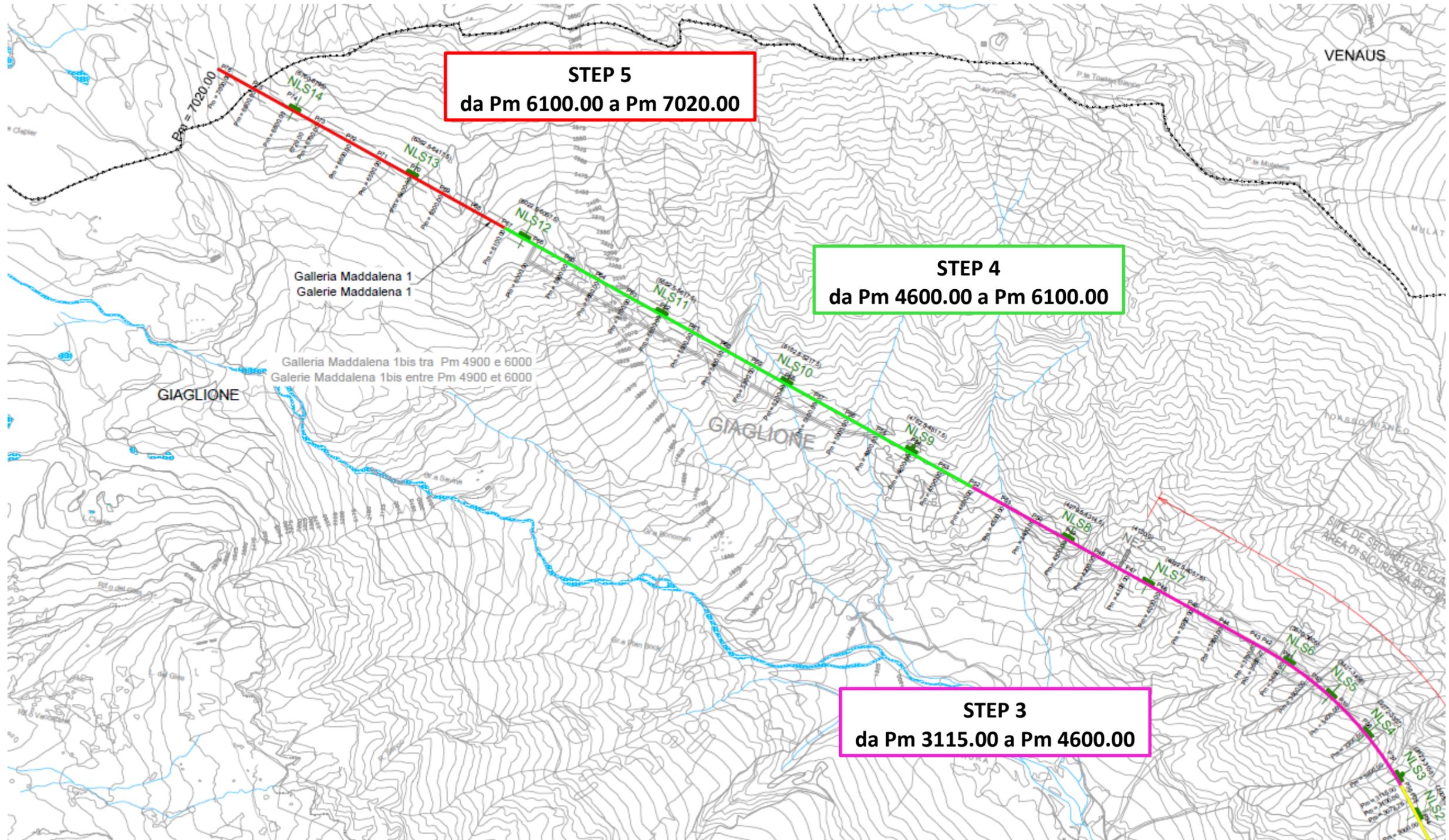
Considerando la contemporaneità che in alcuni frangenti avviene tra le lavorazioni nei vari step, il tempo totale di esecuzione dell’opera è stimato in 15 mesi dalla data di avvio delle attività di scavo.

Ciascuno step corrisponde alla realizzazione di un certo numero di nicchie, come riportato in tabella:

STEP	LUNGHEZZA	NICCHIE DA REALIZZARE
1	da Pm 0.00 a Pm 1515.00	NS1 – NS2 – NS3 – NS4 – NS5 – NS6
2	da Pm 1515.00 a Pm 3115.00	NS7 – NS8 – NLS1 – NLS2
3	da Pm 3115.00 a Pm 4600.00	NLS3 – NLS4 – NLS5 – NLS6 – NLS7 – NLS8
4	da Pm 4600.00 a Pm 6100.00	NLS9 – NLS10 – NLS11 – NLS12
5	da Pm 6100.00 a Pm 7020.00	NLS13 – NLS14

Di seguito si riportano alcuni estratti planimetrici in cui è evidenziata la suddivisione del cunicolo nelle 5 aree corrispondenti agli step di lavorazione.





### 2.3.1 Le fasi di realizzazione dell'opera

L'elemento logistico-organizzativo saliente del progetto è costituito dalla scansione delle attività di spostamento impianti / realizzazione pista e soletta / scavo e rivestimento provvisorio delle nicchie, tenendo in considerazione le criticità proprie del cantiere in sotterraneo quali ad esempio:

- la limitata geometria della sezione trasversale corrente della galleria Maddalena che, salvo in corrispondenza delle nicchie (qualora completato lo scavo/rivestimento), non rende possibile l'incrocio dei mezzi;
- l'univocità dell'accesso alla galleria e dunque al cantiere in sotterraneo, elemento che si configura quale condizione primaria caratterizzante le condizioni di sicurezza del cantiere medesimo;
- la presenza costante, su tutto lo sviluppo della galleria, di un flusso d'acqua considerevole (dell'ordine di diverse decine di litri al secondo, alle estremità più depresse che adducono alla nicchia esistente NE2 posta alla pk 4130);
- la necessità di mantenimento in servizio delle tubazioni di evacuazione delle acque di falda (400 mm, 350 mm e 300 mm), della tubazione anti-incendio e dei cavi elettrici di media tensione durante l'operazione di trasferimento delle stesse in arco rovescio (intervenendo dapprima sulle tubazioni 350 mm del secondo livello di emergenza e, in modo alterno, sulle due tubazioni del primo livello di emergenza (400 mm / 300 mm), con flusso garantito (costantemente pari a 60-80 l/s) sulla tubazione di primo livello non interessata dallo spostamento);
- la necessità di riutilizzo del materiale prodotto dagli scavi per la realizzazione del riempimento in arco rovescio.

Proprio la complessità insita all'intervento in argomento ha reso necessario lo sviluppo di un piano di lavoro caratterizzato da un elevato grado di dettaglio, basato dapprima sull'individuazione precisa di tutti i possibili elementi di interferenza fra le differenti lavorazioni. Ne è quindi scaturita l'elaborazione di una programmazione delle macro-attività previste a progetto (spostamento tubazioni ed esecuzione pista carrabile, scavo delle nicchie, esecuzione dei rivestimenti di prima fase) di seguito descritte.

Le attività previste per la realizzazione delle nicchie hanno carattere ciclico, ossia **per ciascuno dei 5 step** di avanzamento verranno ripetute le medesime attività, suddivise in fasi, come di seguito descritto.

Per una migliore comprensione, finalizzata anche alla definizione delle attività di monitoraggio, le attività possono essere raggruppate in due "macrofasi".

La **macrofase A** corrisponde grossomodo temporalmente alla prima metà delle lavorazioni in progetto per un singolo step (attività propedeutiche allo scavo); la **macrofase B** corrisponde alle attività di scavo, fino alla realizzazione dell'ultima nicchia prevista per il singolo step e comprende inoltre le attività di messa in sicurezza (da svolgersi in parziale contemporaneità con le attività di macrofase A previste per lo step successivo).

La distribuzione temporale delle attività, come meglio specificato nel capitolo 3, è stata presa in considerazione nella definizione della tipologia e frequenza dei monitoraggi interni al cantiere.

## **MACROFASE A**

**FASE 1:** messa in opera del tubo di drenaggio in arco rovescio e ricoprimento con materiale arido drenante e strato di tessuto non tessuto.

Per le tratte di lavoro in cui si prevede di procedere in direzione opposta alla corrente delle acque di infiltrazione dall'ammasso raccolte in arco rovescio (step di lavoro 1, 4 e 5) si dovrà eseguire preventivamente un piccolo sbarramento con sacchi di sabbia (o tecnica speditiva equivalente) funzionale all'arginamento della portata defluente verso i minimi altimetrici del tracciato. L'accumulo dovrà essere gestito mediante pompa acqua/fanghi sommersa ad alimentazione elettrica con recapito tramite manichetta dapprima in 2 dei 2 tubi in ferro liberi a paramento e successivamente, non appena posata, direttamente nel troncone di tubo di raccolta in arco rovescio già messo in opera.

**FASE 2:** Spostamento delle tubazioni per tranches di 12m (per il tratto tra pk 0+198 e pk 4+130) o 18 m (per il tratto tra pk 4+130 e pk 7+020) in serie e senza interruzioni per 6 trincee (totale 72m).

Durante le operazioni di trasferimento le tubazioni di evacuazione delle acque di falda (400 mm, 350 mm e 300 mm), la tubazione anti-incendio e i cavi elettrici di media tensione dovranno essere mantenuti in servizio. In particolare l'intervento verrà effettuato dapprima sulle tubazioni 350 mm del secondo livello di emergenza e successivamente, in modo alterno, sulle due tubazioni del primo livello di emergenza (400 mm / 300 mm), con flusso garantito (costantemente pari a 60-80 l/s) sulla tubazione di primo livello non interessata dallo spostamento;

**FASE 3:** Realizzazione del riempimento con misto 30/50 sempre per tranches di 12-18 m, secondo la stessa scansione prevista per la fase di spostamento delle tubazioni.

Il riempimento verrà effettuato con materiale proveniente dall'esterno per il primo tratto di lavoro mentre nei successivi si utilizzerà il materiale ricavato dallo scavo delle nicchie. Dopo la posa del riempimento si provvederà al posizionamento sopra di esso di lastre in acciaio con duplice funzione di apprestamento di un piano di transito di idonea portanza per il transito dei mezzi d'opera fintanto che non sarà carrabile la soletta di ricoprimento in cls e di protezione delle tubazioni poste in opera dall'effetto associato al passaggio dei carichi.

**FASE 4:** Asportazione delle lastre in acciaio (a ritroso, dall'interno della galleria verso l'imbocco) e contestuale realizzazione dei campi di getto della soletta in cls, su tutto lo sviluppo delle 6 trincee (72/108m a seconda che il cantiere sia ubicato prima o dopo la pk 4+130);

**FASE 5:** Ripetizione delle fasi 1, 2, 3 e 4 fino al completamento della tratta da 1500m circa.

## **MACROFASE B**

**FASE 6:** Scavo delle nicchie nel tratto da 1500m circa (in numero variabile da un massimo di 6 ad un minimo di 2 a seconda della tratta di lavoro), avanzando dall'imbocco verso l'interno della galleria.

La gestione dello smarino prodotto dalle volate sarà operata in questa fase con trasporto del materiale generato dalla volata singola verso la nicchia più prossima disponibile. Successivamente si provvederà al trasporto verso l'esterno.

**FASE 7:** Successivamente al completamento dell'ultima nicchia sul tratto di 1500m circa in oggetto, partenza dei lavori di posa del tubo di drenaggio e spostamento tubazioni sulla successiva tratta di 1500m circa, procedendo con la fasistica descritta.

**FASE 8:** Contestualmente ai lavori sulla tratta di 1500m circa successiva, esecuzione del rivestimento di prima fase (strato di 15 cm di spritz beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldata) sul tratto di 1500m circa precedente.

Per ragioni logistiche l'attività non potrà essere effettuata quando sulla tratta successiva saranno in atto le operazioni di riempimento delle trincee di 12m o il getto della soletta, ma solo in concomitanza con le lavorazioni di posa tubazione di raccolta in arco rovescio e trasferimento tubazioni impiantistiche.

Per ovvie ragioni di sicurezza in questa fase dovrà essere garantita la transitabilità completa della galleria dai cantieri più avanzati per la formazione della pista ovvero per lo scavo delle nicchie verso il piazzale di imbocco. Il treno di mezzi coinvolti nelle lavorazioni per il getto spritz dovrà pertanto comprendere un mezzo di traino posto dal lato imbocco in grado di intervenire in tempi ridotti in caso di necessità per liberare il campo per il passaggio di mezzi di emergenza o evacuazione.

### **2.3.2 Scavo delle nicchie**

La realizzazione delle nicchie prevede l'adozione di tecniche specialistiche e la loro corretta messa in opera al fine di operare con elevati standard di qualità ed in sicurezza:

1. elaborazione di piani di brillamento per la sezione di attacco dell'allargo nicchia (sezione di partenza degli scavi) e per la sezione corrente della nicchia;
2. tecniche di abbattimento dell'ammasso, alternative all'impiego di esplosivo, in presenza di ammassi fratturati e/o di caratteristiche scadenti;
3. operazioni di disaggio e di messa in sicurezza delle pareti fresche di scavo /eventuali strati di pre-spritz su porzioni di ammasso detensionate);
4. gestione di eventuali venute idriche a seguito delle fasi di allargo (intercettamento della venuta e convogliamento verso il sistema di smaltimento);
5. installazione dei rivestimenti provvisori, quali bulloni o centine e la posa in opera di spritz-beton con rete elettrosaldata;
6. modalità e gli apprestamenti per gestire eventuali fenomeni di rockbursting e/o placcaggi diffusi, quali bullonature radiali in acciaio duttile, integrative alle chiodature di progetto.

Di seguito si riporta una descrizione delle attività di scavo delle due diverse tipologie di nicchie previste da progetto.

#### **Sezione tipo S1 - 1**

##### **Fasi Esecutive**

Lo scavo delle nicchie procederà mediante la predisposizione di un attacco laterale a paramento, effettuando 3 volate su altrettanti fronti di ampiezza 2 m. A seguito di ciascuna

volata si procederà alla messa in sicurezza delle pareti e dei fronti esposti mediante posa in opera di spritz fibrorinforzato sp. 5 cm e bullonatura radiale tipo Swellex Pm 24 lunghezza 4 m, disposta a maglia 2.0 x 2.0 m.

La successione sopra descritta consentirà la creazione di un primo settore di nicchia di dimensioni minime utili al posizionamento del jumbo con aste di perforazione allineate longitudinalmente rispetto alla galleria.

L'avanzamento proseguirà quindi per sfondi progressivi di lunghezza massima pari a 4.0 m, effettuati a mezzo esplosivo, sagomando il fronte a forma concava e provvedendo ad un accurato disaggio meccanico di tutti i blocchi potenzialmente instabili.

Si procederà quindi alla posa in opera degli interventi di sostegno e rivestimento provvisorio previsti (5 cm di spritz beton fibrorinforzato e bullonatura radiale tipo Swellex Pm 24 lunghezza 4 m, disposta a maglia 2.0 x 2.0 m). Ad ogni sfondo verrà anche eseguito un tampone di spritz beton fibrorinforzato sul fronte di scavo, con spessore minimo pari a 5 cm. Si provvederà quindi al completamento del rivestimento provvisorio con posa in opera di uno secondo strato di spritz beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldata di spessore pari a 15 cm, per raggiungere uno spessore complessivo di 20 cm.

#### Interventi previsti

La sezione tipo S1-1 è costituita dai seguenti interventi:

- Bulloni radiali tipo Swellex Pm 24, di lunghezza  $L \geq 4.00$  m, maglia 2.0m (trasv.) x 2.0 m (long.);
- Spritz-beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldata al contorno sp. 20,0 cm (5.0 cm + 15.0 cm);
- Spritz-beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldata al fronte di scavo sp.  $\geq 5.0$  cm a fine sfondo (profondità massima pari a 4.0 m).

#### **Sezione tipo S1 - 2**

##### Fasi Esecutive

Propedeuticamente agli scavi, solo nel caso che essi vengano effettuati laddove lo scavo del cunicolo è stato affrontato mediante l'applicazione di una sezione tipo F3c1, si dovrà procedere allo smantellamento delle centine UPN 120 installate sulla volta della galleria.

Lo scavo delle nicchie procederà quindi mediante la predisposizione di un attacco laterale a paramento, effettuando 3 volate su altrettanti fronti di ampiezza 2 m. A seguito di ciascuna volata si procederà alla messa in sicurezza delle pareti e dei fronti esposti mediante posa in opera di spritz fibrorinforzato sp. 5 cm e bullonatura radiale tipo Swellex Pm 24 lunghezza 5 m, disposta a maglia 1.5 x 2.0 m.

La successione sopra descritta consentirà la creazione di un primo settore di nicchia di dimensioni minime utili al posizionamento del jumbo con aste di perforazione allineate longitudinalmente rispetto alla galleria.

L'avanzamento proseguirà quindi per sfondi progressivi di lunghezza massima pari a 2.0 m, effettuati a mezzo esplosivo, sagomando il fronte a forma concava e provvedendo ad un accurato disaggio meccanico di tutti i blocchi potenzialmente instabili.

Si procederà quindi alla posa in opera degli interventi di sostegno e rivestimento provvisorio previsti (5 cm di spritz beton fibrorinforzato e bullonatura radiale tipo Swellex Pm 24 lunghezza 5 m, disposta a maglia 2.0 x 1.5 m). Ad ogni sfondo verrà anche eseguito un tampone di spritz beton fibrorinforzato sul fronte di scavo, con spessore minimo pari a 5 cm.

Si provvederà quindi al completamento del rivestimento provvisorio con posa in opera di uno secondo strato di spritz beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldada di spessore pari a 15 cm, per raggiungere uno spessore complessivo di 20 cm.

#### Interventi previsti

La sezione tipo S1-2 è costituita dai seguenti interventi:

- Bulloni radiali tipo Swellex Pm 24, di lunghezza  $L \geq 5.00$  m, maglia 1.5m (trasv.) x 2.0 m (long.);
- Spritz-beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldada al contorno sp. 20,0 cm (5.0 cm + 15.0 cm);
- Spritz-beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldada al fronte di scavo sp.  $\geq 5.0$  cm a fine sfondo (profondità massima pari a 2.0 m).

### **Sezione tipo S1 - 3**

#### Fasi Esecutive

Propedeuticamente agli scavi si dovrà procedere allo smantellamento delle centine UPN 120 installate sulla volta della galleria.

Lo scavo delle nicchie procederà quindi mediante la predisposizione di un attacco laterale a paramento, effettuando 3 volate su altrettanti fronti di ampiezza 2 m. A seguito di ciascuna volata si procederà alla messa in sicurezza delle pareti e dei fronti esposti mediante posa in opera di spritz fibrorinforzato sp. 5 cm e bullonatura radiale tipo Swellex Pm 24 lunghezza 5 m, disposta a maglia 1.0 x 1.0 m.

La successione sopra descritta consentirà la creazione di un primo settore di nicchia di dimensioni minime utili al posizionamento del jumbo con aste di perforazione allineate longitudinalmente rispetto alla galleria.

L'avanzamento proseguirà quindi per sfondi progressivi di lunghezza massima pari a 2.0 m, effettuati a mezzo esplosivo, sagomando il fronte a forma concava e provvedendo ad un accurato disaggio meccanico di tutti i blocchi potenzialmente instabili.

Si procederà quindi alla posa in opera degli interventi di sostegno e rivestimento provvisorio previsti (5 cm di spritz beton fibrorinforzato e bullonatura radiale tipo Swellex Pm 24 lunghezza 5 m, disposta a maglia 1.0 x 1.0 m). Ad ogni sfondo verrà anche eseguito un tampone di spritz beton fibrorinforzato sul fronte di scavo, con spessore minimo pari a 5 cm.

Si provvederà quindi al completamento del rivestimento provvisorio con posa in opera di uno secondo strato di spritz beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldada di spessore pari a 15 cm, per raggiungere uno spessore complessivo di 20 cm.

#### Interventi previsti

La sezione tipo S1-3 è costituita dai seguenti interventi:

- Bulloni radiali tipo Swellex Pm 24, di lunghezza  $L \geq 5.00$  m, maglia 1.0 m (trasv.) x 1.0 m (long.);
- Spritz-beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldada al contorno sp. 20,0 cm (5.0 cm + 15.0 cm);
- Spritz-beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldada al fronte di scavo sp.  $\geq 5.0$  cm a fine sfondo (profondità massima pari a 2.0 m).

## **Sezione tipo S2-1**

### **Fasi Esecutive**

Propedeuticamente agli scavi si dovrà procedere allo smantellamento del sistema di sostegno predisposto sulla calotta della galleria in fase di scavo del cunicolo.

Le operazioni saranno condotte con metodologie differenti a seconda della sezione di scavo del cunicolo applicata. In presenza di sezioni tipo F3c1 o FMV, si provvederà alla rimozione delle centine su settori di 2.0 m di estensione e all'esecuzione di 3 sfondi laterali di ampiezza 2.0 m secondo le modalità già descritte per le sezioni S1-1, S1-2 e S1-3. In presenza di sezioni che hanno previsto l'installazione sistematica di pannelli metallici costituiti da profilati circolari in acciaio HEB120 accoppiati (sezioni tipo F4 e F5) le operazioni risulteranno invece più complesse e seguiranno la seguente fasistica:

- Rimozione della prima serie di pannellature metalliche (circa 0.5 m di profondità);
- Allargo laterale con martellone su una fascia di larghezza 0.5 m e profondità 0.5 m circa e posa in opera sulla parete di scavo di uno strato di spritz beton fibrorinforzato di spessore  $\geq 5.0$  cm;
- Ripetizione delle operazioni sulla seconda e terza serie di pannelli, provvedendo ad un progressivo ampliamento delle superfici esposte fino a raggiungere la massima profondità di intervento prevista, pari a circa 3.5-4.0 m dalla parete del cunicolo, su una larghezza di circa 2.0m;

Dopo ogni allargo di 2.0 m si procederà alla messa in sicurezza delle pareti e dei fronti esposti mediante spritz fibrorinforzato sp. 5 cm e alla posa in opera di centine HEB 180 disposte a passo 1.30 m.

Si provvederà quindi al completamento del rivestimento provvisorio con posa in opera di uno secondo strato di spritz beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldata di spessore pari a 20 cm, per raggiungere uno spessore complessivo di 25 cm.

Portate a compimento le fasi di allargo laterale sopra descritte gli avanzamenti potranno proseguire in modalità ordinaria, operando sfondi progressivi di lunghezza massima pari a 1.3 m (effettuati a mezzo esplosivo in presenza di sezioni tipo F3c1 e FMV o con mezzi meccanici in presenza di sezioni F4 e F5), sagomando il fronte a forma concava e provvedendo ad un accurato disaggio meccanico di tutti i blocchi potenzialmente instabili, con successiva posa del rivestimento di prima fase secondo le modalità già descritte.

### **Interventi previsti**

La sezione tipo S2-1 è costituita dai seguenti interventi:

- Centina metallica 1 HEB 180 a passo 1.30 m;
- Spritz-beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldata al contorno sp. 25,0 cm (5.0 cm + 20.0 cm);
- Spritz-beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldata al fronte di scavo sp.  $\geq 5.0$  cm a fine sfondo (profondità massima pari a 1.3 m).

## **Sezione tipo S2-2**

### **Fasi Esecutive**

Propedeuticamente agli scavi si dovrà procedere allo smantellamento del sistema di sostegno predisposto sulla calotta della galleria in fase di scavo del cunicolo.

Le operazioni saranno condotte con metodologie differenti a seconda della sezione di scavo del cunicolo applicata. In presenza di sezioni tipo F3c1 o FMV, si provvederà alla rimozione delle centine su settori di 2.0 m di estensione e all'esecuzione di 3 sfondi laterali di ampiezza

2.0 m secondo le modalità già descritte per le sezioni S1-1, S1-2 e S1-3. In presenza di sezioni che hanno previsto l'installazione sistematica di pannelli metallici costituiti da profilati circolari in acciaio HEB120 accoppiati (sezioni tipo F4 e F5) le operazioni risulteranno invece più complesse e seguiranno la seguente fassistica:

- Rimozione della prima serie di pannellature metalliche (circa 0.5 m di profondità);
- Allargo laterale con martellone su una fascia di larghezza 0.5 m e profondità 0.5 m circa e posa in opera sulla parete di scavo di uno strato di spritz beton fibrorinforzato di spessore  $\geq 5.0$  cm;
- Ripetizione delle operazioni sulla seconda e terza serie di pannelli, provvedendo ad un progressivo ampliamento delle superfici esposte fino a raggiungere la massima profondità di intervento prevista, pari a circa 3.5-4.0 m dalla parete del cunicolo, su una larghezza di circa 2.0m;

Dopo ogni allargo di 2.0 m si procederà alla messa in sicurezza delle pareti e dei fronti esposti mediante spritz fibrorinforzato sp. 5 cm e alla posa in opera di centine HEB 180 disposte a passo 1.00 m.

Si provvederà quindi al completamento del rivestimento provvisorio con posa in opera di uno secondo strato di spritz beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldata di spessore pari a 20 cm, per raggiungere uno spessore complessivo di 25 cm.

Portate a compimento le fasi di allargo laterale sopra descritte gli avanzamenti potranno proseguire in modalità ordinaria, operando sfondi progressivi di lunghezza massima pari a 1.0 m (effettuati a mezzo esplosivo in presenza di sezioni tipo F3c1 e FMV o con mezzi meccanici in presenza di sezioni F4 e F5), sagomando il fronte a forma concava e provvedendo ad un accurato disaggio meccanico di tutti i blocchi potenzialmente instabili, con successiva posa del rivestimento di prima fase secondo le modalità già descritte.

#### Interventi previsti

La sezione tipo S2-2 è costituita dai seguenti interventi:

- Centina metallica 1 HEB 180 a passo 1.00 m;
- Spritz-beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldata al contorno sp. 25,0 cm (5.0 cm + 20.0 cm);
- Spritz-beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldata al fronte di scavo sp.  $\geq 5.0$  cm a fine sfondo (profondità massima pari a 1.0 m).

#### **2.3.3 Rivestimento di 1<sup>a</sup> fase**

Con riferimento all'esecuzione del rivestimento di 1° fase (rete + spritz-beton di 15cm), si è rilevato come le tempistiche disponibili per l'ultimazione dei lavori, con particolare riguardo al completamento dei rivestimenti provvisori del cunicolo Maddalena (rete + spritz beton 15 cm), rendano necessario l'avvio delle attività al termine dello scavo delle nicchia NS6 del 1° Step, ovvero contestualmente all'inizio spostamento tubazioni + pista di 2° Step;

Tale lavorazione prevede l'impiego di 1 Merlo con cesta, di 1 pompa spritz e n°2 autobetoniere auto caricanti. Il cantiere rivestimento evidentemente occuperà l'intera sezione utile della galleria Maddalena, pertanto, per ragioni logistiche, le lavorazioni in oggetto non potranno essere condotte contestualmente alle attività di realizzazione del riempimento per trincee di 12 m (sul cantiere pista, posto a progressiva crescente rispetto al cantiere rivestimento) e di getto dei campi di 72/108 m di platea in cls. Trattasi, infatti, di attività su fronti di lavoro più avanzati che presuppongono il continuo transito di mezzi per l'approvvigionamento di materiale (misto granulare / cls) e che, pertanto, necessitano la

transitabilità piena del cunicolo sino all'imbocco. Ne deriva che i rivestimenti provvisori potranno essere messi in opera in concomitanza con le lavorazioni di posa tubazione di raccolta in arco rovescio e trasferimento tubazioni impiantistiche (attività previste con continuità, per trincee di 12 m). I rivestimenti non potranno essere messi in opera anche durante la fase di evacuazione dello smarino dalla galleria mediante Paus Muldenkipper.

La transitabilità completa della galleria, dai cantieri più avanzati per la formazione della pista ovvero per lo scavo delle nicchie verso il piazzale di imbocco, dovrà essere comunque garantita in fase di getto dei rivestimenti provvisori, per ovvie ragioni di sicurezza (accessibilità mezzi di soccorso, ovvero evacuazione d'urgenza del personale attivo sui fronti più avanzati di lavoro). Il treno di mezzi coinvolti nelle lavorazioni per il getto spritz dovrà pertanto comprendere un mezzo di traino posto dal lato imbocco (anche in postazione di ricovero provvisorio presso la più vicina piazzola già realizzata) in grado di intervenire in tempi ridotti qualora uno dei macchinari attivi presso il cantiere spritz, per avaria o ragioni ostative non previste, non sia nelle condizioni di liberare, autonomamente, il campo per il passaggio di mezzi di soccorso o l'evacuazione della galleria da parte delle maestranze attive alle progressive maggiori.

#### **2.3.4 Movimentazione/gestione/lavorazione del materiale di scavo**

L'impianto generale del cronoprogramma sviluppato dall'appaltatore prevede che lo spostamento delle tubazioni in arco rovescio, l'effettuazione del riempimento e la realizzazione della platea in calcestruzzo, siano attuate sui primi 1550 m di galleria, dall'imbocco verso l'interno, in soluzione unica prima della realizzazione delle 6 nicchie di scambio più esterne (NS1 ÷ NS6). Pertanto, diversamente dal piano di lavoro del Progetto di Appalto, in tale fase si renderà necessario approvvigionare dall'esterno il materiale da destinare alla formazione del riempimento (misto granulare 30/50 lavato).

In questa fase, pertanto, il materiale sarà trasportato dal piazzale antistante l'imbocco all'interno della galleria, impiegando, quali mezzi d'opera (tipo quelli indicati o equivalenti), n° 1 Menzi Muck 5ton + ev. n° 1 Bobcat A770, n° 2 dumper Wacker-Neuson DW90, scarico frontale (5m<sup>3</sup>), n° 1 pala CAT 908 o simile (forche e benna).

A valle dello step 1 sopra descritto, le operazioni di preparazione del piano di lavoro (intese come spostamento impianti/formazione dei riempimenti/platea), comprendente l'approvvigionamento di materiale idoneo, interverrà a seguito dello scavo delle prime sei nicchie (attività ricompresa appunto nello step 1 dei lavori). Il sistema di gestione dello smarino prodotto dallo scavo delle nicchie (dal layout delle vasche di stoccaggio alla capacità - in termini di produzione - dell'impianto di frantumazione / vagliatura e lavatura inerti) potrà essere quindi specificatamente tarato sul fabbisogno associato alla realizzazione del riempimento delle singole tratte di sviluppo prossimo a 1'500 m (step 2, 3, 4, 5).

Raggiunto il quantitativo di smarino necessario per la realizzazione dell'opera, il materiale in esubero sarà accumulato direttamente in deposito per reimpieghi futuri in altre fasi dell'opera. In ombra potranno essere avviate e completate le attività connesse alla preparazione del misto 30/50 da utilizzarsi a scavo delle nicchie ultimato, per la formazione della pista ad inizio step successivo.

L'impianto generale di lavoro associato alla suddivisione operativa per step di 1500 m realizza dunque le condizioni per una gestione più industrializzata di tutte le lavorazioni, incluse quelle inerenti il materiale di scavo (messa a deposito dell'esubero, accumulo e lavorazione del materiale destinato a soddisfare fabbisogno, messa in opera come riempimento). Si precisa come, nell'ambito delle procedure sopra descritte, si condurranno

tutte le verifiche ed i controlli periodici richiesti dal Capitolato funzionali all'identificazione delle caratteristiche petrografiche del materiale al fine di definire il tipo di smaltimento (sottoprodotto o rifiuto).

Scendendo nello specifico dei processi lavorativi/produttivi, il ciclo di avanzamento prevede che lo smarino risultante dalle singole volate venga prima trasportato, immediatamente dopo lo sfumo, alla nicchia precedente (in direzione imbocco), già scavata e dotata di rivestimenti provvisori (doppio strato di spritz, in aderenza al progetto di appalto, così da liberare il più rapidamente possibile la zona di lavoro e poter speditamente procedere con il disaggancio e la messa in sicurezza. L'operazione di carico e trasporto alla nicchia di stoccaggio provvisorio potrà essere effettuata mediante pala tipo Toro che percorrerà il tratto di sezione corrente collegante la nicchia in esecuzione e la nicchia precedentemente eseguita.

Nel contempo, dunque in tempo mascherato, lo smarino verrà trasportato attraverso i Paus Muldenkipper, caricati mediante pala Toro a scarico laterale, presso la zona dedicata all'impianto di frantumazione e/o al deposito. Tali mezzi, aventi capacità di carico di 10 m<sup>3</sup>, si caratterizzano per la compattezza delle dimensioni che li rende adatti a percorrere cunicoli in spazi ristretti; consentiranno di trasportare ingenti quantità di materiale all'esterno con una velocità media di 15-20 km/h.

L'impianto di frantumazione predisposto dall'appaltatore sarà, come detto, adeguato alla produzione del materiale granulare di riempimento e, come da richiesta dei documenti di appalto "Doc CCTP Par 4.2.2. sarà provvisto di sistemi per la limitazione dell'emissione di polveri e di rumore secondo le normative vigenti.

Il materiale derivato dallo scavo sarà in parte reimpiegato nei lavori (circa 15000 m<sup>3</sup> rimangono in opera all'interno dell'arco rovescio) ed in parte (circa 12000 m<sup>3</sup> tra materiale in eccedenza e materiale ripreso dall'arco rovescio) stoccato a deposito come sottoprodotto, se si realizzano le condizioni di cui al DM 161/2012 o gestito come rifiuto. Allo Stato attuale, fatti salvi gli esiti delle analisi da effettuarsi in C.O., si prevede di gestire la totalità del materiale come sottoprodotto.

La totalità del materiale (sia da riutilizzare che da mettere a deposito) sarà oggetto di riduzione volumetrica.

I lavori saranno svolti per fasi e la riduzione volumetrica avverrà con impianto mobile e avrà durata complessiva di circa **14 mesi** e sarà suddivisa in campagne di frantumazione cadenzate a seconda dei tempi di produzione del marino (4 fasi) e delle necessità operative di realizzazione del piano di posa che si dovrà coordinare con l'avanzamento dei lavori. Nel seguito si descrive la gestione dinamica dei materiali mentre in si riportano i dati **medi** di produzione.

**Tabella 1: Dati medi di produzione per singola nicchia**

Lavorazione	Dato
Volume medio prodotto da 1 nicchia	2000 mc (sciolti)
Produzione volata	115 mc (sciolti)
Volate giornaliere	2
Produzione giornaliera totale	230 mc (sciolti)

Il materiale proveniente dallo scavo verrà accumulato nelle aree adibite a deposito temporaneo, ubicate e identificate come nella Figura seguente. Le aree di stoccaggio del materiale sono rappresentate in Figura 1 .

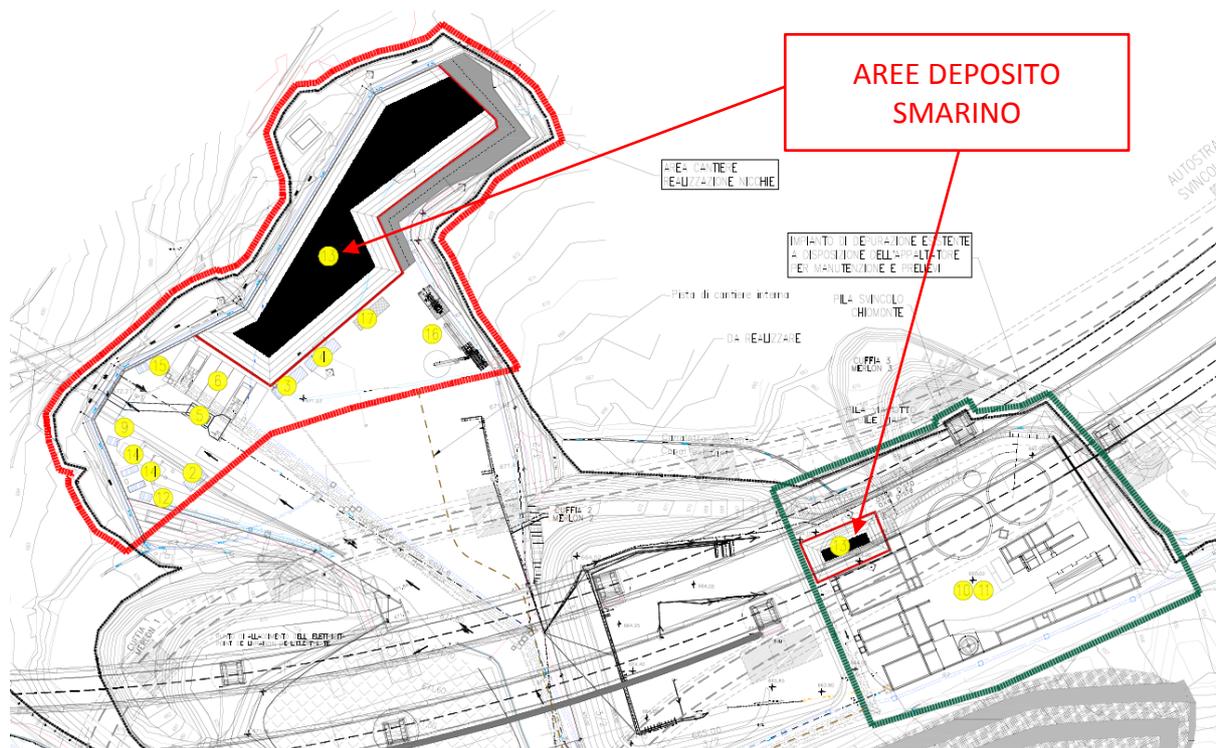


Figura 1: Indicazione planimetrica delle Aree di deposito

Secondo il D.M. 161 i cumuli per la caratterizzazione sono da formarsi in quantità comprese **tra 3.000 e 5.000 mc** in funzione dell'eterogeneità del materiale e dei risultati della caratterizzazione in fase progettuale.

Per ottimizzare i depositi e la movimentazione del materiale, il campionamento potrà anche essere effettuato in galleria sul fronte di scavo, in alternativa al campionamento su cumulo, una volta eseguita la prima volata di ciascuna nicchia.

La frantumazione avverrà mediante frantoio a mascella, con distanza fra le mascelle idonea alla produzione di materiale granulare 30-50mm. Per la frantumazione l'alimentazione della tramoggia di carico verrà effettuata per mezzo di pala meccanica gommata od escavatore gommato mentre l'alimentazione del vaglio verrà effettuata in automatico per mezzo di alimentatore vibrante. **L'impianto di lavaggio inerti** sarà posizionato a bordo macchina e le acque di processo saranno recapitate all'impianto di depurazione. L'impianto sarà altresì dotato di **dispositivo d'abbattimento ad umido delle polveri**, tale da ridurre al minimo le emissioni diffuse derivanti dalle fasi di frantumazione e convogliamento del materiale. Nello specifico l'abbattimento delle polveri avverrà in fase carico/vaglio (all'inizio dell'impianto) e in fase frantumazione (zona in cui avviene la lavorazione del materiale). La produzione di polvere dovuta alla sola **movimentazione del materiale** prima e dopo il trattamento sarà limitata mediante **cannoni nebulizzatori** e **impianto di bagnatura fisso**.

## 2.4 Inquadramento dell'area

### Localizzazione del sito

L'area oggetto di indagine è situata ai piedi del versante orografico destro del Torrente Clarea immediatamente a monte della confluenza nella Dora Riparia, alla sommità di un

ripiano morfologico modellato in depositi quaternari prevalentemente di origine fluvio-glaciale.

Ivi è stata predisposta di cantiere funzionale alla realizzazione delle principali opere di approccio e di attacco alla galleria geognostica della "Maddalena", per il cui accesso è prevista la viabilità denominata "Strada di accesso al cantiere".

Il cantiere oggetto dei presenti lavori è costituito da due aree:

- Area principale in prossimità dell'imbocco in cui verranno svolte le attività di scavo e movimentazione del materiale.
- Area secondaria in cui è presente l'impianto di trattamento delle acque.

Le due aree sono collegate da una pista di cantiere interna

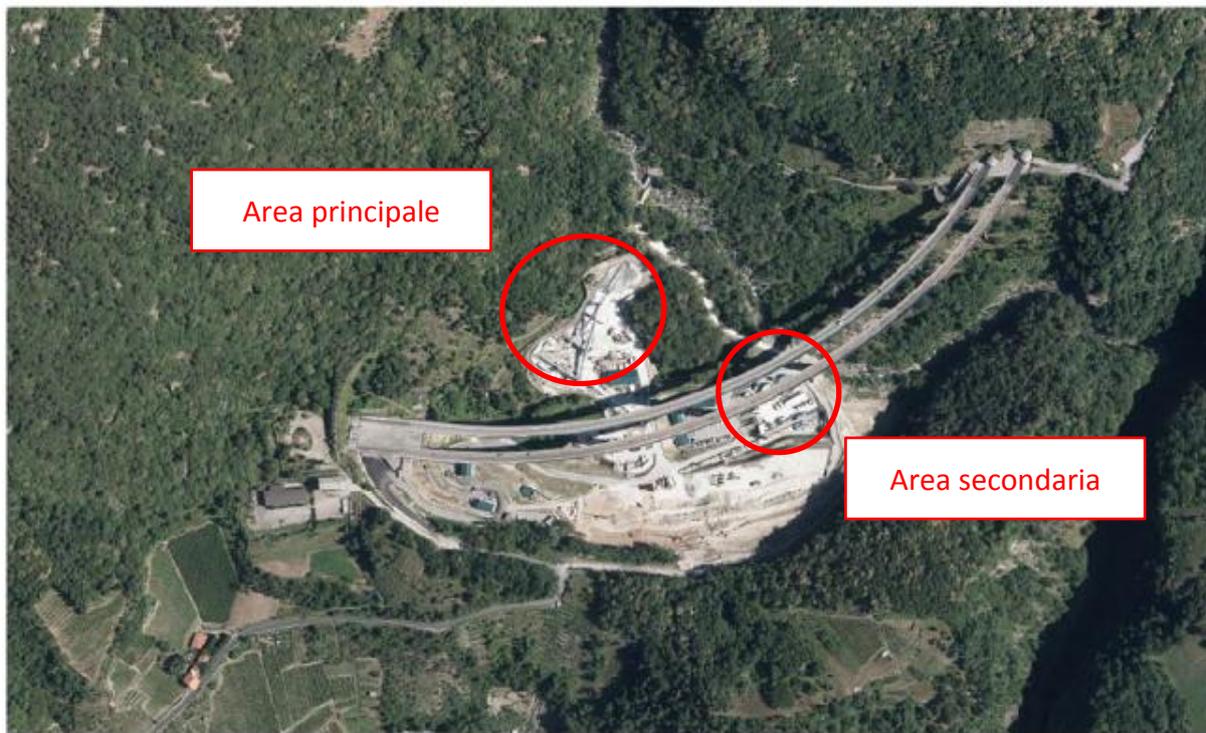


Figura 2: Localizzazione di massima del sito di cantiere

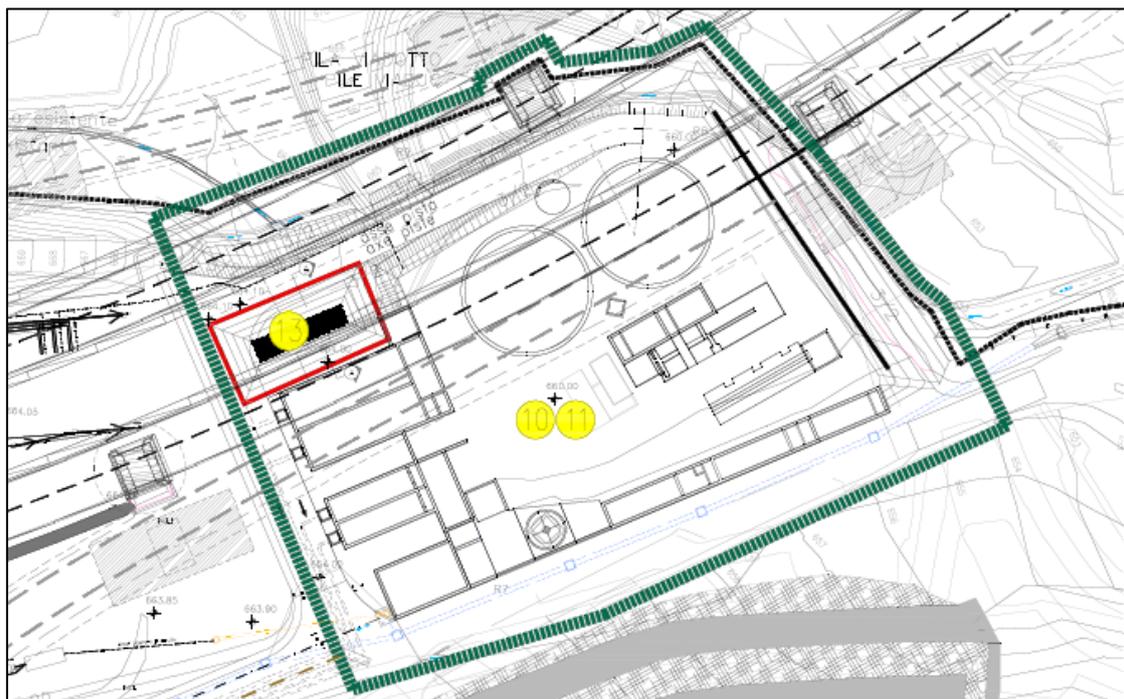
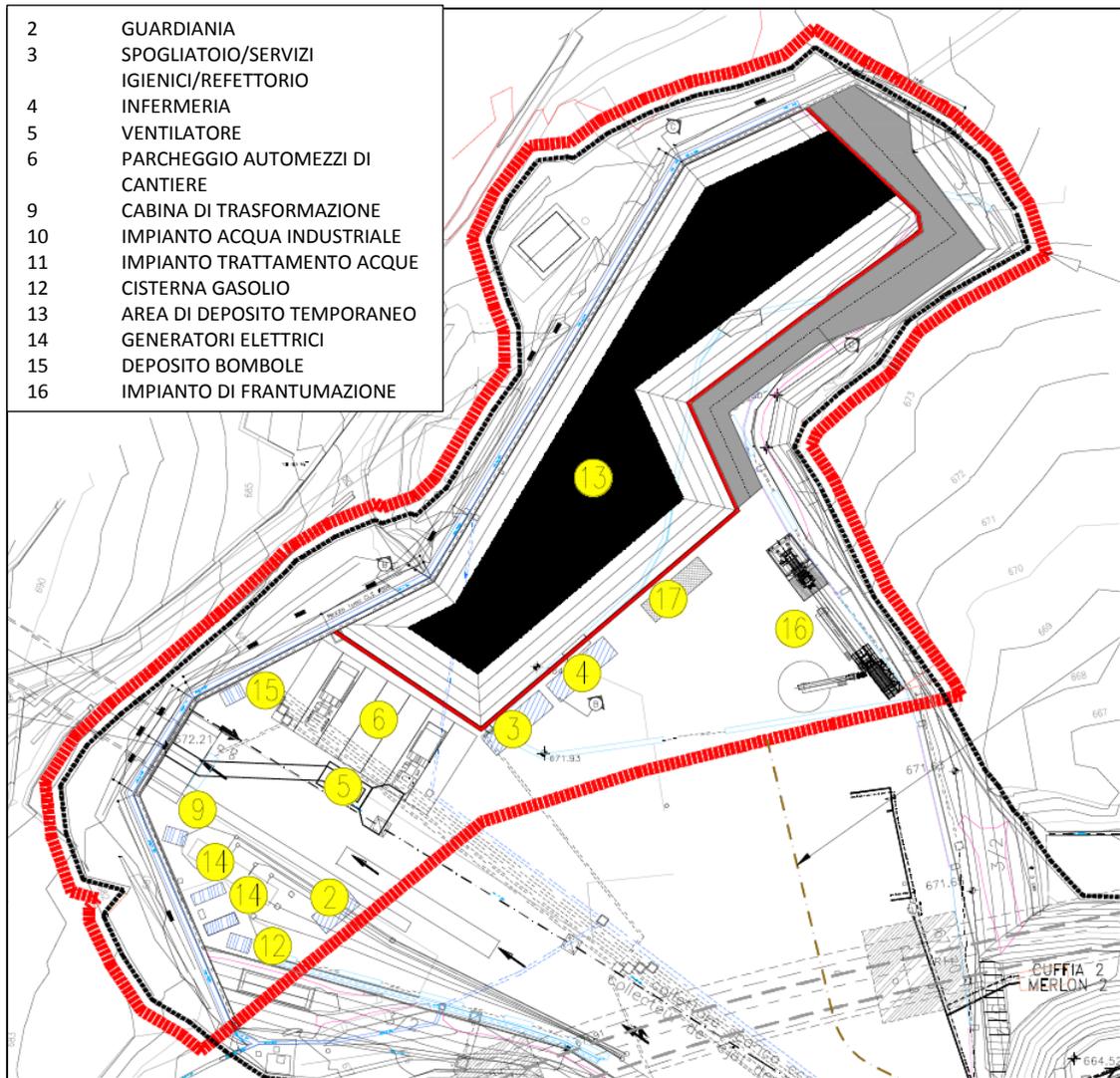


Figura 3: Dettaglio delle aree di cantiere

### **Inquadramento Urbanistico - Edilizio**

Nell'area interessata dal cantiere del cunicolo esplorativo non sussistono manufatti di natura antropica. Gli unici recettori sensibili in prossimità dell'area di cantiere sono il museo de La Maddalena e la Borgata Clarea.

### **Inquadramento Idrologico - Acque Superficiali e di falda**

I corpi idrici in prossimità del cantiere sono il torrente Clarea e la Dora Riparia. Il torrente Clarea attualmente riceve le acque del versante e le acque provenienti dal troppo pieno delle vasche di raccolta delle acque della galleria autostradale "Ramat". In corrispondenza della paratia di imbocco e della strada di accesso, i piezometri realizzati a cura del Raggruppamento che ha realizzato il cunicolo, prima dell'esecuzione della paratia, non hanno segnalato la presenza di una falda permanente almeno entro i primi 30 m di profondità.

### **Inquadramento Geologico e Geomorfologia del sito**

Il sito del cantiere della "Maddalena" si localizza al di sotto dell'omonimo viadotto dell'Autostrada A32 "Torino-Bardonecchia", ai piedi del versante orografico destro del Torrente Clarea, poco a monte della sua confluenza nella Dora Riparia.

L'area del cantiere, attualmente completamente recintata, si sviluppa al centro di un'ampia depressione morfologica modellata a conca entro depositi quaternari prevalentemente di origine fluviale, glaciale e fluvio-glaciale.

Il substrato roccioso metamorfico pre-quaternario non risulta praticamente affiorante in quest'area; affioramenti relativamente limitati sono invero individuabili lungo il margine orientale della conca, da dove si estendono, con relativa continuità, fino al fondo della Dora.

Il fondo del pianoro occupato dall'area di cantiere risulta mantellato, nella parte più prossima al viadotto autostradale, da una coltre di depositi misti detritico-colluviali, in parte comprendenti anche materiali di origine antropica verosimilmente messi a dimora durante la costruzione delle vicine opere autostradali.

In sintesi, il complesso delle indagini e delle informazioni oggi disponibili relativamente all'area in studio concordano nell'individuare la presenza di alcune "Unità geologiche" principali, le cui aree di affioramento sono rappresentate, unitamente all'ubicazione delle indagini integrative che saranno descritte nel seguito.

In particolare, coerentemente con il quadro geologico delineato dagli studi pregressi, risultano individuate le seguenti unità principali:

- DEPOSITI ALLUVIONALI DI CONOIDE ALLUVIONALE/ MISTO ("AL"): Sono costituiti da depositi misti di limi sabbiosi e sabbie limose con ghiaia, ghiaie con ciottoli, sabbie ghiaiose e livelli di ciottoli in matrice limoso-sabbiosa. All'interno si rinvencono locali blocchi e trovanti lapidei derivanti dall'erosione del substrato roccioso. Tale unità occupa prevalentemente la porzione settentrionale dell'area di cantiere più prossima all'attuale corso del T.Clarea;
- COLTRI DETRITICO-COLLUVIALI ("CL"): Comprendono depositi detritici sciolti costituiti in prevalenza da sabbia medio fine limosa con ghiaia eterometrica da subarrotondata ad angolare e limi sabbiosi. Nell'ambito dell'area studiata includono, in parte, anche depositi rimaneggiati di probabile deposizione antropica;
- DEPOSITI GLACIALI INDIFFERENZIATI ("GI"): Comprendono un'ampia gamma di depositi, tra cui depositi con scarsi ciottoli e ghiaia in abbondante matrice limoso-sabbiosa

fortemente addensata, sabbie limose con ghiaia, ghiaie limose e ghiaie argillose, oltre a conglomerati più o meno cementati a prevalente componente ghiaioso-sabbiosa con ciottoli, blocchi e locali lenti limoso- argillose. Generalmente tale unità giace in appoggio diretto sul bed-rock ed occupa ampie porzioni dell'area in studio; in particolare, si rinviene in corrispondenza dell'imbocco del cunicolo geognostico e lungo gran parte del tracciato della strada di accesso al cantiere.

I depositi "glaciali indifferenziati" attraversati con i sondaggi integrativi eseguiti dal Raggruppamento che ha realizzato il cunicolo hanno evidenziato, nel complesso, caratteristiche di terreni prevalentemente incoerenti, comprendenti sabbie limose con ghiaia, limi ghiaiosi e ghiaie limose con ciottoli e trovanti sparsi. Non è stata invece riscontrata nei sondaggi la facies più francamente conglomeratica segnalata negli studi precedenti, la quale potrebbe verosimilmente trovarsi a profondità maggiori in vicinanza del contatto con il bed-rock.

Anche quest'ultimo si rinviene a profondità maggiori rispetto a quelle indagate nella recente campagna di indagini integrative. Precedenti sondaggi eseguiti da TELT durante le precedenti fasi nei pressi del sito di deponia dello smarino, sita immediatamente a Sud-Est dell'area di cantiere, hanno individuato il substrato intorno alle profondità di 60-65 m rispetto al locale piano di campagna (circa 660^670 m s.l.m.), rilevando la presenza di metamorfiti a struttura scistosa, gneissica e granofels comprendenti, principalmente, scisti e gneiss a muscovite e clorite.

Per illustrare l'assetto geologico del sottosuolo dell'area in studio sono state ricostruite, utilizzando i dati provenienti da indagini in situ (sondaggi e sismica a rifrazione) e da conoscenze pregresse, alcune sezioni geologiche di sintesi tracciate in corrispondenza delle maggiori opere in progetto (principalmente berlinese di imbocco e strada di accesso al cantiere).

### **Attività Residenziali, Commerciali, Artigianali circostanti**

Non esistono attività residenziali, commerciali ed artigianali in prossimità del cantiere.

### **Viabilità ed Accessi**

L'area di cantiere è sovra attraversata dall'Autostrada A32 "Torino-Bardonecchia". L'accesso autorizzato è presidiato dalla Forze dell'Ordine ed è posizionato lungo l'Autostrada stessa, in corrispondenza dell'uscita della galleria "Ramat". In corrispondenza della Centrale Elettrica di Chiomonte esiste un altro accesso, che percorrendo la Via dell'Avanà conduce alle aree di cantiere.

### **Infrastrutture Circostanti**

All'interno dell'area di cantiere sono posizionati i piloni dell'Autostrada A32. A ridosso delle aree operative di cantiere durante i lavori per la realizzazione del cunicolo è stato posizionato il sito per il deposito del materiale di scavo.

### **Servizi di Rete**

L'area di cantiere è attualmente servita da una linea elettrica BT/M T. L'approvvigionamento idrico è garantito da un pozzo realizzato all'interno delle aree di cantiere e dalle acque di venuta opportunamente trattate dall'impianto di depurazione del cantiere. Le acque non riutilizzate vengono scaricate a norma di legge nel corpo ricettore Dora Riparia.

## Organizzazione dei Lavori

Il Cunicolo esplorativo è localizzato in Località La Maddalena (Comune di Chiomonte) in un'area a ridosso di cumuli di natura morenica ed al di sotto del Viadotto Clarea dell'Autostrada A32 Torino-Bardonecchia. L'area operativa del cantiere è incuneata nella conca terminale della Val Clarea in un territorio prevalentemente boschivo ed interessa un'area di circa 32.000mq.

Le diverse attività svolte all'interno del cantiere esplicitano il loro impatto, in misura diversa a seconda di differenti fattori dimensionali, presumibilmente all'interno o nelle immediate vicinanze dell'area di cantiere.

Come meglio specificato nel paragrafo successivo, vi sono però realtà esterne presenti nelle immediate vicinanze che avranno a loro volta impatto sul cantiere non realizzate, gestite e, pertanto, controllate dall'ATI; potranno quindi essere verificati gli impatti prodotti tramite l'ausilio degli indicatori attivi, ma non sarà possibile intervenire con risposte adeguate non avendo titolo per farlo.

A fronte di questa particolare situazione la redazione di questo documento risulta quindi necessariamente limitata ad un'area che sarà comunque soggetta, per mere questioni spaziali, all'influenza di altre situazioni di impatto analoghe ma che, seppure verranno monitorate dai sensori interni al cantiere con indici idonei, non potranno essere direttamente risolte dall'ATI ma solo segnalate.

### 2.5 Interferenze tra le diverse attività e con altri attori presenti sul sito

La gestione dell'interferenza tra le diverse attività da eseguire in sotterraneo è senz'altro uno degli aspetti più importanti da focalizzare per la buona riuscita dei lavori.

Un aspetto fondamentale riguarda la gestione della fase di posizionamento degli impianti nella nuova sede, in arco rovescio, e di realizzazione del riempimento e della platea in cls, con la necessità di garantire nel contempo l'accessibilità alle altre zone della galleria, ad esempio per la manutenzione degli impianti e/o per lo svolgimento di attività di monitoraggio e controllo. Come pure va attentamente gestita l'alternanza tra le fasi di spostamento impianti e la realizzazione della pista in arco rovescio e la successiva fase di esecuzione delle nicchie che avverrà, tuttavia, secondo intervalli regolari e studiati senza sovrapposizioni.

Dovrà inoltre essere posta attenzione alla sovrapposizione tra le attività di cui sopra e quelle di rivestimento di 1a fase della galleria che in tal caso avverranno in parallelo

A livello di sicurezza è prevista la collocazione di un container di salvataggio subito nella nicchia precedente alla zona di lavoro.

Infine particolare attenzione dovrà essere posta alla sovrapposizione tra le attività di scavo e rivestimento delle nicchie con le attività di rivestimento della galleria.

Nel seguito del presente paragrafo si pone l'attenzione nei confronti dei possibili fattori di interferenza con gli altri attori presenti sul sito e le modalità operative che l'appaltatore metterà in atto per la risoluzione delle stesse.

I principali fattori di interferenza risultano essere chiaramente inquadrati all'interno del PSC, al paragrafo 7.1 Individuazione dei fattori esterni che comportano rischi per il cantiere. Se ne riporta qui di seguito un elenco, nell'ordine di esposizione del PSC:

- Visitatori in cantiere
- Presidi NO TAV

- Viadotto Clarea dell'Autostrada A32 Torino - Bardonecchia
- Cantiere per la realizzazione del nuovo svincolo SITAF
- Viabilità promiscua

L'appaltatore opererà innanzitutto in osservanza alle indicazioni già contenute nel Piano di Sicurezza e Coordinamento, del quale, per completezza di trattazione, si riporta a seguire uno stralcio con evidenza delle principali azioni previste allo scopo di gestire efficacemente le interferenze summenzionate. Contestualmente si fa cenno degli apprestamenti integrativi che l'appaltatore metterà in atto, con la finalità di migliorare la gestione dei fattori e soggetti esterni, riducendo i potenziali elementi di interferenza sia a livello ambientale che di sicurezza dei lavoratori.

### **Visitatori in cantiere**

Le richieste di visita saranno concordate preventivamente con il Responsabile dei Lavori e con il CSE.

Tutte le visite in cantiere saranno effettuate seguendo la procedura specifica che verrà individuata congiuntamente prima dell'avvio delle attività, la quale comprenderà anche eventuali norme comportamentali da tenere a tutela dell'ambiente. La stessa procedura sarà aggiornata ove necessario durante le diverse fasi del cantiere.

### **Presidi NO-TAV**

L'appaltatore seguirà tutte le procedure che saranno stabilite da TELT, CSE e Ordini di Vigilanza, con riferimento alle modalità di accesso in cantiere dei lavoratori e dei mezzi, alla tutela delle delimitazioni, alla gestione del sistema di vigilanza interna.

A completamento di quanto sopra, si segnala come sarà approntato un layout di cantiere che terrà in debito conto l'esigenza di garantire una rapida ed efficace mobilità delle forze dell'ordine all'interno del cantiere medesimo, specie in relazione al raggiungimento dei settori estremi prossimi alle delimitazioni e recinzioni. A questo proposito si elaboreranno piani operativi che potranno anche coinvolgere le maestranze dell'appaltatore, allo scopo di agevolare interventi di emergenza da parte del servizio di vigilanza e protezione del cantiere nei confronti di atti vandalici. Si porrà particolare attenzione alla necessità di garantire la piena visibilità di tutte le aree di cantiere da specifiche postazioni di controllo: si interverrà in tal senso attraverso opportuna progettazione delle aree di stoccaggio dello smarino e del materiale lavorato (frantumato / vagliato) funzionale alla regolazione delle geometrie dei cumuli in funzione delle suddette necessità di ispezione e visibilità dei settori estremi del cantiere più facilmente esposti ad azioni di disturbo da parte di soggetti esterni. Si valuteranno inoltre gli interventi di integrazione dell'impianto di illuminazione e di video sorveglianza del cantiere che si renderanno necessari in relazione alla mutata configurazione del cantiere di imbocco durante la fase di scavo delle nicchie.

### **Interferenza con il viadotto Clarea**

L'area di cantiere si sviluppa in parte al di sotto del viadotto autostradale A32 denominato Clarea. L'autostrada è dotata di barriere antirumore e/o reti di protezioni, nonché di barriere di contenimento laterali (new jersey) atte ad evitare la caduta accidentale di oggetti e la fuoriuscita di veicoli. Non si può invece escludere che al di là delle protezioni vengano

proiettati oggetti lanciati con scopi vandalistici o porzioni di veicoli staccatisi a causa di incidenti o ancora carichi dispersi o neve e ghiaccio.

### **Viabilità promiscua**

L'appaltatore procederà all'istruzione delle maestranze relativamente alle modalità di fruizione delle viabilità di ingresso e uscita dal cantiere, osservando la limitazione di velocità a 5 km/h. Quanto sopra in ragione dell'utilizzo promiscuo della viabilità medesima, determinato dalla compresenza di altri cantieri attivi, sia di rilevanza, quali lo svincolo A32, che di entità minore, come l'allargamento della recinzione a valle del torrente Clarea.

Si procederà pertanto all'installazione della segnaletica stradale adeguata (limiti e precedenza) oltre che un sistema di specchi per la visibilità del traffico (in aderenza a quanto previsto dal PSC). La regolamentazione degli accessi e delle uscite e gli apprestamenti relativi sarà individuata nel POS. Si seguiranno le procedure previste dal PSC per la gestione degli accessi dei trasporti eccezionali, con informazione preventiva del DTC del cantiere limitrofo.

L'impresa inoltre provvederà, all'occorrenza, alla bagnatura e alla pulizia del manto stradale dei tratti sopramenzionati, garantendo idonei livelli di servizio per le altre utenze. Inoltre, in concomitanza di eventi specifici, quali ad esempio il transito di carichi eccezionali, si provvederà all'impiego di movieri a regolare il flusso veicolare.

### **2.6 Contemporaneità con altri progetti**

Rispetto alla **contemporaneità con altri progetti** occorre prendere in considerazione la realizzazione delle seguenti opere:

- La costruzione dello Svincolo de La Maddalena;
- La realizzazione del tunnel di base.

Allo stato attuale di pianificazione dei progetti le informazioni maggiormente consolidate sono quelle relative allo Svincolo de La Maddalena, per cui è certa la contemporaneità dei lavori.

Per quanto attiene invece la realizzazione del tunnel di base e relativo allestimento del cantiere di riferimento, al momento della redazione del presente documento non risultano ancora appaltati i lavori di realizzazione pertanto non è possibile inquadrare nel dettaglio se e quali interferenze o fattori di contemporaneità si potranno instaurare con il cantiere delle nicchie.

**Il presente Piano di Gestione Ambientale dovrà essere aggiornato qualora si modificasse il quadro conoscitivo dei lavori dello Svincolo de La Maddalena o si acclarasse un quadro di effettiva contemporaneità con i lavori di realizzazione del Tunnel di Base.**

Dal **punto di vista progettuale** lo Svincolo de La Maddalena sarà realizzato totalmente in viadotto e occuperà parte dell'area depressa ove è stato realizzato il viadotto sul torrente Clarea dell'esistente autostrada A32 Torino-Bardonecchia.

La rampa di uscita in progetto si distacca dal viadotto Clarea esistente lungo l'A32, e in particolare dall'impalcato del viadotto di salita (carreggiata Nord) per poi sottopassarlo con un'ampia curva fino a raggiungere la sommità di un cumulo di deposito permanente dei materiali di smarino del Cunicolo Esplorativo de La Maddalena, realizzato a ridosso del

promontorio delle Vigne, a Sud del viadotto esistente; qui la rampa di uscita si raccorda con la viabilità di collegamento al cantiere e ai centri abitati più vicini.

La futura rampa di ingresso dello svincolo in progetto, partendo dalla sommità del deposito di materiali di smarino, rientra sul viadotto Clarea di discesa (carreggiata Sud).

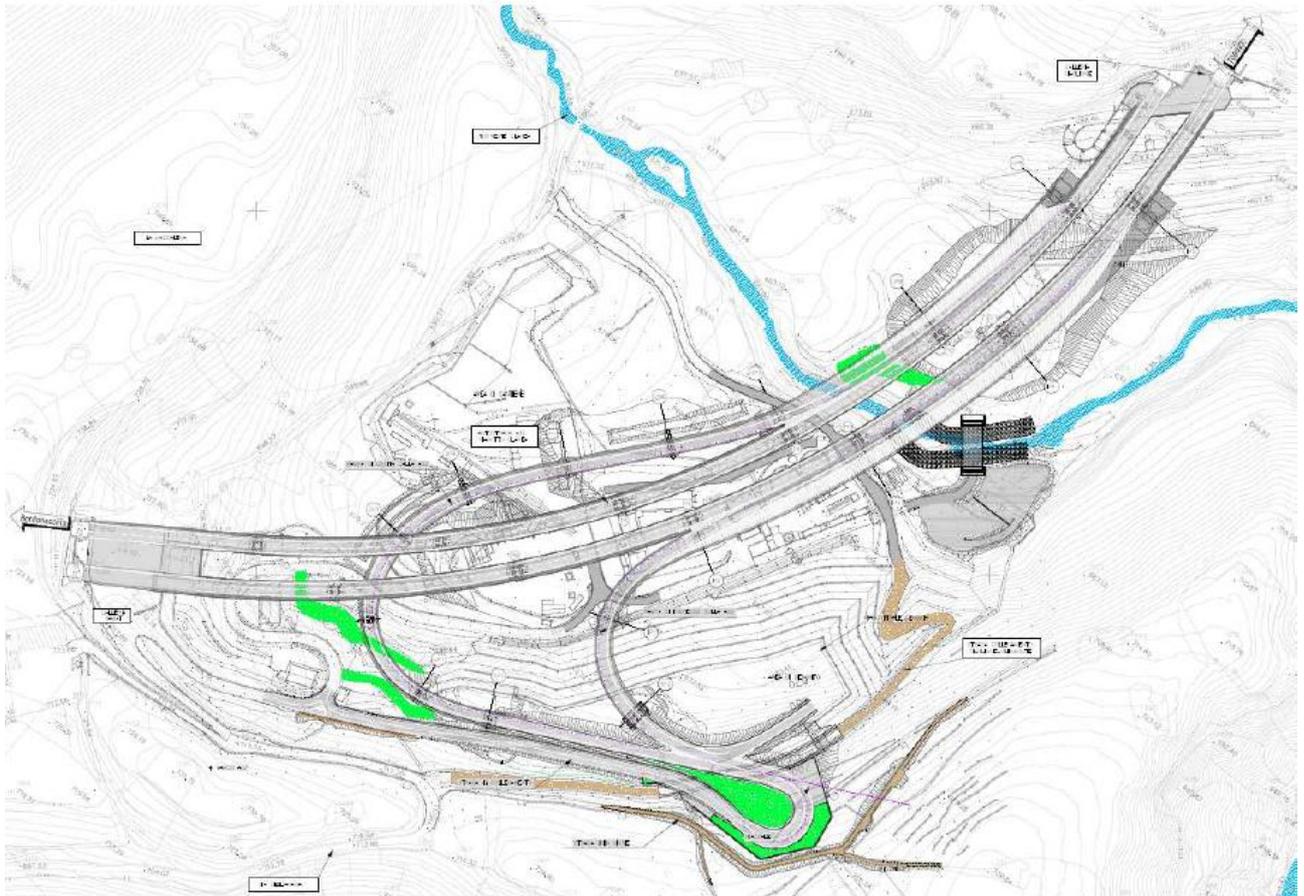
Il viadotto Clarea si inserisce tra due gallerie:

- ad Ovest (lato Torino) la Giaglione di lunghezza pari a circa 2500 m
- ad Est (lato Bardonecchia) la Ramat di lunghezza circa 1400 m

Lo sviluppo del tratto all'aperto tra le due gallerie, all'interno del quale si inserisce il nuovo svincolo, è pari a 719 m in carreggiata Est (direzione Torino) e a 674 m in carreggiata Ovest (direzione Bardonecchia).

Tutti i nuovi impalcati sono previsti in struttura mista acciaio-calcestruzzo, con travi in acciaio ad altezza costante e soletta in c.a., con schema statico di trave continua su più appoggi, nei tratti di impalcato isolato; nelle campate in affiancamento con il viadotto esistente Clarea si è optato per impalcati sempre in struttura mista, ma con implacati ad altezza variabile.

La configurazione dello svincolo è rappresentata nello stralcio planimetrico che segue.



**Figura 4: Stralcio planimetrico del progetto esecutivo dello svincolo.**

Le opere d'arte principali sono costituite da:

- Una serie di nuovi viadotti a realizzare una nuova rampa di uscita e di ingresso rispetto al viadotto esistente Clarea.
- Una galleria artificiale utile a garantire il sovrappasso della strada vicinale.

- Opere di sostegno per la viabilità di collegamento al cantiere, realizzate nel tratto che dal piazzale di svincolo porta verso il cunicolo esplorativo, consistenti principalmente in Berlinese di micropali tirantata per il sostegno del versante a monte della strada, nella zona in prossimità della viabilità al cantiere esistente, e muro in terra verde rinforzata, per il sostegno del rilevato nel tratto di strada di collegamento al piazzale di nuova realizzazione.
- Impianti di raccolta acque di piattaforma costituito da bocchettoni posizionati in banchina, sul lato basso della falda della carreggiata, a ridosso del cordolo portabarriera e convogliate a terra per mezzo di un sistema di tubazioni di acciaio fissate sulle pile (pluviali).
- Impianto di illuminazione in corrispondenza della rampa in discesa dello svincolo (direzione Bardonecchia), rampa in salita dello svincolo (direzione Torino), e per il piazzale di manovra e per la strada di collegamento alla viabilità esistente comunale.

Di seguito si riporta la **descrizione del cronoprogramma dei lavori** dello Svincolo in funzione dello sviluppo delle attività di realizzazione delle nicchie.

La durata complessiva dei lavori per la realizzazione dello Svincolo è di **925** giorni circa, incluse le operazioni di installazione del cantiere. Più precisamente, essendo l'inizio lavori è previsto in data 01/07/2020 e la fine in data 11/01/2023, si deduce che l'intero corso dei lavori è previsto in contemporanea alla costruzione dello Svincolo della Maddalena.

Si elencano di seguito le **principali macro-attività individuabili dal Cronoprogramma Generale dei lavori dello svincolo**, cui si rimanda per ulteriori dettagli (rif. doc. PGA - Allegato 5: Programma lavori Convenzione – Svincolo di Chiomonte).

- **Fase A - Cantierizzazione** – prevista per una durata di **144 giorni**, da luglio 2020 a novembre 2020, include le seguenti attività:
  - Fase A.1 - Realizzazione guado sul torrente Clarea, per una durata di 3 giorni;
  - Fase A.2 - Costruzione ponte bailey, di durata 42 giorni;
  - Fase A.3 - Costruzione scogliera su torrente Clarea, di durata 40 giorni;
  - Fasi A.4 e A.5 - Realizzazione piste di cantiere/deviazioni e campo base/operativo, della durata totale di 70 giorni;
  - Fase A.6 - Rimozione interferenze carreggiate di salita e discesa (fase A.6), per una durata di 60 giorni;
  - Fase A.7 - Realizzazione opere di security, con distinzione tra esecuzione piste, opere di sostegno, recinzioni e impianti (rispettivamente A.7.1, A.7.2, A.7.3 e A.7.4), per un durata totale di 110 giorni; o Fase A.8 - Bonifica ordigni bellici, di durata 60 giorni.
- **Fase B - Realizzazione dello Svincolo di Chiomonte**, attuato secondo le seguenti sottofasi (previste in parallelo), per una durata complessiva di **812 gg** (da ottobre 2020 a gennaio 2023):
  - Fasi B1 – B4 - Interventi di adeguamento sismico, che interesseranno la salita (fase B.1.1) e la discesa (fase B.1.2) per una durata di 760 giorni (da novembre 2020 a dicembre 2022), e che includono le fasi sotto elencate:

- Realizzazione Viadotti A-B, della durata di 381 giorni totali, più precisamente da ottobre 2020 a novembre 2021, e che si concretizza con le sotto-fasi:
  - B.1.1 di realizzazione delle sottofondazioni (pali), delle fondazioni e delle strutture di elevazione delle pile SP1, UP1, UP2, UP3, UP4 e UP5, per una durata di 118 giorni totali;
  - B.2.2 di realizzazione dell'impalcato, per un tempo totale di 261 giorni, che comprende l'assemblaggio della carpenteria metallica (114 giorni) e il getto della soletta (147 giorni).
- Allargamento viadotto Clarea - Salita, della durata di 418 giorni totali, più precisamente da novembre 2020 a gennaio 2022, che si realizza con le sotto-fasi:
  - B.2.1 di esecuzione di sottofondazioni, fondazioni e strutture in elevazione delle pile UP6, UP7, UP8 e UP9, per una durata di 158 giorni totali;
  - B.3.2 di costruzione dell'impalcato, per una durata di 343 giorni, che comprende l'assemblaggio della carpenteria metallica (130 giorni), il getto della soletta (130 giorni) e gli interventi sul viadotto esistente (sbalzo, tiranti e diaframmi di collegamento – 120 giorni).
- Allargamento viadotto Clarea - Discesa, della durata di 697 giorni totali, più precisamente da gennaio 2021 a dicembre 2022, che si realizza con le seguenti sotto-fasi:
  - B.3.1 di esecuzione delle fondazioni, sottofondazioni e strutture di elevazione delle pile SP2, IP1, IP2, IP3, IP4 e IP5, per una durata di 214 giorni totali;
  - B.4.2 di costruzione dell'impalcato, per un tempo totale di 320 giorni, che comprende la realizzazione della carpenteria metallica e del getto della soletta per la parte di impalcato da SP2 a IP2 (121 giorni) e di realizzazione carpenteria metallica, getto della soletta e interventi sul viadotto esistente per la parte di impalcato IP2 – IP5 (320 giorni).
- Fase B.5 – Costruzione Galleria artificiale, che si realizza con le fasi di scavo (42 giorni), jet-grouting (56 giorni), esecuzione cordoli/fondazioni (56 giorni), getto strutture in elevazione (35 giorni), solidarizzazione (42 giorni) e ritombamento finale (10 giorni), per una durata di 241 giorni totali, e più precisamente da gennaio a settembre 2021.
- Fase B.6 – Realizzazione dei corpi e rilevati stradali previsti in progetto, che si realizzano con le fasi di movimenti materia (794 giorni), realizzazione delle opere di sostegno (753 giorni), degli asfalti (51 giorni) e di realizzazione della segnaletica e delle barriere di sicurezza (86 giorni), della durata di 812 giorni totali, e più precisamente da ottobre 2020 a gennaio 2023;
- Fase B.7 – Realizzazione impianti, della durata di 700 giorni, da febbraio 2021 a gennaio 2023;
- Fase B.8 – Realizzazione finiture, per una durata di 62 giorni, da novembre 2022 a gennaio 2023;

- Fase B.9 – Messa a dimora opere a verde, per la durata di 82 giorni, da ottobre 2022 a gennaio 2023.

Si evidenzia che i primi 11 mesi saranno dedicati alle attività maggiormente impattanti dal punto di vista ambientale, riferibili agli scavi per la realizzazione delle sotto-fondazioni delle pile dei viadotti e per la costruzione della Galleria artificiale.

In merito alla **contemporaneità dei lavori** dello Svincolo descritti sopra con quelli di realizzazione della realizzazione delle nicchie, si evidenzia che è possibile prospettare sovrapposizioni meritevoli di attenzione nel periodo **novembre 2020 - gennaio 2022 (15 mesi)**, dal momento che a tale intervallo di tempo sono riferibili le attività maggiormente impattanti dal punto di vista ambientale.

Se per i lavori dello Svincolo tali attività sono rappresentate dagli scavi per la realizzazione delle sotto-fondazioni delle pile dei viadotti e di movimenti materia per la realizzazione dei corpi e rilevati stradali previsti in progetto, ugualmente, nel periodo sopracitato, il cronoprogramma lavori nel cunicolo della Maddalena prevede attività per lo scavo delle nicchie ed attività di movimenti materia per l'esecuzione del riempimento e la realizzazione della platea.

Dal punto della **sovrapposizione spaziale**, si evidenzia che il cantiere dello Svincolo interessa un'area sensibilmente più grande rispetto a quello interessata dal cantiere delle nicchie. Gran parte delle aree di lavorazione e operative o logistiche per il funzionamento del cantiere dello Svincolo sono ricomprese all'interno del perimetro utilizzato per la realizzazione del Cunicolo Esplorativo de La Maddalena. La maggior parte delle nuove aree da impiegare rispetto al cantiere del Cunicolo sono localizzate in sinistra al Clarea e sono funzionali alla realizzazione delle nuove pile previste.

Di seguito è riportato uno stralcio della planimetria di perimetrazione delle aree di pertinenza del cantiere nicchie (in rosso) e del cantiere dello svincolo (in blu).

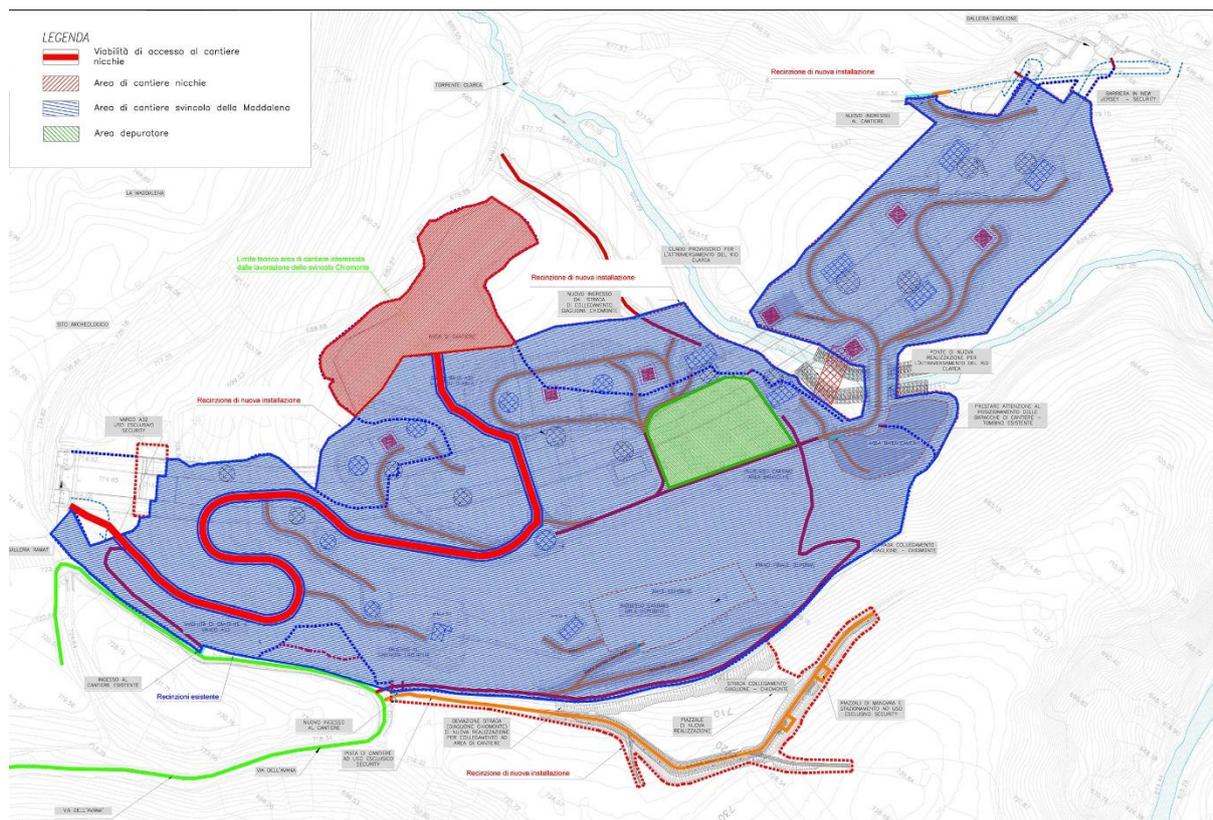


Figura 5: Perimetrazione delle aree del cantiere nicchie, cantiere dello svincolo e impianto di depurazione

In particolare, a sud dell'area di cantiere delle nicchie è prevista la realizzazione delle pile definitive UP4 e UP5 della corsia di uscita dello svincolo e la realizzazione delle pile provvisorie.

Si evidenzia che in quest'area si prevede la realizzazione delle sottofondazioni (pali), delle fondazioni e delle strutture di elevazione delle pile che sarà seguita dalla realizzazione dell'impalcato che comprende l'assemblaggio della carpenteria metallica e il getto della soletta. Inoltre, nell'area prossima alle pile è prevista la realizzazione delle piste di cantiere a servizio di queste aree di lavoro.

Le fasi realizzative delle opere all'aperto saranno precedute da scavi a sezione obbligata e/o ristretta e da scavi di sbancamento/splateamento eseguiti con l'ausilio di mezzi meccanici (autocarro, escavatore, pala meccanica).

Di seguito sono riportate sinteticamente le lavorazioni per la realizzazione di:

- sottofondazioni (pali)
- fondazioni in c.a.
- strutture in elevazione in c.a.
- impalcato

Per la **realizzazione delle sottofondazioni (pali)** si prevede:

- la perforazione per fori di pali eseguita con sonda a rotazione su carro cingolato per la realizzazione delle sottofondazioni delle pile del nuovo viadotto,

- la posa di gabbie di armatura all'interno dei fori eseguiti nel terreno per la realizzazione di pali di fondazione
- l'esecuzione di getti di calcestruzzo per la realizzazione di pali trivellati gettati in opera.

Per la **realizzazione delle fondazioni in c.a.** si prevede

- la realizzazione della carpenteria per strutture di fondazione diretta, e successivo disarmo;
- la lavorazione (sagomatura, taglio, saldatura) e posa nelle cassature di ferri di armatura di strutture in fondazione,
- l'esecuzione di getti di cls per la realizzazione di strutture in fondazione dirette con l'utilizzo di autobetoniera e autopompa per cls.

Per la **realizzazione delle strutture in elevazione in c.a.** si prevede:

- l'assemblaggio a terra della cassaforma rampante per il getto della pila, sua collocazione con barre di contrasto;
- la lavorazione a terra, sollevamento e posa nelle casseforme di armature preassemblate per la realizzazione di strutture in cls relative a viadotti (pile, pulvini, ecc.).
- l'esecuzione di getti di calcestruzzo per la realizzazione di strutture di viadotti (pile) con l'utilizzo di autobetoniera e autopompa per cls.
- Il progressivo innalzamento iniziale e suo progressivo innalzamento (rampaggio) realizzato mediante apposito impianto idraulico della cassaforma realizzato mediante apposito impianto idraulico con barre di contrasto.

Per la **realizzazione dell'impalcato** si prevede

- la realizzazione di solaio in c.a. nella sommità delle pile di nuova realizzazione: la soletta, dello spessore complessivo di 33 cm, sarà costituita da predalle di spessore 5 cm e da un getto integrativo di 28 cm.
- la lavorazione (sagomatura, taglio, saldatura) e posa e di ferri di armatura di solaio in c.a. o prefabbricato
- l'esecuzione di getti di calcestruzzo per la realizzazione delle solette delle pile.
- La realizzazione a terra della cassaforma del pulvino, suo sollevamento fino alla quota prevista e fissaggio alla sommità della pila.
- l'esecuzione di getti di calcestruzzo per la realizzazione del pulvino.
- l'assemblaggio conci del viadotto mediante montaggio delle travi, e loro posizionamento in quota, delle controventature e dell'orditura secondaria. Montaggio di strutture reticolari in acciaio e loro posizionamento in quota.
- il varo dei conci del viadotto
- il completamento dell'intero viadotto mediante la posa dei ferri di armatura di completamento e getto finale in calcestruzzo.
- la posa in opera di cordoli, zanelle e opere d'arte stradali prefabbricate.

Inoltre, lungo la viabilità di collegamento al cantiere, nel tratto che dal piazzale di svincolo porta verso il cunicolo esplorativo, sarà realizzato un **muro di collegamento**. Il progetto prevede inoltre le seguenti opere di sostegno:

- Berlinese di micropali tirantata per il sostegno del versante a monte della strada, nella zona in prossimità della viabilità al cantiere esistente;
- Muro in terra verde rinforzata, per il sostegno del rilevato nel tratto di strada di collegamento al piazzale di nuova realizzazione.

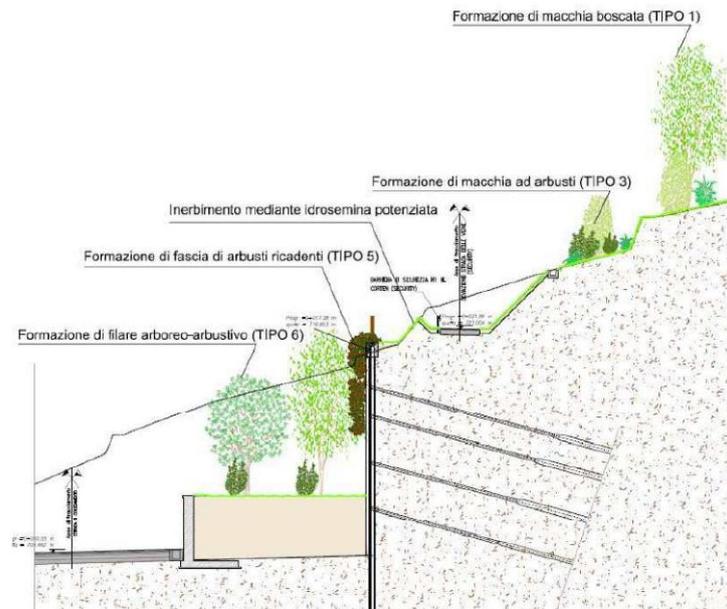


Figura 6: Sezione tipica della berlinese e del muro antistante degli interventi di mitigazione.

La **realizzazione della berlinese** comporta l'esecuzione delle attività elencate di seguito: perforazione per tiranti con sonda a rotazione su carro cingolato, posa di armature metalliche all'interno dei fori eseguiti nel terreno per la realizzazione di tiranti, tesatura dei tiranti eseguita con mezzi meccanici, esecuzione di getti di calcestruzzo per tiranti, perforazione per micropali tipo Radice con sonda a rotazione su carro cingolato, posa di gabbie di armatura all'interno dei fori eseguiti nel terreno per la realizzazione di micropali tipo Radice, esecuzione di getti di calcestruzzo per micropali tipo Radice e immissione di aria compressa per favorire la completa diffusione del calcestruzzo, realizzazione di micropali in acciaio munito di fori con valvole di non ritorno (tipo TUBFIX) ed iniezione di malta di cemento in pressione.

La **realizzazione di muri verdi in terre rinforzate** avverrà mediante il posizionamento di un cassero a perdere, non strutturale, realizzato mediante piegatura meccanica di un foglio di rete elettrosaldato. Tali casseri sono corredati di opportuni tiranti uncinati che garantiscono la stabilità geometrica dei casseri stessi, durante la fase di compattazione del terreno. Seguirà il rinverdimento della facciata del muro rinforzato tramite l'uso di essenze vegetative con la funzione di ricoprire velocemente la facciata evitando fenomeni erosivi di prima instaurazione e per assicurare una vegetazione coprente di lunga durata.

Le diverse lavorazioni o gruppi di lavorazioni richiedono l'uso dei macchinari riportati e la conseguente produzione di impatti sintetizzati nella tabella che segue.

LAVORAZIONE	MACCHINE UTILIZZATE	FATTORI DI IMPATTO
scavi	autocarro, escavatore, pala meccanica, martello demolitore pneumatico, dumper, terna, grader,	polveri, rumore, vibrazioni
sottofondazioni (pali)	autocarro, dumper, sonda di perforazione, autogru, autobetoniera, autopompa per cls.	polveri, rumore, vibrazioni, interferenza con la falda
fondazioni in c.a.	autobetoniera, autopompa per cls	polveri, rumore
strutture in elevazione in c.a.	autocarro, autogru, autobetoniera, autopompa per cls	polveri, rumore
impalcato	autobetoniera, autopompa per cls, gru a torre, autogru, strand jack, autocarro dumper	polveri, rumore
berlinese	autocarro, sonda di perforazione, autogru, apparecchiatura idraulica per la tesatura di trefoli, impianto di iniezione per miscele cementizie, dumper.	polveri, rumore, vibrazioni
muri verdi in terre rinforzate	autocarro, autogru	polveri, rumore

Oltre all'occupazione delle aree di lavoro, all'interno delle quali avverranno le lavorazioni necessarie per la realizzazione dell'opera (realizzazione pile, galleria artificiale, berlinese) è prevista **l'installazione di aree logistiche**: si tratta di due aree in cui sono localizzati gli uffici (in prossimità del ponte bailey) e l'officina (sulla sommità del sito di deposito del Cunicolo de La Maddalena).

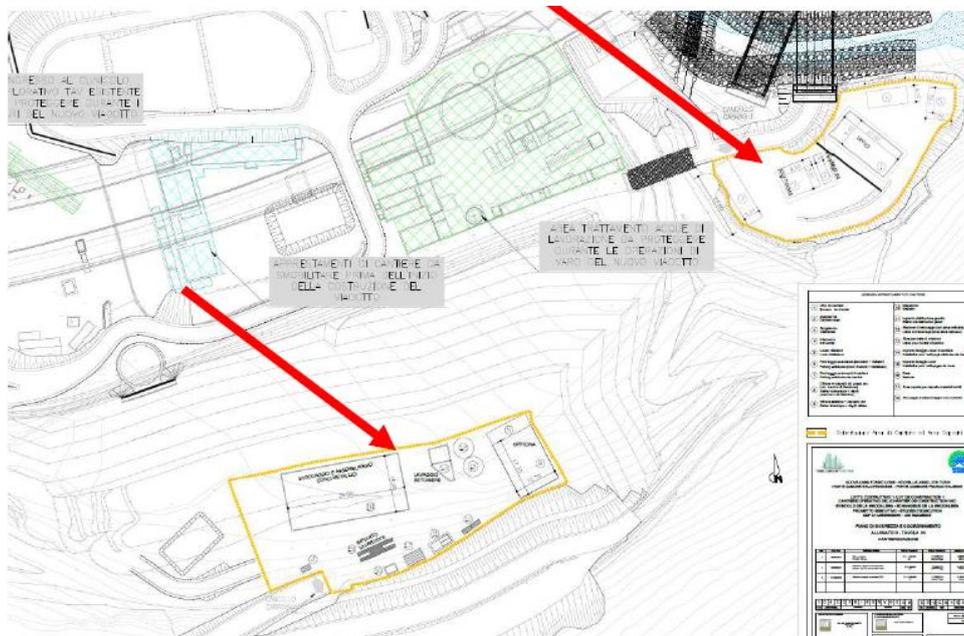


Figura 7: Aree logistiche indicate con freccia rossa

Infine, un altro aspetto riguarda le modalità di raccolta delle acque superficiali per le quali, data la morfologia del sito, è previsto lo scarico nel Torrente Clarea.

Come indicato nell'immagine sopra riportata, sono previste in fase di cantiere 3 vasche di disoleazione lamellare: due in destra Clarea e una in sinistra del torrente. Delle due vasche in destra quella ubicata più a nord scarica nel Torrente mentre quella a sud si allaccia al microtunneling a suo tempo realizzato per il Cunicolo Esplorativo de La Maddalena per lo scarico in Dora.

La vasca ubicata in sinistra Clarea scarica nel torrente stesso.

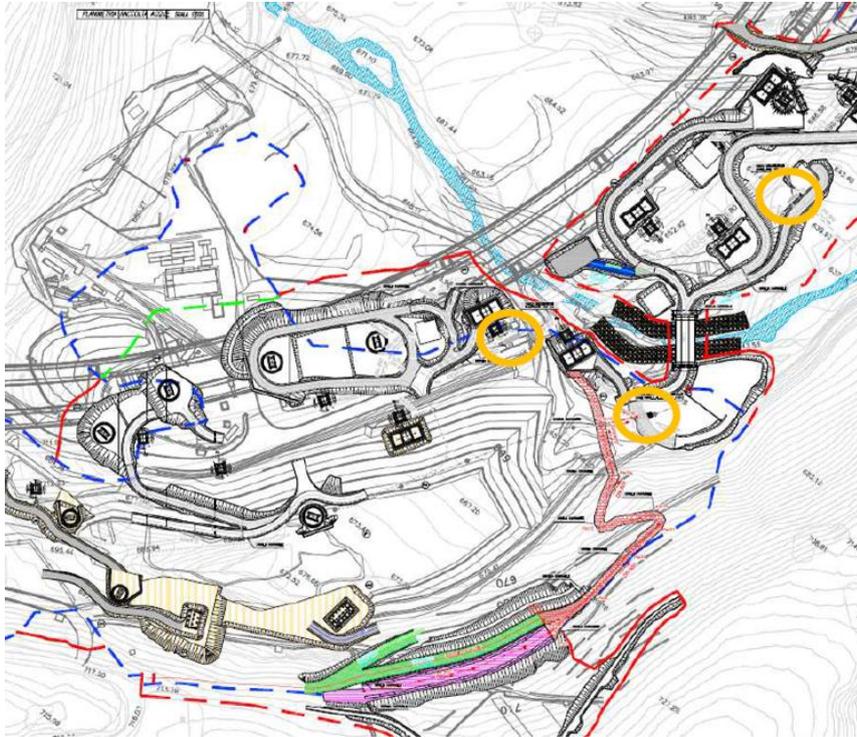


Figura 8: Planimetria idraulica di smaltimento acque. Cerchiate in arancio sono indicate le 3 vasche di disoleazione

## 2.7 Inquadramento ambientale dell'area

Per la valutazione dello stato attuale dell'area dove sorgerà il cantiere, si è fatto riferimento alle risultanze dell'attività di monitoraggio ambientale svolta durante la realizzazione del Cunicolo Esplorativo. L'analisi dei monitoraggi svolti negli anni precedenti durante attività analoghe allo scavo delle nicchie permette anche di poter individuare quali possono essere gli impatti ambientali attesi più "critici". Di seguito si riporta una breve descrizione della situazione rilevata per ogni ciascun comparto ambientale, tratta dal documento *MAD\_MS5\_GIA\_0003 (Rev. E)* a cui si rimanda per ulteriori informazioni. Per quanto riguarda la componente archeologica, si rimanda invece alla relazione specialistica redatta nell'ambito del PE.

### 2.7.1 Qualità dell'aria

I dati di monitoraggio ambientale delle stazioni esterne al cantiere di realizzazione del cunicolo esplorativo, nel corso degli anni, hanno messo in luce un aumento moderato delle concentrazioni di inquinanti e PM10 nelle stazioni più prossime al cantiere (museo archeologico della Maddalena) che però si è mantenuto entro i limiti di legge. Per altro tutte le stazioni di monitoraggio hanno mostrato andamenti ben correlati con le stazioni di riferimento ARPA.

Per i PM10 e gli altri inquinanti non è identificabile una stretta correlazione tra le attività di scavo e i valori misurati dalle stazioni di monitoraggio. Questa assenza di correlazione consente di poter affermare che, rispetto alle condizioni stagionali specifiche (localizzazione, morfologia, dati meteorologici e livelli di qualità esistenti), il contesto ambientale è generalmente in grado di tollerare senza ricadute negative le pressioni, di carattere temporaneo, reversibili e di basso livello, indotte dall'opera così come è stata concepita nelle sue soluzioni funzionali di base e successivamente realizzata per quanto riguarda lo scavo del cunicolo.

Il monitoraggio del particolato, inteso come PM10, è stato condotto, nell'ambito dell'area di cantiere, sia nel periodo ante operam, antecedente all'inizio delle attività di realizzazione del cunicolo esplorativo, sia durante il corso d'opera, in concomitanza con le lavorazioni. In particolare per la fase di ante operam si fa riferimento al monitoraggio del 2012 in corrispondenza del Museo Archeologico della Maddalena (Staz. A5.4), mentre per la fase di corso d'opera sono stati presi in conto sia i dati relativi al monitoraggio interno al cantiere sia quelli in corrispondenza del Museo Archeologico della Maddalena per il quale, come richiamato da ARPA, non si è applicato il limite normativo previsto dal D.Lgs 155/10 in quanto, essendo nelle immediate vicinanze del cantiere, per lo stesso decreto i valori ivi misurati sono riconducibili ad un particolare microambiente e non possono quindi essere rappresentativi della esposizione della popolazione.

Il monitoraggio ante operam è stato realizzato durante l'anno 2012, nel periodo aprile-ottobre. Nella tabella seguente sono riportati i dati di concentrazione medie misurati nell'ante operam, sia per la centralina A5.4 che è localizzata sul perimetro del cantiere (e in questa sede, in linea con quanto valutato da ARPA, considerata di pertinenza del cantiere), sia per le centraline esterne, situate sul territorio circostante.

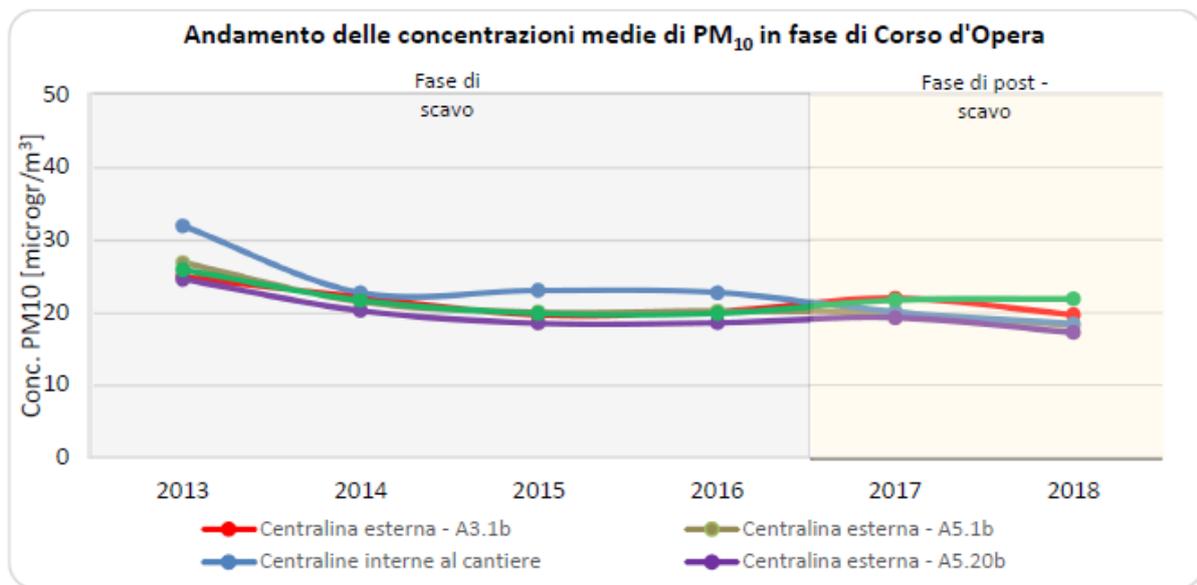
La concentrazione media di PM10 misurata in ante operam alla centralina A5.4 (considerata connessa al cantiere) è pari a 34,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nelle centraline esterne al cantiere, in ante operam, la concentrazione media misurata è pari a 21,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

A partire dal 2013 è iniziata la campagna di monitoraggio delle polveri in fase di corso d'opera. I dati medi annuale misurati in ciascun anno e nell'arco di tempo totale (2013-2018) sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti. La media dei dati giornalieri di concentrazione di polveri misurate nelle due centraline afferenti al cantiere, nell'arco temporale 2013-2016 è pari a 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La media delle concentrazioni misurate nello stesso arco temporale in tutte le centraline esterne è pari a 21,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Con riferimento al biennio 2017-2018 invece, la media dei dati giornalieri di concentrazione di polveri misurate nelle due centraline afferenti al cantiere è pari a 19,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , contro i 20,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  misurati all'esterno.

**Tabella 2 Valori di concentrazione di PM<sub>10</sub> misurati nelle centraline interne ed esterne al cantiere del Cunicolo Esplorativo "La Maddalena" in AO e CO**

Fase di progetto	Anno	Concentrazione media di PM <sub>10</sub> all'interno del cantiere (Centraline A5.4 e punto di misura del PGA)	Concentrazione media di PM <sub>10</sub> nelle centraline esterne al cantiere				
			A3.1b	A5.1b	A5.20b	A6.6	Tutte le centraline esterne
Ante operam	2012	34,5	25,6	23,8	23,9	13,6	21,8
Corso d'opera – fase di scavo cunicolo	2013	32,0	25,0	27,0	24,7	26,0	26,1
	2014	22,8	22,2	21,6	20,3	21,8	21,5
	2015	23,1	19,8	20,2	18,6	20,0	19,6
	2016	22,9	20,2	20,3	18,7	20,0	19,8
	<b>2013 - 2016</b>	<b>25,0</b>	<b>21,5</b>	<b>21,8</b>	<b>20,1</b>	<b>21,4</b>	<b>21,4</b>
Corso d'opera – termine scavo cunicolo	2017	20,1	22,0	19,9	19,3	21,7	20,8
	2018	18,4	19,7	18,2	17,3	21,9	19,8
	<b>2017 - 2018</b>	<b>19,7</b>	<b>21,4</b>	<b>19,5</b>	<b>18,8</b>	<b>21,7</b>	<b>20,5</b>



**Figura 9: Valori di concentrazioni di PM10 nelle postazioni di monitoraggio suddivisi tra la fase di scavo e quella di post scavo**

Dai dati riportati in tabella e dal grafico si può notare che le centraline esterne, a partire dal 2013, presentano una situazione uniforme tra loro. Le centraline afferenti al cantiere (A5.4 e centralina prevista nell'ambito del Piano di Gestione Ambientale) presentano una concentrazione media di PM10 lievemente più elevata rispetto a queste, con un incremento dell'ordine di 3 µg/m<sup>3</sup> che può essere correlato alle lavorazioni del cantiere durante la fase di scavo. Ne consegue che, all'interno e al perimetro del cantiere, si può assumere un aumento di circa 3 µg/m<sup>3</sup> della concentrazione media di PM10 per effetto delle attività di cantiere stesse.

Tale incremento di concentrazione non è riscontrabile nelle stazioni di misura esterne, dove infatti i valori risultano abbastanza omogenei negli anni sia nella fase di scavo che di quella di post scavo. Analizzando invece i dati relativi al biennio 2017-2018 si rileva un andamento

delle concentrazioni di PM10 all'interno del cantiere in linea con quanto misurato all'esterno, addirittura con i valori medi più alti riferiti alle centraline di monitoraggio esterno. Quanto appena evidenziato conferma, per la fase di post scavo, condizioni di qualità dell'aria non influenzate dalle attività di cantiere.

Nel confrontare la fase di scavo con quella di post scavo emerge che, se nella fase di scavo l'incremento medio attribuibile all'attività di cantiere (rispetto alle centraline esterne) era stimabile nell'ordine di 3 µg/m<sup>3</sup>, tale incremento risulta annullato considerando gli anni 2017-2018.

Si evince quindi che gli effetti incrementali di PM10 derivanti dalla movimentazione del marino sono completamente rientrati, nelle fasi di post scavo, con un riallineamento evidente dei valori nell'area afferente al cantiere ai livelli delle centraline esterne.

L'analisi dei dati sopra riportati, correlati alle fasi di cantiere di riferimento, confermano che l'impatto legato alla presenza di polveri sottili PM10 è un impatto, indipendentemente dalla magnitudo, di natura reversibile.

### **2.7.2 Monitoraggio dell'amianto aerodisperso**

Con il termine di amianto (dal greco amiantos: incorruttibile) o asbesto vengono indicati una serie di circa 30 minerali naturali a struttura fibrosa che si originano con una trasformazione idrotermica e dinamica da rocce madri non necessariamente fibrose.

La natura fibrosa è alla base delle proprietà tecnologiche, ma anche delle caratteristiche di rischio essendo essa causa di gravi patologie a carico prevalentemente dell'apparato respiratorio.

La pericolosità consiste, infatti, nella capacità che i materiali di amianto hanno di rilasciare fibre potenzialmente inalabili ed anche nella estrema suddivisione a cui tali fibre possono giungere.

Si definiscono fibre regolamentate le particelle fibrose aventi le caratteristiche dimensionali: lunghezza maggiore di 5 micron, diametro inferiore a 3 micron, rapporto di allungamento (lunghezza/diametro) maggiore di 3 che ne determinano la maggiore pericolosità per la salute umana.

In base alla possibilità di rilasciare fibre i materiali contenenti amianto possono essere classificati come cancerogeni.

Tale conformazione, con tutti i vantaggi del caso, ha generato le molteplici applicazioni di questo minerale ma risulta essere anche il suo punto critico per la salute umana perché si può scomporre in fibrille di diametro sempre più ridotto e facilmente respirabili.

Da un'analisi dei dati di monitoraggio rilevati durante la realizzazione del Cunicolo Esplorativo come prima valutazione sembra opportuno evidenziare come la grande maggioranza delle misure effettuate hanno generato valori prossimi al limite di rilevanza a conferma che la realizzazione dell'opera non ha generato impatti a scala locale e diffusa.

Dagli andamenti di osservati negli anni 2013, 2014 e 2015 si rileva che sono stati registrati esclusivamente alcuni sporadici valori di concentrazione di fibre di amianto, del tutto occasionali, non correlati con alcuna lavorazione di cantiere, e prossimi al limite di rilevanza analitica (0,16 ff/l). Fa eccezione il singolo episodio di aerodispersione verificato in data 27/01/2014 con lieve superamento del valore stabilito dalle linee guida dell'OMS per gli ambienti di vita.

Anche in questo caso, non si è trovata correlazione con le lavorazioni di scavo del cunicolo in quanto sul fronte di scavo non sono state individuate rocce amiantifere.

Con l'esclusione di questo caso per tutti i restanti periodi di osservazione, non avendo registrato superamenti delle soglie ambientali definite è stata costantemente mantenuta la condizione di esercizio di Sorveglianza

A ulteriore riprova del fatto che lo scavo del cunicolo sia avvenuto assenza di rocce amiantifere, nel prospetto che segue è riportata la sintesi delle misure fatte nell'ambito del cantiere.

**Tabella 3: Sintesi dei rilievi e misure eseguite internamente al cantiere**

Parametro	Soglia (A)	Soglia (AA)	Soglia (AAA)
Fibre aerodisperse	1 ff/L (SEM)	1.6ff/L (SEM)	2ff/L (SEM)
ANNO	CAMPIONAMENTI		NOTE
2013	30 gg di campionamento su 3 punti Totale 90 Analisi		-
2014	59 gg di campionamento su 3 punti e 40 gg di campionamento su 1 punto Totale 217 Analisi		In 12 casi sono state rinvenute fibre (valore sotto soglia)
2015	145 gg di campionamento su 1 punto Totale 244 Analisi		In 10 casi sono state rinvenute fibre (valore sotto soglia)
2016	140 gg di campionamento su 1 punto Totale 233 Analisi		In 7 casi sono state rinvenute fibre (valore sotto soglia)

In tutti e 4 gli anni di cantiere non è mai stata superata la soglia di A (di sorveglianza).

### 2.7.3 Rumore

Il monitoraggio della componente acustica durante le attività di realizzazione del cunicolo ha evidenziato valori coerenti con i dati registrati in fase AO, fatta eccezione per il recettore più prossimo al cantiere (postazione A5.23 Borgata Clarea).

Per quanto riguarda tale recettore, per il quale già il SIA indicava un impatto atteso potenzialmente ALTO, bisogna evidenziare che le attività lavorative hanno contribuito ad un incremento del clima acustico in entrambi gli intervalli di riferimento, già però ampiamente sopra i limiti di zonizzazione a causa delle vicine sorgenti naturali. A seguito di uno studio approfondito e della messa in opera di mirati interventi di mitigazione acustica si è quindi reso necessario lo strumento di deroga.

In conclusione il monitoraggio ha confermato i livelli di pressione ambientale stimati dal SIA per il recettore prossimo al cantiere mentre si sono potuti considerare trascurabili gli impatti registrati dalle restanti stazioni di monitoraggio.

### 2.7.4 Vibrazioni

Nello Studio di Impatto Ambientale le principali pressioni ambientali dovute alla fase di cantiere, erano state identificate nel funzionamento degli impianti ed attrezzature necessarie per realizzare l'opera, ovvero:

- Mezzi d'opera quali escavatori, pale meccaniche, rulli compattatori, martelli pneumatici, ecc.
- Scavo con metodo tradizionale;
- Scavo con TBM.

Nel SIA veniva evidenziata l'influenza trascurabile dell'impatto vibrazionale.

Analoghe conclusioni erano contenute nello studio complementare relativo all'impatto vibrazionale sulle Barricate del Clarea.

Le misure effettuate nel corso d'opera nelle stesse postazioni dell'AO hanno evidenziato un'assenza di criticità e di conseguenza i livelli vibrazionali osservati sono stati ampiamente inferiori ai valori limite di soglia previsti dalla normativa.

La valutazione del possibile danno indotto da vibrazioni sulle Barricate del Clarea dovute allo scavo in tradizionale dei primi 200 metri di cunicolo, è stato effettuato in maniera teorica.

Le Barricate si trovano a circa 80 metri dall'ingresso della Galleria Autostradale "Giaglione" della A32.

Non è possibile conoscere lo stato delle Barricate in tempi antecedenti la costruzione della galleria autostradale con il metodo tradizionale ma l'attuale stato del manufatto con porzioni ancora visibili induce a pensare che i trinceramenti non abbiano particolarmente risentito delle vibrazioni collegate alla costruzione dell'Autostrada.

La presenza di materiale alluvionale tra i due versanti in grado di attenuare le accelerazioni vibrazionali per dissipazione dovuta allo scorrimento dei detriti, conferma l'assenza di fenomeni di crollo o danneggiamento del manufatto storico dovuti alle vibrazioni da esplosivo, utilizzato per lo scavo dei primi metri del cunicolo esplorativo della Maddalena.

Il monitoraggio condotto sul museo archeologico della Maddalena e sull'azienda agricola, distanti circa 200 metri dall'imbocco del cunicolo e pertanto molto più vicini delle Barricate del Clarea, ha evidenziato valori ampiamente conformi ai limiti di normativa.

#### **2.7.5 Qualità dell'acqua**

##### **Acque superficiali**

Durante le attività di realizzazione del Cunicolo Esplorativo, gli esiti del monitoraggio interno al cantiere, effettuato sulla base del Piano di Gestione Ambientale che prevedeva misure del set analitico delle acque provenienti dalla galleria e fibre di amianto e le acque di scarico dell'impianto di depurazione, non hanno evidenziato problematiche di nessun tipo.

In particolare, con riferimento alle acque di scarico dell'impianto di depurazione, i parametri misurati non hanno mai superato i valori limite del D.Lgs 152/06 Parte III - All. 5 Tab. 3 (con riferimento ai valori limiti di emissione in acque superficiali).

Parimenti, per le acque di galleria, non sono mai state rinvenute fibre di amianto

Per quanto attiene il monitoraggio ambientale, su Torrente Clarea e Dora Riparia, a livello generale, per tutti gli anni di corso d'opera dal 2013 al 2016, lo stato di qualità ambientale dei corsi d'acqua, valutati dal punto di vista fisico-chimico e microbiologico, non ha evidenziato particolari scostamenti da quella che era stata la caratterizzazione iniziale in fase di Ante- Operam. Su tutti gli anni di monitoraggio, infatti, i rilievi si sono mantenuti nei range prefissati, non mostrando sostanziali alterazioni.

Sul Fiume Dora Riparia si è rilevato negli anni dal 2013 al 2016 che gli scostamenti di alcuni parametri dalle soglie di riferimento, si sono verificati sia a monte che a valle dell'area di cantiere e quindi non attribuibili ai lavori del Cunicolo Esplorativo. Nei casi in cui sulla Dora Riparia si sono verificati scostamenti rispetto ai valori rappresentativi della situazione Ante Operam, questi hanno assunto valori più marcati nella sezione di monte rispetto all'area di cantiere. L'unico episodio, relativo a ottobre 2013, è riferibile al superamento dei limiti dell'Arsenico, rilevato nella sezione di valle la cui presenza è correlabile alla qualità e tipologia dei materiali di scavo della galleria.

Per quanto attiene il Torrente Clarea, monitorato solo a partire dal mese di ottobre 2013 per indagare sulle condizioni idriche ambientali a seguito di una moria di pesci segnalata nei pressi dell'area di cantiere, le concentrazioni parametriche rilevate non hanno mostrato alterazioni per quanto riguarda le analisi biotossicologiche e dei parametri in situ. Alcuni metalli (Ferro e Manganese) nella sezione di valle si sono scostati dal range di riferimento senza comunque superare la soglia massima Tipo-Specifica. I monitoraggi sul Clarea sono proseguiti sino al mese di giugno 2014, senza evidenziare alterazioni delle concentrazioni parametriche. Sempre sul Torrente Clarea sono stati eseguiti monitoraggi nei mesi di ottobre, novembre e dicembre 2015 finalizzati a verificare eventuali contributi sulle concentrazioni di nitrati osservati negli acquiferi sotterranei nei punti di controllo all'interno del cantiere, ma i rilievi eseguiti hanno escluso qualsiasi tipo di apporto. A partire dal mese di Agosto 2016 è stato riattivato il monitoraggio sui punti del T. Clarea per poter disporre di una base di dati più consistente per la valutazione degli stati ambientali registrati. Si segnala infine, nei mesi di settembre e dicembre 2016, l'esecuzione di monitoraggi dei parametri chimico - fisici finalizzati a verificare eventuali contributi sulle concentrazioni di nitrati osservati negli acquiferi sotterranei nei punti di controllo all'interno del cantiere. I rilievi eseguiti hanno escluso qualsiasi tipo di apporto, poiché gli scostamenti rispetto ai valori rappresentativi della situazione di Ante-Operam (Cromo Totale, Ferro, Piombo e Zinco) sono stati rilevati nella sezione di monte.

Riassumendo, a valle della disamina in merito alla sintesi dei dati di monitoraggio, è possibile affermare che l'elemento che maggiormente ha contribuito a definire il quadro di compatibilità dell'opera di realizzazione del cunicolo, rispetto alla componente idrica, è stato indubbiamente l'impianto di depurazione delle acque, che è stato progettato e realizzato per trattare sia le acque di galleria che quelle dei piazzali. La sua corretta funzionalità è stata costantemente monitorata negli anni dal 2013 al 2016 con risultati prestazionali che non hanno mai fatto attivare le soglie previste dal piano di gestione ambientale del cantiere. Si segnala inoltre, in coerenza con il quadro geologico di riferimento, l'assenza di riscontri in merito alla presenza di fibre di amianto in acqua.

Dal punto di vista più strettamente idraulico si evidenzia l'assenza di qualsiasi interferenza di natura idraulica e l'inesistenza di problematiche connesse al sottoattraversamento del Torrente Clarea nel tratto iniziale del cunicolo.

### **Acque sotterranee**

Per quanto riguarda le acque sotterranee, gli impatti che possono essere potenzialmente generati da attività di cantiere riguardano:

- **Alterazioni quantitative** dei corpi idrici sotterranei/complessi idrogeologici e superficiali conseguenti allo scavo della galleria ed agli emungimenti autorizzati;
- **Alterazioni qualitative dei corpi idrici sotterranei/complessi idrogeologici** correlate a significative alterazioni quantitative;
- **Alterazioni qualitative dei corpi idrici superficiali** da riferirsi allo scarico degli effluenti dell'impianto di trattamento chimico-fisico.

Durante la realizzazione del Cunicolo Esplorativo, le frequenze di monitoraggio legate al controllo delle alterazioni quantitative hanno avuto cadenza mensile, mentre quelle legate alle alterazioni qualitative hanno avuto cadenza trimestrale.

Analizzando innanzitutto i dati da un punto di vista delle alterazioni quantitative, i dati del monitoraggio (andamento delle portate) hanno escluso qualsiasi impatto delle attività di cantiere e di scavo del cunicolo sul regime naturale delle portate dei vari punti d'acqua. Le portate di tutte le sorgenti si sono sempre mantenute nei range sito-specifici delle rispettive "curve di esaurimento" a seguito delle ricariche annuali.

Anche i parametri chimico-fisici, come conducibilità e pH (macro indicatori del quadro chimico dell'acqua) non hanno evidenziato variazioni anormali e gli andamenti registrati nell'arco dell'intero periodo del corso d'opera presentano variazioni essenzialmente legate alla variabilità naturale del parametro senza evidenziare in assoluto fenomeni di interferenza correlati all'avanzamento dello scavo del cunicolo.

In relazione ai potenziali rischi di interferenza tra lo scavo del cunicolo e il torrente Clarea, sottopassato dallo scavo con una copertura di circa 240m, anche i risultati del monitoraggio sui corsi d'acqua presenti nell'area della Maddalena hanno confermato la sostanziale non interferenza dello scavo del Cunicolo con le portate del Clarea. In definitiva, come per le sorgenti, il regime di portata dei corsi d'acqua superficiali è rimasto invariato durante tutto il periodo analizzato, evidenziando che l'attività di cantiere e scavo non ha minimamente influenzato la portata dei corsi d'acqua.

### **2.7.6 Protezione suolo e sottosuolo (terre e rocce)**

Gli esiti del monitoraggio ambientale per il sottosuolo sono stati i seguenti:

- Relativamente la componente amianto, nel corso della realizzazione dei lavori per lo scavo del Cunicolo esplorativo della Maddalena le indagini e analisi eseguite al fronte di scavo e lungo la galleria (40 rilievi eseguiti per l'identificazione delle pietre verdi e 83 sondaggi a distruzione eseguiti in avanzamento sui litotipi attraversati), non hanno evidenziato in nessun caso la presenza di fibre di amianto.

Allo stesso tempo non sono mai state rinvenute pietre verdi al fronte di scavo.

Quanto riscontrato in galleria è in accordo con i risultati del monitoraggio eseguito sia nelle restanti aree interne al cantiere che a quello eseguito in esterno.

- Per quanto riguarda la Formazione degli Gneiss Aplitici dell'Ambin, nei test di controllo eseguiti sui materiali di smarino del Cunicolo della Maddalena (prelievo da cumulo) sono state riscontrate concentrazioni di arsenico superiori ai limiti di soglia definiti dal D. LGS. n. 152, 3 aprile 2006 (e s.m.i.).

Le concentrazioni elevate di arsenico si distribuiscono all'interno degli gneiss aplitici (AMC) del Complesso di Ambin, nella fascia di contatto con le sovrastanti coperture e sono state misurate tra circa le Pk 0+198 e Pk 0+265, per un quantitativo totale di circa 6000 tonnellate.

La natura di tale concentrazione è verosimilmente legata a fenomeni idrotermali concentratisi lungo il contatto tra le coperture e gli gneiss aplitici.

Non sono stati riscontrati ulteriori settori interessati da tali concentrazioni anomale. Il materiale contaminato non è stato pertanto messo a deposito nel sito di deposito della Maddalena ma, secondo normativa, è stato gestito come rifiuto e conferito in discarica autorizzata nella provincia di Torino.

### **2.7.7 Radiazioni ionizzanti**

Le radiazioni ionizzanti costituiscono un rischio ormai ben noto per la salute umana. Accanto al danno diretto alle cellule dei tessuti, abbiamo un danno genetico e tumorale che non ha praticamente una soglia al di sotto della quale si possa affermare che il rischio stocastico è nullo.

Nel caso di cantieri e di gallerie il rischio maggiore è dovuto alla contaminazione da parte di sostanze radioattive, per inalazione o per ingestione.

Nel primo caso il contributo di gran lunga maggiore è dato dal gas radon, un gas nobile che non reagisce chimicamente, che è molto pesante e che per diffusione si sprigiona dal terreno o dalle rocce con un tenore anche minimo di uranio e di torio, e quindi si trova in tutti i luoghi sotterranei. Il radon è un emettitore alfa e causa danni agli alveoli polmonari.

I rischi per l'ambiente sono rappresentati da contaminazione in aria o in acqua da radionuclidi ovviamente naturali, ma presenti in concentrazioni o attività specifiche superiori al livello medio in un ambiente "normale".

Tutte le azioni devono quindi essere rivolte non solo alla minimizzazione della dose ai lavoratori, ma anche ad evitare la dispersione della contaminazione all'esterno del tunnel o all'esterno del cantiere.

In fase di realizzazione del Cunicolo Esplorativo è stato attivato un monitoraggio capillare sia interno che esterno al cantiere, che solo per la parte esterna si è concretizzato in 2063 misure.

Gli esiti analitici ottenuti, esposti nel paragrafo precedente, hanno confermato in maniera oggettiva le valutazioni fatte nella fase previsionale che indicavano impatti attesi compresi tra il livello basso e trascurabile. In particolare, per la totalità dei dati acquisiti, non si è mai verificato, in nessun caso, il superamento della soglia di intervento.

### **2.7.8 Beni archeologici**

Nonostante il cantiere si collochi in un'area ampiamente frequentata dal Neolitico fino ai giorni nostri, tutti gli studi archeologici, approvati nei vari passaggi procedurali a partire dalla realizzazione del Cunicolo Esplorativo, hanno ritenuto l'area del cantiere come a rischio archeologico basso, sia per la totale assenza di indizi di frequentazione antropica evidenziata dalle indagini di superficie, sia per la profonda differenza di altimetrie, fra l'area del cantiere, collocata nel fondovalle, e quella dell'abitato preistorico, collocata a mezza costa, sia, infine, perché tutta l'area, insistendo al di sotto del viadotto "Clarea", risulta interessata da profonde modifiche dello stato superficiale dei suoli, legate alla costruzione del viadotto medesimo.

Sulla base di quanto sopra evidenziato si può concludere che le attività di scavo delle nicchie all'interno della galleria La Maddalena non potranno avere alcun impatto diretto sul patrimonio archeologico, né noto (strutture e depositi archeologico nell'area soggetta a vincolo archeologico), né ignoto, essendo le operazioni di scavo esclusivamente limitate ad interventi in roccia viva e a considerevoli profondità all'interno della montagna.

Data tuttavia la presumibile difficoltà nello stabilire se eventuali brillamenti all'interno della galleria La Maddalena possano o meno produrre vibrazioni tali da mettere in pericolo le aree tutelate, tale aspetto sarà comunque preso in considerazione, in via prudenziale, nell'ambito dei controlli interni, di cui al presente documento.

## 2.8 Attività cantieristiche e impatto generato

La valutazione dei potenziali impatti generati in fase di cantiere è stata condotta attraverso uno studio di 30 attività unitarie cantieristiche con lo scopo di individuare le potenziali interazioni che ciascuna di esse può avere con ogni aspetto ambientale monitorato.

**Tabella 4: aree/attività presenti all'interno del cantiere che possono generare impatti diretti/indiretti**

1	Uffici di cantiere (uffici appaltatore/ direzione lavori e cse)
2	Parcheggio automezzi di cantiere
3	Piazzali e piste di cantiere/illuminazione
4	Recinzioni, barriere, accessi viabilità
5	Spogliatoi/servizi igienici/refettori/infermeria/magazzino
6	Cabina di consegna enel o cabine di distribuzione
7	Officina
8	Riscaldamento/condizionamento
9	Deposito bombole
10	Deposito carburante (cisterne gasolio)
11	Deposito materiali di costruzione
12	Deposito sostanze pericolose
13	Deposito rifiuti
14	Deposito di materiali in attesa di caratterizzazione
15	Impianti di cantiere
16	Generatori elettrici
17	Impianto di frantumazione (periodo limitato)
18	Impianto depurazione/trattamento acque locale pompe e vasche di accumulo
19	Impianti lavaggio ruote
20	Importazione/movimentazione materiale inerte per fase 1
21	Preparazione ed esecuzione drenaggio
22	Spostamento tubazioni e cavi
23	Esecuzione riempimento
24	Realizzazione platea in cls
25	Perforazione, caricamento e sparo
26	Smarino (fino nicchia precedente)
27	Disgaggio e spritz fibrato

28	Messa in sicurezza (ancoraggi, rete, centine, spritz)
29	Preparazione e posa rete (non continuativo)
30	Esecuzione spritz-beton 15 cm (non continuativo)

Da un punto di vista d'impatto tutte le attività necessarie allo svolgimento del cantiere sono concentrate in un'area estremamente ristretta e che quindi riduce molti gradi di libertà in termini di logistica e di localizzazione dei sistemi di misura degli indici.

Gli **aspetti ambientali significativi** che saranno potenzialmente soggetti a una modifica del proprio stato in seguito ad una pressione generata dalle attività unitarie cantieristiche sono:

- Componente atmosferica (all'interno di tale componente viene considerato anche il Monitoraggio delle fibre di amianto aerodisperso)
- Componente acustica (Rumore e vibrazioni)
- Qualità delle acque: acque di scarico (prima dell'immissione nel recettore finale)
- Suolo e sottosuolo
- Radiazioni ionizzanti (radioattività)
- Rifiuti

Nell'ottica delle attività di monitoraggio interno al cantiere, la scelta di tali aspetti vuole dar continuità rispetto a quanto analizzato durante le fasi di realizzazione del Cunicolo Esplorativo, anche in ragione del fatto che le lavorazioni attuali presentano analogie con quanto svolto in precedenza durante alcune di queste fasi (in particolare la fase 3B). Per una maggior tutela ambientale, si è scelto pertanto di mantenere monitorati anche quegli aspetti per i quali non si erano riscontrati superamenti dei limiti prefissati durante le attività di scavo del tunnel.

Il presente documento, essendo come detto precedentemente relativo alle sole aree interne al perimetro di cantiere, è finalizzato al controllo di quanto avviene all'interno di tale sorgente diffusa e ai sistemi di valutazione e correzione dello scostamento dai valori target. Questo controllo serve ad avere maggiori indicazioni sul comportamento emissivo/immissivo delle sorgenti presenti all'interno delle aree di cantiere e a integrare i risultati in output del monitoraggio dell'area esterna al cantiere.

Nella valutazione degli aspetti e degli impatti correlati si è fatto riferimento anche al consumo di risorse:

- combustibili
- acqua
- energia elettrica
- materie prime.

E' stata quindi organizzata una tabella riportante le relazioni Aspetto ambientale/Impatto correlato alle attività (tabella in allegato al presente documento).

Per avere una visione completa degli aspetti ambientali presi in considerazione nella situazione in oggetto si riporta di seguito una sintesi degli stessi. Le procedure di gestione, verifica e intervento in caso di superamento delle soglie stabilite sono esplicitate per ogni comparto ambientale all'interno del capitolo 3 del presente documento.

### **1. Consumo di Materie Prime**

- a) Principali materie prime utilizzate: Elettricità, Acqua, Gas;
- b) Dati relativi ai consumi: sono registrati in corso d'opera
- c) Modalità di trasporto: autocarri, mezzi cassonati, autovetture;
- d) Sistemi di movimentazione e di trasporto: sistemi su gomma.

### **2. Consumo di acqua**

- a) Fonti di approvvigionamento: Acquedotto, acque potabili per usi civili; pozzo di captazione acque sotterranee ed utilizzo delle acque sorgive di galleria;
- b) Dati relativi ai prelievi idrici annui: sono stati calcolati con l'inizio delle attività di scavo della galleria.

### **3. Consumo di energia**

- a) Fonti energetiche: il controllo del consumo di energia elettrica è effettuato tramite la raccolta di bollette dei consumi e tenuta delle bollette di accompagnamento dei materiali;
- b) Tipo di combustibile utilizzato: gasolio;
- c) Dati di consumo annuo: sono riportati nel "Registro rifornimento carburante" annotando i litri, la data e i chilometri effettuati.

### **4. Prodotti finiti**

- a) Dati relativi ai prodotti finiti ed alla loro pericolosità: manufatti in CLS, cemento;
- b) Modalità di trasporto dei prodotti: su autocarri, su rotaia;
- c) Sistemi di movimentazione e di stoccaggio: in apposite aree di cantiere previste in planimetria di cantiere.

### **5. Emissioni in atmosfera**

Per quanto riguarda i punti di emissione (sorgenti puntuali e diffuse), le sostanze inquinanti emesse, i sistemi di monitoraggio, frequenze di campionamento e sostanze monitorate, nonché i dati quantitativi relativi alle concentrazioni e al flusso di massa degli inquinanti confrontati con i relativi limiti di legge, si fa riferimento al punto 3.1 "Qualità dell'aria" del Piano di Gestione Ambientale.

### **6. Acque reflue**

Per quanto riguarda il sistema di smaltimento e di raccolta delle acque reflue con indicazione dei punti di recapito, i dati relativi alle portate delle acque reflue, trattamento delle acque reflue, modalità di smaltimento dei fanghi, sistema di monitoraggio, frequenze di campionamento e sostanze monitorate, nonché i dati quantitativi relativi alle concentrazioni e al flusso di massa degli inquinanti confrontati con i relativi limiti di legge, si fa riferimento al punto 3.5 "Qualità dell'acqua" del Piano di Gestione Ambientale.

## **7. Contaminazione del suolo**

Per quanto riguarda la caratterizzazione del suolo con relative analisi, eventuali pericoli di sversamenti sul suolo delle sostanze trattate (materie prime, prodotti, rifiuti) con descrizione delle aree destinate allo stoccaggio dei materiali solidi e dei rifiuti, nonché i sistemi di raccolta delle acque di lavamento per le aree scoperte pavimentate, si fa riferimento al punto 3.6 "Protezione del suolo e sottosuolo (Terre e rocce)" del Piano di Gestione Ambientale.

## **8. Produzione di rifiuti**

Per quanto riguarda i principali rifiuti prodotti con indicazione dei codici CER, i dati relativi ai quantitativi di rifiuti prodotti distinti per tipologia (pericolosi e non) da riportare nel registro di carico/scarico, la modalità di gestione dei rifiuti, lo stoccaggio provvisorio in cantiere e relativo smaltimento, si fa riferimento al punto 3.8 "Produzione di rifiuti" del Piano di Gestione Ambientale.

## **9. Rumore e vibrazioni**

Per quanto riguarda i dati relativi al monitoraggio all'interno del cantiere si fa riferimento al punto 3.3 "Rumore", al punto 3.4 "Vibrazioni" del Piano di Gestione Ambientale ed allo specifico documento relativo alla Valutazione previsionale di impatto acustico redatto dallo studio NSA (codice documento 04A\_CN24\_0\_Z\_E\_RE\_IN\_6003).

## **10. Trasporti**

- a) Numero e caratteristiche degli automezzi utilizzati per il trasporto di materiale e persone: i dati (tipologia, modello, targa, proprietario, età media, anno di immatricolazione) sono riportati nel registro dei mezzi di cantiere;
- b) Consumi di carburante: risultano dal Registro rifornimento carburante, riportante i litri del rifornimento, la data e i chilometri effettuati;
- c) La pianificazione dei percorsi viene fatta in base alla planimetria con viabilità di cantiere.

## **11. Rischi di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose (D. Lgs. 334/1999)**

Per quanto riguarda i rischi di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose, con analisi delle tipologie di incidente rilevante, precauzioni da adottare dal punto di vista impiantistico e operativo si fa riferimento ai documenti 04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0211\_Piano di gestione in caso di materiali contenenti amianto e 04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0213\_Linee Guida in caso di materiale radioattivo al fronte, che descrivono

le procedure che saranno attuate in caso di ritrovamento di materiale amiantifero e materiale radioattivo.

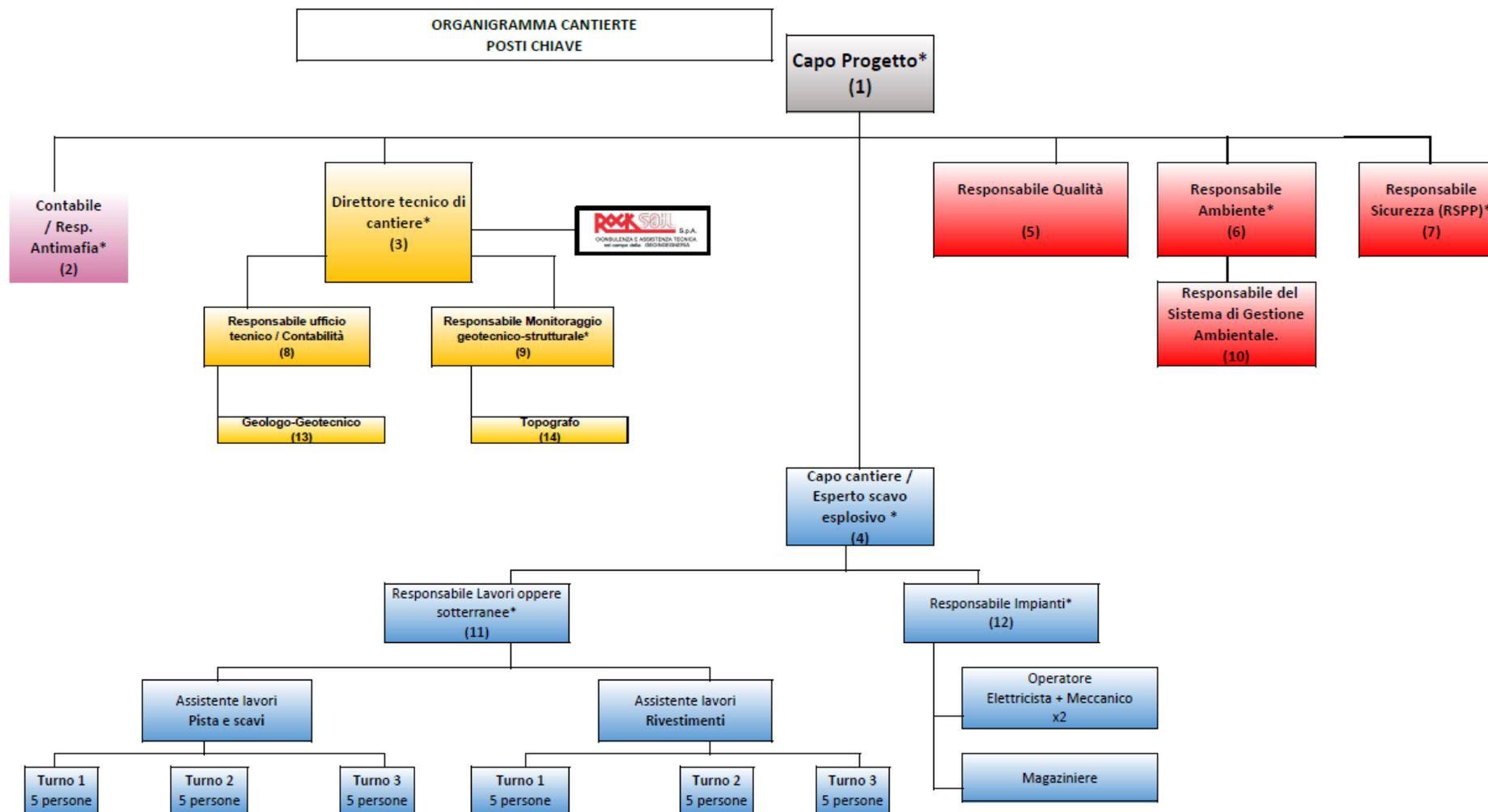
## **12. Gestione emergenze**

Le situazioni di emergenza sono legate a incendio, crolli e franamenti, allagamenti e contaminazioni del suolo e del sottosuolo causati da sversamenti accidentali di sostanze pericolose al di fuori dei serbatoi o delle vasche di contenimento. Nel caso si verifici tale evento è necessario intervenire al fine di evitare che le sostanze fuoriuscite vadano ad inquinare l'ambiente percolando nel suolo e riversandosi nelle acque. L'intervento deve essere il più tempestivo possibile e consiste nell'arginare la fuoriuscita di fluidi con materiale assorbente circoscrivendo la zona (utilizzare barriere cilindriche o formare degli arginelli con materiale assorbente attorno al punto in cui è avvenuto lo sversamento) e successivamente assorbendo tutto il liquido fuoriuscito. Se nelle vicinanze dell'area in cui è avvenuto l'incidente dovessero esserci tombini o caditoie in cui potrebbe riversarsi il liquido fuoriuscito, l'intervento consisterà nella sigillatura o nell'isolamento delle aperture in modo che non siano raggiunte dal liquido. Successivamente il materiale assorbente misto al liquido raccolto dovrà essere stoccato in un contenitore idoneo e smaltito come rifiuto.

Per la gestione delle emergenze ambientali si veda quanto previsto nei Piani di Emergenza (descritti nel capitolo 4) o nei POS predisposti per la sicurezza dei lavoratori.

## **2.9 Organizzazione**

L'organizzazione funzionale del cantiere è riportata nella figura a pagina seguente.



### 3 Piano di monitoraggio

Nei paragrafi seguenti verranno presi in considerazione i diversi aspetti ambientali sottoposti a controllo.

Il monitoraggio seguirà le frequenze indicate nei capitoli successivi e verrà aggiornato in corso d'opera compatibilmente con le attività di cantiere e le necessità operative. A titolo esemplificativo si riporta in allegato al presente documento il cronoprogramma di massima delle attività di monitoraggio da realizzare (**Matrice dei controlli**).

Come visibile dalla matrice in allegato, i controlli saranno eseguiti in funzione delle fasi di lavorazione e delle attività descritte al paragrafo 2.3.1. In particolar modo, alcuni monitoraggi saranno strettamente legati alla presenza o meno nel tempo di attività di scavo e movimentazione del materiale.

In base alle risultanze analitiche ottenute per singolo parametro monitorato, vengono definite diverse soglie limite (ove applicabili) che genereranno, al loro superamento, una serie di interventi per la verifica/tutela ambientale con l'attivazione di sistemi di mitigazione e contromisure.

La codifica di tali soglie è la seguente:

- **Soglia di Sorveglianza** = **A**
- **Soglia di Attenzione** = **AA**
- **Soglia di Intervento** = **AAA**

La definizione delle diverse soglie, concordata con gli Enti, ovviamente non è univoca ma sarà trattata separatamente per le diverse matrici ambientali trattate di seguito.

Nella tabella seguente si riporta una sintesi delle azioni di verifica e delle responsabilità in funzione dei valori misurati:

**Tabella 5: azioni di intervento in funzione della classificazione delle soglie**

Valore	Azioni di verifica	Responsabilità
Valore < A	nessuna	Comunicazione dati a Committenza
A < valore < AA	Verifica dei trend (applicazione delle carte di controllo ai singoli parametri monitorati)	Trasmissione dei valori da parte del resp. monitoraggi al referente ambientale/direzione cantiere delle risultanze del monitoraggio
AA < valore < AAA	Eventuale ri-esecuzione delle misure nel più breve tempo possibile Verifica dei trend (carte di controllo) Supporto alla Committenza per identificazione sorgenti	Trasmissione da parte del resp. monitoraggi al referente ambientale/direzione cantiere delle risultanze del monitoraggio

Valore	Azioni di verifica	Responsabilità
Valore > AAA	Supporto alla Committenza per identificazione sorgenti, l'eventuale fermo cantiere è responsabilità della Committenza Ri-esecuzione delle misure nel più breve tempo possibile Verifica dei trend	Trasmissione da parte del resp. monitoraggi a referente ambientale/direzione cantiere delle risultanze del monitoraggio

Per ottimizzare la gestione del monitoraggio è stato invece elaborato uno schema generale sotto forma di schema a blocchi, riportato nel seguito, che subirà modifiche nella parte di azioni e reazioni in base alla componente ambientale considerata.

Per azioni proattive si intendono tutte quelle attività (procedure e dispositivi) mitigative pianificate nella fase PLAN di gestione del monitoraggio, che verranno indicate componente per componente in documenti dedicati.

Le azioni reattive sono tutte quelle azioni individuate e poi applicate in risposta alle diverse situazioni che si verranno a generare nel corso del monitoraggio a seguito delle analisi (fase di CHECK) del monitoraggio dei dati campionati per le diverse matrici ambientali (fase DO) rispetto alle diverse soglie fissate. Chiaramente tali azioni di mitigazione dipenderanno dalla configurazione delle attività di cantiere nel periodo in cui saranno rilevati i valori di Attenzione e Intervento.

Le diverse situazioni che si presenteranno saranno valutate dalle figure preposte in modo da identificare le azioni correttive o le mitigazioni che permetteranno di rientrare nei limiti previsti nel più breve tempo possibile.

Per una più facile comprensione del funzionamento dello schema decisionale viene fatta di seguito una breve descrizione delle fasi decisionali e dei relativi percorsi secondo il ciclo di Deming PDCA:

- PLAN: Lo schema prevede una prima fase di pianificazione, in cui viene fornito l'elenco delle azioni proattive, componente per componente, che necessariamente dovranno essere applicate nella normale conduzione del cantiere e i relativi monitoraggi come previsto dal presente documento;
- DO: Questa fase, alimentata da quanto pianificato in termini di azioni e controlli nella fase precedente, consiste essenzialmente nell'esecuzione delle diverse attività di monitoraggio che dovranno prevedere l'acquisizione, oltre che dei valori dei diversi parametri ambientali scelti come riferimenti per le diverse componenti, anche di tutte quelle informazioni utili alla corretta analisi dei dati raccolti;
- CHECK: Nello schema progettato, in questa fase, il cui input è rappresentato dai dati raccolti nella fase precedente, si procederà alla validazione dei risultati, all'analisi sistematica dei trend (carte di controllo) e al loro confronto con le informazioni disponibili al contorno (ad esempio dati del monitoraggio esterno al cantiere, eventuali dati campionati da ARPA, dati meteorologici, ecc.). L'output di fase sarà un METADATO che conterrà informazioni sul valore campionato, sul suo trend e sul suo "peso" rispetto alla situazione al contorno (pensiamo ad esempio ad un dato di PM10 oltre soglia AAA registrato in un periodo invernale a bassa diffusività atmosferica in cui tale livello può essere stato riscontrato diffusamente anche nel territorio provinciale e/o regionale);

- ACT: In questa fase si procederà infine all'analisi dei dati validati, insieme ai relativi trend e ai dati al contorno rispetto alle soglie fissate:
  - ACT<A: in questa situazione, essendo i dati al di sotto della soglia di sorveglianza fissata, si procederà al solo aggiornamento del database di monitoraggio secondo le tempistiche e i metodi concordati;
  - A<ACT<AA: per dati al di sopra della soglia di sorveglianza ma inferiori a quella di attenzione si procederà all'aggiornamento del database e alla valutazione dell'incremento registrato mediante analisi del METADATO in output dalla fase di check ed eventuale acquisizione di ulteriori informazioni sito specifiche mediante esecuzione di indagini ad hoc (spot);
  - AA<ACT<AAA: in questa situazione, con dati al di sopra della soglia di attenzione, si procederà all'aggiornamento del database ed alla comunicazione della criticità a RA, DC e DL. Si procederà quindi alla valutazione dell'incremento del dato registrato, mediante analisi del METADATO in output dalla fase di check. Congiuntamente sarà attivata una serie di controlli, procedure e misurazioni per stabilire se la sorgente responsabile degli incrementi registrati sia interna od esterna al cantiere:
    - Nel caso in cui la sorgente sia esterna al cantiere, si procederà alla sola comunicazione alla committenza;
    - Nel caso la sorgente sia interna si cercherà di stabilire se l'emissione che ha causato il superamento della soglia AA sia episodica (anomala) oppure sistemica. Nel primo caso si procederà con l'eliminazione dell'anomalia in funzione della relativa tipologia; nell'eventualità che il superamento sia dovuto al normale funzionamento di una sorgente (macchinario e/o attività) si procederà ad un propedeutico controllo della corretta applicazione delle azioni proattive previste. Nel caso si riscontrasse una non corretta applicazione di tali azioni si procederà alla apertura di una non conformità/azione correttiva (nello schema tale attività è rappresentata dalla linea CONTINUA ROSSA) che potrebbe portare alla revisione di quanto pianificato nella fase PLAN (nello schema tale attività è rappresentata dalla linea TRATTEGGIATA ROSSA) e alla sua verifica mediante l'analisi dei valori in output dal monitoraggio (linea CONTINUA BLU nello schema). Nel caso invece non si siano riscontrate carenze nella gestione delle attività, si procederà all'applicazione ITERATIVA, nel tentativo di riportare i livelli del parametro che ha violato la soglia AA al di sotto delle azioni reattive individuate (linea CONTINUA VERDE nello schema) e alla verifica della loro efficacia mediante analisi dei nuovi dati monitorati (linea TRATTEGGIATA BLU nello schema). Tale procedura iterativa terminerà nel momento in cui il livello del parametro di riferimento sarà rientrato sotto la soglia di attenzione o qualora tale procedura sia divenuta non economicamente sostenibile. In questo ultimo caso si procederà primariamente, qualora previsto, alla richiesta di deroga (ad es. per la componente Rumore) (linea TRATTEGGIATA GIALLA nello schema) e alla verifica del rispetto di questa nuova soglia di attenzione AA (linea TRATTEGGIATA BLU nello schema). Secondariamente, nel caso non si riuscisse a rispettare ancora la soglia AA

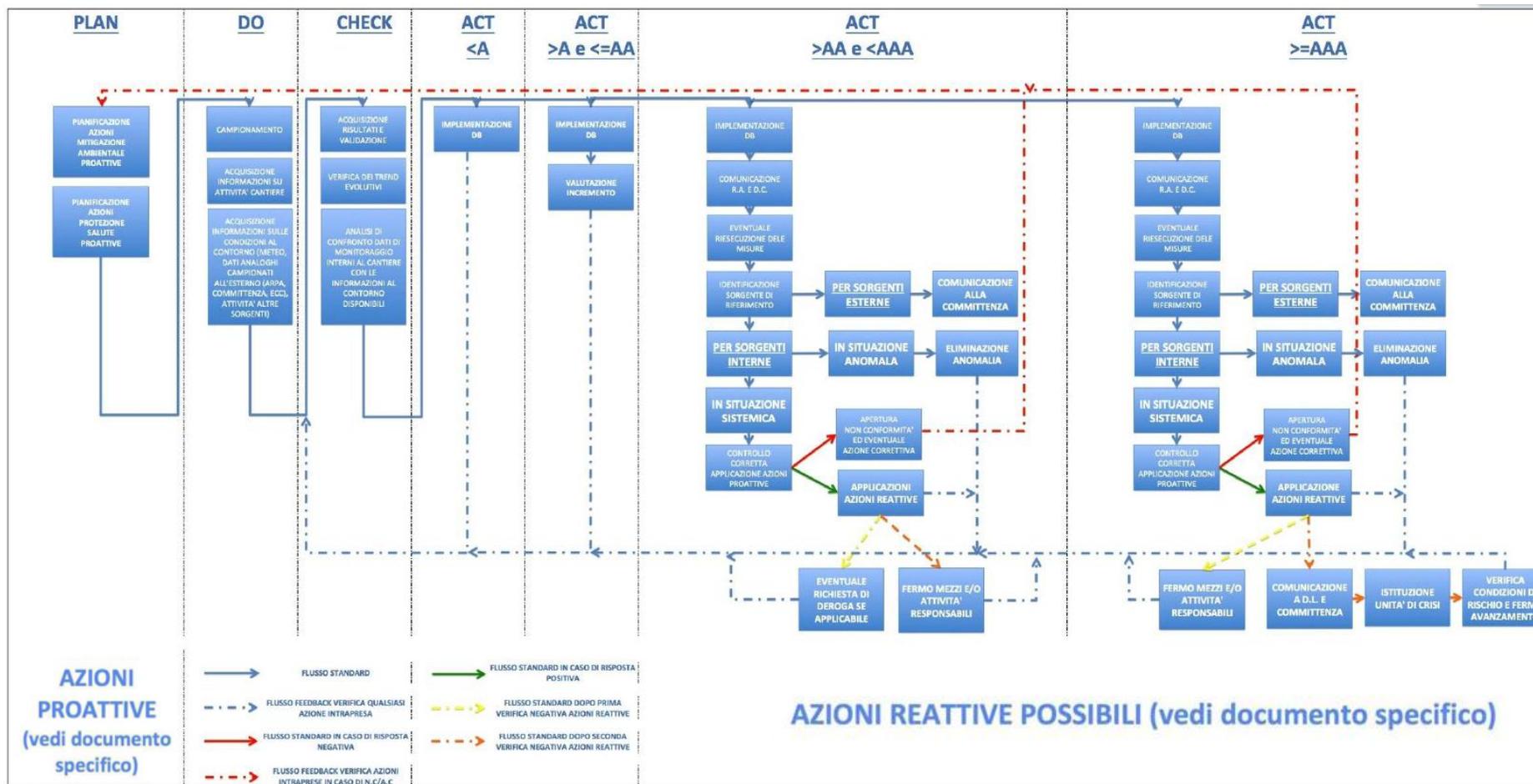
(di deroga o meno) fissata, si procederà al fermo dei mezzi e/o delle attività responsabili delle violazioni registrate (linea TRATTEGGIATA ARANCIO nello schema) e al controllo dei livelli raggiunti dopo il fermo (linea TRATTEGGIATA BLU nello schema).

- ACT>AAA: In questo caso si procederà alla verifica di ottemperanza di tutti i punti previsti nel caso precedente (AA<ACT<AAA), con la sola eccezione che nel caso il valore del parametro che ha fatto registrare il superamento della soglia AAA non rientrasse sotto il livello di allarme si procederà primariamente al fermo dei mezzi e/o delle attività responsabili delle violazioni registrate (linea TRATTEGGIATA GIALLA nello schema) con relativa verifica dell'efficacia (linea TRATTEGGIATA BLU nello schema). Secondariamente, nel caso non si riuscisse ancora a far rientrare l'allarme, si procederà nell'ordine (linea TRATTEGGIATA ARANCIO nello schema) con la relativa verifica (linea TRATTEGGIATA BLU nello schema):
  - a comunicare alla Direzione Lavori e alla Committenza la situazione di allarme;
  - ad istituire una unità di crisi per la gestione dell'allarme;
  - alla verifica delle condizioni di rischio e all'eventuale fermo dell'avanzamento dei lavori.

Lo schema gestionale sotto riportato è stato pensato per essere applicato alle differenti matrici ambientali senza modificare i vari percorsi decisionali ma semplicemente, caso per caso, individuando l'insieme delle azioni proattive e reattive specifiche. Per tale motivo si riporterà per ciascuna componente lo schema con finalità di promemoria mentre le tabelle con l'elenco delle azioni proattive e attive individuate per quella componente ambientale saranno oggetto di documenti separati. La tabella delle azioni proattive/reattive potrà non comparire qualora si siano sviluppati documenti specifici di pianificazione e reazione per la componente in questione.

Si precisano infine le seguenti scelte progettuali di gestione:

1. Per le azioni indicate come proattive/reattive si dovrà considerare la loro applicazione già in sede di pianificazione (fase PLAN) ed una loro eventuale, qualora possibile, intensificazione nella fase reattiva (fase ACT);
2. Per le componenti in cui si sono individuate azioni solo proattive si procederà, nel caso di violazione della soglia AA, direttamente o alla richiesta di deroga, qualora applicabile, o al fermo dei mezzi e/o delle attività al fine di consentire i controlli del caso; in condizioni di valori sopra soglia di allarme si procederà o al fermo dei mezzi e/o delle attività o alla comunicazione a D.L. e Committenza, all'apertura di una unità di crisi, alla verifica delle condizioni di rischio e all'eventuale fermo avanzamento al fine di consentire i controlli del caso.



### 3.1 Qualità dell'aria

#### 3.1.1 Scopo del monitoraggio ambientale

In termini generali il monitoraggio della componente Atmosfera per le attività di un qualsiasi cantiere di questa tipologia è finalizzato alla valutazione dell'impatto derivante da:

- Polveri
- Immissioni gassose

Nel caso di specie, tra le attività pianificate per la realizzazione dei manufatti progettuali, quelle maggiormente passibili di generare emissioni e quindi conseguenti immissioni potenzialmente impattanti, sono:

**Tabella 6: attività e relative emissioni principali**

<b>Attività di cantiere</b>	<b>Emissione principale</b>
Movimenti terra	particolato
Deposito interno materiali di scavo	particolato
Emissioni dall'imbocco della galleria a causa della ventilazione predisposta all'interno del cunicolo	particolato
La movimentazione dei mezzi d'opera e di trasporto terre e materiali di approvvigionamento	particolato e gas

In tale quadro si è scelto, nel caso dell'ambito relativo all'atmosfera, di procedere alla sorveglianza, con gli stessi metodi di campionamento previsti per il monitoraggio della qualità dell'aria, dei livelli di polverosità diffusa, andando al contempo a caratterizzarne la composizione.

Non si è proceduto invece alla verifica dei livelli diffusi interni al cantiere degli inquinanti gassosi, ritenendo maggiormente significativo il controllo delle immissioni del solo particolato. Come anticipato in premessa, i dati ottenuti sono confrontati con quelli relativi al monitoraggio esterno al cantiere nel corso degli incontri con Committenza e DL. Sono inoltre sincronizzate le tempistiche di acquisizione e di restituzione dei dati del monitoraggio interno con quelle del monitoraggio esterno, per permettere di evidenziare eventuali correlazioni.

#### 3.1.2 Normativa di riferimento

- D.Lgs. n° 155 del 13/08/2010
- Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

#### 3.1.3 Parametri e metodiche di monitoraggio

Il sistema di monitoraggio è composto con la seguente architettura:



Tabella 7: sistema di monitoraggio qualità dell'aria

sigla stazione	parametri misurati	metodi analitici	frequenza di misura	tempistica restituzione dati (da termine campagna misura)	formato restituzione dati (*)
CO-04A-ATM-01	PM 10	UNI EN 12341	giornaliera (media su 24 ore)	7 gg	rapporto di prova cartaceo o .pdf
CO-04A-ATM-01	IPA (benzo(a) pirene su PM10)	UNI EN 15549:2008	giornaliera (media su 24 ore) – a giorni alterni	9 gg	rapporto di prova cartaceo o .pdf
	metalli (Pb, Cd, As, Ni) su PM10	UNI EN 14902:2005	giornaliera (media su 24 ore) – a giorni alterni	9 gg	
CO-04A-ATM-02	PM 10	-	in continuo	In tempo reale	rapporto di prova cartaceo o .pdf

(\*) oltre al formato Indicato i dati sono forniti anche in formato elettronico per ottemperare alle esigenze operative di una gestione complessiva di monitoraggio per le diverse componenti ambientali e temporali

La postazione fissa CO-04A-ATM-01 è costituita da idoneo campionatore programmabile per campionamenti multipli, con aspirazione per mezzo di pompe meccaniche a funzionamento elettrico dotate di regolatori di portata e con caricamento automatico dei filtri da un apposito serbatoio portafiltri.

Sulla postazione CO-04A-ATM-01 è stata inoltre installata una centralina meteo per la rilevazione in continuo (durante le campagne di prelievo) dei seguenti parametri:

- velocità del vento
- direzione del vento
- temperatura dell'aria
- pluviometria
- radiazione solare
- umidità relativa
- pressione atmosferica

Sulla frazione PM10, vengono eseguite alternativamente anche le determinazioni dei metalli (As, Cd, Ni, Pb) e degli IPA (Benzo(a)Pirene).

I dati acquisiti sono restituiti settimanalmente suddivisi in campagne di 7 giorni solari.

Il campionamento della postazione CO-04A-ATM-01 verrà attivato solamente in corrispondenza delle fasi di lavoro in cui si stima una maggiore emissione di polveri, ossia durante le attività di scavo e movimentazione dello smarino corrispondenti alla “macrofase B” (cfr. par. 2.3.1).

La postazione CO-04A-ATM-02 è invece costituita da una centralina SMART, affiancata alla precedente, che permette il rilievo in tempo reale della frazione PM10.

La localizzazione dei siti di monitoraggio per la qualità dell'aria è riportata nella figura seguente.

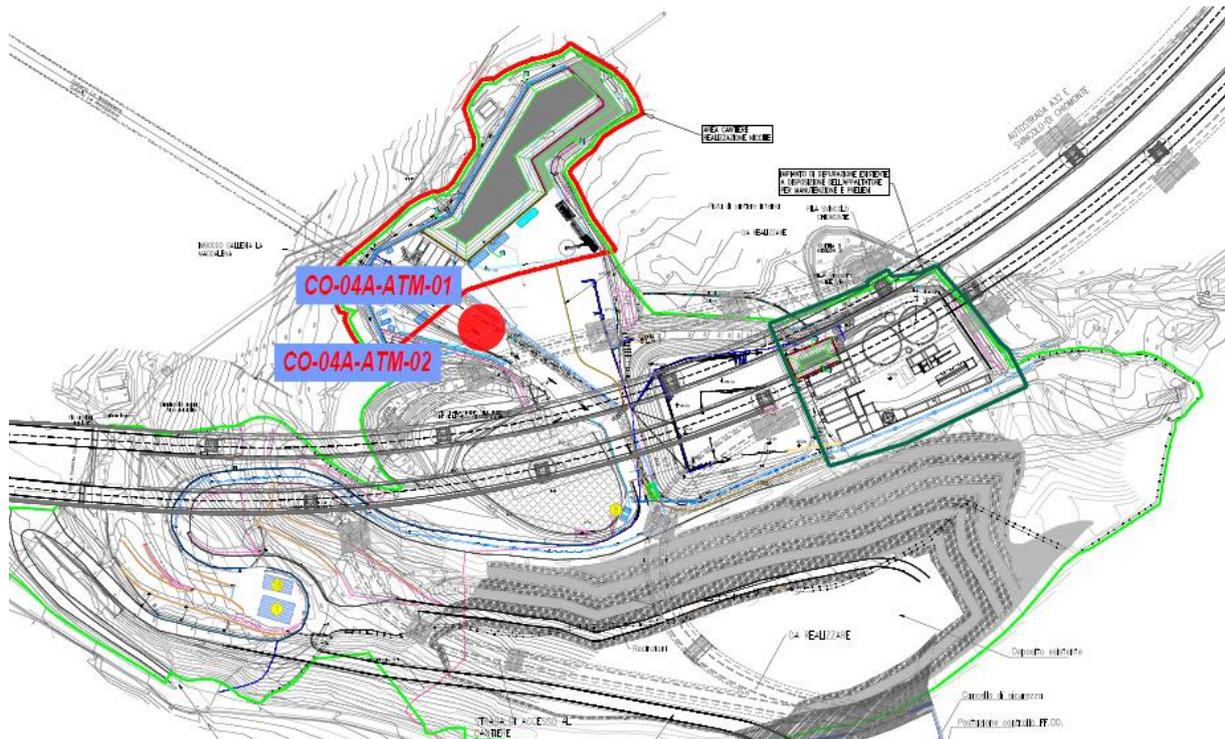


Figura 10: localizzazione dei siti di monitoraggio per la qualità dell'aria

### 3.1.4 Criteri di posizionamento delle stazioni

Come riportato in planimetria le due stazioni, affiancate, sono ubicate in prossimità del perimetro a valle del piazzale di pertinenza dell'area di cantiere.

La posizione scelta risulta la più idonea allo scopo del monitoraggio, sia perché influenzata solo marginalmente dalla presenza del viadotto, sia rispetto alla direzione prevalente dei venti.

### 3.1.5 Definizione delle soglie e azioni correttive

Il percorso per la definizione delle soglie relative alla componente atmosfera, nel caso specifico ma anche in generale, deve necessariamente partire dalla considerazione di due problematiche evidenti relative alla significatività del dato campionato nel corso del monitoraggio rispetto alla individuazione di situazioni emergenziali connesse alla presenza del cantiere, e cioè:

- in moltissime regioni italiane, in particolare nel nord e centro Italia, nei periodi più freddi dell'anno la concomitanza di sfavorevoli condizioni meteo diffusive dei bassi strati dell'atmosfera, insieme all'aumento delle emissioni connesse con l'utilizzo dei riscaldamenti domestici, determinano livelli, in particolare, del particolato atmosferico (PM10 e frazioni minori) che si attestano con una certa costanza e per larghissime porzioni di territorio, parliamo a volte di intere province o regioni, su valori superiori agli attuali limiti normativi fissati;
- il monitoraggio descritto in questo PGA è relativo a punti di campionamento posizionati all'interno dell'area di cantiere e quindi, nell'ottica del percorso sorgente-emissione-immissione nell'ambiente, siamo più vicini ad un controllo delle entità emesse piuttosto che alla verifica della loro ricaduta su ricettori e qualità dell'aria ambiente.

Stante ciò, le soglie da individuare devono da un lato tutelare l'ambiente, l'uomo e i lavoratori, ma contemporaneamente devono consentire un avanzamento omogeneo e fluido delle attività costruttive. Tale duplice obiettivo per la componente in oggetto può essere perseguito solamente con un'attenta analisi sia degli scenari normativi e pianificatori del territorio sia dello stato di qualità dell'aria effettivamente caratterizzante l'area interessata dal cantiere prima e durante la sua attività.

Tale valutazione è stata effettuata ed ampiamente trattata durante la realizzazione del Cunicolo Esplorativo, proponendo di fissare soglie leggermente superiori a quanto si dovrebbe fare per assicurare il mantenimento della attuale qualità dell'aria secondo la zonizzazione regionale. Ciò in funzione dei due aspetti seguenti:

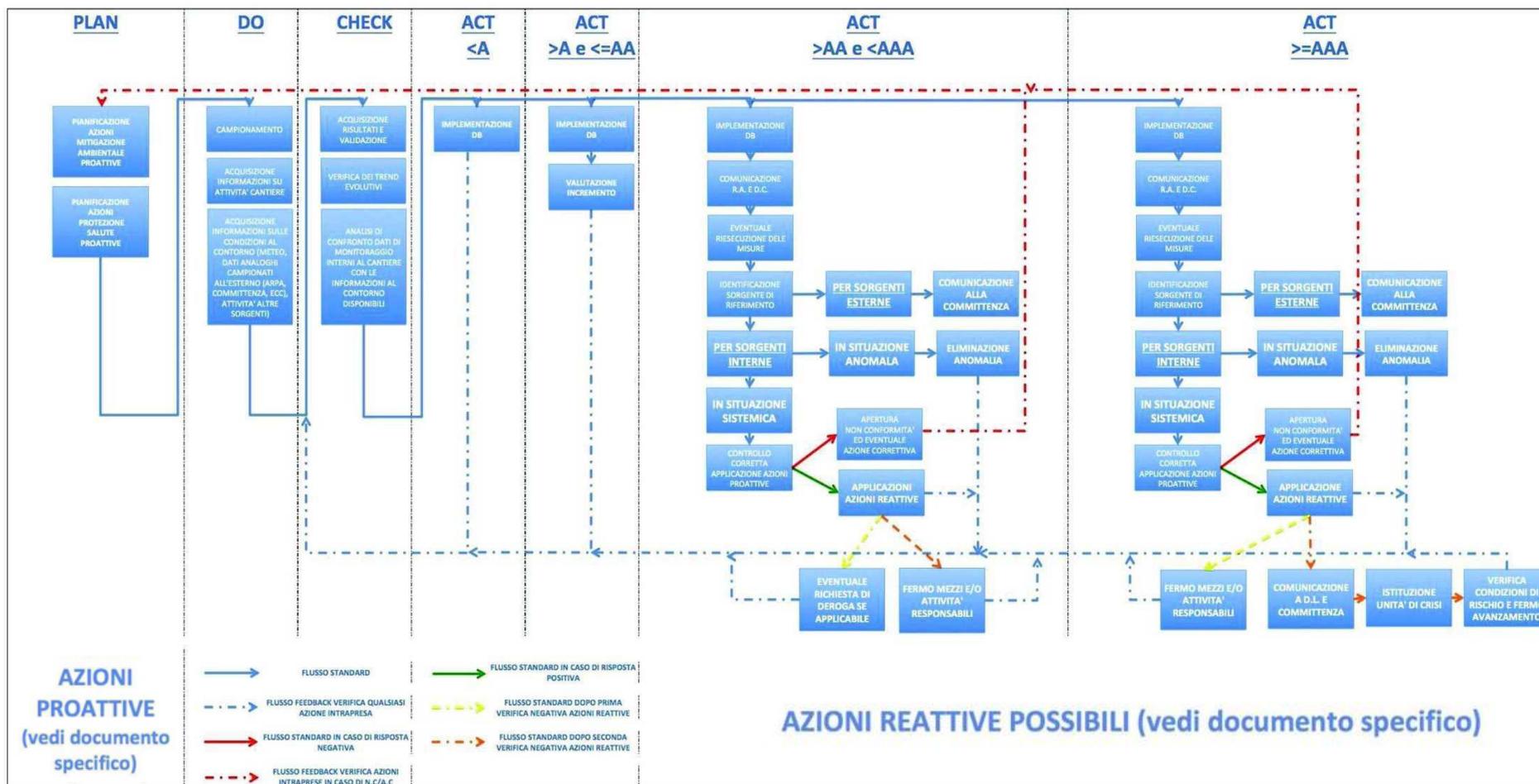
- 1) Il monitoraggio descritto in questo PGA è relativo a punti di campionamento posizionati all'interno dell'area di cantiere e quindi, nell'ottica del percorso sorgente-emissione-immissione nell'ambiente, siamo più vicini ad un controllo delle entità emesse piuttosto che alla verifica della loro ricaduta su ricettori. Non si terrà quindi conto dell'effetto di diluizione che le emissioni del cantiere hanno nel percorso verso ipotetici ricettori e punti di campionamento dell'aria ambiente esterni;
- 2) Nell'ipotesi che i dati campionati all'interno del cantiere rappresentino l'emissione della sorgente diffusa cantiere, il loro valore deve risultare necessariamente maggiore del valore che si dovrebbe campionare all'esterno per assicurare il mantenimento dello stato di qualità dell'aria ante operam. Stante ciò ci appare sufficientemente coerente procedere secondo la logica seguente:
  - la soglia di sorveglianza A viene fissata pari alla soglia di valutazione superiore normativa, in quanto i valori esterni al cantiere, sorgente di riferimento per tutta l'area oggetto delle attività, non potranno che essere inferiori, quindi mantenersi pari a quelli attuali come previsto dalla zonizzazione;
  - la soglia di attenzione AA viene fissata pari al limite normativo per assicurare una giusta reattività del sistema di gestione prima di avere violazioni di predetto limite anche all'esterno;
  - la soglia di allarme AAA viene fissata pari al limite normativo aumentata del 30% in analogia a quanto la normativa pone tra il limite e la soglia di valutazione superiore, fissando un margine per l'attivazione delle procedure di allarme tale da tutelare sia l'area circostante il cantiere sia il corretto avanzamento delle attività costruttive. Si dà così il giusto peso anche alla possibilità prevista dal D.Lgs. 155/2010 di avere 35 superamenti annui del limite dei 50 µg/mc. Si propone inoltre di attendere il campionamento su due giorni consecutivi di valori oltre predetta soglia prima di intraprendere azioni reattive in risposta ad una situazione di allarme, al fine di verificare che tale spostamento in alto dei valori non sia dipeso da una situazione di inquinamento diffuso o episodico come accennato in precedenza.

Si riportano dunque di seguito le soglie fissate:

Tabella 8: soglie di riferimento per la qualità dell'aria

Parametro	Valore A	Valore AA	Valore AAA
PM10	Soglia di valutazione superiore - 70% AA	50 ug/m <sup>3</sup> - Media 24 h Valore Limite DLgs 155/2010	AA+30% per due giorni consecutivi
Metalli su PM10	Pb 70% AA As 60% AA Cd 60% AA Ni 70% AA	Pb 0,5 ng/m <sup>3</sup> * As 6,0 ng/m <sup>3</sup> ** Cd 5,0 ng/m <sup>3</sup> ** Ni 20 ng/m <sup>3</sup> **  * Valore Limite ** Valore Obiettivo DLgs 155/2010	Pb AA+30% per due giorni consecutivi As AA+30% per due giorni consecutivi Cd AA+30% per due giorni consecutivi Ni AA+30% per due giorni consecutivi
IPA su PM10	Benzo(a)pirene 60% AA	1 ng/m <sup>3</sup> Valore Obiettivo DLgs 155/2010	AA+30% per due giorni consecutivi

Lo schema decisionale e le relative azioni che verranno intraprese in funzione dei dati analitici ottenuti sono riportati di seguito.



### 3.1.6 Strumentazione impiegata

La strumentazione per la misura della frazione PM10 delle particelle consiste in 2 campionatori, installati presso la stazione di misura CO-04A-ATM-01, così strutturati:

- campionatore tipo Skypost o Derenda con caricamento automatico dei filtri
- filtri a membrana in fibra di vetro/quarzo di diametro 47 mm;
- apposito serbatoio portafiltro in materiale plastico resistente alla corrosione e con pareti interne levigate con sostegno per il filtro in materiale sinterizzato;

Per la determinazione delle polveri aerodisperse viene fatto riferimento a quanto riportato nella normativa vigente ed in particolare alle specifiche descritte nel D.Lgs. n. 155 del 2010.

Il prelievo del materiale particellare in sospensione nell'aria, PM10, viene effettuato utilizzando le stazioni automatiche del tipo Skypost o Derenda. Si tratta di campionatori sequenziali per esterni completamente automatici, in grado di conservare le caratteristiche funzionali richieste per il prelievo senza variazioni apprezzabili e senza la necessità di interventi di manutenzione per periodi ragionevolmente lunghi.

Lo strumento contiene quindici cassettoni in materiale sinterizzato dotate di supporto per i filtri in metallo resistente alla corrosione, con superfici interne levigate. Il flusso volumetrico di aspirazione è programmato a 38.33 l/m.

I filtri, immediatamente prima di essere pesati (pre-campionamento e post-campionamento), vengono condizionati in camera climatica per 48 ore alla temperatura di 20°C con umidità relativa pari al 50%. I filtri vengono pesati con bilancia analitica.

La valutazione della massa del materiale in sospensione viene effettuata per differenza di pesata tra filtro campionato e filtro nuovo, mentre la valutazione della concentrazione viene effettuata come rapporto fra la massa del materiale in sospensione e la quantità di aria campionata espressa in m<sup>3</sup> riferita alle condizioni ambiente in termini di temperatura e di pressione atmosferica alla data delle misurazioni, secondo quanto previsto dal D.Lgs. 155/2010 Allegato VI paragrafo E - Standardizzazione.

Verranno ricercati nella frazione PM10 anche gli IPA (benzo(a)pirene) secondo il metodo UNI EN 15549-2008 e i metalli (As, Cd, Pb, Ni) secondo il metodo UNI EN 14902-2005.

Per quanto riguarda il monitoraggio in continuo del PM10 nel punto CO-04A-ATM-02, questo viene effettuato con utilizzo di una centralina SMART ed è basato sulla misura della frazione di potenza di un fascio laser collimato, diffusa in una cella di interazione. I dati rilevati dai sensori sono trasmessi in tempo reale tramite rete mobile GPRS.

## 3.2 Monitoraggio dell'amianto aerodisperso

### 3.2.1 Scopo del monitoraggio ambientale

Nell'ambito delle misure in atmosfera, data la peculiarità del sito, è prevista anche l'esecuzione di un monitoraggio specifico per l'individuazione delle fibre di amianto aerodisperso.

Tale attività di monitoraggio viene quindi trattata separatamente rispetto alle altre attività di monitoraggio della qualità dell'aria. A tal proposito, sono stati inoltre redatti gli specifici documenti 04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0211\_Piano di gestione in caso di materiali contenenti amianto e 04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0212\_Piano di Lavoro Tipologico in caso di presenza di amianto.

In tali documenti, come espressamente richiesto dagli Enti, si riportano le azioni che verranno intraprese nel caso di ritrovamento di materiali amiantiferi o potenzialmente amiantiferi e le relative modalità di monitoraggio che verranno attivate in tal caso, tenendo conto anche delle prescrizioni di cui alle delibere CIPE n. 19/2015 e 39/2018.

Nel presente paragrafo si riportano quindi solo le modalità di monitoraggio che sono attive nella condizione ordinaria, rimandando ai documenti precedentemente citati per tutte le altre situazioni.

Qualora, durante lo scavo, si dovessero riscontrare formazioni potenzialmente amiantifere, in accordo con la Committenza, si potranno realizzare indagini più specifiche (ad esempio, sondaggio a carotaggio continuo e analisi delle carote in laboratorio).

Oltre al monitoraggio delle fibre di amianto aerodisperse, durante le operazioni di scavo verrà seguita la seguente procedura:

- Controllo visivo da parte del geologo del detrito a terra prodotto dalle attività di scavo;
- Nel caso in cui il geologo non individui visivamente la presenza di elementi petrografici riconducibili alle pietre verdi, le lavorazioni di scavo potranno procedere come programmato;
- Nel caso in cui il geologo individui visivamente o sospetti la presenza di pietre verdi, questi provvederà al prelievo di campioni rappresentativi da inviare con celerità al laboratorio per successive analisi;
- Rilievo del fronte durante la fase di ri-profilatura e disaggio post-volata;
- Invio ufficiale agli Enti di Controllo della scheda redatta in corso d'opera dal geologo.
- Comunicazione preventiva (DL) sui tempi di esecuzione delle perforazioni.

### 3.2.2 Normativa di riferimento

Attualmente la normativa riguardante la valutazione delle fibre di amianto aerodisperso è principalmente legata alla protezione dei lavoratori (si citano le principali):

- Direttiva 2009/148/CE del 30/11/2009 relativa alla protezione dei lavoratori contro i rischi connessi con l'esposizione all'amianto durante il lavoro.
- Testo Unico della sicurezza D.Lgs. nr 81 e s.m.i. del 09/04/2008 "Attuazione dell'art. 1 della Legge 3/8/2007 nr 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".

- D.Lgs. nr 253 del 25/07/2006 “Attuazione della Direttiva 2003/18/CE relativa alla protezione dei lavoratori dai rischi derivanti dall’esposizione all’amianto durante il lavoro”.

Per le attività di monitoraggio si farà riferimento alle metodologie operative di rilievo delle fibre aerodisperse (campionamento ed analisi) riportate sul:

- Decreto del Ministero della Sanità del 6/9/1994 “Normative e metodologie tecniche di applicazione dell’art.6, comma 3, dell’art.12, comma 2, della Legge 27/3/1992 nr 257, relativa alla cessazione dell’impiego dell’amianto”, in particolare all’All. 2 punto B.

### 3.2.3 Parametri e metodiche di monitoraggio

Una sintesi delle stazioni di monitoraggio e relativi parametri è riportata nel seguente schema:

**Tabella 9: sistema di monitoraggio qualità dell’aria per le fibre aerodisperse**

sigla stazione	parametri misurati	metodi analitici	frequenza di misura	tempistica restituzione dati (da termine campagna misura)	formato di restituzione dati (*)
CO-04A-ASB-01 (assenza di scavo)	fibre di amianto aerodisperso	DM 6/9/94 GU nr 288 10/12/1994 All. 2B	3 gg ogni 15 gg (1° giorno 24 h e poi 8h)	48 ore	rapporto di prova cartaceo o . pdf
CO-04A-ASB-01 (fase di scavo)	fibre di amianto aerodisperso	DM 6/9/94 GU nr 288 10/12/1994 All. 2B	3 gg ogni 7 gg (1° giorno 24 h e poi 8h)	48 ore	rapporto di prova cartaceo o . pdf

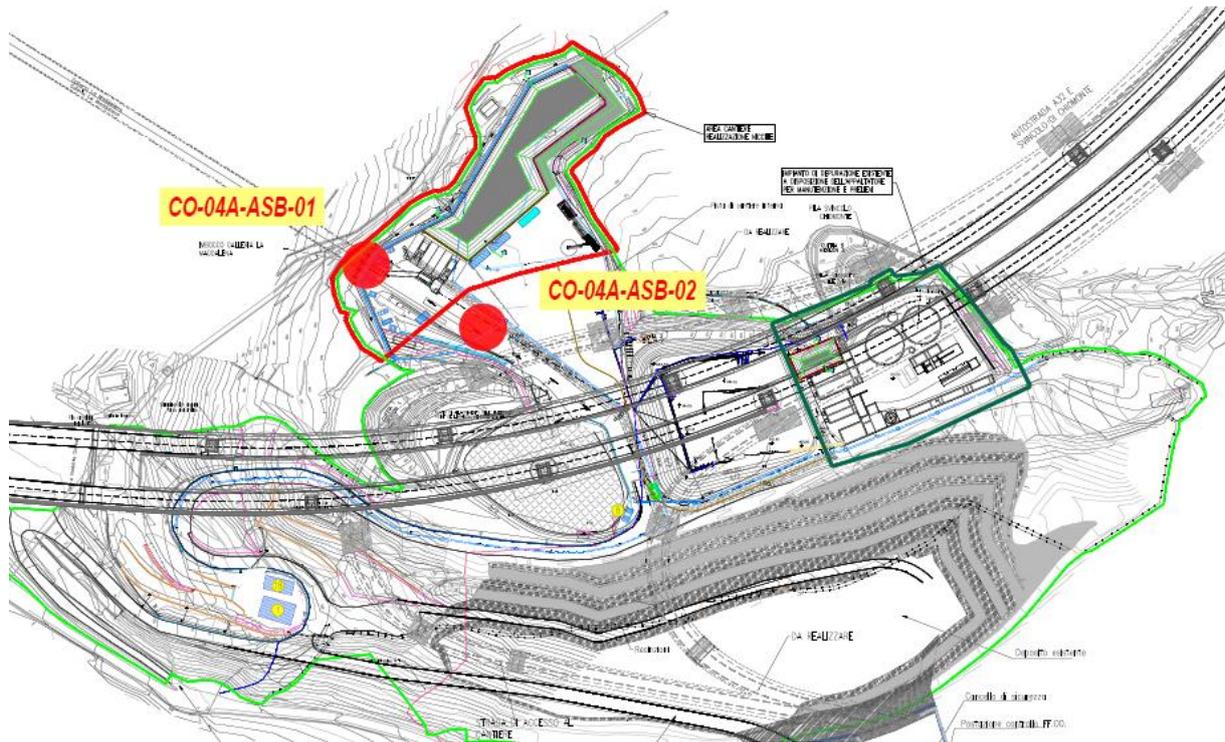
(\*) oltre al formato indicato i dati sono forniti anche in formato elettronico per ottemperare alle esigenze operative di una gestione complessiva di monitoraggio per le diverse componenti ambientali e temporali

Come si può notare dalla tabella, sono previste diverse frequenze di misura per le fasi di scavo (macrofase B) e le fasi in assenza di scavo (macrofase A), con frequenza dimezzata in corrispondenza di queste ultime.

Si sottolinea che la postazione CO-04A-ASB-02, come meglio descritto nel documento 04A\_04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0211\_Piano di gestione in caso di materiali contenenti amianto, sarà attivata solo al presentarsi della classe di rischio amianto RA-2 (Pericolo alto) che corrisponde alla situazione in cui siano state effettivamente rinvenute rocce che da analisi visiva potrebbero contenere amianto. In caso di attivazione, le frequenze adottate saranno le medesime di cui alla postazione CO-04A-ASB-01.

### 3.2.4 Criteri di posizionamento delle stazioni

L’ubicazione delle postazioni di monitoraggio dell’amianto aerodisperso è riportata nella figura seguente.



**Figura 11: Localizzazione delle postazioni per il monitoraggio delle fibre di asbesto**

Per una corretta copertura dell'area di cantiere le due postazioni di prelievo per il monitoraggio delle fibre aerodisperse sono posizionate una in area idonea in prossimità dello sbocco della galleria esplorativa, la seconda (da attivarsi, come già detto, solo in caso di rischio amianto RA-2 o superiore) in prossimità del perimetro a valle del piazzale adibito alle lavorazioni.

### 3.2.5 Definizione delle soglie e azioni correttive

Nella tabella seguente si riportano i valori limite per la componente in oggetto. Tali limiti identificano le condizioni di Sorveglianza (A), Attenzione (AA) e Intervento (AAA).

**Tabella 10: soglie di riferimento per le fibre aerodisperse**

Parametro	Valore A	Valore AA	Valore AAA
Fibre aerodisperse	1ff/L (SEM)	1.6 ff/L (SEM)	2ff/L (SEM)

Le soglie di riferimento di cui alla tabella precedente erano state in primo luogo definite basandosi sui limiti indicati nel D.M. 06/09/94. Nel caso in esame si è scelto di considerare però valori di soglia più cautelativi, su indicazione degli Enti di Controllo.

Nel momento in cui il Monitoraggio Esterno rilevi la presenza di amianto, nelle stazioni di campionamento localizzate intorno al cantiere, superiore alle soglie di riferimento indicate nel Piano di Monitoraggio Ambientale (esterno al cantiere), verrà acquisita dalla DL la relativa scheda anomalia redatta dal Responsabile Monitoraggio Ambientale, che informerà Committente e Impresa di quanto segnalato. Si procederà quindi con un controllo sui

risultati dei campioni prelevati nello stesso periodo nelle centraline di campionamento localizzate all'interno del cantiere.

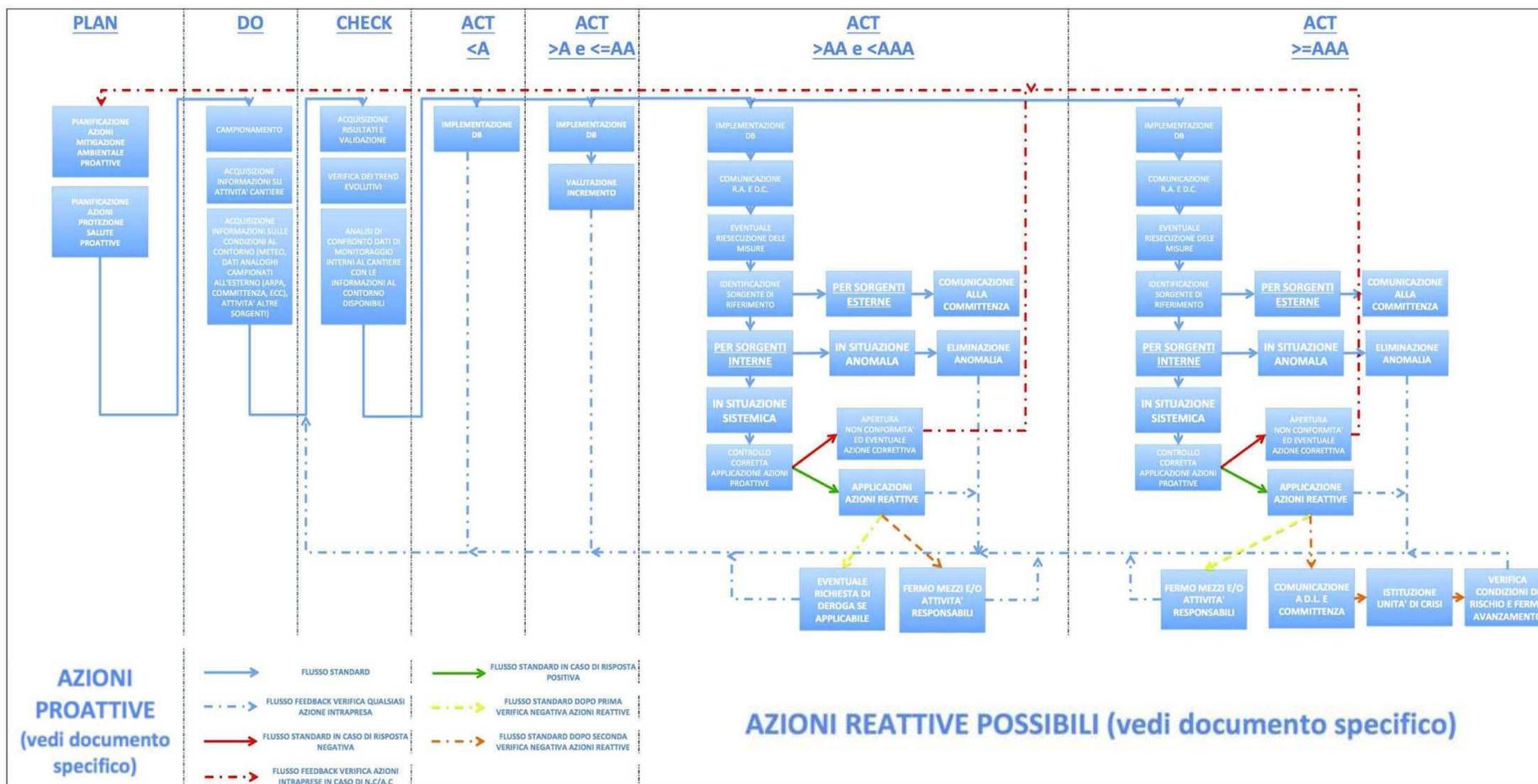
In caso di riscontro negativo, la sorgente non trova correlazione con le attività di scavo, e quindi non saranno presi ulteriori provvedimenti e sarà comunicato tale esito alla DL che a sua volta informerà Committente e Responsabile del Monitoraggio Ambientale.

In caso di rinvenimento di fibre, ma comunque inferiori alla soglia di sorveglianza (A), si passerà automaticamente alla classe di rischio RA-3, la quale prevede delle azioni attive e proattive descritte nel dettaglio nel documento 04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0211\_Piano di gestione in caso di materiali contenenti amianto e l'apertura conseguente di una scheda anomalia anche per il Monitoraggio Interno. In caso di superamento delle soglie di sorveglianza (A) o di attenzione (AA) sono applicate le procedure conseguenti esposte nel documento appena citato (in dettaglio vedi tab.2 di 04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0211\_Piano di gestione in caso di materiali contenenti amianto).

In caso invece di superamento della soglia di intervento (AAA) saranno applicate le procedure di cui alla tabella 2 di 04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0211\_Piano di gestione in caso di materiali contenenti amianto e del documento 04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0212\_Piano di Lavoro Tipologico in caso di presenza di amianto.

La scheda anomalia sarà chiusa quando, secondo procedura, la problematica verrà risolta. La DL si farà carico di comunicarlo a Committente e Responsabile del Monitoraggio Ambientale.

Di seguito si riporta lo schema decisionale per la componente amianto, le azioni che verranno intraprese secondo tale logica, come premesso sono riportate nel documento 04A\_04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0211\_Piano di gestione in caso di materiali contenenti amianto.



### **3.2.6 Strumentazione impiegata**

La strumentazione impiegata è quella necessaria per il campionamento delle PTS su cui verificare la presenza di amianto. Nello specifico si prevede l'utilizzo di idonei campionatori programmabili, con aspirazione per mezzo di pompe meccaniche a funzionamento elettrico dotate di regolatori di portata tali da rispettare i flussi di aspirazione previsti (tra 6 e 9 l/min  $\pm 10\%$ ), in modo da prevedere un campionamento di volumi pari almeno a 3000 litri.

Le membrane utilizzate sono in policarbonato e hanno un diametro di 25 mm, garantendo un'area effettiva di circa 315 mmq (diametro effettivo della membrana di circa 20mm) per le successive analisi per le determinazioni delle fibre aerodisperse mediante microscopia elettronica (SEM), secondo le metodologie riportate nella normativa citata (D M 6/9/94 allegato 2 punto B).

### 3.3 Rumore

#### 3.3.1 Scopo del monitoraggio ambientale

In termini generali il monitoraggio della componente Rumore per le attività di un qualsiasi cantiere è finalizzato alla valutazione dell'impatto derivante dalle immissioni sonore dovute alle attività di cantiere sui recettori posti nelle vicinanze delle aree operative.

La metodologia di misura indicata è pertanto finalizzata al controllo delle caratteristiche di emissione sonora delle sorgenti presenti internamente al perimetro del cantiere, affinché esse non determinino superamenti delle soglie normative nelle aree esterne; il monitoraggio serve ad assicurare inizialmente e nel tempo il rispetto dei requisiti emissivi di tali sorgenti, in particolare quelle che per loro caratteristica possono assimilarsi a sorgenti fisse.

#### 3.3.2 Normativa di riferimento

I principali riferimenti normativi applicati al progetto in esame sono i seguenti:

- D.P.C.M. 1 marzo 1991 “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”.
- Legge quadro sul rumore n° 447 del 26 ottobre 1995.
- D.P.C.M. del 14 Novembre 1997 “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”.
- D.M.A. 16/3/1998: “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico”.
- D.M.A. 29/11/2000: “Criteri per la predisposizione dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore”.
- Legge Regione Piemonte 25 ottobre 2000, n. 52 “Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento acustico”.
- DGR Piemonte 27 giugno 2012, n. 24-4049 “Disposizioni per il rilascio da parte delle Amministrazioni comunali delle autorizzazioni in deroga ai valori limite per le attività temporanee, ai sensi dell'articolo 3, comma 3, lettera b) della l.r. 25 ottobre 2000, n. 52”.

#### 3.3.3 Parametri e metodiche di monitoraggio

Il sistema è composto con la seguente architettura:

**Tabella 11: organizzazione delle misure per la valutazione del rumore ambientale**

Sigla Stazione	Parametri Misurati	Metodi Analitici	Frequenza di misura	Tempistica restituzione dati (da termine campagna misura)	Formato di restituzione dati (*)
CO-04A-RUM-01	Leq(A)	Decreto 16/03/98	Continua	2 gg	Output numerico formato .xls
				Mensile	Relazione tecnica in formato .pdf
CO-04A-RUM-02	Leq(A) + SPETTRO EMISSIVO	Decreto 16/03/98	Integrazione in corrispondenza dell’implementazione di nuove apparecchiature con emissioni sonore significative	10 gg	Relazione tecnica in formato .pdf

(\*) oltre al formato indicato i dati sono forniti anche in formato elettronico per ottemperare alle esigenze operative di una gestione complessiva di monitoraggio per le diverse componenti ambientali e temporali

La postazione CO-04A-RUM-01 è costituita da catena fonometrica classe I, composta da fonometro, microfono e preamplificatore ed è dotata di tutti gli accessori per l'alimentazione e lo scarico in remoto dei dati.

Le misure CO-04A-RUM-02 sono eseguite in prossimità delle sorgenti ad una distanza nota e tale da caratterizzare, oltre al livello equivalente ponderato A, anche gli spettri di emissione delle stesse, distinti in terzi di ottava. Il rilievo viene ripetuto per ogni fase del ciclo di lavorazione dell'impianto e/o attrezzatura, al fine di caratterizzare le emissioni nelle diverse modalità di funzionamento.

Per quanto concerne il numero di punti monitorati, in questa fase progettuale del Piano di Monitoraggio vengono indicate le sorgenti che, in prima approssimazione, possono essere ritenute potenzialmente oggetto di verifica:

- stazione di ventilazione predisposta all'esterno del cunicolo;
- impianto trattamento acque;
- generatori ausiliari (se in funzione);
- impianti e macchinari di movimentazione vari;
- impianto di frantumazione inerti.

Si segnala inoltre, quale "sorgente naturale" di rumore la presenza del Torrente Clarea.

Le misurazioni sono articolate, come detto, secondo una duplice metodologia:

- CO-04A-RUM-01: Misure in continuo per 24 ore volte alla caratterizzazione completa del rumore ambientale e del rumore residuo relativamente al periodo diurno e al periodo notturno. Questa tipologia di misura viene effettuata a sud dell'area di cantiere ed è finalizzata alla verifica della variazione dei livelli di rumore nelle varie ore della giornata.

Questa tipologia di misura prevede l'acquisizione della pressione acustica con campionamento a 1 secondo e costante di integrazione Fast, in continuo per 24 ore. L'output di misura è riportato nell'elaborato apposito, sotto forma sia di Time history in continuo di short Leq (A) 1 secondo, sia di Leq (A) per intervalli orari con la descrizione dei principali livelli statistici.

- CO-04A-RUM-02: Misure discontinue eventualmente ripetute nel tempo della durata di 15 minuti ciascuna, ubicate generalmente lungo il perimetro dell'impianto in corrispondenza di attività rappresentative dell'esercizio e, per quanto possibile, lungo gli assi di traguardo con i ricettori prossimi all'impianto. Tali misurazioni sono finalizzate alla caratterizzazione delle sorgenti emmissive e, a tal proposito, durante il loro svolgimento vengono annotati sulle schede di campo tutti gli eventi che si sono succeduti, sia quelli la cui origine è direttamente riferibile alle attività dell'impianto, sia quelli ad esso estranei.

Il monitoraggio della componente rumore prevede quindi l'acquisizione in campo dei livelli di pressione acustica e la post elaborazione in cui vengono restituiti i seguenti descrittori:

### ***Livello equivalente[Leq(A)]***

E' il principale descrittore acustico in campo ambientale. Questo tipo di descrittore fornisce indicazioni sulla variabilità del fenomeno acustico a cui si applica ed è utile per conoscere il

valore energetico associato al fenomeno stesso. La definizione di livello equivalente è la seguente:

$$L_{eq}(A) = 10 \cdot \log_{10} \frac{1}{T} \int_0^T \left( \frac{p(t)}{p_o} \right)^2 dt$$

dove:

T è il tempo di misura;

Po è il valore di riferimento della pressione acustica pari 20 pPa; A indica che esiste la pesatura in frequenza del segnale.

#### ***Livelli statistici e percentili in dB(A)***

- Livello massimo (Lmax)
- Livello minimo (Lmin)
- Livelli percentili (Ln). Ad esempio i livelli L05, L10, L30, L50, L90, L95.

#### ***Analisi spettrale in terzi di ottava***

Questo parametro è oggetto di rilievo per le sole misure discontinue (CO-04A-RUM-02).

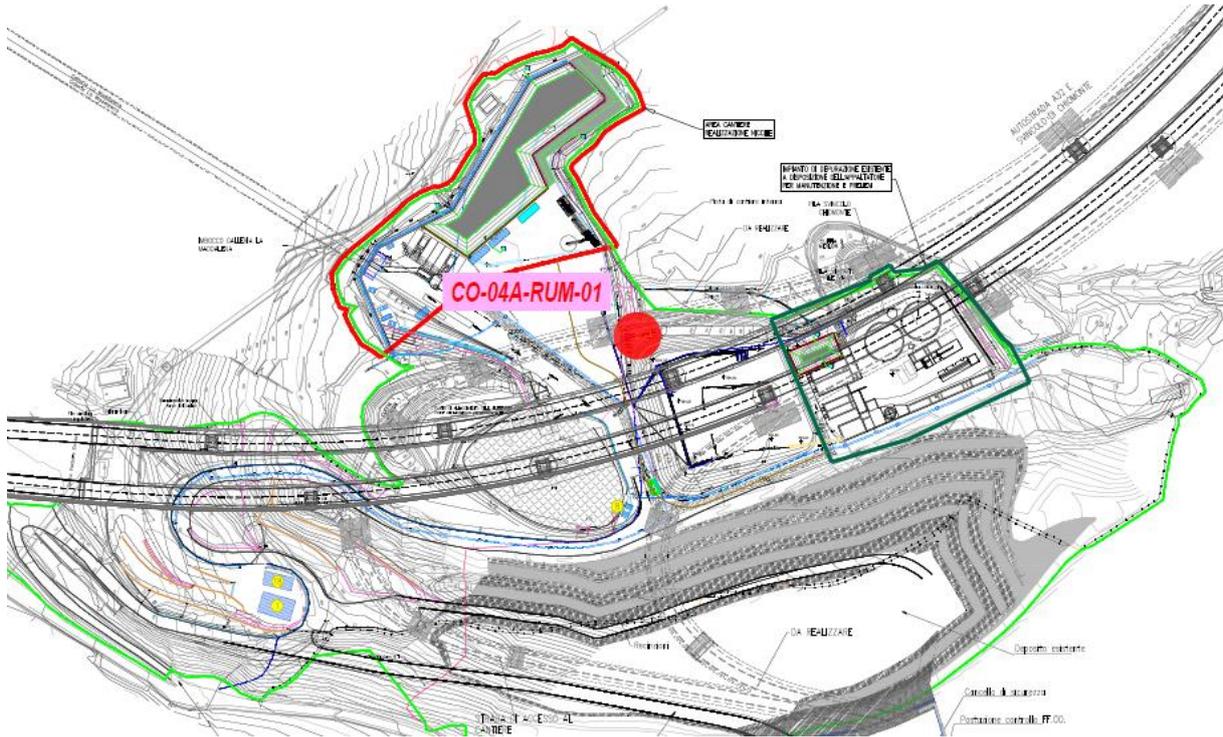
#### ***Parametri meteorologici (per la sola misura in continuo CO-04A-RUM-01)***

- direzione vento
- velocità vento
- temperatura
- umidità relativa
- precipitazioni

#### ***3.3.4 Criteri di posizionamento delle stazioni***

La localizzazione del punto di misura CO-04A-RUM-01 è riportata nella figura seguente.

La posizione dei punti "CO-04A-RUM-02" non è riportata in quanto variabile in funzione del posizionamento, nel momento del rilievo, della sorgente indagata.



**Figura 12: Localizzazione della postazione fissa per il monitoraggio del rumore ambientale in continuo**

Come riportato in planimetria, la posizione della stazione denominata “CO-04A-RUM-01” è stata mantenuta tale per continuità con le attività di monitoraggio svolte durante la realizzazione del cunicolo esplorativo: la postazione era già stata infatti soggetta a verifica con ARPA ed era risultata anche in passato la più idonea allo scopo del monitoraggio considerando la posizione dei recettori potenzialmente disturbati.

In corso d’opera, data la parziale contemporaneità e sovrapposizione con le lavorazioni previste per la realizzazione dello Svincolo di Chiomonte (cfr. paragrafo 2.6), una volta definito il layout effettivo della cantierizzazione, dovrà essere condotta una campagna volta ad individuare una posizione diversa per il punto di misura CO-04A-RUM-01, al fine di limitare il più possibile l’interferenza delle attività proprie dello svincolo sulle misure acustiche relative al cantiere di realizzazione delle nicchie.

Un coordinamento tra le attività dei due cantieri sarà opportuno anche per ridefinire le soglie di attenzione dovute alla contemporaneità delle lavorazioni.

### **3.3.5 Definizione delle soglie e azioni correttive**

Il territorio intorno al cantiere in oggetto appartiene ai comuni di Chiomonte e Giaglione che, nei documenti di Zonizzazione acustica, rappresentano le relative aree con una Classe II, a cui corrispondono i seguenti valori:

- Valori Limite di Emissione (art. 2, DPCM 14/11/1997)
  - 50 dB(A) diurni
  - 40 dB(A) notturni
- Valori Limite di Immissione (art. 3, DPCM 14/11/1997)
  - 55 dB(A) diurni

- 45 dB(A) notturni
- Valori di Attenzione di breve durata (art. 6, com.1, lett. a, DPCM 14/11/1997)
  - 65 dB(A) diurni
  - 50 dB(A) notturni
- Valori di Attenzione di lunga durata (art. 6, com.1, lett. b, DPCM 14/11/1997)
  - 55 dB(A) diurni
  - 45 dB(A) notturni

Oltre alla sorgente “cantiere”, non sono presenti altre tipologie di rumore particolare, se non quello immesso nel territorio di origine autostradale (Autostrada A32), per il quale però vige la normativa separata DPR 142/2004 “Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare”, e quello immesso dal torrente Clarea che, soprattutto nella zona di Borgata

Clarea, come di seguito dettagliato, assume una rilevanza significativa, determinando già, in periodo notturno, il superamento dei limiti di zona sopra indicati.

Considerando infatti che già in fase ante operam il monitoraggio ambientale ha evidenziato valori eccedenti i limiti di riferimento di zonizzazione acustica, l'obiettivo condiviso è quello di non aumentare di più di 1 dBA il valore di fondo in Borgata Clarea il cui valore rappresentativo è quello misurato durante la campagna di dicembre 2015 direttamente da Arpa Piemonte, per quanto riguarda il periodo notturno, mentre è quello misurato in fase Ante operam nell'ottobre 2012 per quanto riguarda il periodo diurno.

Di seguito si riportano i valori di fondo e le soglie di riferimento presso B.ta Clarea:

- L<sub>FONDO-DIURNO</sub> 57,0 dB(A)
- L<sub>FONDO-NOTTURNO</sub> 53,0 dB(A)
- L<sub>LIMITE-DIURNO</sub> 58,0 dB(A)
- L<sub>LIMITE NOTTURNO</sub> 54,0 dB(A)

I valori obiettivo sono dunque dati per la Borgata Clarea dall'incremento di 1 decibel rispetto ai livelli di ante operam, mentre per il museo, per il quale si considera il solo periodo diurno, dal limite assoluto di immissione derivante dal combinato disposto tra il DPCM 14/11/97 e la Classificazione Acustica del Territorio Comunale di Chiomonte (l'area ricade in Classe II). La situazione è quindi la seguente:

Ricettore	Limite diurno dB(A)	Limite notturno dB(A)
Museo archeologico	55,0	/
Borgata Clarea	58,0	54,0

Sulla base delle informazioni inerenti le lavorazioni che saranno svolte, i macchinari mobili e gli impianti fissi utilizzati, le posizioni in cui opereranno, le tempistiche medie di esercizio e le informazioni sulla loro potenza sonora, sono stati definiti diversi scenari (o giornate-tipo) i

quali per semplificazione sono stati raggruppati fino a raggiungere la seguente configurazione:

- Scenario 1 (diurno) – lavorazioni con mezzi di movimentazione, ad impianto di frantumazione spento;
- Scenario 2 (diurno) – lavorazioni con mezzi di movimentazione, ad impianto di frantumazione attivo;
- Scenario 3 (notturno) – lavorazioni con mezzi di movimentazione, ad impianto di frantumazione spento.

Stabiliti dunque i valori di rumore corrispondenti ai limiti normativi ai ricettori (art. 3 DPCM 14/11/1997), cambiano le “soglie” di riferimento del rumore misurato all’interno del cantiere, in funzione del coefficiente “K” (calcolato mediante software di simulazione) definito come il fattore di correlazione tra i livelli sonori rilevabili nel punto CO-04A-RUM-01 e i punti ricettori esterni al cantiere.

A scopo conservativo, ai primi due scenari è stata associata la giornata tipo, tra quelle ad essi riferibili, a cui corrispondessero le differenze aritmetiche più basse, per i due ricettori in esame, tra il livello stimato in CO-04A-RUM-01 e quello al ricettore.

In relazione al fattore K di correlazione e tenendo conto del rumore di fondo comunque presente anche in assenza di lavorazioni, è stato possibile individuare per i diversi scenari quel valore massimo misurabile giornalmente alla centralina CO-04A-RUM-01 affinché non si verifichi un esubero dei limiti normativi presso i ricettori prossimi al cantiere.

Le soglie di attenzione per i valori monitorati presso la postazione fissa, corrispondono dunque alla somma tra il valore obiettivo per un determinato ricettore e l’opportuno valore di correlazione.

Ricettore	Soglia di attenzione AA presso CO-04A-RUM-01 dB(A) - Scenario		
	1	2	3 (notte)
Museo archeologico	65,0	73,3	/
Borgata Clarea	65,9	70,4	62,0

Per poter quindi valutare il rispetto dei limiti stabiliti presso i ricettori, sarà di volta in volta necessario operare secondo il seguente schema logico:

- individuazione preliminare dello Scenario di riferimento, secondo quanto riportato nel Cronoprogramma di cantiere;

- verifica della corrispondenza tra cronoprogramma e operatività effettiva;
- conferma o eventuale modifica dello Scenario di riferimento;
- individuazione delle Soglie di attenzione AA pertinenti per i due ricettori;
- confronto tra il livello equivalente medio, diurno o notturno, misurato presso il punto CO-04A-RUM-01, e la corrispondente soglia di attenzione AA.

Tutto ciò premesso, il controllo giornaliero dei livelli di rumore rilevati presso la centralina CO-04A-RUM-01 consente di **verificare la necessità o meno di attivare lo strumento di deroga** ai sensi dell'art. 6 della Legge 447/1995, laddove allo stato attuale si preveda che in condizioni "standard" di lavoro siano superate, presso la stazione fissa di misura, le soglie di attenzione.

In tutti gli altri casi si prevede il seguente protocollo:

1. Fin tanto che il rilievo del rumore alla centralina fissa CO-04A-RUM-01 mostra valori inferiori alle citate soglie di attenzione, il cantiere è sottoposto ad un "Assetto operativo di Sorveglianza" dove il rumore alla centralina fissa viene "sorvegliato" in continuo e viene emesso apposito report ogni 48 ore, come da programma, in cui si esplicitano i livelli equivalenti e i livelli statistici ad intervalli orari.
2. Allorquando presso la centralina CO-04A-RUM-01 si verifica un superamento delle soglie di attenzione diurne o notturne (superamenti che si possono osservare nei report 48 ore) si emette una nota interna di "Superamento soglia" al Responsabile Ambientale di Cantiere e alla Direzione Lavori. In questi casi il cantiere continua a sottostare ad un "**Assetto operativo di Sorveglianza**".
3. Allorquando il superamento si verifica per 2 giorni consecutivi o per 3 giorni all'interno di un'unica settimana di lavoro (superamenti che si possono osservare nei report 48 ore) il protocollo di cantiere, che in questo caso è sottoposto ad un "**Assetto operativo di Attenzione**", prevede:
  - 3.1 "Segnalazione" di Superamento soglia al Responsabile Ambientale di Cantiere e al Responsabile Ambientale della Direzione Lavori.
  - 3.2 Individuazione ed analisi delle cause che hanno indotto il superamento.
  - 3.3 Se la causa riguarda sorgenti temporanee esterne al cantiere, il R.A. di Cantiere (RAC) emetterà apposita "Comunicazione" al R.A. della Direzione Lavori (RADL) che informerà la committenza TELT e si attiverà il monitoraggio esterno.
  - 3.4 Se la causa riguarda sorgenti temporanee interne al cantiere, ma è un'anomalia rispetto alle normali attività, il R.A. di cantiere emetterà "Nota" di riallineamento allo standard operativo finalizzata al ripristino delle normali condizioni lavorative che non determinano superamenti acustici. Tale "Nota" sarà trasmessa al R.A. della Direzione Lavori che informerà TELT ed ARPA.
  - 3.5 Se la causa non è un'anomalia, ma riguarda condizioni che si ripetono periodicamente nel ciclo lavorativo, si prevedono più livelli di azione in ordine ad una determinata priorità operativa che tiene conto di un approfondimento progressivo di analisi e di intervento:

- Controllo della corretta applicazione del ciclo produttivo ed eventuale riallineamento allo standard operativo.
- Individuazione di una soluzione speditiva al problema che comprenda:
  - Modifiche all'operatività dei mezzi di cantiere in causa.
  - Modifiche al layout di cantiere.

Nel caso non si rientri nell'ambito dei due punti precedenti, si prevede un controllo fonometrico presso gli edifici sensibili più vicini (Borgata Clarea), al fine di verificare se il contributo acustico indotto dal cantiere determini effettivamente un esubero rispetto ai limiti normativi negli ambiti esterni alle aree di lavoro. Si configurano due situazioni possibili:

- Nel caso la verifica fonometrica dia esito negativo, ovvero i valori rilevati risultino inferiori ai limiti normativi di soglia, il R.A. di cantiere emetterà "Nota" di riallineamento all'Assetto operativo di Sorveglianza del cantiere. In detta nota saranno descritti gli elementi specifici del problema con l'indicazione delle cause del superamento soglia, delle azioni che sono state messe in atto, ed i relativi risultati, finalizzate al ripristino delle normali condizioni lavorative che non determinano superamenti acustici. Tale "Nota" sarà trasmessa al R.A. della Direzione Lavori che informerà TELT ed ARPA.
- Nel caso la verifica fonometrica dia esito positivo, ovvero i valori rilevati risultino superiori ai limiti normativi di soglia, è necessario in prima battuta distinguere il contributo del rumore indotto dal cantiere da quello del rumore residuo; ciò perché, in alcuni casi, sulla base delle misurazioni effettuate anche nel corso della fase Ante Operam, il rumore residuo (ad es. quello indotto dall'autostrada A32) può essere di per sé maggiore dei limiti normativi di soglia.

Stabilito che il contributo del rumore indotto dal cantiere, epurato dal rumore residuo, non determina superamenti di soglia, si rientra nelle condizioni operative del punto precedente.

Viceversa, stabilito che il contributo del rumore indotto dal cantiere determina effettivamente dei superamenti di soglia, è necessario definire delle azioni di intervento, siano esse sulle specifiche attività e/o macchinari di cantiere, siano esse sull'individuazione di ostacoli alla propagazione del rumore verso i ricettori esterni (barriere antirumore, ecc.). L'efficacia di tali azioni sarà valutata mediante l'analisi di nuove misurazioni fonometriche, sia internamente al cantiere, presso la centralina fissa, sia esternamente al cantiere, presso i ricettori.

Anche in questo caso, al termine delle operazioni e delle successive verifiche, il R.A. di cantiere emetterà "Nota" di riallineamento all'Assetto operativo di Sorveglianza del cantiere con le stesse modalità viste nel precedente punto. Tale "Nota" sarà trasmessa al R.A. della Direzione Lavori che informerà TELT ed ARPA.

- Nel caso infine in cui anche con le azioni di intervento sopra descritte non sia stato possibile raggiungere i limiti normativi di soglia, o nel caso in cui non sia stato possibile adottare delle azioni di intervento (ad es. per il conseguente instaurarsi di criticità di livello maggiore), è necessario attivare la procedura per la richiesta di deroga ai sensi dell'art. 6, lett. h della Legge n. 447 del 26/10/1995.

Proprio in merito a quest'ultimo punto, la Regione Piemonte con Bollettino Ufficiale n. 27 del 05/07/2012 emana la Deliberazione della Giunta Regionale 27 giugno 2012, n. 24-4049 "Disposizioni per il rilascio da parte delle Amministrazioni comunali delle autorizzazioni in deroga ai valori limite per le attività temporanee, ai sensi dell'articolo 3, comma 3, lettera b) della l.r. 25 ottobre 2000, n. 52".

Nella citata DGR n. 24-4049 si rappresentano le autorizzazioni in deroga che, a seconda delle caratteristiche proprie del tipo di attività oppure dei luoghi in cui sono esercitate, sono distinte in:

- Autorizzazioni senza istanza (attività a carattere di urgenza per servizi di primaria utilità; attività molto limitate come estensione temporale e/o orario; attività di manutenzione ordinaria di spazi pubblici, ecc).
- Autorizzazioni con istanza semplificate (attività con restrizioni orarie e temporali diverse dalle precedenti; attività con determinati limiti acustici massimi, ecc).
- Autorizzazioni con istanza ordinarie

In particolare:

*Il Comune può richiedere, nell'atto di autorizzazione o durante lo svolgimento dell'attività, che sia dato incarico ad un Tecnico Competente in Acustica Ambientale, ai sensi dell'art. 2, commi 7 e 8 della 447/1995, di verificare il rispetto dei limiti prescritti attraverso opportuni rilievi fonometrici.*

*Il Comune, anche a seguito di sopralluogo da parte degli organi di controllo competenti, può comunque imporre, durante lo svolgimento dell'attività autorizzata, limitazioni di orari e l'adozione di accorgimenti al fine di ridurre l'inquinamento acustico.*

*Per i siti particolarmente critici e qualora si renda necessario, il Comune conserva un registro delle deroghe rilasciate anche ai fine di motivare eventuali prescrizioni, dinieghi o revoche.*

*L'autorizzazione in deroga richiesta per attività a carattere temporaneo da svolgere in prossimità di aree di Classe 1 del Piano di Classificazione Acustica, caratterizzate dalla presenza di ricettori sensibili, può essere soggetta a specifiche prescrizioni ai fini di una maggiore tutela.*

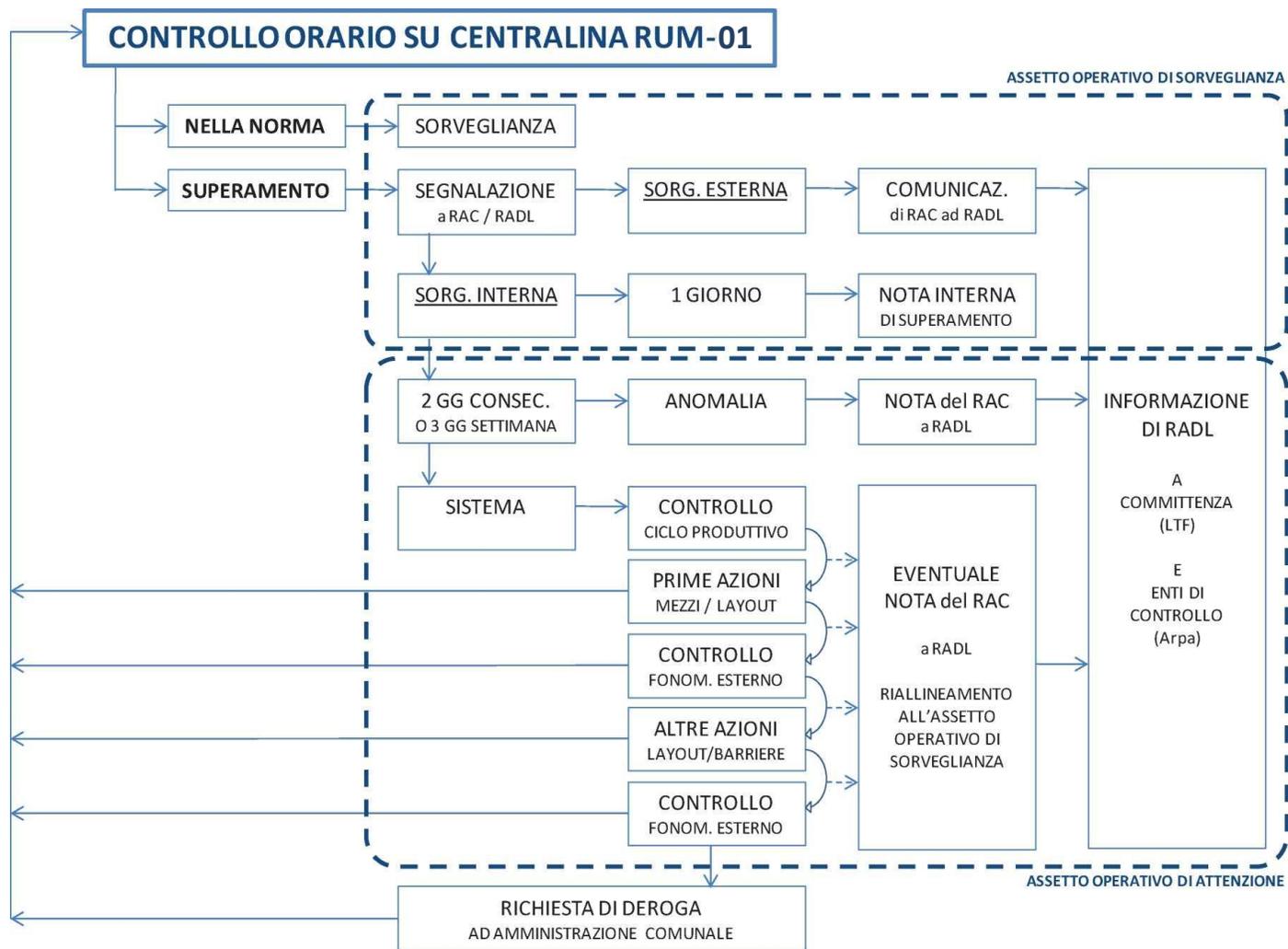
*Particolare attenzione dovrà essere posta per le attività temporanee nei caso in cui il rumore immesso nell'ambiente abitativo potenzialmente disturbato provenga dall'interno dell'edificio.*

*L'autorizzazione in deroga esclude sempre l'applicazione dei fattori correttivi del rumore ambientale qualora previsti dalla normativa.*

Il cantiere in oggetto rientra nella categoria "Autorizzazione con istanza ordinaria" e la relativa richiesta di deroga deve essere finalizzata essenzialmente all'individuazione di:

- stima del livello di rumore previsto durante le singole lavorazioni e/o fasi operative nelle quali si articola l'attività del cantiere in corrispondenza dei ricettori più esposti;
- valutazione del livello di rumore residuo riscontrabile nell'area negli orari di apertura del cantiere, con particolare riferimento ai ricettori più esposti.

A titolo semplificativo si riporta di seguito un diagramma di flusso con il protocollo operativo proposto.



### 3.3.6 Strumentazione impiegata

La strumentazione di base richiesta per il monitoraggio del rumore è composta dai seguenti elementi:

- Fonometro integratore con preamplificatore microfónico caratterizzato da:
  - Conformità classe 1 IEC61672-1 ed. 2.0 (2013)
  - Linearità dinamica superiore ai 105 dB.
  - Costanti di tempo Fast, Slow, Impulse, Picco e Leq contemporanee ed ognuna con le curve di ponderazione (A), (C) e (Lin) in parallelo.
  - Registratore grafico di livello sonoro con possibilità di selezione di diversi parametri di misura oltre alla contemporanea memorizzazione di spettri ad 1/1 e 1/3 d'ottava.
  - Analizzatore statistico con curva cumulativa, distributiva e sei livelli percentili definibili tra LN0.01 e LN99.99.
  - Identificatore ed acquirente automatico di eventi sonori, completi di profilo livello-tempo. Marcatore di eventi configurabile.
  - Analizzatore in frequenza Real-Time in 1/1 e 1/3 d'ottava IEC1260 con gamma da 6.3 Hz a 20 kHz e con dinamica superiore ai 100 dB ed opzione FFT con 400 linee spettrali 0.5Hz - 20kHz.
  - Registrazione veloce delle analisi in frequenza nel tempo con visualizzazione del profilo storico di ogni singola banda.
- microfoni per esterni con schermo antivento;
- calibratore;
- cavi di prolunga microfónica 5 mt;
- cavalletti, stativi o aste microfóniche;
- n. 02 batterie;
- carica batterie interno collegato a presa di corrente esterna (industriale) da 220 v;
- eventuale minicabina per il ricovero della strumentazione;
- sistema di acquisizione e trasmissione dati da remoto;
- software per l'elaborazione dei dati;
- centralina meteorologica per il rilievo in continuo dei parametri meteorologici.

La calibrazione degli strumenti sarà eseguita prima e dopo ogni ciclo di misura, al fine di documentare una differenza massima tra i due cicli di calibrazione di  $\pm 0.5$  dB(A). Tutta l'apparecchiatura si alimenta autonomamente mediante l'ausilio di batterie. La strumentazione fonometrica è soggetta a taratura periodica presso un centro SIT ufficiale almeno ogni 2 anni.

### 3.4 Vibrazioni

#### 3.4.1 Scopo del monitoraggio ambientale

Il sistema di monitoraggio seguirà, in continuità rispetto al monitoraggio eseguito durante la realizzazione del cunicolo esplorativo, un approccio al danno rispetto ai manufatti. Si eseguiranno, in concomitanza delle volate con esplosivo necessarie allo scavo della prima nicchia, rilievi delle vibrazioni sui piloni autostradali ricadenti nei pressi del perimetro di cantiere, al fine di verificare le sollecitazioni indotte su tali strutture con il duplice fine di assicurare l'assenza di danni alle stesse ed eventualmente avere indicazioni su come procedere con le volate successive per minimizzare gli effetti sui manufatti autostradali.

In concomitanza sarà eseguito un controllo del disturbo arrecato ai ricettori nell'intorno ossia il potenziale impatto vibrazionale sull'area archeologica di Chiomonte.

#### 3.4.2 Normativa di riferimento

I riferimenti normativi da considerarsi nella valutazione dell'impatto da fenomeni vibratorii in relazione al possibile danno agli edifici sono:

- NORMA ITALIANA UNI 9916 (Gennaio 2014) Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici.
- DIN 4150-3 2016 Le vibrazioni nelle costruzioni Parte 3: Effetti sui manufatti;
- NORMA INTERNAZIONALE ISO 4866:2010 Vibrazioni meccaniche ed impulsivi. Vibrazioni degli edifici - Guida per la misura delle vibrazioni e valutazione dei loro effetti sugli edifici.

#### 3.4.3 Parametri e metodiche di monitoraggio

Il sistema sarà composto con la seguente architettura:

**Tabella 12: organizzazione delle misure per la valutazione delle vibrazioni**

Sigla Stazione	Parametri Misurati	Metodi Analitici	Frequenza di misura	Tempistica restituzione dati (da termine campagna misura)	Formato di restituzione dati (*)
CO-04A-VIB-01	Velocità di picco dell'oscillazione	UNI9916	Misura in continuo di 7 gg	Valore di picco del parametro misurato	Output numerico sistema di misura
				10 gg	Relazione tecnica in formato.pdf
CO-04A-VIB-02	Velocità di picco dell'oscillazione	UNI9916	Misura in continuo di 7 gg	Valore di picco del parametro misurato	Output numerico sistema di misura
				10 gg	Relazione tecnica in formato.pdf

(\*) oltre al formato indicato i dati saranno forniti anche in formato elettronico per ottemperare alle esigenze operative di una gestione complessiva di monitoraggio per le diverse componenti ambientali e temporali

Il rilievo nei punti CO-04A-VIB-01 e CO-04A-VIB-02 sarà effettuato in parallelo durante la fase di scavo tradizionale con esplosivo della prima nicchia, che si protrarrà indicativamente per una settimana. Qualora i risultati dei primi monitoraggi restituiscano dei valori sotto soglia, il monitoraggio sarà interrotto. In caso contrario, si valuterà il proseguo delle attività di verifica a seconda dei risultati ottenuti.

In corrispondenza delle postazioni di misura verrà posizionata una o più terne di trasduttori di segnale collegati ad idoneo sistema di acquisizione multicanale, per la determinazione dei parametri di misura.

### 3.4.4 Criteri di posizionamento delle stazioni

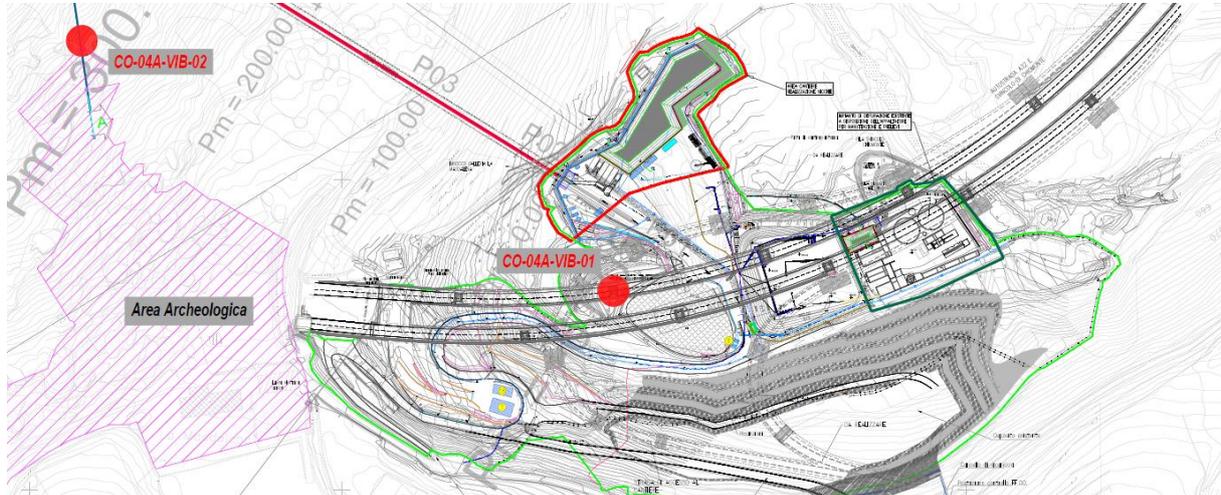


Figura 13: Punti di misura delle vibrazioni

Come riportato in planimetria, la stazione denominata “CO-04A-VIB-01” sarà installata in corrispondenza delle fondazioni del pilone autostradale più vicino all’imbocco del cunicolo esplorativo. La stazione “CO-04A-VIB-02” è invece posta in corrispondenza del settore dell’area a tutela archeologica più prossima alla nicchia NS1.

### 3.4.5 Definizione delle soglie e azioni correttive

Vengono riportati nella tabella seguente i valori soglia in base ai quali si procederà con le azioni individuate in funzione dei dati analitici ottenuti. Con riferimento alla norma UNI9916 (prospetto IV-categoria 1), in funzione della frequenza di oscillazione del fenomeno vibratorio vengono riportati i seguenti valori soglia:

Tabella 13: soglie vibrazionali

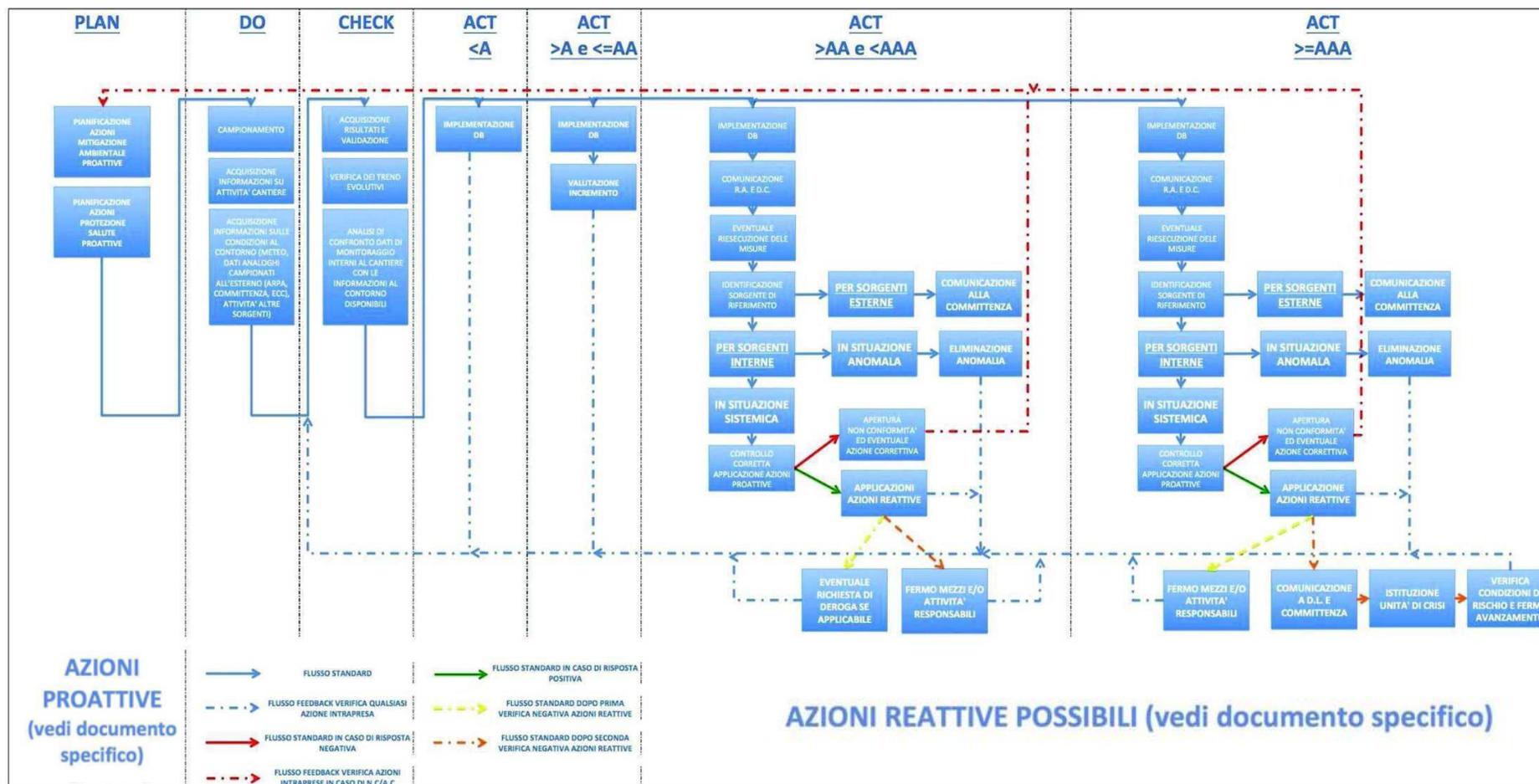
parametro	Campo di frequenza (Hz)	Valore A	Valore AA	Valore AAA*
Velocità di picco dell'oscillazione	<10	Non Applicabile (NA)	NA	20 mm/s
	10-50	NA	NA	20-40 mm/s
	50-100	NA	NA	4-50 mm/s
	>100	NA	NA	40

(\*)valore relativo alla maggiore delle tre componenti assiali di velocità.

Si riporta di seguito lo schema generale decisionale e le relative azioni di intervento studiate per la componente Vibrazioni.

Per tale componente ambientale l’insieme delle azioni individuate si limita alla comunicazione dell’avvenuto superamento delle soglie di allarme, in quanto il monitoraggio progettato è finalizzato proprio al controllo degli effetti vibratorii sui manufatti presenti nell’intorno dell’area di cantiere durante le volate di esplosivo. Tale scelta deriva dalle considerazioni seguenti:

- effetti vibratori significativi si attendono nella sola fase dello scavo tradizionale con esplosivo;
- gli unici manufatti presenti nell'intorno dell'area di cantiere sono i piloni autostradali e l'area archeologica, per i quali le problematiche derivanti dalle vibrazioni su di essi indotte dalle attività costruttive sono connesse con questioni strutturali, per le quali la normativa applicabile fissa i valori massimi tra quelli vigenti, che per tale motivo, sono associati alla soglie di allarme;
- le uniche azioni sostenibili, considerata anche la durata delle attività impattanti, sono appunto inerenti il controllo e la comunicazione dei valori registrati al fine di una corretta modulazione della singola volata.



### 3.4.6 *Strumentazione impiegata*

La strumentazione utilizzata permette il monitoraggio delle onde elastiche indotte dalle volate, tramite la registrazione dei livelli di velocità di vibrazione e di sovrappressione aerea indotti dalle volate di abbattimento. Il monitoraggio avviene con l'uso di:

- un trasduttore, adeguatamente bloccato con sacchetto di sabbia
- stazioni di monitoraggio con registrazione digitale, equipaggiate ciascuna con trasduttore triassiale (x,y,z) di velocità di vibrazione per la misura delle componenti orizzontale radiale, orizzontale trasversale e verticale
- microfono per la misura della sovrappressione aerea.

Viene infine redatto un RAPPORTO DI MONITORAGGIO secondo la UNI 9916 “Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici”.

La strumentazione dovrà essere rispondente alle Norme IEC 184, IEC 222 e IEC 225; gli accelerometri dovranno essere ottemperanti alla Norme ISO 2631/1 e 2 ed UNI 9916.

La catena complessiva di misura dovrà essere corredata da Certificato di Taratura, non anteriore a 2 anni dalla misura, rilasciato da laboratorio qualificato (laboratori accreditati S.I.T.), così come richiesto dalle Norme UNI ISO 5347; è inoltre ammessa la taratura indiretta della strumentazione, che consiste nel confronto tra le indicazioni del sensore da tarare/calibrare ed un sensore campione munito di certificato SIT.

All'inizio ed alla fine di ogni rilievo, dovrà essere eseguita la calibrazione della catena di misura, utilizzando a tale proposito degli appositi calibratori tarati.

### 3.5 Qualità dell'acqua

#### 3.5.1 Scopo del monitoraggio ambientale

Le attività di monitoraggio sulle acque sono riconducibili solo alle acque di scarico e alle acque di venuta dalla galleria.

L'impianto di depurazione definitivo e il suo funzionamento sono ampiamente descritti nel documento di Progetto Esecutivo redatto già in occasione della realizzazione del Cunicolo Esplorativo, denominato *MAD\_EXE\_VEN\_0071 Impianto di depurazione - Relazione tecnica generale*. Per tale impianto è stato predisposto il convogliamento di tutte le acque provenienti dall'interno dell'area (una volta pavimentata) e dal cunicolo (acque di venuta dalla galleria, acque di lavaggio pneumatici, acque di raccolta piazzali impermeabilizzati, ecc) ad esclusione delle acque di scarpata/versante che hanno un regime di raccolta autonomo ed esterno al cantiere stesso e che quindi non verranno trattate. Le acque di venuta dalla galleria, inoltre, verranno raccolte in un sistema di canalizzazione che permetterà, nelle varie fasi di lavorazione, di separarle a seconda delle loro caratteristiche.

Per garantire che le attività di cantiere, sia quelle riconducibili allo scavo vero e proprio, sia quelle correlate, non interferiscano con l'ambiente idrico locale vengono quindi effettuati dei controlli sistematici per rilevare la qualità delle acque di scarico prima dell'immissione nel recettore finale, ovvero il torrente Dora Riparia in Comune di Chiomonte (TO) (ai sensi del regolamento regionale emanato con D.P.G.R. in data 6/12/2004, n. 14/R). Il punto di scarico, approvato dalle autorità competenti, si trova ad Est dell'area di cantiere, oltre un rilievo, attraversato tramite microtunnel.

#### 3.5.2 Normativa di riferimento

Nell'ambito della tutela delle acque la norma di riferimento a livello nazionale è il D.Lgs. 152/2006 "Norme in materia ambientale" (in particolare i limiti di emissione degli scarichi idrici secondo il D.Lgs. 152/06 parte terza, Allegato 5, tabella 3). In ambito provinciale (Provincia di Torino) va ricordato il D.P.G.R. N. 1/R del 20/02/2006 integrato dal D.P.G.R. N. 7/R del 02/08/2006 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di lavaggio di aree esterne".

Per quanto riguarda le attività di scarico delle acque nel corpo recettore finale, di realizzazione dell'opera di sbocco nella Dora Riparia e di concessione all'utilizzo di acque sotterranee, in accordo con le prescrizioni CIPE n. 34, 35 e 36 della delibera 86/2010 già relativa al cunicolo esplorativo, si è richiesta autorizzazione alle autorità competenti. Tali attività sono state quindi approvate rispettivamente con:

- Determinazione della Regione Piemonte n. 1163 del 10/05/2013 (per l'opera di sbocco)
- Provvedimento Autorizzativo Unico n. 411 del 29/09/2016 (per lo scarico)
- Concessione della Provincia di Torino del 23/09/2013 (per il pozzo di captazione delle acque sotterranee)
- Concessione della Provincia di Torino del 20/11/2013 (riutilizzo delle acque di galleria)

#### 3.5.3 Parametri e metodiche di monitoraggio

Di seguito si riportano i dettagli del monitoraggio delle acque di galleria, il campionamento viene effettuato secondo quanto previsto dal Metodo 1030/2003 Manuale APAT.

Tabella 14: attività di monitoraggio delle acque di scarico

sigla stazione	parametri misurati	metodi analitici	frequenza di misura	Tempistica restituzione dati (da termine campagna misura)	formato di restituzione dati (*)
CO-04A-ACQ-01	vedi tabella 15	vedi tabella 10	quindicinale	10gg	rapporti di prova in formato cartaceo o .pdf
CO-04A-ACQ-AM-01	asbesto	(Procedura interna laboratorio SOP/A003 rev.1)	quindicinale	72 ore	rapporti di prova in formato cartaceo o .pdf

(\*) oltre al formato indicato i dati sono forniti anche in formato elettronico per ottemperare alle esigenze operative di una gestione complessiva di monitoraggio per le diverse componenti ambientali e temporali

L'attività di monitoraggio delle acque presenti in cantiere sarà quindi espletata su due tipologie di acque:

1. acque in uscita dall'impianto di trattamento (intercettate prima dello scarico nel recettore finale);

2. acque provenienti dalle venute di galleria.

Per le acque in uscita dall'impianto di trattamento (CO-04A-ACQ-01) verranno effettuati campionamenti sistematici al pozzetto finale con la frequenza indicata in tabella e in accordo con le prescrizioni della provincia indicate nell'autorizzazione allo scarico precedentemente citata (Provvedimento Autorizzativo Unico n. 411 del 29/09/2016). Prima dell'inizio dei lavori dovrà essere richiesto il rinnovo di tale autorizzazione, sulla base delle lavorazioni eseguite nell'ambito della realizzazione delle nicchie.

Ricordiamo che tali acque vengono scaricate nel Torrente Dora Riparia situato a valle dell'impianto di depurazione.

Le analisi chimiche che saranno eseguite sulle acque in uscita dall'impianto di depurazione sono riportate nella tabella seguente:

Tabella 15: parametri analitici determinati sulle acque di scarico

Parametro	Metodo analitico
pH	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003
Conducibilità	APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003
Temperatura	APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003
Solidi Sospesi totali	APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003
Colore	APAT CNR IRSA 2020 C Man 29 2003
Odore	APAT CNR IRSA 2050 Man 29 2003
BOD5	APAT CNR IRSA 5120 A/B Man 29 2003
COD	ISO 15705:2002
Metalli (elenco D.Lgs. 152/06)	EPA 6020A 2007 + APAT CNR IRSA 3150 C Man 29 2003 o POP 11849 2008 Rev.1
Cianuri totali	APAT CNR IRSA 4070 Man 29 2003 o APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21th Ed.2005, 4500-CN-O
Solfuri	APAT CNR IRSA 4160 Man 29 2003
Solfiti	APAT CNR IRSA 4150 Man 29 2003
Solfati	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
Cloruri	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003

Parametro	Metodo analitico
Fluoruri	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
Fosforo totale	APAT CNR IRSA 4110 A2 Man 29 2003
Azoto ammoniacale	APAT CNR IRSA 4030 A2/C Man 29 2003 o APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21th Ed. 2005, 4500-NH3 H
Azoto nitroso	APAT CNR IRSA 4050 Man 29 2003 o APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21th Ed.2005, 4500-NO3-I
Azoto nitrico	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003 o APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21th Ed.2005, 4500-NO3-I
Azoto totale	APAT CNR IRSA 4060 Man 29 2003
Grassi e oli animali e vegetali	APAT CNR IRSA 5160 Man 29 2003
Idrocarburi totali	APAT CNR IRSA 5160 Man 29 2003
Solventi organici aromatici	EPA 8260C 2006
Solventi organici azotati	POP20011 -R.0
Tensioattivi totali (MBAS+BIAS)	APAT MAN29/5170/03 + APAT MAN29/5180/03
Solventi clorurati	EPA 8260C 2006
Saggio di tossicità acuta	Daphnia Magna
Amianto	DM 06/09/1994 All. 1 B GU n° 288 10/12/1994 SO

I dati acquisiti a seguito di tutte le analisi sopra citate sono conservati in cantiere in un apposito registro e trasmessi agli Enti di controllo secondo quanto prescritto.

Per le acque di venuta della galleria (CO-04A-ACQ-AM-01) il monitoraggio verrà svolto sulla portata totale in uscita dal cunicolo, secondo l'unico criterio della verifica della presenza di amianto.

### 3.5.4 Criteri di posizionamento delle stazioni

Le postazioni di monitoraggio delle acque sono riportate nella figura seguente.

La misura CO-04A-ACQ-01 corrisponde al pozzetto in uscita dall'impianto di trattamento, mentre la postazione CO-04A-ACQ-AM-01, dovendo misurare le acque di venuta della galleria è stato posizionato all'imbocco.

Il punto CO-04A-ACQ-RAD-01 riportato in planimetria corrisponde ad una misura di radioattività sulle acque in ingresso all'impianto di depurazione. La descrizione di tale punto di misura è riportata al paragrafo 3.6.6, a cui si rimanda.

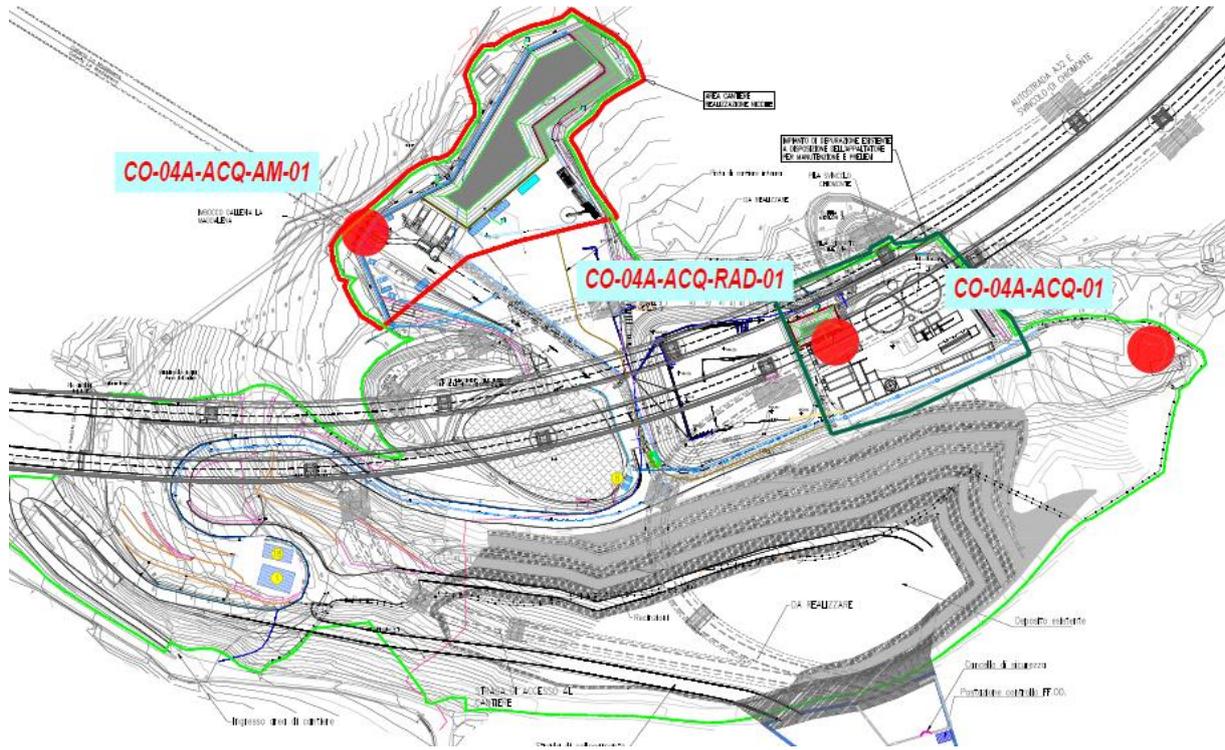


Figura 14: Punti di monitoraggio della qualità delle acque

### 3.5.5 Definizione delle soglie e azioni correttive

Come indicato precedentemente vengono riportati nelle tabelle seguenti i valori soglia.

Tabella 16: valori soglia applicati ai parametri chimici per le acque di scarico

Parametro	Valore A	Valore AA	Valore AAA
CO-04A-ACQ-01 Parametri chimici determinati sulle acque depurazione e galleria	50% del valore AAA	80% del valore AAA	Valori limite riportati in D.Lgs 152/2006 Parte III, all.5 Tab3

Tabella 17: valori soglia relativi alle fibre di amianto per le acque di scarico impianto di depurazione e le acque di venuta da galleria.

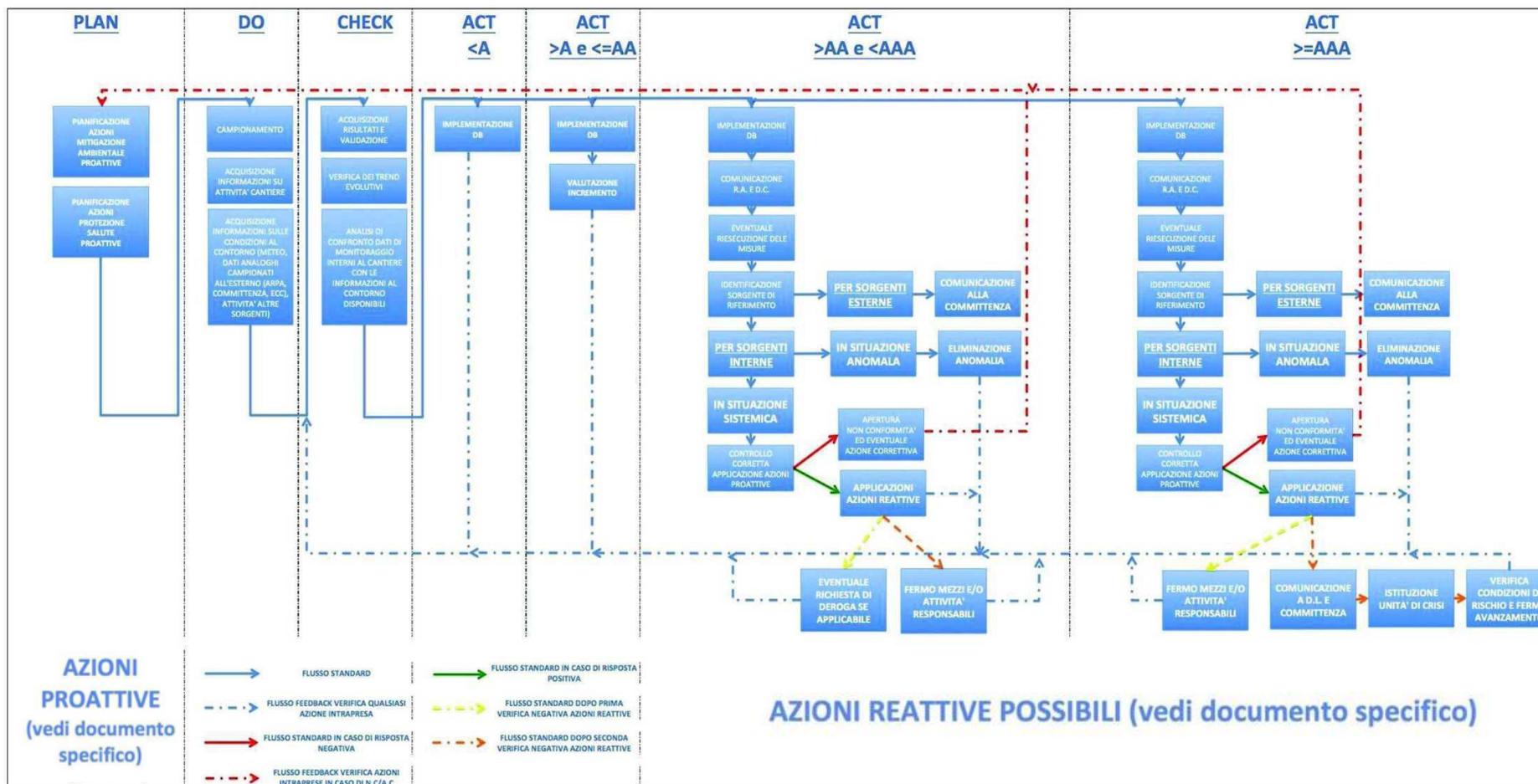
Parametro	Valore unico AA
CO-04A-ACQ-AM-01 fibre amianto determinate nelle acque depurazione e galleria	Presenza fibre amianto

Per i campionamenti CO-04A-ACQ-AM-01 si considera come limite unico la sola presenza di fibre come indicato da ARPA Piemonte nella nota Prot. n.106866 del 22/12/2014. La preparazione dei campioni acquosi avviene secondo la procedura interna del laboratorio

incaricato SOP/A003, conforme al D.M. 6/9/94, All. 1B e già condivisa con ARPA Piemonte, e l'ingrandimento utilizzato per osservare i campioni acquosi in SEM è 2000X.

Nel caso sia rinvenuto amianto, i fanghi filtropressati contaminati prodotti dall'impianto di depurazione saranno trattati come rifiuto (a seguito di classificazione CER) e verranno applicate le procedure di smaltimento secondo la normativa vigente, in accordo con quanto riportato nel capitolo 3.8.

In riferimento allo schema generale decisionale delle azioni di intervento in funzione della classificazione delle soglie si riportano di seguito il dettaglio e le possibili azioni studiate per la componente acque.



### **3.5.6 Strumentazione impiegata**

Il sistema di campionamento delle acque di scarico sarà conforme a quanto definito dal Metodo 1030/2003 Manuale APAT, sia per quanto riguarda la strumentazione da utilizzare (che per campionamenti di piccoli volumi indica l'utilizzo di bottiglie Niskin o Van Dorn, oppure campionatori automatici), sia per le metodiche di conservazione del campione.

Per la verifica delle fibre di amianto sulle acque di venuta, come già detto, la preparazione dei campioni acquosi avviene secondo la procedura interna del laboratorio incaricato SOP/A003, conforme al D.M. 6/9/94, All. 1B e già condivisa con ARPA Piemonte; l'ingrandimento utilizzato per osservare i campioni acquosi in SEM è 2000X.

### 3.6 Protezione suolo e sottosuolo (terre e rocce)

#### 3.6.1 Scopo del monitoraggio ambientale

Data la tipologia di attività prevalente in questa fase, ossia lo scavo delle nicchie, e la conseguente estrazione e movimentazione di smarino (per una quantità in banco stimata di **circa 27000 mc**), è di fondamentale importanza la verifica della qualità del materiale estratto in conformità alla normativa vigente, D.lgs. 152/2006 articolo 186 parte IV allegato 5 tabella 1 colonna A, come da documento di riferimento 04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0205\_Piano di utilizzo delle terre. Sono quindi previste analisi al fine di verificare l' idoneità al riutilizzo in fasi successive dell'opera anche del materiale che verrà stoccato nel deposito interno al cantiere. La cadenza di tali campionamenti è stabilita in un prelievo per ciascun cumulo formato, che avrà come volume tra 3.000 e 5.000 mc di scavo.

Su richiesta della DL e della Committenza, in caso di materiale contenente una concentrazione di Amianto totale diversa da " $< 100$  mg/Kg" (limite di rilevabilità dell'analisi con la metodica indicata) il materiale stesso non sarà considerato conforme alla messa a dimora nel sito di destinazione individuato anche in caso l'analisi evidenzi un valore inferiore al relativo limite CSC colonna A All.5 Titolo V parte IV D.lgs. 152/2006. Per i dettagli si rimanda agli specifici documenti 04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0211\_Piano di gestione in caso di materiali contenenti amianto e 04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0212\_Piano di Lavoro Tipologico in caso di presenza di amianto.

#### 3.6.2 Normativa di riferimento

Per le attività relative alla classificazione del materiale le norme principali a cui si farà riferimento sono riportate di seguito:

- Per la normativa Italiana le Direttive 67/548/CE, 2008/98/CE, e la Decisione 2000/532/CE sono state recepite e richiamate dal D.Lgs. n. 152/2006 "Norme in materia ambientale" e successivamente da D.Lgs. n. 205/2010 "Disposizioni all'attuazione della Direttiva 2008/98/CE relativa ai rifiuti che abroga alcune direttive".
- Decreto Ministeriale 27/09/2010 "Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in sostituzione di quelli contenuti nel decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 3 agosto 2005".
- Decreto Legislativo 17/08/1999 nr 334 "Attuazione della Direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose".
- Decreto Ministeriale 5/2/1998 "individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del D.Lgs. 5/2/97 nr 22".
- Decreto 5/4/2006 nr 186 "Regolamento recante modifiche al D.M. 5/2/98".
- D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. "Norme in materia ambientale".
- Legge 28 gennaio 2009 nr 2 "Conversione in Legge, con modificazioni, del Decreto Legge 29/11/2008 nr 185".
- D.Lgs. n. 4 del 16/01/2008 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale".
- Decreto Legge n° 208 del 30/12/2008 "Misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente".

- Legge n° 13 del 27/02/2009 “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 dicembre 2008, n. 208, recante misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente”.
- D.G.R. n. 24-13302 del 15/02/2010 “Linee guida per la gestione delle terre e rocce da scavo ai sensi dell'articolo 186 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152”.
- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare 10 agosto 2012, n. 161 “Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo”.
- Decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017, n. 120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”.

### 3.6.3 Parametri e metodiche di monitoraggio

In sintesi le attività di controllo sono riassunte di seguito:

**Tabella 18: attività di controllo sulle terre e rocce da scavo**

sigla stazione	parametri misurati	metodi analitici	frequenza di misura	Tempistica restituzione dati (dall'arrivo in laboratorio)	formato di restituzione dati (*)
CO-04A-SMA-01	referimento 04A_OO-- _0_Z_E_RE_AM_0205	referimento 04A_OO-- _0_Z_E_RE_AM_0205	Max ogni 5000 m3	Max 5gg	rapporto di prova cartaceo o .pdf
CO-04A-SMA-02	referimento 04A_OO-- _0_Z_E_RE_AM_0205	referimento 04A_OO-- _0_Z_E_RE_AM_0205	Max ogni 5000 m3	Max 5gg	rapporto di prova cartaceo o .pdf

(\*) oltre al formato Indicato i dati sono forniti anche in formato elettronico per ottemperare alle esigenze operative di una gestione complessiva di monitoraggio per le diverse componenti ambientali e temporali

### 3.6.4 Criteri di posizionamento delle stazioni

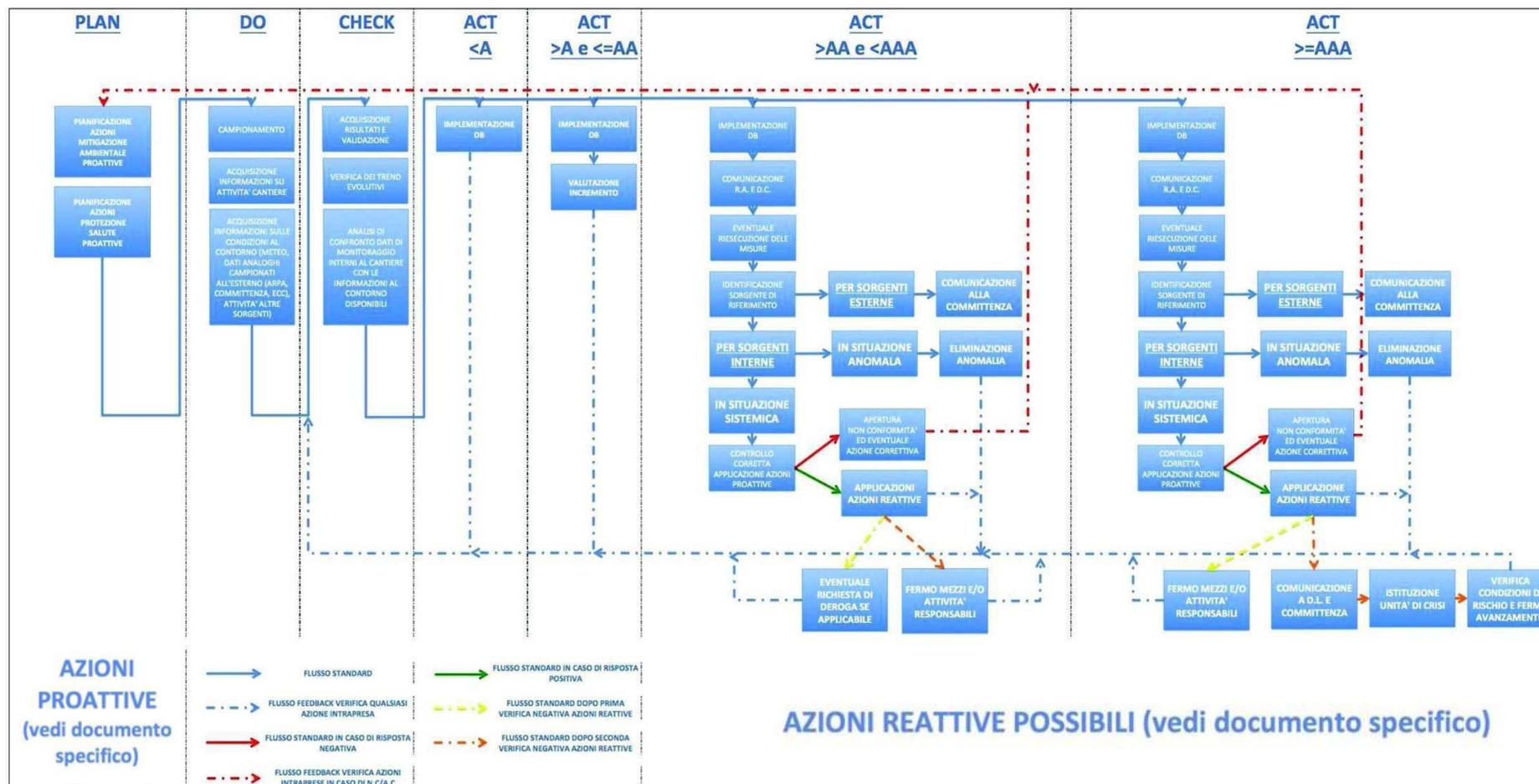
I due punti di monitoraggio sono individuati presso le due aree interessate dallo stoccaggio provvisorio del marino, in attesa della collocazione presso i depositi definitivi, riportate nella figura seguente.



**Tabella 20: parametri da sottoporre a misura per la caratterizzazione dei materiali ai fini dello smaltimento come rifiuti**

<b>Parametro</b>	<b>Metodo analitico</b>
Granulometria	ASTM D422
Bulk density (peso specifico apparente)	ASTM D5057/90 (01)
RESIDUO SECCO	UNI EN 14346:2007 p.te A
pH	UNI EN 14346:2007 p.te A - POP 10952-R.0
METALLI (elenco D.Lgs. 152/06)	UNI EN 13657:2002 + EPA 6020A:2007, EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992
Composti Aromatici (elenco D.Lgs. 152/06)	EPA 8260C 2006
Aromatici Policiclici	EPA 8270D 2007
PCB	EPA 3550B + EPA 8082A:2007
Idrocarburi C<12	EPA 8015C 2007
Idrocarburi C>12	EPA 8015C 2007
Amianto totale	DM 06/09/1994 All.1 B GU n° 288 10/12/1994 SO (SEM)
TOC	UNI EN 13137:2002
Oli minerali(C10-C40)	UNI EN 14039:2005
Su Test di Cessione	UNI EN 12457-2:2004
As	EPA 6020A:2007
Ba	EPA 6020A:2007
Cd	EPA 6020A:2007
Cr tot	EPA 6020A:2007
Cu	EPA 6020A:2007
Hg	EPA 6020A:2007
Mo	EPA 6020A:2007
Ni	EPA 6020A:2007
Pb	EPA 6020A:2007
Sb	EPA 6020A:2007
Se	EPA 6020A:2007
Zn	EPA 6020A:2007
Cl	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
F	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2004
SO4	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2005
In. Fenolo	APAT CNR IRSA 5070 A2 Man 29 2003
DOC	UNI EN 1484:1999

In riferimento allo schema generale decisionale delle azioni di intervento in funzione della classificazione delle soglie si riportano di seguito il dettaglio e le possibili azioni studiate per la componente suolo.



### **3.6.6 Strumentazione impiegata**

Il campionamento è effettuato manualmente e/o, ove necessario, con l'ausilio di mezzi meccanici (escavatori) da una altezza minima pari a 0,50 m da terra.

Il campionamento è eseguito tenendo in considerazione i seguenti aspetti:

- previsioni di produzione dei volumi di materiale di scavo;
- litologia del materiale e quindi la propria omogeneità.

I metodi ufficiali di analisi prevedono che il campione composito finale sia di circa 500 g. Nel caso in cui il campione debba servire come riferimento o essere conservato in banca campioni la quantità prevista è di 2.000 g.

Ad ogni campione da spedire in laboratorio è applicato un cartellino identificativo riportante:

- id. del campione;
- data e ora del prelievo;
- posizione del punto di prelievo;
- cognome e nome del prelevatore;
- tipologia di analisi da effettuare.

### 3.7 Radiazioni ionizzanti

#### 3.7.1 Scopo del monitoraggio ambientale

Le radiazioni ionizzanti costituiscono un rischio ormai ben noto sia per la salute umana che per l'ambiente, in termini di dispersione in aria o in acqua.

Tutte le azioni di monitoraggio, prevenzione e protezione sono finalizzate dunque non solo alla minimizzazione della dose a cui sono sottoposti i lavoratori, sia sotto forma di radiazioni (alfa, beta, gamma) sia per inalazione del gas radon sprigionato dal terreno e dalle rocce, ma anche ad evitare la dispersione ambientale della contaminazione all'esterno del tunnel o all'esterno del cantiere.

Il tema delle radiazioni, descritto nel presente capitolo, è trattato nello specifico anche nei documenti 04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0213\_Linee Guida in caso di materiale Radioattivo al fronte e 04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0214\_Piano di Lavoro Tipologico in caso di Radiazioni ionizzanti dove si riportano le azioni che verranno intraprese nel caso di superamento dei limiti di Intervento (AAA) e le relative procedure e modalità di monitoraggio che verranno attivate in tal caso. Nel presente paragrafo si riportano quindi solo le modalità di monitoraggio che sono attive nella condizione ordinaria, rimandando al Piano di Lavoro per tutte le altre situazioni.

#### 3.7.2 Normativa di riferimento

- D.Lgs. N. 230 del 17/03/1995 “Attuazione delle direttive 89/618 Euratom, 90/641 Euratom, 92/93 Euratom e 96/29 Euratom in materia di radiazioni ionizzanti” e dai D.Lgs. successivi:
- D.Lgs. 26/05/2000 N. 187
- D.Lgs. 26/05/2000 N. 241
- D.Lgs. 9/05/2001 N. 257

Accanto a queste si devono ricordare:

- Le raccomandazioni dell'International Commission for Radiation Protection ICRP 65 e 66
- La legge regionale della Regione Piemonte L.R. N. 5 del 18/02/2010

#### 3.7.3 Parametri e metodiche di monitoraggio

Di seguito si riportano le attività di monitoraggio all'esterno del cunicolo.

Le misure in esterno al cunicolo (sia sul particolato che sui cumuli) sono legate alla produzione di smarino e pertanto saranno generalmente attivate in corrispondenza della macrofase B (cfr. paragrafo 2.3.1) in cui è previsto l'effettivo scavo e movimentazione del materiale.

**Tabella 21: attività di monitoraggio sull'area di cantiere esterna al cunicolo**

Sigla stazione	Parametri misurati	Metodi analitici	Frequenza/luogo di misura	Tempistica e formato di restituzione dati
----------------	--------------------	------------------	---------------------------	---

Sigla stazione	Parametri misurati	Metodi analitici	Frequenza/luogo di misura	Tempistica e formato di restituzione dati
CO-04A-RAD-01	Alfa, beta	Misure <u>alfa-beta su pacchetto settimanale</u> di filtri contenenti PTS campionate con pompe ad alto volume	Campionamento continuo con flusso di circa 6 l/min. Prelievo del filtro per misure alfa/beta con periodicità settimanale	Rapporti in formato elettronico (.pdf) entro 15 gg dalla data di prelievo
CO-04A-RAD-01	Gamma	Misure di radioattività <u>gamma su pacchetto mensile</u> di filtri contenenti PTS mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione (catena di rivelazione a HPGe)	Campionamento continuo con flusso di circa 6 l/min. Misure gamma con periodicità mensile.	Rapporti in formato elettronico (.pdf) entro 15 gg dalla data di prelievo
CO-04A-RAD-02	Gamma	Misure su campioni di marino di circa 1 Kg mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione con rivelatore a Ge iperpuro	Campionamento puntuale sul cumulo formato	Rapporti in formato elettronico (.pdf) entro 15 gg dalla misura
CO-04A-RAD-03	Gamma	Misura con sonda a scintillazione	Giornaliera sul cumulo di smarino in fase di riempimento	Giornaliera in formato elettronico (.pdf o .xls). Validazione dati mensile con Report Misure

Come riportato in tabella, con frequenza giornaliera (e comunque legata alla produzione di smarino) vengono effettuate delle misure di esposizione gamma ambientale (CO-04A-RAD-03), con la strumentazione indicata, sul cumulo in fase di riempimento con particolare attenzione al materiale più fresco. Questo tipo di misura viene implementata, **in caso di situazioni dubbie**, da misure di concentrazione massica di attività in Bq/Kg mediante spettrometria gamma a Germanio Iperpuro in geometria Marinelli su materiale "fresco" dei cumuli (CO-04A-RAD-02).

Per quanto riguarda le radiazioni ionizzanti, invece, vengono campionati dalla stazione CO-04A-RAD-01 filtri con frequenza settimanale sui quali verranno effettuate misure alfa/beta; sugli stessi filtri vengono effettuate misure gamma con frequenza mensile.

Le attività di monitoraggio all'interno del cunicolo, invece, sono le seguenti:

**Tabella 22: attività di monitoraggio all'interno del cunicolo**

Sigla stazione	Parametri misurati	Metodi analitici	Frequenza/luogo di misura	Tempistica e formato di restituzione dati
CO-04A-RAD-04	Gamma	Misura con sonda a scintillazione	Misura giornaliera sul fronte di scavo	Giornaliera in formato elettronico (.pdf o .xls). Validazione dati mensile con Report Misure
CO-04A-RAD-05	Concentrazione Gas Radon	Misura in continuo con MIAM e Canary	Misura in continuo con sensore installato in galleria	Giornaliera in formato elettronico (.pdf o .xls). Validazione dati con Report Misure

All'Interno del cunicolo, quindi, le misure di concentrazione volumica di radon vengono effettuate in continuo, mentre le misure gamma vengono effettuate manualmente sul fronte di scavo.

Sono attivi inoltre i monitoraggi della componente in oggetto relativi alle acque come indicato nell'autorizzazione allo scarico precedentemente citata (Provvedimento Autorizzativo Unico n. 411 del 29/09/2016 e successiva trasmissione di modifica del SUAP delle Valli prot. n.5767 del 05/07/2017 Class.11.3.). Come già detto in precedenza, prima dell'inizio dei lavori dovrà essere richiesto il rinnovo di tale autorizzazione, sulla base delle lavorazioni eseguite nell'ambito della realizzazione delle nicchie.

Il monitoraggio avviene quindi sulle acque in ingresso all'impianto di depurazione (CO-04A-ACQ-RAD-01) che contengono le acque di venuta della galleria e sui fanghi disidratati (CO-04A-RAD-06) prodotti dallo stesso impianto nel corso delle operazioni di depurazione.

Per quanto riguarda il monitoraggio CO-04A-RAD-06, su richiesta degli Enti di controllo verrà effettuata una misura semestrale di concentrazione di radionuclidi con le stesse modalità e gli stessi limiti del monitoraggio CO-04A-RAD-02 (Tabella 24).

Si riportano comunque le tabelle seguenti in analogia con le tabelle di cui sopra

**Tabella 23: monitoraggio delle acque di venuta e di trattamento e del fanghi disidratati**

Sigla stazione	Parametri misurati	Metodi analitici	Frequenza/luogo di misura	Formato di restituzione dati
CO-04A-ACQ-RAD-01	Alfa/beta totale	Scintillazione liquida Tricarb	Bisettimanale	Rapporti in formato elettronico (.pdf) entro 10 gg dalla misura

Sigla stazione	Parametri misurati	Metodi analitici	Frequenza/luogo di misura	Formato di restituzione dati
CO-04A-RAD-06	Gamma	Misure su campioni di fanghi disidratati di circa 1 Kg mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione con rivelatore a Germanio iperpuro	Campionamento semestrale	Rapporti in formato elettronico (.pdf) entro 15 gg dalla misura

### 3.7.4 Criteri di posizionamento delle stazioni

La configurazione del sistema di rilevamento risulta sostanzialmente equivalente a quello delle fasi di realizzazione del cunicolo esplorativo. L'unica differenza riguarda il punto CO-04A-RAD-01, spostato più a nord rispetto alle fasi precedenti in corrispondenza della postazione di misura atmosferica del PM10.

Si riporta di seguito un'immagine semplificativa.

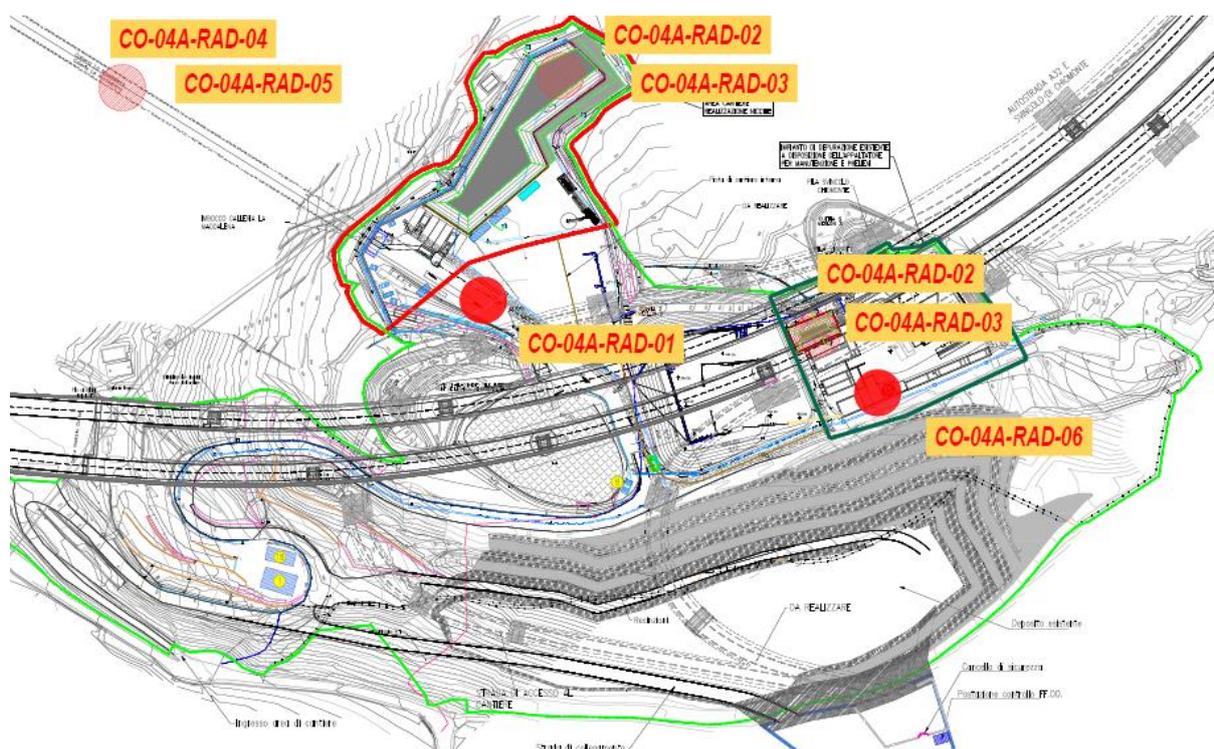


Figura 16: Configurazione del sistema di rilevamento radiazioni

Per il posizionamento del punto di monitoraggio CO-04A-ACQ-RAD-01 si veda la Figura 14.

### 3.7.5 Definizione delle soglie e azioni correttive

Per quanto riguarda i limiti di riferimento da applicare alle diverse componenti monitorate, di seguito si riportano i valori stabiliti di comune accordi con gli Enti di Controllo a seguito dei numerosi confronti. In particolare si segnala la nota ARPA Prot. n. 106866 del 22/12/2014, il

successivo tavolo tecnico del 02/04/2015 presso la sede di Ivrea del Dipartimento Radiazioni Ionizzanti di Arpa Piemonte e la nota ARPA Prot. n. 49336 del 13/06/2014.  
Nelle tabelle seguenti si riportano i limiti relativi ai monitoraggi in cunicolo e sui cumuli di smarino.

**Tabella 24: valori di soglia radiazioni**

Parametro	Soglia A o limite di sorveglianza	Soglia AA o limite di attenzione	Soglia AAA o limite di intervento	Note
CO-04A-RAD-02 Gamma (concentrazione di radionuclidi gamma-emittenti, uranio/torio)	100 Bq/Kg	200 Bq/Kg	400 Bq/Kg	Nota ARPA Prot. n. 106866 del 22/12/2014
CO-04A-RAD-03 CO-04A-RAD-04 Gamma	0.25 pGy/h	0.5 pGy/h	1.0pGy/h	Fissato in base ai limiti di dose annuale per la popolazione
CO-04A-RAD-05 Radon	200 Bq/m <sup>3</sup>	300 Bq/m <sup>3</sup>	400 Bq/m <sup>3</sup>	Delibera CIPE N. 15

Per quanto riguarda i limiti da applicare al monitoraggio dell'attività Alfa, Beta e Gamma sulle PTS, in accordo con gli Enti di Controllo, si procederà come di seguito.

I valori dei singoli limiti sono i seguenti:

**Tabella 25: valori di soglia postazione CO-04A-RAD-01**

Parametro	A Limite di Sorveglianza (mBq/mc)	AA Limite di Attenzione (mBq/mc)	AAA Limite di Intervento (mBq/mc)
ALFA	0.4	0.6	0.8
BETA	1.5	4	5
GAMMA	1.5	4	5

Per le componenti alfa e beta, tali limiti saranno applicati secondo la procedura seguente:

- attività Alfa (Beta) totale > A: verifica interna e segnalazione superamento ad Arpa (Ambiente e Natura);
- attività Alfa (Beta) totale > AA: segnalazione superamento ad Arpa; apertura scheda di anomalia; riduzione della polverosità attraverso bagnatura della zona; analisi di spettrometria gamma su campione di smarino relativo al cumulo in formazione nel

periodo di campionamento del filtro, confronto dati con i valori di radioattività rilevati su altre componenti ambientali;

- attività Alfa (Beta) totale > valore limite AAA: segnalazione superamento ad Arpa, apertura scheda anomalia, riduzione della polverosità attraverso bagnatura della zona e verifica livelli di attività beta totale; se anche l'attività Beta (Alfa) totale > valore limite AAA: ufficializzazione stato di Intervento (AAA), segnalazione ad Arpa e attivazione procedure indicate nel documento 04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0214\_Piano di Lavoro Tipologico in caso di Radiazioni ionizzanti.

L'ufficializzazione dello stato di intervento (AAA) per Alfa totale e Beta totale avverrà pertanto solo a seguito del superamento contemporaneo della soglia (AAA) per entrambe le componenti; in caso contrario verrà formalizzato come superamento della soglia di Attenzione (AA).

Per quanto riguarda invece la componente Gamma; verrà formalizzato il superamento della soglia di intervento (AAA) a seguito del confronto tra il valore misurato e il limite a prescindere dai valori misurati per l'attività Alfa e Beta. Per tale componente; inoltre; si procederà al confronto dei valori misurati con i limiti solo per alcuni radionuclidi significativi; dei quali per alcuni si considereranno i limiti indicati mentre per altri verrà considerato un limite unico di Attenzione. Di seguito il dettaglio.

Radionuclidi	Energia	(A) Sorveglianza (mBq/mc)	(AA) Attenzione (mBq/mc)	(AAA) Intervento (mBq/mc)
144Ce	133,52	-	-	-
141Ce	145,44	-	-	-
212Pb	238,63	-	5	-
214Pb	295,22	1,5	4	5
140La	328,76	-	-	-
228Ac	338,40	-	-	-
214Pb	351,99	1,5	4	5
131I	364,49	-	-	-
125Sb	427,87	-	-	-
7Be	477,60	-	-	-
140La	487,02	-	-	-
140Ba	537,26	-	-	-
208Tl	583,10	-	5	-
134Cs	569,33	-	-	-
125Sb	600,60	-	-	-
134Cs	604,72	-	-	-
214Bi	609,32	1,5	4	5
131I	636,99	-	-	-

Radionuclidi	Energia	(A) Sorveglianza (mBq/mc)	(AA) Attenzione (mBq/mc)	(AAA) Intervento (mBq/mc)
137Cs	661,66	-	-	-
95Zr	724,19	-	-	-
99Mo	739,50	-	-	-
95Nb	765,80	-	-	-
134Cs	795,86	-	-	-
140La	815,77	-	-	-
228Ac	911,07	-	5	-
228Ac	968,90	-	-	-
214Bi	1120,28	-	-	-
40K	1460,80	-	5	-
140La	1596,21	-	-	-
214Bi	1764,51	-	-	-

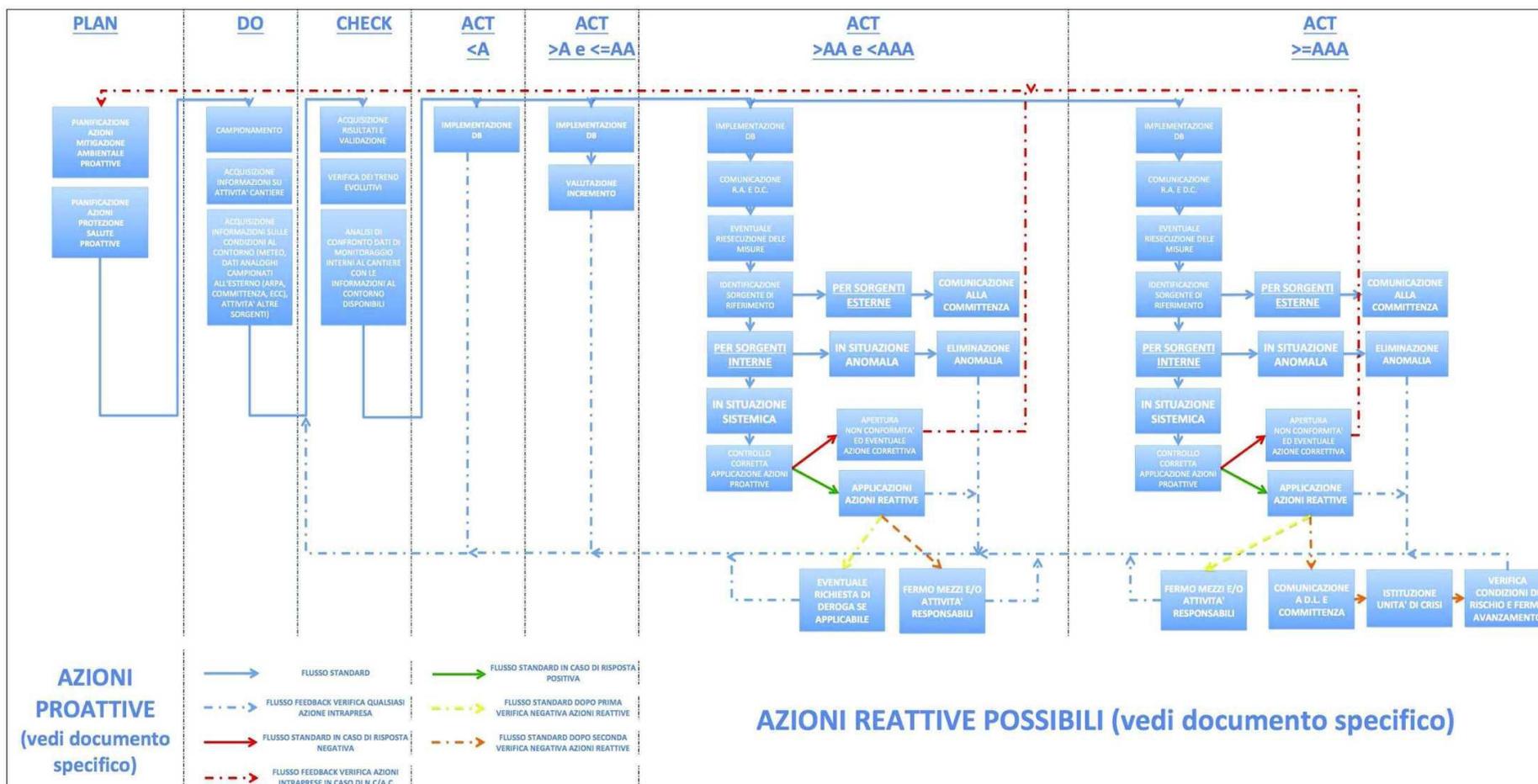
La concentrazione alfa/beta totale nelle acque viene determinata mediante scintillazione liquida su campioni da 10 ml (vials da 20 ml con scintillatore) ottenuti per evaporazione lenta dai campioni prelevati in campo. I limiti o soglie di sorveglianza, attenzione e intervento sono riportati nella tabella seguente e sono stati variati in base alle indicazioni dell'Ente di Controllo competente riportate nel verbale del Tavolo Tecnico del 12/02/2016.

**Tabella 26: valori di soglia per la concentrazione alfa/beta totale nelle acque**

Parametro	Soglia A o limite di sorveglianza (Bq/lt)	Soglia AA o limite di attenzione (Bq/lt)	Soglia AAA o limite di intervento (Bq/lt)	Note
Alfa totale	0,25	0,5	5	(*)
Beta totale	0,5	1	10	(*)

(\*) Il limite di intervento si riferisce essenzialmente al limite di smaltimento all'esterno del cantiere o di immagazzinamento all'interno del cantiere stesso (art. 30, D.Lgs. 230/95 e s.m.i.). Se sarà necessario verrà avanzata richiesta di autorizzazione per smaltimenti o immagazzinamenti di fanghi con attività di maggiore concentrazione (art. 33, D.Lgs. 230/95 e s.m.i.).

Si riporta di seguito lo schema decisionale sulla base del quale vengono intraprese le azioni di intervento in funzione della classificazione delle soglie. Per quanto riguarda le procedure che verranno adottate si rimanda allo specifico documento "Linee Guida in caso di materiale Radioattivo al fronte" (04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0213).



### **3.7.6 Strumentazione impiegata**

Per le misure di dose in campo sullo smarino si prevede l'uso di un rivelatore portatile ad alta sensibilità ATOMTEX modello 117M o altro strumento con caratteristiche analoghe.

Le misure di concentrazione di radon nel punto CO-04A-RAD-06 potranno essere effettuate con rilevatori portatili scelti tra i seguenti: Tesys MR01 o SARAD Radon Scout con tempo di campionamento di 1 ora; l'utilizzo dei dosimetri passivi elettronici di tipo Corentium "Canary" è da ritenersi residuale ed eventualmente solo durante i periodi di manutenzione degli altri strumenti.

Per quanto riguarda le misure di laboratorio si prevede l'utilizzo di:

- spettrometria gamma su campioni di smarino e filtri PTS: rivelatori HPGe prodotti da Ortec ed efficienza relativa del 50%;
- alfa e beta totale in acqua: rivelatore a scintillazione liquida Tricarb 2700TR, o in alternativa un rivelatore PerkinElmer modello Quantulus.

## 3.8 Produzione di rifiuti

### 3.8.1 Scopo del monitoraggio ambientale

Contrariamente ad altri aspetti ambientali che sono correlati ad eventuali impatti, la produzione di rifiuti è un fattore che rappresenta uno stato e, conseguentemente, se gestito correttamente non provoca impatti. I rifiuti prodotti all'interno del cantiere sono gestiti secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Nelle procedure di sistema e nelle istruzioni operative ambientali sono riportate le procedure applicabili per una corretta gestione dei rifiuti anche in riferimento a quanto prescritto in materia dalla legislazione nazionale.

Si rimanda inoltre al documento specifico 04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0210\_Piano di gestione dei rifiuti, nel quale è trattato in maniera approfondita il tema.

Di seguito sono riportati i contenuti principali delle procedure citate.

### 3.8.2 Gestione rifiuti: Azioni e metodi

#### **Individuazione del trasportatore e della discarica autorizzata**

In base alle categorie di rifiuti generate e identificate (o merceologicamente o tramite classificazione chimica) saranno individuati i trasportatori ed i destinatari finali (discariche, intermediari, impianti di recupero) autorizzati. Tale individuazione è effettuata nell'ambito delle procedure di qualifica dei fornitori.

Il Fornitore (trasportatore, intermediario, ecc.) deve essere iscritto all'Albo Nazionale Gestori Ambientali, nella sezione regionale dell'Albo, istituita presso la C.C.I.A.A. del capoluogo di regione in cui ha sede legale lo stesso fornitore. Analoga verifica deve essere fatta nei confronti degli impianti di smaltimento/recupero, che devono essere in possesso di un'autorizzazione specifica.

La documentazione raccolta (autorizzazioni, FIR, registro di carico e scarico, MUD, copia attestazioni di pagamento, ecc.) è conservata sul luogo di produzione dei rifiuti (cantiere).

#### **Adempimenti preliminari**

Il registro di carico e scarico ed i formulari sono conservati congiuntamente nel luogo di produzione dei rifiuti durante l'attività e per almeno 5 anni dall'ultima registrazione effettuata.

#### **Deposito temporaneo**

I rifiuti possono essere depositati temporaneamente in cantiere nel rispetto dei tempi e dei quantitativi previsti dalla norma.

Nel caso di deposito temporaneo di rifiuti pericolosi si provvede alla etichettatura dei contenitori e/o alla affissione della segnaletica di sicurezza nelle aree di deposito.

Per i rifiuti non pericolosi è sufficiente segnalare l'area di stoccaggio rifiuti e la tipologia del rifiuto. Sono state definite in linea di massima le aree destinate al deposito temporaneo dei rifiuti prodotti in cantiere e per lo stoccaggio di materiali potenzialmente pericolosi. Tali aree avranno le caratteristiche richieste dalla normativa vigente, mentre per quanto riguarda le aree di stoccaggio di materiali contaminati da amianto o sostanze radioattive si rimanda agli specifici documenti (04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0211 e 04A\_OO--\_0\_Z\_E\_RE\_AM\_0212). L'ubicazione di tali aree potrà subire modifiche a seconda delle esigenze riscontrate in fase di cantierizzazione e in ogni caso le stesse saranno distribuite in maniera uniforme all'interno

dell'area di cantiere. Una sintesi delle procedure relative alla gestione dei rifiuti all'interno del cantiere è riportata nella figura seguente.

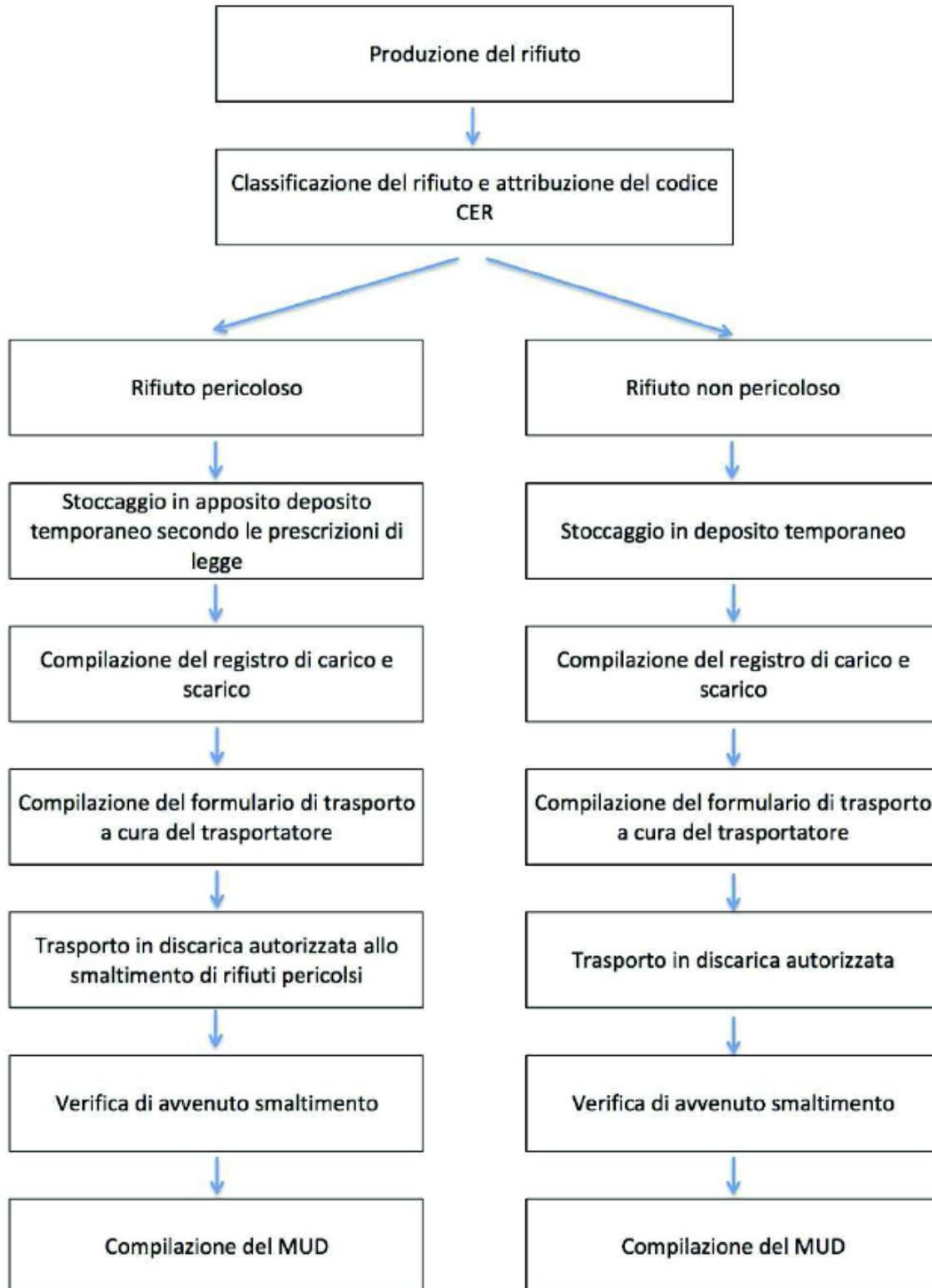


Figura 17: Schema di sintesi delle procedure di gestione dei rifiuti

Si riporta di seguito il dettaglio dello stoccaggio dei rifiuti ed i relativi CER

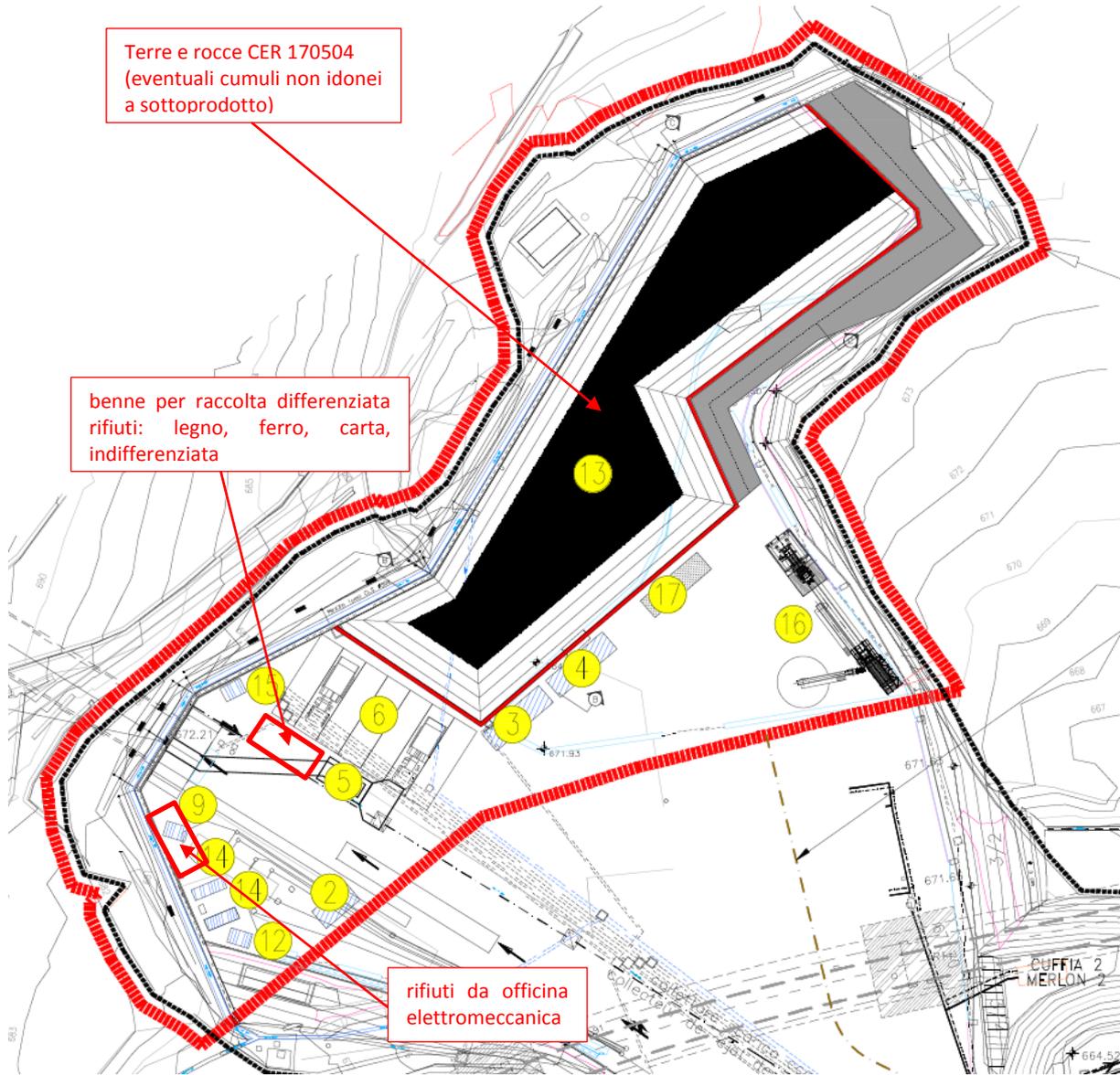


Figura 18: Localizzazione di massima dei depositi temporanei per i rifiuti prodotti in cantiere

## 4 Procedura di emergenza ambientale

Le situazioni di emergenza devono essere gestite secondo quanto previsto dai documenti:

- P.S.C. - piano di sicurezza dell'opera redatto in fase di progettazione esecutiva;
- P.O.S. - piano operativo di sicurezza
- Piani di emergenza predisposti in relazione alla valutazione dei rischi condotto ai sensi del D.Lgs 81/08.

Il coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione ha il compito di verificare il rispetto e applicazione di quanto indicato nei documenti di cui sopra.

Le situazioni di emergenza ambientale nei cantieri possono essere generate dai seguenti accadimenti:

- Contaminazioni del suolo, del sottosuolo e delle falde acquifere
- Incendio
- Crolli e franamenti
- Allagamenti

### **Contaminazione del suolo, del sottosuolo e delle falde idriche**

Le situazioni di emergenza sono legate a:

- Sversamenti di sostanze pericolose al di fuori dei serbatoi o delle vasche di contenimento
- Incidenti dei mezzi sulle piste di transito
- Sversamenti indesiderati delle miscele, dei prodotti utilizzati durante le lavorazioni e necessarie alle lavorazioni stesse
- Rovesciamenti o sversamenti accidentali sul suolo di prodotti oleosi e chimici
- Riempimento dei serbatoi di stoccaggio del combustibile
- Perdite dei serbatoi o dei sistemi di contenimento
- Rifornimento dei mezzi di cantiere, manutenzione e sostituzione e/o rabbocco dei lubrificanti
- Pulizia e svuotamento dei bacini di contenimento e dei pozzetti di raccolta
- Stoccaggio dei lubrificanti e/o di altre sostanze pericolose (vernici, solventi, additivi, etc.)
- Raccolta e deposito temporaneo degli oli, dei filtri, etc.

Al fine di prevenire e minimizzare la contaminazione del suolo, del sottosuolo e delle falde acquifere è opportuno prevedere in corrispondenza delle aree di cantiere vasconi in calcestruzzo impermeabilizzato per la raccolta delle acque di lavaggio attrezzature di cantiere ed impianto di depurazione specifico per il trattamento delle acque di lavorazione in galleria e delle acque di lavaggio raccolte nei vasconi in calcestruzzo. Successivamente le acque trattate possono essere riutilizzate in galleria.

Si dovrà avere cura che lo stoccaggio degli oli e del carburante avvenga in aree o locali ben identificati con cordoli laterali in calcestruzzo anti-sversamento e pozzetto di raccolta.

Il deposito temporaneo degli oli esausti dovrà avvenire prevedendo una vasca di raccolta da posizionare sotto il serbatoio in modo da contenere il volume totale di olio sversato.

L'installazione della vasca di raccolta deve avvenire su superfici piane e nel caso di stoccaggio all'aperto è necessario proteggere i serbatoi dagli agenti atmosferici realizzando una tettoia di copertura.

Nell'area di cantiere devono essere disponibili prodotti idonei all'assorbimento dei liquidi inquinanti in quantità sufficiente a far fronte al possibile incidente più gravoso.

Tali prodotti devono essere stivati in luoghi facilmente accessibili e conosciuti da tutto il personale addetto alle operazioni.

Nel caso si verificano sversamenti di sostanze pericolose al di fuori dei serbatoi e vasche di contenimento è necessario intervenire al fine di non inquinare l'ambiente percolando nei suoli o riversandosi nelle acque.

L'intervento deve essere il più tempestivo possibile e consiste nell'arginare la fuoriuscita di fluidi con materiale assorbente circoscrivendo la zona e successivamente assorbendo tutti il liquido fuoriuscito.

Se nelle vicinanze dell'area ci fossero tombini e caditoie, l'intervento consisterà nella sigillatura o nell'isolamento delle aperture.

Successivamente il materiale assorbito misto al liquido raccolto dovrà esser posto in un contenitore idoneo e smaltito come rifiuto.

## **Incendio**

Le situazioni che potrebbero determinare incendi e scoppi sono:

- Involontario intercettamento, durante l'esecuzione delle lavorazioni di altri combustibili
- Attività in cui potrebbero essere impiegate fiamme libere
- Stoccaggio lubrificanti e/o altre sostanze pericolose quali vernici, solventi, additivi
- Rifornimento dei mezzi di cantiere
- Saldature

Per prevenire e minimizzare incendi e scoppi che potrebbero avere ripercussioni ambientali quali emissioni in atmosfera, effetti negativi sugli ecosistemi e produzione di rifiuti, occorre:

- Evitare di eseguire lavori che prevedono l'uso di fiamma in prossimità delle aree di deposito sostanze pericolose e vicino ai luoghi dove sono stoccati rifiuti e/o materiali infiammabili
- Eseguire tutte le lavorazioni nelle quali è possibile l'innesco di un incendio sempre con la massima attenzione

## **Crolli e frane**

Le cause che potrebbero determinare crolli e frane sono considerate come dovute alle lavorazioni eseguite in galleria.

Le possibili ripercussioni ambientali sono emissioni di polveri in atmosfera ed effetti sulle acque superficiali e su ecosistemi

Al fine di prevenire e minimizzare crolli e frane, occorre eseguire le lavorazioni sempre con la massima attenzione e se si ritiene poco sicura la lavorazione avvisare sempre il proprio responsabile e concordare con lui le modalità operative

### **Allagamenti**

Eventuali allagamenti si possono generare in seguito alle lavorazioni eseguite, come l'intercettazione di condotte idriche non segnalate durante le attività di scavo oppure l'intercettazione di falde acquifere durante gli scavi di sbancamento e in galleria.

Nelle aree di lavoro, soprattutto in quelle in cui esiste il rischio allagamento, dovranno essere tenute a disposizione delle pompe in modo da poter operare rapidamente in caso di emergenza allagamento.

### **Attività durante l'emergenza**

Chiunque venga a conoscenza di un incidente ambientale provvede a segnalare il caso al

- Responsabile Piano di Emergenza
- Responsabile Ambientale

I quali provvederanno a contattare il Coordinatore Operativo delle Emergenze (Preposto di area). Il Preposto di area attiverà quindi il personale.

## 5 Gestione dei dati

Il presente capitolo riporta le modalità di gestione e comunicazione informatica dei dati di monitoraggio relativi al cantiere di realizzazione delle nicchie all'interno cunicolo esplorativo "La Maddalena".

A tal proposito, TELT dispone di un Portale Ambientale (di seguito PA) per gestire i dati e i documenti del sistema di controllo ambientale integrato di tutti i cantieri della tratta internazionale della Nuova Linea ferroviaria Torino-Lione (NLTL), in modo da garantire la condivisione di informazioni e l'interfaccia tra le varie figure interessate nel controllo ambientale dei cantieri e con gli Enti di controllo (in particolare Arpa Piemonte).

Il PA gestisce i dati di monitoraggio acquisiti sia nell'ambito del Piano di Gestione Ambientale, PGA (attività di controllo ambientale effettuate all'interno di ogni singolo cantiere dall'Impresa Appaltatrice), sia nell'ambito del Piano di Monitoraggio Ambientale, PMA (monitoraggio ambientale di tutte le aree esterne ai cantieri della NLTL effettuato dall'Esecutore del PMA).

Il database del PA è costituito quindi da tutti i dati di monitoraggio caricati, dall'Esecutore del PMA e dalle singole Imprese Appaltatrici dei lavori, secondo il cronoprogramma delle campagne di misura preventivamente fornito e le tempistiche di restituzione concordate con TELT, unitamente ai documenti allegati caratterizzanti il singolo dato di monitoraggio (e.g. verbali di campionamento, rapporti di prova, etc..).

Nel database del PA i dati di monitoraggio sono organizzati secondo una struttura gerarchica che segue la seguente logica e terminologia:

- COMPONENTE AMBIENTALE
  - TIPOLOGIA DI INDAGINE
    - PARAMETRO (e Unità di Misura)

Poiché il controllo ambientale integrato dei cantieri TELT prevede un sistema di valutazione dei dati di monitoraggio articolato su soglie di livello crescenti che, qualora superate, determinano una serie di interventi di verifica/tutela della matrice ambientale interessata, ad alcuni dei parametri presenti nel database del PA è associato un sistema di soglie di attivazione sito-specifiche (il valore numerico di ciascuna soglia varia da punto di monitoraggio a punto di monitoraggio).

Il flusso logico per il caricamento dati sul portale ambientale prevede i seguenti passaggi:

- Scelta del cantiere operativo
- Inserimento/creazione della campagna di monitoraggio nella funzione "Attività pianificate"
- Validazione dell'attività pianificata da parte di una specifica figura autorizzata da TELT
- Scelta dell'attività pianificata della quale caricare i dati (tra quelle precedentemente inserite/create)
- Scelta del punto di monitoraggio
- Inserimento di tutti i dati di monitoraggio acquisiti in base ai parametri ammessi dalla struttura del database
- Validazione dei dati di monitoraggio inseriti

- Caricamento degli eventuali allegati ai dati di monitoraggio
- Corretta associazione degli eventuali allegati a ciascun dato di monitoraggio
- Aggiornamento dello stato dell'attività pianificata come terminata (se sono stati caricati tutti i dati disponibili)

L'inserimento dei dati di monitoraggio nel PA può avvenire mediante una delle seguenti modalità:

- tramite maschere di inserimento guidato;
- tramite caricamento massivo di dati da un file che l'utente carica nel PA in un'area destinata alla sua elaborazione;
- TELT valuterà, su richiesta del singolo esecutore dei controlli ambientali, se consentire il caricamento da formati automatici prodotti e trasmessi al PA in modo pianificato secondo procedure esterne (e.g. caricamento da centraline).

Per il dettaglio sulle modalità di caricamento dei dati a portale si rimanda alla specifica istruzione operativa predisposta da TELT "Specifiche tecniche per l'inserimento dei dati di monitoraggio sul portale ambientale – lato Italia".

La frequenza e tempistica con cui verranno restituiti i dati di monitoraggio è indicata all'interno del capitolo 3, per ogni singola componente monitorata.

Oltre ai dati di monitoraggio, come richiesto da TELT, sul Portale Ambientale saranno caricati, nelle sezioni dedicate e secondo le modalità e le specifiche tecniche previste da TELT stessa:

- la documentazione operativa e progettuale;
- i cronoprogrammi previsionali delle attività di monitoraggio;
- i report di sintesi periodici dei dati ambientali;
- le informazioni tecniche relative alle postazioni di misura;
- i report di monitoraggio relativi a ciascuna campagna di misura.

## 5.1 Gestione delle anomalie

In presenza di "anomalie" evidenziate durante le attività di monitoraggio ambientale ossia il rilevamento di valori superiori a quelli limite, ne è prevista la comunicazione a TELT tramite l'apertura di una "Scheda Anomalia" sul Portale Ambientale.

L'apertura di una anomalia consiste in:

- selezione di un dato di monitoraggio caricato nel portale, per il quale si sia riscontrato un superamento;
- compilazione di una Scheda con le informazioni relative alla misura selezionata ed eventuali informazioni aggiuntive (anche sotto forma di documenti) che descrivano la ragione dell'apertura dell'anomalia;

- invio della Scheda ai destinatari pre-impostati dal sistema ed eventuali altri destinatari interessati, da inserire manualmente.

A seguito dell'apertura della Anomalia, saranno intraprese le azioni reattive necessarie all'indagine e alla chiusura dell'evento anomalo secondo le modalità riportate in premessa al capitolo 3 del presente documento.

Le azioni intraprese saranno comunicate, per quanto di competenza, sempre attraverso il Portale fino alla chiusura dell'Anomalia.

Per maggiori informazioni sulle modalità di apertura di una Scheda Anomalia si rimanda allo specifico documento redatto da TELT "Istruzioni Operative Scheda Anomalia".

## 6 Riunioni ed incontri periodici

Nel corso della realizzazione dell'opera, verranno organizzati incontri periodici tra i responsabili delle attività ambientali e di monitoraggio dell'Impresa (RSGA e RA) con il Responsabile Ambientale Operativo (RAO) della DL.

La frequenza degli incontri sarà programmata secondo le necessità individuate in fase operativa.

Durante tali riunioni potrà essere discusso l'andamento del cantiere sotto il profilo degli impatti ambientali connessi alle attività e le misure adottate, oppure saranno discussi i risultati delle attività di monitoraggio interno (comunque trasmessi per via telematica con le modalità di cui al capitolo 5). Le tematiche da affrontare durante gli incontri potranno anche essere preventivamente presentate sotto forma di report.

Al termine delle riunioni verrà in ogni caso redatto un verbale, da condividere con le parti interessate.

Il Responsabile della Direzione Lavori si occuperà, come previsto dalle procedure TELT, di interfacciarsi con il Coordinatore Ambientale della Committente per un aggiornamento sui temi discussi.

## 7 Allegati

- Matrice aspetti/impatti ambientali
- Matrice dei controlli

## Matrice aspetti/impatti ambientali

		Risorse		Rifiuti			Inquinamento										Altro						
		Consumo risorse non rinnovabili	Consumo risorse rinnovabili	Produzione rifiuti urbani e assimilabili	Produzione rifiuti speciali non pericolosi	Produzione rifiuti speciali pericolosi	Inquinamento dell'atmosfera (polveri o gas)	Inquinamento del suolo (condizioni A/E)	Inquinamento acque superficiali	Inquinamento acque sotterranee (condizioni A/E)	Inquinamento acustico	Presenza di amianto	Inquinamento da campi elettromagnetici	Inquinamento da radiazioni ionizzanti	Inquinamento luminoso	Impatto da vibrazione	Emissioni odorigene	Impatto visivo	Aumento rischi per l'uomo	Flora e fauna	Impatti sui lavoratori	Beni archeologici	
Attività di supporto	1	Uffici di cantiere (uffici appaltatore/ direzione lavori e cse)	X	X	X	X																	
	2	Parcheggio automezzi di cantiere					X	X	X	X											X		
	3	Piazzali e piste di cantiere/illuminazione	X	X		X		X	X	X					X						X		
	4	Recinzioni, barriere, accessi viabilità					X														X		
	5	Spogliatoi/servizi igienici/refettori/infermeria/magazzino	X	X	X	X	X																
	6	Cabina di consegna enel o cabine di distribuzione				X																	
	7	Officina	X		X	X	X				X										X	X	
	8	Riscaldamento/condizionamento	X	X																			
	9	Deposito bombole				X	X	X		X													
	10	Deposito carburante (cisterne gasolio)				X	X	X		X							X						
	11	Deposito materiali di costruzione						X			X										X	X	
	12	Deposito sostanze pericolose				X	X	X	X	X											X		
	13	Deposito rifiuti				X	X	X	X	X		X		X			X	X	X	X	X		
	14	Deposito di materiali in attesa di caratterizzazione				X	X	X	X	X		X		X					X	X	X		
Lavorazioni	15	Impianti di cantiere	X	X		X	X	X	X	X	X				X	X		X		X	X		
	16	Generatori elettrici				X			X	X													
	17	Impianto di frantumazione (periodo limitato)	X			X		X			X	X		X							X	X	

		Risorse		Rifiuti			Inquinamento										Altro					
		Consumo risorse non rinnovabili	Consumo risorse rinnovabili	Produzione rifiuti urbani e assimilabili	Produzione rifiuti speciali non pericolosi	Produzione rifiuti speciali pericolosi	Inquinamento dell'atmosfera (polveri o gas)	Inquinamento del suolo (condizioni A/E)	Inquinamento acque superficiali	Inquinamento acque sotterranee (condizioni A/E)	Inquinamento acustico	Presenza di amianto	Inquinamento da campi elettromagnetici	Inquinamento da radiazioni ionizzanti	Inquinamento luminoso	Impatto da vibrazione	Emissioni odorigene	Impatto visivo	Aumento rischi per l'uomo	Flora e fauna	Impatti sui lavoratori	Beni archeologici
Lavorazioni	18	Impianto depurazione/trattamento o acque locale pompe e vasche di accumulo	X	X	X	X	X	X	X									X		X		
	19	Impianti lavaggio ruote	X	X		X		X		X												
	20	Importazione/movimentazione materiale inerte per fase 1	X					X	X	X	X							X		X	X	
	21	Preparazione ed esecuzione drenaggio	X					X		X	X											
	22	Spostamento tubazioni e cavi	X								X											
	23	Esecuzione riempimento	X			X	X	X		X	X											
	24	Realizzazione platea in cls	X			X	X		X	X	X											
	25	Perforazione, caricamento e sparo	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X		X	X
	26	Smarino (fino nicchia precedente)	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X					X		X	
	27	Disgaggio e spritz fibrato	X			X	X	X	X	X	X										X	
	28	Messa in sicurezza (ancoraggi, rete, centine, spritz)	X			X	X				X											
	29	Preparazione e posa rete (non continuativo)	X								X											
30	Esecuzione spritz-beton 15 cm (non continuativo)	X			X	X	X	X		X	X									X		

